



NORMA

FORTIFIED Multifamily
DE 2025

PELIGROS CLIMÁTICOS



Huracanes



Vientos fuertes



Granizo

NIVELES





Norma FORTIFIED Multifamily™ de 2025

Índice

1	INTRODUCCIÓN.....	4
2	REQUISITOS ESPECÍFICOS DEL LUGAR	5
2.1	Ocupación y uso del suelo.....	5
2.1.1	Uso y ocupación.....	5
2.1.2	Uso del suelo	5
2.1.3	Altura	5
2.2	Requisitos de calificación de los cimientos.....	5
2.2.1	Cimientos no elegibles.....	5
2.2.2	Conexiones entre el edificio y los cimientos de pisos elevados.....	5
2.2.3	Todos los demás tipos de cimientos	6
2.3	Inundaciones.....	6
2.4	Suplemento Hail (opcional).....	6
2.5	Requisitos de resistencia a la corrosión.....	7
2.6	Requisitos para la aprobación previa de productos sustitutos.....	10
2.7	Edificios históricos y restricciones arquitectónicas locales.....	10
2.8	Información de contacto del IBHS.....	10
2.9	Definiciones	11
3	REQUISITOS DE FORTIFIED MULTIFAMILY	13
3.1	FORTIFIED Roof.....	13
3.1.1	Resumen del diseño del edificio.....	13
3.1.2	Requisitos de diseño para los sistemas de techos de pendiente baja ($\leq 10^\circ$, inferior a 2/12).....	18
3.1.3	Requisitos de diseño para los techos de pendiente pronunciada ($> 10^\circ$, 2/12 o superior).....	20
3.1.4	Protección contra la corrosión: materiales.....	32
3.1.5	Claraboyas.....	32
3.1.6	Equipos instalados en el techo	33
3.1.7	Sistemas de protección contra rayos	34
3.1.8	Barandillas de seguridad instaladas en techos de pendiente baja ($\leq 10^\circ$).....	36
3.1.9	Pantallas para equipos de techos de pendiente baja	36
3.2	FORTIFIED Silver	36
3.2.1	Aberturas	36
3.2.2	Sistemas de muros	37
3.2.3	Extremos de los hastiales.....	39
3.2.4	Fijación de las chimeneas.....	39
3.2.5	Sistemas y conexiones eléctricos y mecánicos: protección contra inundaciones.....	39
3.3	FORTIFIED Gold.....	40
3.3.1	Trayectoria de carga continua.....	40
3.3.2	Miembros estructurales de los salientes en voladizo.....	40
3.3.3	Estructuras anexas y accesorias.....	40
4	DOCUMENTACIÓN DE RESPALDO.....	41
5	APÉNDICE A: SISTEMAS APROBADOS Y DE RENDIMIENTO COMPROBADO.....	42
5.1	Criterios de rendimiento relacionados con el impacto del granizo (suplemento opcional)	42
5.1.1	Cubiertas de techos continuas de pendiente baja.....	42
5.1.2	Cubiertas de techos de pendiente pronunciada	42
5.1.3	Resistencia de los sistemas fotovoltaicos al granizo	43



5.2	Sistemas de techos ignífugos aprobados	43
5.3	Cubiertas de techos continuas aprobadas de pendiente baja	43
5.3.1	Sistemas aprobados por aprobación del producto de Florida (FPA).....	43
5.3.2	Sistemas aprobados por FM	44
5.3.3	Sistemas aprobados por el condado de Miami-Dade	45
5.3.4	Sistemas aprobados por el Departamento de Seguros de Texas (TDI).....	46
5.3.5	Sistemas aprobados y clasificados por UL.....	46
5.3.6	Directorio de ensamblajes de techos.....	47
5.3.7	Ejemplo de selección de la cubierta del techo.....	47
5.4	Sistemas aprobados de paneles de techos metálicos estructurales y arquitectónicos	49
5.5	Otros sistemas fotovoltaicos (FV) aprobados.....	50
6	REFERENCIAS.....	51

Tablas

Tabla 1: Requisitos de protección contra la corrosión para los elementos de fijación y conectores en regiones costeras.....	7
Tabla 2: Fijación del revestimiento.....	21
Tabla 3: Velocidad del viento de diseño y normas de prueba de las tejas (altura 1 <60 ft, exposición C).....	30
Tabla 4: Ejemplo de techo con presiones de diseño de viento en términos de LRFD y ASD.....	47
Tabla 5: Selección del techo de conformidad con FM, la FPA, el ICC-ES, Miami-Dade, el TDI y UL.....	49

Figuras

Figura 1: Use clavos de vástago anillado 8D cuando fije el revestimiento del techo	22
Figura 2: Instalación de un sistema de plataforma del techo sellada; colocación de cinta en las juntas del revestimiento del techo.....	24
Figura 3: Instalación de una hilera de arranque de 19 in	26



1 Introducción

Con la norma FORTIFIED Multifamily™ del Insurance Institute for Business & Home Safety (IBHS), se abordan los riesgos naturales específicos y se brindan recomendaciones para reducir los daños inherentes a estos riesgos. Gracias a la norma FORTIFIED Multifamily™, los propietarios de los edificios mejoran la capacidad de sus estructuras multifamiliares para resistir los daños que causan el viento, el agua y el granizo de ciclones tropicales o tormentas de convección. La incorporación de las características de FORTIFIED a la hora de construir o renovar el techo transformará los edificios multifamiliares y las comunidades en activos más resistentes y duraderos.

En la norma FORTIFIED Multifamily, se aplica un enfoque gradual para hacer que los edificios multifamiliares nuevos y existentes sean más resistentes a los daños debidos a inclemencias climáticas. Hay tres niveles de designación FORTIFIED Multifamily: FORTIFIED Roof™, FORTIFIED Silver™ y FORTIFIED Gold™, de modo que los constructores puedan colaborar con los propietarios para elegir el nivel de protección que mejor se adapte a sus presupuestos y objetivos de resistencia. En las siguientes secciones, se indican los requisitos de elegibilidad para el programa FORTIFIED Multifamily correspondientes a cada nivel de designación.

Nota: Algunos requisitos varían en función de si la ubicación es una región propensa a los huracanes o a los vientos fuertes. También hay otros requisitos para los proyectos que solicitan el suplemento opcional antigranizo. Estas diferencias se expresan en este documento.

El IBHS emite los certificados de designación y, al mismo tiempo, verifica que el diseño y la construcción de un edificio multifamiliar respeten las normas FORTIFIED Multifamily. En las cartas de designación, se especificará si se acataron las disposiciones relativas a huracanes o vientos fuertes y si se cumplió con los requisitos para el suplemento opcional antigranizo.

Los requisitos de FORTIFIED Multifamily son requisitos mínimos para las designaciones FORTIFIED y no sustituyen al diseño estructural ni reemplazan los requisitos más restrictivos del diseño estructural, los códigos de construcción adoptados de manera local ni las especificaciones del fabricante del producto. Es responsabilidad del diseñador del edificio y del contratista asegurarse de que las regulaciones y los códigos de construcción locales se tengan debidamente en cuenta, así como de reconocer que muchos requisitos quedan fuera del ámbito de FORTIFIED. En caso de conflicto entre disposiciones, se usará la que sea más estricta. Los servicios del evaluador de FORTIFIED Multifamily, que incluyen la revisión y las inspecciones en el lugar, se prestan independientemente del IBHS y, con ellos, solo se evalúan los componentes indicados en esta norma.

Con las nuevas evaluaciones (sección 3.1.1.1), se abordan los componentes específicos del edificio incluidos en la norma en el momento de la evaluación. Las nuevas evaluaciones no sustituyen a los planes de mantenimiento de rutina del edificio, incluidas las inspecciones de ingeniería estructural obligatorias que informan sobre el estado estructural del edificio, los requisitos de inspección del código de edificación ni ningún otro elemento que quede fuera del alcance de estas normas.



2 Requisitos específicos del lugar

2.1 Ocupación y uso del suelo

2.1.1 Uso y ocupación

Las clasificaciones de edificios se basan en la sección 310 del capítulo 3 del Código Internacional de Construcción de 2018 Edificios y estructuras residenciales R-2 y R-3 para fines de pernoctación no transitorios (*Residential R-2 and R-3 buildings and structures for nontransient sleeping purposes*). Entre los ejemplos se incluyen, entre otros, edificios de apartamentos, condominios y viviendas adosadas cuando los ocupantes poseen o alquilan solo el interior, o cuando se operan como propiedades comerciales. Para otros tipos de ocupaciones dentro de las clasificaciones R-2 y R-3, use la norma FORTIFIED Commercial. El evaluador de FORTIFIED Multifamily y el IBHS tienen la discreción y se reservan el derecho de determinar la elegibilidad de un edificio para el programa en función del uso y de la ocupación.

2.1.2 Uso del suelo

FORTIFIED Multifamily no sustituye las políticas locales ni municipales relativas al uso del suelo y a las ubicaciones que se consideran seguras para construir estructuras comerciales.

2.1.3 Altura

Los edificios cuya altura es igual o superior a 250 ft, medidos desde la elevación acabada del piso (*Finished Floor Elevation*, FFE) hasta la estructura más alta del techo, se evaluarán para determinar su elegibilidad caso por caso y pueden aceptarse en el programa FORTIFIED Multifamily a discreción del IBHS.

2.2 Requisitos de calificación de los cimientos

2.2.1 Cimientos no elegibles

Los edificios con cimientos contruidos de mampostería o piedra apilada sin restricciones (cimientos apilados en seco) NO son elegibles para obtener la designación FORTIFIED Multifamily.

2.2.2 Conexiones entre el edificio y los cimientos de pisos elevados

A fin de ser elegible para obtener la designación o renovarla en virtud del programa FORTIFIED Multifamily, los edificios con pisos elevados (no construcción de losa sobre rasante) deben disponer de conexiones positivas adecuadas desde la estructura del piso o muro hasta los cimientos de apoyo. Por ejemplo, los edificios sobre pilares o pilotes deben disponer de conexiones desde la parte superior de dichos pilares o pilotes hasta las viguetas del piso del edificio, mientras que aquellos sobre pilares con cimientos poco profundos debe tener conexiones que brinden una trayectoria de carga continua hasta los cimientos. Todos los conectores deben estar sanos, ser resistentes a la corrosión (si procede) de conformidad con la sección [3.1.4](#) de esta norma e instalarse según las instrucciones de instalación del fabricante. El ingeniero estructural responsable debe diseñar y especificar todas las conexiones estructurales.



2.2.3 Todos los demás tipos de cimientos

2.2.3.1 Construcciones nuevas

El ingeniero estructural responsable debe diseñar y especificar todos los demás sistemas nuevos de cimientos.

2.2.3.2 Condiciones existentes

Los sistemas existentes de cimientos deben disponer de conexiones positivas adecuadas desde la estructura del piso o muro hasta los cimientos de apoyo. Si se busca obtener la designación FORTIFIED Gold, el ingeniero estructural responsable debe evaluar los sistemas existentes de cimientos. Tal vez se necesite obtener más información y realizar pruebas en el lugar para verificar la capacidad estructural de las condiciones existentes.

2.3 Inundaciones

Si bien la protección de los sistemas eléctricos y mecánicos contra las inundaciones es un requisito para obtener la designación FORTIFIED Silver, en FORTIFIED Multifamily no es necesaria la protección de todo el edificio contra el riesgo de inundaciones. No obstante, el IBHS recomienda encarecidamente que se tomen las siguientes medidas de mitigación en las zonas de inundación designadas por la Agencia Federal de Gestión de Emergencias (*Federal Emergency Management Agency, FEMA*), incluidas las zonas V, A, B, D y X:

- Eleve el primer piso acabado del edificio por encima del nivel de inundación de 500 años (si se conoce) o 3 ft por encima de la elevación de la inundación base (*Base Flood Elevation, BFE*) correspondientes para la propiedad.
- Si el edificio no se eleva lo suficiente como se describió con anterioridad, se recomienda usar protección seca contra inundaciones, como compuertas, muros o puertas, para evitar la intrusión de agua hasta las alturas indicadas. Deben tenerse en cuenta la profundidad, la duración, la velocidad y el estado del agua (incluidos los residuos flotantes).
- Los edificios deben tener una válvula de retención o un dispositivo de reflujo similar instalado en el punto de entrada de la línea sanitaria para evitar el posible retroceso de las aguas residuales al edificio durante eventos de inundación.

Prácticas recomendadas para diques: Mediante esta norma, en el diseño de un edificio se puede contemplar la protección eficaz de un dique contra las aguas de inundación. No obstante, los edificios situados en áreas protegidas por diques deben diseñarse como si el dique pudiera fallar, lo que ofrece más protección contra posibles inundaciones debidas a la rotura de este.

2.4 Suplemento Hail (opcional)

Los requisitos de riesgo de granizo de FORTIFIED Multifamily son un suplemento opcional que reduce la exposición de un edificio. A fin de ser elegible para obtener el suplemento Hail (suplemento antigranizo), primero, el edificio debe cumplir con todos los requisitos correspondientes a las designaciones FORTIFIED Multifamily: Hurricane (certificación para huracanes) o FORTIFIED Multifamily: High Wind (certificación para vientos fuertes). A continuación, para obtener el suplemento antigranizo, también se deben cumplir todos los requisitos relacionados con el granizo, indicados como se muestra, en toda esta norma.



Suplemento antigranizo (opcional):



2.5 Requisitos de resistencia a la corrosión

Tabla 1: Requisitos de protección contra la corrosión para los elementos de fijación y conectores en regiones costeras

Requisitos y prácticas recomendadas para las designaciones FORTIFIED Roof™			
	REQUISITOS		PRÁCTICAS RECOMENDADAS
	Distancia a la costa de agua salada ¹		Distancia a la costa de agua salobre
Conexiones del techo	De 0 a 300 ft	De 300 a 3000 ft	De 0 a 300 ft
Clavos para tejas	Categoría A	Categoría B (o superior)	Categoría B (o superior)
Elementos de fijación para tejas de hormigón y arcilla			
Elementos de fijación para ventilación de techos			
Sistema de techo metálico, incluidos los paneles y los elementos de fijación expuestos, clips, etc.	Siga la orientación de resistencia a la corrosión del fabricante para áreas costeras. Si el fabricante no las proporciona, se pueden aceptar las siguientes categorías de resistencia a la corrosión para los elementos de fijación y clips expuestos.		
	Categoría A	Categoría B (o superior)	
Elementos de fijación usados para sujetar la capa base a la plataforma del techo	Categoría B (o superior)		
Bordillos, elementos de fijación y conexiones de equipos instalados en el techo	Categoría A	Categoría B (o superior)	
Elementos de fijación y conexiones de unidades fotovoltaicas			
Bordillos, elementos de fijación y conexiones de claraboyas			
Elementos de fijación y conexiones de otros componentes del techo (lo que incluye las pantallas de los equipos y las barandillas de seguridad del techo)			
Aplicación de pendiente baja: elementos de fijación que se usan en listones para clavar de madera	Para obtener más información, consulte la sección 3.1.2.3.2 .		



Requisitos y prácticas recomendadas para obtener las designaciones FORTIFIED Silver™ y FORTIFIED Gold™

	REQUISITOS		PRÁCTICAS RECOMENDADAS
Conexiones exteriores expuestas (lo que incluye bajo sofitos y cimientos elevados)	<i>Distancia a la costa de agua salada¹</i>		<i>Distancia a la costa de agua salobre</i>
	De 0 a 300 ft	De 300 a 3000 ft	De 0 a 300 ft
Silver: - Elementos de fijación de sofitos - Conectores, anclajes y elementos de fijación expuestos de sistemas de fachada o revestimiento - Conectores, anclajes y elementos de fijación de estructuras anexas expuestas	Categoría A <i>Sofitos de aluminio</i> NO permitidos	Categoría B (o superior) <i>Sofitos de aluminio</i> <i>Permitidos</i>	Categoría B (o superior)
Gold: Conectores, anclajes y elementos de fijación expuestos de trayectoria de carga continua			
	PRÁCTICAS RECOMENDADAS		PRÁCTICAS RECOMENDADAS
Conexiones interiores (lo que incluye aquellas encerradas en el ático o dentro de la cavidad del muro)	<i>Distancia a la costa de agua salada¹</i>		<i>Distancia a la costa de agua salobre</i>
	De 0 a 300 ft	De 300 a 3000 ft	De 0 a 300 ft
Silver: - Conectores y elementos de fijación metálicos del arriostramiento de los hastiales - Colgadores, clips y elementos de fijación del antepecho de los hastiales - Conectores y elementos de fijación metálicos de la estructura de la chimenea	Categoría B (o superior)		Categoría C (o superior)
Gold: Conectores, anclajes y elementos de fijación cerrados de CLP	Categoría C (o superior)		

Categorías de resistencia a la corrosión^{2,3}

CATEGORÍA A: ACERO INOXIDABLE O EQUIVALENTE

Conectores metálicos:

Acero inoxidable según la norma de la ASTM A316

Elementos de fijación:

Acero inoxidable según las normas ASTM A304 o A316

Para los elementos de fijación con recubrimiento patentado, se exige documentación que demuestre un rendimiento de protección contra la corrosión equivalente al del acero inoxidable, como pruebas de equivalencia según la **condición de exposición 4 del ICC-ES AC257**, u otra documentación de pruebas comparativas.

CATEGORÍA C: GALVANIZADO ESTÁNDAR

Conectores metálicos:

Galvanizados según la norma ASTM A653 con revestimiento G90

Elementos de fijación:

Galvanizados según la norma ASTM A641, clase 1

CATEGORÍA B: GALVANIZADO MEJORADO O EQUIVALENTE

Conectores metálicos:

- Galvanizados según la norma ASTM A653 con revestimiento G185
- Galvanizados en caliente según la norma ASTM A123

Elementos de fijación con diámetros superiores a 3/8 in:

Galvanizados en caliente según la norma ASTM A153, clase C

Los elementos de fijación con diámetros de hasta 3/8 in deberán cumplir con uno de los siguientes requisitos:

- Estar galvanizados en caliente según la norma ASTM A153, clase D
- Estar galvanizados según la norma ASTM A641, clase 3
- Según la norma ASTM G85, anexo 5, tener resistencia a la corrosión que no exhiba más de un 5 % de óxido rojo después de lo siguiente:
 - En el caso de clavos: 280 horas
 - En el caso de elementos de fijación de las tejas del techo: 1000 horas
 - En el caso de elementos de fijación de acero al carbono: 360 horas

En lugar de las pruebas enumeradas, para los elementos de fijación con recubrimiento patentado, se exige documentación de un rendimiento de protección contra la corrosión equivalente o superior a las opciones de galvanización enumeradas, como pruebas de equivalencia según la **condición de exposición 4 del ICC-ES AC257**, u otra documentación de pruebas comparativas.

