

APÉNDICES

A-1: Glosario	A-2
A-2: Valores R para materiales de uso común	A-7
A-3: Cálculos de densidad en aislantes	A-8
A-4: Información general sobre espuma de poliuretano en spray (SPF)	A-13

A-1: Glosario

ACH: Cambios de aire por hora.

ACH50: Cambios de aire por hora a 50 pascales

ACHn: Cambios de aire por hora a presión normal.

Acondicionado: Espacio refrigerado o calefaccionado por sistemas de frío o calor a pedido de los habitantes de la vivienda.

AFUE: Eficiencia de uso de combustible anual: eficiencia de un horno o caldera por temporada.

AGA: American Gas Association (Asociación Americana de Gas).

Aire de renovación: Aire que ingresa a una vivienda de manera intencional para compensar la salida de aire en extractores o chimeneas.

Asbesto friable: Cualquier tipo de producto de amianto que pueda ser desmenuzado y reducido a polvo con las manos.

ASHRAE: American Society of Heating, Refrigeration, and Air Conditioning Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado).

Auditoría energética: Inspección de una vivienda para determinar su estado general de acuerdo a parámetros térmicos, estructurales, de luminosidad, de seguridad y a la presencia de electrodomésticos. Se puede realizar según el Listado de Normas Obligatorias o según el software aprobado por la División, que crea un listado de normas de climatización recomendadas de acuerdo con ciertas especificaciones.

CAZ: Zona de dispositivos de combustión.

CFM: Pie cúbico de flujo de aire por minuto.

CFM₅₀: Pie cúbico de flujo de aire por minuto a 50 pascales.

CO: Monóxido de carbono.

CO₂: Dióxido de carbono.

Costos de calefacción: Costos de cualquier fuente de calefacción utilizada para generar calor en una vivienda. Se excluyen otros costos de calefacción para fines comerciales o cualquier otro tipo de fin que no sea para el espacio de vivienda.

CRF: No alcanza los 50 pascales. Procedimiento del método de presurización con extractor cuando no se logra alcanzar los 50 pascales.

DOE: Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Electrodoméstico: Cualquier artefacto alimentado con corriente eléctrica diseñado para el uso en el hogar y aprobado por el Departamento. Un ejemplo típico es el refrigerador.

Energía de la vivienda: Todas las fuentes de energía utilizadas en una vivienda. Incluye todos los costos de calefacción y otros costos, que por lo general aparecen en la factura de servicio como costos de carga base (los costos previos a la inclusión de los costos de calefacción).

ENERGY STAR®: Programa de incentivos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos destinado a fabricantes y consumidores para promover la fabricación y utilización de productos que consuman energía de manera eficiente.

Entrepiso: Espacio sin terminar debajo del piso de una vivienda. La altura de las paredes no suele superar las 40 o 50 pulgadas. Por lo general, son espacios con suelo de tierra. En ocasiones hay puertas de acceso en una pared en común o en una pared externa en los cimientos. Es común encontrar cañerías, cableados y conductos en el sector, y que el acceso se limite solo al mantenimiento de estas instalaciones. La decisión sobre los lugares a impermeabilizar depende de la presencia de cañerías o conductos en el espacio. Si existen, por lo general, las paredes exteriores y la solera se sellan y se impermeabilizan con materiales rígidos, relleno de fibra de vidrio o espuma de poliuretano. En entrepisos no calefaccionados y sin presencia de conductos o tuberías, se deberá realizar un trabajo de sellado y aislamiento de la solera y el suelo, a menudo con relleno de celulosa o de fibra de vidrio. Una barrera continua contra la humedad debe instalarse si el piso es de tierra. *Consulte la Sección 2.5 Aislamiento en suelo y cimiento para obtener más información.*

EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

GFCI: Interruptor de circuito con fuga a tierra.

HVAC: Climatización (calefacción, ventilación y aire acondicionado).

IFGC: Código Internacional de Instalaciones de Gas Combustible

Infiltración: Ingreso a la vivienda no controlado de aire, en general, a través del sector más bajo.

