



Guía del constructor de viviendas para la construcción costera

Serie de Hojas Informativas Técnicas

FEMA P-499 / Diciembre de 2010



FEMA

Serie de hojas informativas para la construcción costera

Introducción

FEMA ha producido una serie de 37 hojas informativas que ofrece guías y recomendaciones técnicas respecto a la construcción de **edificios residenciales costeros**. Las hojas contienen información dirigida a mejorar el rendimiento de los edificios expuestos a inundaciones y fuerzas del viento en zonas costeras. Las hojas informativas incluyen una gran cantidad de fotos e imágenes que ilustran los requisitos reglamentarios del Programa del Seguro Nacional de Inundación (NFIP, por sus siglas en inglés), la manera correcta de ubicar edificios costeros y las prácticas de diseño y construcción recomendadas, como las conexiones estructurales, el cerramiento del edificio, los servicios públicos y estructuras adjuntas. Además, muchas de las hojas informativas incluyen listas de recursos adicionales que ofrecen más información sobre los temas discutidos.

Hojas informativas disponibles

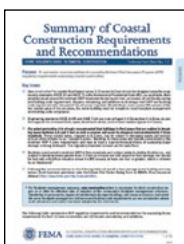
Las siguientes 37 hojas informativas también están disponibles en el sitio web de FEMA (www.fema.gov) como archivos en formato de documento portátil de Adobe (PDF) y *plain text* (.txt). Debe tener la aplicación Adobe Reader para poder mirar estos archivos en PDF. Se recomienda usar la versión más reciente. Descargue la aplicación gratis en www.adobe.com

Nota: Las hojas informativas se han dividido en 10 categorías, que representan varios componentes de construcción o aspectos del proceso de construcción. Estas hojas informativas están numeradas, primero por categoría seguidas por un número para representar esa hoja dentro de la categoría. Las actualizaciones posteriores que se hagan a esta publicación incluirán hojas informativas usando estas categorías y le permitirá al usuario añadir hojas informativas nuevas en cada categoría sin tener que reimprimir la guía entera. Las revisiones a las hojas individuales incluirán una carta detrás de los números para representar cada actualización subsiguiente.

Categoría 1 – General



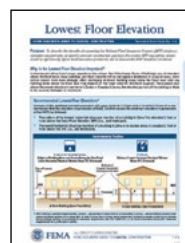
Hoja Informativa Núm. 1.1, Éxitos y fracasos de la construcción costera – Explica cómo los requisitos de construcción costera difieren de los de la construcción tierra adentro. Además, menciona las características que debe tener una construcción costera exitosa de edificios residenciales. Ofrece recomendaciones de diseño y construcción para conseguir el éxito en la construcción.



Hoja Informativa Núm. 1.2, Resumen de requisitos y recomendaciones para la construcción costera – Resume las recomendaciones para sobrepasar los requisitos reglamentarios del NFIP para construcciones nuevas y remodelaciones, reparaciones y ampliaciones. Los temas incluyen: construcción de cimientos, estructuras cerradas bajo el Nivel de Inundación Base (BFE, por sus siglas en inglés), el uso de relleno de hormigón no estructural, el uso de espacio debajo del BFE, los servicios públicos, los requisitos de certificación, y las reparaciones, remodelaciones y ampliaciones. Se incluyen referencias de hojas informativas sobre los temas relacionados.



Hoja Informativa Núm. 1.3, Cómo usar los Mapas Digitales de Tasas del Seguro de Inundación (DFIRM) – Explica el propósito de los Mapas de Tasas del Seguro de Inundación (FIRM, por sus siglas en inglés) y los Mapas Digitales de Tasas del Seguro de Inundación (DFIRM, por sus siglas en inglés); menciona aspectos importantes para la construcción costera, incluidas las zonas de inundación y el nivel de inundación base; y explica cómo obtener los FIRM, DFIRM y Estudios del Seguro de Inundación (FIS, por sus siglas en inglés).



Hoja Informativa Núm. 1.4, Elevación del piso más bajo – Define “el piso más bajo”, discute los beneficios de sobrepasar los requisitos mínimos del nivel base del NFIP, identifica las prácticas comunes de la construcción que presentan violaciones a los reglamentos del NFIP, lo que resulta en unas premias significativamente altas de los seguros de inundación; y discute el Certificado de Elevación del NFIP. También se incluye una copia del certificado.





Hoja Informativa Núm. 1.5, Certificación del diseño y la construcción en la Zona V – Explica los requisitos para la certificación del diseño estructural y los métodos de construcción en Zonas V. También incluye un ejemplo del certificado y explica cómo llenarlo.



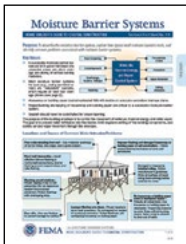
Hoja Informativa Núm. 1.6, Diseño para niveles de inundación sobre el BFE – Recomienda las prácticas de diseño y construcción que reducen la probabilidad de daños por inundación en la eventualidad de que los niveles de inundación sobrepasen el BFE. Incluye imágenes de mejores prácticas de construcción e información sobre los beneficios del seguro por construir sobre el BFE.



Hoja Informativa Núm. 1.7, Materiales de construcción costera – Ofrece directrices y las mejores prácticas para la selección de materiales de construcción costera. Esta publicación cubre los temas de resistencia a inundaciones, al viento, al moho y al deterioro.

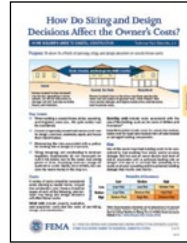


Hoja Informativa Núm. 1.8, Materiales y sistemas de construcción no tradicionales – Ofrece orientación sobre materiales y técnicas de construcción alternas y cómo aplican a la construcción costera. Incluye discusiones de productos de madera reconstituida, paneles con aislamiento estructural, formaleas aislantes para hormigón, muros cortantes prefabricados y marcos de momento, aislamiento de espuma de célula cerrada proyectada, ensamblaje avanzado del armazón de las paredes y casas modulares.



Hoja Informativa Núm. 1.9, Sistemas de barreras de humedad – Describe los sistemas de barreras de humedad, explica cómo funcionan normalmente los sistemas de barreras de humedad y cubre el tema de los problemas comunes relacionados con los sistemas de barreras de humedad.

Categoría 2 – Planificación



Hoja Informativa Núm. 2.1, ¿Cómo afectan las decisiones de ubicación y diseño los costos del dueño? – Aborda los efectos de tomar decisiones sobre la planificación, la ubicación y el diseño en los costos de hogares costeros. Incluye temas como: costos iniciales, operacionales y a largo plazo; determinación de riesgos; y el efecto sobre los costos de cumplir o sobrepasar el código y los requisitos de diseño y construcción del NFIP.



Hoja Informativa Núm. 2.2, Selección de un lote y ubicación del edificio – Incluye consejos sobre cómo seleccionar un lote y las consideraciones que se deben tener para ubicar edificios residenciales costeros. Los temas incluyen factores que restringen las decisiones de ubicación, las líneas de separación costera, problemas comunes de ubicación, y sugerencias para constructores, diseñadores y propietarios.

Categoría 3 – Cimientos



Hoja informativa Núm. 3.1, Cimientos en áreas costeras – Explica los criterios de diseño de cimientos en áreas costeras y describe los tipos de cimientos apropiados para ambientes costeros. También cubre el tema de los cimientos para áreas costeras altas. (p. ej. acantilados).



Hoja informativa Núm. 3.2, Diseño e instalación de pilotes – Presenta información básica sobre el diseño y la instalación de pilotes, incluidos los tipos, tamaños y largos, métodos de instalación, abrazaderas, corte en campo, conexiones y cómo verificar capacidades.

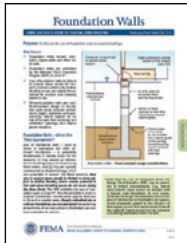


Conexiones entre pilotes y vigas de madera – Ilustra las conexiones típicas entre pilotes y vigas de madera; presenta la guía de construcción básica para varios métodos de conexión, incluyendo las conexiones para pilotes desalineados; e ilustra las técnicas de conexión para el anclaje de pilotes.

Categoría 5 – Sistemas de pared

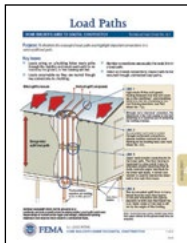


Hoja informativa Núm. 3.4, Construcción con pilares de mampostería reforzada – Ofrece una alternativa a los pilotes en Zonas V y Zonas A en áreas costeras donde las propiedades del suelo impiden la instalación de pilotes, pero todavía existe la necesidad de un “sistema de cimientos abiertos”. Incluye recomendaciones para prácticas adecuadas de mampostería en ambientes costeros.

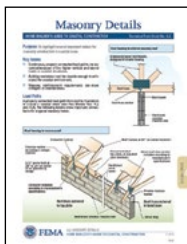


Hoja Informativa Núm. 3.5, Muros de cimientos – Explica e ilustra el uso de los muros de cimientos en edificios costeros. Los temas que cubre son: empotramiento de zapatas, altura de los muros, materiales y mano de obra, soportes laterales, aberturas para inundaciones y requisitos de ventilación y elevaciones del nivel del terreno interior para entresuelos.

Categoría 4 – Trayectorias de carga



Hoja informativa Núm. 4.1, Trayectorias de carga – Ilustra el concepto de las trayectorias de carga y subraya las conexiones importantes en una trayectoria típica de carga de fuerza negativa de levante del viento.



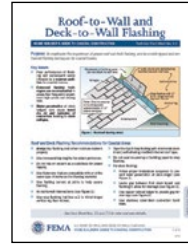
Hoja Informativa Núm. 4.2, Detalles de mampostería – Ilustra los detalles importantes de la conexión entre techo y pared y pared a cimientos para construcciones de mampostería en áreas costeras. Los temas incluyen: trayectoria de carga, materiales de construcción y refuerzos.



Hoja informativa Núm. 4.3, Uso de conectores y anclajes – Ilustra las conexiones importantes de construcción y el uso adecuado de herrajes de conexión en todo un edificio.



Hoja informativa Núm. 5.1, Membrana hidrófuga – Explica la función de la membrana hidrófuga, examina sus atributos y aborda los problemas comunes relacionados con su uso. Los temas incluyen: membrana hidrófuga v. papel de construcción y la instalación de la membrana hidrófuga.



Hoja Informativa Núm. 5.2, Tapajuntas de techo a pared y de cubierta a pared – Recalca la importancia de un tapajuntas adecuado de techo o cubierta y presenta las técnicas típicas y mejoradas para instalar tapajuntas en hogares costeros.



Hoja Informativa Núm. 5.3, Instalación de revestimiento exterior en regiones de vientos fuertes – Ofrece técnicas básicas de diseño e instalación para varios tipos de revestimiento exterior en regiones de vientos fuertes, incluso los de vinilo, madera y de cemento de fibra y aborda los problemas de diseño sostenibles.



Hoja Informativa Núm. 5.4, Fijación de revestimiento de ladrillo en regiones de vientos fuertes – Ofrece recomendaciones para instalar revestimiento de ladrillo que mejorará la resistencia al viento en regiones de vientos fuertes. Ofrece ejemplos de cómo instalar revestimiento de ladrillo y de la separación entre sujetadores.

Categoría 6 – Aberturas

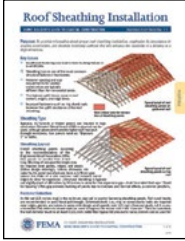


Hoja Informativa Núm. 6.1, Instalación de puertas y ventanas – Presenta conceptos de detalles de tapajuntas para aberturas de ventanas y puertas que brindan una resistencia adecuada contra el agua para evitar la entrada de agua en ambientes costeros, que no dependan de los selladores, que sean integrales con las barreras climáticas (p. ej., membrana hidrófuga) y estén fijadas adecuadamente a la pared. Los temas incluyen: el Estándar E 2112 de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM, por sus siglas en inglés) y las consideraciones adecuadas respecto a los tapajuntas de charola, los sistemas de acabado de aislamiento exterior, anclaje del armazón, tormenteras e impermeabilizantes.

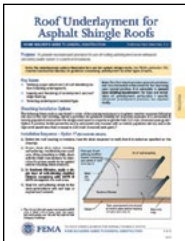


Hoja Informativa Núm. 6.2, Protección de aberturas: tormenteras y vidriado – Presenta información sobre la selección e instalación de tormenteras y vidriado resistente a impactos y otros tipos de protección para aberturas en regiones con escombros arrastrados por el viento. Los tipos de tormenteras incluyen: paneles provisionales de madera contrachapada, paneles provisionales fabricados, permanentes, de cierre manual; y permanentes, con la asistencia de un motor.

Categoría 7 – Techos



Hoja Informativa Núm. 7.1, Instalación de revestimiento de techo – Presenta información sobre la instalación adecuada de revestimientos de techo y su importancia en la construcción costera; además, cubre el tema de los métodos de fijación que pueden mejorar la durabilidad del edificio en áreas de vientos fuertes. Los temas incluyen: los tipos de revestimiento y de colocación de los extremos del hastial y los techos a cuatro aguas, la selección y la separación entre sujetadores, el tratamiento de las rejillas de ventilación de la cresta y del armazón escalonado, y los errores comunes para fijar el revestimiento.



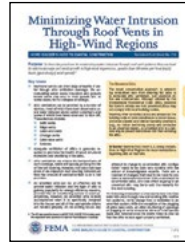
Hoja Informativa Núm. 7.2, Capa base para techos con tejas de asfalto – Presenta las prácticas recomendadas para el uso de la capa base del techo como una barrera de agua mejorada en ambientes costeros. Se ilustran además otros métodos de instalación.



Hoja Informativa Núm. 7.3, Techos con tejas de asfalto para regiones de vientos fuertes – Recomienda las prácticas para instalar tejas de asfalto que mejoren la resistencia al viento de las cubiertas de techo en regiones costeras de vientos fuertes. Algunos problemas incluyen: la instalación de techos a cuatro aguas, aleros, y crestas; las características de las tejas; el desgaste y la durabilidad; y la resistencia al viento.



Hoja Informativa Núm. 7.4, Techos con tejas en regiones de vientos fuertes – Guía de diseño y construcción de métodos de fijación de tejas. Los temas incluyen: cargas negativas de levante, resistencia contra fuerza negativa de levante, consideraciones especiales respecto a la fijación de tejas en techos de cuatro aguas y crestas, la instalación de tejas en edificios fundamentales y esenciales y el control de calidad.



Hoja Informativa Núm. 7.5, Cómo minimizar la entrada de agua por las rejillas de ventilación del techo en regiones de vientos fuertes – Describe las prácticas para minimizar la entrada de agua a través de los sistemas de rejillas de ventilación del techo, que puede llevar a daños en el interior y al crecimiento de hongos en regiones de vientos fuertes. Los temas incluyen las rejillas de ventilación en los soffits, las crestas, los extremos del hastial, los filos de las crestas, los bordes inclinados del hastial y las turbinas.



Hoja Informativa Núm. 7.6, Sistemas de techo de metal en regiones de vientos fuertes – Presenta guías de diseño y construcción para sistemas de techos de metal que mejorarán la resistencia al viento en regiones de vientos fuertes. Se cubre el tema de las opciones de diseño sostenible.

Categoría 8 - Accesorios



Hoja informativa Núm. 8.1, Estructuras cerradas y paredes desprendibles – Ofrece los requisitos y las recomendaciones para estructuras cerradas y paredes desprendibles para usarlos por debajo del nivel de inundación base (BFE, por sus siglas en inglés). Incluye un diagrama de un sistema de pared que cumple con los requisitos y ejemplos de sistemas que han causado daños mayores o que han aumentado las primas de los seguros de inundación.



Hoja informativa Núm. 8.2, Cubiertas, piscinas y estructuras adjuntas – Resume los requisitos del NFIP, las guías generales y las recomendaciones respecto a la construcción e instalación de cubiertas, escaleras de acceso y ascensores, piscinas y estructuras adjuntas debajo o cerca de edificios residenciales.



Hoja informativa Núm. 8.3, Protección de los servicios públicos – Identifica las consideraciones especiales que se deben tomar al instalar equipo de servicios públicos, como combustible, alcantarillados y líneas de acueductos y alcantarillados en residencias costeras. Además, presenta recomendaciones para protegerlas.

Categoría 9 - Reparaciones



Hoja Informativa Núm. 9.1, Reparaciones, remodelaciones, adiciones y refuerzos para inundación. – Resume los requisitos del NFIP y hace recomendaciones de las mejores prácticas de reparaciones, remodelaciones y adiciones a la vez que discute las oportunidades para refuerzos en áreas costeras de alto riesgo de inundación.

También recomienda sobrepasar los requisitos mínimos del NFIP. Se incluyen las definiciones de “daño sustancial” y “mejoras sustanciales”.



Hoja Informativa Núm. 9.2, Reparaciones, remodelaciones, adiciones y refuerzos para viento. – Resume los requisitos y hace recomendaciones de las mejores prácticas para reparaciones, remodelaciones y adiciones a la vez que discute las oportunidades para refuerzos en áreas costeras de vientos fuertes.

Categoría G - Guía



Hoja Informativa Núm. G.1, Serie de hojas informativas para la construcción costera.



Hoja Informativa Núm. G.2, Referencias y recursos. – Enumera las referencias que incluyen información pertinente de los temas incluidos en la *Guía del Constructor de Viviendas para la Construcción Costera*.

FEMA P-499 Guía del Constructor de Viviendas para la Construcción Costera – Transición de 2005 a 2010

| Categoría | Código de categoría | Hoja | Título | Núm. de hoja informativa en la edición de 2005 |
|---------------|---------------------|------|--|--|
| Guía | G | 1 | Serie de hojas informativas para la construcción costera | |
| General | 1 | 1 | Éxitos y fracasos en la construcción costera | 1 |
| General | 1 | 2 | Resumen de requisitos y recomendaciones para la construcción costera y los efectos de las inundaciones | 2 |
| General | 1 | 3 | Cómo usar los Mapas Digitales de Tasas del Seguro de Inundación (DFIRM) | 3 |
| General | 1 | 4 | Elevación del piso más bajo | 4 |
| General | 1 | 5 | Certificación del diseño y la construcción en la Zona V | 5 |
| General | 1 | 6 | Diseño para niveles de inundación sobre el BFE | Nuevo |
| General | 1 | 7 | Materiales de construcción costera | 8 |
| General | 1 | 8 | Materiales y sistemas de construcción no tradicionales | Nuevo |
| General | 1 | 9 | Sistemas de barreras de humedad | 9 |
| Planificación | 2 | 1 | ¿Cómo afectan las decisiones de ubicación y diseño los costos del dueño? | 6 |
| Planificación | 2 | 2 | Selección de un lote y ubicación del edificio | 7 |
| Cimientos | 3 | 1 | Cimientos en áreas costeras | 11 |
| Cimientos | 3 | 2 | Diseño e instalación de pilotes | 12 |
| Cimientos | 3 | 3 | Conexiones entre pilotes y vigas de madera | 13 |
| Cimientos | 3 | 4 | Construcción con pilares de mampostería reforzada | 14 |
| Cimientos | 3 | 5 | Muros de cimientos | 15 |

G.1: SERIE DE HOJAS INFORMATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN COSTERA

GUÍA DEL CONSTRUCTOR DE VIVIENDAS PARA LA CONSTRUCCIÓN COSTERA

| Categoría | Código de categoría | Hoja | Título | Núm. de hoja informativa en la edición de 2005 |
|-----------------------|---------------------|------|--|--|
| Trayectorias de carga | 4 | 1 | Trayectorias de carga | 10 |
| Trayectorias de carga | 4 | 2 | Detalles de mampostería | 16 |
| Trayectorias de carga | 4 | 3 | Uso de conectores y anclajes | 17 |
| Sistemas de Paredes | 5 | 1 | Membrana hidrófuga | 23 |
| Sistemas de Paredes | 5 | 2 | Tapajuntas de techo a pared y de cubierta a pared | 24 |
| Sistemas de Paredes | 5 | 3 | Instalación de revestimiento exterior en regiones de vientos fuertes | 25 |
| Sistemas de Paredes | 5 | 4 | Fijación de revestimiento de ladrillo en regiones de vientos fuertes | Nuevo |
| Aberturas | 6 | 1 | Instalación de puertas y ventanas | 22 |
| Aberturas | 6 | 2 | Protección de aberturas: tormenteras y vidriado | 26 |
| Techos | 7 | 1 | Instalación de revestimiento de techo | 18 |
| Techos | 7 | 2 | Capa base para techos con tejas de asfalto | 19 |
| Techos | 7 | 3 | Techos con tejas de asfalto para regiones de vientos fuertes | 20 |
| Techos | 7 | 4 | Techo con tejas en regiones de vientos fuertes | 21 |
| Techos | 7 | 5 | Cómo minimizar la entrada de agua por las rejillas de ventilación del techo en regiones de vientos fuertes | Nuevo |
| Techos | 7 | 6 | Sistemas de techo de metal en regiones de vientos fuertes | Nuevo |
| Accesorios | 8 | 1 | Estructuras cerradas y paredes desprendibles | 27 |
| Accesorios | 8 | 2 | Cubiertas, piscinas y estructuras adjuntas | 28 |
| Accesorios | 8 | 3 | Protección de los servicios públicos | 29 |
| Reparaciones | 9 | 1 | Reparaciones, remodelaciones, adiciones y refuerzos para inundación | 30 |
| Reparaciones | 9 | 2 | Reparaciones, remodelaciones, adiciones y refuerzos para viento | 30 |
| Guías | G | 2 | Referencias y recursos | 31 |

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Hogares



G.1: SERIE DE HOJAS INFORMATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN COSTERA

Éxitos y fracasos de la construcción costera

Propósito: *Discutir cómo los requisitos de la construcción costera son diferentes a los requisitos de la construcción tierra adentro. Discutir las características de la construcción costera de éxito.*

¿Es muy diferente la construcción costera de la construcción tierra adentro?

La respuesta corta es **sí**. La construcción en un ambiente costero es diferente a la construcción en una zona tierra adentro:

- **Debido a los niveles de inundación, la velocidad y acción del oleaje** en las zonas costeras, las inundaciones costeras suelen causar más daños que las inundaciones tierra adentro.
- La **erosión** costera puede socavar edificios y destruir terrenos, carreteras, servicios públicos e infraestructura.
- **La velocidad del viento** por lo general, es más alta en las zonas costeras y requiere conexiones estructurales más fuertes y que los clavos estén más cerca unos de otros en el revestimiento, recubrimiento exterior y tejas de los edificios.
- **La lluvia impulsada por el viento, la corrosión, y el deterioro** son preocupaciones frecuentes en las zonas costeras.

En general, las viviendas en las zonas costeras deben estar diseñadas y construidas para resistir **cargas mayores** y **condiciones más extremas**. Las viviendas en las áreas costeras requerirán **más mantenimiento** y cuidado. Debido a su exposición a cargas mayores y condiciones extremas, es más costoso diseñar, construir, mantener, reparar y asegurar las viviendas en las áreas costeras.

Éxito en la construcción

Para que un edificio costero sea considerado un “éxito”, tienen que ocurrir cuatro cosas:

- El edificio tiene que estar diseñado para resistir fuerzas y condiciones costeras.
- El edificio tiene que ser construido conforme al diseño.
- El edificio tiene que estar ubicado de manera que la erosión no socave el edificio ni lo vuelva inhabitable.
- El edificio tiene que ser mantenido y reparado.

Un edificio bien construido, pero mal ubicado, podría ser socavado y no tendrá éxito (vea la Imagen 1). Aunque un edificio esté ubicado en un lugar retirado o alejado de la costa, no tendrá buen rendimiento (no tendrá éxito), si no puede resistir los vientos fuertes y otros peligros que ocurran en el lugar (vea la Imagen 2).



Imagen 1. Edificio bien construido, pero mal ubicado.



Imagen 2. Edificio bien ubicado que sufrió daños.



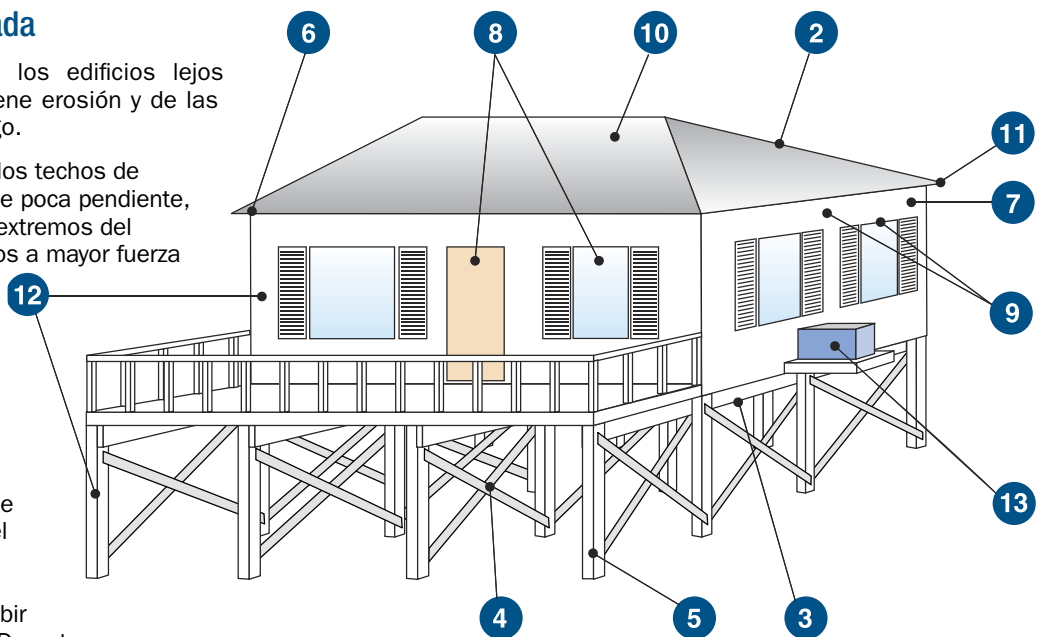
¿Qué deben esperar los dueños y constructores de viviendas de un edificio costero de “éxito”?

En las áreas costeras, un edificio solo puede ser considerado de éxito si puede resistir daños de riesgos y procesos costeros durante décadas. Esta aseveración no implica que un edificio residencial costero no sufrirá daños durante su vida útil prevista. Significa que el impacto de un evento de inundación, tormenta, viento o erosión al nivel del diseño (o una serie de eventos menores con impacto combinado equivalente a un evento de diseño) se limitará a lo siguiente:

- Los **cimientos** del edificio tienen que mantenerse intactos y funcionales.
- El **cerramiento** (paredes, aberturas, techo y la planta más baja) tiene que mantenerse sólido desde el punto de vista estructural y poder minimizar la entrada del viento, la lluvia y los escombros.
- La **elevación de la planta más baja** tiene que ser suficiente para impedir que el agua de inundación entre en el cerramiento del edificio elevado durante el evento de diseño.
- Las **conexiones de servicios públicos** (p. ej., electricidad, agua, alcantarillado, gas natural) tienen que mantenerse intactas o ser restablecidas fácilmente.
- El edificio tiene que ser **accesible y utilizable** después de un evento al nivel de diseño.
- Los daños a **estructuras cerradas** debajo del Nivel de Inundación del Diseño (DFE, por sus siglas en inglés)* no deben producir daños a los cimientos, las conexiones de servicios públicos o la parte elevada del edificio.

Práctica recomendada

- 1 **Ubicación**– ubique los edificios lejos de la costa que tiene erosión y de las zonas de alto riesgo.
- 2 **Forma del edificio**– los techos de terrazas planos o de poca pendiente, los voladizos y los extremos del hastial están sujetos a mayor fuerza negativa de levante cuando hay vientos fuertes. Los edificios altos y estrechos están sujetos a volcarse. Cada uno de estos problemas se puede superar a través del proceso de diseño. Sin embargo, cada problema debe recibir atención especial. Durante el proceso de diseño, escoja techos de cuatro aguas de pendiente moderada (4/12 a 6/12), si es posible.
- 3 **Elevación del piso más bajo**– Eleve sobre el DFE la parte inferior de la pieza estructural horizontal más baja que apoya el piso más bajo. Añada margen de separación vertical o francobordo para reducir los daños y las primas del seguro de inundación.
- 4 **Sin obstrucciones**– Use cimientos abiertos. No obstruya el área debajo de la parte elevada del edificio. Evite o minimice el uso de paredes desprendibles. No instale servicios públicos ni



termine áreas cerradas debajo del DFE. Los dueños suelen convertir estas áreas a usos habitables, que está prohibido por el Programa Nacional del Seguro de Inundación y podría causar mayores daños por inundación, además de pérdidas económicas.

- 5 **Cimientos**– Asegúrese de que los cimientos sean lo suficientemente profundos para resistir los efectos de socavación y erosión; lo suficientemente fuertes para resistir las fuerzas de las olas, corrientes,

inundaciones y escombros; y puedan transferir las fuerzas de viento y terremoto desde los niveles altos a la tierra.