Se pueden aceptar las pruebas según la norma ASTM B117 con una resistencia a la corrosión que no supere el 5 % de óxido rojo después de 1000 horas de exposición si no se dispone de otras.

Notas de la tabla:

1. A efectos de la designación FORTIFIED, se considerará “*costa de agua salada*” la costa del océano o del golfo a lo largo del territorio continental de los Estados Unidos, incluidas las costas insulares hacia el mar. Esto incluye las costas del Atlántico, Pacífico y golfo de México, así como la costa de cualquier bahía o estrecho sin barrera de tierra que lo separa de ser completamente abierto al océano o al golfo de México. Las distancias se miden desde la característica más cercana del edificio en cuestión a la costa del océano o del golfo.
2. Los materiales y recubrimientos de los elementos de fijación y conectores deben ser compatibles con los materiales y recubrimientos con los que entran en contacto para evitar la corrosión galvánica debida a materiales incompatibles.
3. Los elementos de fijación que entren en contacto con madera tratada químicamente deberán cumplir los requisitos del IBC o del código adoptado de manera local, según proceda.



2.6 Requisitos para la aprobación previa de productos sustitutos

El hecho de no obtener la aprobación por escrito para materiales o productos sustitutos del evaluador de FORTIFIED Multifamily puede generar gastos innecesarios y elevados, además de impedir que el proyecto alcance el nivel de designación FORTIFIED que desea.

Si son necesarios los materiales o productos sustitutos una vez revisados los planos del proyecto, el equipo de diseño deberá comunicar la sustitución al evaluador de FORTIFIED Multifamily para confirmar si el nuevo producto cumple con los criterios necesarios. Es fundamental que esto se haga tan pronto como se determine que puede ser necesaria una posible sustitución y con suficiente anticipación a la adquisición de los materiales. Los sustitutos deben instalarse de manera que cumplan con los requisitos mínimos descritos en la Norma FORTIFIED, de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante. Cuando se seleccionan nuevos materiales o productos, es responsabilidad del equipo de diseño proporcionar al evaluador de FORTIFIED Multifamily la documentación adecuada (consulte la sección 4 “Documentación de respaldo”).

En el caso de productos o sistemas sustitutos que no cuenten con las pruebas necesarias a las que se hace referencia en la Norma FORTIFIED (p. ej., pruebas de resistencia al impacto), el evaluador de FORTIFIED Multifamily determinará, a su discreción, criterios de aceptación alternativos que pueden incluir pruebas en un laboratorio certificado o pruebas en el lugar.

2.7 Edificios históricos y restricciones arquitectónicas locales

Es posible que los edificios históricos estén sujetos a restricciones arquitectónicas locales que exijan que sus componentes conserven su carácter. Las restricciones pueden aplicarse a reparaciones, alteraciones, restauraciones, cambios de ocupación o ampliaciones.

Entre las áreas en las que estas restricciones pueden entrar en conflicto con FORTIFIED se incluyen las siguientes:

FORTIFIED Roof

- Verificación de conexiones suficientes entre la plataforma del techo y los muros

FORTIFIED Silver

- Verificación de ventanas o puertas resistentes a impactos en regiones propensas a los huracanes
- Verificación de revestimiento resistente a impactos en regiones propensas a los huracanes
- Elevación de servicios básicos

FORTIFIED Gold

- Verificación de una trayectoria de carga suficiente desde el techo hasta los cimientos

Si colapsan los componentes individuales del edificio, a menudo se desencadenan fallas en cascada. Por ello, las normas FORTIFIED Multifamily y sus niveles de designación se enfocan en reducir la vulnerabilidad del edificio mediante un enfoque integral. En cada nivel de designación hay requisitos que garantizan que los edificios funcionen a ese nivel con una expectativa de rendimiento. Para que los edificios funcionen conforme a lo estipulado y obtengan la designación, deben cumplir con los requisitos del nivel de designación solicitado. No se harán excepciones a la norma.

2.8 Información de contacto del IBHS

Si quiere obtener información más detallada sobre cómo reforzar su edificio multifamiliar, ingrese en <https://fortifiedhome.org/fortified-multifamily/>. También puede enviar consultas específicas a: <https://fortifiedhome.org/contact/>.



2.9 Definiciones

Aberturas vidriadas: toda abertura en una puerta o muro que contenga vidrio.

Acuerdo de consultoría del evaluador de FORTIFIED Multifamily: documento en el que se establecen los términos y condiciones entre el evaluador de FORTIFIED Multifamily y el cliente o propietario del edificio.

Altura media del techo: altura promedio del techo, que, en general, se calcula como la altura promedio del alero y la cumbrera del techo.

Borde de goteo: tapajuntas metálico instalado en los aleros y a lo largo de los bordes inclinados de los hastiales en techos de pendiente pronunciada.

Borde inclinado de los hastiales: borde del voladizo del techo en un extremo del hastial.

Clasificación de impactos o resistencia a ellos: productos o materiales especificados en esta norma que cumplen con la clasificación de la norma E1996 de la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (*American Society for Testing and Materials*, ASTM) sobre misiles grandes.

Clasificación de presión de diseño: clasificación de presión de viento permitida que se asigna a un producto de protección de techos, ventanas, puertas o aberturas, expresado como presión positiva y negativa. La clasificación de presión de diseño se basa en pruebas específicas y en un factor obligatorio de seguridad.

Designación: un certificado emitido por el IBHS que establece que el diseño y la construcción de un edificio comercial respetan las normas FORTIFIED Multifamily (FORTIFIED Roof™, FORTIFIED Silver o FORTIFIED Gold).

Documentación: prueba que demuestra el cumplimiento de un requisito específico, ya sea como informe de prueba, pautas de instalación del fabricante, marcas del producto u otro tipo de prueba que certifique dicho cumplimiento.

Equipo lastrado instalado en el techo: equipo que no está fijado de manera mecánica a los miembros estructurales; se sujeta mediante bloques de hormigón o de un material similar.

Evaluador de FORTIFIED Multifamily: miembro de una empresa externa a la que el IBHS certificó para realizar las revisiones y evaluaciones necesarias a fin de verificar que los edificios comerciales cumplan con FORTIFIED.

Extremo de los hastiales: muro triangular vertical entre los extremos inclinados de un techo a dos aguas y el muro rectangular inferior.

Formulario de construcciones y ampliaciones nuevas conforme a la designación FORTIFIED Multifamily: Wind (certificación para vientos): documento en el que se incluyen los detalles específicos de las construcciones o ampliaciones nuevas de edificios (sección [3.1.1.2.3](#)). Lo debe completar el arquitecto del proyecto, el ingeniero estructural responsable y el contratista general o de techos. En él, se confirma que los requisitos para el nivel seleccionado de FORTIFIED se incluyeron en los documentos de construcción y que el contratista general o de techos los conocen.

Formulario de renovación de techos de pendiente baja conforme a la designación FORTIFIED Multifamily: Wind: documento en el que se incluyen los detalles específicos de la construcción existente, así como los detalles de la renovación del techo (las calificaciones se indican en la sección [3.1.1.2.1](#)). Asimismo, en este documento se incorporan los elementos necesarios para que un solicitante obtenga la designación FORTIFIED Silver y FORTIFIED Gold. Lo debe completar el contratista general o de techos, el ingeniero estructural responsable o el arquitecto del proyecto. En él, se confirman los requisitos de la renovación del techo y se indica la documentación necesaria de la construcción existente, incluida la documentación fotográfica.

Formulario de renovación de techos de pendiente pronunciada conforme a la designación FORTIFIED Multifamily: Wind: documento en el que se incluyen los detalles específicos de la construcción existente, así como los detalles de la renovación del techo (las calificaciones se indican en la sección [3.1.1.2.2](#)). Asimismo, en este documento se incorporan los



elementos necesarios para que un solicitante obtenga la designación FORTIFIED Silver y FORTIFIED Gold. Lo debe completar el contratista general o de techos, el ingeniero estructural responsable o el arquitecto del proyecto. En él, se confirman los requisitos de la renovación del techo y se indica la documentación necesaria de la construcción existente, incluida la documentación fotográfica.

Ingeniero estructural responsable: ingeniero profesional autorizado y asegurado, que está registrado en el estado de construcción del edificio y que se responsabiliza del diseño estructural de los sistemas principales de resistencia a la fuerza del edificio y de sus componentes y recubrimientos.

Plataforma del techo sellada (Sealed Roof Deck, SRD): medidas de protección adoptadas además o como parte del sistema de capa base instalado bajo la cubierta del techo principal (es decir, tejas o techo metálico) que están diseñadas para permanecer en su lugar y evitar que el agua entre al edificio si la cubierta del techo principal se daña o se pierde debido a fuertes vientos.

Regiones propensas a los huracanes: áreas vulnerables a huracanes según la definición de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles (*American Society of Civil Engineers, ASCE*).

En el caso de las normas ASCE 7-10, ASCE 7-16 y ASCE 7-22, las regiones propensas a los huracanes son lugares a lo largo de las costas del Golfo de México y del Atlántico, donde la velocidad del viento para edificios de categoría de riesgo II es superior a 115 mph, además de Hawái, Puerto Rico, las Islas Vírgenes, Guam y Samoa Estadounidense.

Regiones propensas a los vientos fuertes: áreas NO situadas en regiones propensas a los huracanes.

Renovación de cubiertas: aplicación de una nueva cubierta de techo sobre un sistema existente. No se autoriza para obtener las designaciones FORTIFIED Multifamily.

Renovación de techos: reemplazo de una cubierta de techo cuando un sistema existente de cubierta de techo se retira por completo y se desmonta hasta la plataforma del techo.

Sistema de techo lastrado: sistema de techo en el que la membrana no está anclada ni adherida de ninguna manera al material de la plataforma; se mantiene en su lugar con piedras de río o bloques de adoquines.

Solicitud de FORTIFIED Multifamily: formulario en línea que completa y envía el propietario del edificio o el equipo de diseño. Mediante la información recopilada en este formulario, se determina si el proyecto cumple con los requisitos para obtener la designación FORTIFIED. Para completar una solicitud, ingrese en el [sitio web de FORTIFIED Multifamily](#) del IBHS.

Suplemento Hail (antigranizo): conjunto de requisitos opcionales para reducir la vulnerabilidad de un edificio al granizo. Primero, el proyecto debe cumplir con las designaciones FORTIFIED Commercial Hurricane (certificación para huracanes) o High Wind (certificación para vientos fuertes). Deben cumplirse todos los requisitos del suplemento antigranizo establecido como estándar.

Tapajuntas: componentes que se usan para impermeabilizar o sellar los bordes del sistema de techo en perímetros, penetraciones, muros, juntas de expansión, cavidades, desagües y otros lugares donde se interrumpe o termina la cubierta del techo.

Trayectoria de carga continua: término de ingeniería que se refiere a una serie de conexiones que permiten la transmisión de fuerzas, como las generadas por vientos fuertes, de una parte de la estructura a otra y, en última instancia, a los cimientos. Con la trayectoria de carga continua, el edificio puede resistir las fuerzas que crean los vientos fuertes como una unidad. Sin ella, hay “eslabones débiles” en las conexiones del edificio. En estos eslabones débiles es donde es más probable que se produzcan fallas.

Velocidad del viento de diseño: velocidad del viento especificada en el código de construcción para una ubicación determinada que se usa de conformidad con los procedimientos aceptados por el código a fin de establecer las presiones del viento y las fuerzas asociadas que un edificio o partes de un edificio deben poder resistir.



3 Requisitos de FORTIFIED Multifamily

3.1 FORTIFIED Roof

3.1.1 Resumen del diseño del edificio

Entre los sistemas elegibles de cubierta de techo se incluyen las cubiertas ignífugas de clase A que forman parte de construcciones nuevas o las cubiertas de techo de reemplazo cuando un sistema existente de cubierta de techo se retira por completo y se desmonta hasta la plataforma del techo (renovación del techo). No se permiten las solicitudes de renovación de cubiertas.

Para acceder a una lista de los sistemas aprobados, revise la sección [5.5](#) del apéndice A. Asimismo, los sistemas de techos deberán cumplir con los requisitos de carga de levantamiento del viento que se especifican en la sección [3.1.1.3](#).

3.1.1.1 Categoría de designación y plazos de renovación de la designación

3.1.1.1.1 Mantenimiento de la designación

Una vez obtenida la designación, el edificio debe seguir cumpliendo con los requisitos de FORTIFIED Multifamily. La designación activa o el cumplimiento del edificio podrían invalidarse en caso de renovaciones, modificaciones o ampliaciones del edificio que no se hayan completado de manera adecuada con un evaluador de FORTIFIED Multifamily o que no dispongan de la aprobación previa del IBHS.

Antes de realizar algún trabajo, los propietarios del edificio deben notificar al IBHS para asegurarse de que este no afecte de manera negativa la designación o nueva designación de FORTIFIED Multifamily.

Todas las renovaciones, modificaciones o ampliaciones deben cumplir con las normas FORTIFIED y es posible que un evaluador de FORTIFIED Multifamily deba inspeccionarlas (se aplican los costos correspondientes). Si en el edificio objeto de esta designación se producen alteraciones que no cumplen con la norma, el IBHS se reserva el derecho de anular la designación.

Las renovaciones, modificaciones y ampliaciones que necesitan aprobación previa incluyen, entre otros, los siguientes ejemplos:

FORTIFIED Roof

- Toda modificación o renovación del techo (incluidos los daños posteriores a una tormenta)
- Toda modificación de los equipos existentes instalados en el techo
- Instalación de nuevos equipos instalados en el techo, incluidos, entre otros, los siguientes:
 - Antenas parabólicas
 - Paneles solares
 - Unidades mecánicas
 - Pantallas mecánicas
 - Barandillas de seguridad

FORTIFIED Silver

- Reemplazo de ventanas o puertas exteriores por materiales distintos de los originales aprobados
- Reemplazo del recubrimiento de muros por un material nuevo

FORTIFIED Gold

- Ampliación o modificación de salientes en voladizo, chimeneas y estructuras accesorias anexas



3.1.1.1.2 Nueva designación

Las designaciones FORTIFIED Multifamily (FORTIFIED Roof, FORTIFIED Silver y FORTIFIED Gold) son válidas durante cinco años a partir de la fecha de emisión del certificado. La inspección de la nueva designación se centra en los detalles de diseño y construcción de cada nivel respectivo.

Para garantizar que el sistema de techo siga conservando su durabilidad y que el edificio siga siendo elegible para mantener la designación mediante el programa FORTIFIED Multifamily del IBHS, se volverá a evaluar cada cinco años como parte de la auditoría de nueva designación. La evaluación será similar a una inspección inicial que incluye un examen físico de la cubierta del techo, la fijación de los bordes del techo y cualquier elemento relacionado con el techo que pueda afectar el rendimiento de la cubierta, así como una revisión del diseño de la cubierta del techo, la instalación y los registros de mantenimiento, reparaciones, mejoras, etc. El evaluador de FORTIFIED Multifamily puede exigir una prueba en el lugar, como un estudio de humedad, levantamiento o similar, si no se dispone de documentación suficiente de los registros.

Los sistemas de techos de pendiente baja ($\leq 10^\circ$) pueden ocultar problemas de rendimiento debidos a humedad no detectada, fugas y degradación de los materiales. Dado que estos problemas empeoran con el paso del tiempo, se puede exigir una prueba en el lugar en estos sistemas de cubiertas de techos para que mantengan su categoría o su cumplimiento con FORTIFIED.

Además, se volverán a evaluar los elementos indicados en FORTIFIED Silver y FORTIFIED Gold si el edificio solicita una nueva designación en esos niveles. Esto incluirá la nueva evaluación de los elementos indicados en las secciones [3.2](#) o [3.3](#).

3.1.1.1.3 Limitaciones de plazo

Nuevas designaciones a tiempo: las propiedades con designación FORTIFIED son elegibles para obtener una nueva designación a tiempo desde un año antes hasta un año después de la fecha de caducidad indicada en el certificado más reciente de designación FORTIFIED. Los certificados de nueva designación caducan a los cinco años de la fecha indicada en el certificado más reciente de designación. Por lo tanto, los certificados emitidos después de la fecha de caducidad anterior tendrán una validez inferior a cinco años.

Nuevas designaciones anticipadas: las nuevas designaciones presentadas más de un año antes de la fecha de caducidad del certificado más reciente se considerarán nuevas designaciones anticipadas. Los certificados emitidos para nuevas designaciones anticipadas serán válidos a partir de la fecha de aprobación y caducarán a los cinco años de dicha fecha. Por lo tanto, estos certificados acortan la vigencia del certificado anterior y establecen una vigencia de dos certificados inferior a 10 años.

Nuevas designaciones tardías: si se presenta una evaluación de nueva designación una vez transcurrido el período de gracia de un año, pero menos de cinco años después de la fecha de caducidad más reciente, se considerará una nueva designación tardía, por lo que la propiedad puede ser elegible para la nueva designación. Los certificados de nueva designación caducan a los cinco años de la fecha indicada en el certificado más reciente de designación. Por lo tanto, los certificados emitidos para las nuevas designaciones tardías tendrán una validez inferior a cinco años.

3.1.1.2 Ampliaciones y renovaciones de techos

Los edificios existentes con techos de estructuras de madera deben construirse de conformidad con el Código Internacional de Construcción (*International Building Code, IBC*) del 2000 o posterior. Si no cumplen con este requisito mínimo, el ingeniero estructural responsable debe verificar que todos los miembros del encofrado de la estructura del techo existente (es decir, cerchas, vigas de madera en I, estructura de palos, etc.) no tengan daños ni deterioros. También deben evaluarse a fin de garantizar que tengan suficiente capacidad residual para resistir las cargas mínimas y combinaciones de carga indicadas en la sección [3.1.1.3.1](#). Es necesario reparar o reemplazar todos los miembros dañados, deteriorados o con capacidad insuficiente.

Las conexiones existentes entre el techo, los miembros del encofrado de la estructura del techo y el muro (también conocidas como conexiones entre el techo y el muro) deben cumplir con las cargas mínimas y las combinaciones de carga indicadas en la sección [3.1.1.3.1](#). Es necesario reemplazar todas las conexiones dañadas, deterioradas o con capacidad insuficiente.

Los miembros que no dispongan de una conexión existente entre el techo y el muro deben reforzarse con una conexión adecuada (es decir, correas antihuracanes) para que su capacidad cumpla con las cargas mínimas y las combinaciones de carga indicadas en la sección [3.1.1.3.1](#).