IWC: Pulgas de columna de agua: una medida de presión.

kW: Kilovatio: medida de energía eléctrica.

kWh: Kilovatios por hora: medida de uso eléctrico

LFC: Lámpara fluorescente compacta.

Límite de presión: La barrera de aire de una vivienda.

Manual J: El método de la ASHRAE para calcular la pérdida de calor en una vivienda.

Materiales dañados: Materiales destinados a una vivienda u obra específica que han quedado inutilizables y estropeados ya sea durante el traslado o en el lugar de trabajo.

Medida finalizada: Una medida instalada según los estándares y las especificaciones en este manual.

Medidas de carga de base: Medidas de conservación de energía que disminuyen el uso de electricidad de una vivienda. Un ejemplo de medida de carga base es la instalación de lámparas fluorescentes.

Medidas de conservación de energía (ECM): Medidas aplicadas en una vivienda que permiten ahorrar los costos en energía. La implementación de las ECM se opone a las medidas de Reparación y de Seguridad e Higiene que no establezcan beneficios en el ahorro de energía.

Medidas de seguridad para trabajos con plomo: Medidas, según los lineamientos de la OSHA y la EPA, para la seguridad y la protección adecuadas ante la exposición al plomo, tanto de los habitantes de la vivienda, como de los trabajadores que llevan a cabo las tareas de climatización.

Método de adición de un orificio: Método de diagnóstico que consiste en hacer un orificio de tamaño regular en una zona del caudal de fuga de aire y medir la diferencia de presión antes y después del orificio para estimar la zona de fuga total.

MHEA: Auditoría energética de viviendas móviles. Software de auditoría energética del Departamento de Energía de los Estados Unidos para priorizar la climatización.

MSDS: Hoja de información sobre la seguridad de los materiales que describe los peligros de un material.

NEAT: Software de auditoría energética del Departamento de Energía de los Estados Unidos para priorizar la climatización.

NFPA: National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego).

OSHA: Occupational Safety and Health Administration (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional).

Pa: Pascal.

Pascal: Unidad métrica de presión.

PEET: Presión estática exterior total.

Pintura con plomo: Pintura con un contenido de plomo no menor al 0,06 % del peso, o a 0,7 miligramos por centímetro cuadrado.

ppm: Partes por millón.

psi: Libras por pulgada cuadrada.

PVC: Policloruro de vinilo: material utilizado en tubos de PVC y paneles plásticos.

Revisión final: Revisión realizada a una vivienda por un miembro no perteneciente al grupo de trabajo. Se realiza al finalizar el trabajo in situ y debe estar completa antes de que el dueño la pueda firmar.

SEER: Relación del rendimiento de energía temporal: una medida para clasificar la eficiencia del acondicionamiento del aire.

Sellado de comodidad: Trabajo de sellado con el principal objetivo de suprimir corrientes a pedido de los dueños de la vivienda. Se realiza cuando no se pueden realizar mediciones con el método de presurización con extractor en puertas. En estos casos, el trabajo de sellado se limita a: desviaciones en el ático y sellado en uniones importantes, reemplazo de vidrios y hasta solo una hora de dedicación.

Sellado según directrices: Trabajo de sellado realizado según las Pautas de sellado de climatización rentable, que incluye el sellado entre la vivienda y el exterior. Este trabajo está enfocado por lo general al sellado de infiltración (aire que ingresa por debajo de la vivienda).

Sellado sin directrices: Trabajos grandes de sellado necesarios antes de otros trabajos de recubrimiento.

Sistema de auditoría con equipos computarizados: Auditoría energética aprobada por la División para utilizar en viviendas de 1 a 4 unidades y en viviendas móviles.

Sonio: Medida de sonoridad utilizada para clasificar extractores.

