

Nuevos alojamientos para el ganado vacuno lechero

Los factores más importantes que determinan la elección del tipo de alojamiento para el ganado lechero son su precio, el confort de los animales, la eficiencia para los trabajadores, su duración y un retorno favorable de la inversión. Desde que la primera instalación VCPB (“Ventilación cruzada de perfil bajo”) empezó a operar en South Dakota (EE UU) durante el otoño de 2005, se han construido al menos seis establecimientos más en este estado usando esta tecnología y decenas de ellos en el resto del país. A pesar de ser un concepto nuevo en la industria lechera, este tipo de alojamientos, completamente cerrados y con ambiente controlado durante todo el año, han estado usándose desde hace muchos años en la industria porcina y avícola. El número de explotaciones en EEUU de más de 500 vacas se ha incrementado en la última década más de un 21%, pasando de 2.795 granjas en 2001 a 3.400 en 2010. Este nuevo diseño de alojamiento puede ser considerado para este tipo de explotaciones.

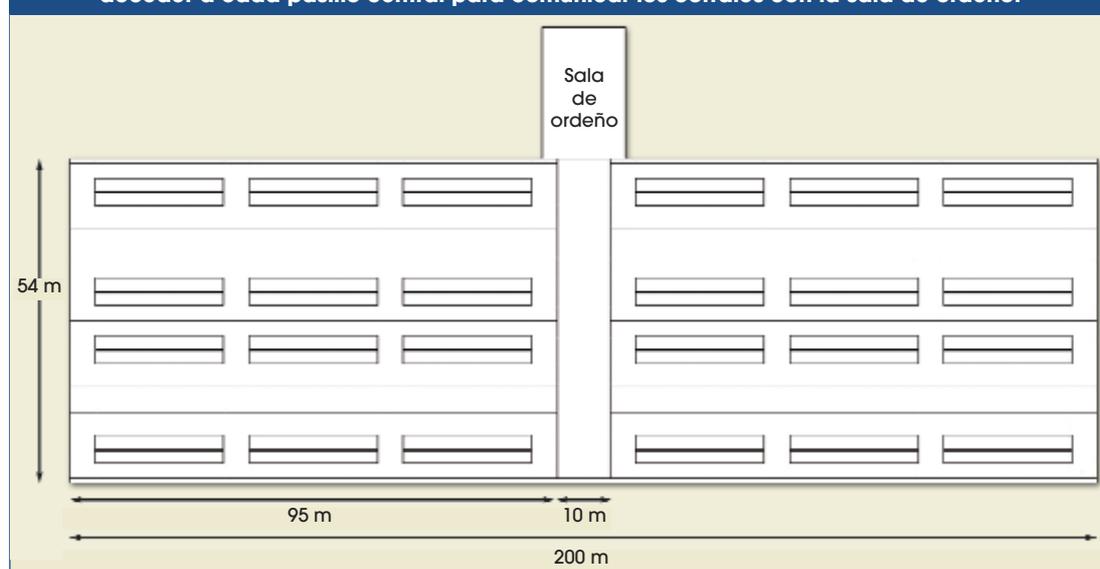
La peculiaridad de este diseño radica en que une varias naves convencionales (4 ó 6 filas de cubículos) bajo un mismo techo, eliminando el espacio requerido para separar cada una. Por ejemplo, al juntar 2 naves tradicionales de 4 filas, se forma un alojamiento VCPB de 8 filas (Figura 1). El interior del

edificio es similar a los convencionales; la principal diferencia, es la presencia de cortinas metálicas que penden del techo hasta media altura, fijadas longitudinalmente sobre las columnas interiores (Fotografía 1). La función de estas cortinas es aumentar la velocidad del aire y dirigirlo hacia la zona de cubículos. Además, para disminuir la altura en el centro de la nave, la pendiente del techo cambia de 33,3% en los edificios convencionales a 4,17% en los VCPB. La altura de las paredes laterales es idéntica en ambos tipos de alojamiento (mínimo de 4 m),



Fotografía 1. Cortinas metálicas situadas entre dos filas de cubículos

Figura 1. Ejemplo de un edificio VCPB de 200 m de longitud, con puerta en los frontales para acceder a cada pasillo central para comunicar los corrales con la sala de ordeño.