En el caso de los edificios en los que se van a reemplazar todos los miembros existentes del encofrado de la estructura, las conexiones entre el techo y el muro son obligatorias y deben diseñarse para cumplir con las cargas mínimas y combinaciones de carga indicadas en la sección [3.1.1.3.1](#).

3.1.1.2.1 Renovación de los sistemas de cubierta de techo de pendiente baja ($\leq 10^\circ$, inferior a 2/12)

Si se renueva el techo, se evaluarán todas las plataformas del techo en busca de óxido, podredumbre u otras condiciones que puedan reducir la integridad de la plataforma. Para detectar humedad, grietas o vulnerabilidades, también debe evaluarse la plataforma cuando esté compuesta de hormigón aislante ligero, yeso, fibra de madera cementicia u otros materiales similares. Además, se realizarán pruebas de tracción en los elementos de fijación del aislamiento.

Se debe volver a evaluar la plataforma estructural del techo para verificar que su capacidad cumpla con los requisitos de presión de viento en cuanto al componente y recubrimiento en el campo, el perímetro y las esquinas, de conformidad con la norma ASCE 7 como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#).

Se deben volver a evaluar las fijaciones estructurales de la plataforma del techo para verificar que su capacidad cumpla con los requisitos de presión de viento en cuanto al componente y recubrimiento en el campo, el perímetro y las esquinas, de conformidad con la norma ASCE 7 en relación con la ubicación del edificio, teniendo en cuenta los ajustes en las presiones de diseño o permitidas como se indica en la sección [3.1.1.3](#).

Una opción es la fijación pasante, de modo que los elementos de fijación penetren por la parte inferior de la plataforma estructural. Por ejemplo, las cubiertas de yeso y de fibra de madera cementicia pueden incluir tornillos de palanca pasantes. El hormigón aislante ligero sobre encofrado de acero puede incluir elementos de fijación de aislamiento pasantes que penetran en el encofrado de acero por debajo del hormigón aislante ligero.

Todas las reparaciones necesarias de la plataforma del techo deberán completarse antes de la instalación de un nuevo sistema de cubierta de techo.

3.1.1.2.2 Renovación de techos de pendiente pronunciada ($> 10^\circ$, 2/12 o superior)

Inspeccione la plataforma de madera del techo cuando se retiren los materiales antiguos para identificar y reemplazar toda plataforma dañada o deteriorada (los daños o el deterioro pueden deberse a la humedad, la intemperie o la infestación de insectos). Si la plataforma está dañada o deteriorada, suele presentar una o varias de las siguientes características: madera blanda o esponjosa, hinchazón o abombamiento de la madera, deslaminación (madera contrachapada) o desmoronamiento y descamación de la madera. No corte ni haga muescas en los miembros de madera de apoyo cuando retire la plataforma dañada o deteriorada. Si una sección de la plataforma está dañada o deteriorada, retire y reemplace toda la lámina o placa dañada.

Si la plataforma del techo está dañada, es posible que también lo estén los miembros de madera de la estructura del techo (vigas o cordones superiores de la cercha) situados debajo de la plataforma dañada. Inspeccione los miembros de la estructura del techo por debajo de la plataforma retirada. Si más de $\frac{1}{4}$ in de la superficie está deteriorada o dañada, el ingeniero estructural responsable evaluará los miembros para asegurar que tengan suficiente capacidad residual a fin de resistir todas las cargas de diseño y, luego, los reparará y reemplazará.

Cuando se retire la plataforma del techo, las partes que se extraigan no se volverán a usar. Se usará y fijará una nueva plataforma del techo de conformidad con la sección 3.1.3.2.1.



Se debe volver a evaluar la plataforma estructural del techo para verificar que su capacidad cumpla con los requisitos de presión de viento en cuanto al componente y recubrimiento en el campo, el perímetro y las esquinas, de conformidad con la norma ASCE 7 como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#).

Se deben volver a evaluar las fijaciones de la plataforma estructural del techo (elementos de fijación existentes y que se agregaron) para verificar que su capacidad cumpla con los requisitos de presión de viento en cuanto al componente y recubrimiento en el campo, el perímetro y las esquinas, de conformidad con la norma ASCE 7 en relación con la ubicación del edificio, teniendo en cuenta los ajustes en las presiones de diseño o permitidas como se indica en la sección [3.1.1.3](#).

3.1.1.2.3 Ampliaciones de edificios existentes

Las propiedades comerciales que construyan ampliaciones de edificios existentes pueden ser elegibles para obtener la designación FORTIFIED Multifamily en virtud de las siguientes condiciones:

1. Extensión del techo existente

- a. Estructura del techo conectada: condición en la que la estructura del techo de la ampliación tiene alguna interacción estructural con la estructura existente (gravedad, lateral, etc.).

La capacidad de la plataforma estructural existente y de los miembros de la estructura debe cumplir con los requisitos de la sección [3.1.1.3.1](#). Además, el ingeniero estructural responsable debe verificarla. Las fijaciones de la plataforma estructural deberán cumplir con los requisitos de diseño especificados en la sección [3.1.1.3](#). Se diseñarán las interacciones estructurales entre la ampliación y la estructura existente (es decir, la acción del diafragma).

- b. Junta de expansión: condición en la que la estructura del techo de la ampliación está separada por una junta de expansión y no existe interacción estructural entre el techo existente y el nuevo.

La capacidad de la plataforma estructural existente y de los miembros de la estructura debe cumplir con los requisitos de la sección [3.1.1.3.1](#). Además, el ingeniero estructural responsable debe verificarla. Las fijaciones de la plataforma estructural deberán cumplir con los requisitos de diseño especificados en la [sección 3.1.1.3](#).

2. Techo de la ampliación a diferente elevación: condición en la que el techo de la ampliación se encuentra a una elevación diferente de la del techo existente. El techo existente y el nuevo no tienen ninguna interacción estructural.

La capacidad de la plataforma estructural existente y de los miembros de la estructura debe cumplir con los requisitos de la sección [3.1.1.3.1](#). Además, el ingeniero estructural responsable debe verificarla. Las fijaciones de la plataforma estructural deberán cumplir con los requisitos de diseño especificados en la [sección 3.1.1.3](#).

Si se desea obtener una designación FORTIFIED Silver o FORTIFIED Gold, tanto la ampliación como el edificio existente deben cumplir con las normas indicadas en la sección [3](#). Se verificará que todas las condiciones existentes cumplan con las normas. Además, se pueden exigir otras pruebas en el lugar (invasivas o no invasivas) para verificar la capacidad, según lo que solicite el evaluador de FORTIFIED Multifamily.

3.1.1.3 Requisitos de carga de diseño

3.1.1.3.1 Parámetros de diseño

- En el caso del diseño basado en las normas ASCE 7-10, ASCE 7-16 y ASCE 7-22, se usará la velocidad del viento de diseño de la categoría de riesgo correspondiente, que, como mínimo, debe ser la categoría II.
- La categoría de exposición debe ser, como mínimo, "C" o "D" según se define en la norma ASCE 7.



- **NOTA:** En el caso de las construcciones nuevas, todo el edificio se diseñará de conformidad con la categoría de exposición C o D. Esto corresponde a los niveles FORTIFIED Roof, Silver y Gold. En el caso de los edificios comerciales, es normal que haya urbanizaciones alrededor de la propiedad que podrían cambiar la categoría de exposición, lo que los somete a presiones de viento más elevadas que las consideradas en un principio. Con el fin de garantizar la resistencia de los edificios, el IBHS exige a los profesionales del diseño que tengan en cuenta dichas modificaciones durante la construcción. En el caso de las construcciones nuevas, la categoría de exposición debe documentarse en los planos estructurales del conjunto de documentos de construcción (*Construction Document*, CD). En la solicitud, deben proporcionarse los planos estructurales con la categoría de exposición indicada.
- En el caso de propiedades existentes, el IBHS entiende que puede no ser posible llevar todo el edificio a la categoría de exposición C o D. Para los niveles de designación Roof, Silver y Gold, los componentes aplicables del edificio especificados en esta norma dentro del nivel de designación que se busca deben cumplir con la categoría de exposición C o D. En edificios existentes, la “categoría de exposición” debe incluirse en los formularios de cumplimiento de construcción existente.

3.1.1.3.2 Factor de seguridad

Debe aplicarse el factor mínimo y obligatorio de seguridad en los componentes específicos del edificio indicados en la norma. El factor de seguridad mínimo de seguridad necesario es de 2, de conformidad con la norma ASCE 7-10 y 1.67, de conformidad con las normas ASCE 7-16 y ASCE 7-22 en función de las cargas de diseño de tensión permitida (*Allowable Stress Design*, ASD), a menos que se exija un factor de seguridad más alto para un ensamblaje, sistema, elemento, elemento de fijación o conexión en particular. La resistencia máxima del ensamblaje, elemento, elemento de fijación o conexión del edificio cumplirá con la carga que se aplique sobre ellos o la superará. Asimismo, usará una de las siguientes cargas de viento calculadas:

1. Método del ASD de conformidad con la norma ASCE 7-10: carga de viento en términos de ASD calculada x 2 (factor mínimo y obligatorio de seguridad)
2. Método del diseño del factor de carga y resistencia (*Load and Resistance Factor Design*, LRFD) de conformidad con la norma ASCE 7-10: carga de viento en términos de LRFD calculada x 0.6 x 2 (factor mínimo y obligatorio de seguridad)
3. Método del ASD de conformidad con las normas ASCE 7-16 y ASCE 7-22: carga de viento en términos de ASD calculada x 1.67 (factor mínimo y obligatorio de seguridad)
4. Método del LRFD de conformidad con las normas ASCE 7-16 y ASCE 7-22: Carga del viento en términos de LRFD calculada

3.1.1.3.3 Área efectiva de viento

El ingeniero estructural responsable puede determinar el área efectiva de viento correspondiente a componentes de sistemas estructurales, como las cerchas de techo. Para todos los demás componentes del edificio, se usará un área efectiva de viento de 10 ft². Esto incluye, entre otras cosas, lo siguiente:

- Puertas
- Tapajuntas
- Sistemas de canalones
- Sistemas de cubierta de techo
- Elementos de fijación de la plataforma del techo
- Equipos instalados en el techo y sus fijaciones
- Conexiones entre el techo y el muro
- Ventanas

3.1.2 Requisitos de diseño para los sistemas de techos de pendiente baja ($\leq 10^\circ$, inferior a 2/12)

Las aplicaciones para techos de pendiente baja con ensamblajes de membrana de tipo continuo, como techos de varias capas, de betún modificado, de una sola capa, híbridos y de paneles metálicos, deben diseñarse para resistir las presiones de viento correspondientes en virtud de la norma ASCE 7 en lo que respecta al campo, el perímetro y las esquinas, teniendo en cuenta los ajustes indicados en los “requisitos de carga de diseño” de la sección [3.1.1.3](#).

3.1.2.1 Cubiertas de techos continuas de pendiente baja

Se permiten las cubiertas de techos continuas de pendiente baja con una aprobación de producto según lo establecido en la sección [5.3](#) del apéndice A, siempre que se realicen los ajustes en las presiones de diseño o permitidas indicadas en los “requisitos de carga de diseño” de la sección [3.1.1.3](#).



Suplemento antigranizo (opcional): Las cubiertas continuas de pendiente baja deben cumplir con los requisitos mínimos indicados en la sección [5.1](#) del apéndice A.

3.1.2.1.1 Membrana de una sola capa (SPM)

- A. Sellador antidesprendimiento: en las cubiertas de techos de una sola capa, se incluirán un sellador antidesprendimiento perimetral con una barra de terminación o similar, situada a 1 o 2 ft del borde del techo. No es necesario agregar más sellador antidesprendimiento en los sistemas fijados de manera mecánica con sujetadores a 1 o 2 ft del borde del techo.
- B. SPM fijada de manera mecánica a plataformas de acero: las láminas y los elementos de fijación de las membranas fijadas de manera mecánica se instalarán perpendicularmente a las nervaduras de la plataforma de acero.
- C. Sistemas lastrados, de adoquines para techos y pedestales:
NO se permitirá el uso de lastre de piedra, adoquines para techos destinados a aplicaciones de lastre, plataformas tipo plaza ni adoquines de terraza. Esto incluye los sistemas de colocación suelta, entrelazados, conectados de manera mecánica y todos los sistemas de pedestal.

3.1.2.1.2 Sistemas de paneles de techos metálicos estructurales y arquitectónicos

Se permiten los sistemas de techos de paneles metálicos estructurales sobre miembros abiertos de la estructura y los paneles de techos metálicos arquitectónicos no estructurales sobre revestimiento de madera maciza con cualquiera de las aprobaciones de producto que se encuentran en la sección [5.18](#) del apéndice A, siempre que se realicen ajustes en las presiones de diseño o permitidas, tal y como se indica en la sección [3.1.1.3](#).

3.1.2.1.3 Sistemas de techos vegetales

NO se permiten los sistemas de techos vegetales en **regiones propensas a los huracanes**. Esto incluye los sistemas de techos vegetales intensivos, intensivos simples (semintensivos) y extensivos.

En **regiones propensas a los vientos fuertes**, solo se permiten sistemas de techos vegetales extensivos e intensivos simples (semintensivos) que dispongan de un número activo de RoofNav de FM o un aviso de aceptación (*Notice of Acceptance*, NOA) del condado de Miami-Dade. Los techos vegetales extensivos tienen un crecimiento inferior a 6 in de profundidad; los techos vegetales intensivos simples (semintensivos), de 6 a 8 in de profundidad. El evaluador de FORTIFIED Multifamily puede solicitar cálculos estructurales, pruebas de levantamiento o más documentación.



3.1.2.1.4 Sistema de techos de varias capas

NO se permiten los sistemas de techo de varias capas con grava suelta de tamaño pequeño, pero sí aquellos con grava de tamaño pequeño totalmente incrustada en el asfalto.

3.1.2.2 Plataforma estructural del techo

La plataforma estructural del techo deberá poder resistir las cargas y combinaciones de cargas especificadas en la norma ASCE 7, tal y como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#).

Las fijaciones de la plataforma estructural del techo deben diseñarse para satisfacer los requisitos de presión de viento en cuanto al componente y recubrimiento en el campo, el perímetro y las esquinas, de conformidad con la norma ASCE 7 en relación con la ubicación del edificio, teniendo en cuenta los ajustes en las presiones de diseño o permitidas como se indica en la sección [3.1.1.3](#).

3.1.2.3 Tapajuntas, cumbreras y protector de tapajuntas en los bordes del techo

Los tapajuntas, las cumbreras y los protectores del tapajuntas en los bordes del techo deben diseñarse y someterse a pruebas de conformidad con la norma del Instituto Nacional Estadounidense de Normas (*American National Standards Institute*, ANSI), la Single Ply Roofing Industry (SPRI) y FM Global 4435 y el Servicio de Evaluación (*Evaluation Service*, ES)-1 en cuanto a las presiones de viento de diseño, de conformidad con la norma ASCE 7, tal y como se indica en la sección [3.1.1.3](#).

3.1.2.3.1 Listones para clavar de madera

Los listones para clavar de madera deberán cumplir con la orientación de diseño de la sección 2.2.2 de la hoja de datos 1-49 de FM.

Incorpore listones para clavar de madera cuando lo recomiende el fabricante o cuando sea necesario para fijar el tapajuntas o el borde del ensamblaje del techo. Cuando los techos se juntan en parapetos o muros verticales, es aceptable asegurar su ensamblaje, cuando sea necesario, a la plataforma sin ningún listón para clavar de madera.

Use listones para clavar de madera de 1 ½ in por 5 ½ in (40 mm por 140 mm) como mínimo, de abeto de Douglas, pino amarillo del sur o madera con propiedades similares de resistencia a la descomposición, tanto tratado a presión como sin tratar. El voladizo máximo sin apoyo es de 2 in (50 mm), en cuyo caso se necesitan listones para clavar de 1 ½ in por 7 ½ in (38 mm por 185 mm) como mínimo, asegurados con dos filas de elementos de fijación escalonados.

3.1.2.3.2 Sujeción de los listones para clavar de madera

La sujeción de los listones para clavar de madera deberá cumplir con la orientación de diseño de la sección 2.2.2 de la hoja de datos 1-49 de FM. Use elementos de fijación resistentes a la corrosión compatibles con el listón para clavar de madera. Cuando el listón para clavar de madera sea de madera tratada, aplique acero inoxidable, acero galvanizado por inmersión en caliente que cumpla con la norma ASTM A153 (o equivalente), o elementos de fijación con revestimientos adecuados que, según la recomendación del fabricante, se pueden usar en el tipo específico de madera tratada. Los pernos deben tener la longitud suficiente para que todas las roscas de las tuercas queden bien engranadas.

3.1.2.4 Sistemas de canalones

Los sistemas de canalones que constan de canalones, correas de canalones, soportes de canalones, juntas, elementos de fijación y bridas de techo se diseñarán de conformidad con las normas ANSI o SPRI GD-1 (2010), o las normas ANSI o SPRI GT-1 (2016), teniendo en cuenta los ajustes en las presiones de diseño o permitidas indicadas en la sección [3.1.1.3](#).

Notas:

- A. En el documento sobre las normas ANSI o SPRI GD-1, se incluye un factor mínimo de seguridad de 1.67 (consulte la sección 2.0 de dichas normas). Se aplicará un factor mínimo de seguridad de 2.0, tal y como se indica en la sección [3.1.1.3](#).



- B. En el documento sobre las normas ANSI o SPRI GT-1, no se incluye ningún factor mínimo de seguridad. Se aplicará un factor mínimo de seguridad de 2.0, tal y como se indica en la sección [3.1.1.3](#), a las cargas máximas de prueba obtenidas.

3.1.3 Requisitos de diseño para los techos de pendiente pronunciada (>10°, 2/12 o superior)

3.1.3.1 Plataforma estructural del techo

3.1.3.1.1 Madera contrachapada o aglomerado OSB

El revestimiento del techo debe poder resistir las cargas y combinaciones de cargas especificadas en la norma ASCE 7, tal y como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#). Para calcular los requisitos de capacidad de flexión y cortante, se implementarán las prácticas aceptadas de ingeniería, y la resistencia se basará en las capacidades mínimas establecidas de los paneles estructurales de madera. El grosor de los paneles estructurales de madera no será inferior a $\frac{7}{16}$ in.