Sótano de poca altura: Espacio con altura entre un hueco sanitario y un sótano. Por lo general tienen piso de tierra y accesos en el suelo o por fuera de la vivienda. Las paredes externas suelen tener una altura de entre 40 y 78 pulgadas. Sus dimensiones internas pueden variar. Aquí se suelen ubicar los equipos de calefacción de aire y agua, y el acceso al lugar se restringe solo al mantenimiento. Si el sector está calefaccionado por los conductos y tuberías de manera indirecta, se deberá realizar un trabajo de sellado y aislamiento de la solera y el sellado de cualquier abertura de gran tamaño en las paredes. Si el sector tiene calefacción propia, las paredes se pueden aislar desde el exterior, según la altura que sobresalga desde el nivel del suelo y los resultados ejemplo realizados con la auditoría NEAT. La decisión de incluir una barrera contra la humedad deberá tomarse según las condiciones del lugar. *Consulte el Capítulo 2.5 Aislamiento en suelo y cimiento para obtener más información.*

Sótano: Infraestructura de una vivienda cuyas paredes externas conforman los cimientos. Un sótano está por debajo del suelo en su mayoría. La altura de las paredes varía pero suele ser mayor a 70 pulgadas. En Wisconsin, el sótano suele ser la zona de dispositivos de combustión. Si el sector está calefaccionado por los conductos y tuberías de manera indirecta, el trabajo a realizar deberá ser el sellado y aislamiento de la solera y el sellado de cualquier abertura de gran tamaño en las paredes. Si el sector tiene calefacción propia, las paredes se pueden aislar desde el exterior, según la altura que sobresalga desde el nivel del suelo y los resultados a modo de ejemplo realizados con la auditoría NEAT. *Consulte la Sección 2.5 Aislamiento en suelo y cimiento para obtener más información.*

SSE: Eficiencia en estado estacionario.

UDC: Código uniforme de vivienda de Wisconsin.

Unidad finalizada: Trabajo en una vivienda finalizado por completo de acuerdo con las normas de climatización presentes en el listado o en la auditoría computarizada.

Uniones clave: Uniones entre elementos de una vivienda que demandan especial cuidado en el sellado o aislación (por ejemplo, unión de pared y piso).

UTB: Unidad térmica británica.

UTBH: Consumo UTB por hora.

Ventilación: El intercambio intencional de aire interior por aire exterior provocado para llevar contaminantes y, en especial, la humedad hacia afuera.

Ventilación: Los conductos, conectores y chimenea que envían los gases hacia el exterior.

WCEG: Directrices de climatización sustentable para sellado de fugas de aire.

WRT: Con referencia a.

Zona de dispositivos de combustión (CAZ): El sector donde se encuentran los dispositivos de combustión con sistema de extracción. La zona puede localizarse dentro o fuera del límite de presión.

A-2: Valores R para materiales de uso común

Material	Valor R
Relleno de fibra de vidrio o lana de roca soplado de 1"	2.8-4.0
Celulosa soplada de 1"	3.0-4.0
Relleno suelto de vermiculita de 1"	2.7
Perlita de 1"	2.4
Espuma de poliestireno expandido blanco de 1" (placa de poliestireno extruido)	3.9-4.3
Espuma de poliuretano/poliisocianurato de 1"	6.2-7.0
Poliestireno extruido de 1"	5.0
Espuma de poliestireno rociada, de 2 componentes y de 1"	5.8-6.6
Espuma de Icynene de 1"	3.6
Tablero OSB (tablero de virutas orientadas) o madera terciada de 1/2"	1.6
Concreto o estuco	0.1
Madera de 1"	1.0
Alfombra/alfombrilla de 1/2"	2.0
Revestimiento de madera de 3/8- 3/4"	0.6-1.0
Bloque de concreto de 8"	1.1
Tejas de asfalto	0.44
Ladrillos de barro cocido de 1"	0.1-0.4
Cartón de yeso de 1/2"	0.4
Vidrio de panel único de 1/8"	0.9
Vidrio aislado de baja emisión (varía según el régimen del coeficiente de captación solar [SHGC])	3.3-4.2
Vidrio esmaltado triple con 2 revestimientos de baja emisión	8.3

A-3: Cálculos de densidad de aislamiento

Paso 1 - Cálculo del área del ático: Multiplique el largo por el ancho del ático para obtener el área.