- 6 **Conexiones**– Las conexiones claves incluyen el revestimiento de los techos, entre el techo y las paredes, entre las paredes, y entre las paredes y los cimientos. Asegúrese de que estas conexiones se construyan según el diseño. Los pernos, tornillos y clavos con vástago son requisitos comunes. Los planos deben identificar los detalles de las conexiones básicas y de dónde colocar los clavos.
- 7 **Paredes externas**– Use revestimiento estructural en las áreas con vientos fuertes para aumentar la resistencia de las paredes. Use esquemas de sujeción con clavos más cercanos para sujetar el revestimiento. Tenga cuidado de no clavar muy profundo los clavos con propulsión neumática. Esto puede reducir la capacidad cortante en los muros cortantes.
- 8 **Ventanas y puertas de cristal**– en las áreas con vientos fuertes, use ventanas y puertas que puedan resistir el aumento en la presión del viento. En las áreas con escombros arrastrados por el viento, use cristales resistentes a impactos o tormenteras.
- 9 **Tapajuntas y barreras para el clima**– use conexiones más fuertes y mejores tapajuntas en techos, paredes, puertas, ventanas y otras aberturas. Las barreras de humedad secundarias instaladas correctamente, como membranas hidrófugas (*Housewrap*) o papel de construcción, pueden reducir la entrada del agua de la lluvia impulsada por el viento.
- 10 **Techo**– en las zonas con vientos fuertes, escoja revestimientos de techo adecuados y preste mucha atención a los detalles. Evite las tejas en las zonas propensas a huracanes.
- 11 **Techos de terrazas y voladizos de techos**– diseñe y amarre los techos de terrazas y voladizos de techo para resistir las fuerzas negativas de levante.
- 12 **Materiales de construcción**– use materiales resistentes a inundación debajo del DFE. Todos los materiales expuestos deben ser resistentes a la humedad y el deterioro. Los metales deben tener protección adicional contra la corrosión.

13 **Equipo mecánico y servicios públicos**– las cajas eléctricas, el equipo de calefacción, refrigeración y ventilación (HVAC, por sus siglas en inglés) y otros equipos deben ser elevados para evitar daños por inundación y estar estratégicamente ubicados para evitar daños por el viento. Las líneas y los cables de servicios públicos deben instalarse de manera que minimicen los posibles daños por inundación.

14 **Control de calidad**– Las inspecciones de construcción y el control de calidad son esenciales para el éxito del edificio. Incluso los errores y defectos de construcción “menores” pueden causar daños considerables durante los eventos de vientos fuertes o inundación. Tenga esto presente cuando inspeccione la construcción o evalúe las necesidades de mantenimiento anual.

Puede encontrar prácticas recomendadas y guías sobre los temas mencionados anteriormente en los documentos citados en estas hojas informativas y en muchas publicaciones profesionales (por ejemplo, *The Journal of Light Construction*, <http://www.jlconline.com>).

¿Mejorarán las probabilidades de éxito (rendimiento del edificio) si sobrepasa los requisitos mínimos?

Los estados y las comunidades hacen cumplir los requisitos reglamentarios que determinan cuándo y dónde pueden ubicarse, diseñarse y construirse edificios. Con frecuencia, hay beneficios económicos cuando se sobrepasan los requisitos (vea el recuadro). Los diseñadores y constructores de vivienda pueden ayudar a los dueños a evaluar sus opciones y tomar decisiones informadas en cuanto a sobrepasar estos requisitos.

Beneficios de sobrepasar los requisitos mínimos

- Menos daños al edificio durante eventos de tormentas en zonas costeras
- Menos mantenimiento al edificio
- Vida útil del edificio más larga
- Primas del seguro más bajas*
- Mejor reputación para el constructor

* Nota: Las primas del seguro de inundación pueden reducirse hasta un 60 por ciento si se sobrepasan las prácticas mínimas de ubicación, diseño y construcción. Consulte el Formulario de Clasificación de Factores de Riesgo para la Zona V en el *Manual del Seguro de Inundación de FEMA* (<http://www.fema.gov/nfip/manual.shtm>).

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas



Resumen de requisitos y recomendaciones para la construcción costera

Propósito: *Resumir las recomendaciones para sobrepasar los requisitos reglamentarios del Programa del Seguro Nacional de Inundación (NFIP, por sus siglas en inglés) relacionados con la construcción costera.*




Asuntos claves

- *Las nuevas construcciones** en las áreas de riesgo de inundación costera (Zona V y Zona A) deben designarse conforme a las estándares de ingeniería (ASCE 24 y ASCE 7) o el Código Residencial Internacional (IRC, por sus siglas en inglés), según corresponda. Las mejores prácticas deben sobrepasar los requisitos mínimos del NFIP y cumplir, o sobrepasar, todos los requisitos de zonificación y códigos de construcción de la comunidad. *Las reparaciones, remodelaciones y adiciones* siempre deben cumplir con los requisitos del NFIP y de los códigos de construcción para la parte de la estructura afectada. Si estos costos sobrepasan el 50 por ciento del valor justo en el mercado de la estructura, todo el edificio tiene que cumplir con los códigos del manejo de valles de inundación y los códigos de construcción locales.
- Los estándares de ingeniería ASCE 24-05 y ASCE 7-10 son *más estrictos en las Zonas V que en las Zonas A* para proteger contra el mayor número de riesgos de inundación, olas, escombros de inundaciones y erosión típicos de las Zonas V.
- **Para mayor protección, se recomienda firmemente que los edificios en las zonas de inundación sujetos al rompimiento de olas de entre 1.5 y 3 pies, así como a la erosión y socavación, sean diseñados y construidos conforme a los estándares de las Zonas V.** Estas zonas costeras, identificadas en los mapas como Zonas A, podrían estar sujetas a oleaje peligroso y a erosión. Con frecuencia se conocen como “Zonas Costeras A”. Los edificios en estas áreas, por lo general, se construyen conforme a los requisitos mínimos de las Zonas A establecidos por el NFIP y tienen una probabilidad de, por lo menos, 1 por ciento anual de sufrir daños mayores o de ser destruidos. Este estándar reglamentario se conoce como *la inundación base*.
- Los edificios construidos conforme a los estándares mínimos de las Zonas A establecidas por el NFIP y sujetos solamente a inundaciones superficiales (p. ej., no sujetos a oleaje de más de 1.5 pies o a erosión) comoquiera están sujetos a daños por inundación y deben construirse con una elevación del primer piso que sobrepase el Nivel de Inundación Base (BFE, por sus siglas en inglés) (por lo general, un pie o más), lo que se conoce como “margen de separación vertical o francobordo”.
- Si sigue las recomendaciones en la tabla a continuación, el edificio sufrirá menos daños y podría verse una reducción en las primas del seguro de inundación. Vea el Formulario de Clasificación de Factores de Riesgo en las Zonas V en el *Manual del Seguro de Inundación* de FEMA (<http://www.fema.gov/nfip/manual.shtm>).




* Para los fines del manejo de valles de inundación, las **construcciones nuevas** se refieren a estructuras cuya construcción comenzó en la fecha de vigencia de la ordenanza comunitaria para el manejo de valles de inundación, o después de la misma. Las mejoras sustanciales, las reparaciones de edificios con daños considerables y algunas estructuras cerradas deben cumplir con los mismos requisitos de la ordenanza de manejo de valles de inundación y del código de construcción que las construcciones nuevas en las que dichas ordenanzas y códigos hayan sido aprobados por la comunidad.




La tabla a continuación resume los requisitos y las recomendaciones reglamentarias del NFIP para sobrepasar esos requisitos para (1) las construcciones nuevas y (2) las reparaciones, remodelaciones y adiciones.



| Requisitos y recomendaciones para la construcción costera | | | |
|---|---|--|----------------------|
| Zona V | Zona Costera A | Zona A | Recursos adicionales |
|  |  |  | |

| Cimientos | | | | |
|--|--|--|--|---|
| <p>Relleno estructural</p> <p>NFIP 60.3(e)(6)</p> | Prohibido | <p>Requisito: Compactar donde se use; proteger contra la socavación y erosión.</p> | <p>Requisito: Compactar donde se use; proteger contra la socavación y erosión.</p> | <p>IBC: 1804.4, App. G 401.1, App. G 401.2</p> <p>IRC: R322.3.2</p> <p>ASCE: ASCE 24 Sec. 2.4</p> <p>Other: FEMA TB #5</p> |
| <p>Muros de cimientos sólidos [vea las Hojas Informativas Núm. 3.1, 3.5]</p> <p>NFIP 60.3(c)(3)</p> | Prohibido | <p>Requisito: Hay que instalar salidas de agua de inundación para igualar la presión (vea las Hojas Informativas Núm. 3.5 y 8.1).</p> <p>Recomendación: Usar un sistema de cimientos abiertos.</p> | <p>Requisito: Donde se usen, las paredes deben permitir que las aguas de inundación pasen entre, o a través de, las mismas a través de las aberturas para inundación (vea las Hojas Informativas Núm. 3.5 y 8.1).</p> | <p>IBC: 1612.5.1</p> <p>IRC: R322.2.3</p> <p>ASCE: ASCE 24 Sec. 2.5, ASCE 7 Sec. 5.4.4.2</p> <p>Other: FEMA TB #5, FEMA 550</p> |
| <p>Cimientos abiertos [vea la Hoja Informativa Núm. 3.1]</p> <p>NFIP 60.3(e)(5) y 60.3(c)(5)</p> | <p>Recomendación: Ubicar la construcción nueva más tierra adentro del área retirada de erosión a largo plazo y más tierra adentro del área sujeta a erosión durante el evento de inundación costera de 1% de probabilidad.</p> <p>Requisito: Todas las construcciones nuevas deben ser más tierra adentro del alcance de la marea alta promedio. Se prohíbe la alteración de las dunas y manglares que aumente el potencial de daños por inundación.</p> | <p>Recomendación: Se recomiendan cimientos abiertos en las Zonas Costeras A.</p> | <p>Recomendación: Se recomiendan cimientos abiertos en las Zonas A.</p> | <p>IBC: 1803.5.5</p> <p>IRC: R322.3.3</p> <p>ASCE: ASCE 7 Sec. 5.4.4.1, ASCE 24 Sec. 4.5.5</p> <p>Otro: FEMA TB #5</p> |
| <p>Elevación del piso más bajo (no en una Zona V) [vea la Hoja Informativa Núm. 1.5]</p> <p>NFIP 60.3(c)</p> | No aplica | <p>Recomendación: Elevar la parte inferior de la pieza estructural horizontal más baja al o sobre el BFE.</p> <p>Requisito: La parte superior del piso debe estar al o sobre el BFE.</p> | <p>Requisito: La parte superior del piso debe estar al o sobre el BFE.</p> | <p>IBC: 1603.1.7, 1612.5</p> <p>IRC: R105.3.1.1, R322.2.1, R322.1.5</p> <p>ASCE: ASCE 24 Sec. 1.5.2, ASCE 24 Sec. 2.5, ASCE 24 Ch. 5, ASCE 24 Ch. 7</p> <p>Otro: FEMA TB #5</p> |
| <p>Pieza estructural horizontal inferior más baja [vea la Hoja Informativa Núm. 1.4]</p> <p>NFIP 60.3(e)(4)</p> | <p>Requisito: La parte inferior de la pieza estructural horizontal más baja del primer piso debe estar al o sobre el BFE (vea la Hoja Informativa Núm. 1.5).</p> | <p>Recomendación: Seguir el requisito de elevación de edificios de la Zona V.</p> | <p>Recomendación: La recomendación mínima es seguir los requisitos para la Zona Costera A. Los usuarios deben considerar seguir las recomendaciones de la Zona V para la elevación de la pieza estructural horizontal más baja, de manera que se minimice el riesgo de daño por inundación.</p> | <p>IBC: 1603.1.7, 1605.2.2, 1605.3.1.2, 1612.4, 1612.5.2</p> <p>IRC: R322.3.2</p> <p>ASCE: ASCE 24 Sec. 4.4, ASCE 24 Sec. 2.5, ASCE 24 Ch. 5</p> <p>Otro: FEMA 55, FEMA TB #8, FEMA TB #5</p> |

| Requisitos y recomendaciones para la construcción costera | | | | |
|--|--|--|--|---|
| | Zona V  | Zona Costera A  | Zona A  | Recursos adicionales |
| Cimientos | | | | |
| Orientación de la pieza estructural horizontal más baja | Requisito: Elevar la parte inferior de la pieza estructural horizontal más baja al o sobre el BFE. | Recomendación: Si la orientación de la pieza estructural horizontal más baja es paralela a la dirección esperada de las olas, eleve la parte inferior de la pieza al o sobre el BFE. Si la orientación de la pieza estructural horizontal más baja es perpendicular a la dirección esperada de las olas, eleve la parte inferior de la pieza al BFE, mas un pie. Los refuerzos diagonales para las plataformas, escaleras, balcones y otras estructuras adjuntas también deben estar elevadas al o sobre el BFE. | Recomendación: Seguir la recomendación para la Zona Costera A. | IBC: ver ASCE 24 IRC: R322.3.2 ASCE: ASCE 24 Sec 4.4 Otro: FEMA TB #5 |
| Margen de separación vertical o francobordo [vea la Hoja Informativa Núm. 1.1, 1.4] | Requisito: Ningún requisito de NFIP, pero el IRC y el ASCE requieren francobordo. | Recomendación: Se recomienda el francobordo en las Zonas Costeras A. Nota: Según el ASCE 24-05, se requiere un pie de francobordo en las estructuras con Riesgo de Categoría II. | Recomendación: Se recomienda el francobordo en las Zonas A. Nota: Se requiere un pie sobre el BFE conforme al IRC R322.2.1 Punto #2 para las Zonas Costeras A. | IBC: ver ASCE 24 IRC: R322.2.1, R322.3.2 ASCE: ASCE 24 Sec. 2.3 |
| Estructuras cerradas debajo del BFE (no en una Zona V) | No aplica | Recomendación: Si se construye una estructura cerrada, usar paredes de separación, entramado abierto o malla (según se requiera en las Zonas V). Requisito: Si un área está completamente cerrada, las paredes de cerramiento deben estar equipadas con aberturas para igualar la presión hidrostática. El tamaño, la ubicación y la cobertura de las aberturas se rigen por los requisitos reglamentarios. | Recomendación: Si se construye una estructura cerrada, usar paredes de separación, entramado o malla (según se requiera en las Zonas V). Requisito: Si un área está completamente cerrada, las paredes de cerramiento deben estar equipadas con aberturas para igualar la presión hidrostática. El tamaño, la ubicación y la cobertura de las aberturas se rigen por los requisitos reglamentarios. | IBC: 1203.3.2, 1403.5, 1612.4, 1612.5.1 IRC: R322.2.2, R408.7 ASCE: ASCE 24 Sec. 2.6, ASCE 24 Sec 4.6 Otro: FEMA TB #1 |
| Estructuras cerradas debajo del BFE (no en Zonas V) [vea la Hoja Informativa Núm. 8.1] NFIP 60.3(c)(5) | Prohibido , excepto para paredes desprendibles, entramado de madera y malla. | No aplica | No aplica | IBC: 1403.5, 1403.6, 1612.4, 1612.5.2 IRC: R322.3.2, R322.3.4, R322.3.5 ASCE: ASCE 24 Sec. 4.6, ASCE 7 Sec. C5.3.3 Otro: FEMA 55, FEMA TB #5, FEMA TB #9 |

| Requisitos y recomendaciones para la construcción costera | | | | |
|---|---|--|---|--|
| | Zona V  | Zona Costera A  | Zona A  | Recursos adicionales |
| Cimientos | | | | |
| Relleno no estructural | Requisito: Se permite para pequeños proyectos de paisajismo y drenaje del sitio siempre y cuando el relleno no interfiera con el paso libre del agua de inundación y los escombros debajo del edificio, ni ocasione cambios en la dirección del flujo durante las tormentas costeras que puedan resultar en daños a los edificios. | Recomendación: Seguir el requisito de relleno de las Zonas V. | Recomendación: Seguir el requisito de relleno de las Zonas V. | IBC: 803.11.1 IRC: R322.14.2, R322.3.2 ASCE: ASCE 24 Sec 1.5.4, 45.4 Otro: FEMA TB #5 |
| Uso del espacio debajo del BFE [vea la Hoja Informativa No. 8.1] | Requisito: Permitido solamente para estacionamiento, acceso al edificio y almacenaje. | Requisito: Permitido solamente para estacionamiento, acceso al edificio y almacenaje. | Requisito: Permitido solamente para estacionamiento, acceso al edificio y almacenaje. | IBC: 1107.7.5, G105.7 (5), 801.5, G103.5, G103.8 IRC: R309.3, R322.1, R322.1.2, R322.1.3, R322.1.4, R322.1.4.1, R322.2.1, R322.2.2, R322.3.2, R322.3.5 ASCE: ASCE 24 1.5.2, 2.6, 2.6.1, 2.6.2.1, 2.6.2.2, 4.6, 4.6.1, 4.6.2 |
| Servicios públicos | | | | |
| Alcantarillado sanitario NFIP 60.3(a)(6)(i) y 60.3(a)(6)(ii) | | | | IBC: 1403.6, App. G 401.3 IRC: R322.1.7, R P2602.2, R P3001.3, R P3101.5 ASCE: ASCE 24 Sec. 7.3.4 Otro: FEMA 348, FEMA TB #4 |
| Servicios públicos [vea la Hoja Informativa No. 8.3] NFIP 60.3(c)(3) (iv) | Requisito: Deben estar diseñados, ubicados y elevados para evitar que el agua de inundación entre y se acumule en los elementos durante una inundación. Las líneas de servicios públicos no deben instalarse ni estar ubicadas en estructuras cerradas debajo del BFE, a menos que estén protegidas contra inundaciones en la medida de lo posible. | Requisito: El equipo eléctrico, de calefacción, ventilación, plomería y aire acondicionado, y otras instalaciones de servicio, deben estar diseñados o ubicados de manera que impidan la entrada o acumulación de agua dentro de los elementos durante periodos de inundación. Recomendación: Seguir el requisito de servicios públicos de la Zona V. | Requisito: El equipo eléctrico, de calefacción, ventilación, plomería y aire acondicionado, y otras instalaciones de servicios, deben estar diseñados o ubicados de manera que impidan la entrada o acumulación de agua dentro de los elementos durante periodos de inundación. | IBC: 1403.6, 1612.4, App. G 701 IRC: R322.1.6, IFGC 301.11, R G2404.7, R P2601.3, R P2602.2, R M1301.1.1, R M1401.5, R M1601.4.9, R M1701.2, R M2001.4, R M2201.6 ASCE: ASCE 24 Ch. 7 Otro: FEMA 348, FEMA TB #4 |
| Certificación | | | | |
| Permisos NFIP 60.3(b)(1) | Requisito: Certificado de Zona V Certificado de Pared Desprendible y Certificado de Elevación. | Requisito: Certificado de Elevación. | Requisito: Certificado de Elevación. | IBC: App. G 101.3, App. G 103, App. G 104 IRC: R104.2, R105, App. E, App. J ASCE: ASCE 24 Sec. 4.6, ASCE 7 Sec. C5.3.3 Otro: FEMA EMI IS-9 |

Requisitos y recomendaciones para la construcción costera

Zona V



Zona Costera A






Zona A









Recursos adicionales

Certificación

| | | | | |
|---|---|--|--|---|
| <p>Elevación NFIP 60.3(b)(5)(i) y 60.3(e)(2)</p> | <p>Requisito: La pieza estructural horizontal más baja debe estar al o sobre el BFE; el equipo eléctrico, de calefacción, ventilación, plomería y aire acondicionado, y otras instalaciones de servicio (incluidos los conductos), deben estar diseñados o ubicados de manera que impidan la entrada o acumulación de agua dentro de los elementos durante una inundación (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 1.5, 8.3).</p> | <p>Recomendación: Seguir el requisito de elevación de los edificios de la Zona V. Requisito: La parte superior del piso más bajo debe estar al o sobre el BFE; el equipo eléctrico, de calefacción, ventilación, tubería y aire acondicionado, y otras instalaciones de servicio (incluidos los conductos), deben estar diseñados o ubicados de manera que impidan la entrada o acumulación de agua dentro de los elementos durante una inundación (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 8.3).</p> | <p>Recomendación: La recomendación mínima es seguir los requisitos de la Zona Costera A. Los usuarios deben considerar las recomendaciones de la Zona V para la elevación de la pieza estructural horizontal más baja, de manera que se minimice el riesgo de daño por inundación. Requisito: La parte superior del piso más bajo debe estar al o sobre el BFE; el equipo eléctrico, de calefacción, ventilación, plomería y aire acondicionado, y otras instalaciones de servicio (incluidos los conductos), deben estar diseñados o ubicados de manera que impidan la entrada o acumulación de agua dentro de los elementos durante una inundación (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 8.3).</p> | <p>IBC: 110.3.3, 1603.1.7, 1612.5 IRC: R106.1.3, R322.1.2, R322.1.5, R322.2.1 ASCE: ASCE 24 Sec. 1.5.1, 1.5.2, 4.4</p> |
| <p>Estructura</p> | <p>Requisito: El ingeniero o arquitecto licenciado tiene que certificar que el diseño y los métodos de construcción se usan de conformidad con un estándar de práctica aceptado para cumplir con los requisitos de diseño descritos bajo el Requisito General (vea la Hoja Informativa Núm. 1.5)</p> | <p>Recomendación: Seguir el requisito de la Zona V.</p> | <p>Recomendación: Seguir el requisito de la Zona V.</p> | <p>IBC: 1604.1, 1604.2, 1604.3 IRC: R301.1, R301.1.3, R301.2 ASCE: ASCE 7 Sec. 1.3.1.3.3</p> |




| Requisitos y recomendaciones para la construcción costera | | | | |
|--|--|--|--|---|
| | Zona V  | Zona Costera A  | Zona A  | Recursos adicionales |
| Certificación | | | | |
| Paredes desprendibles [vea las Hojas Informativas Núm. 1.5, 8.1] (también vea Estructuras cerradas por debajo del BFE) NFIP 60.3(e)(5) | Requisito: Las paredes deben estar diseñadas para desprenderse al recibir la mayor de las siguientes cargas de diseño de tensión permisibles: (1) carga de viento del diseño, (2) carga sísmica del diseño, o (3) 10 psf, cuando actúan perpendicularmente al plano de la pared; si la carga destinada a causar el colapso sobrepasa 20 psf con el diseño de tensión permisible, el diseño de la pared desprendible debe estar certificado. Cuando se requiere la certificación, un ingeniero o arquitecto licenciado debe certificar que las paredes colapsarán bajo una carga de agua relacionada con la Inundación Base y que la parte elevada del edificio y sus cimientos no estarán sujetos a colapso, desplazamiento o movimiento lateral bajo cargas simultáneas de viento y agua. | Recomendación: Se recomiendan paredes desprendibles con cimientos abiertos en lugar de paredes sólidas. Si se usan paredes desprendibles y estas encierran un área, se requieren aberturas para inundación (vea las Hojas Informativas Núm. 3.1, 3.5). | | IBC: 1612.5 (2.3) IRC: R322.3.4 ASCE: ASCE 24 Sec. 4.6.1, 4.6.2, 2.6.1.1, ASCE 7 Sec. 5.3.3 Otro: FEMA TB #5, FEMA TB #9 |
| Aberturas en las paredes debajo del BFE [vea las Hojas Informativas Núm. 3.1, 3.5] (también vea Estructuras cerradas debajo del BFE) NFIP 60.3(c)(5) | No aplica | Requirement: A menos que la cantidad y el tamaño de las aberturas cumplan con los requisitos reglamentarios, un ingeniero o arquitecto licenciado debe certificar que las aberturas están diseñadas para igualar automáticamente las fuerzas hidrostáticas en las paredes permitiendo la entrada y salida automática del agua de inundación. | Requirement: A menos que la cantidad y el tamaño de las aberturas cumplan con los requisitos reglamentarios, un ingeniero o arquitecto licenciado debe certificar que las aberturas están diseñadas para igualar automáticamente las fuerzas hidrostáticas en las paredes permitiendo la entrada y salida automática del agua de inundación. | IBC: 1203.4.12, G1001.4 IRC: R322.2.2 ASCE: ASCE 24 Sec. 2.6.1, 2.6.2.1, 2.6.2.2 Other: FEMA TB #1 |
| Reparaciones, remodelaciones y adiciones [Vea la Hoja Informativa Núm. 9.1] | | | | |
| Mejoras y reparaciones sustanciales de daños sustanciales NFIP 60.3(e)(5) y 60.3(c)(5) | Requisito: Debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes relacionados con las construcciones nuevas en las Zonas V, con la excepción de ubicar un edificio tierra adentro de la marea alta promedio (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 1.5, 2.2, 3.1, 3.5, 8.1, 8.3). | Recomendación: Seguir el requisito de la Zonas V para la elevación del edificio y los cimientos abiertos. Requisito: Debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes relacionados con las construcciones nuevas en las Zonas A (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 3.1, 3.5, 8.1, 8.3). | Recomendación: Elevar la parte inferior de la pieza estructural horizontal más baja al o sobre el BFE. Requisito: Debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes relacionados con las construcciones nuevas en las Zonas A (vea las Hojas Informativas Núm. 1.1, 3.1, 3.5, 8.1, 8.3). | IBC: 1612.1, 1612.2, 3403.2, 3404.2, 3405.2, 3405.3, 3405.4 IRC: R322.1.6, R322.3.1 ASCE: ASCE 24 Sec. 4.3, ASCE 7 Sec. 1.6 Otro: FEMA P-758 |

| Requisitos y recomendaciones para la construcción costera | | | | |
|---|--|--|---|---|
| | Zona V  | Zona Costera A  | Zona A  | Recursos adicionales |
| Reparaciones, remodelaciones y adiciones [Vea la Hoja Informativa Núm. 9.1] | | | | |
| Adiciones laterales que constituyen mejoras sustanciales NFIP 60.3(e)(5) | <p>Requisito: Tanto la adición como el edificio existente deben cumplir con los requisitos del NFIP vigentes relacionados con construcciones nuevas en las Zonas V (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 1.5, 2.2, 3.1, 3.5, 8.1, 8.3).</p> | <p>Recomendación: Seguir el requisito de la Zona V para elevación de edificios y cimientos abiertos en la adición y el edificio existente.</p> <p>Requisito: Solo las adiciones tienen que cumplir con los requisitos del NFIP vigentes relacionados con las construcciones nuevas en las Zonas A (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 1.5, 3.1, 3.5, 8.1, 8.3), siempre y cuando el edificio existente no esté sujeto a ningún trabajo que no sea cortar una entrada en una pared común y conectar el edificio existente a la adición. Si se realiza cualquier otro trabajo en el edificio existente, también debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes para las construcciones nuevas en las Zonas A.</p> | <p>Recomendación: Eleva la parte inferior de la pieza estructural más baja de la adición o sobre el BFE (igualmente para el edificio existente si está elevado).</p> <p>Requisito: Solo las adiciones deben cumplir con los requisitos del NFIP vigentes relacionados con las construcciones nuevas en las Zonas A (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 2.2, 3.1, 3.5, 8.1, 8.3), siempre y cuando el edificio existente no esté sujeto a ningún trabajo que no sea cortar una entrada en una pared común y conectar el edificio existente a la adición. Si se realiza cualquier otro trabajo en el edificio existente, también debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes para las construcciones nuevas en las Zonas A.</p> | <p>IBC: 3403.2, 3412.2.3, 3405.3 IRC: R322.3.1 ASCE: ASCE 7 Sec. 1.6 Otro: FEMA TB #1, FEMA TB #5, FEMA TB #9, FEMA 550</p> |
| Adiciones laterales que no constituyen mejoras sustanciales NFIP 60.3(e)(5) y 60.3(c)(5) | <p>Recomendación: Hacer que la adición cumpla con los requisitos del NFIP vigentes para las construcciones en la Zona V.</p> <p>Requisitos: Edificio construido después del FIRM - la adición debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes cuando el edificio se construyó originalmente. Edificio construido antes del FIRM - no se activan los requisitos del NFIP para las construcciones nuevas (vea las Hojas Informativas Núm. 1d, 1e, 2b, 3a, 3e, 8a, 8c).</p> | <p>Recomendación: Seguir el requisito de la Zona V para elevación de edificios y cimientos abiertos en la adición y el edificio existente.</p> <p>Requisitos: Edificio construido después del FIRM - la adición debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes cuando el edificio se construyó originalmente (vea las Hojas Informativas Núm. 1d, 1e, 2b, 3a, 3e, 8a, 8c). Edificio construido antes del FIRM - no se activan los requisitos del NFIP para las construcciones nuevas.</p> | <p>Recomendación: Eleva la parte inferior de la pieza estructural más baja en o sobre el BFE (igualmente para el edificio existente si está elevado) (vea la Hoja Informativa Núm. 1d)</p> <p>Requisitos: Edificio construido después del FIRM - la adición debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes cuando el edificio se construyó originalmente (vea las Hojas Informativas Núm. 1d, 1e, 2b, 3a, 3e, 8a, 8c). Edificio construido antes del FIRM - no se activan los requisitos del NFIP para las construcciones nuevas.</p> | <p>BC: 3403.2, 3412.2.3, 3405.3 IRC: R322.3.1 ASCE: ASCE 7 Sec. 1.6 Otro: FEMA TB #1, FEMA TB #5, FEMA TB #9, FEMA 550</p> |

| Requisitos y recomendaciones para la construcción costera | | | | |
|--|---|--|--|--|
| | Zona V  | Zona Costera A  | Zona A  | Recursos adicionales |
| Reparaciones, remodelaciones y adiciones [Vea la Hoja Informativa Núm. 9.1] | | | | |
| Adiciones verticales que constituyen mejoras sustanciales NFIP 60.3(e)(5) y 60.3(c)(5) | Requisito: Todo el edificio debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes para las construcciones nuevas en las Zonas V (vea las Hojas Informativas Núm. 1d, 1e, 2b, 3a, 3e, 8a, 8c). | Recomendación: Seguir el requisito de la Zona V para elevación de edificios y cimientos abiertos. Requisito: Todo el edificio debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes para las construcciones nuevas en las Zonas V (vea las Hojas Informativas Núm. 1d, 1e, 2b, 3a, 3e, 8a, 8c). | Recomendación: Elevación de la parte inferior de la pieza estructural más baja al o sobre el BFE (igualmente para el edificio existente si está elevado) (vea la Hoja Informativa Núm. 1.4) Requisitos: Edificio construido después del FIRM - la adición debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes cuando el edificio se construyó originalmente (vea las Hojas Informativas Núm. 1d, 1e, 2b, 3a, 3e, 8a, 8c). Edificio construido antes del FIRM - no se activan los requisitos del NFIP para las construcciones nuevas. | IBC: 3405.3.1, 3405.4, 3405.5 IRC: N/A ASCE: N/A |
| Adiciones verticales que no constituyen mejoras sustanciales NFIP 60.3(e)(5) y 60.3(c)(5) | Recomendación: Hacer que la adición cumpla con los requisitos de NFIP vigentes para las construcciones en la Zona V. Requisitos: Edificio construido después del FIRM - la adición debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes cuando el edificio se construyó originalmente. Edificio construido antes del FIRM - no se activan los requisitos del NFIP relacionados con las construcciones nuevas (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 1.5, 2.2, 3.1, 3.5, 8.1, 8.3). | Recomendación: Seguir el requisito de la Zona V para elevación de edificios y cimientos existentes. Requisitos: Edificio construido después del FIRM - la adición debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes cuando el edificio se construyó originalmente (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 1.5, 2.2, 3.1, 3.5, 8.1, 8.3). Edificio construido antes del FIRM - no se activan los requisitos del NFIP para las construcciones nuevas. | Recomendación: Elevación de la parte inferior de la pieza estructural más baja al o sobre el BFE (igualmente para el edificio existente si está elevado) (vea la Hoja Informativa Núm. 1.4) Requisitos: Edificio construido después del FIRM - la adición debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes cuando el edificio se construyó originalmente (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 1.5, 2.2, 3.1, 3.5, 8.1, 8.3). Edificio construido antes del FIRM - no se activan los requisitos del NFIP para las construcciones nuevas. | IBC: 3405.3.1, 3405.4, 3405.5 IRC: N/A ASCE: N/A |