El requisito mínimo de revestimiento para techos nuevos de tejas de arcilla u hormigón debe poder resistir las cargas y combinaciones de cargas especificadas en la norma ASCE 7, tal y como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#). El grosor mínimo es de $\frac{15}{32}$ in de madera contrachapada. No obstante, en la orientación del fabricante sobre la instalación, los informes de evaluación y los requisitos de diseño específicos del lugar se puede exigir un material de plataforma del techo superior a $\frac{15}{32}$ in de madera contrachapada.

Es posible que el evaluador de FORTIFIED Multifamily exija cálculos de ingeniería que verifiquen la capacidad de la plataforma estructural.

3.1.3.1.2 Placas de madera aserrada o regular

La plataforma del techo de placas de madera aserrada o regular debe poder resistir las cargas y combinaciones de cargas especificadas en la norma ASCE 7, tal y como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#).

Las separaciones de las placas de madera aserrada o regular no deben superar 1/8 in, a menos que se especifique lo contrario en la orientación escrita del fabricante.

3.1.3.1.3 Plataformas de acero

La plataforma de acero debe poder resistir las cargas y combinaciones de cargas especificadas en la norma ASCE 7, tal y como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#).

3.1.3.2 Fijaciones de la plataforma estructural del techo

3.1.3.2.1 Revestimiento del techo con paneles estructurales de madera (madera contrachapada o aglomerado OSB)

En la Tabla [2](#), se indican los requisitos de fijación para el revestimiento de aglomerado OSB o madera contrachapada en miembros de estructura de madera de pendiente pronunciada (>10°). Se exigen cálculos de ingeniería para los techos cuya altura máxima es superior a 30 ft. Las zonas del techo y la dimensión "a" deben cumplir con la norma ASCE 7.

Tabla 2: Fijación del revestimiento

Altura media del techo ^A	Distancia máxima entre los miembros del techo	Pies cuadrados del techo	Grosor del revestimiento	Tipo de elemento de fijación	Distancia entre los elementos de fijación a lo largo de los miembros estructurales		
					Campo	Perímetro	Esquina
Altura ≤30 ft	24 in de centro a centro	Inferior o igual a 5000 ft ²	$7/16$ - $5/8$ in	Clavos de vástago anillado 8D	4 in		
		Superior a 5000 ft ²	Deberán poder resistir las cargas y combinaciones de cargas especificadas en la norma ASCE 7, tal y como se indica en la sección 3.1.1.3.1^C .	El ingeniero estructural responsable elige los elementos de fijación ^B .	Deberán diseñarse para satisfacer los requisitos de presión de viento en cuanto al componente y recubrimiento, de conformidad con la norma ASCE 7 en relación con la ubicación del edificio, teniendo en cuenta los ajustes en las presiones de diseño o permitidas como se indica en la sección 3.1.1.3^C .		
Altura >30 ft	El ingeniero estructural responsable diseñó las distancias entre los miembros.						

NOTAS:

A. La altura media del techo se refiere a la dimensión de la altura promedio del techo, que, en general, se calcula como la altura promedio del alero y la cumbre del techo.

B. Todos los elementos de fijación deberán ser clavos de vástago anillado o tornillos, a menos que se indique lo contrario y el IBHS lo apruebe. Se aplicarán las siguientes restricciones para determinar el tamaño de los elementos de fijación y la distancia entre ellos:

- El tamaño y la distancia se basarán en las cargas calculadas para el área tributaria más grande asignada a cualquiera de los elementos de fijación del panel.
- No se pueden aumentar los valores permitidos de extracción por efectos de duración de la carga.

C. Se exigen cálculos de cargas de levantamiento y laterales (acción de diafragma) para el revestimiento y los elementos de fijación.

3.1.3.2.2 Clavos de vástago anillado para el revestimiento del techo con panel estructural de madera

Los clavos para el revestimiento del techo con panel estructural de madera deben ser de, como mínimo, 8D (0.113 in de diámetro x $2 \frac{3}{8}$ in de largo) de vástago anillado destinados a dicho revestimiento.

Los clavos de vástago anillado deberán cumplir con las dimensiones de longitud y diámetro que se indican a continuación, o superarlas, o con las especificaciones de clavos de vástago anillado destinados al revestimiento del techo (RSRS-01) conforme a la norma ASTM F1667 (clavos identificados como "F1667 NLR SRS"). Cabe señalar que los tamaños de clavos RSRS-02 a RSRS-05 incluidos en la norma ASTM F1667 tienen diámetros y longitudes mayores que los elementos de fijación RSRS-01 y, en consecuencia, tendrán mayor capacidad de extracción. La mayor capacidad de extracción puede verse limitada por el arrastre del cabezal en revestimientos más finos, como $7/16$ in frente a $19/32$ in.

No se aceptan los clavos de vástago anillado de cabezal recortado para fijar los paneles estructurales de madera del revestimiento del techo. Las dimensiones y características específicas mínimas y obligatorias para los clavos de vástago anillado ([Figura 1](#)) que se usarán a la hora de fijar el revestimiento del techo son las siguientes:

- Diámetro completo del cabezal redondo (no se pueden usar clavos de cabezal recortado)
- Longitud mínima del clavo de $2 \frac{3}{8}$ in
- Diámetro de 0.113 in

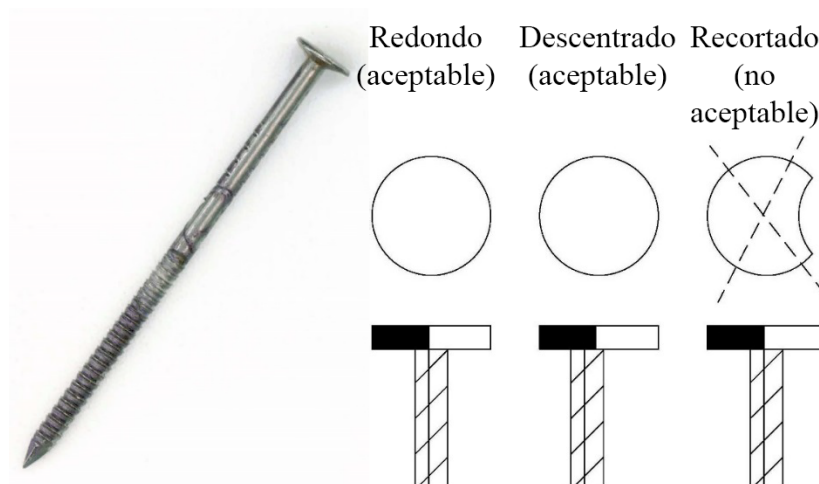


Figura 1: Use clavos de vástago anillado 8D cuando fije el revestimiento del techo

Según las investigaciones, los paneles fijados con clavos de vástago anillado tienen aproximadamente el doble de capacidad de levantamiento que aquellos fijados con clavos de vástago liso del mismo tamaño.

3.1.3.2.3 Plataforma del techo de placas de madera aserrada o madera regular

Las fijaciones se diseñarán de conformidad con los requisitos de levantamiento indicados en la sección [3.1.1.3](#).

3.1.3.2.4 Plataformas de acero

Las fijaciones se diseñarán de conformidad con los requisitos de levantamiento indicados en la sección [3.1.1.3](#).

3.1.3.3 Plataforma del techo sellada

Para instalar cubiertas de techos de pendiente pronunciada, se exige un sistema de plataforma del techo sellada que mantenga el agua fuera del ático y del interior del edificio en caso de que la cubierta del techo se dañe durante un huracán.

3.1.3.3.1 Opciones para cubiertas de techos de tejas o metálicos

Primera opción para la plataforma del techo sellada con cinta tapajuntas y capa base: coloque cinta en las juntas entre el revestimiento del techo que forma la plataforma del techo y agregue una capa base aprobada. Hay dos opciones de materiales para colocar cintas en las juntas de la plataforma del techo:

Primera opción de materiales: aplique una cinta tapajuntas bituminosa autoadhesiva modificada con polímeros conforme a la norma ASTM D1970 de, como mínimo, 4 in de ancho, directamente a la plataforma del techo para sellar las juntas horizontales y verticales de dicha plataforma.

Segunda opción de materiales: aplique una cinta tapajuntas flexible autoadhesiva conforme a la norma de la *American Architectural Manufacturers Association* (AAMA) 711-13 de nivel 3 (para exposiciones de hasta 80 °C/176 °F) de, como mínimo, 3 ¾ in de ancho, directamente a la plataforma del techo para sellar las juntas horizontales y verticales de dicha plataforma.

A fin de que se acepte la cinta tapajuntas que se va a usar para lograr que la plataforma del techo quede sellada, esta debe adherirse por completo sin dejar huecos (p ej., arrugas). En algunos casos, la capacidad de las cintas tapajuntas autoadhesivas para adherirse al revestimiento de la placa de OSB puede verse comprometida por el nivel de textura o cera de la superficie usada en la fabricación de los paneles de OSB. En aplicaciones en las que la adhesión de la cinta tapajuntas al



OSB es mínima, aplique un imprimador compatible especificado por el fabricante a los paneles de OSB donde se colocará la cinta para asegurar la correcta fijación de la cinta autoadhesiva al revestimiento. No clave ni grape la cinta al revestimiento del techo. Consulte las recomendaciones del fabricante relativas a la instalación y los requisitos de imprimación (si procede).

A continuación, aplique sobre la cinta autoadhesiva una de las siguientes opciones de capa base conforme a los códigos:

1. Capa base conforme a la norma ASTM D226 de tipo II (n.º 30).
2. Capa base conforme a la norma ASTM D4869 de tipo III o IV (n.º 30).
3. Capa base conforme a la norma ASTM D6757 (en el caso de cubiertas de techos de tejas asfálticas).
4. Como alternativa al papel de fieltro conforme a la norma ASTM D226 de tipo II, aplique una capa base de techo sintética y reforzada que disponga de la aprobación del International Code Council (ICC). La capa base sintética debe tener una resistencia mínima al desgarro de 15 lbf de conformidad con la norma ASTM D4533, así como una resistencia mínima a la tracción de 20 lbf/in de conformidad con la norma ASTM D5035.

Notas:

- Asegúrese de revisar bien la etiqueta del producto. No todos los productos llevan la etiqueta de la norma ASTM D4869 de tipo III y IV. Busque fieltros que cumplan con la norma ASTM D4869 en cuya etiqueta figure que son de tipo III y IV. NO se aceptarán los de tipo I ni II conforme a la norma ASTM D4869.
- Se considera que un sistema con clasificación AC266, que consta de un revestimiento de paneles estructurales de madera con barrera integrada resistente al agua, como el revestimiento de techo Huber Zip™, usado en combinación con cinta adhesiva aprobada o patentada para sellar las juntas de la plataforma del techo, tal y como se describió con anterioridad, y de conformidad con las instrucciones de instalación del fabricante, se desempeña como plataforma del techo sellada FORTIFIED aprobada sin necesidad de agregar más capas bases.

Notas sobre la instalación:

- La capa base debe fijarse con clavos para techos de vástago anillado o deformado (0.083 in de diámetro mínimo y longitud suficiente para penetrar en el revestimiento del techo o no menos de 3/4 in en dicho revestimiento). Asimismo, deben llevar tapas de 1 in de diámetro mínimo (clavos de tapa de botón de metal o plástico). Se exigen tapas y clavos metálicos o clavos de tapa metálicos para la velocidad máxima del viento de diseño de 160 mph o superior. Los elementos de fijación deberán cumplir con los requisitos de protección contra la corrosión indicados en la sección [2.5](#).
- Espacie los elementos de fijación a 6 in de centro a centro a lo largo de todos los solapes y a 12 in de centro a centro, tanto en posición vertical como horizontal, en el campo. Si lo exige el fabricante, use un programa más estricto de elementos de fijación en instalaciones expuestas a vientos fuertes y condiciones de exposición prolongada. Los solapes horizontales deben ser de un mínimo de 4 in; los de los extremos, de un mínimo de 6 in.
- Instalación del borde de goteo en los aleros: instale el borde de goteo encima de la capa base en los aleros. Asegúrese de que la superficie superior del borde de goteo esté limpia, sin aceite y, si lo exige el fabricante del listón de arranque, cubierta de imprimador de conformidad con la norma ASTM D41.
 - Si se van a instalar techos de tejas, selle el borde de goteo, la capa base y el listón de arranque en el alero. Para ello, use un listón de arranque autoadhesivo o aplique una capa de 8 in de ancho de cemento tapajuntas compatible, de un grosor máximo de 3/8 in, sobre el borde de goteo y la capa base adyacente.
 - En cubiertas de techos metálicos, aplique un sellador compatible aprobado por el fabricante entre el borde de goteo y la capa base adyacente para evitar que el agua se acumule bajo dicho borde.

Para conocer otros requisitos de instalación del borde de goteo, consulte la sección [3.1.3.4](#).

- Solape la capa base con un tramo de, como mínimo, 6 in “doblada hacia arriba” en las intersecciones de los muros; solape la barrera de intemperie del muro sobre la capa base del techo doblada hacia arriba.



Figura 2: Instalación de un sistema de plataforma del techo sellada; colocación de cinta en las juntas del revestimiento del techo

Segunda opción para la plataforma del techo sellada con membrana autoadhesiva: cubra toda la plataforma del techo con una capa completa de membrana autoadhesiva bituminosa modificada con polímeros que cumpla con los requisitos de la norma ASTM D1970. Mediante este enfoque, se coloca una membrana impermeable en toda la superficie del techo, lo que puede reducir en gran medida el riesgo de fugas. En algunos casos, la capacidad de las membranas autoadhesivas para adherirse al revestimiento de la tabla de OSB puede verse comprometida por el nivel de textura o cera de la superficie usada en la fabricación de los paneles de OSB. En aplicaciones en las que la adhesión de la membrana al OSB es mínima, aplique un imprimador compatible especificado por el fabricante a los paneles de OSB para asegurar la correcta fijación de la membrana autoadhesiva al revestimiento.

Notas:

- Se informó que las tejas se adhieren a muchas de estas membranas autoadhesivas, lo que podría causar daños en el revestimiento cuando se reemplazan. En consecuencia, la membrana debe cubrirse con un material de separación, como una capa base de conformidad con la norma ASTM D226 de tipo I n.º 15. En los techos de tejas, la mejor orientación es que la capa base se fije lo suficientemente bien como para mantenerla en la superficie del techo y brindar seguridad a los techadores hasta que se apliquen las tejas.
- Si se van a instalar tejas asfálticas, mantenga el material de separación a 8 in de los bordes del techo para que la masilla y el listón de arranque o el listón de arranque autoadhesivo se apliquen directamente al borde de goteo.

Notas sobre la instalación:

- Instale el borde de goteo encima de la capa base. Asegúrese de que la superficie superior del borde de goteo esté limpia, sin aceite y, si lo exige el fabricante del listón de arranque, cubierta de imprimador de conformidad con la norma ASTM D41.
 - Si se van a instalar techos de tejas, selle el borde de goteo, la capa base y el listón de arranque en el alero. Para ello, use un listón de arranque autoadhesivo o aplique una capa de 8 in de ancho de cemento tapajuntas compatible, de un grosor máximo de $\frac{3}{8}$ in, sobre el borde de goteo y la capa base adyacente.

- En cubiertas de techos metálicos, aplique un sellador compatible aprobado por el fabricante entre el borde de goteo y la capa base adyacente para evitar que el agua se acumule bajo dicho borde. Para conocer otros requisitos de instalación del borde de goteo, consulte la sección [3.1.3.4](#).
- Solape la capa base con un tramo de, como mínimo, 6 in “doblada hacia arriba” en las intersecciones de los muros; solape la barrera de intemperie del muro sobre la capa base del techo doblada hacia arriba.
- **PRECAUCIÓN:** Los fabricantes insisten en la necesidad de que haya una ventilación adecuada del ático cuando se aplica la membrana autoadhesiva sobre todo el techo. Esto reviste especial importancia al norte de la frontera entre Carolina del Norte y Carolina del Sur. Además, algunos departamentos locales de construcción prohíben el uso de este sistema. Consulte las restricciones en el departamento local de construcción y revise las instrucciones de instalación del fabricante de la capa base y del sistema del techo principal para conocer las limitaciones de ventilación.

Tercera opción para la plataforma del techo sellada con capa base de fieltro de dos capas: instale dos (2) capas de una de las siguientes opciones de capa base conformes al código:

1. Capa base conforme a la norma ASTM D226 de tipo II (n.º 30).
2. Capa base conforme a la norma ASTM D4869 de tipo III o IV (n.º 30).
3. Capa base conforme a la norma ASTM D6757 (en el caso de cubiertas de techos de tejas asfálticas).

PRECAUCIÓN: Asegúrese de revisar bien la etiqueta del producto. No todos los productos etiquetados con la norma ASTM D4869 son de tipo III o IV. Busque fieltros de conformidad con la norma ASTM D4869 en cuya etiqueta figure que son de tipo III o IV. NO se aceptarán los de tipo I ni II conformes a la norma ASTM D4869.

Notas sobre la instalación:

Se instalarán dos capas de capa base en forma de tejas, solapadas 19 in en las juntas horizontales (rollo de 36 in) y 6 in en las juntas verticales, de la siguiente manera y como se exhibe en la [Figura 3](#).

1. Corte 17 in de un lado del rollo e instale el listón restante de 19 in de ancho de capa base a lo largo del alero. Fíjelo en su lugar de manera segura.
2. Con mucho cuidado, instale un rollo de capa base de 36 in de ancho sobre la hilera de capa base de 19 in de ancho a lo largo del alero.
3. Siga el mismo procedimiento en cada hilera. Solape las láminas 19 in (y deje una exposición de 17 in).

La capa base debe fijarse con clavos para techos de vástago anillado o deformado (0.083 in de diámetro mínimo y longitud suficiente para penetrar en el revestimiento del techo o no menos de 3/4 in en dicho revestimiento). Asimismo, deben llevar tapas de 1 in de diámetro mínimo (clavos de tapa de botón de metal o plástico). Se exigen tapas y clavos metálicos o clavos de tapa metálicos para la velocidad máxima del viento de diseño de 160 mph o superior. Los elementos de fijación deberán cumplir con los requisitos de protección contra la corrosión indicados en la sección [2.5](#).

Fije el borde inferior del rollo (solape horizontal) con elementos de fijación a 6 in de centro a centro. Dado que el borde inferior (solape horizontal) de la siguiente capa de capa base se fijará alrededor de 19 in por encima del solape horizontal inferior, instale una fila de clavos con una distancia horizontal de 12 in de centro a centro aproximadamente 10 in por encima del solape inferior. Cuando se termine la instalación, la fijación derivada de las dos (2) capas de fieltro debe consistir en los mismos elementos de fijación a aproximadamente 6 in de centro a centro a lo largo de todos los solapes y a no más de 12 in de centro a centro en el campo de la lámina entre los solapes laterales. Agregue elementos de fijación a lo largo de los solapes verticales expuestos de forma que la distancia máxima entre ellos sea de 6 in de centro a centro.