$$30 \text{ FT} \times 50 \text{ FT} = 1500 \text{ SQ FT}$$

Ancho
Largo
Área del ático

Paso 2 - Cálculo del valor R necesario: Reste el valor R actual al valor R deseado para obtener el valor R que se agregará.

$$R-50 - R-26 = R-24$$

R deseado
R existente
R que se debe agregar

Paso 3 - Cálculo del número de bolsas: Divida el área de techo por el valor de cobertura por bolsa que se encuentra en el cuadro de la bolsa (valor marcado por un círculo en la tabla 1-1 de la página 1-11) para obtener el número de bolsas estimado.

$$1500 \text{ SQ FT} \div 29.1 = 52 \text{ BOLSAS}$$

Área neta de la pared
Pie cuadrado Cobertura por bolsa (de la tabla)
Cantidad de bolsos estimada

Divida el área del ático por el valor de cobertura por bolsa que se encuentra en el cuadro de la bolsa para obtener el Número de bolsos estimado.

Pie cuadrado Cobertura por bolsa (de la tabla)

Aislamiento en áticos – Cálculo de densidad

Paso 1 - Cálculo del volumen del aislante instalado: Multiplique el área por la profundidad del aislamiento del ático para calcular el volumen del aislamiento.

$$1500 \text{ SQ FT} \times 6.4/12 \text{ FT} = 800 \text{ CU FT}$$

Área → Profundidad en pulgadas → Pulgadas por pie → Volumen de aislamiento

Paso 2 - Cálculo del peso del aislante instalado: Cuente el número de bolsas y multiplique por el peso de cada unidad.

$$52 \text{ BOLSAS} \times 24 \text{ LB/BOLSA} = 1248 \text{ LB}$$

Cantidad de bolsos → Peso de un bolso → Peso instalado

Paso 3 - Cálculo de la densidad del aislante instalado: Divida el peso del aislante en libras por el volumen en pies cúbicos.

$$1248 \text{ LB} \div 800 \text{ CU FT} = 1.56 \text{ LB / CU FT}$$

Libras de aislamiento → Volumen de aislamiento → Densidad instalada

Nota: La densidad debe ser de entre 1,3 y 2 libras por pie cúbico, o bien, ajustarse a los valores de densidad, cobertura y número de bolsas indicados por el fabricante para alcanzar los valores R deseados.

Aislamiento en paredes – Cálculo del número de bolsas

Paso 1 - Cálculo del perímetro de la vivienda: Si es un rectángulo simple, o de forma similar, utilice la siguiente fórmula. Si existen demasiados lados desiguales, simplemente se deben sumar todos los largos.

$$(2 \times 50 \text{ FT}) + (2 \times 30 \text{ FT}) = 160 \text{ FT}$$

Largo Ancho Périmetro de la vivienda

Paso 2 - Cálculo del área total de pared: Luego de calcular el perímetro, multiplique ese valor por la altura de la pared. Ese será el valor del área total de pared:

$$160 \text{ FT} \times 8 \text{ FT} = 1280 \text{ SQ FT}$$

Périmetro de la vivienda Altura de la pared Área total de la pared

Paso 3 - Cálculo del área neta de pared: Calcule la suma de las áreas de ventanas y puertas. Reste ese número al área total de pared para calcular el área neta de la pared.

$$1280 \text{ SQ FT} - 150 \text{ SQ FT} = 1130 \text{ SQ FT}$$

Área total de la pared Área de ventanas y puertas Área neta de la pared

Aislamiento en paredes – Cálculo del número de bolsas

Paso 4 - Cálculo del número de bolsas: Multiplique el área neta de pared por 1,1 a 1,5 libras por pie cuadrado para una pared 2 x 4. Luego divida el valor en libras por bolsa para calcular la cantidad de bolsas.

$$\frac{1130 \text{ SQ FT} \times 1.2 \text{ LB / SQ FT}}{24 \text{ LB POR BOLSA}} = 57 \text{ BOLSAS}$$