Requisitos y recomendaciones para la construcción costera

| Zona V | Zona Costera A | Zona A | Recursos adicionales | |
|---|--|--|--|--|
| Reparaciones, remodelaciones y adiciones [Vea la Hoja Informativa Núm. 9.1] | | | | |
| Elevación sobre cimientos nuevos NFIP 60.3(e)(5) y 60.3(c)(5) | Requisito: Los cimientos nuevos deben cumplir con los requisitos del NFIP vigentes para las construcciones nuevas en las Zonas V. El edificio debe estar conectado y anclado correctamente a los cimientos nuevos. Nota: La reparación de cimientos que no constituya una mejora sustancial no requiere el cumplimiento con los códigos vigentes al momento de la reparación, si no del año de construcción. | Recomendación: Seguir el requisito de la Zona V para elevación de edificios y cimientos abiertos. Requisito: Requisito: Los cimientos nuevos deben cumplir con los requisitos del NFIP vigentes para las construcciones nuevas en las Zonas A. El edificio debe estar conectado y anclado correctamente a los cimientos nuevos. | Recomendación: Elevar la parte inferior de la pieza estructural más baja al o sobre el BFE (vea la Hoja Informativa Núm. 1d). Requisito: Los cimientos nuevos deben cumplir con los requisitos del NFIP vigentes para las construcciones nuevas en las Zonas A. El edificio debe estar conectado y anclado correctamente a los cimientos nuevos. | IBC: 1808.1, 1808.2, 1808.3, 1808.6, 1808.6.1 IRC: R401.1, R401.2, R401.3, R401.4, R401.4.1 ASCE: ASCE 24 Sec. 1.5.3, 1.5.3.1, 1.5.3.2, 1.5.3.3, ASCE 7 Sec. 1.6 Otro: FEMA 550, FEMA TB #1, FEMA TB #5 |
| Estructuras cerradas debajo de los edificios - cuando la estructura cerrada constituye una mejora sustancial NFIP 60.3(e)(5) y 60.3(c)(5) | Requisito: Tanto la estructura cerrada como el edificio existente deben cumplir con los requisitos del NFIP vigentes para las construcciones nuevas en las Zonas V (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 1.5, 2.2, 3.1, 8.1, 8.3). | Recomendación: Seguir el requisito de la Zona V para elevación de edificios y cimientos abiertos. Requisito: Tanto la estructura cerrada como el edificio existente deben cumplir con los requisitos del NFIP vigentes para las construcciones nuevas en las Zonas A (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 1.5, 2.2, 3.1, 8.1, 8.3). | Recomendación: Elevar la parte inferior de la pieza estructural más baja al o sobre el BFE (vea la Hoja Informativa Núm. 1.4). Requisito: Tanto la estructura cerrada como el edificio existente deben cumplir con los requisitos del NFIP vigentes para las construcciones nuevas en las Zonas A (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 1.5, 2.2, 3.1, 8.1, 8.3). | IBC: 1612.1, 3404.2 IRC: R322.1, R322.1.8, R322.3.5 ASCE: ASCE 24 Sec. 4.6, ASCE 7 Sec. 1.6 Otro: FEMA TB #5, FEMA TB #9 |
| Estructuras cerradas debajo de los edificios - cuando la estructura cerrada no constituye una mejora sustancial NFIP 60.3(e)(5) y 60.3(c)(5) | Recomendación: Hacer que la estructura cerrada cumpla con los requisitos del NFIP vigentes para las construcciones nuevas en la Zona V. Requisito: Edificio construido después del FIRM - la estructura cerrada debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes cuando el edificio se construyó originalmente. Edificio construido antes del FIRM - no se activan los requisitos del NFIP para las construcciones nuevas (vea la Hoja Informativa Núm. 8.1). | Recomendación: Construir solamente estructuras cerradas con paredes desprendibles; instalar aberturas para inundación en la estructura cerrada; no convertir la estructura cerrada en una de uso habitable. Requisito: Edificio construido después del FIRM - la estructura cerrada debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes cuando el edificio se construyó originalmente. Edificio construido antes del FIRM - no se activan los requisitos del NFIP para las construcciones nuevas (vea las Hojas Informativas Núm. 3.5, 8.1). | Recomendación: Instalar aberturas para inundación en la estructura cerrada; no convertir la estructura cerrada en una de uso habitable. Requisito: Edificio construido después del FIRM - la estructura cerrada debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes cuando el edificio se construyó originalmente. Edificio construido antes del FIRM - no se activan los requisitos del NFIP para las construcciones nuevas (vea las Hojas Informativas Núm. 3.5, 8.1). | IBC: 1612.1, 3404.2 IRC: N/A ASCE: ASCE 24 Sec. 4.6 Otro: FEMA TB #1, FEMA TB #5, FEMA TB #9 |

| Requisitos y recomendaciones para la construcción costera | | | | |
|--|--|--|---|---|
| | Zona V  | Zona Costera A  | Zona A  | Recursos adicionales |
| Reparaciones, remodelaciones y adiciones [Vea la Hoja Informativa Núm. 9.1] | | | | |
| Reconstrucción de edificio destruido o demolido NFIP 60.3(e)(5) y 60.3(c)(5) | Requisito: Si el edificio completo es destruido, dañado o intencionalmente demolido, el edificio de remplazo debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes para las construcciones nuevas en las Zonas V, aunque se construya sobre los cimientos del edificio original (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 1.5, 9.1). | Recomendación: Seguir el requisito de la Zona V para la elevación del edificio y los cimientos abiertos. Requisito: Si el edificio completo es destruido, dañado o intencionalmente demolido, el edificio de remplazo debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes para las construcciones nuevas en las Zonas A, aunque se construya sobre los cimientos del edificio original (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 9.1). | Requisito: Si el edificio completo es destruido, dañado o intencionalmente demolido, el edificio de remplazo debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes para las construcciones nuevas en las Zonas A, aunque se construya sobre los cimientos del edificio original (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 9.1). | IBC: 1810.1.2, 105.1, K103.1 IRC: R105.1, AJ501.3, AJ501.4, AJ501.5.1, AJ501.5, AJ501.5.1, AJ501.5.2, AJ501.5.3, AJ501.5.3.1, AJ501.5.3.2, AJ501.5.3.3, AJ501.5.3.4 AJ501.5.3.5, AJ501.6, AJ501.7, AJ501.8, AJ501.8.1, AJ501.8.2, AJ501.8.3 ASCE: N/A Otro: FEMA 550 |
| Relocalización de un edificio existente NFIP 60.3(e)(5) y 60.3(c)(5) | Requisito: Cuando se relocaliza un edificio existente a un nuevo lugar o ubicación, debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes para las construcciones en las Zonas V (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 1.5, 9.1). | Recomendación: Seguir el requisito de la Zona V para elevación de edificios y cimientos abiertos. Requisito: Cuando se relocaliza un edificio existente a un nuevo lugar o ubicación, debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes para las construcciones en las Zonas A (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 9.1). | Recomendación: Elevar la parte inferior de la pieza estructural más baja al o sobre el BFE (vea la Hoja Informativa Núm. 1.4). Requisito: Cuando se relocaliza un edificio existente a un nuevo lugar o ubicación, debe cumplir con los requisitos del NFIP vigentes para las construcciones en las Zonas A (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, 9.1). | IBC: 3410.1 IRC: AE102.6 ASCE: ASCE 7 Sec. 1.6 Otro: FEMA 550 |
| Vivienda prefabricada | | | | |
| General | | | | IRC: R322.1.9, App. AE101 ASCE: No aplica Otro: FEMA 85 |

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas



Cómo usar los Mapas Digitales de Tasas del Seguro de Inundación (DFIRM)

Propósito: Explicar el propósito de los Mapas de Tasas del Seguro de Inundación (FIRM, por sus siglas en inglés) y los Mapas Digitales de Tasas del Seguro de Inundación (DFIRM, por sus siglas en inglés), resaltar las características importantes para los constructores en zonas costeras, y explicar cómo obtener FIRM, DFIRM y Estudios del Seguro de Inundación (FIS, por sus siglas en inglés).

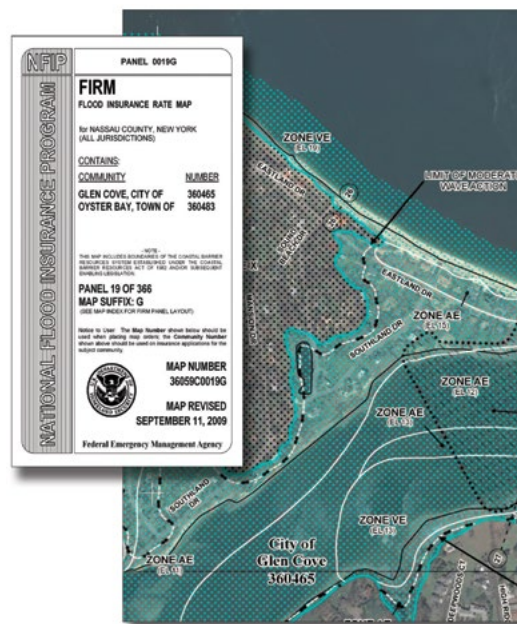
¿Qué es un FIRM?

Las zonas propensas a inundación son estudiadas por ingenieros e hidrólogos que se especializan en el análisis de arroyos, ríos, litorales costeros y valles de inundación o zonas costeras adyacentes. Estos estudios publicados, conocidos como **FIS** de la comunidad, proporcionan información detallada sobre el área de estudio que facilita la creación de los mapas de inundación. Los FIS suelen producirse para los arroyos con el mayor riesgo, la mayoría de los ríos y casi todas las zonas costeras.

FEMA ha trazado, mayormente en los FIRM, los riesgos de inundación para alrededor de 20,000 comunidades en los Estados Unidos. La mayoría de los FIRM de la nación fueron digitalizados durante los últimos cinco años a través del programa de modernización de mapas y convertidos en un producto que muestra las zonas propensas a inundación en una comunidad. Estos mapas se conocen como **Mapas Digitales de Tasas del Seguro de Inundación** o **DFIRM, por sus siglas en inglés**.

A partir del 1 de octubre de 2009, FEMA suspendió la distribución de mapas en papel. Los FIRM en papel fueron reemplazados por los DFIRM. Puede ver el FIRM de su ubicación específica por internet y reproducirlo mediante un **FIRMette**¹ imprimible que puede descargar a una computadora personal.

Los DFIRM muestran la delimitación de las **Áreas Especiales de Riesgo de Inundación (SFHA, por sus siglas en inglés)**, es decir, tierras sujetas a una inundación que tiene uno (1) por ciento de probabilidad de ser igualada o sobrepasada en un año determinado (de aquí surgen los términos “inundación con 1 por ciento de probabilidad anual” e “inundación de 100 años”). Las SFHA aparecen sombreadas en el DFIRM y divididas en diferentes zonas de inundación, según la naturaleza y gravedad del riesgo de inundación. Se han proporcionado conjuntos de datos de los DFIRM a su comunidad, que puede ver en la oficina de su coordinador local del Programa del Seguro Nacional de Inundación (NFIP, por sus siglas en inglés).



Los FIRM y DFIRM son utilizados por:

- **Comunidades**, para reglamentar las construcciones nuevas* (por ejemplo, tipo de cimientos, elevación de la planta más baja, uso de áreas cerradas debajo de la planta más baja).
- **Diseñadores y constructores**, para determinar los riesgos de inundación y planificar construcciones nuevas conforme a los requisitos de las ordenanzas y códigos de la comunidad.
- **Instituciones bancarias**, para determinar si es necesario obtener un seguro de inundación para las hipotecas garantizadas con fondos federales.
- **Agentes de seguro**, para establecer las primas del seguro de inundación.
- **Topógrafos e ingenieros**, para llenar los certificados de elevación del Programa del Seguro Nacional de Inundación (NFIP) (vea la Hoja Informativa Núm. 1.4, *Elevación del piso más bajo*).

* Observe que las construcciones nuevas pueden incluir adiciones, mejoras, reparaciones y reconstrucción. Consulte con la comunidad sobre los requisitos de las mejoras y los daños sustanciales.

¹ Los FIRMettes son secciones de los mapas de inundación seleccionadas por el usuario, disponibles a través del Centro de Servicio de Mapas de FEMA



¿Por qué son importantes los FIRM y DFIRM?

- Los FIRM y DFIRM muestran los límites de las zonas con riesgo de inundación simuladas en una comunidad.
- Las SFHA que aparecen en los mapas se usan para establecer las tasas y primas del seguro de inundación.
- Las elevaciones de inundación con 1 por ciento de probabilidad anual y las profundidades de inundación que aparecen en los FIRM y DFIRM son las elevaciones reglamentarias mínimas en las que se basan las ordenanzas de manejo de valles de inundación y los códigos de construcción de la comunidad.
- La información que aparece en estos mapas puede afectar el diseño y la construcción de edificios e infraestructura nuevos, el mejoramiento y la reparación de edificios existentes, y las adiciones a edificios existentes (vea la Hoja Informativa Núm. 1.2, *Resumen de requisitos y recomendaciones para la construcción costera y los efectos de las inundaciones*, y 8.3, *Protección de los servicios públicos*).

¿Qué son zonas de inundación y niveles de inundación base y cómo afectan a los edificios costeros?

- Los niveles **Niveles de Inundación Base (BFE, por sus siglas en inglés)**, por lo general, aparecen en los DFIRM para las zonas de inundación fluvial (Zona A, AE, AO y AH) y las zonas de inundación costera (Zona V y VE). **El BFE es la elevación prevista de las aguas de inundación y de los efectos de oleaje durante la inundación con 1 por ciento de probabilidad anual (también conocida como inundación base)**. El BFE usa de referencia el dato vertical que aparece en el DFIRM. La mayoría ha sido actualizada con el Dato Vertical de América del Norte de 1988.
- **La elevación mínima del piso más bajo y el tipo y diseño de los cimientos** para la construcción nueva* se determinan según el BFE y la zona de inundación, según lo requiera la ordenanza de manejo de valles de inundación y el código de construcción de la comunidad (vea las Hojas Informativas Núm. 1.4, *Elevación del piso más bajo*, y 3.1, *Cimientos en las áreas costeras*). Esta ordenanza, junto con el DFIRM y el FIS más recientes, son aprobados mediante resolución para cumplir con los requisitos de participación del NFIP. El uso de estas herramientas apoya a los programas de planificación, zonificación e inspección de edificios de la comunidad que requieren un diseño específico de estructura y construcción nueva* en los valles de inundación costeros de alto riesgo.

Algunas comunidades han aprobado mayores estándares para la construcción costera (p. ej., elevaciones del piso más bajo sobre el BFE [margen de separación vertical o francobordo], restricciones en los tipos de cimientos y estructuras cerradas en la Zona A). *Los constructores deben consultar su jurisdicción local para más detalles.*

* Observe que las construcciones nuevas pueden incluir algunas adiciones, mejoras, reparaciones y reconstrucción. Consulte con la comunidad sobre los requisitos para las mejoras sustanciales y los daños sustanciales.

Zonas de riesgo de inundación en las áreas costeras

(vea el ejemplo de DFIRM a continuación)

Zona V: Áreas más cercanas a la costa, incluida la Duna Frontal Principal (PFD, por sus siglas en inglés), sujetas a la acción de marejada de tormenta, flujo de alta velocidad y erosión durante eventos de tormenta de 100 años. No se proporcionan elevaciones.

Zona VE: En el DFIRM se proporcionan Niveles de Inundación Base (BFE) y podría haber un riesgo adicional presente relacionado con olas de tormenta de más de 3 pies e incluye la PFD. Los BFE se derivan de los análisis detallados que aparecen en el FIS.

Zona A: Áreas sujetas a inundación durante la inundación de 1 por ciento de probabilidad anual. Las condiciones de inundación son menos graves que en la Zona V y MOWA debido a fuerzas menores del oleaje. Como no se han realizado análisis detallados, no se proporcionan BFE ni profundidades de inundación.

Zona AE: Representa los BFE en el DFIRM. Se proporcionan más detalles en el FIS de las zonas donde se realizó la simulación hidrológica e hidráulica para determinar el riesgo de peligro de inundación.

Área de Acción Moderada del Oleaje (MOWA, por sus siglas en inglés): Área tierra adentro de la Zona V, o tierra adentro de una costa abierta sin Zona V trazada en un mapa. Cuando hay condiciones de inundación base, la posible altura de las olas en esta área es entre 1.5 y 3 pies sobre la profundidad de inundación de las aguas tranquilas con 1 por ciento de probabilidad anual. Aunque esta zona no aparece identificada específicamente en el panel de DFIRM, es el área entre el LiMWA y el límite de la zona VE/AE. En muchos códigos y estándares, se conoce como la "Zona Costera A".

Zona AO: Áreas sujetas a inundación superficial o flujo laminar durante la inundación con 1 por ciento de probabilidad anual. Si aparecen en un DFIRM costero, es muy probable que se encuentren en las pendientes tierra adentro de las dunas costeras y estructuras desbordadas. Se muestran las profundidades de inundación en vez de los BFE para la Zona AO.

Zona AH: Áreas sujetas a inundaciones superficiales de 1 por ciento de probabilidad anual (por lo general, zonas donde se estanca el agua), donde las profundidades promedio son entre 1 pie y 3 pies.

Zona X: Áreas con menor probabilidad de inundación (<1 %); por lo general, no están reglamentadas por las ordenanzas de manejo de valles de inundación y códigos de construcción de la comunidad debido al riesgo menor de inundación previsto.

Ejemplo de un DFIRM

Este mapa es parte del DFIRM del pueblo de Oyster Bay y la ciudad de Glen Cove en el condado de Nassau, Nueva York. Se resaltan varias cosas importantes:

El número de identificación de la comunidad es 360465 para Glen Cove y 360483 para Oyster Bay.

El número del panel es 19. Observe que hay un Mapa Índice disponible en el que aparecen todos los paneles de DFIRM para todas las comunidades en el condado de Nassau.

La fecha de vigencia del DFIRM es el 11 de septiembre de 2009.

La escala del mapa se muestra junto con las costas, carreteras, zonas de inundación y BFE. (La escala y la flecha del norte, por lo general, aparecen en la "Clave del mapa" en el margen izquierdo del DFIRM).

El Límite de Acción Moderada del Oleaje, o LIMWA, aparece con una raya entrecortada negra y blanca. Esta es el área sujeta a oleaje peligroso de 1.5 a 3 pies sobre el BFE de aguas tranquilas.

Los BFE en la sección que aparece en el DFIRM varían de 11 a 19 pies. El dato (que no aparece en este ejemplo) es el Dato Vertical de América del Norte de 1988.

Zona designada como Sistema de Recursos de Barreras Costeras.

La Zona X tiene menos de 1 por ciento de probabilidad de inundación. Por consiguiente, las ordenanzas de valles de inundación y la mayoría de los requisitos del código de construcción relacionados con inundación no están en vigor para esta área. Sin embargo, se recomienda el uso de los estándares de construcción descritos en estas hojas informativas debido a la proximidad del área al agua y al viento de la costa.

PANEL 0019G

NFIP
FIRM
FLOOD INSURANCE RATE MAP

for NASSAU COUNTY, NEW YORK
(ALL JURISDICTIONS)

CONTAINS:

| COMMUNITY | NUMBER |
|---------------------|--------|
| GLEN COVE, CITY OF | 360465 |
| OYSTER BAY, TOWN OF | 360483 |

- NOTE -
THIS MAP INCLUDES BOUNDARIES OF THE COASTAL BARRIER RESOURCES SYSTEM ESTABLISHED UNDER THE COASTAL BARRIER RESOURCES ACT OF 1962 AND/OR SUBSEQUENT ENABLING LEGISLATION.

PANE 19 OF 366
MAP SUFFIX: G
(SEE MAP INDEX FOR FIRM PANEL LAYOUT)

Notice to User: The Map Number shown below should be used when placing map orders; the Community Number shown above should be used on insurance applications for the subject community.

MAP NUMBER
36059C0019G

MAP REVISED
SEPTEMBER 11, 2009

Federal Emergency Management Agency



¿Hay algo más que deba saber sobre las áreas de riesgo de inundación costera y los niveles de inundación?

- Muchos DFIRM son conversiones digitales de los FIRM producidos durante los pasados años sin un análisis mejorado de los riesgos de inundación. Aunque se han hecho algunas correcciones, es posible que los mapas no representen de manera certera los riesgos de inundación costera. Las secciones 7.8 y 7.9 del *Manual de Construcción Costera* de FEMA (FEMA-55, 2005) describe cómo se trazan los mapas de los riesgos de inundación costera y cómo determinar si los FIRM costeros reflejan los riesgos de inundación en la actualidad.
- Los DFIRM no incorporan los efectos de la erosión de la costa a largo plazo. Esta información debe obtenerse de otras fuentes.
- Investigaciones y estudios realizados después de tormentas recientes han demostrado que las fuerzas y los daños por inundación en las Áreas Zonas de Acción Moderada del Oleaje (MOWA, por sus siglas en inglés) o las Zonas Costeras A pueden ser muy similares a los de la Zona V. Algunas comunidades han aprobado DFIRM que muestran las MOWA como una línea blanca en el DFIRM que representa el LiMWA. Aunque los DFIRM y los estándares mínimos de construcción del NFIP no diferencian entre la Zona A en las áreas costeras y la Zona A en las áreas fluviales, *los constructores deben considerar usar estándares de cimientos y de elevación de la Zona V para las construcciones nuevas en las MOWA. Estas zonas de inundación aparecen como límites blancos en los DFIRM donde las comunidades fomentan el uso de estándares de la Zona V en las MOWA.*
- Muchas comunidades y estados requieren que las elevaciones del piso más bajo estén sobre el BFE, para ofrecer un nivel adicional de protección conocido como **Francobordo o margen de separación vertical**. El término usado para describir el nivel de elevación más alto es **Nivel de Inundación de Diseño (DFE)**.
- Muchos dueños de propiedades han construido voluntariamente sus edificios con el piso más bajo varios pies sobre el BFE debido a la posibilidad de que las aguas de inundación sobrepasen el BFE y entren al edificio. No hay seguro de inundación disponible en las áreas designadas parte del Sistema de Recursos de Barreras Costeras (CBRS, por sus siglas en inglés). Solamente las estructuras construidas antes de la designación del área como parte del CBRS pueden comprar seguro de inundación federal.

¿Dónde puedo obtener los FIRM, DFIRM, estudios de inundación y otra información?

Administrador de valles de inundación de la comunidad. Los DFIRM de la comunidad y sus reglamentos locales de manejo de valles de inundación deben estar en los archivos y disponibles para revisión en la oficina del administrador de valles de inundación de la comunidad.

Intercambio de información de mapas de FEMA (FMIX, por sus siglas en inglés). Este centro de servicio sirve como un punto único para obtener información, productos, servicios y herramientas que apoyan al Programa del Seguro Nacional de Inundación. Para comunicarse con un Especialista en Mapas de FEMA, llame al 877-336-2627 (877-FEMAMAP) o envíe un correo electrónico a FEMAMapSpecialist@riskmapcnds.com. Puede obtener acceso a los DFIRM y FIS en www.msc.fema.gov. Puede ver hojas de índice y paneles específicos de FIRM por internet en el sitio web del Centro de Servicio de Mapas de FEMA ingresando la dirección del lote o el número de panel de DFIRM específico, si lo conoce. Puede crear, guardar e imprimir la sección de los mapas de inundación que desee (conocida como FIRMette), como en el ejemplo anterior. Hay un tutorial eficaz sobre la interpretación y el uso del producto de FIRM antiguo en www.FloodSmart.gov. Aunque no trata específicamente sobre la plataforma de DFIRM más reciente, define la terminología básica de los mapas de riesgo de inundación y es útil para las personas con poca experiencia usando estos mapas.

También puede obtener información sobre los FIRM, DFIRM, FIS y productos relacionados de FEMA a través de FMIX llamando al:

877-336-2627 (877-FEMAMAP)

o en

FEMAMapSpecialist@riskmap.cnds.com

Elevación del piso más bajo

Propósito: Describir los beneficios de sobrepasar los requisitos mínimos de elevación del Programa del Seguro Nacional de Inundación (NFIP, por sus siglas en inglés); identificar las prácticas comunes de construcción que violan los reglamentos del NFIP y que resultan en primas del seguro de inundación mucho más altas; y discutir el Certificado de Elevación del NFIP.

¿Por qué es importante elevar el piso más bajo?

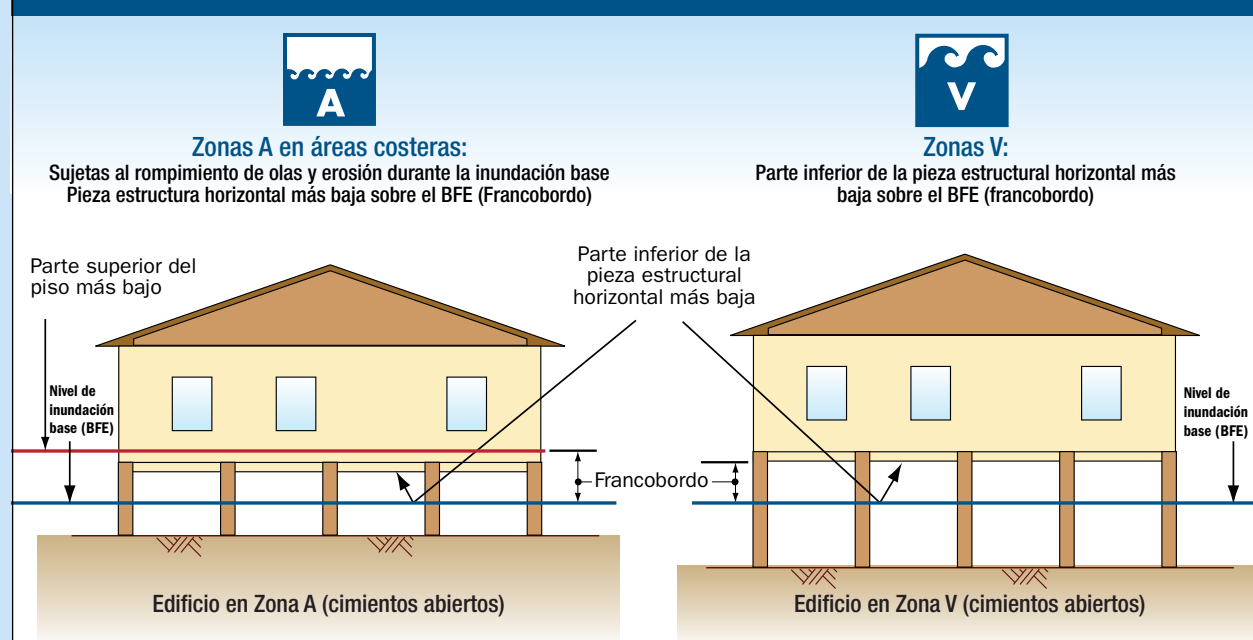
En las áreas fluviales y otras áreas tierra dentro, la experiencia ha demostrado que si los pisos más bajos de los edificios no están elevados sobre el nivel de inundación, estos edificios y su contenido sufrirán daños o serán destruidos. En las áreas costeras, la acción del oleaje causa aún más daños y, con frecuencia, destruye las áreas cerradas de los edificios que se encuentran por debajo del nivel de inundación, así como las áreas de los edificios que se encuentran sobre el nivel de inundación que dependen del área inferior para apoyo estructural. Cuando las olas suben sobre el nivel de la pieza estructural más baja en las Zonas V o las Zonas Costeras A, la parte elevada del edificio probablemente sufrirá daños graves o será destruida.

Elevaciones recomendadas para el piso más bajo*

Debido a los peligros adicionales relacionados con la acción del oleaje en las Zonas V y en las Zonas Costeras A, se recomienda que se sigan los requisitos de elevación de ASCE 24 (que sobrepasan los requisitos mínimos de elevación del NFIP):

- Elevar la parte inferior de la pieza estructural horizontal más baja de un edificio en la Zona V a 1 pie o más sobre el Nivel de Inundación Base (BFE, por sus siglas en inglés) (es decir, añadir francobordo o margen de separación vertical).
- Elevar la pieza estructural horizontal más baja de un edificio en la zona A en áreas costeras a 1 pie o más sobre el BFE (es decir, añadir francobordo o margen de separación vertical).