Fernando Díaz-Royón (fernando.diaz@sdstate.edu) y **Álvaro García**.
Dairy Science Department, South Dakota State University (EE UU)



Fotografía 2. Vista interior de la pared lateral compuesta de ventiladores



Fotografía 3. Vista exterior de la pared lateral compuesta de ventiladores



Fotografía 4. Vista interior de pared lateral de entrada de aire compuesta por paneles evaporatorios



Fotografía 5. Vista frontal de un edificio VCPB con 18 filas de cubículos

pero como la pendiente del techo es menor, la altura al centro de la nave es menor en el diseño VCPB, de ahí el nombre perfil bajo. En una de las paredes laterales están localizados ventiladores extractores (Fotografías 2 y 3) y en la opuesta se encuentra la entrada de aire (normalmente formada por paneles de evaporación; Fotografía 4), de ahí viene el nombre ventilación cruzada. Las puertas de acceso a los pasillos están situadas en las paredes frontales, al igual que en las naves convencionales (Fotografía 5).

Dimensiones

En la parte superior de la Figura 2 se observa el ancho necesario para un alojamiento convencional de 4 filas (31 m), con cubículos dispuestos cara a cara y un pasillo central de alimentación. Al unir 2, 3 ó 4 naves de este tipo se forma un VCPB de 8, 12 ó 16 filas con una anchura de 64, 95 y 126 m, respectivamente (parte inferior Figura 2). La Figura 3 muestra un edificio convencional con 6 filas (36,3 m). En la parte inferior de la figura se puede observar la sección frontal de edificios VCPB de 12 (75 m),

Figura 2. En la parte superior: vista frontal de un alojamiento convencional de 4 filas de cubículos. En la parte inferior: vista frontal de un edificio VCPB con 6, 12 ó 24 filas.

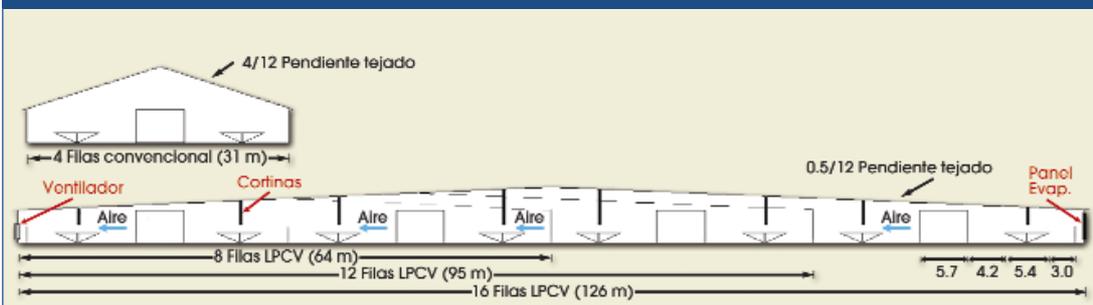
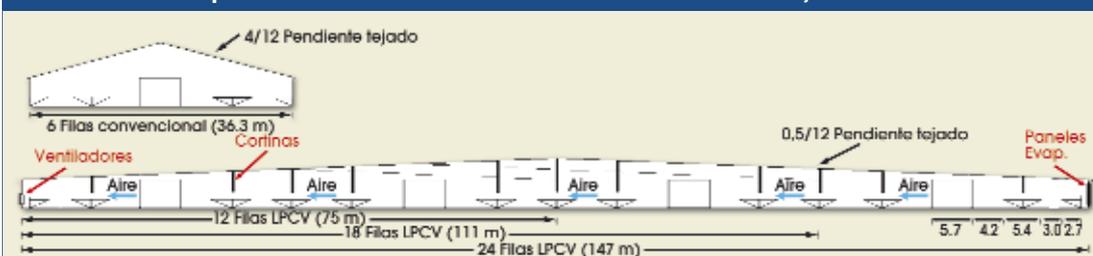


Figura 3. En la parte superior: vista frontal de un alojamiento convencional de 6 filas de cubículos. En la parte inferior: vista frontal de un edificio VCPB con 12, 18 ó 24 filas.