Notas sobre la instalación:

- Instale el borde de goteo encima de la doble capa de capa base en los aleros. Asegúrese de que la superficie superior del borde de goteo esté limpia, sin aceite y, si lo exige el fabricante del listón de arranque, cubierta de imprimador de conformidad con la norma ASTM D41.
- En techos de tejas, selle el borde de goteo, la capa base y el listón de arranque en el alero. Para ello, use un listón de arranque autoadhesivo o aplique una capa de 8 in de ancho de cemento tapajuntas compatible, de un grosor máximo de $\frac{1}{8}$ in, sobre el borde de goteo y la capa base adyacente.
- En cubiertas de techos metálicos, aplique un sellador compatible aprobado por el fabricante entre el borde de goteo y la capa base adyacente para evitar que el agua se acumule bajo dicho borde.
- Solape la capa base con un tramo de, como mínimo, 6 in “doblada hacia arriba” en las intersecciones de los muros; solape la barrera de intemperie del muro sobre la capa base del techo doblada hacia arriba.

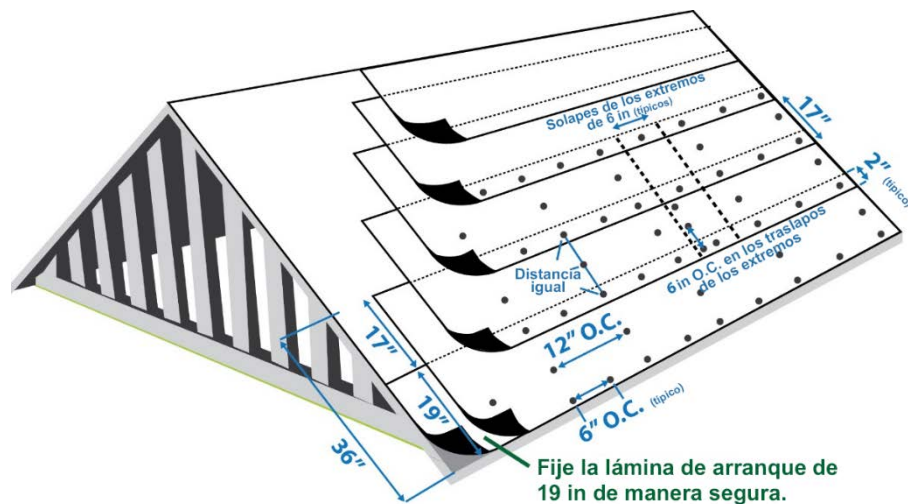


Figura 3: Instalación de una hilera de arranque de 19 in

Cuarta opción para la plataforma del techo sellada con capa base sintética de dos capas:

Aplique dos capas de una de las siguientes opciones de capa base sintética conformes al código:

- Capa base conforme a la norma ASTM D8257: capa base polimérica para techo fijada de manera mecánica que se usa en techos de pendiente pronunciada.
- Capa base sintética y reforzada para techo que cuenta con la aprobación actual de la certificación AC 188 del ICC como alternativa al papel de fieltro, conforme a la norma ASTM D226 de tipo II. La capa base sintética debe tener una resistencia mínima al desgarramiento de 15 lbf, de conformidad con la norma ASTM D4533, así como una resistencia mínima a la tracción de 20 lbf/in, de conformidad con la norma ASTM D5035, y pasar la prueba de transmisión de agua en estado líquido en virtud de la norma ASTM D4869.

Notas sobre la instalación:

Se instalarán dos capas de capa base sintética y reforzada conforme a la norma FORTIFIED en forma de tejas, de la siguiente manera.

En el caso de los rollos de 40 in

1. Corte 20 in de un lado del rollo e instale el listón restante de 20 in de ancho de capa base a lo largo del alero. Fíjelo en su lugar de manera segura.
2. Con mucho cuidado, instale un rollo de capa base de 40 in de ancho sobre la hilera de capa base de 20 in de ancho a lo largo del alero.



3. Para las hileras sucesivas, siga el mismo procedimiento en cada una. Solape las láminas 22 in (y deje una exposición de 18 in). Para fijarlas, use una fila en el centro de la lámina a 12 in de centro a centro y una fila en los traslapes fijada a 6 in de centro a centro.

En el caso de los rollos de 48 in:

1. Corte 24 in de un lado del rollo e instale el listón restante de 24 in de ancho de capa base a lo largo del alero. Fíjelo en su lugar de manera segura.
2. Con mucho cuidado, instale un rollo de capa base de 48 in de ancho sobre la hilera de capa base de 24 in de ancho a lo largo del alero.
3. Para las hileras sucesivas, siga el mismo procedimiento en cada una. Solape las láminas 26 in (y deje una exposición de 22 in). Para fijarlas, use una fila en el centro de la lámina a 12 in de centro a centro y una fila en los traslapes fijada a 6 in de centro a centro.

En el caso de los rollos de 60 in:

1. Corte 30 in de un lado del rollo e instale el listón restante de 30 in de ancho de capa base a lo largo del alero. Fíjelo en su lugar de manera segura.
2. Con mucho cuidado, instale un rollo de capa base de 60 in de ancho sobre la hilera de capa base de 30 in de ancho a lo largo del alero.
3. Para las hileras sucesivas, siga el mismo procedimiento en cada una. Solape las láminas 32 in (y deje una exposición de 28 in). Para fijarlas, use dos filas espaciadas por igual en el centro de la lámina a 12 in de centro a centro y una fila en los traslapes fijada a 6 in de centro a centro.

En todos los casos, fije la capa base a un máximo de 6 in de centro a centro a lo largo de los solapes laterales y de los extremos, y a un máximo de 12 in de centro a centro en el centro de la lámina entre los solapes laterales.

Para velocidades máximas de viento de diseño inferiores a 170 mph, asegure la capa base con clavos de vástago anillado o deformado con tapas de 1 in de diámetro (clavos de tapa de botón).

Para velocidades máximas de viento de diseño de 170 mph o superiores, asegure la capa base con clavos de vástago anillado o deformado con discos metálicos delgados ("*tincaps*").

3.1.3.3.2 Opciones para las cubiertas de techo de tejas de arcilla y hormigón

Las siguientes opciones se consideran plataformas del techo selladas bajo tejas de techos de arcilla y hormigón. En la primera opción, la cinta autoadhesiva aporta una barrera necesaria contra la intrusión de agua en caso de que el fieltro asfáltico comience a levantarse.

Primera opción para la plataforma del techo sellada con cinta tapajuntas y capa base: coloque cinta en las juntas entre el revestimiento del techo que forma la plataforma del techo y agregue una capa base aprobada. Hay dos opciones de materiales para colocar cintas en las juntas de la plataforma del techo.

Primera opción de materiales: aplique una cinta tapajuntas bituminosa autoadhesiva modificada con polímeros conforme a la norma ASTM D1970 de, como mínimo, 4 in de ancho, directamente a la plataforma del techo para sellar las juntas horizontales y verticales de dicha plataforma.

Segunda opción de materiales: aplique una cinta tapajuntas flexible autoadhesiva conforme a la norma AAMA 711-13 de nivel 3 (para exposiciones de hasta 80 °C/176 °F) de, como mínimo, 3 ¾ in de ancho, directamente a la plataforma del techo para sellar las juntas horizontales y verticales de dicha plataforma.

Para que se acepte la cinta tapajuntas que se va a usar para lograr que la plataforma del techo quede sellada, esta debe adherirse por completo sin dejar huecos (p ej., arrugas). En algunos casos, la capacidad de las cintas tapajuntas autoadhesivas para adherirse al revestimiento de la placa de OSB puede verse comprometida por el nivel de textura o cera de la superficie usada en la fabricación de los paneles de OSB. En aplicaciones en las que la adhesión de la cinta tapajuntas al OSB es mínima, aplique un imprimador compatible especificado por el fabricante a los paneles de

OSB donde se colocará la cinta para asegurar la correcta fijación de la cinta autoadhesiva al revestimiento. No clave ni grape la cinta al revestimiento del techo. Consulte las recomendaciones del fabricante relativas a la instalación y los requisitos de imprimación (si procede).

A continuación, aplique una lámina de capa base o anclaje de conformidad con la norma ASTM D226 de tipo II n.º 30 sobre la cinta autoadhesiva. Fije la lámina de capa base o anclaje con elementos de fijación de vástago anillado o deformado para techos con tapas metálicas de 1 in de diámetro como mínimo a una distancia de 6 in de centro a centro a lo largo de todos los solapes y en dos (2) filas entre los solapes laterales a un máximo de 12 in de centro a centro. Si lo exige el fabricante, como lámina de anclaje, use un programa más estricto de elementos de fijación en caso de vientos fuertes. Los solapes horizontales deben ser de un mínimo de 4 in; los de los extremos, de un mínimo de 6 in.

Por último, aplique una lámina de cubierta bituminosa modificada con polímeros autoadhesiva y aprobada para tejas de techos que cumpla con la norma ASTM D1970 y con las velocidades del viento diseñadas para el lugar sobre esta capa base. **Como alternativa**, aplique una capa base aprobada para tejas sobre la lámina de capa base o anclaje con asfalto caliente.

Notas sobre la instalación:

- Instale el borde de goteo encima de la capa base de conformidad la norma ASTM D226 de tipo II, pero debajo de la lámina de cubierta autoadhesiva de conformidad con la norma ASTM D1970. Cerciórese de que la superficie superior del borde de goteo esté limpia, sin aceite y, si lo exige el fabricante de la membrana, cubierta de imprimador de conformidad con la norma ASTM D41, de modo que la lámina de cubierta autoadhesiva se adhiera a la parte superior del borde de goteo. Para conocer otros requisitos del borde de goteo, consulte la sección [3.1.3.4](#).
- Solape la capa base con un tramo de, como mínimo, 6 in “doblada hacia arriba” en las intersecciones de los muros; solape la barrera de intemperie del muro sobre la capa base del techo doblada hacia arriba.

Segunda opción para la plataforma del techo sellada con membrana autoadhesiva: cubra toda la plataforma del techo con una capa base bituminosa modificada con polímeros autoadhesiva y aprobada que cumpla con la norma ASTM D1970. La instalación debe realizarse de conformidad con las instrucciones del fabricante tanto de la capa base como de la cubierta del techo, teniendo en cuenta el material de la cubierta, la configuración de ventilación del techo y las condiciones climáticas a las que estará expuesta la cubierta del techo. En algunos casos, la capacidad de las membranas autoadhesivas para adherirse al revestimiento de la tabla de OSB puede verse comprometida por el nivel de textura o cera de la superficie usada en la fabricación de los paneles de OSB. En aplicaciones en las que la adhesión de la membrana al OSB es mínima, aplique un imprimador compatible especificado por el fabricante a los paneles de OSB para asegurar la correcta fijación de la membrana autoadhesiva al revestimiento.

Nota: Algunos departamentos locales de construcción prohíben el uso de este sistema. Consulte las restricciones en el departamento local de construcción. Los fabricantes insisten en la necesidad de que haya una ventilación adecuada del ático cuando se aplica este tipo de membrana sobre todo el techo.

Notas sobre la instalación:

- Instale la capa base autoadhesiva sobre el borde de goteo. Antes de instalar el borde de goteo, cubra la plataforma del techo con un imprimador compatible o instale una lámina separadora que se extienda 2 in más allá de la brida de la plataforma del borde de goteo. Cerciórese de que la superficie superior del borde de goteo esté limpia, sin aceite y, si lo exige el fabricante de la membrana, cubierta de imprimador de conformidad la norma ASTM D41, de modo que la membrana autoadhesiva se adhiera a la parte superior del borde de goteo. Para conocer otros requisitos del borde de goteo, consulte la sección [3.1.3.4](#).
- Solape la capa base con un tramo de, como mínimo, 6 in “doblada hacia arriba” en las intersecciones de los muros; solape la barrera de intemperie del muro sobre la capa base del techo doblada hacia arriba.

3.1.3.4 Borde de goteo (tapajuntas de los bordes)

Coloque un borde de goteo de metal galvanizado de calibre 26, como mínimo, a lo largo de todos los aleros y bordes inclinados de los hastiales. El borde de goteo debe instalarse **SOBRE** la capa base a lo largo de los bordes inclinados de los hastiales y en los aleros, a menos que se indique lo contrario. Solape el borde de goteo en las juntas 3 in como mínimo. Los bordes de goteo de los aleros deben extenderse $\frac{1}{2}$ in por debajo de la parte inferior del revestimiento y extenderse hacia atrás en el techo, como mínimo, 2 in. Asimismo, deben fijarse de manera mecánica a la plataforma del techo a un máximo de 4 in de centro a centro. Los elementos de fijación mecánicos deben aplicarse en un patrón alternado (escalonado) a lo largo del borde de goteo. Los elementos de fijación adyacentes se deben colocar cerca de los bordes opuestos del tramo o de la brida del borde de goteo en el techo.

3.1.3.5 Tapajuntas (todas las aplicaciones de tapajuntas que no sean de borde)

Los tapajuntas para pendientes pronunciadas se usan a fin de impermeabilizar o sellar los bordes del sistema de techo en perímetros, penetraciones, muros, juntas de expansión, cavidades, desagües y otros lugares donde se interrumpe o termina la cubierta del techo. Los tapajuntas nuevos se instalarán de forma que impidan la entrada de humedad en el muro o el techo, o por medio de materiales permeables a la humedad en las intersecciones u otras penetraciones mediante el plano del techo.

La instalación del tapajuntas sin borde cumplirá con los requisitos que se esbozan en la edición 2018 o más reciente del IBC y las instrucciones de instalación del fabricante del producto.

3.1.3.6 Canalones y protectores contra hojas para pendientes pronunciadas

En las condiciones donde no se reemplazan los canalones, se debe instalar un nuevo borde de goteo sobre el canalón existente. El nuevo borde de goteo instalado sobre los canalones existentes se puede entallar lo más cerca posible de los soportes de los canalones, siempre y cuando solo se entalle el tramo vertical del borde de goteo y las entalladuras no superen las 2 in de ancho en ningún caso.

Los protectores contra hojas no deben instalarse debajo de la teja ni del listón de arranque, ya que esto interrumpe la trayectoria de carga de la cubierta del techo y la plataforma sellada del techo en los bordes.

3.1.3.7 Desviadores de lluvia para pendientes pronunciadas

La instalación de desviadores de lluvia en techos de tejas asfálticas puede romper la junta de las tejas del fabricante, lo que expone el área a los daños del viento. Todos los desviadores de lluvia se deben instalar según el detalle de instalación del desviador de agua aprobado por el fabricante. Se debe proporcionar el detalle, incluida la aprobación autorizada de la instalación en papel con el membrete del fabricante de las tejas asfálticas, junto con la documentación fotográfica de la instalación y todos los materiales asociados al evaluador de FORTIFIED Multifamily.

3.1.3.8 Cubiertas aprobadas de techos de pendiente pronunciada

Las cubiertas de techos y sus fijaciones deberán tener una clasificación que les permita resistir las velocidades de viento de diseño y los parámetros indicados en la sección [3.1.1.3](#). Asimismo, se instalarán de conformidad con las recomendaciones del fabricante en regiones de vientos fuertes.



Suplemento antigranizo (opcional): Las cubiertas de techos de pendiente pronunciada deben cumplir con los requisitos mínimos indicados en la sección [5.1.2](#) del apéndice A.

3.1.3.8.1 Tejas asfálticas

Como se muestra en la Tabla [3](#), las tejas asfálticas, incluidos los materiales de caballete y cumbrera, cumplirán con la norma de prueba de tejas para resistir la velocidad adecuada del viento de diseño del lugar.

Tabla 3: Velocidad del viento de diseño y normas de prueba de las tejas (altura 1 <60 ft, exposición C)

Velocidad del viento (vasd)	Velocidad del viento (vult)	Norma o clasificación de prueba del viento de las tejas
100 mph	129 mph	Normas ASTM D3161 (clase F) o ASTM D7158 (clase G o H) ²
110 mph	142 mph	
120 mph	155 mph	
140 mph	180 mph	
150 mph	194 mph	
NOTAS: 1. Altura media del techo. 2. En los edificios con una categoría de exposición D o una altura media del techo de 60 ft o superior, se deben usar tejas que cumplan con la norma ASTM D3161 (clase F).		

Las tejas deben instalarse con la cantidad de elementos de fijación que exige el fabricante para garantizar su resistencia a vientos fuertes. En las áreas donde el código local de construcción requiera más elementos de fijación que las que exige el fabricante, estos cumplirán con la edición 2018 o más reciente del IBC.

Los elementos de fijación para tejas asfálticas deberán ser clavos para techos de acero galvanizado, acero inoxidable, aluminio o cobre, con un vástago de calibre mínimo 12 (0.105 pulgadas [3 mm]) y un cabezal de un diámetro mínimo de 3/8 in (9.5 mm). Estos clavos deben cumplir con la norma ASTM F1667 y tener una longitud suficiente para penetrar en los materiales del techo y alcanzar una profundidad mínima de 3/4 in (19.1 mm) en el revestimiento del techo. Cuando el revestimiento del techo tenga un grosor inferior a 3/4 in (19.1 mm), los elementos de fijación deberán penetrar el revestimiento.

Instalación de listones de arranque en los aleros: los listones de arranque aprobados por el fabricante que se colocan en los aleros se instalarán en una plataforma del techo sellada aprobada, y el borde de goteo debe cumplir con los requisitos de las secciones [3.1.3.3](#) y [3.1.3.4](#). Requisitos para el listón de arranque:

1. Se colocará en un listón de cemento tapajuntas compatible de 8 in de ancho como mínimo. El grosor máximo del cemento tapajuntas será de 1/8 in. Fije los listones de arranque paralelos a los aleros a lo largo de una línea por encima de la línea del alero de conformidad con las especificaciones del fabricante. Coloque los elementos de fijación de manera que no queden expuestos bajo los recortes de la primera hilera. Los listones de arranque y las tejas no deben extenderse más de 1/4 in del borde de goteo.
2. Se usará un listón de arranque completamente adherido (autoadhesivo), aprobado por el fabricante de tejas conforme a la norma ASTM D1970, con un listón adhesivo asfáltico en el alero, instalado de manera que el listón de arranque se adhiera y cubra la superficie superior del borde de goteo.