Prácticas recomendadas:



* Requisitos mínimos de elevación del NFIP: Zonas A - elevar la parte superior del piso más bajo al o sobre el BFE; Zonas V - elevar la parte inferior de la pieza estructural horizontal más baja al o sobre el BFE. Tanto en las Zonas V como en las Zonas A, muchas personas han decidido elevar una planta completa para proporcionar estacionamiento debajo del edificio, lo que sobrepasa ampliamente el requisito de elevación. Vea la Hoja Informativa Núm. 1.2 para más información sobre los requisitos mínimos del NFIP para las Zonas A y las Zonas V.



¿Cuál es el piso más bajo según FEMA?

- El **piso más bajo** significa “el piso más bajo del área cerrada más baja, excepto en las estructuras cerradas no terminadas o resistentes a inundación que se usen solamente para estacionar vehículos, acceso al edificio o almacenaje”.
- Si el área cerrada más baja se usa para otro propósito que no sea **estacionamiento de vehículos, acceso al edificio o almacenaje**, el piso de esa área será considerado el piso más bajo. Dicho uso prohibido violará los requisitos del NFIP, lo que resultará en un aumento drástico en las primas del seguro de inundación.
- Observe que **cualquier área terminada debajo del BFE**, incluidos los vestíbulos, violará los requisitos del NFIP, podrían sufrir daños por inundación no reembolsables y hacer que el edificio esté sujeto a un aumento en las primas del seguro de inundación.
- El piso de un sótano (donde “sótano” significa que el piso está debajo del nivel del terreno en todos sus lados) **siempre** será el piso más bajo, independientemente de cómo se use el espacio. Está prohibida la construcción de sótanos en las Zonas V y en las Zonas A, a menos que estén elevados al o sobre el nivel de inundación o se haya concedido una excepción para el sótano.
- Las paredes de las áreas cerradas debajo del BFE en áreas costeras tienen que cumplir con requisitos especiales (vea la Hoja Informativa Núm. 8.1, *Estructuras cerradas y paredes desprendibles*; TB 5, *Requisitos de ausencia de obstrucciones* (2008); y TB 9, *Guía para el diseño y la construcción de paredes desprendibles debajo de edificios costeros elevados* (2008)). **Sin embargo, debemos recalcar que, en ningún caso, se recomiendan sótanos en las Zonas Costeras A.**

Prácticas de construcción y el piso más bajo

Es fundamental construir el piso más bajo al nivel correcto. De no hacerlo, el edificio podría ser construido por debajo del BFE. Como resultado, podrían paralizarse las obras de construcción y retirarse los certificados de ocupación. Además, corregir el problema podría ser costoso y tomar mucho tiempo. A continuación, presentamos algunos consejos útiles que debe considerar al construir el piso más bajo:

- Luego de instalar los pilotes y las piezas de apoyo estructural horizontal más bajas, pida a un ingeniero profesional, arquitecto licenciado o topógrafo certificado que valide la elevación prevista del piso más bajo antes de cortar los pilotes. Esto debe señalarse en el Certificado de Elevación.
- Como alternativa, después de construir los pilares o columnas, la elevación prevista del piso más bajo debe ser validada durante una inspección por un profesional certificado. Esto debe señalarse en el Certificado de Elevación antes de instalar las piezas de apoyo estructural horizontal más bajas.

No modifique los planos de construcción para crear espacio habitable debajo del piso más bajo previsto. De hacerlo, el edificio violará las ordenanzas de manejo de valles de inundación y los requisitos del código de construcción. Además, este espacio no puede convertirse en espacio habitable después de que se conceda el certificado de ocupación.

Certificado de Elevación de FEMA

El NFIP requiere que las comunidades participantes aprueben una ordenanza de manejo de valles de inundación que especifique los requisitos mínimos para reducir las pérdidas por inundación. Las comunidades tienen el requisito **de obtener y mantener un registro de las elevaciones del piso más bajo para todos los edificios nuevos y los que tienen mejoras sustanciales**. El Certificado de Elevación (vea las páginas a continuación) permite que la comunidad cumpla con este requisito y proporciona a las compañías de seguros la información necesaria para determinar las primas del seguro de inundación.

Un topógrafo, ingeniero o arquitecto certificado debe completar, estampar el sello y enviar el Certificado de Elevación al funcionario de códigos de la comunidad. No colocar las piezas de apoyo horizontal más bajas y el primer piso de un edificio a la altura adecuada en un área costera puede ser extremadamente costoso y difícil de corregir. Siguiendo el refrán de los carpinteros de “mida dos veces, y corte una sola vez”, la elevación del edificio debe ser verificada en varias etapas claves de la construcción. Observe que **es posible que tenga que presentar varios Certificados de Elevación para el mismo edificio**: puede que se requiera un certificado al construir el primer piso (antes de realizar obras de construcción vertical adicionales). También hay que presentar un certificado final **al completar toda la construcción, antes de emitir el certificado de ocupación**.

El Certificado de Elevación requiere que la información a continuación sea certificada y firmada por el profesional licenciado (topógrafo, ingeniero, arquitecto) y firmado por el dueño del edificio:

- Nombre y dirección del dueño de la propiedad.
- Zona de inundación del NFIP y elevación de un Mapa Digital de Tasas del Seguro de Inundación (DFIRM) o un Estudio del Seguro de Inundación (FIS).
- Coordenadas de GPS.
- Elevación del nivel del terreno adyacente.
- Elevación de la pieza de apoyo estructural horizontal más baja.
- Elevación de ciertos pisos en el edificio.
- Elevación más baja del equipo y la maquinaria de servicios públicos.

El Certificado de Elevación proporcionado en esta hoja informativa vence el 31 de marzo de 2012. Puede encontrar versiones actualizadas en <http://www.fema.gov/business/nfip/forms.shtm>. El Certificado de Elevación y las instrucciones correspondientes están disponibles en el sitio web de FEMA: <http://www.fema.gov/pdf/nfip/elvcert.pdf>.

Certificación del diseño y la construcción en la Zona V

Propósito: *Explicar los requisitos de certificación para el diseño estructural y los métodos de construcción en las Zonas V.*

Certificación de diseño estructural y métodos de construcción

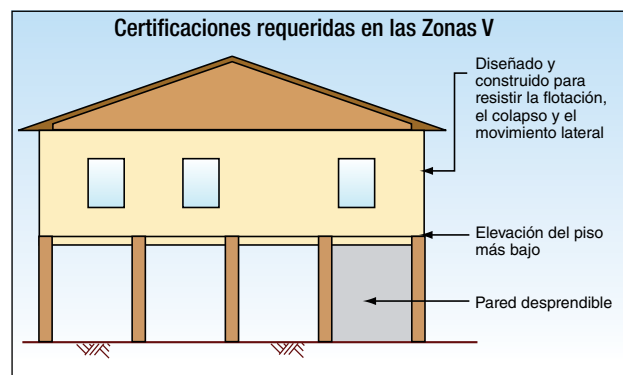
Como parte del acuerdo para poner el seguro de inundación a disposición de la comunidad, el Programa del Seguro Nacional de Inundación (NFIP, por sus siglas en inglés) requiere que la comunidad apruebe una ordenanza de manejo de valles de inundación que especifique los requisitos mínimos de diseño y construcción. Esos requisitos incluyen una **certificación del diseño estructural y los métodos de construcción propuestos** (existe un requisito de documentación similar en el 2009 IRC, Sección R322.3.6). Se recomienda que el profesional de diseño use el ASCE 24 y ASCE 7 como estándares de ingeniería adecuados. Específicamente, los reglamentos del NFIP y las ordenanzas locales para el manejo de valles de inundación requieren que:

- Un **ingeniero o arquitecto licenciado elabore o revise el diseño estructural, las especificaciones y los planos** para la construcción.
- Un **ingeniero o arquitecto licenciado certifique que el diseño y los métodos de construcción** que se usarán cumplen con los estándares de práctica aceptados para cumplir con los siguientes criterios:
- La **parte inferior de la pieza estructural horizontal más baja del piso más bajo** (excluidos los pilotes o las columnas) está elevada al o sobre el Nivel de Inundación Base (BFE, por sus siglas en inglés).
- Los cimientos de pilotes o columnas y la estructura adjunta estén **anclados para resistir la flotación, el colapso y el movimiento lateral debido a los efectos de las cargas de viento y agua que actúan simultáneamente** en todas las partes del edificio. ASCE 7-10 en todas las partes del edificio. El ASCE 7-10, *Cargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras*, ofrece guías sobre las diferentes combinaciones de cargas, que incluyen cargas de inundación y viento.

Cómo llenar el certificado de diseño de la Zona V

No existe un solo certificado de Zona V para toda la nación. En su lugar, las comunidades locales o los estados han elaborado sus propios procedimientos y documentos de certificación. Los ingenieros y arquitectos licenciados que participen en proyectos de construcción en la Zona V deben **verificar con la autoridad que tenga jurisdicción sobre la naturaleza exacta y los plazos de tiempo para las certificaciones requeridas**.

La página 2 muestra un ejemplo del formulario de certificación. El propósito es mostrar una manera mediante la cual una jurisdicción puede requerir que se proporcione la certificación y la información de respaldo. En este ejemplo, la declaración de la certificación puede atender el diseño y los métodos de construcción propuestos, así como el diseño de las paredes desprendibles.



Otras certificaciones requeridas en la Zona V

- Diseño de paredes desprendibles, por un ingeniero o arquitecto profesional licenciado (vea la Hoja Informativa Núm. 8.1, *Estructuras cerradas y paredes desprendibles*)
- Elevación del piso más bajo según construido ("as built") por un topógrafo, ingeniero o arquitecto (vea la Hoja Informativa Núm. 1.4, *Elevación del piso más bajo*)

La certificación de diseño de la Zona V debe considerar el requisito de ausencia de obstrucciones del NFIP para las Zonas V: el espacio debajo del piso más bajo debe estar libre de obstrucciones (p. ej., elemento del edificio, equipo u otros objetos fijos que pueden transferir cargas de inundación a los cimientos, o que pueden causar que las aguas de inundación o las olas se desvíen hacia adentro del edificio), o debe estar construido con paredes desprendibles que no sean de apoyo, entramado de madera o malla contra insectos. (Vea el *Boletín Técnico 5 del NFIP* y la *Hoja Informativa Núm. 8.1, Estructuras cerradas y paredes desprendibles*).



Nota: El certificado de diseño de la Zona V no sustituye el Certificado de Elevación del NFIP (vea la Hoja Informativa Núm. 4, *Elevación del piso más bajo*), requerido para certificar las elevaciones según construidas ("as built") necesarias para la clasificación del seguro de inundación.

CERTIFICADO DE DISEÑO DE LA ZONA V

Nombre _____ Número de póliza (para uso de la comp. de seguros) _____
Dirección del edificio u otra descripción _____
Permiso Núm. _____ Ciudad _____ Estado _____ Código postal _____

SECCIÓN I: Información del Mapa de Tasas del Seguro de Inundación (FIRM)

Comunidad Núm. _____ Panel Núm. _____ Sufijo _____ Fecha de FIRM _____ Zona(s) de FIRM _____

SECCIÓN II: Información de elevación usada para el diseño

[NOTA: Esta sección documenta las elevaciones o profundidades usadas o especificadas en el diseño. No documenta las elevaciones estudiadas y no equivale a las elevaciones según construidas ("as-built") que deben presentarse durante o después de la construcción].

1. Nivel de inundación base (BFE) del FIRM _____ pies*
2. Elevación de inundación del diseño (DFE) de la comunidad _____ pies*
3. Elevación de la parte inferior de la pieza estructural horizontal más baja _____ pies*
4. Elevación del nivel del terreno adyacente más bajo _____ pies*
5. Profundidad de socavación/erosión prevista usada para el diseño de los cimientos _____ pies*
6. Profundidad de empotramiento de pilotes o cimientos debajo del nivel del terreno _____ pies*

* Indique el dato de elevación usado en: NGVD29 NAVD88 Otro _____

SECCIÓN III: Declaración de certificación de diseño de la Zona V

Certifico que: (1) elaboré o revisé el diseño estructural, los planos y las especificaciones para la construcción del edificio mencionado arriba, y (2) que el diseño y los métodos de construcción especificados para uso cumplen con los estándares de práctica aceptados** para cumplir con las disposiciones a continuación:

- La parte inferior de la pieza estructural horizontal más baja del piso más bajo (excluidos los pilotes y las columnas) está elevada al o sobre el Nivel de Inundación Base (BFE).
- Los cimientos de pilotes y columnas y la estructura adjunta están anclados para resistir la flotación, el colapso y el movimiento lateral debido a los efectos de las cargas de viento y agua que actúan simultáneamente en todas las partes del edificio. Los valores de carga del agua usados son los relacionados con la inundación base***. Los valores de carga de viento usados son los requeridos por el código de construcción local o estatal correspondiente. Se ha previsto el potencial de socavación y erosión en los cimientos para las condiciones relacionadas con la inundación base, incluida la acción del oleaje.

SECCIÓN IV: Declaración de certificación de diseño de paredes desprendibles

[NOTA: Esta sección debe estar certificada por un ingeniero o arquitecto licenciado cuando las paredes desprendibles estén diseñadas para tener una resistencia de más de 20 psf (0.96 kN/m²), según se determine conforme al diseño de tensión permisible]

Certifico que: (1) elaboré o revisé el diseño estructural, los planos y las especificaciones para la construcción de las paredes desprendibles del edificio mencionado arriba, y (2) que el diseño y los métodos de construcción especificados para uso cumplen con los estándares de práctica aceptados** para cumplir con las disposiciones a continuación:

- El colapso de las paredes desprendibles resultará en una carga de agua menor que la que ocurriría durante la inundación base***.
- La parte elevada del edificio y el sistema de cimientos que la apoyan no estarán sujetos a colapso, desplazamiento u otros daños estructurales debido a los efectos de las cargas de viento y agua que actúan simultáneamente en todas las partes del edificio (vea la Sección III).

SECCIÓN V: Certificación y sello

Esta certificación deberá ser firmada y sellada por un ingeniero profesional o arquitecto licenciado autorizado por ley para certificar diseños estructurales. Certifico a la Declaración de Certificación del Diseño de la Zona V (Sección III) y a _____ la Declaración de Certificación de Diseño de las Paredes Desprendibles (Sección IV, marque si corresponde).

Nombre de la persona que certifica _____ Número de licencia _____
Título _____ Nombre de la empresa _____
Dirección _____
Ciudad _____ Estado _____ Código Postal _____
Firma _____ Fecha _____ Teléfono _____

Coloque el sello aquí

Diseño para niveles de inundación sobre el BFE

Propósito: *Recomendar prácticas de diseño y construcción que reduzcan la probabilidad de daños por inundación cuando los niveles de inundación sobrepasen el Nivel de Inundación Base (BFE, por sus siglas en inglés).*

Asuntos claves

- Los BFE se establecen al nivel de inundación, incluidos los efectos del oleaje, que tiene un 1 por ciento de probabilidad de ser igualado o sobrepasado en un año en particular, también conocido como la inundación de 100 años o inundación base. En cualquier año, pueden ocurrir inundaciones más graves y menos frecuentes que la inundación con 1 por ciento de probabilidad anual.
- Los niveles de inundación durante algunas tormentas recientes han sobrepasado los BFE representados en los Mapas de Tasas del Seguro de Inundación (FIRM, por sus siglas en inglés), a veces por varios pies. En muchas comunidades, las inundaciones se extendieron tierra adentro, mucho más allá del valle de inundación de 100 años (Área Especial de Riesgo de Inundación [SFHA, por sus siglas en inglés]) que aparece en el FIRM (ver la Imagen 1).
- Los daños por inundación aumentan rápidamente cuando el nivel de la inundación sobrepasa el piso más bajo de un edificio, especialmente en las áreas sujetas a olas costeras. En las Zonas V, una inundación costera con una cresta de ola 3 a 4 pies sobre la parte inferior de la viga del piso (aproximadamente 1 a 2 pies sobre la superficie de tránsito del piso) será suficiente para dañar sustancialmente o destruir la mayoría de las construcciones residenciales y comerciales de armazón liviano (ver la Imagen 2).
- Hay prácticas de diseño y construcción que pueden eliminar o minimizar los daños a los edificios cuando los niveles de inundación sobrepasan el BFE. **vertical o francobordo al diseño (p. ej., elevar el edificio más arriba de lo requerido por el FIRM).** Esta práctica se describe en *Diseño y Construcción Resistente a Inundaciones 24-05* de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE, por sus siglas en inglés).
- Existen otros beneficios de diseñar para niveles de inundación sobre el BFE: menos daños y mantenimiento al edificio, vida útil del edificio más larga, reducción en las primas del seguro de inundación, menos tiempo de desplazamiento para los ocupantes del edificio en caso de un desastre por inundación (y necesidad de refugio provisional y asistencia), menos pérdida de trabajo y mayor retención de la base fiscal.
- El costo de añadir margen de separación vertical o francobordo al construir la vivienda es modesto, y las primas del seguro de inundación más bajas, por lo general, ayudarán a recuperar el costo del francobordo en pocos años.



Imagen 1. Bridge City, Texas, las viviendas se inundaron durante el huracán Ike aunque fueron construidas fuera del SFHA y en la Zona B. El nivel de inundación fue de aproximadamente 4 pies sobre el BFE más cercano.



Imagen 2. Península Bolívar, Texas, vivienda en la Zona V construida con el piso más bajo (parte inferior de la viga del piso) en el BFE (línea entrecortada). El nivel de cresta de ola estimado durante el huracán Ike (línea sólida) fue entre 3 y 4 pies sobre el BFE en esta ubicación.



¿Cuánto debe sobrepasar la elevación de un edificio el BFE?

A fin de cuentas, la elevación de un edificio dependerá de varios factores, que hay que considerar antes de tomar una determinación final:

- **La precisión del BFE que aparece en el FIRM:** Si el BFE no es confiable, probablemente lo mejor sea elevar 3 pies o más sobre el BFE. Si se considera que el BFE es preciso, es posible que solo sea necesario elevar un par de pies sobre el mismo.
- **Si los niveles históricos de marea alta están sobre el BFE,** deben considerarse al tomar decisiones sobre la elevación del edificio.
- **Disponibilidad de Mapas Digitales de Tasas del Seguro de Inundación (DFIRM, por sus siglas en inglés) preliminares:** A medida que se completan nuevos Estudios del Seguro de Inundación, se producirán DFIRM preliminares y estarán disponibles para uso, incluso antes de que sean adoptados oficialmente por las comunidades.
- **Condiciones futuras:** Como el FIRM refleja las condiciones en el momento en que se realizó el FIS, es posible que algunos dueños o jurisdicciones deseen considerar las condiciones futuras (como el aumento del nivel del mar, el hundimiento, la pérdida de humedales, la erosión de la costa, el aumento en la frecuencia o la intensidad de las tormentas y el asentamiento o la falla de diques) al decidir cuánto elevar.
- **Requisitos estatales o locales:** La jurisdicción estatal o local podría requerir un francobordo mínimo a través de sus requisitos de manejo de valles de inundación o su código de construcción.
- **Requisitos del código de construcción:** El Código de Construcción Internacional (IBC, por sus siglas en inglés) requiere que los edificios estén diseñados y construidos según el ASCE 24. El ASCE 24 requiere entre 0 y 2 pies de francobordo, según la importancia del edificio y la edición del ASCE 24 citada.¹ El Código Residencial Internacional (IRC, por sus siglas en inglés) de 2009 requiere 1 pie de francobordo en las Zonas V y las Zonas Costeras A.
- **Tolerancia del dueño del edificio hacia los daños, el desplazamiento y el tiempo de inactividad:** Es posible que algunos dueños de edificios quieran evitar daños e interrupciones al edificio y opten por elevarlo muy por encima del BFE.

En las Zonas V y las Zonas A, FEMA 499 recomienda considerar la elevación de las estructuras residenciales a la elevación de inundación de 500 años, o de los requisitos del ASCE 24-05, la que sea mayor.

¹ La edición de 1998 del ASCE 24 se cita en la edición de 2003 del IBC, y requiere entre 0 y 1 pie de francobordo. La edición de 2005 del ASCE 24 se cita en las ediciones de 2006 y 2009 del IBC, y requiere entre 0 y 2 pies de francobordo.

Si la elevación de aguas tranquilas de 500 años (pies del Dato Vertical de América del Norte de 1988 [NAVD, por sus siglas en inglés] o pies del Dato Vertical Geodésico Nacional de 1929 [NGVD, por sus siglas en inglés]) no está disponible, puede usar una regla general de aproximación de 1.25 veces la elevación de las aguas tranquilas de 100 años (pies del NAVD o pies del NGVD).

La elevación de cresta de ola de 500 años **puede** usar la aproximación de 1.25 veces el BFE.

Mapa de Tasas del Seguro de Inundación y el Riesgo de Inundación

Los huracanes Ivan (2004), Katrina (2005), Rita (2005) e Ike (2008) demostraron que construir un edificio conforme a los requisitos mínimos del Programa del Seguro Nacional de Inundación (NFIP, por sus siglas en inglés), o construir un edificio fuera de las SFHA que aparecen en los FIRM, no garantiza que el edificio no sufrirá daños por inundación.

Esto se debe a dos factores: 1) ocurren inundaciones más serias que la inundación base, y 2) es posible que algunos FIRM, particularmente los más antiguos, ya no muestren el nivel de inundación base y límites de SFHA reales.

Aun si el FIRM había previsto los niveles de inundación perfectamente, los edificios construidos a los niveles que aparecen en el FIRM ofrecerán protección solo contra el nivel de inundación de 1 por ciento de probabilidad anual (BFE). Algunas tormentas costeras producirán niveles de inundación que sobrepasan el BFE y los edificios construidos a la elevación mínima podrían sufrir daños por inundación. La línea negra en la Imagen 3 muestra la probabilidad de que el nivel de inundación sobrepase el nivel de inundación de 100 años durante periodos de 1 a 100 años. Existe una probabilidad del 18 por ciento de que el nivel de inundación de 100 años sea sobrepasado en 20 años, un 39 por ciento de probabilidad de que sea sobrepasado en 50 años, y un 51 por ciento de probabilidad de que sea sobrepasado en 70 años. A medida que aumenta el periodo de tiempo, también aumenta la probabilidad de que se sobrepase el nivel de inundación de 100 años.

La Imagen 3 también muestra las probabilidades de que se sobrepasen inundaciones de otros niveles de gravedad. Por ejemplo, al considerar un periodo de 30 años con un 26 por ciento de probabilidad de que se sobrepase el nivel de inundación de 100 años, y un 6 por ciento de probabilidad de que ocurrirá una inundación más grave que la inundación de 500 años.

Recomendación de elevación

FEMA 499 recomienda que los edificios residenciales nuevos y reconstruidos sean elevados sobre los BFE vigentes con francobordo equivalente al especificado en el ASCE 24-05, mas 3 pies. Cuando haya DFIRM nuevos y sean adoptados, FEMA 499 recomienda, además, que los edificios residenciales nuevos y reconstruidos sean elevados al o sobre el nivel de francobordo, según especificado en el ASCE 24-05.

Los FIRM muestran los límites de inundación, los niveles de inundación y las zonas de inundación durante la inundación base. Según aparece en la Imagen 3, los edificios elevados solamente hasta los BFE que aparecen en los FIRM tienen una probabilidad significativa de inundarse durante un periodo de décadas. Los usuarios también deben saber que los límites, las elevaciones y las zonas de inundación que aparecen en el FIRM reflejan las elevaciones del suelo, el desarrollo y las condiciones de inundación al momento de realizarse el FIS.²

Los FIRM no toman en cuenta lo siguiente:

- Erosión de la costa, pérdida de humedales, hundimiento y aumento relativo del nivel del mar
- Desarrollos en tierras altas o cambios topográficos
- Degradación o asentamiento de diques y muros de inundación
- Cambios en la climatología de las tormentas (frecuencia y gravedad)
- Los efectos de múltiples eventos de tormenta

Por consiguiente, es posible que lo que antes era una representación precisa de los valles de inundación y los niveles de inundación de 100 años, ya no lo sea.

Consecuencias de los niveles de inundación que sobrepasan el BFE

Los edificios están diseñados para *resistir* la mayoría de los riesgos ambientales (p. ej., viento, terremotos, nieve, etc.), pero, por lo general, están diseñados para *evitar* inundaciones mediante la elevación del edificio sobre el nivel de inundación previsto. La diferencia en el método de diseño es el resultado de la aparición repentina de daños cuando una inundación sobrepasa la elevación del piso más bajo de un edificio. Contrario al viento, cuando la exposición a una velocidad de viento levemente mayor a la velocidad de diseño, por lo general, no causa daños graves a los edificios, un nivel de inundación que sea incluso unas pocas pulgadas sobre el nivel del piso más bajo suele causar daños por inundación significativos. Por consiguiente, se recomienda añadir francobordo.

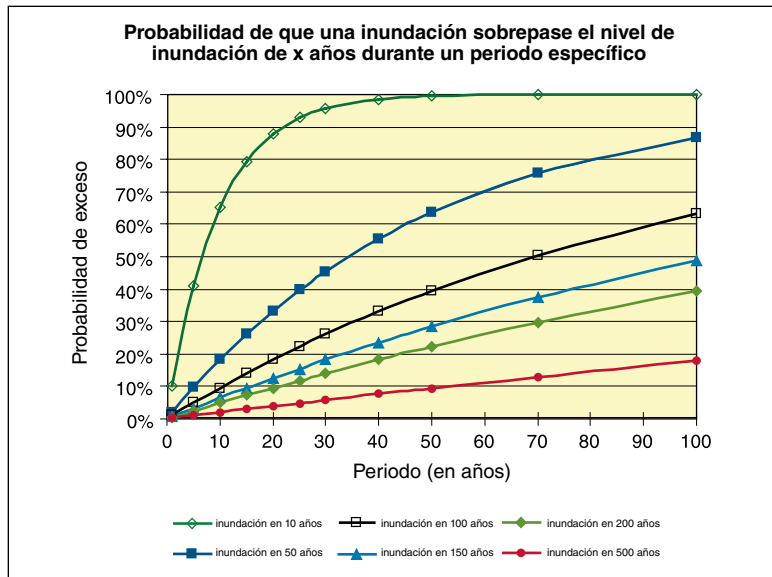


Imagen 3. Probabilidad de que una inundación sobrepase el nivel de inundación de x años durante un periodo específico.

(Nota: Este análisis supone que no hay erosión costera ni aumento en el nivel del mar o frecuencia/gravedad de tormentas en el transcurso del tiempo.)

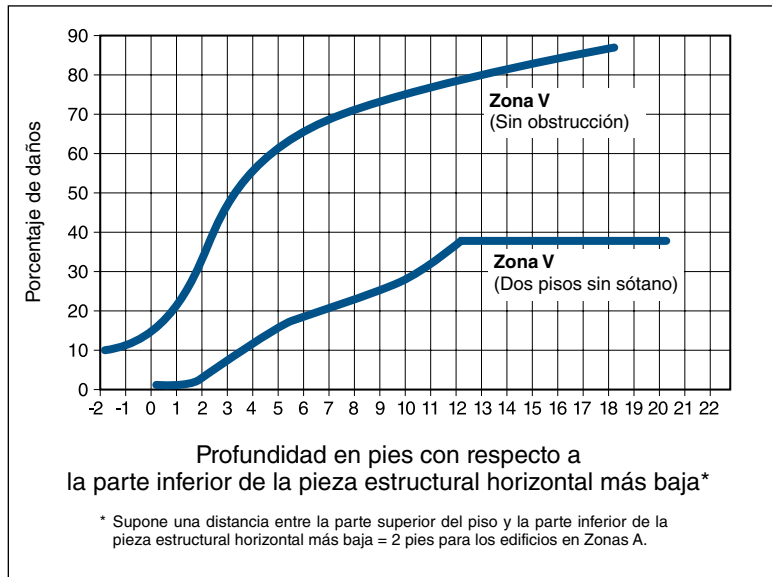


Imagen 4. Curva de profundidad de inundación frente a curva de daños al edificio en las Zonas V y Zonas Fluviales A.

(FUENTE: FEMA 55, MANUAL DE CONSTRUCCIÓN COSTERA).

Esto es particularmente cierto en los casos en que las inundaciones costeras están acompañadas de olas. La Imagen 4 muestra los daños por inundación esperados (expresados como un por ciento del valor en el mercado del edificio antes de sufrir daños) versus la profundidad de la inundación sobre la parte inferior de la pieza estructural horizontal más baja que apoye el piso más bajo (p. ej., la parte inferior de la viga del piso), para un edificio en una Zona V y para un edificio en una Zona Fluvial A.³

2 Las Secciones 7.8.1.3 y 7.9 del *Manual de construcción costera* de FEMA (FEMA 55, edición de 2000) ofrecen guías sobre cómo evaluar un FIRM para determinar si todavía presenta correctamente las condiciones de inundación base, o si está obsoleto.

3 Debido a que la referencia de piso normal para los edificios de las Zonas A es la parte superior del piso más bajo, la curva de la Zona A se movió para compararla con la curva de la Zona V.

Una diferencia notable entre las dos curvas es que una profundidad de inundación en la Zona V (elevación de cresta de ola) de 3 a 4 pies sobre la parte inferior de la viga del piso (o aproximadamente 1 a 2 pies sobre la parte superior del piso) es suficiente para causar daños sustanciales (más de un 50 %) a un edificio. En contraste, una inundación fluvial en una Zona A (sin olas ni alta velocidad) puede sumergir una estructura sin causar daños sustanciales. Esta diferencia en los daños a los edificios es un resultado directo del tipo de energía de las olas costeras al golpear los edificios. Este tipo de daño fue identificado en Texas y Louisiana después del huracán Ike (vea la Imagen 5).