Nuevos alojamientos para el ganado vacuno lechero

18 (111 m) y 24 (147 m) filas, obtenidos al unir 2, 3 ó 4 edificios convencionales de 6 filas. Los alojamientos VCPB requieren un pasillo de al menos un metro de anchura a lo largo de las paredes laterales, para permitir el acceso a los ventiladores y paneles de evaporación, y poder realizar las labores de mantenimiento (Fotografía 6). Los ejemplos de la figuras 2 y 3 han sido diseñados con dimensiones de pasillos y de cubículos idénticas. Los cubículos tienen una longitud de 2,7 m, los pasillos de alimentación miden 5,7 m de anchura, y los pasillos delantero y trasero donde se alojan los animales, 4,2 y 3,0 m, respectivamente.



Fotografía 6. Pasillo lateral para permitir el acceso a los ventiladores



Fotografía 7. Vista interior de la pared lateral de entrada de aire. Dispone de dos líneas de microdifusores

Los diseños y dimensiones propuestos en este artículo representan solo un ejemplo de VCPB, pero pueden hacerse variaciones. Se pueden, por ejemplo, separar las dos filas de cubículos dispuestas cabeza con cabeza, y formar dos filas independientes cola con cola. En edificaciones VCPB de 3 filas de cubículos por línea de comedero, si se construye un pasillo de alimentación adicional, 4 en lugar de 3 (en VCPB de 12 filas), ó 5 en lugar de 4 (en VCPB de 16 y 24 filas), quedaría un pasillo de alimentación a lo largo de cada una de las paredes laterales, por lo que no sería necesario el pasillo de acceso a los ventiladores y paneles de evaporación (Fotografías 2 y 7).

La desventaja principal de las naves con 6 filas con respecto a las de 4 filas de cubículos, es la reducción de aproximadamente un 40% del espacio de acceso al comedero (3 filas de cubículos para cada línea de comedero) y bebedero. Esto puede provocar una disminución en el consumo de alimento y agua, y por tanto una menor producción de leche. Además, el área de pasillos destinada a cada vaca disminuye en la misma proporción, lo que aumenta el hacinamiento. A pesar de estas desventajas y debido a la menor inversión por animal alojado, los edificios de 6 filas son muy utilizados, sobre todo en explotaciones grandes. Aumentado un 17% el ancho de la nave de 4 filas, se incrementa el número de cubículos casi en un 40%, al pasar de 4 a 6 filas de cubículos. Además, este aumento en el ancho de los edificios de 6 filas, reduce la ventilación natural un 37% (Chastain, 2006), un problema particularmente importante durante el verano.

En la Tabla 1 se puede observar cómo varían las dimensiones y la capacidad de alojamiento de naves de 200 metros de largo al aumentar el número de filas de cubículos, de 4 en una convencional a 24 en un VCPB. La anchura de los pasillos y la longitud de los cubículos son idénticas a las utilizadas en las figuras 1, 2 y 3. Debido a su gran longitud, la edificación está dividida por un pasillo central transversal, de 10 m de ancho, que une los corrales con la sala de ordeño y permite el acceso de la maquinaria para realizar tareas de limpieza y encañado (Fotografía 8, siguiente página). De esta forma, hay corrales de 95 m de longitud a cada lado del pasillo central. Cada corral dispone de 4 cruces de 5 metros de largo que conectan el pasillo delantero (cercano a la línea de comedero) con el pasillo trasero. En estos cruces se sitúan bebederos de 5 m de longitud. Los pasillos laterales situados a lo largo de la línea de ventiladores y paneles de evaporación tienen un metro de ancho. El ancho de los cubículos es de 1,25 m, ideal para vacas de entre 650-700 kg de peso vivo. El espacio de comedero por vaca es de 80 cm para corrales con 2 filas de cubículos y de 48,5 para corrales con 3 filas. El

Tabla 1. Dimensiones (m) y capacidades de alojamiento de diferentes tipos de edificios con una longitud de 200 m.									
Tipo de diseño	Filas/ Corral	Anchura edificio	Longitud edificio	Área (m ²)	Corrales/ Edificio	Vacas/ Corral	Vacas Total	Pasillos de alimentación	Pasillos de cubículos
4 Filas	2	31	200	6.200	4	120	480	1	4
6 Filas	3	36	200	7.200	4	196	784	1	4
VCPB 8	2	64	200	12.800	8	120	960	2	8
VCPB 12	2	95	200	19.000	12	120	1.440	3	12
VCPB 12	3	75	200	15.000	8	196	1.568	2	8
VCPB 16	2	126	200	25.200	16	120	1.920	4	16
VCPB 18	3	111	200	22.200	12	196	2.352	3	12
VCPB 24	3	147	200	29.400	16	196	3.136	4	16