Área neta de la pared

Peso de un bolso

Libras por sq ft (basado en)

Bolsas de aislamiento necesario

Aislamiento en paredes – Cálculo de la densidad

Paso 1 - Cálculo del volumen de pared: Multiplique la superficie de pared por la profundidad del espacio libre pasado a pies.

$$1280 \text{ SQ FT} \times 3.5/12 \text{ FT} = 373 \text{ CU FT}$$

Área neta de la pared Pulgadas de profundidad de la pared Pulgadas por pie Volumen de la pared

Paso 2 - Cálculo del peso del aislante: Multiplique la cantidad de bolsas instaladas por el peso de cada bolsa para calcular el peso del aislamiento instalado.

$$57 \text{ BOLSAS} \times 24 \text{ LB/BOLSAS} = 1368 \text{ LB}$$

Bolsos instalados Peso de un bolso Libras de aislamiento

Paso 3 - Cálculo de la densidad del aislante instalado: Divida el peso del aislante en libras por el volumen en pies cúbicos para calcular la densidad.

$$1388 \text{ LB} \div 373 \text{ CU FT} = 3.67 \text{ LB / CU FT}$$

Libras de aislamiento Volumen de aislamiento Densidad instalada

A-4: Información general sobre espuma de poliuretano en spray (SPF)

SPF de baja presión

Los sistemas de SPF de baja presión son productos formados con dos componentes de poliuretano. Generalmente, los componentes son llevados al lugar de trabajo en latas presurizadas (~250 psi) y se mezclan con un sistema de mangueras sin calentar pasando a través de una boquilla. El material sale en forma de espuma para ser aplicado. El SPF suele aplicarse en trabajos de sellado y aislamiento pequeños y viene en conjuntos descartables de 200 o 600 pies tabla.

SPF de alta presión

Los sistemas de SPF de alta presión son productos formados con dos componentes de poliuretano. Generalmente, los componentes son llevados al lugar de trabajo en barriles o bolsones no presurizados. Se aplica mediante una bomba dosificadora donde se añade calor y presión. Los productos químicos se distribuyen en mangueras con calor hacia una pistola atomizadora donde finalmente se mezcla. El SPF de alta presión suele utilizarse en grandes trabajos de aislamiento.

No existen diferencias entre la espuma de alta y baja presión respecto a su desempeño una vez aplicadas. Debe tenerse en cuenta que las principales diferencias entre los dos tipos de sistema son la forma de aplicación, los requisitos de equipo de protección individual (EPI), la dispersión de químicos durante la aplicación y la inversión en equipos.

Los técnicos deben estar capacitados por los proveedores de SPF para garantizar tanto la calidad en la instalación y uso de los equipos, como la seguridad en la manipulación y la eliminación de los residuos químicos del proceso. La Alianza de Espuma de Poliuretano en Spray (SPFA) brinda recursos adicionales para productos de SPF de alta y baja presión.

Seguridad y aplicación

Durante la aplicación y la mezcla de SPF se liberan productos químicos al aire. Es fundamental la ventilación y el equipo de protección individual para los técnicos ante la posibilidad de inhalar vapores químicos o de entrar en contacto con polvo químico a través de la piel. La exposición de químicos está presente incluso en niveles bajos. Los clientes deben estar informados sobre el uso de SPF en el hogar. Los técnicos deben conocer bien los procedimientos para su seguridad personal. Los empleadores deben garantizar el cumplimiento de las normas de la OSHA de comunicación de riesgos. Las pertenencias del cliente deben estar protegidas durante la aplicación y el área a tratar debe estar limpia y libre de suciedad en exceso ya que la espuma se expande en todas las direcciones. Si el área no está debidamente preparada puede causar que la espuma no se adhiera o se despegue.

Instrucciones de instalación del fabricante

Los técnicos deben seguir todas las instrucciones indicadas por el fabricante del producto. Estas instrucciones incluyen documentación específica como instrucciones de aplicación, Hojas de datos de seguridad y reportes de evaluación.