En los casos en que los edificios están ubicados detrás de diques, una falla en un dique puede producir una inundación rápida en el área. Los edificios ubicados cerca de una ruptura de dique podrían estar más expuestos a caudales de alta velocidad. Los daños a esos edificios probablemente estarían caracterizados por la curva de daños de la Zona V que aparece en la Imagen 4. Los daños a los edificios más retirados de la ruptura serán el resultado de inundación por las aguas de inundación y probablemente se parecerán a la curva de la Zona A que aparece en la Imagen 4.



Imagen 5. Daños a edificios ocasionados por el huracán Ike. Las fotografías en la parte superior izquierda y parte superior derecha son de los edificios que estaban cerca de la costa del Golfo de México, sujetos a marejadas ciclónicas y olas grandes sobre el piso más bajo. La fotografía en la parte inferior izquierda es de un edificio cerca de la costa de la bahía de Galveston, sujeto a marejada ciclónica y olas pequeñas. La fotografía en la parte inferior derecha es de una escuela en Cameron Parish, Louisiana, aproximadamente a 1.3 millas de la costa del Golfo, pero que estuvo sujeta a marejada ciclónica y olas pequeñas.

Recomendaciones generales

El objetivo de esta hoja informativa es ofrecer métodos para minimizar los daños a edificios si los niveles de inundación costera sobrepasan el BFE. Lograr este objetivo requerirá la implantación de por lo menos una de las siguientes recomendaciones generales:

- En todas las áreas donde las inundaciones sean una preocupación, dentro y fuera de las SFHA, eleve el piso más bajo, de manera que la parte inferior de la pieza estructural horizontal más baja se encuentre al o sobre el Nivel de Inundación del Diseño (DFE, por sus siglas en inglés). No coloque la parte superior del piso más bajo al DFE ya que esto garantiza daños

por inundación a los sistemas de piso de madera, revestimientos de piso y paredes más bajas durante la inundación de diseño, y podría resultar en el desarrollo de hongo y moho y daños por contaminación (vea la Imagen 6).

- En las Zonas V y A, use una DFE que resulte en francobordo (eleve el piso más bajo sobre el BFE) (vea la Imagen 7).
- En las Zonas V y A, calcule las cargas y condiciones de diseño (cargas hidrostáticas, cargas hidrodinámicas, cargas de olas, cargas de escombros flotantes, erosión y socavación) bajo la premisa de que el nivel de inundación sobrepasará el BFE.



Imagen 6. El hongo o moho y la contaminación biológica y química también son preocupaciones cuando los niveles de inundación superan el piso más bajo. La contaminación también podría causar que el edificio no se pueda reparar o, por lo menos, que la limpieza, la restauración y las reparaciones sean más costosas y tomen más tiempo.

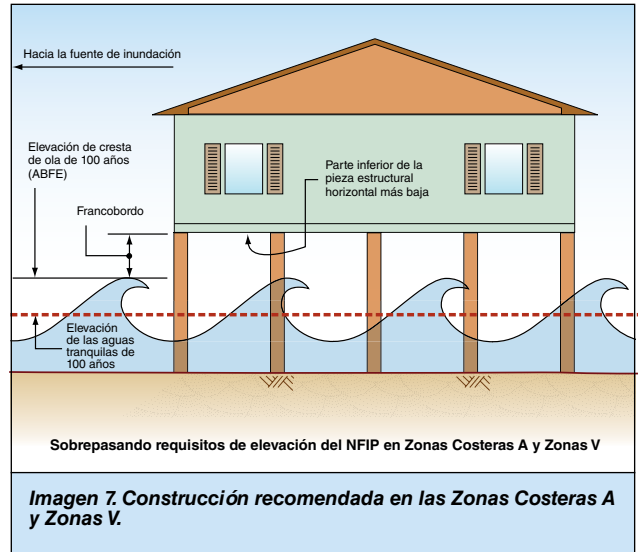


Imagen 7. Construcción recomendada en las Zonas Costeras A y Zonas V.

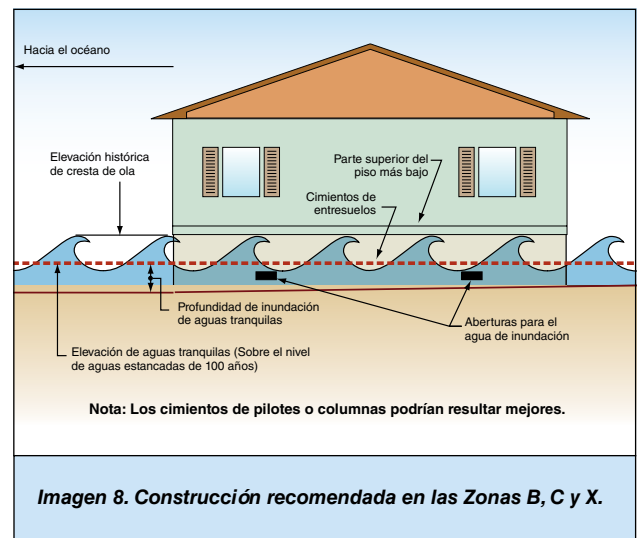


Imagen 8. Construcción recomendada en las Zonas B, C y X.

- En una Zona A sujeta a oleaje moderado (1.5 a 3.0 pies de altura) o a erosión (p. ej., Zona Costera A), use cimientos de pilotes o columnas (vea la Imagen 7).
- Fuera de las SFHA (en las Zonas B, C y X), adopte diseños y prácticas de construcción resistentes a inundación si la evidencia histórica o un examen de los datos de inundación disponibles muestran que el edificio podría sufrir daños por una inundación más seria que la inundación base (vea la Imagen 8).
- Diseñe y construya edificios de conformidad con el código de construcción más reciente (p. ej., IRC o IBC), el ASCE 7-10, *Cargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras* y ASCE: 24-05, *Estándar para el diseño y la construcción resistentes a inundaciones*, según aplique.
- Use los cimientos prediseñados, según aplique, que aparecen en FEMA 550, *Construcción residencial recomendada para la costa del Golfo: Construcción sobre cimientos fuertes y seguros*.
- Use conexiones sólidas entre los cimientos y el edificio elevado para evitar que el edificio flote o se desprenda de los cimientos, si los niveles de inundación superan el piso más bajo.
- En donde esté prohibido o no se proporcione el francobordo adicional, use materiales y métodos de construcción resistentes a daños por inundación sobre el piso más bajo. Por ejemplo, considere usar ensamblajes de paredes interiores que puedan drenarse y secarse (vea la Imagen 9). Esto permite abrir y secar las paredes interiores después de una inundación que sobrepase el piso más bajo a fin de minimizar los daños a la estructura.

- Las viviendas prefabricadas nuevas y de remplazo deben instalarse de conformidad con las disposiciones de la edición de 2009 de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA, por sus siglas en inglés) 225, *Estándar modelo de instalación de viviendas prefabricadas*. El estándar ofrece procedimientos de instalación resistentes a inundaciones, viento y terremotos. Además, recomienda elevar las viviendas prefabricadas en las Zonas A con la parte inferior de la viga principal del armazón en o sobre el BFE, y no con la parte superior del piso al BFE. FEMA P-85, *Protección de viviendas prefabricadas contra inundaciones y otros riesgos*, ofrece guías adicionales sobre la ubicación e instalación correcta de viviendas prefabricadas.

Imagen 9. Técnicas recomendadas de impermeabilización en mojado para la construcción de paredes interiores. Los siguientes materiales y métodos resistentes a inundaciones evitarán la dispersión de humedad y limitarán los daños por inundación:

- 1) **construir paredes con espacios horizontales en las paredes de cartón con yeso;**
- 2) **usar cartón con yeso sin cubierta de papel debajo del espacio, pintado con pintura de látex;**
- 3) **usar aislamiento rígido de células cerradas en la parte inferior de las paredes;**
- 4) **usar pisos resistentes al agua con adhesivo impermeable; y**
- 5) **usar marcos de madera tratada a presión**

(FUENTE: LSU AGCENTER Y REVISTA COASTAL CONTRACTOR).

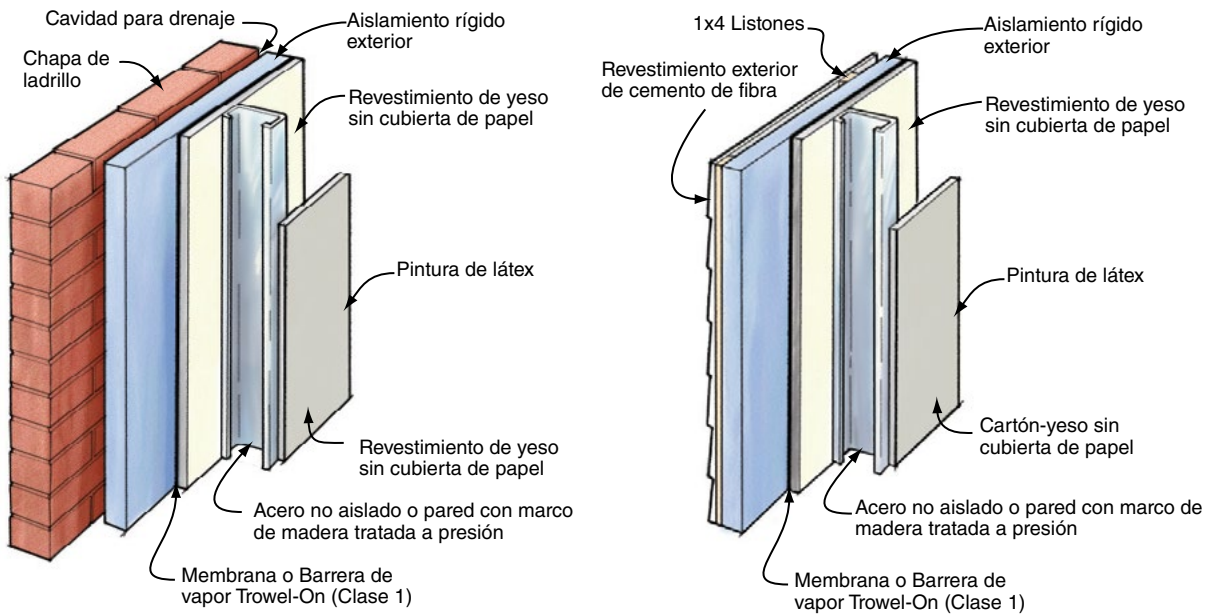
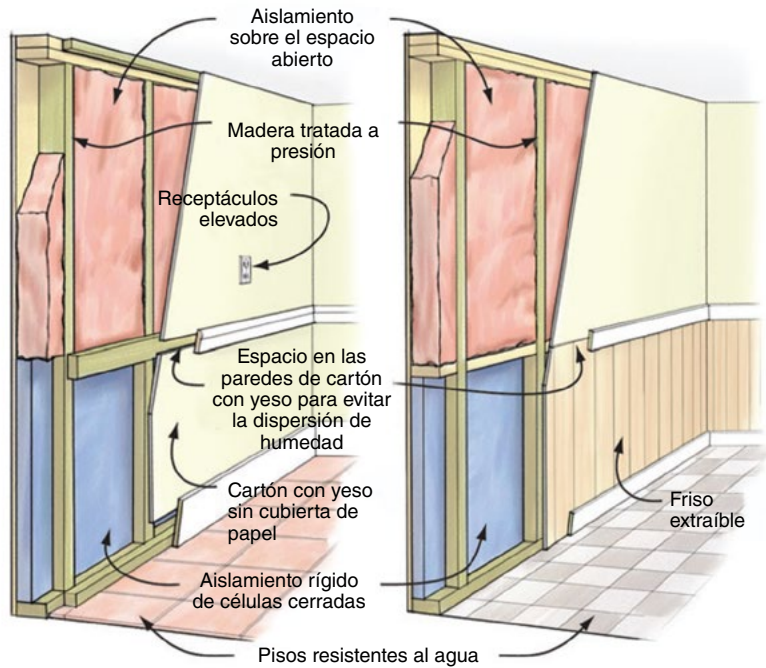
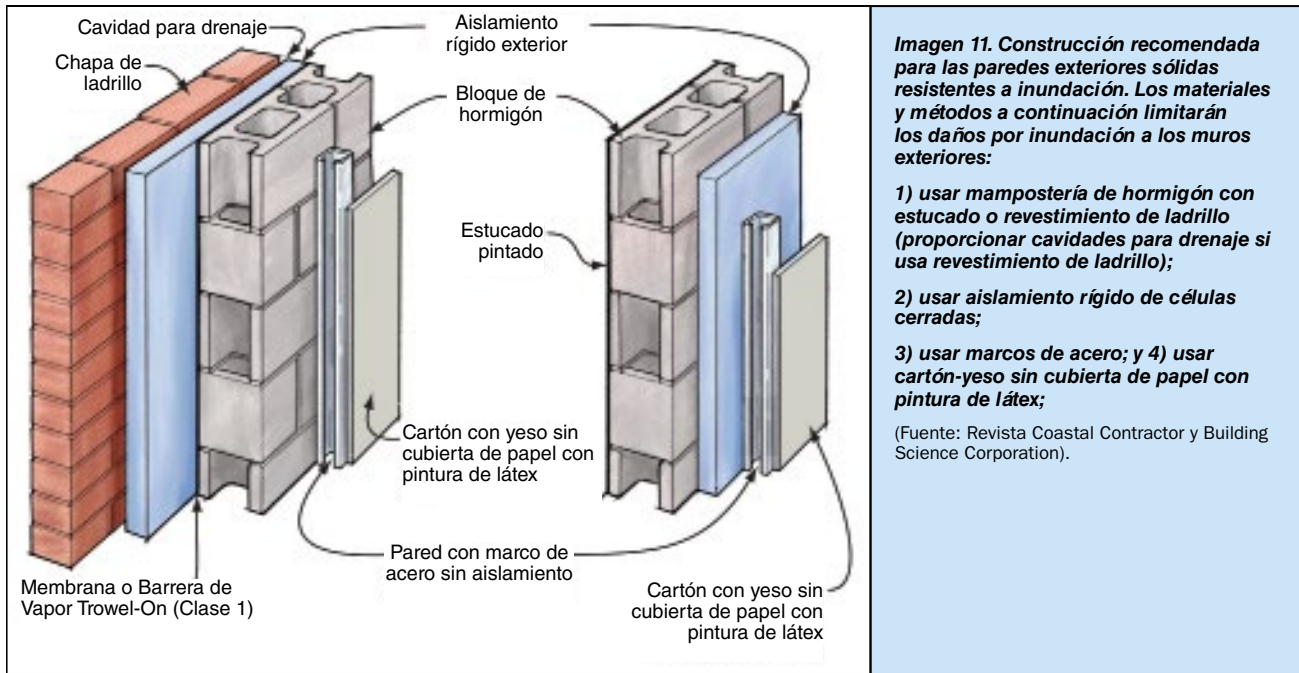


Imagen 10. Construcción recomendada para las paredes exteriores con cavidades resistentes a inundaciones. Los materiales y métodos a continuación limitarán los daños por inundación a las paredes exteriores con cavidades:

- 1) **usar chapa de ladrillo o revestimiento exterior de cemento de fibra, con revestimiento de yeso sin cubierta de papel (los revestimientos exteriores de vinilo también son resistentes a inundaciones, pero menos resistentes a los daños por viento);**
- 2) **proporcionar cavidad para el drenaje;**
- 3) **usar aislamiento rígido de células cerradas;**
- 4) **usar montantes y marcos de acero o madera tratada a presión; y**
- 5) **usar cartón con yeso sin cubierta de papel pintado con pintura de látex**

(FUENTE: REVISTA COASTAL CONTRACTOR Y BUILDING SCIENCE CORPORATION).



Otras consideraciones

Como se indicó anteriormente, además de los daños menores a los edificios, hay otras razones para diseñar con los niveles de inundación sobre el BFE:

- Menor mantenimiento y mayor vida útil de los edificios.
- Menores primas del seguro de inundación.
- Menor desplazamiento y perturbación de los ocupantes del edificio después de una inundación (y necesidad de refugio provisional y asistencia).

Muchos dueños de viviendas y muchas comunidades no piensan sobre estos beneficios hasta que enfrentan una inundación. Sin embargo, uno de los argumentos más persuasivos para que los dueños de viviendas eleven las viviendas sobre el BFE es la reducción en las primas anuales del seguro de inundación. En la mayoría de los casos, las primas del seguro de inundación pueden

reducirse a la mitad si se eleva una vivienda 2 pies sobre el BFE. Esto representa un ahorro de cientos de dólares anuales en las Zonas A, y \$2,000 o más anuales en las Zonas V. En las Zonas V, los ahorros aumentan a medida que se añade francobordo.

Un estudio exhaustivo de francobordo (Institutos Americanos de Investigación, 2006) demostró que añadir francobordo al construir la vivienda es efectivo en cuanto a costos. Menos daños por inundación producen una relación de beneficios a costos mayor de 1 en gran cantidad de escenarios. Las reducciones en las primas del seguro de inundación hacen que añadir francobordo tenga aún más beneficios para el dueño de la vivienda. Menores primas del seguro de inundación ayudarán a cubrir el costo de incorporar francobordo a una vivienda en una Zona V en 1 a 3 años. En el caso de una vivienda en una Zona A, el periodo de recuperar el dinero es de aproximadamente 6 años.

Las reducciones en las primas del seguro de inundación pueden ser significativas

| Ejemplo 1: Edificio en Zona V sobre pilotes o pilares, sin estructura cerrada u obstrucción por debajo del BFE. \$250,000 de cobertura para el edificio, \$100,000 de cobertura para el contenido. | | Ejemplo 2: Edificio en Zona A, con cimientos de losa o cimientos de entresuelos (sin sótano). \$200,000 de cobertura para el edificio, \$75,000 de cobertura para el contenido. | |
|--|---|---|---|
| Elevación del piso sobre el BFE | Reducción en la prima anual del seguro de inundación* | Elevación del piso sobre el BFE | Reducción en la prima anual del seguro de inundación* |
| 1 pie | 25% | 1 pie | 39% |
| 2 pies | 50% | 2 pies | 48% |
| 3 pies | 62% | 3 pies | 48% |
| 4 pies | 67% | 4 pies | 48% |

* Comparado con la prima de inundación con el piso más bajo al Nivel de Inundación Base

Recursos y referencias adicionales

Institutos Americanos para Investigación. 2006. *Evaluación de los estándares de construcción del Programa Nacional del Seguro de Inundación (Evaluation of the National Flood Insurance Program's Building Standards)*, (<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=2592>)

ASCE. 2005. *Cargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras (Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures)*.

ASCE 7-05. ASCE. 2005. *Estándar para el diseño y la construcción resistentes a inundaciones (Standard for Flood Resistant Design and Construction)*.

Coastal Contractor Magazine. Julio de 2006. *Receta para terrenos bajos: Impermeabilización en mojado. Ensamblajes que pueden drenarse y secarse, fabricados con materiales resistentes al agua, ayudan a acelerar la recuperación por inundaciones más profundas de lo esperado (Low Country Rx: Wet Floodproofing. Drainable, dryable assemblies made with water-tolerant materials help speed recovery from deeper than-expected floods)*, escrito por Ted Cushman, (<http://www.coastalcontractor.net/cgi-bin/issue.pl?issue=9>)

FEMA. 2000. *Manual de construcción costera (Coastal Construction Manual)*. FEMA 55. (Información sobre pedidos en: http://www.fema.gov/pdf/plan/prevent/nhp/nhp_fema55.pdf)

FEMA. 2009. *Informe del Equipo de Evaluación de Mitigación, Huracán Ike en Texas y Louisiana: Observaciones, recomendaciones y guía técnica sobre el rendimiento de los edificios (Mitigation Assessment Team Report, Hurricane Ike in Texas and Louisiana: Building Performance Observations, Recommendations, and Technical Guidance)*. FEMA P-757. (disponible en: <http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=3577>)

FEMA. 2009. *Protección de viviendas prefabricadas contra inundaciones y otros riesgos (Protecting Manufactured Homes from Floods and Other Hazards)*. FEMA P-85, (<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?fromSearch=fromsearch&id=1577>)

FEMA. 2010. *Construcción residencial recomendada para la costa del Golfo: Construcción sobre cimientos fuertes y seguros (Recommended Residential Construction for the Gulf Coast, Building on Strong and Safe Foundations)*. FEMA 550, (<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=1853>)

Centro de Estudios de Agricultura de la Universidad Estatal de Louisiana (conocido como LSU AgCenter en inglés). *Impermeabilización en mojado. Reduciendo los daños por inundación (Wet Floodproofing. Reducing Damage from Floods)*. Publicación 2771, (<http://www.lsuag-center.com/NR/rdonlyres/B2B6CDEC-2B58-472E-BBD9-0BDEB0B29C4A/26120/pub2771Wet6.pdf>)

Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA, por sus siglas en inglés). *Estándar de Instalación de Viviendas Modelo Prefabricadas (Model Manufactured Home Installation Standard)*. NFPA 225, (http://www.nfpa.org/about-thecodes/AboutTheCodes.asp?DocNum=225&cookie_test=1)

Materiales de construcción costera

Propósito: Ofrecer asesoramiento y mejores prácticas para la selección de materiales de construcción para la construcción costera.

Asuntos claves

Esta hoja informativa discutirá las consideraciones especiales que deben tomarse al seleccionar los materiales de construcción para edificios costeros. El ambiente severo requiere que se usen materiales de construcción más sustanciales y que se tenga más cuidado al usarlos para garantizar la durabilidad, la resistencia contra los riesgos y reducir el mantenimiento. Los materiales discutidos se pueden usar para atender los riesgos de inundación y de viento. También cubrirá otros factores, como la corrosión y la resistencia al deterioro. Aunque el diseño adecuado es un elemento clave, de nada vale si no se usan los materiales adecuados. El propósito de esta hoja informativa también es ofrecer al lector una idea de lo que debería ser una mejor práctica al seleccionar materiales para un edificio costero. A continuación, se presentan algunos temas clave que deben considerarse al evaluar los materiales.



Escoja materiales de construcción que puedan tolerar inundaciones periódicas.

- Los materiales y métodos de construcción en los ambientes costeros deben ser resistentes a **daños por inundación y viento, lluvia impulsada por el viento, corrosión, humedad y deterioro (debido a la luz del sol, envejecimiento, insectos, químicos, temperatura y otros factores)**.
- La facilidad de instalación o la capacidad para instalar adecuadamente los materiales debe ser una consideración principal al escoger los materiales.
- Todos los edificios costeros requerirán **mantenimiento y reparaciones** (más que los edificios tierra adentro) — use materiales y métodos adecuados para las reparaciones, adiciones y otros trabajos realizados después de la construcción inicial (vea las Hojas Informativas Núm. 9.1, *Reparaciones, remodelaciones, adiciones y refuerzos para inundación*, y 9.2, *Reparaciones, remodelaciones, adiciones y refuerzos para viento*).

La durabilidad de las viviendas costeras depende de los tipos de materiales y los detalles usados para construirlas. Para información sobre inundaciones, vea el Boletín Técnico 2 del NFIP, *Requisitos de materiales resistentes a inundación para edificios en las Áreas Especiales de Riesgo de Inundación, según el Programa del Seguro Nacional de Inundación 8/08*. Para otros riesgos naturales, vea la guía del constructor *Fortificado... para una vida más segura (Fortified... for Safer Living®)* del Instituto para la Seguridad de Negocios y Viviendas.

Materiales resistentes a inundaciones

Las inundaciones representan un gran porcentaje de los daños causados por tormentas costeras. Por esta razón, los materiales de construcción deben ser resistentes a daños por inundación. El NFIP define **un material resistente a daños por inundación** como “cualquier material de construcción que pueda resistir el contacto directo y prolongado (p. ej., por lo menos 72 horas) con aguas de inundación sin sufrir daños significativos (p. ej., requiere algo más que reparaciones cosméticas)”. El costo de las reparaciones cosméticas debe ser menor que el costo de reemplazar los materiales de construcción. Aunque, por lo general, los materiales resistentes a inundación se refieren a uso en áreas debajo del BFE, puede que sean adecuados en áreas sobre el BFE para limitar la cantidad de daños causados por la lluvia impulsada por el viento. **Todos los materiales de construcción usados debajo del BFE deben ser resistentes a inundación**, independientemente de la duración esperada o histórica de la inundación.

La sección 60.3(a)(ii) de los reglamentos del Programa del Seguro Nacional de Inundación (NFIP, por sus siglas en inglés) requiere que todas las construcciones nuevas y las mejoras sustanciales en las áreas propensas a inundación sean construidas con materiales por debajo del Nivel de Inundación Base (BFE, por sus siglas en inglés) resistentes a daños por inundación. (Vea la definición de “mejora sustancial” en la Hoja Informativa Núm. 9a).



A continuación, una lista de materiales resistentes a inundación:

- **Madera:** madera tratada con conservantes o duradera por naturaleza, según se define en el Código Internacional de Construcción. La madera duradera por naturaleza incluye el duramen de secoya, cedro, madera de acacia y nogal negro.
- **Hormigón:** mezcla firme y duradera que, cuando se expone al agua salada o rocío de agua salada, hecha con cemento resistente al sulfato, con una fuerza de compresión de 28 días de un mínimo de 5,000 psi y una proporción de agua a cemento no mayor de 0.40. Inicialmente, estas mezclas suelen ser más costosas y casi nunca añaden un costo significativo al proyecto (consulte el ACI 318-02, *Requisitos del Código de Construcción para hormigón estructural y comentarios del Instituto Americano de Hormigón*). El acero de refuerzo usado en las construcciones de hormigón o mampostería en las áreas costeras no debe permanecer expuesto a la humedad ni almacenarse en terreno al descubierto. El acero de refuerzo no debe tener óxido. Además, hay que mantener las alturas según aparece en los dibujos de diseño.
- **Mampostería:** reforzada y con lechada completa. Si no se rellena, las celdas en los bloques de cemento pueden crear una reserva que acumule agua y podría ser difícil limpiar la mampostería después de una inundación.
- **Acero estructural:** revestido para resistir la corrosión.
- **Aislamiento:** plásticos, sintéticos y espuma de célula cerrada, u otros tipos aprobados por un funcionario de construcción local.

A continuación, ejemplos de materiales que no son aceptables debajo del BFE:

- Adhesivos normales, solubles en agua, específicos para uso sobre el nivel del terreno o adhesivos que no son resistentes a la alcalinidad o la acidez del agua, incluidas las filtraciones de aguas subterráneas y el vapor.
- Materiales que contienen materiales de papel, materiales de madera u otros materiales orgánicos que se disuelven o se deterioran, pierden integridad estructural o se dañan con el agua.
- Revestimientos de piso en láminas (p. ej., linóleo, vinilo) o revestimientos de pared (p. ej., empapelado) que limitan el secado de los materiales que cubren.
- Materiales que pierden la estabilidad dimensional cuando se mojan y se secan.
- Materiales que absorben agua de manera excesiva o que mantienen un alto contenido de humedad después de la inmersión.
- Cableado, receptáculos y componentes eléctricos que no están diseñados para resistir inundaciones. Es importante ubicar materiales como los mencionados anteriormente sobre el nivel esperado de las aguas de inundación. Cuando esto no es posible, es importante tomar medidas para aislar estos componentes.

El seguro de inundación no pagará una reclamación por daños a materiales de terminación en sótanos o áreas cerradas debajo del piso más bajo de edificios elevados, aunque dichos materiales sean resistentes a daños por inundación. Las reclamaciones al NFIP por daños ocurridos por debajo del BFE se limitan a los servicios públicos y al equipo, como calderas y calentadores de agua.

Esta tabla incluye ejemplos de materiales resistentes a inundación usados en viviendas costeras.

| Lugar donde se usa el material | Nombre del material |
|--------------------------------|--|
| Pilotes y postes | Pilotes de madera redondos, con punta y tratados con conservantes; pilotes de sección transversal cuadrada; o postes de madera. |
| Pilares | Hormigón reforzado o bloques de hormigón (vea la sección “Materiales resistentes a inundación” y la Hoja Informativa Núm. 3.4, <i>Construcción con pilares de mampostería reforzada</i>). |
| Muros de cimientos | Hormigón reforzado o bloques de hormigón, o madera tratada con conservantes para cimientos o uso marítimo (vea la Hoja Informativa Núm. 3.5, <i>Muros de cimientos</i>). |
| Vigas | Maderos sólidos serrados y productos de madera laminada encolada, ya sea madera duradera por naturaleza o tratada con conservantes para exposición sobre la tierra; elementos contruidos, tratados con conservantes, para contacto con la tierra. |
| Entarimado o plataformas | Madera tratada con conservantes o duradera por naturaleza. |
| Armazón | Madera serrada o madera fabricada tratada con conservantes, o madera duradera por naturaleza si se encuentra cerca de la tierra. |
| Revestimiento exterior | Madera contrachapada para aplicaciones marinas o tratada con conservantes, cobre alcalino cuaternario (ACQ) o azole de cobre (C-A). |
| Contrapiso | Madera contrachapada para uso marino o tratada con conservantes, cobre alcalino cuaternario (ACQ) o azole de cobre (C-A) (Aunque se recomienda añadir más francobordo, como medida de mitigación de riesgos redundantes, también puede considerarse un material resistente a inundaciones para los contrapisos). |

| Lugar donde se usa el material | Nombre del material |
|--------------------------------|---|
| Revestimiento exterior | Revestimiento exterior de vinilo, revestimiento exterior de cemento de fibra, o duramen de especies duraderas por naturaleza (vea la Hoja Informativa Núm. 5.3, <i>Instalación de revestimiento exterior en regiones con vientos fuertes</i>). |
| Pisos | Cemento con látex o cemento bituminoso vertido en el lugar, arcilla, losas de hormigón, hormigón prefabricado, resina epóxica vertida en el lugar, pisos con mástic, poliuretano vertido en el lugar, láminas de goma, losas de goma con adhesivos químicos, piso de silicio vertido en el lugar, losas de terrazo, láminas de vinilo, losas de vinilo con adhesivos químicos, madera tratada con conservantes o madera duradera por naturaleza. (Es posible que algunos tipos de losas que se fijen con mástic ordinario o una capa de mortero fina no sean resistentes a inundaciones y deben evitarse. Verifique con el fabricante si el material de piso es resistente a inundación). |
| Paredes y techos | Tabla de cemento, ladrillo, metal, piedra artificial en mortero impermeable, pizarra, porcelana, cristal, bloque de cristal, losa de arcilla, hormigón, bloques de hormigón, madera tratada con conservantes, madera duradera por naturaleza, madera contrachapada para uso marino o madera contrachapada tratada con conservantes. |
| Puertas | Hay que evaluar las puertas de metal, ya sean huecas, con centro de madera o con centro de espuma, si han estado expuestas a una inundación de agua salada. Las puertas de fibra de vidrio o con centro de madera pueden ser otra alternativa. |
| Aislamiento | Espuma de poliuretano en aerosol (SPUF) o espuma de plástico de células cerradas. |
| Molduras | Madera tratada con conservantes o duradera por naturaleza, o piedras artificiales, acero o goma. |

Aunque los materiales presentados se consideran resistentes a inundación, es posible que haya que eliminar algunos revestimientos exteriores y recubrimientos de pared de las piezas estructurales después de una inundación para permitir que el sistema seque adecuadamente. Para más información sobre técnicas de reparación después de una inundación, vea FEMA 234, *Reparación de su vivienda inundada (08/92)*.