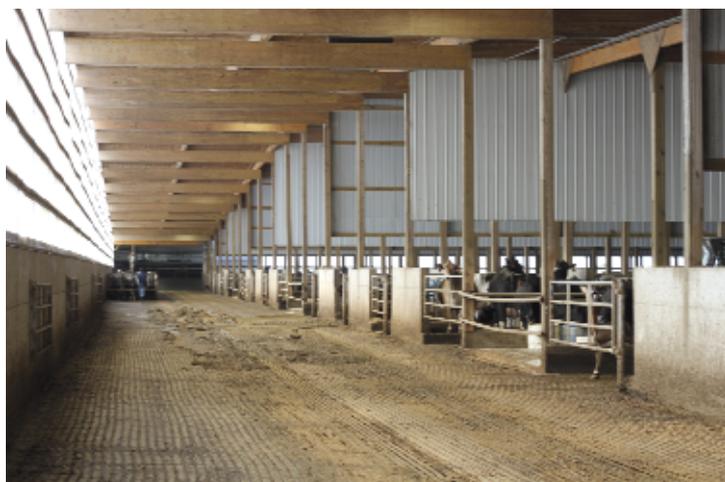
Nuevos alojamientos para el ganado vacuno lechero



Fotografía 8. Pasillo central que comunica los corrales con la sala de ordeño

espacio de bebedero por vaca es de 19 y 11 cm, para corrales de 2 y 3 filas, respectivamente. Y el área de pasillo por vaca pasa de 11,4 m² en corrales con 2 filas, a 6,7 m² en corrales de 3 filas (Tabla 2). El número de cubículos de cada corral es de 120 para corrales con 2 filas y 196 para corrales de 3 filas. La capacidad de alojamiento aumenta de 480 cubículos en los edificios convencionales de 4 filas hasta 3.136 en los edificios VCPB con 24 filas (3 filas por corral).

Número de filas	Espacio comedero (cm)	Espacio bebedero (cm)	Área alojamiento (m ²)
2	80	19	11,4
3	48,5	11	6,7



Fotografía 9. Pasillo transversal que comunica los corrales con la sala de ordeño

Una de las ventajas del VCPB con respecto al sistema convencionales es el menor requerimiento de terreno para emplazar las naves. Para facilitar la ventilación natural los alojamientos convencionales, necesitan un espacio de separación de otras edificaciones de al menos 30 m o 1,5 veces el ancho del edificio (Brouk y col., 2001). La superficie de terreno necesaria para construir el VCPB de 16 filas de la Tabla 1 es de 25.000 m². Sin embargo, el espacio requerido para construir 4 edificios convencionales de 4 filas, con las dimensiones especificadas en esa misma tabla es de 43.000 m². Ambos ejemplos dis-

ponen de 1.920 cubículos, sin embargo, el terreno necesario se incrementa un 72% en el sistema convencional. El área necesaria por vaca pasa de 13 m² en VCPB a 22 m² en naves convencionales de 4 filas. Es un dato a tener en cuenta debido al incremento en el precio del terreno con destino agrícola durante los últimos años. Esta reducción del tamaño de las edificaciones, implica una reducción en la distancia de desplazamiento desde los corrales hasta la sala de ordeño. De esta forma las vacas necesitan andar menos y disponen de más tiempo para realizar otras actividades como comer o descansar. Estos beneficios se incrementan al aumentar la frecuencia en el número de ordeños.

Hay varias opciones en el número de puertas necesarias para permitir el acceso de la maquinaria a los pasillos de las vacas. Una de ellas es colocar una puerta en cada pasillo. La otra opción, es colocar puertas exclusivamente en los pasillos de alimentación y acceder a los pasillos donde se encuentran las vacas por el pasillo central que comunica los corrales con la sala de ordeño. En el caso de que las naves no dispongan de pasillo central, es necesario crear un pasillo de 10 m de ancho entre el final de los corrales y las paredes frontales (Fotografía 9). De esta forma se reduce el número de puertas de 20 a 4, en un VCPB de 24 filas de cubículos.