Instalación de tejas en los bordes inclinados de los hastiales (borde de goteo instalado sobre capa base): las tejas colocadas en los bordes de los hastiales se instalarán de conformidad con una de las tres opciones siguientes:

1. Las tejas en los bordes inclinados se colocarán en un listón de cemento tapajuntas compatible de 8 in de ancho como mínimo. El grosor máximo del tapajuntas será de 1/8 in. Fije las tejas en los bordes inclinados de conformidad con las especificaciones del fabricante.
2. Los listones de arranque aprobados por el fabricante en los bordes inclinados se colocarán en un listón de cemento tapajuntas compatible de 8 in de ancho. El grosor máximo del cemento tapajuntas será de 1/8 in. Fije los listones de arranque paralelos a los bordes inclinados de conformidad con las especificaciones del fabricante. Coloque los

elementos de fijación de manera que no queden expuestos. Los listones de arranque y las tejas no deben extenderse más de $\frac{1}{4}$ in del borde de goteo.

3. Se usará un listón de arranque completamente adherido (autoadhesivo), aprobado por el fabricante de tejas conforme a la norma ASTM D1970, con un listón adhesivo asfáltico en el borde inclinado, instalado de manera que el listón de arranque se adhiera y cubra la superficie superior del borde de goteo. Los listones de arranque y las tejas no deben extenderse más de $\frac{1}{4}$ in del borde de goteo.

Fijación de las tejas en intersecciones y cavidades: las tejas instaladas en todas las intersecciones y a ambos lados de las cavidades abiertas se fijarán en un listón de cemento tapajuntas de 8 in de ancho como mínimo. El grosor máximo del cemento tapajuntas será de $\frac{1}{8}$ in. El lado cortado de las cavidades cerradas se colocará en un listón de cemento tapajuntas de 2 in de ancho y $\frac{1}{8}$ in de grosor como mínimo. Las cavidades entretejidas deben posicionarse de conformidad con las especificaciones del fabricante.



Suplemento antigranizo (opcional): Las tejas asfálticas deben cumplir con los requisitos mínimos indicados en la sección [5.1.2.1](#) del apéndice A.

3.1.3.8.2 Tejas de arcilla y hormigón

Los sistemas de tejas de arcilla y hormigón, y sus fijaciones, deben cumplir con los requisitos de la velocidad del viento y la categoría de exposición previstas para el lugar. Las tejas de arcilla y hormigón deben instalarse de conformidad con la aprobación del producto del fabricante en cuanto a la velocidad del viento, la altura del techo y la categoría de exposición diseñadas para el lugar.

Las tejas pueden colocarse con adhesivos para tejas reconocidos e instalados de conformidad con un informe de evaluación del Servicio de Evaluación del Consejo del Código Internacional (*International Code Council Evaluation Service*, ICC-ES), una aprobación del producto de Florida, un NOA del condado de Miami-Dade o un informe de evaluación del Departamento de Seguros de Texas (*Texas Department of Insurance*, TDI). No se permite fijar con mortero las tejas regulares ni las de cumbrera o caballete. Las placas de caballete y cumbrera o el metal deben fijarse a la estructura del techo para resistir la presión de levantamiento correspondiente a la velocidad del viento y la exposición del diseño del lugar, o de conformidad con la aprobación del producto del fabricante de la teja. Las tejas de caballete y cumbrera deben fijarse a las placas de caballete y cumbrera o al metal con elementos de fijación mecánicos o un adhesivo aprobado para tejas de techos.

Las tejas de arcilla y hormigón deben instalarse sobre madera contrachapada de un grosor mínimo de $\frac{15}{32}$ in y una de las opciones aceptables de capa base de plataforma del techo sellada de la sección [3.1.3.3.2](#).



Suplemento antigranizo (opcional): Las tejas de arcilla y hormigón deben cumplir con los requisitos mínimos indicados en la sección [5.1.2.2](#) del apéndice A.

3.1.3.8.3 Paneles metálicos arquitectónicos

Se permiten los sistemas de techos de paneles metálicos estructurales sobre miembros abiertos de la estructura y los paneles de techos metálicos arquitectónicos no estructurales sobre revestimiento de madera maciza con cualquiera de las aprobaciones de producto que se encuentran en la sección [5.18](#) del apéndice A, siempre que se realicen ajustes en las presiones de diseño o permitidas, tal y como se indica en la sección [3.1.1.3](#).

Los paneles metálicos arquitectónicos se instalarán sobre una plataforma continua y una de las opciones aceptables de capa base de plataforma del techo sellada de la sección [3.1.3.3.1](#).



Suplemento antigranizo (opcional): Los paneles metálicos arquitectónicos deben cumplir con los requisitos mínimos indicados en la sección [5.1.2.3](#) del apéndice A.

3.1.3.8.4 Otras cubiertas de techos de pendiente pronunciada

En el caso de todas las otras cubiertas de techos, el diseñador debe aportar documentación en la que se demuestre que la cubierta del techo se diseñó para cumplir con los parámetros específicos de edificación conforme a la norma ASCE 7 de la sección [3.1.1.3.1](#). Las fijaciones se deben diseñar para resistir las presiones de viento en cuanto al componente y recubrimiento, de conformidad con la sección [3.1.1.3](#).



Suplemento antigranizo (opcional): Otras cubiertas de techos de pendiente pronunciada deben cumplir con los requisitos mínimos indicados en la sección [5.1.2.4](#) del apéndice A.

3.1.3.9 Resistencia del sistema de ventilación del ático a la intrusión de agua debida al viento

Con los siguientes requisitos, se abordan otras vulnerabilidades a la intrusión de agua debida al viento.

3.1.3.9.1 Ventilaciones de cumbrera y fuera de cumbrera

Las ventilaciones de cumbrera y fuera de cumbrera, y las turbinas, deben tener una clasificación conforme a la Norma de Aplicación de Pruebas (*Testing Application Standard*, TAS) 100(A) para resistir la intrusión de agua debida a vientos fuertes y deben estar bien fijadas al techo de conformidad con las recomendaciones de instalación del fabricante en caso de vientos fuertes.

3.1.3.9.2 Ventilaciones de los extremos de los hastiales

El IBHS no recomienda ventilaciones en los hastiales de edificios comerciales nuevos que se construyen en regiones propensas a los huracanes. Según las investigaciones, las ventilaciones de los extremos de los hastiales son más susceptibles a la intrusión de agua que las ventilaciones en otras ubicaciones.

Si se deben usar ventilaciones en los extremos de los hastiales para cumplir con los requisitos de ventilación de áticos exigidos por el código, deberán ser productos aprobados por la norma TAS 100(A) e instalados de conformidad con la orientación del fabricante documentada en la aprobación del producto conforme a esta misma norma.

3.1.4 Protección contra la corrosión: materiales

Los elementos de fijación y los conectores deberán estar protegidos contra la corrosión en función de la proximidad del edificio al agua salada. En la Tabla [1](#) de la sección [2.5](#), se ofrece la orientación aprobada.

Práctica recomendada: Si bien puede que no sea obligatorio, el IBHS recomienda el uso de acero inoxidable como protección contra la corrosión en todas las ubicaciones.

3.1.5 Claraboyas

Las claraboyas y sus fijaciones se deben diseñar según los parámetros de viento conformes a la norma ASCE 7 definidos en la sección [3.1.1.3.1](#). Las claraboyas deben someterse a pruebas y aprobarse, como mínimo, de conformidad con una de las siguientes normas:

- AAMA, WDMA, CSA 101, CSA 101 o A440, ASTM E330.
- Norma de Aplicación de Pruebas TAS 202 del Código de Construcción de Florida

La instalación cumplirá los requisitos de infiltración de aire y agua de conformidad con las normas ASTM E330 y ASTM E331.

El ingeniero estructural responsable debe verificar que la instalación del bordillo cumpla con el factor mínimo y obligatorio de levantamiento, según se describe en la sección [3.1.1.3](#).

En el caso de las **regiones propensas a los huracanes**, las claraboyas deberán cumplir con la norma AAMA 520-12 y con uno de los siguientes:

- Requisitos de prueba de presión cíclica de conformidad con la norma ASTM E1886 y clasificación “C” o “D” de impacto de proyectiles grandes conforme a la norma ASTM E1996.
- Aprobación de FM de conformidad con las normas ANSI o FM 4431 y FM 4350 con clasificación de impacto de proyectiles grandes.
- Aprobación del condado de Miami-Dade (normas TAS 201 y TAS 203) con clasificación de impacto de proyectiles grandes.



Suplemento antigranizo (opcional): Para protegerse contra el granizo, las claraboyas deberán cumplir, como mínimo, con uno de los siguientes requisitos de clasificación:

- Requisitos de prueba de presión cíclica de conformidad con la norma ASTM E1886 y clasificación B, C, D o E de impacto de proyectiles grandes, conforme a la norma ASTM E1996.
- Aprobación de FM de conformidad con la norma ANSI o FM 4431 con clasificación de granizo severo.
- Aviso de aceptación actual aprobado por el condado de Miami-Dade, incluida la resistencia al impacto.

3.1.6 Equipos instalados en el techo

Todos los equipos y accesorios instalados en el techo deben fijarse de manera mecánica al sistema estructural del edificio. No se permiten los sistemas lastrados en regiones propensas a huracanes y vientos fuertes.

3.1.6.1 Estructuras y equipos instalados en el techo

Las estructuras y los equipos instalados en el techo y sus fijaciones se diseñarán de conformidad con la sección 29.5.1 de la norma ASCE 7-10 “Estructuras y equipos de azotea para edificios con una altura ≤ 60 ft” (*Rooftop Structures and Equipment for Buildings with $h \leq 60$ ft*) o con la sección 29.4 de la norma ASCE 7-16 “Estructuras y equipos de azotea para edificios” (*Rooftop Structures and Equipment for Buildings*). Se exigirá el factor mínimo de seguridad que se indica en la sección [3.1.1.3](#).



Suplemento antigranizo (opcional): Se instalarán protectores contra el granizo en las aletas del condensador del aire acondicionado, en las tomas de aire, como los ventiladores, y en cualquier otro componente vulnerable cuyo funcionamiento pueda verse afectado por el impacto del granizo.

3.1.6.2 Sistemas fotovoltaicos (FV)

Los sistemas fotovoltaicos y sus fijaciones se diseñarán con cargas de viento de conformidad con las normas ASCE 7-16 y ASCE 7-22, el documento técnico PV2 de la Structural Engineers Association of California (SEAOC) o un estudio de túnel de viento a escala de modelo que cumpla con los requisitos de la norma ASCE 49-12. Se exigirá un factor mínimo de seguridad, tal y como se indica en la sección [3.1.1.3](#). La plataforma del techo se diseñará para resistir el aumento de las cargas del conjunto fotovoltaico con las combinaciones adecuadas de carga, incluidas las cargas activas, el viento, la lluvia y la nieve (incluidas las derivas).

Para conocer los demás sistemas aprobados, consulte la sección [5.3.7](#) del apéndice A.

Para obtener más información sobre las categorías de riesgo y otras orientaciones de diseño destinadas a sistemas FV instalados en el techo, consulte el apartado C29.4 de las normas ASCE 7-16 o ASCE-7-22.



Suplemento antigranizo (opcional): Los sistemas FV deben cumplir con los requisitos mínimos indicados en la sección [5.1.3](#) del apéndice A.

3.1.6.2.1 Recomendaciones para riesgos adicionales de construcción

Si bien este documento se enfoca en las cargas de viento y los riesgos de granizo de los sistemas FV, el IBHS recomienda encarecidamente que se tengan en cuenta todos los riesgos adicionales para la construcción, entre los que se incluyen los siguientes:

- Aumento de la combustibilidad desde la parte superior de la plataforma, lo que puede exigir que se vuelva a clasificar la resistencia al fuego exterior del sistema de cubierta del techo
- Riesgos de nieve, granizo, sísmicos, eléctricos y de fuego
- Riesgos de incendio

La inspección periódica, el mantenimiento y la reparación deben incluir la prevención de perforaciones de la cubierta del techo, la acumulación de residuos y la evacuación adecuada del agua de la cubierta para permitir el desagüe, lo que evitará la sobrecarga del techo. Se recomienda usar una placa de cubierta en los nuevos sistemas de cubierta de techo para aumentar la resistencia a la perforación.

Práctica recomendada: *Cuando instale paneles FV en un techo de pendiente baja, asegúrese de que la distancia entre las filas de paneles sea lo suficientemente amplia como para que el personal de mantenimiento pueda reparar aquellos que se dañen. Si los paneles se instalan demasiado juntos, puede ser necesario retirar los perimetrales para acceder a los interiores.*

3.1.6.3 Antenas, antenas parabólicas y equipos de comunicación instalados en el techo

Todas las antenas, antenas parabólicas y otros equipos de comunicación instalados en el techo, así como sus conexiones, deben diseñarse de conformidad con los requisitos de carga de diseño definidos en la sección [3.1.1.3](#).

No se pueden instalar antenas, antenas parabólicas ni equipos de comunicación en techos lastrados en regiones propensas a los huracanes y vientos fuertes.

3.1.7 Sistemas de protección contra rayos

Los sistemas de protección contra rayos instalados en techos se diseñarán e instalarán para resistir el viento de conformidad con la orientación de la FEMA sobre sistemas de protección contra rayos instalados en techos en regiones con vientos fuertes. Con la información indicada en esta sección, se destacan los componentes clave del documento de la FEMA. Revise el documento de orientación de la FEMA (consulte "[Referencias](#)" en la página 51) para obtener más información y orientación.

3.1.7.1 Fijación de parapetos

En el caso de los parapetos de más de 12 in de altura, todas las placas base de terminales de aire y los conectores de conductores deben fijarse de manera mecánica con tornillos de 12 in que tengan un empotramiento mínimo de 1.25 in en la cara interior del listón para clavar del parapeto. Además, deben sellarse adecuadamente para garantizar una protección impermeable.

En lugar de conectores de conductores con puntas, se necesitan conectores en bucle fijados de manera mecánica.



3.1.7.2 Techos con membranas adhesivas de una sola capa, de varias capas y bituminosas modificadas

En el caso de las membranas adhesivas de una sola capa, las placas base de los terminales de aire deben fijarse con sellador vertible (del tipo recomendado por el fabricante).

En el caso de techos bituminosos modificados o de varias capas, las placas base de los terminales de aire deben fijarse con cemento asfáltico para techo.

Opción 1: en lugar de clips de conexión para conductores, se deben colocar listones de 9 in de ancho como mínimo por 3 ft de largo de lámina de cubierta bituminosa modificada sobre el conductor y fijarlos a la membrana. Si los listones se aplican con soplete, no sobrecaliente los conductores. Empiece los listones a 3 in de cada lado de la base del terminal de aire. Coloque el siguiente listón con una distancia de 3 in entre los listones a lo largo del conductor.

Opción 2: los conectores para conductores aplicados con adhesivo que no tengan puntas deben estar distanciados a no más de 6 in de centro a centro en las zonas de las esquinas del techo y a no más de 12 in de centro a centro en el campo y el perímetro (zonas designadas según la norma ASCE 7).

3.1.7.3 Membranas de una sola capa fijadas de manera mecánica

El conductor y los conectores para conductores deben colocarse paralelos a la hilera de elementos de fijación de la membrana y dentro de las 8 in de esta. Cuando un conductor se encuentre entre las filas de elementos de fijación de la membrana o perpendicular a estas, instale otra fila de elementos de fijación de la membrana donde se ubicará el conductor. Instale un listón de cubierta sobre los elementos de fijación de la membrana. Coloque el conductor sobre el listón de cubierta y asegúrelo con uno de los siguientes métodos:

Nota: Las placas base de los terminales de aire deben fijarse con sellador vertible (del tipo recomendado por el fabricante).

Opción 1: en lugar de clips de conexión para conductores, se deben colocar listones de 9 in de ancho (como mínimo) por 3 ft de largo de lámina de cubierta bituminosa modificada sobre el conductor y fijarlos a la membrana. Si los listones se aplican con soplete, no sobrecaliente los conductores. Empiece los listones a 3 in de cada lado de la base del terminal de aire. Coloque el siguiente listón con una distancia de 3 in entre los listones a lo largo del conductor.

Opción 2: los conectores de conductores cerrados (en bucle) aplicados con adhesivo que no tengan puntas deben estar distanciados a no más de 6 in de centro a centro en las zonas de las esquinas del techo y a no más de 12 in de centro a centro en el campo y el perímetro (zonas designadas según la norma ASCE 7).

3.1.7.4 Techos metálicos de junta de plegado saliente

Se usarán clips prefabricados fijados de manera mecánica (clips de panel) y anclados a las nervaduras del panel del techo. Las placas base de los terminales de aire y los conectores cerrados (en bucle) se fijarán a los clips del panel. Estas conexiones estarán distanciadas a no más de 6 in de centro a centro en las esquinas y a 12 in de centro a centro en el perímetro y el campo (zonas designadas según la norma ASCE 7).

3.1.7.5 Conectores para empalme de conductores

Se exigen conectores de empalme atornillados en lugar de conectores con puntas. Si se usan listones de membrana tapajuntas para conectar el terminal a la membrana, el listón debe comenzar a 3 in del empalme a fin de minimizar el movimiento del conductor. Si se usan conectores cerrados, deberán colocarse a 3 in del empalme.



3.1.8 Barandillas de seguridad instaladas en techos de pendiente baja ($\leq 10^\circ$)

Todas las barandillas de seguridad instaladas en techos de pendiente baja y sus conexiones deben diseñarse de conformidad con las normas IBC 2015/2018 y ASCE 7-10/7-16.

Se debe presentar un conjunto de cálculos al evaluador de FORTIFIED Multifamily que incluya todos los parámetros de diseño del viento, la selección y el diseño de los miembros, los detalles de conexión y la verificación de la capacidad, así como los cálculos de los miembros estructurales de apoyo. Deben presentarse los planos de taller. El evaluador de FORTIFIED Multifamily puede solicitar más información para determinar si el sistema de barandillas de seguridad cumple con las normas.

3.1.9 Pantallas para equipos de techos de pendiente baja

Las pantallas para equipos de techos de pendiente baja y sus conexiones deberán diseñarse para cumplir con los parámetros específicos de construcción conformes a la norma ASCE 7 indicados en la sección [3.1.1.3.1](#).

3.2 FORTIFIED Silver

Se deben cumplir todos los requisitos de FORTIFIED Roof. En las siguientes secciones, se especifican los demás requisitos.