Muchas jurisdicciones ofrecen una lista de materiales resistentes a inundación aprobados que pueden utilizarse en los ambientes costeros locales. Consulte estas listas e incluya toda la construcción y los materiales propuestos en los planos aprobados.

Materiales resistentes al viento

Las viviendas en muchas áreas costeras están expuestas con frecuencia a vientos de más de 90 millas por hora (ráfaga pico de 3 segundos). Escoja materiales de construcción (p. ej., tejas, revestimiento exterior, ventanas, puertas, sujetadores y piezas estructurales diseñados para uso en áreas con vientos fuertes).

Ejemplos:

- Coberturas de techo con clasificación para vientos fuertes (vea Categoría de Techos, Hojas Informativas Núm. 7.1 a 7.6)
- Revestimiento de vinilo con costura doble (vea la Hoja Informativa Núm. 5.3, *Instalación de revestimiento exterior en regiones con vientos fuertes*)
- Clavos de vástago deforme para fijar el revestimiento (vea la Hoja Informativa Núm. 7.1, *Instalación de revestimiento de techo*)
- Vidriado resistente a escombros arrastrados por el viento (vea la Hoja Informativa Núm. 6.2, *Protección de aberturas: tormenteras y vidriado*)

- Puertas de garaje reforzadas
- Amarras en toda la estructura (desde el armazón del techo hasta los cimientos — vea las Hojas Informativas Núm. 4.1, *Trayectorias de carga* y 4.3, *Uso de conectores y anclajes*)
- Piezas estructurales más anchas (2" x 6" en lugar de 2" x 4")

Como han demostrado los huracanes en años recientes, aún los materiales elegidos correctamente pueden fallar si no se instalan correctamente. La instalación correcta requiere atención a los detalles, seguir los procedimientos de instalación recomendados por el fabricante y el mantenimiento adecuado. Al escoger un material o componente del edificio, es importante considerar el nivel de dificultad requerido para instalar el material correctamente. La instalación inadecuada de materiales puede exponer a los sistemas del edificio a cargas de viento que los sistemas no estaban diseñados para resistir. Además, es importante verificar que se siguieron todos los requisitos especiales y que se utilizaron herramientas o adhesivos especializados. Incluso si un componente del edificio sobrepasa los requisitos de diseño, puede fallar si se instala incorrectamente.

Corrosión y resistencia al deterioro

Los edificios en los ambientes costeros son propensos a daños por corrosión, deterioro por humedad y daños por termitas a los materiales de construcción. La corrosión de metales es más pronunciada en las viviendas costeras (a 3,000 pies de distancia del océano), pero el deterioro por humedad y los daños por termitas son frecuentes en las áreas costeras.

Metales resistentes a la corrosión

La madera tratada con conservantes usada en un ambiente costero con frecuencia contiene conservantes químicos como cobre alcalino cuaternario (ACQ, por sus siglas en inglés), azole de cobre (C-A), cobre disperso o micronizado (μ CA-C, por sus siglas en inglés) o nafenato de cobre (CuN-W). Debe escoger adecuadamente los conectores y sujetadores usados con estos productos de madera tratada a presión y verificar si los conectores son compatibles con el conservante de madera. Según el Código Residencial Internacional (IRC, por sus siglas en inglés) de 2009 R317.3.1 y el Código Internacional de Construcción (IBC, por sus siglas en inglés) 2304.9.5.1, los sujetadores deben ser compatibles con el conservante de la madera, según las recomendaciones del fabricante. Los sujetadores deben ser de acero galvanizado en caliente recubierto de cinc, acero inoxidable, bronce de silicio o cobre. Si las recomendaciones del fabricante no están disponibles, se requiere protección contra la corrosión, de conformidad con el ASTM A 653 tipo G185 para el acero galvanizado recubierto de cinc o equivalente. Es posible que el código de construcción presente excepciones a esta regla.



Los metales se corroen mucho más rápido cuando están cerca del mar. Use siempre materiales de metal bien protegidos, como este conector con galvanizado grueso. (Para información sobre las conexiones entre pilotes y vigas de madera, vea la Hoja Informativa Núm. 3.3, Conexiones entre pilotes y vigas de madera).

El término “**resistente a la corrosión**” se usa ampliamente, pero, por sí solo, no es de gran ayuda para las personas que especifican o evalúan materiales para uso en una vivienda costera. Todo material tiene cierta resistencia a la corrosión, o, al contrario, todo material se corroe.

El verdadero problema es *cuánto tiempo un material específico cumplirá su objetivo en una vivienda particular*. La respuesta depende de lo siguiente:

- El material.
- En qué lugar de la vivienda se usará.
- Si las técnicas de instalación (p. ej., taladrar, recortar, doblar) pondrán en peligro su resistencia.
- Su nivel de exposición al aire salado, la humedad y los agentes corrosivos.
- Si el dueño de la vivienda realiza el mantenimiento requerido.

En conclusión: No especifique ni acepte un producto solo porque está identificado como resistente a la corrosión. Evalúe la naturaleza del material, el tipo de revestimiento y espesor (si aplica), así como su rendimiento en ambientes similares antes de determinar si es adecuado para una aplicación específica.

Para consejos sobre la selección de herrajes de metal para uso en ambientes costeros, consulte con un ingeniero con experiencia en protección contra la corrosión. Para más información sobre la corrosión en ambientes costeros, vea el Boletín Técnico 8-96 de FEMA, *Protección contra la corrosión para los conectores de metal en áreas costeras* (vea la sección “Recursos adicionales”).

Recomendaciones

- Use herrajes de acero galvanizado en caliente o acero inoxidable. Los herrajes de acero inoxidable son aceptables en casi todos los lugares, pero es posible que los materiales galvanizados en caliente no sean adecuados para todos los lugares. El acero de refuerzo debe estar protegido de la corrosión por materiales sólidos (p. ej., mampostería, mortero, lechada, hormigón) y buena mano de obra (vea la Hoja Informativa Núm. 4.2, *Detalles de mampostería*). Use acero de refuerzo galvanizado o recubierto de resina epóxica en zonas donde la posibilidad de corrosión es alta (vea la Hoja Informativa Núm. 3.4, *Construcción con pilares de mampostería reforzada*).
- Es importante verificar que la placa conectora y el sujetador sean del mismo tipo de metal. Evite unir metales diferentes, especialmente aquellos con alto potencial galvánico (p. ej., cobre y acero) porque son más propensos a la corrosión.

- Las cerchas conectadas con placas de metal no deben estar expuestas a las inclemencias del tiempo. Las uniones de las cerchas cerca de las aberturas de los respiraderos son más susceptibles a la corrosión y es posible que necesiten mayor protección contra la misma. Verifique que los conectores utilizados cerca de cualquier abertura de respiradero en el techo sea de acero inoxidable o por lo menos de acero galvanizado recubierto de cinc ASTM A 653 tipo G185 o equivalente.
- Debido a la posibilidad de corrosión galvánica, no se recomiendan sujetadores ni herrajes de acero de carbono estándar (acero dulce), aluminio o electrochapados para el contacto directo con la madera tratada con conservantes.
- Debe evitar el uso de tapajuntas de aluminio con muchos tipos de madera tratada. El aluminio se corroe rápidamente cuando entra en contacto con la mayoría de los conservantes de madera. En muchos casos, los tapajuntas de cobre son la mejor opción, aunque algunos productos, como los tapajuntas de vinilo, son cada vez más comunes.

Resistencia a la humedad

Los materiales resistentes a la humedad pueden reducir grandemente el mantenimiento y extender la vida útil de las viviendas costeras. Sin embargo, dichos materiales, por sí solos, no pueden prevenir todos los daños por humedad. También requieren el diseño y la instalación correctos de las barreras de humedad (vea la Hoja Informativa Núm. 1.9, *Sistemas de barreras de humedad*).



Deterioro de madera en la base del poste de madera con soporte de hormigón.

Recomendaciones

- Controle el deterioro de la madera separándola de la humedad, usando madera tratada con conservantes o madera duradera por naturaleza y aplicando terminaciones que la protejan.
- Use detalles adecuados para las uniones y la construcción de madera para eliminar el agua estancada y reducir la absorción de humedad por la madera (p. ej., evite la exposición de los cortes a contrahilo de la madera, que absorben la humedad hasta 30 veces más rápido que los lados de una pieza de madera).
- No use madera sin tratar si va a hacer contacto con la tierra o si hay mucha humedad. No use madera sin tratar en contacto directo con el cemento.
- Trate todos los cortes o perforaciones por donde puede entrar humedad a la madera. El tratamiento debe realizarse según el M4-06 de la Asociación Americana de Conservadores de Madera.
- Para uso estructural, utilice hormigón sólido, denso y duradero. Controle las grietas con malla de alambre soldada o refuerzos, según aplique.
- Use mampostería, mortero y lechada que cumplan con los códigos de construcción vigentes.
- Debe evitar los sistemas de paredes con cavidades (dos sistemas de paredes de mampostería separados por un espacio de aire continuo) en las zonas propensas a inundaciones porque se pueden llenar de agua, retener humedad y ser difíciles de reparar sin un nivel significativo de demolición.
- Tenga en consideración las terminaciones interiores para los primeros pisos donde las aguas de inundación que sobrepasan el evento de diseño puedan causar daños significativos (vea la Hoja Informativa Núm. 1.6, *Diseño para niveles de inundación sobre el BFE*). También es importante considerar que la lluvia impulsada por el viento puede causar daños a las terminaciones interiores alrededor de las puertas y aberturas de las ventanas.

Resistencia contra termitas

Los daños por termitas a la construcción de madera ocurren en muchas zonas costeras (los ataques son más frecuentes y graves en la costa sureste del Atlántico, la costa del Golfo de México, California, Hawái y otras zonas tropicales). Las termitas pueden controlarse mediante tratamiento del suelo, protectores de termitas y el uso de materiales a prueba de termitas.

Recomendaciones

- Incorpore métodos de control de termitas al diseño, para cumplir con los requisitos de la autoridad que tenga jurisdicción.
- Donde se usen cimientos de mampostería y se requiera anclaje a los cimientos para resistencia contra la fuerza negativa de levante, los centros de los bloques, por lo general, deben estar completamente rellenos de lechada, que podría eliminar el requisito de protectores contra termitas (vea la Hoja Informativa Núm. 3.4, *Construcción con pilares de mampostería reforzada*).
- Use madera tratada con conservantes para los cimientos, alféizares, elementos sobre los cimientos y armazón del piso.
- En las zonas con plagas de termitas de Formosa, los productos de madera tratados con químicos a prueba de insectos o armazón de acero conformado en frío son opciones de materiales que brindan protección contra los daños causados por termitas.

Recursos adicionales

FEMA. Boletín Técnico NFIP 2-08, *Requisitos para los materiales resistentes a inundaciones (Flood Damage- Resistant Materials Requirements)* (<http://www.fema.gov/plan/pre-vent/floodplain/techbul.shtm>)

FEMA. Boletín Técnico NFIP 8-96, *Protección contra la corrosión para los conectores de metal en áreas costeras (Corrosion Protection for Metal Connectors in Coastal Areas)*. (<http://www.fema.gov/plan/prevent/floodplain/techbul.shtm>)

Instituto Americano de Cemento. (<http://www.aci-int.org/general/home.asp>)

Asociación Americana para la Protección de la Madera. (<http://www.awpa.com>)

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas



Materiales y sistemas de construcción no tradicionales

Propósito: *Ofrecer una guía sobre los materiales y las técnicas de construcción no tradicionales y su aplicación correcta en ambientes costeros.*

Asuntos claves

- Determinación de si un material o sistema es adecuado para los riesgos específicos del sitio.
- Evaluación de si los materiales y los sistemas de construcción nuevos deben ser resistentes a los daños por inundación y viento, lluvia impulsada por el viento, corrosión, humedad y deterioro.
- Todos los edificios costeros necesitarán más mantenimiento y reparaciones que los edificios en otros lugares. Al considerar la posibilidad de recurrir a un material o sistema no tradicional, es importante preguntar “¿Qué aspectos hay que tener en cuenta al considerar diferentes materiales y sistemas nuevos?”

Todos los años, salen materiales de construcción nuevos al mercado. Estos materiales de construcción abarcan todas las partes de la vivienda, desde el sistema de cimientos hasta el de techos. A menudo, los materiales nuevos ofrecen diferentes beneficios: una solución efectiva en cuanto a costos, eficiente energéticamente, estética, fácil de instalar o soluciones ecológicas.

Esta hoja informativa se centrará en proporcionar información sobre materiales y sistemas de construcción que, aunque no se consideran materiales tradicionales, son comunes en esta industria. La hoja informativa no tiene el propósito de fomentar el uso de un material o sistema en particular, sino de brindar información para que el usuario tome una decisión más informada sobre si algo es un material o sistema adecuado para una situación en particular. Si bien la hoja informativa no cubre todos los materiales, ofrece a los lectores una idea de los criterios que deberían tener en cuenta a la hora de seleccionar los materiales y sistemas de construcción. Aunque muchos son alternativas razonables para los materiales y sistemas tradicionales, hay que considerar su uso cuidadosamente. Para determinar si los materiales y sistemas nuevos son adecuados para uso en un ambiente costero, debe usar los mismos factores utilizados para analizar la aplicabilidad de los materiales y sistemas de construcción tradicionales. Algunos de estos factores incluyen la resistencia general



Imagen 1. Construcción de una casa modular.

al riesgo de inundación y viento, durabilidad y requisitos de mantenimiento y reparación. Además, al analizar un determinado componente de un edificio, es importante considerar su instalación y facilidad de construcción. Al seleccionar un material o sistema para un ambiente costero, es importante considerar la información disponible además de los datos técnicos del fabricante o proveedor. A continuación, algunos ejemplos de factores que hay que tener en cuenta:

- Comuníquese con el funcionario local de construcción sobre la aceptabilidad del material o sistema.
- Revise los resultados de las pruebas de uso del material o sistema en ambientes costeros.
- Revise los informes de evaluación del código del producto.
- Revise los informes de campo o un historial de buen rendimiento de estos materiales en ambientes costeros similares, incluido el comportamiento en condiciones de vientos fuertes e inundaciones.
- Revise las instrucciones de instalación y mantenimiento del fabricante.



Los requisitos establecidos en el código local de construcción no discutirán todos los materiales y sistemas específicos. Es posible que el código no incluya algunos productos o sistemas y es posible que tenga que realizar cálculos o estudios de ingeniería para determinar si su uso es adecuado en un área en particular.

NOTA: Al considerar usar materiales o sistemas nuevos, debe evaluar cuidadosamente la aplicación de los conectores de la trayectoria de carga. Los conectores deben evaluarse por medio de pruebas para demostrar que funcionan correctamente para el uso previsto. Debe tener en cuenta mayormente la instalación de los conectores y la facilidad de instalación. La instalación incorrecta de un conector puede ocasionar pérdidas de fuerza significativas.

Opciones de sistemas

Productos de madera reconstituida

Los códigos de construcción modelo reconocen diversos productos de madera reconstituida (EWP, por sus siglas en inglés). Ejemplos incluyen paneles estructurales de madera, como madera contrachapada y tablero de virutas orientadas (OSB, por sus siglas en inglés), y productos que se usan comúnmente como columnas y vigas, como es el caso de la madera estructural laminada encolada (glulam) y madera estructural compuesta (SCL, por sus siglas en inglés). Glulam es un producto diseñado con madera clasificada por tensión, de una planta de laminación de madera compuesta por laminaciones de madera de 2 pulgadas o menos de espesor nominal, pegadas con adhesivo. Madera estructural compuesta (SCL) se refiere a la madera de chapa laminada (LVL, por sus siglas en inglés), madera de virutas laminada (LSL, por sus siglas en inglés) y madera de virutas orientadas (OSL, por sus siglas en inglés), compuesta de madera de diversas formas (p. ej., enchapado, virutas enchapadas, o virutas en hojuelas) y adhesivos estructurales. Para los sistemas de pisos, las viguetas y vigas maestras de madera aserrada convencional (sólidas o construidas) se reconocen como que son resistentes a las inundaciones. Si se utilizan maderas de EWP para el armazón del piso, deben ser resistentes a las inundaciones o estar elevadas a una altura a la que no se espera que se mojen.

Ventajas:

- Las maderas de EWP están disponibles en dimensiones (largo, ancho y grosor) económicas o, en algunos casos, que no se pueden lograr con la madera aserrada.
- Debido a la disponibilidad de tamaños más grandes, las maderas de EWP resisten cargas mayores que la madera aserrada.
- Las maderas de EWP se fabrican en estado seco y son más estables dimensionalmente que la madera aserrada, que puede deformarse y torcerse durante el secado.

Aspectos que considerar para la construcción con maderas de EWP:

- **Costo:** Aunque se pueden usar las maderas de EWP para ofrecer mayor luz y superar las propiedades de carga de la madera convencional, son más costosas.

- **Disponibilidad:** Obtener ciertos tamaños de madera laminada encolada o madera estructural compuesta podría resultar difícil. Es posible que haya que hacer pedidos y fabricarlas especialmente, que quizás no cumplan con el itinerario del proyecto para el edificio.
- **Instalación:** Los problemas de instalación incluyen las condiciones para el almacenamiento de los materiales, la compatibilidad dimensional con otros materiales y los requisitos para el uso de conectores y sujetadores de metal para garantizar el cumplimiento con las instrucciones de instalación del fabricante.

Paneles estructurales aislantes (SIP)

Los paneles estructurales aislantes (SIP, por sus siglas en inglés) son paneles conformados por un centro de espuma aislante pegado entre dos placas de revestimiento estructurales. Los SIP, por lo general, se fabrican con placas de revestimiento de OSB, según lo establece la Sección R613.3.2 del Código Residencial Internacional (IRC, por sus siglas en inglés) de 2009, pero también están disponibles con placas de revestimiento de acero, aluminio u hormigón. Se pueden utilizar para paredes (vea la imagen 2), pisos y techos, y son compatibles con la construcción de armazón liviano.



Imagen 2. Construcción de una casa con paneles estructurales aislantes.

Ventajas:

- Los SIP ofrecen un método de construcción eficiente de rápido ensamblaje. El aislamiento está incorporado y las aberturas de las paredes y los conductos para servicios públicos están cortados por el fabricante según los planos de construcción, lo que reduce la coordinación y los ajustes en el lugar de la obra.
- Aumentan la resistencia térmica, lo que reduce la ganancia y pérdida de calor del edificio, y permite el uso de equipos de climatización más pequeños en el edificio.

Aspectos que considerar para la construcción con SIP:

- Evalúe los valores de carga de diseño del SIP y verifique que el producto sea adecuado para los requisitos de carga de viento para la ubicación del edificio.
- Los SIP son un ensamblaje diseñado. No debe usarlos donde puedan inundarse a menos que realice pruebas de resistencia a inundación a todo el ensamblaje. Muchos SIP usan paneles de revestimiento de OSB. En general, estos paneles solo deberían utilizarse sobre el Nivel de Inundación Base (BFE, por sus siglas en inglés) para que puedan mantener su integridad estructural. Para conocer los requisitos de los materiales resistentes a inundación, consulte la Sección R322.1.8 del IRC. De lo contrario, si el SIP queda expuesto a daños causados por agua durante una inundación, puede que tenga que abrirlo, permitir que se seque y repararlo y, en algunos casos, hasta remplazarlo.
- Al igual que con las técnicas de construcción convencionales, los SIP pueden sufrir daños ocasionados por escombros arrastrados por el viento. Esto podría requerir cortar una sección de los SIP y repararlos ya sea con técnicas convencionales de armazón o con un SIP de remplazo.
- El núcleo de espuma de los SIP es inerte y no aporta ningún valor alimenticio para las termitas y otras plagas. No obstante, las plagas pueden anidar dentro de la espuma. Use siempre métodos de control de plagas en el diseño según los requisitos de la jurisdicción local. Algunos fabricantes venden SIP ya tratados.
- Use siempre conectores y métodos de conexión aprobados para las conexiones entre paneles, de panel con cimientos y de panel con techo. Para orientación sobre las conexiones de SIP, consulte la Sección R613.5 del IRC. Es importante tener en cuenta que no todos los conectores son compatibles con los SIP y, en algunos casos, podría ser necesario usar conectores específicos a fin de mantener la trayectoria de carga.
- Siga las instrucciones de instalación del fabricante y los requisitos para el uso del producto contenidos en el informe de evaluación del código del fabricante.

Formaleta aislante para hormigón (ICF)

Las formaletas aislantes para hormigón (ICF, por sus siglas en inglés) están fabricadas de espuma de poliestireno expandido y moldeado (MEPS, por sus siglas en inglés) y se usan para formar paredes de hormigón vertido en el lugar (vea la Imagen 3). A diferencia de la construcción convencional con hormigón vertido en el lugar, los ICF se dejan en su lugar una vez el hormigón ha curado para ofrecer aislamiento, una superficie apta para cualquier tipo de terminación interior y exterior, y lugar para la instalación de tubería y líneas eléctricas dentro de la pared.



Imagen 3. Ejemplo de pared de ICF y acero de refuerzo antes de verter el hormigón. Las formaletas se dejan en su lugar una vez vertido el hormigón.

Ventajas:

- Los ICF ofrecen mejor eficiencia energética y permiten el uso de equipos de climatización más pequeños que otros métodos de construcción.
- Las paredes de hormigón y aislamiento son duraderas y requieren poco mantenimiento.
- La combinación de paredes gruesas de hormigón y aislamiento continuo ofrece una reducción de ruido significativa contrario a otros métodos de construcción.
- Los ICF brindan buena resistencia al viento, a escombros arrastrados por el viento y a las inundaciones.

Aspectos que considerar al construir con ICF:

- Podría requerirse la utilización de conectores especiales para la conexión del sistema de techo, de piso, puertas y ventanas.
- Para conocer los requisitos de los materiales y de la construcción de las paredes de hormigón, consulte la Sección R611 del IRC.
- La espuma exterior debe estar protegida de la luz del sol y los daños físicos mediante la aplicación de un revestimiento de pared exterior aprobado. Para conocer los requisitos de las formaletas de hormigón fijas, consulte la Sección 611.4 del IRC.
- La espuma de los ICF es inerte y no aporta ningún valor alimenticio para las termitas y otras plagas. No obstante, las plagas podrían anidar dentro de la espuma. Use siempre métodos de control de plagas en el diseño que cumplan con los requisitos de la autoridad pertinente.
- En algunas zonas de actividad sísmica, la construcción de estructuras grandes y pesadas sobre cimientos de pilotes puede presentar retos de diseño significativos. Al igual que con cualquier sistema de construcción, la construcción en áreas de alta erosión o socavación podría presentar retos de diseño debido a la masa de una estructura de ICF.

- Los muros de cimientos contruidos con ICF (con las aberturas correspondientes) pueden constituir un sistema de cimientos adecuado en una Zona A. El uso de sistemas de cimientos abiertos es un requisito en las Zonas V y una recomendación en las Zonas Costeras A. El uso de ICF y otros muros de cimientos sólidos no es adecuado en estas áreas.
- Siga las instrucciones de instalación del fabricante y los requisitos de uso del producto incluidos en el informe de evaluación del código del fabricante.

Muros cortantes y marcos de momento prefabricados

Muchas compañías ahora ofrecen muros cortantes y marcos de momento prefabricados prediseñados y disponibles en tamaños estándar. Las secciones de los muros y los marcos de momento (vea la Imagen 4) están conectados con el resto del armazón estructural con pernos, tornillos o clavos. Las secciones se ordenan y se transportan al lugar en camiones como una sola pieza o se construyen con conectores de pernos o patentados.

Ventajas:

- Los muros cortantes prefabricados a menudo se diseñan para ofrecer una instalación rápida y compatibilidad con otros métodos de armazón, en los que las soluciones de muros estrechos podrían no ser prácticas con otras opciones de armazón.
- Los marcos resistentes a momento toman el lugar de los muros cortantes para permitir grandes espacios continuos para las ventanas y otras aberturas en las paredes. Al igual que los muros cortantes prefabricados, se pueden ensamblar rápidamente e incorporar al armazón de la vivienda.

Aspectos que considerar para la construcción con muros cortantes prefabricados y marcos resistentes a momento ordinarios:

- Algunos sistemas pueden tener una aplicación limitada debido a los requisitos de carga sísmica o de viento.
- Verifique que los elementos y las conexiones usados en las secciones prefabricadas estén diseñados para ambientes costeros húmedos y corrosivos. Es posible



Imagen 4. Instalación de un marco resistente a momento ordinario prefabricado.

que los ambientes costeros requieran usar madera tratada con conservantes y conectores galvanizados o de acero inoxidable.

- No todos los sistemas de muros cortantes o marcos resistentes a momento prefabricados serán permitidos en todas las ubicaciones. Es importante tener en cuenta que la sustitución de paneles está sujeta a los requisitos del código de construcción aplicable. Para más información sobre los requisitos para el apuntalamiento de paredes, consulte la Sección R602.10 del IRC.
- Mantener la trayectoria de carga es importante con cualquier sistema. Como estos sistemas proporcionan soporte lateral para la estructura, es importante asegurarse de que la trayectoria de carga se transfiera a través del sistema de paredes, hasta el piso inferior de los cimientos y al suelo. Siga las instrucciones de instalación del fabricante y los requisitos para el uso del producto contenidos en el informe de evaluación del código del fabricante.

Aislamiento de espuma de célula cerrada proyectada

El aislamiento de espuma de poliuretano de célula cerrada proyectada se utiliza para rellenar las cavidades de las paredes en las construcciones con armazón (vea la Imagen 5). Cuando se aplica por proyección, se expande y se endurece, forma una barrera de aire rígida y actúa como barrera de humedad.

Ventajas:

- El aislamiento de espuma de célula cerrada proyectada se expande para rellenar cavidades en las paredes, agujeros pequeños y huecos y, al expandirse, crea una barrera rígida que se traduce en una reducción en los costos de energía.
- Su aplicación es rápida y puede requerir menos tiempo de instalación que el aislamiento en placas convencional.
- Ofrece una resistencia a inundación aceptable, que aparece en el Boletín Técnico 2-08 del NFIP *Requisitos de materiales resistentes a inundación para edificios en Áreas Especiales de Riesgo de Inundación* de conformidad con el Programa del Seguro Nacional de Inundación, Tabla 2.

Aspectos que considerar si va a construir con aislamiento con espuma de célula cerrada proyectada:

- Las pruebas han demostrado que el aislamiento con espuma proyectada puede mejorar la resistencia de los sistemas y las conexiones de armazón estructural. No obstante, los sistemas y las conexiones de armazón estructural deben estar diseñados y contruidos siguiendo todos los códigos de construcción aplicables.
- Si bien la espuma de célula cerrada es un material resistente a inundación, debería utilizarse junto con madera tratada con conservantes o madera duradera por naturaleza, o armazón metálico resistente a la corrosión.
- No debe confundirse la espuma de célula cerrada con otros tipos de aislamiento. Algunas variedades de aislamiento en el mercado podrían ser más



Imagen 5. Ejemplo de la cavidad de un muro rellena de aislamiento con espuma de célula cerrada aplicada por proyección.

económicas y ecológicas; sin embargo, muchos de estos productos no se consideran materiales resistentes a las inundaciones. Debe consultar los informes de los ensayos y las disposiciones del código de construcción para determinar su aplicabilidad en un ambiente costero.

- Los sistemas de espuma aplicada por proyección (como los que se utilizan en un sistema de muros) crean un ensamblado que, cuando se inunda, no se puede secar fácilmente. Por esta razón, no son adecuados para usar por debajo del nivel de inundación base y no se consideran materiales resistentes a inundación a menos que se haya determinado que todo el ensamblado es resistente a inundación.

Métodos

Ensamblaje avanzado del armazón de las paredes

NOTA: Algunos materiales para el armazón, como las viguetas I prefabricadas (por ejemplo, una vigueta I construida con alas de madera aserrada o de madera compuesta y almas de unión de madera contrachapada u OSB), no deberían utilizarse por debajo del BFE o donde estén sujetos a inundación (vea el Boletín Técnico 2 de FEMA, *Requisitos para los materiales resistentes a inundaciones*).

El ensamblaje avanzado del armazón de las paredes se refiere a los métodos diseñados para reducir la cantidad de madera utilizada y los residuos generados durante la construcción de viviendas. Estos métodos incluyen dejar un espacio entre los montantes de pared de hasta 24 pulgadas entre los centros, en lugar de 16 pulgadas, y usar cabezales estructurales más pequeños y placas superiores sencillas en paredes interiores que no sean de carga.