Ventilación

El sistema de ventilación está compuesto por ventiladores extractores, cortinas y entrada de aire. A diferencia de los alojamientos convencionales en los que la ventilación artificial es utilizada exclusivamente durante los meses en los que la temperatura es excesiva, en los VCPB la ventilación debe funcionar 24 horas al día los 365 días del año.

Los ventiladores son los encargados de renovar el aire del interior del edificio con aire fresco del exterior, evitando la concentración en el ambiente de gases y calor. Una de las ventajas de los VCPB es la posibilidad de mantener velocidades del aire constantes durante todo el año. El rendimiento de los ventiladores depende de su diámetro, del número de aspas por ventilador, la velocidad operativa y la potencia del motor. Las dimensiones recomendadas son de entre 120 y 140 cm de diámetro. Se encuentran localizados a lo largo de una pared lateral, frente a los paneles de evaporación que forman la entrada de aire. Una ventaja del VCPB es que el flujo de aire es transversal al eje de la nave, y paralelo a los cubículos, de esta forma puede fluir entre el espacio que separa a las vacas que están tumbadas. En los meses con bajas temperaturas, no es necesario que todos los ventiladores estén funcionando, pero se debe evitar la concentración de gases en el interior. Por ello, algunas explotaciones controlan el sistema de ventilación según la concentración de amoníaco en el interior. Si las temperaturas son demasiado bajas se puede disminuir la apertura de entrada de aire para evitar la congelación del estiércol.

Las cortinas se encuentran situadas longitudinalmente sobre las columnas interiores (Fotografías 1 y 9). Su función es aumentar la velocidad del aire en la zona de los cubículos, desde 0,9-1,3 m/s hasta 2,6-3,2 m/s (Harner y Smith, 2008). Además, dirigen el aire hacia la zona de los cubículos donde están situadas las vacas. La parte inferior de la cortina está situada al menos a 2 metros del suelo y se prolonga hasta el techo. De esta manera, no interfieren con el movimiento de los animales. Pueden ser construidas con material rígido (normalmente metálico) o

flexible (tipo lona).

La entrada de aire normalmente está compuesta por paneles de evaporación. Estos paneles están formados por material de celulosa por el que circula agua, encargada de humedecer el aire que atraviesa el panel a través de unos canales. A diferencia de los ventiladores, estos solamente se ponen en funcionamiento durante los meses cálidos, cuando la temperatura del interior sea demasiado elevada para los animales. La temperatura del aire disminuye al incrementar la humedad añadida a éste, provocando que la temperatura más baja del aire se alcance cuando está saturado al 100% de humedad. Esta situación no es habitual, ya que la máxima eficiencia de saturación de la mayoría de paneles de evaporación solamente alcanza el 85%. Por otra parte, humedades ambientales relativas tan altas no son adecuadas para el bienestar animal. La eficiencia de saturación de los paneles depende de la velocidad del aire que los atraviesa. A menores velocidades, el aire tiene más tiempo para absorber humedad, por lo tanto aumenta la eficiencia. Para conseguir eficiencias de saturación de 80 y 70%, son necesarias velocidades de 1 y 2 m/s, respectivamente. Debido a la relación calidad/precio, los paneles de 15 cm de espesor son los más utilizados en alojamientos ganaderos.

Algunas instalaciones han optado por la sustitución de los paneles de evaporación por sistemas de atomización de agua a alta presión mediante microdifusores. Estos se instalan en la pared de entrada de aire y pulverizan gotitas de agua al ambiente. Son necesarias varias filas de microdifusores para asegurar una saturación homogénea del aire (Fotografía 7). Las ventajas de este sistema son su menor precio y que permite la entrada de luz natural al interior de la nave. Para conseguir rendimientos óptimos ambos sistemas de enfriamiento requieren mantenimiento periódico y aguas con bajos contenidos en minerales.

Otras consideraciones

Es importante considerar un sistema de iluminación adecuado, ya que debido a que los edificios se encuentran totalmente cerrados, toda la luz debe ser artificial.

Para minimizar los problemas de condensación en invierno y transmisión de calor por radiación solar en verano, es necesario que paredes y techos estén perfectamente aislados. Se pueden utilizar sistemas de aislamiento como spray de poliuretano, láminas flexibles de fibra de vidrio, paneles rígidos, etc (Fotografía 10). Es muy importante sellar las juntas de unión en cualquiera de los sistemas empleados, para evitar la acumulación de humedad entre el material de aislamiento y el tejado. Además, se debe tener en cuenta que son materiales altamente inflamables.