3.2.1 Aberturas

3.2.1.1 Ventanas, muros cortina, puertas exteriores o para el personal, puertas corredizas y puertas comerciales grandes

Diseño de presión en regiones propensas a los huracanes:

En regiones propensas a los huracanes, las ventanas, los muros cortina, las puertas exteriores o para el personal, las puertas corredizas y las puertas comerciales, incluidas las puertas enrollables, las puertas seccionales y las puertas de entrada, deben tener una clasificación de presión que resista las presiones asociadas a la velocidad del viento de diseño de conformidad con la norma ASCE 7 y la categoría de exposición "C" o "D", de modo que coincidan con los muros inferiores, en función de los parámetros de viento de definidos en la sección [3.1.1.3.1](#).

Las ventanas, los muros cortina, las puertas exteriores o para el personal y las puertas corredizas deben haberse sometido a pruebas y aprobado, como mínimo, una de las siguientes normas:

- AAMA, WDMA, CSA 101, CSA 101 o A440, ASTM E330.
- Norma de Aplicación de Pruebas TAS 202 del Código de Construcción de Florida

Las puertas comerciales grandes, incluidas las enrollables, las basculantes y las seccionales (puertas de garaje), deben tener una clasificación de presión que resista las presiones asociadas a los parámetros de viento conforme a la norma ASCE 7 definidos en la sección [3.1.1.3.1](#). Las puertas comerciales deberán someterse a pruebas y aprobarse, como mínimo, de conformidad con una de las siguientes:

- AAMA, WDMA, CSA 101, CSA 101 o A440, ASTM E330.
- ANSI o Asociación de Fabricantes de Puertas y Sistemas de Acceso (*Door & Access Systems Manufacturers Association*, DASHA) 108
- Norma de Aplicación de Pruebas TAS 202 del Código de Construcción de Florida

Protección contra impactos en regiones propensas a los huracanes:

En regiones propensas a los huracanes, todas las ventanas, muros cortina, puertas exteriores o para el personal y puertas corredizas situadas a menos de 30 ft del nivel del suelo deberán tener una clasificación de impacto o contar con un sistema de protección contra impactos que, como mínimo, cumpla con la norma ASTM E1886 de presión cíclica y una de las siguientes:



- Cláusula sobre proyectiles grandes de nivel D (9 lb 2 x 4 que impacta de punta a 50 ft/s) como se define en las normas ASTM E1996 y E1886, y requisitos de impacto de proyectiles grandes de conformidad con la norma AAMA 506 E1996
- Norma de Aplicación de Pruebas TAS 201 y 203 del Código de Construcción de Florida

El vidrio a 30 ft o más sobre el nivel del suelo debe cumplir con la norma ASTM E1886 de presión cíclica y tener clasificación de presión de diseño, así como con el nivel A de proyectiles pequeños, según se define en las normas ASTM E1996, ASTM E1886 y AAMA 506.

Las puertas comerciales grandes, incluidas las enrollables, las basculantes y las seccionales (puerta de garaje), deben poder resistir las cargas y combinaciones de cargas especificadas en la norma ASCE 7, tal y como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#). Las puertas comerciales, como mínimo, también deben cumplir con una de las siguientes:

- Cláusula sobre proyectiles grandes de nivel D (9 lb 2 x 4 que impacta de punta a 50 ft/s), como se define en las normas ASTM E1996, ASTM E1886 y AAMA 506
- Método estándar de prueba de puertas seccionales, puertas enrollables y puertas flexibles de conformidad con las normas ANSI o DASMA 115: determinación del rendimiento estructural bajo el impacto de proyectiles y presión de viento cíclica.
- La norma TAS 201 del Código de Construcción de Florida (Procedimientos de pruebas de impacto [*Impact Test Procedures*]), 202 (Criterios para pruebas de componentes de envolventes de edificios resistentes a impactos y no impactos con presión estática uniforme de aire [*Criteria for Testing Impact & Nonimpact Resistant Building Envelope Components Using Uniform Static Air Pressure*]) y 203 (Criterios para pruebas de productos sujetos a carga cíclica de presión de viento [*Criteria for Testing Products Subject to Cyclic Wind Pressure Loading*]).

Diseño de presión en regiones propensas a los vientos fuertes:

En **regiones propensas a los vientos fuertes**, las ventanas, los muros cortina, las puertas exteriores o para el personal, las puertas corredizas y las puertas comerciales grandes, incluidas las enrollables, las basculantes y las seccionales (puertas de garaje), así como las ventanas, los muros cortina y las puertas, incluidas las enrollables, las seccionales y las de entrada, deben poder resistir las cargas y combinaciones de cargas especificadas en la norma ASCE 7, tal y como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#). **No se exige ningún tipo de resistencia al impacto en regiones propensas a los vientos fuertes.**

3.2.2 Sistemas de muros

Los sistemas de muros deberán poder resistir las cargas y combinaciones de cargas especificadas en la norma ASCE 7, tal y como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#).

3.2.2.1 Muros exteriores

Los muros exteriores deberán poder resistir las cargas de viento de conformidad con la norma ASCE 7 para la zona correspondiente de presión de viento del muro.



3.2.2.2 Resistencia del muro al impacto

En **regiones propensas a los huracanes**, la resistencia del muro al impacto debe ser adecuada para cumplir con los requisitos de las normas ASTM E1886 y ASTM E1996 correspondientes al impacto de un proyectil nominal de 9 libras de madera de 2 x 4 in que impacta de punta a 34 mph (50 ft/s) (nivel D de impacto de proyectiles grandes). Los sistemas que cumplen con la finalidad de este requisito incluyen, entre otros los siguientes:

- Mampostería de bloques de hormigón armado
- Hormigón prefabricado
- Hormigón colado en el lugar
- Encofrados macizos aislados de hormigón
- Ladrillo reforzado
- Ladrillo con soporte de bloque de hormigón
- Paneles metálicos aislados
- Madera contrachapada de $\geq \frac{3}{4}$ in
- Revestimiento de paneles estructurales de madera de $\geq \frac{7}{16}$ in con uno de los siguientes acabados:
 - Revestimiento de ladrillo
 - Estuco de $\frac{1}{2}$ in
 - Madera de $\frac{1}{2}$ in de grosor
 - Entarimado de $\frac{1}{2}$ in a base de fibrocemento
 - Madera estructural con revestimiento de vinilo o aluminio de $\geq \frac{5}{8}$ in de grosor

En **regiones propensas a los vientos fuertes**, el sistema de muros exteriores aportará, como mínimo, la resistencia a las presiones del viento y al impacto de escombros de un panel estructural de madera de OSB de $\frac{7}{16}$ in fijado a la estructura de los muros exteriores.

3.2.2.3 Sistemas de acabado aislante exterior (EIFS)

En **regiones propensas a los huracanes**, no se permitirán los sistemas de acabado aislante exterior (*Exterior Insulating Finishing Systems*, EIFS) instalados sobre una estructura de metal o madera, a menos que correspondan a un sistema **aprobado por el condado de Miami-Dade**. Se aceptan los EIFS instalados sobre mampostería.

En **regiones propensas a los vientos fuertes**, se permiten los EIFS.

En el caso de todas las aplicaciones de construcciones nuevas, un profesional calificado con una certificación activa de mecánico de EIFS de la Asociación de la Industria de Muros y Techos (*Association of the Wall and Ceiling Industry*, AWCI) debe instalar los sistemas de EIFS.

Por otro lado, en el caso de todos los EIFS existentes que cumplan con estos criterios, un profesional calificado con una certificación activa de inspector de EIFS de AWCI inspeccionará el EIFS y aportará documentación de respaldo sobre su estado. Los EIFS que, a simple vista, no estén dañados, deteriorados, astillados ni agrietados, que tengan juntas horizontales y verticales estructuralmente sólidas, incluso alrededor de ventanas y penetraciones, que no tengan fugas y que tengan, como mínimo, cinco años de vida útil restante, son elegibles para obtener la designación FORTIFIED Silver. Los EIFS que no cumplan con estas condiciones o que no tengan, como mínimo, cinco años de vida útil restante tendrán que repararse o reemplazarse a fin de poder ser elegibles para la designación FORTIFIED Silver.

Para acceder al registro nacional de profesionales certificados por el AWCI, ingrese en <https://www.awci.org/education/doing-it-right/eifs-doing-it-right#registry>.



3.2.2.4 Parapetos

Los parapetos y falsos frentes se diseñarán según las presiones de viento de conformidad con la norma ASCE 7, como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#). Los parapetos y falsos frentes de más de 3 ft de altura incluirán arriostramientos internos o externos con documentación de respaldo.

3.2.3 Extremos de los hastiales

3.2.3.1 Resistencia del muro de los extremos de los hastiales

Los extremos de los hastiales se diseñarán de conformidad con la norma ASCE 7, como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#).

3.2.3.2 Revestimiento del muro de los extremos de los hastiales

El revestimiento del muro de los extremos de los hastiales deberá tener suficiente resistencia y fijación para resistir las presiones de viento de diseño del muro especificadas en la norma ASCE 7, como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#).

El sistema de muros exteriores aportará, como mínimo, la resistencia a las presiones del viento y al impacto de escombros de un panel estructural de madera de OSB de $\frac{7}{16}$ in fijado a la estructura de los muros exteriores.

3.2.3.3 Arriostramiento de los extremos de los hastiales

El ingeniero estructural responsable debe diseñar el arriostramiento de los extremos de los hastiales de manera que cumplan con las presiones mínimas de viento de diseño especificadas en la norma ASCE 7, como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#). Además, contemplará la capacidad de flexión del muro de los hastiales, el arriostramiento de dicho muro en su parte superior e inferior y la conexión de la parte inferior del muro de los hastiales con el muro inferior.

3.2.3.4 Voladizos de los extremos de los hastiales

Los voladizos de los extremos de los hastiales deben construirse y fijarse a la estructura de los hastiales para resistir las presiones de viento específicas del lugar establecidas en la norma ASCE 7, como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#). El ingeniero estructural responsable debe diseñar los voladizos de los extremos de los hastiales de más de 12 in como antepechos, y el evaluador de FORTIFIED Multifamily debe recibir los cálculos.

3.2.3.5 Sofitos de inclinación de los extremos de los hastiales

Los sofitos de inclinación de los extremos de los hastiales no serán ventilados en **regiones propensas a los huracanes**.

3.2.4 Fijación de las chimeneas

Otras estructuras anexas, como las chimeneas, dispondrán de miembros y conexiones adecuados de trayectoria de carga, y deberán poder resistir las cargas y combinaciones de carga especificadas en la norma ASCE 7, tal y como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#).

3.2.5 Sistemas y conexiones eléctricos y mecánicos: protección contra inundaciones

Todos los equipos y conexiones eléctricos y mecánicos necesarios para el funcionamiento de los sistemas básicos se elevarán, como mínimo, por encima del nivel de inundación de 500 años, si se conoce, o 3 ft por encima de la elevación de inundación base (BFE) para la propiedad. Si los equipos no pueden elevarse lo suficiente, como se describió con anterioridad, se usará la protección seca y permanente contra inundaciones, como compuertas, muros, puertas o dispositivos similares, para evitar la intrusión de agua a las alturas indicadas. Se tendrán en cuenta la profundidad, la duración, la velocidad y el estado del agua (incluidos los residuos flotantes).



3.3 FORTIFIED Gold

Se deben cumplir todos los requisitos de FORTIFIED Roof y FORTIFIED Silver. En las siguientes secciones, se especifican los demás requisitos.

3.3.1 Trayectoria de carga continua

Se proporcionará una trayectoria de carga continua y adecuada desde el techo hasta los cimientos del edificio para resistir las cargas especificadas en la norma ASCE 7, tal y como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#). El edificio dispondrá de conexiones positivas desde el techo hasta los cimientos para transmitir de forma segura al suelo las cargas laterales y de levantamiento del viento. Esto incluye proporcionar una trayectoria de carga continua desde el muro hasta los cimientos en las conexiones entre pisos en estructuras de varios pisos.

El ingeniero estructural responsable debe diseñar la trayectoria de carga, que debe instalarse según el diseño. Asimismo, se debe aportar documentación de respaldo con la que se verifique la instalación.

3.3.2 Miembros estructurales de los salientes en voladizo

Los miembros estructurales de los salientes en voladizo deben estar bien anclados y diseñados para resistir las presiones de viento de diseño, de conformidad con la norma ASCE 7, como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#).

3.3.3 Estructuras anexas y accesorias

Las marquesinas, cocheras abiertas, puertas cocheras u otras estructuras de paso de vehículos dispondrán de miembros y conexiones adecuados de trayectoria de carga para resistir las cargas y combinaciones de carga especificadas en la norma ASCE 7, tal y como se indica en la sección [3.1.1.3.1](#).



4 Documentación de respaldo

La documentación de respaldo que debe revisar el evaluador de FORTIFIED Multifamily es necesaria para cada requisito de FORTIFIED Multifamily y puede incluir uno de los siguientes elementos o una combinación de ellos:

- Plano de diseño o desarrollo del edificio.
- Planos de construcción firmados y sellados al 100 % por un arquitecto profesional autorizado y por el ingeniero estructural responsable.
- Una carta de confirmación con documentación de respaldo del ingeniero estructural responsable en la que se indique que la instalación cumple con un requisito específico. El ingeniero estructural responsable debe contar con licencia en el estado en el que se encuentra el edificio en cuestión.
- Fotografías.
- Presentaciones de los materiales de construcción, incluidas, entre otras, las plataformas estructurales y los componentes del techo.
- Detalles de la fijación de la cubierta del techo proporcionados por el fabricante o el contratista.
- Todo cálculo de ingeniería estructural solicitado.
- Formularios de cumplimiento de FORTIFIED Multifamily (incluidos el formulario de construcciones nuevas, el de renovación de techo de pendiente baja y el de renovación de techo de pendiente pronunciada) completados por un arquitecto autorizado o por el ingeniero estructural responsable.
- Cualquier otro documento que soliciten el evaluador de FORTIFIED Multifamily o el IBHS.

5 Apéndice A: Sistemas aprobados y de rendimiento comprobado

5.1 Criterios de rendimiento relacionados con el impacto del granizo (suplemento opcional)

5.1.1 Cubiertas de techos continuas de pendiente baja

Las cubiertas de techos continuas de pendiente baja ($\leq 10^\circ$) deben cumplir con una de las siguientes normas de prueba:

- Norma de aprobación de FM 4470 con una clase 1-SH o 1-VSH
- Underwriters Laboratories (UL) 2218 de clase 4

5.1.2 Cubiertas de techos de pendiente pronunciada

5.1.2.1 Tejas asfálticas

Las tejas asfálticas deben alcanzar una calificación mínima de “buena” o “excelente” en las [calificaciones de rendimiento de las tejas resistentes a los impactos por granizo del IBHS](#).

El [Protocolo de prueba de resistencia al impacto del IBHS para tejas asfálticas](#) es una norma de prueba que se usa para evaluar el rendimiento de los nuevos productos de techos de tejas asfálticas contra el granizo. En el método de prueba, se usan las características más avanzadas de las piedras de granizo, las energías cinéticas y la tecnología de evaluación de daños para evaluar el rendimiento de las nuevas tejas contra el granizo. El IBHS publicó, y actualizará de manera periódica, las clasificaciones de rendimiento de las tejas básicas resistentes a impactos más vendidas cuando se someten a impactos de 2 in según el protocolo de prueba.

5.1.2.2 Tejas de techos de arcilla y hormigón

Todas las tejas de techos de arcilla y hormigón deben cumplir con la clasificación de impacto de la norma FM 4473 de clase 4.

La norma FM 4473 es una norma de prueba que administra Factory Mutual Research en la que se usan bolas de hielo de agua pura para evaluar la resistencia al impacto de los nuevos materiales rígidos de la cubierta del techo (como tejas de hormigón, tejas de arcilla o tejas de pizarra). Consiste en disparar las bolas de hielo desde una honda o un cañón de aire contra el producto de la cubierta del techo. Con la clasificación de clase 4, el producto debe seguir siendo funcional tras dos impactos en el mismo punto con bolas de hielo de 2 in.

5.1.2.3 Paneles metálicos

Todos los paneles metálicos deben cumplir con la clasificación de impacto de conformidad con la norma UL 2218 de clase 4.

La norma UL 2218 es una norma de prueba que estableció Underwriters Laboratories para evaluar la resistencia al impacto de los nuevos productos flexibles para techos (como paneles o tejas de metal). Consiste en dejar caer bolas de acero de distintos tamaños desde alturas diseñadas para simular la energía de la caída de granizo. Con la clase 4, se indica que el producto sigue siendo funcional tras dos impactos en el mismo punto de bolas de acero de 2 in.

Aunque los techos metálicos resistentes a los impactos ofrecen una excelente resistencia y es probable que soporten la mayoría de los tamaños de granizo sin sufrir daños funcionales, pueden ser vulnerables a los daños estéticos, ya que el granizo puede causar hendiduras permanentes en los paneles. El uso de productos de techos metálicos con revestimientos granulares puede reducir



la visibilidad de las pequeñas hendiduras.

5.1.2.4 Otras cubiertas de techos

En la documentación de todas las otras cubiertas de techos, se debe indicar que estas deben contar con una clasificación de conformidad con la norma UL 2218 de clase 4 o con la norma FM 4473 de clase 4 a fin de poder ser elegibles para obtener la designación de granizo FORTIFIED Multifamily.

5.1.3 Resistencia de los sistemas fotovoltaicos al granizo

Para que resista al granizo, el sistema FV debe cumplir con uno de los siguientes requisitos:

- Los módulos FV flexibles deben estar aprobados por FM en lo que respecta al granizo o cumplir con la norma FM 4476, que incluye una clasificación de granizo severo.
- Los módulos FV rígidos deben estar aprobados por FM en lo que respecta al granizo o cumplir con la norma de aprobación de FM 4478, que incluye una clasificación de clase 4.

5.2 Sistemas de techos ignífugos aprobados

Entre las cubiertas de techos elegibles sometidas a pruebas y aprobadas, se incluyen las que tienen clasificación ignífuga de clase A según las normas:

- ASTM
- FM
- UL

5.3 Cubiertas de techos continuas aprobadas de pendiente baja

Entre los sistemas de cubiertas de techos elegibles sometidos a pruebas y aprobados, se incluyen aquellos con las siguientes aprobaciones o clasificaciones:

- Aprobación del producto de Florida (*Florida Product Approval*, FPA)
- Aprobación de FM
- Aprobación del Servicio de Evaluación del ICC (ICC-ES)
- Aprobación de Miami-Dade
- Aprobación del Departamento de Seguros de Texas (TDI)
- Clasificación de UL

No se permite la extrapolación de ingeniería de los datos de prueba (fuera de los parámetros fijados por el informe o la aprobación) para conseguir mayores clasificaciones de presión de diseño o mayores distancias de conexión que las indicadas en el informe certificado.