Ventajas:

- En la mayoría de los casos, la ventaja principal de dichas técnicas es un costo menor de la madera.
- Aumento en la eficiencia energética gracias a la reducción en la cantidad de montantes de pared y mayor espacio libre en la cavidad de la pared para el aislamiento.

Aspectos que considerar si usará técnicas avanzadas de armazón de paredes:

- No todas las técnicas de armazón de paredes aplican a las regiones propensas a huracanes. El diseñador debe considerar cuidadosamente si se trata de un método de construcción adecuado para la zona.
- Aumentar el espacio entre los montantes de pared, incluso cuando se utilizan maderas de mayor tamaño, puede reducir la capacidad de una pared para resistir cargas transversales. Para más información sobre el diseño del armazón de paredes para resistir cargas transversales, consulte la Sección R602.10 del IRC o la sección 2305 del IBC.

Puede que los trabajadores de construcción no estén familiarizados con las técnicas avanzadas de armazón de paredes, lo que puede aumentar el tiempo de construcción. Los planos de construcción de armazones avanzados deben ser lo suficientemente detallados para que los constructores puedan reconocer las diferencias con respecto a las técnicas convencionales, y podrían necesitar adiestramiento adicional.

Casas modulares

Las casas modulares ofrecen un método de construcción alternativo mediante el cual una casa con armazón tradicional de madera o acero se construye por secciones en una fábrica; luego, esas secciones se transportan al lugar de construcción donde se ensamblan sobre los cimientos (vea la Imagen 1). Las terminaciones del interior y el exterior de la casa se realizan en el lugar. Estas casas no deben confundirse con las casas prefabricadas. A diferencia de las prefabricadas, se exige que las casas modulares cumplan con los mismos requisitos del código de construcción que las casas construidas en sitio.

Ventajas:

- El ensamblaje de las secciones se puede realizar en un ambiente controlado y el tiempo de construcción depende menos de las malas condiciones del clima en el sitio donde se construirá la casa.
- Debido a que las secciones se construyen en una fábrica, muchas veces, el uso de materiales es más eficiente y la fabricación es más eficaz que la construcción en sitio, lo que se traduce en una reducción de costos.

Aspectos que considerar si se usan casas modulares:

- La instalación correcta de la casa es importante. Debido a que las secciones de la casa se construyen en otro lugar, es importante tener tolerancias de construcción ajustadas precisamente a los cimientos para que las secciones encajen correctamente.
- Las casas modulares deben construirse conforme a las mismas tolerancias y códigos de construcción locales aplicables a las viviendas tradicionales

construidas en el lugar. El código de construcción local aplicable al sitio donde estará ubicada la vivienda es el estándar bajo el que se debe construir la casa modular.

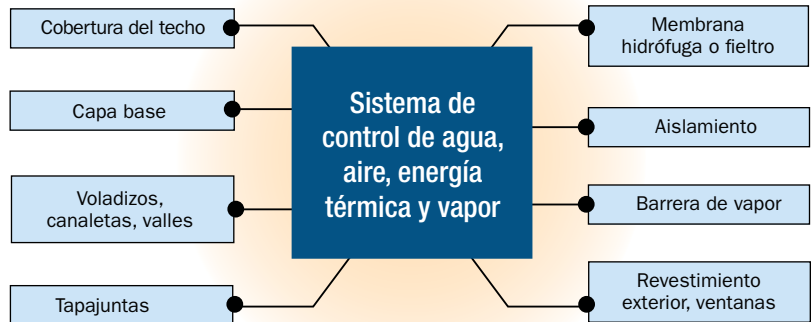
- El fabricante tiene que conocer la ubicación de la casa y los materiales que deberían usarse para resistir los riesgos específicos del sitio. Hay que identificar las opciones de los componentes de construcción para los materiales resistentes a inundación, viento y escombros arrastrados por el viento antes de ordenar la casa y verificarlas antes de que comience la instalación.
- Hay que tener sumo cuidado al verificar que los componentes modulares estén debidamente anclados a los cimientos del edificio y que se hayan hecho correctamente las conexiones de la trayectoria de carga para transferir las cargas del edificio desde el techo hasta los cimientos.

Sistemas de barreras de humedad

Propósito: Describir el sistema de barreras contra humedad, explicar el funcionamiento típico de las barreras contra humedad e identificar los problemas comunes relacionados con estos sistemas.

Asuntos claves

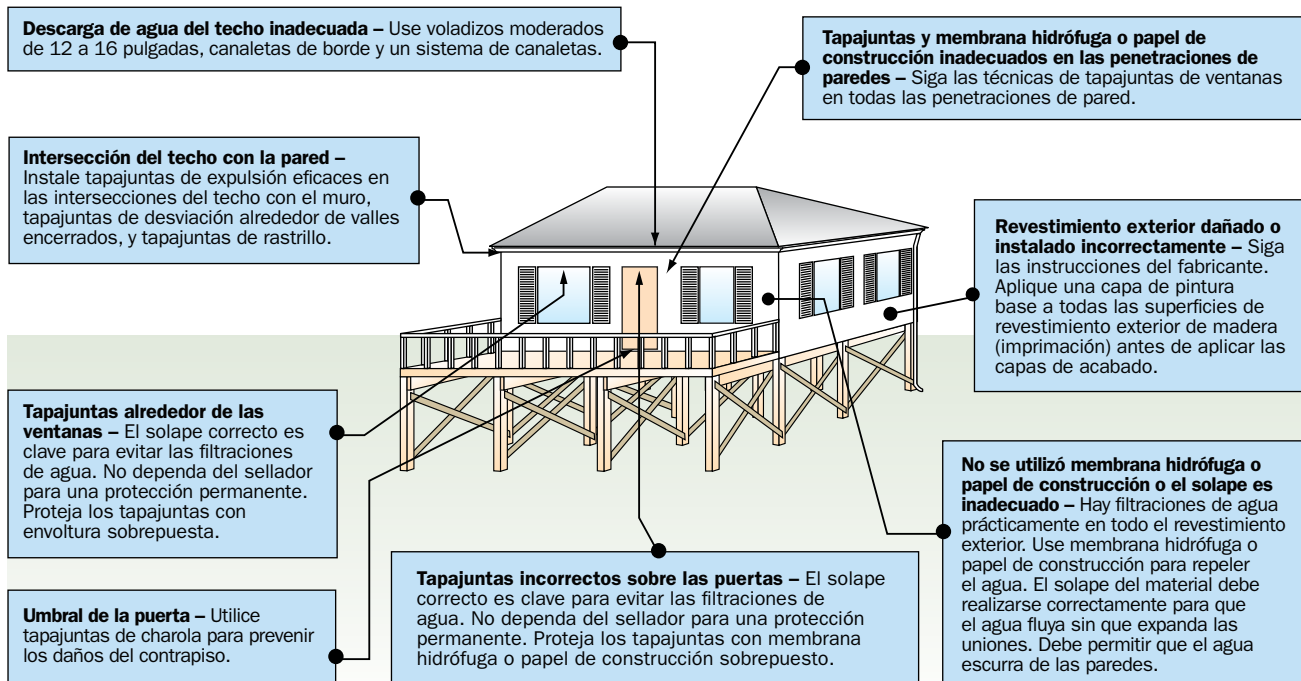
- Un sistema de barrera contra humedad eficaz limitará la filtración de agua a zonas no deseadas y permitirá el drenaje y el secado de los materiales de construcción mojados.
- La mayoría de los sistemas de barrera contra humedad para paredes (p. ej., revestimiento exterior y chapa de ladrillo) son sistemas “redundantes”, que requieren por lo menos dos planos de drenaje (vea la página 2).



- La membrana hidrófuga o el papel de construcción (fieltro saturado con asfalto) proporcionará un plano adecuado de drenaje secundario.
- Los tapajuntas y el solape correctos de la membrana hidrófuga y el papel de construcción son fundamentales para un sistema de barrera contra humedad eficaz.
- El sellador nunca debe ser sustituido por la superposición de capas adecuada.

El propósito de la envoltura de edificios es controlar el movimiento del agua, el aire, la energía térmica y el vapor de agua. El objetivo es evitar la filtración de agua al interior, limitar el humedecimiento a largo plazo de los componentes del edificio y controlar el movimiento de aire y vapor a través de la envoltura.

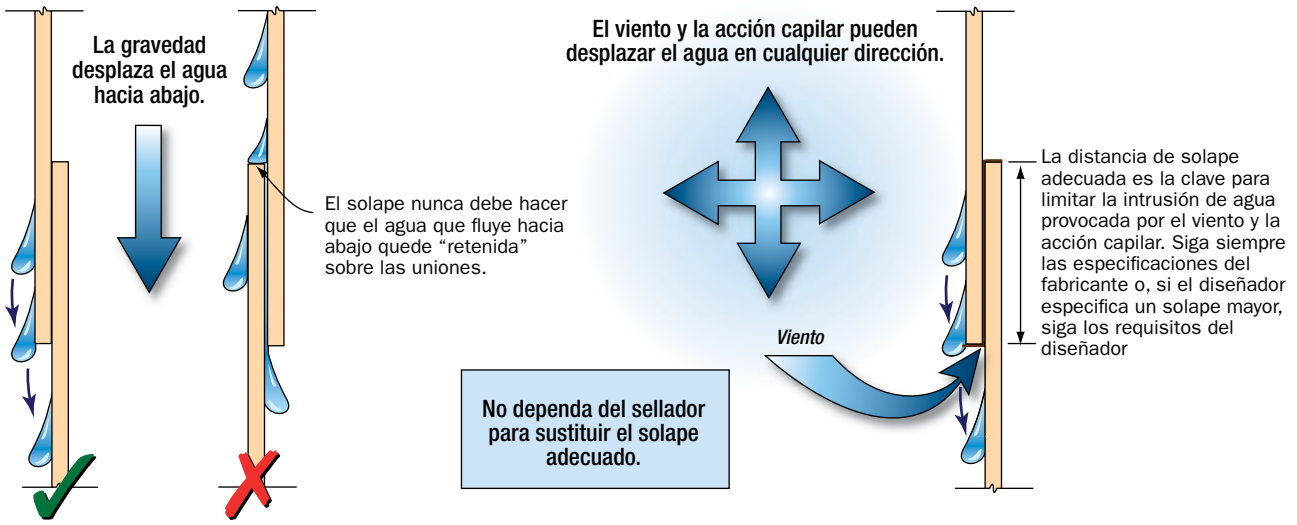
Lugares y causas de problemas comunes de intrusión de agua



A menudo, es difícil ver por dónde entra el agua y los daños al sustrato y los elementos estructurales detrás del revestimiento de la pared exterior, por lo general, no se pueden detectar mediante inspección visual.

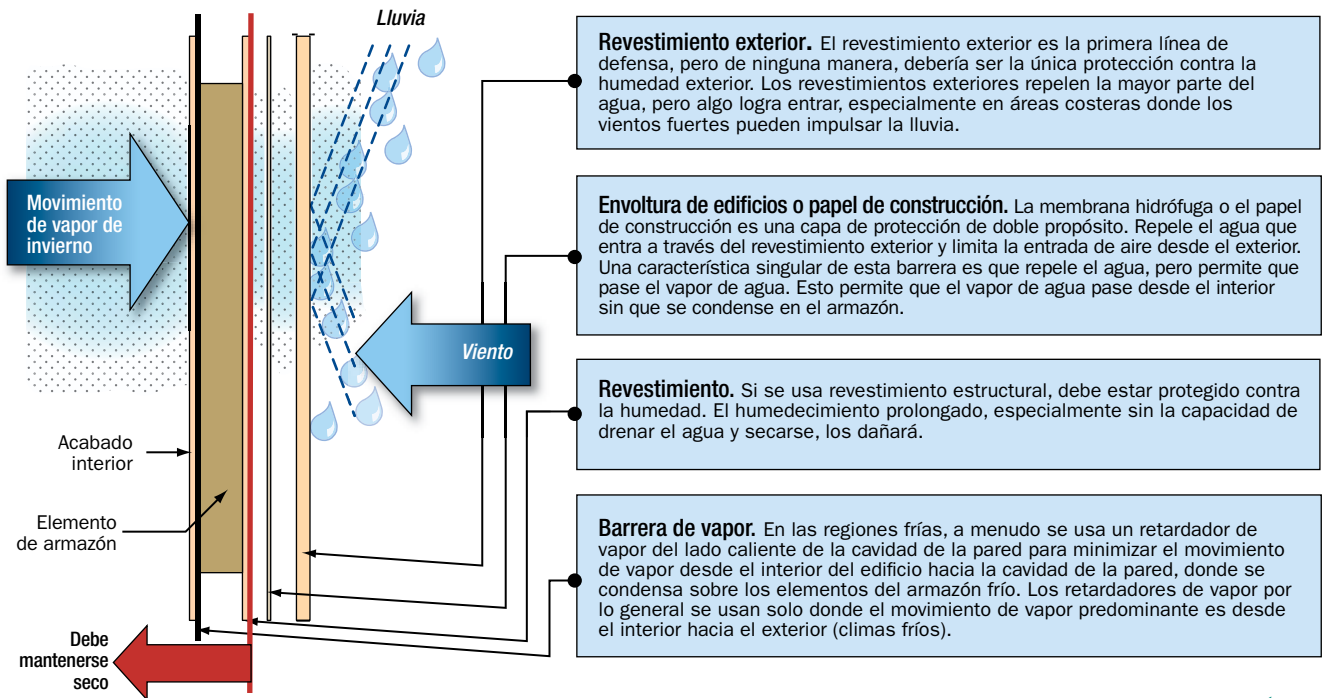
La clave es el solape correcto...

1
GENERAL



El solape correcto de los materiales de la barrera de humedad es la clave para evitar la intrusión de agua. La mayoría de los problemas de intrusión de agua están relacionados con el solape incorrecto de los materiales. Por lo general, los culpables son los detalles de los tapajuntas alrededor de las puertas, ventanas y penetraciones. Si los detalles de los tapajuntas son adecuados y la membrana hidrófuga o el papel de construcción están instalados correctamente, se evitarán la mayoría de los problemas de humedad. La succión capilar es una fuerza potente y mueve el agua en **cualquier** dirección. Incluso en condiciones de poca o ninguna presión del viento, podría filtrarse agua por capilaridad hacia arriba a través de las juntas, grietas y uniones detrás del solape del revestimiento exterior horizontal. Las distancias de solape y el sellador adecuados ayudarán a evitar la intrusión del agua causada por la acción de absorción.

¿Cómo funciona una barrera de humedad redundante?



Desarrollado en asociación con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas



¿Cómo afectan las decisiones de ubicación y diseño los costos del dueño?

Propósito: *Mostrar los efectos de las decisiones de planificación, ubicación y diseño sobre los costos de viviendas costeras.*



Asuntos claves

- Al construir una casa costera, hay que considerar los costos iniciales, de operación y de largo plazo (p. ej., los costos del ciclo de vida).
- Los costos para diseñar, construir, mantener, reparar y asegurar las viviendas costeras (especialmente frente al mar) son más altos que para las viviendas tierra adentro.
- Es importante determinar los riesgos relacionados con un determinado sitio o diseño de construcción.
- La ubicación, el diseño y la construcción que cumplan con los requisitos reglamentarios mínimos no necesariamente resultan en menores costos para el dueño a largo plazo. Sobrepasar los requisitos de diseño mínimos cuesta un poco más inicialmente, pero puede ahorrarle dinero a largo plazo.

Los costos de operación incluyen costos relacionados con el uso del edificio, como los costos de servicios públicos y seguros.¹

Los costos a largo plazo incluyen costos de mantenimiento preventivo y de reparación y remplazo de los componentes del edificio deteriorados o dañados.

Riesgo

Uno de los costos de construcción más importantes que debe considerar es el de los daños por tormentas o por erosión. Entonces ¿cómo puede un dueño decidir qué nivel de riesgo está relacionado con un determinado lugar o diseño de construcción? Una manera de hacerlo es considerar la probabilidad de que ocurra una tormenta o erosión y los posibles daños ocasionados por estas (vea la matriz).

Probabilidad de ocurrencia

| | Baja | Media | Alta |
|-------|--------------|--------------|----------------|
| Baja | Riesgo bajo | Riesgo bajo | Riesgo medio |
| Media | Riesgo bajo | Riesgo medio | Riesgo alto |
| Alta | Riesgo medio | Riesgo alto | Riesgo extremo |

Costos

Al planificar una vivienda costera, se debe considerar una serie de costos, no solo los de construcción. Los dueños deben conocer cada uno de los siguientes costos y considerar cómo las decisiones de ubicación y diseño los afectarán:

Potencial pérdida monetaria

Los costos iniciales incluyen los costos de evaluación y adquisición de la propiedad, y los costos de permisos, diseño y construcción.

¹Nota: Las primas del seguro de inundación pueden reducirse hasta un 60 por ciento si se sobrepasan las prácticas mínimas de ubicación, diseño y construcción. Consulte el Formulario de Clasificación de Factores de Riesgo para la Zona V en el Manual del Seguro de Inundación de FEMA (<http://www.fema.gov/nfip/manual.shtm>).



Debe evitar las ubicaciones y el diseño de edificios que impliquen un riesgo extremo o elevado — la probabilidad de pérdida del edificio es grande y los costos a largo plazo para el dueño serán muy altos. La ubicación y el diseño de edificios que impliquen un riesgo mediano o bajo deben tener preferencia.

Ubicación

Debe considerar que, a largo plazo, las malas decisiones de ubicación rara vez se resuelven con el diseño del edificio.

Diseño

- ¿Cuánto más caro es construir cerca de la costa a diferencia de las zonas interiores? La tabla a continuación sugiere aproximadamente un 10 a 30 por ciento más.
- ¿Qué sucede si se sobrepasan los requisitos de diseño mínimos en las áreas costeras? La tabla sugiere que los costos de construcción adicionales para cumplir con las prácticas recomendadas en la Guía del Constructor de Viviendas para la Construcción Costera (más allá de los requisitos típicos mínimos) son mínimos.

| Elemento de diseño | Referencia cruzada a las Hojas Informativas | Costos iniciales añadidos ² requeridos por el Código o el NFIP | Costos iniciales añadidos ³ para las prácticas recomendadas en la Guía del Constructor de Viviendas para la Construcción Costera. | Efecto del diseño en los costos | | | | | |
|---|--|---|--|--|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------|--|
| | | | | Reducción de los daños por vientos y tormentas | Reducción de los daños de inundación | Mayor vida útil de los materiales | Menos mantenimiento | Seguro más bajo | Facturas de servicios públicos más bajas |
| (Los elementos con un asterisco "*" son un requisito del Programa del Seguro Nacional de Inundación y otros códigos de construcción locales). | | | | | | | | | |
| Zona A, cimientos sobre pilotes/columnas | 1.1, 1.4, 3.1 | Alto | Alto | ✓ | ✓ | | ✓ | | |
| Zona V, cimientos sobre pilotes/columnas* | 1.1, 1.4, 1.5, 3.1 | Alto | | | ✓ | | ✓ | | |
| Viguetas revestidas en la parte inferior | | Bajo | Bajo | | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| Muros con revestimiento estructural* | | Medio | | ✓ | | | | | |
| Protección contra la corrosión* | 1.1, 1.7 | Bajo | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| Protección contra el deterioro* | 1.1, 1.7 | Medio | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| Forma del techo a cuatro aguas | 1.1 | Bajo | Bajo | ✓ | | | | | |
| Conexión de revestimiento de techo mejorada* | 1.1, 7.1 | Bajo | Bajo | ✓ | | | | | |
| Capa base para techo mejorada* | 7.2 | Bajo | Bajo | ✓ | | | | | |
| Materiales para techos mejorados* | 1.1, 7.3 | Medio | | ✓ | | ✓ | ✓ | | |
| Tapajuntas mejorados* | 1.1, 6.1, 5.2 | Bajo | | ✓ | | ✓ | ✓ | | |
| Membrana hidrófuga* | 1.1, 6.1, 5.1 | Bajo | | ✓ | | | | | ✓ |
| Revestimiento exterior y conexión superiores* | 5.3 | Medio | Medio | ✓ | | | ✓ | | |
| Vidriado protegido o resistente a impactos* | 1.1, 6.2 | Alto | Medio | ✓ | | | | ✓ | |
| Herrajes de conexión* | 1.1, 1.7, 4.3 | Bajo | | ✓ | ✓ | | | | |
| Materiales resistentes a inundación* | 1.1, 1.7 | Bajo | | | ✓ | ✓ | | ✓ | |
| Servicios públicos y componentes mecánicos protegidos* | 1.1, 8.3 | Bajo | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| Costo total adicional estimado (en miles de \$) | | 15-30 | ±5 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Bajo | <0.5 % del costo base de construcción | Los estimados se basan en una casa de 3,000 pies cuadrados con una cantidad moderada de ventanas y características especiales. Los códigos locales requieren muchas de las características de diseño actualizadas, pero el nivel de protección más allá de los requisitos mínimos del código puede variar según la preferencia del dueño. | | | | | | | |
| Medio | 0.5 % - 2.0 % del costo base de construcción | | | | | | | | |
| Alto | >2.0 % del costo base de construcción | | | | | | | | |

Notas:

- Costos añadidos comparados con la construcción típica tierra adentro
- Costos iniciales añadidos para sobrepasar los requisitos mínimos del Código/NFIP

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas



Selección de un lote y ubicación del edificio

Propósito: Ofrecer guías para la selección del lote y las consideraciones de ubicación para edificios residenciales costeros.

Asuntos claves

- Las decisiones de compra y ubicación de un edificio deben ser a largo plazo, no basadas en las condiciones actuales de la costa.
- Las características, infraestructura, reglamentos, factores ambientales de la parcela y los deseos del dueño limitan las opciones de ubicación.
- Cumplir con las líneas de separación de la costa establecidas por las autoridades locales o estatales no significa que los edificios estarán “seguros”.
- Puede encontrar información sobre las condiciones y la historia del sitio en diferentes recursos de referencia.



La ubicación, el diseño y la construcción de un edificio deben considerarse en conjunto (vea la Hoja Informativa Núm. 2.1), pero sepa que la selección inadecuada de un lote y las malas decisiones de ubicación rara vez pueden ser resueltas mejorando el diseño y la construcción. Las fallas de construcción (vea la Hoja Informativa Núm. 1.1) a menudo son el resultado de la pobre ubicación.

La importancia de las decisiones de compra y ubicación de la propiedad

El error más común y costoso de ubicación que hacen los diseñadores, constructores y dueños es no tomar en consideración la erosión futura y la estabilidad de la pendiente al comprar una vivienda costera existente o al comprar un terreno para construir una vivienda nueva. Las decisiones de compra – o de ubicación, diseño y construcción – según las condiciones actuales de la costa a menudo llevan a fallas futuras del edificio.

Durante un largo periodo de tiempo, los dueños de edificios costeros mal ubicados podrían gastar más dinero en control de erosión y reparaciones al edificio debido a la erosión que lo que gastaron en el edificio en sí.

¿Qué factores limitan las decisiones de ubicación?

Muchos factores afectan y limitan la capacidad de un constructor o dueño de vivienda de ubicar los edificios residenciales costeros, pero lo que más influye es probablemente el **tamaño de la parcela**, seguido por la **topografía, la ubicación de las carreteras y otra infraestructura** y **las limitaciones reglamentarias y ambientales**.

Debido al costo de la propiedad costera, los tamaños de las parcelas suelen ser pequeños y los dueños construyen el edificio más grande que cabe en el espacio de desarrollo permisible. Por lo general, los compradores no reconocen que las decisiones de ubicación en estos casos fueron tomadas al momento de planificar y subdividir el terreno, y que la erosión de la costa puede hacer que estas parcelas resulten inadecuadas para ocupación a largo plazo.

Sin embargo, en algunos casos, el tamaño de la parcela podría ser lo suficientemente grande para permitir la ubicación y construcción de un edificio costero resistente a los riesgos, pero el **deseo del dueño** de llevar al edificio lo más cerca posible a la orilla aumenta la probabilidad de que el edificio sufra daños o sea destruido en el futuro.



Líneas de separación de la costa: ¿Qué protección ofrecen?

Muchos estados requieren que los edificios nuevos estén ubicados en las líneas de separación de la costa para la construcción costera o más tierra dentro, que por lo general usan de base las **tasas de erosión anuales promedio a largo plazo**. Por ejemplo, una típica línea de separación mínima de la costa de 50 años con una tasa de erosión de 2.5 pies/año requeriría una separación de 125 pies, que por lo general se mide desde un punto de referencia, como la cresta de la duna, la línea de vegetación o la línea de marea alta.

Construir en la línea de separación de 125 pies (en este caso) **no** significa que un edificio estará “seguro” o protegido contra la erosión durante 50 años.

- Las tormentas pueden ocasionar erosión de corto plazo que sobrepasa por mucho las líneas de separación de la costa según los promedios a largo plazo.
- Las tasas de erosión varían con el tiempo, y la erosión podría sobrepasar la distancia de separación en solo algunos años. También hay que saber la variabilidad de la tasa para determinar la probabilidad de socavación durante un periodo de tiempo específico.

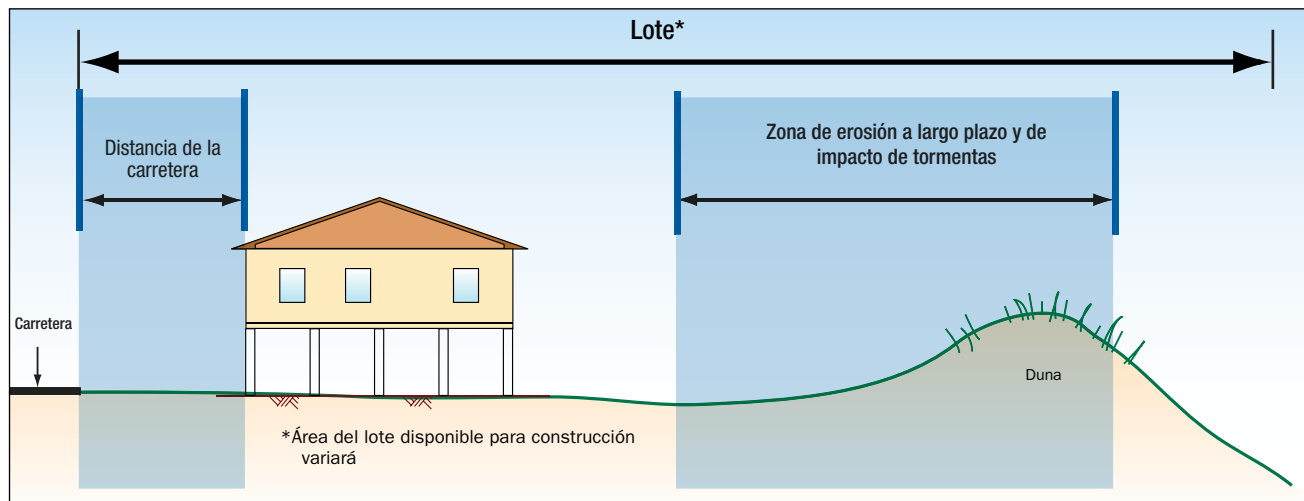
¿Qué deben hacer los constructores, diseñadores y dueños?

- Consulte con agencias, universidades y consultores locales y estatales para información detallada sobre erosión y riesgos, específica para el sitio.
- Busque información histórica sobre la erosión y los efectos de tormentas. ¿Cómo han resistido los edificios más viejos en el área? Use la experiencia de otras personas para informar sus decisiones de ubicación.
- Determine la tolerancia a riesgos del dueño y rechace parcelas o decisiones de ubicación de edificios que sobrepasen el nivel aceptable de riesgo.

Problemas de ubicación comunes

- Construir en un **lote pequeño entre una carretera y una costa con erosión** puede presentar problemas.
- Los **lotes de formas extrañas** que empujan los edificios cerca de la orilla aumentan la vulnerabilidad de los mismos.
- Ubicar un edificio cerca del **borde de un acantilado** aumenta la probabilidad de perder el edificio, debido a la erosión del acantilado al igual que a los cambios en la estabilidad del mismo que resultan de las actividades de desarrollo (p. ej., eliminación de vegetación, construcción de edificios, paisajismo, cambios en el drenaje de la superficie y patrones de flujo de agua subterránea).
- La ubicación cerca de una **ensenada de marea** con una orilla dinámica puede resultar en que el edificio esté expuesto a un aumento en los riesgos de inundación y erosión en un periodo de tiempo prolongado.
- La ubicación de un edificio **inmediatamente detrás de una estructura de control de erosión** podría resultar en daños al edificio debido al desbordamiento de olas, además de limitar la capacidad del dueño de reparar o mantener la estructura de control de erosión.
- La ubicación de un edificio nuevo **dentro de la huella** de un edificio existente no garantiza que el lugar sea bueno.

La ubicación debe considerar los impactos a largo plazo de la erosión y las tormentas. La ubicación debe considerar la experiencia particular del lugar, siempre que esté disponible



Ubicación recomendada para un edificio en un lote costero.

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas



Cimientos en áreas costeras

Propósito: Describir los tipos de cimientos idóneos para los ambientes costeros.

Asuntos claves

- Los cimientos en las áreas costeras deben elevar los edificios sobre el Nivel de Inundación del Diseño (DFE, por sus siglas en inglés) según el ASCE 24-05, a la vez que resisten fuerzas de inundación, vientos fuertes, socavación y erosión, y escombros flotantes según el ASCE 7-10.
- Los cimientos usados para la construcción tierra adentro, por lo general, no son viables para la construcción costera. Algunos ejemplos de sistemas de cimientos con un historial de pobre desempeño en áreas propensas a la erosión son losa de cemento sobre el terreno, zapatas continuas, y cimientos superficiales (o flotantes).
- La construcción en la Zona V requiere cimientos de pilotes o columnas empotrados a profundidad. Se recomiendan en las Zonas A en vez de cimientos de muros sólidos, entresuelos, de losa u otros cimientos superficiales, que son más propensos a socavación. (Para la referencia de este documento, el término empotrado a profundidad significa “suficiente penetración en la tierra para acomodar la socavación y erosión por tormenta y para resistir todas las cargas de diseño verticales y laterales sin daños estructurales”).
- Las áreas debajo de los edificios elevados en las Zonas V tienen que estar “libres de obstrucciones” que podrían transferir cargas de inundación a los cimientos y al edificio (vea la Hoja Informativa Núm. 8.1, *Estructuras cerradas y paredes desprendibles*). Las áreas debajo de los edificios elevados en las Zonas A deben seguir los mismos principios recomendados que las áreas para edificios ubicados en las Zonas V.