Desde el punto de vista económico, un estudio publicado por Dhuyvetter y col. en 2007 pone de manifiesto la ventaja de este tipo de instalaciones sobre los alojamientos convencionales de cubículos. Este trabajo compara los costos esperados y el retorno económico de dos tipos de instalaciones con capacidad para 2.400 vacas. Una está compuesta por naves de 4 filas de cubículos, con ventiladores y aspersores para evitar el estrés por calor y la otra es un VCPB de 16 filas. Se asume que ambos tipos de instalaciones requieren la misma inversión por vaca (4.650 US\$). A pesar de que el VCPB usa 50% más electricidad, éste reporta 115 US\$ más por vaca y año que el convencional. Esta mayor rentabilidad es ocasionada por la mayor producción de

leche por lactación de las vacas alojadas en el VCPB (+450 kg), lo que aumenta la eficiencia alimentaria de 1.30 en el tradicional a 1.34 en el VCPB.

Principales ventajas e inconvenientes del sistema VCPB.

Ventajas:

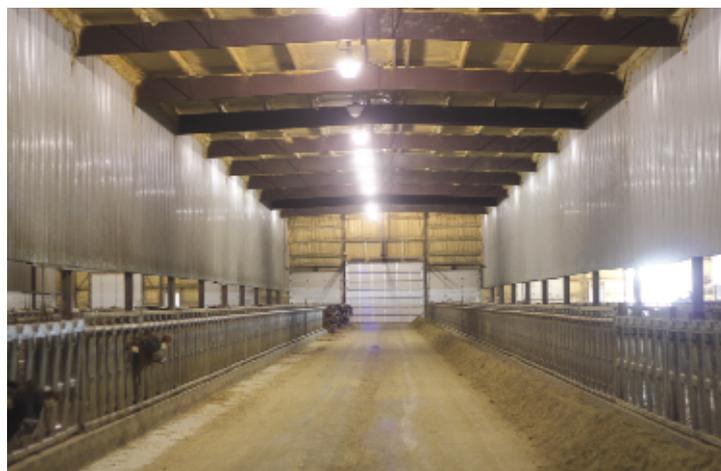
- Mantiene un ambiente controlado durante todo el año.
- Produce velocidad de aire constante y además éste puede fluir entre las vacas que están tumbadas en los cubículos.
- Disminuye la distancia de los corrales a la sala de ordeño, por lo que los animales tienen más tiempo para comer y descansar.
- Permite un mayor control de moscas y pájaros.

Desventajas:

- Costo de construcción, al compararlo con instalaciones de cama caliente.
- Mayor consumo anual de energía, ya que necesita ventilación forzada todo el año.
- Solo es accesible para explotaciones grandes, debido a que la capacidad mínima recomendada es de 400 vacas.
- Puede ocasionar problemas de ventilación en invierno en climas con temperaturas por debajo del punto de congelación, ya que necesita un mínimo de ventiladores funcionando y éstos disminuyen la temperatura en el interior, provocando el congelamiento del estiércol.
- En climas con altas humedades relativas, el sistema de enfriamiento por evaporación es menos eficiente para combatir el estrés calórico que en climas secos.

Bibliografía

- Brouk, M.J., J.F. Smith and J.P. Harner. 2001. In: *Proc. of the Western Dairy Management Conference*. Pp: 161-166.
- Chastain, J.P. 2000. *Designing and managing natural ventilation systems*. In: *Proc. of the 2000 Dairy Housing and Equipment Systems: Managing and planning for profitability*. NRAES publication 129. Pp 147-163.
- Dhuyvetter, K.C., J.F. Smith., M. Brouk and J.P. Harner. 2007. *III Dairy Enterprise - 2,400 Lactating Cows (Freestall)*, Kansas State Univ. Coop. Ext. Serv. Bull. MF - 2442.
- Harner, J.P and J.F. Smith. 2008. *Low-Profile Cross-Ventilated Freestall Facilities - A 2 Year Summary*. In: *Proceedings of the High Plains Dairy Conference*. Pp: 65-77.



Fotografía 10. Detalle del aislamiento con spray de poliuretano en paredes y techo.