A continuación, se enumeran las herramientas de búsqueda en cada uno de los siguientes sistemas aprobados.

5.3.1 Sistemas aprobados por aprobación del producto de Florida (FPA)

- Varios sistemas: seleccione sistemas aprobados por la FPA que tengan una clasificación separada para cada área: campo, perímetro y esquina.
- Sistema único: seleccione un sistema aprobado por la FPA que tenga una clasificación para las presiones de levantamiento del área de la esquina y úselo en todo el techo.
- Sistema único (fijación mejorada): en algunos casos, la FPA permite las mejoras de los bordes (perímetros o esquinas). Las mejoras deben seguir las disposiciones establecidas en el informe de evaluación activo y correspondiente de la FPA.



Consulte el ejemplo de selección de techo en la sección [5.3.7](#) del apéndice A.

El equipo de diseño deberá documentar la siguiente información relativa a todos los sistemas de techos actuales y activos aprobados por la FPA en el formulario de construcción del proyecto y en la lista de verificación de cumplimiento.

1. Ubicación (campo, perímetro o esquina)
2. Número de ubicación de campo (*Field Location*, FL)
3. Resistencia al levantamiento
4. Todos los detalles relacionados con materiales y fijaciones
5. Mejoras de los perímetros y las esquinas
6. Cálculos de las mejoras

El equipo de diseño debe presentar una copia del informe de evaluación de la FPA de cada sistema aprobado al evaluador de FORTIFIED Multifamily. Para obtener los informes de evaluación de la FPA, use la herramienta de búsqueda en www.floridabuilding.org/pr/pr_app_srch.aspx.

5.3.2 Sistemas aprobados por FM

Norma de aprobación FM 4470 o 4474 con un número RoofNav **actual y activo**.

- Varios sistemas: seleccione sistemas aprobados por FM que tengan una clasificación separada para cada área: campo, perímetro y esquina.
- Sistema único: seleccione un sistema aprobado por FM que tenga una clasificación para las presiones de levantamiento del área de la esquina y úselo en todo el techo.
- **Nota:** En áreas propensas a los huracanes, FM no permite mejoras en los bordes (perímetros o esquinas).

Consulte el ejemplo de selección de techo en la sección [5.3.7](#) del apéndice A.

El equipo de diseño deberá documentar la siguiente información relativa a todos los sistemas de techos actuales y activos aprobados por FM en el formulario de construcción del proyecto y en la lista de verificación de cumplimiento.

1. Ubicación (campo, perímetro o esquina)
2. Número de ensamblaje de FM
3. Tipo de sistema de techo
4. Resistencia al levantamiento
5. Todos los detalles relacionados con materiales y fijaciones

El equipo de diseño debe presentar una copia del informe de ensamblaje de FM en el que se destaquen los detalles seleccionados del ensamblaje de cada sistema aprobado al evaluador de FORTIFIED Multifamily. Para obtener los ensamblajes de techos aprobados por FM, use la herramienta de búsqueda RoofNav® en www.roofnav.com.

5.3.2.1 Sistemas aprobados por el Servicio de Evaluación del ICC (ICC-ES)

- Varios sistemas: seleccione sistemas aprobados por el Servicio de Evaluación del ICC que tengan una clasificación separada para cada área: campo, perímetro y esquina.
- Sistema único: seleccione un sistema aprobado por el Servicio de Evaluación del ICC que tenga una clasificación para las presiones de levantamiento del área de la esquina y úselo en todo el techo.
- Sistema único (fijación mejorada): el Servicio de Evaluación del ICC no permite mejoras en los bordes (perímetros o esquinas).



Consulte el ejemplo de selección de techo en la sección [5.3.7](#) del apéndice A.

El equipo de diseño deberá documentar la siguiente información relativa a todos los sistemas de techos actuales y activos aprobados por el Servicio de Evaluación del ICC en el formulario de construcción del proyecto y en la lista de verificación de cumplimiento.

1. Ubicación (campo, perímetro o esquina)
2. Número del informe del servicio de evaluación (*Evaluation Service Report*, ESR)
3. Número de la división
4. Número de la sección
5. Número de la tabla y del sistema
6. Resistencia al levantamiento
7. Todos los detalles relacionados con materiales y fijaciones

Asimismo, el equipo de diseño debe presentar una copia del informe del ICC-ES de cada sistema aprobado al evaluador de FORTIFIED Multifamily. Para obtener los ensamblajes de techos aprobados por el ICC-ES, use la herramienta de búsqueda en www.icc-es.org/evaluation-report-program/reports-directory.

5.3.3 Sistemas aprobados por el condado de Miami-Dade

Debe contar con un aviso de aceptación (NOA) **actual y activo**. Consulte la [búsqueda de control de productos de Miami-Dade](#).

Varios sistemas: seleccione sistemas aprobados por el condado de Miami-Dade que tengan una clasificación separada para cada área: campo, perímetro y esquina.

Sistema único: seleccione un sistema aprobado por el condado de Miami-Dade que tenga una clasificación para las presiones de levantamiento del área de la esquina y úselo en todo el techo.

Mejoras en los bordes (perímetros o esquinas): seleccione un sistema que tenga una clasificación para el campo. Las mejoras del perímetro y las esquinas pueden realizarse de conformidad con el aviso de aceptación del condado de Miami-Dade.

Consulte el ejemplo de selección de techo en la sección [5.3.7](#) del apéndice A.

El equipo de diseño deberá documentar la siguiente información relativa a todos los sistemas de techos actuales y activos aprobados por Miami-Dade en el formulario de construcción del proyecto y en la lista de verificación de cumplimiento.

1. Ubicación (campo, perímetro o esquina)
2. Número de NOA
3. Resistencia al levantamiento
4. Todos los detalles relacionados con materiales y fijaciones

Asimismo, el equipo de diseño debe presentar una copia del informe del NOA de cada sistema aprobado al evaluador de FORTIFIED Multifamily. Para encontrar los ensamblajes de techos aprobados por Miami-Dade, use la herramienta de búsqueda en www.miamidade.gov/building/pc-search_app.asp.



5.3.4 Sistemas aprobados por el Departamento de Seguros de Texas (TDI)

- Varios sistemas: seleccione sistemas aprobados por el TDI que tengan una clasificación separada para cada área: campo, perímetro y esquina.
- Sistema único: seleccione un sistema aprobado por el TDI que tenga una clasificación para las presiones de levantamiento del área de la esquina y úselo en todo el techo.
- **Nota:** El TDI no permite mejoras en los bordes (perímetros o esquinas). Consulte el ejemplo de selección de techo en la sección [5.3.7](#) del apéndice A.

El equipo de diseño deberá documentar la siguiente información relativa a todos los sistemas de techos actuales y activos aprobados por el TDI en el formulario de construcción del proyecto y en la lista de verificación de cumplimiento.

1. Ubicación (campo, perímetro o esquina)
2. Identificación de evaluación del TDI (RC-xxx)
3. Número de ensamblaje
4. Intervalo de resistencia al levantamiento
5. Todos los detalles relacionados con materiales y fijaciones

Asimismo, el equipo de diseño debe presentar una copia del informe de evaluación del producto del TDI de cada sistema aprobado al evaluador de FORTIFIED Multifamily. Para obtener los informes de ensamblaje aprobados por el TDI, use la herramienta de búsqueda en www.tdi.texas.gov/wind/prod/indexrc.html.

5.3.5 Sistemas aprobados y clasificados por UL

Los sistemas sometidos a pruebas y aprobados por UL deben cumplir con los procedimientos de prueba indicados en la norma *UL 580: Pruebas de la resistencia al levantamiento de los ensamblajes de techos (Tests for Uplift Resistance of Roof Assemblies)* o la norma *UL 1897: Pruebas de levantamiento de los sistemas de cubiertas de techos (Uplift Tests for Roof Covering Systems)*. De conformidad con UL, la aparición del nombre de una empresa o de un producto en esta base de datos no garantiza por sí misma que los productos así identificados se hayan fabricado en virtud del servicio de seguimiento de UL. Solo aquellos productos que lleven la marca UL deben considerarse certificados y cubiertos por el servicio de seguimiento de UL. Siempre busque la marca UL en el producto.

- Varios sistemas: seleccione sistemas aprobados por UL que tengan una clasificación separada para cada área: campo, perímetro y esquina.
- Sistema único: seleccione un sistema aprobado por UL que tenga una clasificación para las presiones de levantamiento del área de la esquina y úselo en todo el techo.
- **Nota:** Los sistemas clasificados por UL no permiten mejoras en los bordes (perímetros o esquinas). Consulte el ejemplo de selección de techo en la sección [5.3.7](#) del apéndice A.

El equipo de diseño deberá documentar la siguiente información relativa a todos los sistemas de techos actuales y activos aprobados por el TDI en el formulario de construcción del proyecto y en la lista de verificación de cumplimiento.

- Ubicación (campo, perímetro o esquina)
- Número de producto de UL (se encuentra en la parte superior derecha del informe de especificaciones del producto)
- Número de opción (cada informe incluye varias opciones de ensamblaje con sus correspondientes capacidades de levantamiento)
- Resistencia al levantamiento
- Todos los detalles relacionados con materiales y fijaciones

El equipo de diseño debe presentar una copia del informe de especificaciones del producto de UL de cada sistema aprobado al evaluador de FORTIFIED Multifamily. Para obtener los informes de



especificaciones del producto, use la herramienta de búsqueda de UL situada en <http://productspec.ul.com/index.php>

5.3.6 Directorio de ensamblajes de techos

Como opción para buscar sistemas de techos, la Single Ply Roofing Industry (SPRI) creó el [directorio de ensamblajes de techos](#) (*Directory of Roof Assemblies*, DORA). El DORA es una base de datos de aplicaciones web de sistemas de techos sometidos a pruebas, de conformidad con las normas a las que se hace referencia en el capítulo 15 del Código Internacional de Construcción. Este servicio enumera las capacidades de carga límite de levantamiento de viento sometidas a pruebas en sistemas de techos de una sola capa y bituminosos modificados. Los ensamblajes pueden buscarse, visualizarse, guardarse e imprimirse.

Cabe señalar que las capacidades de levantamiento en el DORA son presiones máximas y deben dividirse por 2 para obtener las presiones de levantamiento de diseño que se exigen en la sección [3.1.1.3](#).

5.3.7 Ejemplo de selección de la cubierta del techo

El siguiente ejemplo, junto con la Tabla [4](#) y la Tabla [5](#), puede usarse para determinar el sistema necesario en función de los valores de levantamiento.

- Parámetros de construcción:
- Ancho: 100 ft
- Longitud: 100 ft
- Altura: 60 ft
- Pendiente del techo: $\geq 7^\circ$ (techo de pendiente baja)
- Velocidad del viento: 160 mph
- Categoría de exposición al viento: D
- Categoría de riesgo: III
- Escarpadura: plana

Nota: Si bien este es un ejemplo de un techo de pendiente baja sin voladizos, deben tenerse en cuenta los picos de los techos de pendiente pronunciada ($>10^\circ$) y voladizos cuando corresponda.

Use la figura 30.5-1 de la norma ASCE 7-10 (presiones de viento netas de diseño) para obtener las presiones de viento de los componentes y del recubrimiento de las zonas 1, 2 y 3. Use el factor de ajuste (λ) de la misma figura para tener en cuenta la altura del edificio y la categoría de exposición. En la Tabla [4](#), se enumeran los resultados.

Tabla 4: Ejemplo de techo con presiones de diseño de viento en términos de LRFD y ASD

Zona	Presión (psf) máxima (LRFD) de la figura 30.5-1 a 10 ft ²	Factor de ajuste (altura = 60 ft y exposición = D)	Presiones de diseño (psf) máximas (LRFD) ajustadas según ASCE-7-10	Presiones de diseño (psf) permitidas (ASD) ajustadas según ASCE-7-10 [Máxima x 0.6]
Zona 1	18.7/–46.1	1.87	35.0/–86.2	21.0/–51.7
Zona 2	18.7/–77.3	1.87	35.0/–144.6	21.0/–86.8
Zona 3	18.7/–116.3	1.87	35.0/–217.5	21.0/–130.5
Zona 4	46.1/–50.0	1.87	86.2/–93.5	51.7/–51.6
Zona 5	46.1/–61.7	1.87	86.2/–115.4	51.7/–69.2

Con la Tabla [5](#) como guía, use los valores de ASD recién calculados para seleccionar un sistema adecuado que cumpla con FM o Miami-Dade.



5.3.7.1 Varios sistemas

Con los varios sistemas aprobados por FM, la zona 1 (51.7 <60) tendrá una clasificación mínima de FM 1-105; la zona 2 (86.8 <90), de FM 1-180; y la zona 3 (130.5 <135), de FM 1-270.

Con los varios sistemas aprobados por UL, la zona 1 (51.7 <60) tendrá una clasificación mínima de 105; la zona 2 (86.8 <90), de 180; y la zona 3 (130.5 <135), de 270.

Con los varios sistemas aprobados por la FPA, el ICC-ES, Miami-Dade o el TDI (para obtener más información, consulte la sección [3.1.2.1](#)), la zona 1 tendrá una clasificación mínima de 51.7, la zona 2 tendrá una clasificación mínima de Miami-Dade de 86.8, mientras que la zona 3 tendrá una clasificación mínima de 130.5.

5.3.7.2 Sistema único

Con un sistema único, seleccione una cubierta de techo que sea suficiente para resistir las presiones de levantamiento del viento (zona 3 [130.5 <135]) de las esquinas. Use una clasificación de FM 1-270, UL 270 o FPA, ICC-ES, Miami-Dade o de TDI 135 en todas las zonas del techo.

5.3.7.3 Mejoras en los bordes (perímetros o esquinas)

En algunos casos, la FPA permite las mejoras de los bordes (perímetros o esquinas). Las mejoras deben seguir las disposiciones establecidas en el informe de evaluación activo y correspondiente de la FPA.

No se permiten las mejoras FM en los bordes (perímetros o esquinas).

El ICC-ES, el TDI y UL no permiten mejoras en los bordes (perímetros o esquinas).

Con el sistema aprobado por Miami-Dade, seleccione un sistema de techo que tenga una clasificación para el campo. Si el NOA lo permite, puede haber mejoras en los bordes. Para calcular estas mejoras, consulte el NOA del sistema específico.

Tabla 5: Selección del techo de conformidad con FM, la FPA, el ICC-ES, Miami-Dade, el TDI y UL

Valores de levantamiento (LRFD) según ASCE 7-10 (psf)	Valores de levantamiento (ASD) según ASCE 7-10 (psf)	Clasificación mínima de FM	Aprobación de UL	Clasificación mínima de la FPA, el ICC-ES, Miami-Dade y el TDI
≤50	≤30	1-60	60	30
≤62.5	≤37.5	1-75	75	37.5
≤75	≤45	1-90	90	45
≤87.5	≤52.5	1-105	105	52.5
≤100	≤60	1-120	120	60
≤112.5	≤67.5	1-135	135	67.5
≤125	≤75	1-150	150	75
≤137.5	≤82.5	1-165	165	82.5
≤150	≤90	1-180	180	90
≤170.8	≤102.5	1-205	205	102.5
≤175	≤105	1-210	210	105
≤195.8	≤117.5	1-235	235	117.5
≤200	≤120	1-240	240	120
≤212.5	≤127.5	1-255	255	127.5
≤225	≤135	1-270	270	135
≤237.5	≤142.5	1-285	285	142.5
≤250	≤150	1-300	300	150
≤262.5	≤157.5	1-315	315	157.5
≤275	≤165	1-330	330	165
≤287.5	≤172.5	1-345	345	172.5
≤300	≤180	1-360	360	180
≤312.5	≤187.5	1-375	375	187.5
≤325	≤195	1-390	390	195
≤337.5	≤202.5	1-405	405	202.5
Nota: Los valores de levantamiento y las aprobaciones disponibles pueden superar los valores incluidos en esta tabla.				

5.4 Sistemas aprobados de paneles de techos metálicos estructurales y arquitectónicos

Los sistemas aprobados de techos de paneles metálicos estructurales sobre soportes espaciados y los paneles de techos metálicos arquitectónicos no estructurales sobre revestimiento de madera maciza incluyen aquellos que tienen la aprobación de siguiente:

- Aprobación del producto de Florida (FPA)
- Aprobación de FM
- Servicio de Evaluación del ICC (ICC-ES)
- Aprobación de Miami-Dade
- Departamento de Seguros de Texas (TDI)
- Clasificación de UL



5.5 Otros sistemas fotovoltaicos (FV) aprobados

A continuación, se presentan otros sistemas FV aprobados:

- Módulos FV rígidos aprobados por FM o que cumplen con la norma de aprobación FM 4478 (levantamiento de viento, combustibilidad desde encima de la plataforma, etc.).
- Módulos FV flexibles aprobados por FM o que cumplen con la norma de aprobación de FM 4476.
- Sistema FV con un informe de evaluación de conformidad con el certificado AC 428 del ICC.



6 Referencias

[American Architectural Manufacturers Association \(AAMA\)](#)

[Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles](#): cargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras

American Wood Council: [Especificaciones nacionales de diseño para construcciones de madera \(National Design Specifications \[NDS\] for Wood Construction\)](#)

Agencia Federal de Gestión de Emergencias: [Hurricane Katrina in the Gulf Coast: Mitigation Assessment Team Report; Building Performance Observations, Recommendations, and Technical Guidance, FEMA 549/ July 2006](#) (en inglés). Sistemas de protección contra rayos adosados a los techos en regiones con vientos fuertes; aviso sobre la recuperación tras el huracán Katrina (*Rooftop Attached Lightning Protection Systems in High-Wind Regions; Hurricane Katrina Recovery Advisory*), página 479.

Agencia Federal de Gestión de Emergencias: [Centro de Servicio de Mapas de Inundación](#)

[Código de Construcción de Florida](#)

[Departamento de Regulación Empresarial y Profesional de Florida: aprobaciones del producto de Florida](#) (FPA)

TRI o FRSA [Manual de instalación de tejas de hormigón y arcilla para vientos fuertes de Florida \(Florida High Wind Concrete and Clay Tile Installation Manual\)](#), sexta edición

[FM Approvals](#)

[Hojas de datos globales de FM](#)

[Servicio de Evaluación del ICC](#)

Aprobaciones del condado de Miami-Dade: recursos reglamentarios y económicos

[Asociación Nacional de Protección contra el Fuego \(National Fire Protection Agency, NFPA\) 780: Norma para la instalación de sistemas de protección contra rayos](#)

[Single Ply Roofing Industry \(SPRI\)](#)

[Departamento de Seguros de Texas \(TDI\)](#)

[Underwriters Laboratories](#)