Imagen 1. Estructura a punto de colapsar debido a empotramiento inadecuado de los pilotes en la isla de Dauphin, Alabama.

(FUENTE: FEMA 549, EL HURACÁN KATRINA EN LA COSTA DEL GOLFO)

Criterios de diseño de cimientos

Todos los cimientos para edificios en áreas de riesgo de inundación tienen que ser construidos con materiales resistentes a daños por inundación (vea la Hoja Informativa Núm. 1.7, *Materiales de construcción costera*). Además de reunir los requisitos de construcción convencional, estos cimientos deben: (1) elevar el edificio sobre el Nivel de Inundación Base (BFE, por sus siglas en inglés) y (2) prevenir la flotación, el colapso y el movimiento lateral del edificio que resulta de las cargas y condiciones durante el evento de inundación del diseño (en áreas costeras, estas cargas y condiciones incluyen la inundación de agua en movimiento rápido, rompimiento de olas, escombros flotantes, erosión y vientos fuertes).

Como las áreas costeras más peligrosas están sujetas a erosión, socavación y cargas extremas de inundación, **la única manera práctica de realizar estas dos funciones es elevando un edificio en unos cimientos empotrados a profundidad y “abiertos” (p. ej., en pilotes o columnas)**. Este método resiste la erosión y la socavación ocasionada por las tormentas, y minimiza el área de superficie de los cimientos sujeta a las cargas laterales de inundación.

Se recomienda el ASCE 24-05 como una mejor práctica para el diseño y la construcción resistentes a inundaciones, especialmente en las Zonas V y las Zonas Costeras A. Este estándar tiene información específica sobre los requisitos de cimientos para las Áreas Costeras de Alto Riesgo y las Zonas Costeras A, además de tener requisitos más estrictos que el Programa del Seguro Nacional de Inundación (NFIP, por sus siglas en inglés). El NFIP requiere elevar los cimientos abiertos en las Zonas V (aunque la elevación del terreno esté sobre el BFE) y se recomienda firmemente para las Zonas Costeras A. algunos estados y comunidades han adoptado formalmente los requisitos de cimientos abiertos para la construcción en Zonas Costeras A.

Si bien usar el método de la elevación de estructuras sobre cimientos de pilotes mejora el desempeño y minimiza algunos efectos, aún unos cimientos de pilotes abiertos empotrados a profundidad no evitarán la socavación y la



pérdida debido a la erosión a largo plazo (vea la Hoja Informativa Núm. 2.2, *Selección de un lote y ubicación del edificio*).

Desempeño de varios tipos de cimientos en áreas costeras

Existen muchas maneras de elevar edificios sobre el BFE: relleno, losa de cemento sobre el terreno, entresuelos, muro de cerramiento, muros sólidos, pilares (columnas) y pilotes. No todas son viables para las áreas costeras. De hecho, varias de ellas están prohibidas en las Zonas V y no se recomiendan para la construcción en áreas costeras de la Zona A (vea la Hoja Informativa 1.2, *Resumen de requisitos y recomendaciones para la construcción costera y los efectos de las inundaciones*).

Pilotes: Se recomiendan los cimientos de pilotes para las Zonas V y las Zonas Costeras A. Estos cimientos abiertos son construidos con pilotes cuadrados o redondos, de madera, cemento o acero, hincados o clavados en la tierra, o fijados en agujeros taladrados. Los aspectos cruciales de los cimientos de pilotes incluyen el tamaño de los pilotes, el método de instalación y la profundidad del empotrado, los amarres y las conexiones con la estructura elevada (vea las Hojas Informativas Núm. 3.2, *Instalación de Pilotes* y 3.3, *Conexiones entre pilotes y vigas de madera*). Los cimientos de pilotes con empotramiento inadecuado causarán que el edificio colapse. Los pilotes del tamaño inadecuado pueden romperse con las olas y los escombros.

Relleno: Usar relleno para proporcionar soporte estructural a los edificios en las Zonas V está prohibido porque esas zonas son susceptibles a la erosión. Además, no debe usarse relleno para elevar edificios en ninguna otra área sujeta a erosión, oleaje o agua en movimiento rápido. Sin embargo, se permiten pequeñas cantidades de relleno para paisajismo, nivelación del lugar (que no sea soporte

estructural del edificio), drenaje alrededor y debajo de los edificios y para el soporte de losas de estacionamiento, cubiertas de piscinas, patios y pasadizos (Sección R322.3.2 del IRC de 2009). Estas guías son conformes al Boletín Técnico 5 del NFIP, *Requisitos de ausencia de obstrucciones para edificios ubicados en áreas costeras de alto riesgo* (08/08), que indica: “El relleno no debe interrumpir el paso libre de las aguas de inundación y el oleaje debajo de los edificios elevados. El relleno no debe desviar las aguas de inundación ni las olas de manera que cause más daños a los edificios adyacentes o cercanos”.

Losa de cemento sobre el nivel del terreno: Los cimientos de losa sobre el nivel del terreno también son susceptibles a la erosión y están prohibidos en las Zonas V; no se recomiendan para las Zonas A en áreas costeras. (Observe que, a menudo, se permiten losas de estacionamiento debajo de los edificios elevados, pero son susceptibles a socavación y colapso.) Se recomienda que las losas de estacionamiento sean diseñadas para que se puedan romper (desprendibles) o diseñadas y construidas para ser losas estructurales autosostenibles capaces de permanecer intactas y funcionales en condiciones de inundación base, incluida la erosión prevista. Para más información, vea el Boletín Técnico 5 de NFIP, *Requisitos de ausencia de obstrucciones para edificios ubicados en áreas costeras de alto riesgo* (08/08).

Entresuelos: Los cimientos de entresuelos están prohibidos en las Zonas V y no se recomiendan para la construcción en la Zona A de áreas costeras. Son susceptibles a la erosión cuando la profundidad de la zapata no es adecuada para evitar la socavación. Los muros de los entresuelos también son vulnerables a las fuerzas del oleaje. Si se usan, los cimientos de entresuelos tienen que estar equipados con aberturas para inundación; las elevaciones del suelo deben ser de manera tal que el agua no quede atrapada en los entresuelos (vea Hojas Informativas Núm. 3.5 *Muros de cimientos* y 8.1, *Estructuras cerradas y paredes desprendibles*).

Paredes sobrecimientos: Los cimientos con paredes sobrecimientos tienen una construcción similar a los cimientos de entresuelos, pero el espacio interior, que de otra forma formaría los entresuelos, a menudo, se rellena con arena o relleno estructural que sostiene una losa de cemento de piso. Se ha observado que los cimientos con paredes sobrecimientos funcionan mejor durante las tormentas que muchos cimientos de entresuelos y de pilares. A pesar de que el Código Residencial Internacional (IRC, por sus siglas en inglés) permite alturas de hasta seis pies, por lo general es más económico, y una mejor opción de diseño, usar otros sistemas de cimientos si las paredes sobrecimientos tienen más de un pie de alto. Durante periodos de marea alta, los suelos con relleno podrían inundarse y ocasionar daños a la losa de cemento. El diseñador debe garantizar que esto no cause la consolidación del relleno. Además, en algunos tipos de suelos, como la arena,



Imagen 2. Comparación del rendimiento de cimientos de pilares. Los pilares sobre zapatas discretas (en primer plano) fallaron al rotar y volcarse mientras que los pilares sobre zapatas más sustanciales (en este caso una base de cemento) sobrevivieron (Pass Christian, Mississippi).

la acción capilar podría ocasionar que el agua o la humedad afecten la losa. No se requieren aberturas para inundación en los cimientos con paredes sobrecimientos. Los cimientos con paredes sobrecimientos están prohibidos en las Zonas V, pero se recomiendan en las áreas de Zona A sujetas a acción limitada del oleaje, siempre y cuando el empotramiento de la pared sea suficiente para resistir la erosión y la socavación (vea FEMA 549, *El Huracán Katrina en la Costa del Golfo*).

Muros de cimientos sólidos: El NFIP prohíbe los muros de cimientos sólidos en las Zonas V y no se recomiendan para las áreas de Zona A sujetas al rompimiento de olas u otras fuerzas de gran inundación ya que actúan como una obstrucción al flujo de la inundación. Al igual que los muros de los entresuelos, son susceptibles a la erosión cuando la profundidad de la zapata no es adecuada para evitar la socavación. Los muros sólidos se han usado en algunas regiones para elevar edificios a la altura de una planta. Cuando se usan, los muros tienen que permitir que las aguas de inundación pasen entre o a través de los muros (por medio de aberturas para inundación). (Vea las Hojas Informativas Núm. 3.5, *Muros de cimientos* y 8.1, *Estructuras cerradas y paredes desprendibles*).

Pilares (columnas): Se recomiendan los cimientos de pilares para las áreas de Zona A donde el potencial de erosión y fuerzas de inundación sea bajo. Estos cimientos abiertos se construyen comúnmente con bloques de hormigón reforzado y con lechada sobre una zapata de hormigón. Los cimientos de pilares superficiales son extremadamente vulnerables a la erosión y el vuelco si la profundidad y el tamaño de la zapata no son adecuados. También son vulnerables a rompimiento. La Hoja Informativa Núm. 3.4, *Construcción de pilares de mampostería reforzada*, ofrece guías sobre cómo determinar si los cimientos de pilares son apropiados y cómo diseñar y construirlos.

Cimientos para áreas costeras altas

El diseño de los cimientos es problemático en áreas de acantilados vulnerables a la erosión de costas, pero fuera de las áreas de riesgo de inundación que aparecen en los mapas. Aunque es posible que no apliquen los requisitos del NFIP, la amenaza de socavación no disminuye.

Más aún, los cimientos superficiales al igual que los profundos fallarán en dichas situaciones. Las soluciones a largo plazo al problema podrían conllevar mejor ubicación (vea la Hoja Informativa Núm. 2.2, *Selección de un lote y ubicación del edificio*), mover el edificio cuando esté bajo amenaza, o (donde sea permitido y factible económicamente) controlar la erosión a través de la estabilización de la pendiente y la protección estructural. Además, FEMA 232, *Guía del Constructor de Viviendas para el Diseño y la Construcción Resistentes a Terremotos*, ofrece información sobre el anclaje de los cimientos para estructuras en laderas.

Cimientos en Zonas V con elevaciones del suelo sobre el BFE

En algunos casos, las áreas costeras serán trazadas en un Mapa Digital de Tasas del Seguro de Inundación (DFIRM, por sus siglas en inglés) como Zona V, pero tendrán dunas o acantilados con elevaciones de terreno sobre el BFE que aparece en el DFIRM. Durante un evento de inundación de diseño, se puede esperar la erosión de los acantilados y las dunas altas en estas áreas, además de olas e inundación. Por lo tanto, se puede esperar que el nivel del terreno baje hasta el punto en que las fuerzas de las olas y la pérdida del suelo representan un factor crucial. Los cimientos para las estructuras en estas áreas de Zona V con elevación alta del terreno son los mismos que las áreas de Zona V con elevaciones bajas del terreno. Aun así, en estas áreas se requieren cimientos de pilotes o columnas empotrados a profundidad, y continúan prohibidos los cimientos sólidos o superficiales. La presencia de una designación de Zona V en estos casos indica que se espera que la duna o el acantilado se erosionen durante el evento de inundación base y que haya condiciones de oleaje de Zona V después de la erosión. La presencia de elevaciones de terreno sobre el BFE en una Zona V no debe significar que el área no sufrirá los efectos de la inundación base y de la erosión.

Recursos adicionales

FEMA 550, *Construcción residencial recomendada para la costa del Golfo: Construcción sobre cimientos fuertes y seguros (Recommended Residential Construction for the Gulf Coast: Building on Strong and Safe Foundations)* (julio de 2006). (<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=1853>)

FEMA 549, *Huracán Katrina en la Costa del Golfo (Hurricane Katrina in the Gulf Coast)* (julio de 2006). (<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=1857>)

FEMA, NFIP Boletín Técnico No. 5, *Requisitos de ausencia de obstrucciones para edificios ubicados en áreas costeras de alto riesgo (Free-of-Obstruction Requirements for Buildings Located in Coastal High Hazard Areas)*, FIA-TB-5, Washington, DC, agosto de 2006. (<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=1718>)

FEMA 232, *Guía del Constructor de Viviendas para el Diseño y la Construcción Resistentes a Terremotos (Homebuilders' Guide to Earthquake Resistant Design and Construction)*, Washington, DC, febrero de 2001 (<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=2103>)

Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE, por sus siglas en inglés/SEI) Estándares 7-10: *Cargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras (Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures)*, ASCE 7-10, (<http://www.asce.org>)

Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE, por sus siglas en inglés). *Estándar para el diseño y la construcción resistentes a inundaciones (Flood Resistant Design and Construction)*, ASCE/SEI 24-05. (<http://www.asce.org>)

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas



Diseño e instalación de pilotes

Propósito: Ofrecer información básica sobre el diseño y la instalación de pilotes.

Asuntos claves

- Use un tipo de pilotes apropiado para las condiciones locales.
- Los pilotes deben resistir los riesgos costeros, como fuertes vientos y cargas de inundación además de resistir la erosión y socavación. La erosión es la pérdida general de tierra y la socavación es una pérdida localizada de tierra alrededor de un edificio o elemento de los cimientos debido al movimiento turbulento del agua.
- Pida a un ingeniero certificado que diseñe los pilotes con la distribución, el tamaño y el largo apropiados.
- Use métodos de instalación apropiados para las condiciones.
- Amarre los pilotes adecuadamente durante la construcción.
- Haga cortes precisos en el campo, y aplique tratamiento a todos los cortes y agujeros taladrados para evitar el deterioro.
- Diseñe todas las conexiones entre pilote y viga y use herrajes resistentes a la corrosión (vea la Hoja Informativa Núm. 1.7, *Materiales de construcción costera*).

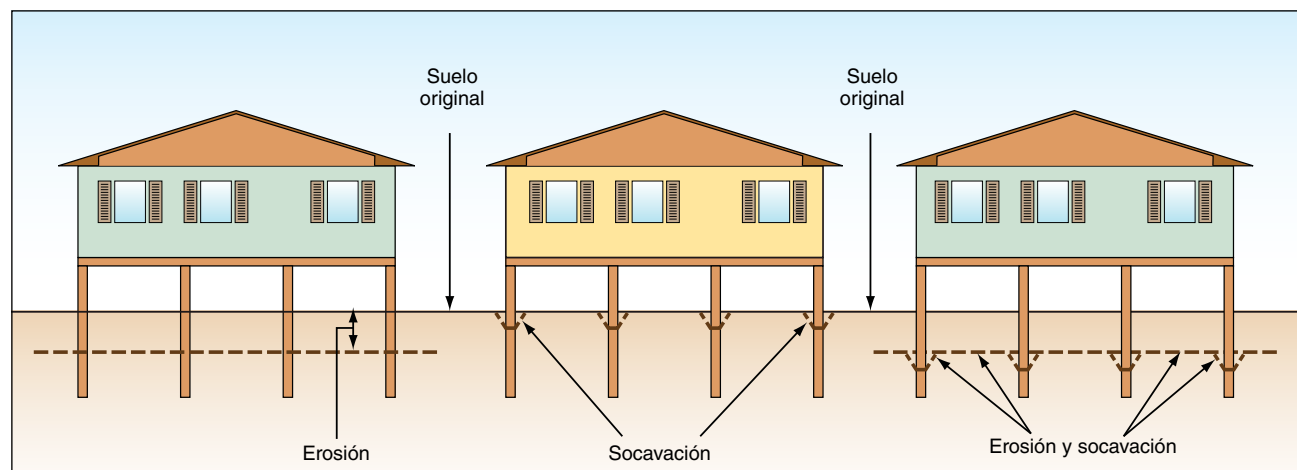
Tipos de pilotes

Los tipos de pilotes más comunes usados son de madera tratada con conservantes, de cemento y de acero. Los contratistas que construyen en áreas costeras por lo general escogen pilotes tratados con conservantes al usar cimientos de pilotes. Pueden ser cuadrados o redondos. Los pilotes de madera se cortan fácilmente y se ajustan

en el campo. También se pueden usar pilotes de cemento o de acero, pero son menos comunes en la construcción residencial. Los pilotes de cemento podrían ser una alternativa apropiada dependiendo de los requisitos de capacidad del pilote y la elevación necesaria por el diseño y están disponibles en mayores largos y por lo general se instalan hincándolos. Los pilotes de cemento tienden a ser más fuertes y son duraderos contra muchos factores del ambiente costero cuando se diseñan y detallan adecuadamente. Rara vez se usan pilotes de acero debido a posibles problemas de corrosión.

Tamaño y largo de los pilotes

El ingeniero de cimientos es el que determina el tamaño y el largo de los pilotes. Hay que cumplir con los requisitos específicos de carga y penetración. Los pilotes redondos deben tener un diámetro de por lo menos 8 pulgadas; los maderos de los pilotes cuadrados deben tener un tamaño mínimo de 8 pulgadas por 8 pulgadas. El largo total del pilote se basa en los requisitos del código de construcción [vea la Sección 1810 del Código Internacional de Construcción (IBC, por sus siglas en inglés) sobre cimientos profundos], los requisitos de penetración calculados, el potencial de erosión y socavación, el Nivel de Inundación de Diseño (DFE, por sus siglas en inglés) y el margen para el corte y el ancho de la viga (vea la Imagen 1 y la Tabla 1, que es un ejemplo de resultados del diseño de los cimientos). Se pueden lograr mejoras sustanciales en el rendimiento de los cimientos aumentando el tamaño mínimo de los maderos para los pilotes cuadrados a 12 pulgadas por 12 pulgadas o el diámetro mínimo del tope para los pilotes redondos de 12 pulgadas.



Cómo distinguir entre erosión y socavación costera. Un edificio podría estar sujeto a una o a ambas, dependiendo de la ubicación del edificio, las características del terreno y las condiciones de inundación



Tabla 1. Ejemplo de los cálculos de idoneidad de los cimientos para una casa de dos plantas apoyada sobre pilotes cuadrados de madera y alejados de la costa, marejada ciclónica y rompimiento de olas que pasan debajo del edificio, con velocidad básica del viento de 130 mph, según el ASCE 7-05 (velocidad básica del viento del ASCE 7-10 equivalente a 167 mph para edificios de Categoría de Riesgo II), terreno = arena de densidad media. Las celdas sombreadas indican que los cimientos no cumplen los requisitos de flexión (P) o empotramiento.

| Empotramiento de pilotes antes de erosión y socavación | Condiciones de erosión y socavación | Diámetro del pilote, Ø | | |
|--|-------------------------------------|------------------------|----------|----------|
| | | 8 pulg. | 10 pulg. | 12 pulg. |
| 10 pies | erosión = 0, socavación = 0 | P, E | E | OK |
| | erosión = 0, socavación = 2.0 Ø | P, E | E | E |
| | erosión = 1, socavación = 2.5 Ø | P, E | E | E |
| | erosión = 1, socavación = 3.0 Ø | P, E | E | E |
| | erosión = 1, socavación = 4.0 Ø | P, E | P, E | E |
| 15 pies | erosión = 0, socavación = 0 | P | OK | OK |
| | erosión = 0, socavación = 2.0 Ø | P | OK | OK |
| | erosión = 1, socavación = 2.5 Ø | P | OK | OK |
| | erosión = 1, socavación = 3.0 Ø | P | OK | OK |
| | erosión = 1, socavación = 4.0 Ø | P, E | P, E | E |
| 20 pies | erosión = 0, socavación = 0 | P | OK | OK |
| | erosión = 0, socavación = 2.0 Ø | P | OK | OK |
| | erosión = 1, socavación = 2.5 Ø | P | OK | OK |
| | erosión = 1, socavación = 3.0 Ø | P | OK | OK |
| | erosión = 1, socavación = 4.0 Ø | P | P | OK |

Distribución de pilotes

El ingeniero de cimientos y el diseñador determinan juntos la distribución de los pilotes. La colocación adecuada y la corrección de los pilotes mal alineados son importantes. El uso de una plantilla de hincado para dirigir la operación de hincado de los pilotes aumenta grandemente la precisión de la ubicación de los pilotes y la necesidad de correcciones difíciles. Una plantilla de hincado es una estructura de guía provisional instalada de manera que limite el movimiento lateral de los pilotes durante el hincado. La plantilla de pilotes se reusa para cada fila de pilotes a fin de asegurar el espaciamiento y la alineación uniforme. La colocación de los pilotes no debe resultar en el corte transversal de más de 50 por ciento del pilote para las conexiones con la viga maestra o de otro tipo. Verifique la ubicación adecuada de los pilotes en los dibujos antes de construir y aclare cualquier discrepancia. La distribución puede ser realizada por un profesional de diseño o topógrafo licenciado, o un topógrafo de construcción, el contratista de los cimientos, o el constructor. El proceso de distribución siempre debe incluir establecer la elevación para el primer piso terminado. No se debe comenzar la construcción de la plataforma del primer piso hasta que se haya establecido esta elevación. (Vea la Hoja Informativa Núm. 1.4, *Elevación del piso más bajo*).

Métodos de instalación

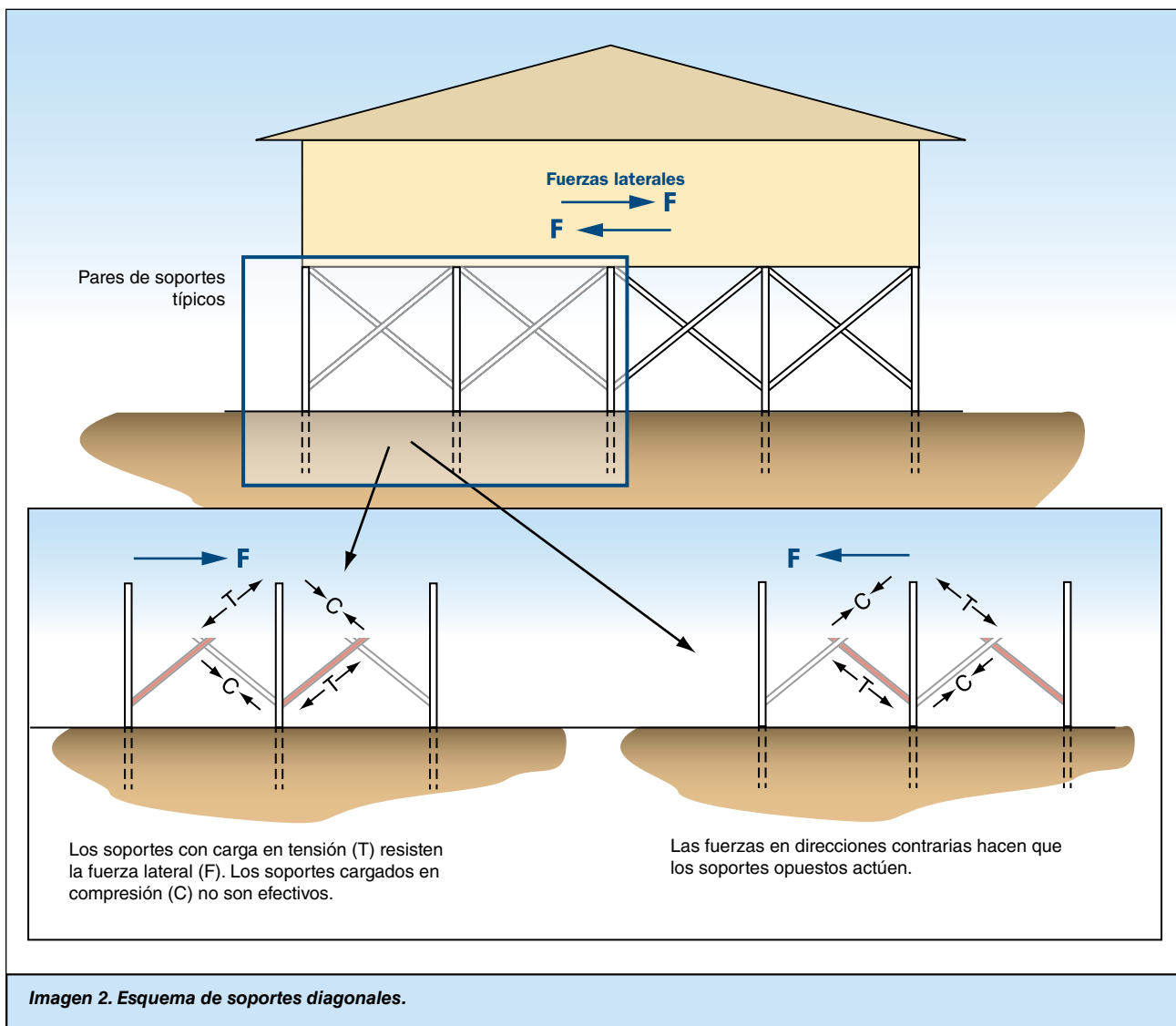
Los pilotes pueden ser hincados, taladrados o clavados en el lugar. El método de instalación variará según las condiciones del suelo, los requisitos de carga, el equipo disponible y las prácticas locales. Un método que se usa comúnmente

es clavar el pilote inicialmente unos cuantos pies menos que la penetración requerida, entonces completar la instalación hincándolo con un martinete. Hincar los pilotes aunque sea unos pocos pies ayuda a asegurar que el pilote logre algo de capacidad de carga en los extremos y un poco de fricción de su superficie. Hincar a la profundidad completa cuando se pueda realizar da paso a unos cimientos de pilotes con varias ventajas que ameritan consideración.

Apuntalamiento de pilotes

El ingeniero determina la distribución del apuntalamiento de los pilotes. Los métodos comunes de apuntalamiento incluyen sujeción con puntales y soportes diagonales. La sujeción con soportes es un método eficaz para mejorar el desempeño de un sistema de pilotes sin obstruir el flujo del agua y escombros de un evento de diseño. Como el apuntalamiento fino puede doblarse, debe usarse solo para tensión. El apuntalamiento puede convertirse en una obstrucción y aumentar la exposición de los cimientos al impacto del oleaje y los escombros. El apuntalamiento a menudo está orientado perpendicularmente a la orilla de manera que no reciba el impacto del oleaje, escombros y flujo con velocidad en los costados (vea la Imagen 2). El contratista es responsable del apuntalamiento provisional y de usar gatos para alinear los pilotes y mantenerlos firmes durante la construcción.

Se recomienda solo usar apuntalamiento de pilotes para reducir el movimiento y la vibración de la estructura para comodidad. En otras palabras, se debe usar el apuntalamiento para tratar asuntos de funcionalidad y no de fuerza. El diseño de los cimientos debe suponer que los



pilotes no están apuntalados como la condición que puede ocurrir en caso de que los escombros flotantes eliminen o dañen el apuntalamiento. Si los cimientos de pilotes no pueden ofrecer la fuerza deseada sin apuntalamiento, el diseñador debe considerar aumentar el tamaño del pilote. El apuntalamiento de los pilotes solo debe ser para la comodidad de los ocupantes, no para la estabilidad de la vivienda.

Corte y taladrado en el campo

Una sierra mecánica es la herramienta común para hacer cortes y hendiduras en los pilotes de madera. Después de hacer los cortes, las áreas expuestas deben tratarse con el conservante de madera apropiado a fin de evitar el deterioro. Esto conlleva aplicar el conservante con una brocha al corte o a los agujeros taladrados en el pilote hasta que la madera no absorba más líquido.

Conexiones

La conexión del pilote con los miembros estructurales es una de las conexiones más cruciales en la estructura.

Siga siempre las especificaciones del diseño y use herrajes resistentes a la corrosión. La atención particular a los detalles y las buenas prácticas de construcción son cruciales para el desempeño exitoso de los cimientos (vea las Hojas Informativas Núm. 1.7, *Materiales de construcción costera*, y 3.3, *Conexiones entre pilotes y vigas de madera*).

Verificación de la capacidad del pilote

Por lo general, la capacidad de los pilotes para la construcción residencial no se verifica en el campo. Si se realiza la penetración mínima especificada de los pilotes, se presume que la carga será aceptable para las condiciones locales del suelo. Las condiciones del subsuelo pueden variar desde las condiciones típicas supuestas, de manera que la verificación de la capacidad de los pilotes sea prudente, en particular para las viviendas costeras costosas. Existen varios métodos para predecir la capacidad de los pilotes. Consulte con un ingeniero de cimientos local para ver cuál es el método más apropiado para el sitio.

Recursos Adicionales

Instituto Americano de Cemento (ACI, por sus siglas en inglés), 543R-00: *Diseño, Fabricación e Instalación de pilotes de cemento (Design, Manufacture, and Installation of Concrete Piles)* (Aprobado 2005), (<http://www.concrete.org>)

Asociación Americana de Bosques y Papel (AF&PA, por sus siglas en inglés). *Especificación de Diseño Nacional para la Construcción en Madera (National Design Specification for Wood Construction)*. (<http://www.afandpa.org>)

Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM, por sus siglas en inglés). *Especificación estándar para pilotes de madera (Standard Specification for Round Timber Piles)*, ASTM D25. (<http://www.astm.org>)

Asociación Americana de Preservadores de Madera (AWPA, por sus siglas en inglés). *Todos los productos de madera – Tratamiento de preservación mediante procesamiento de presión (All Timber Products – Preservative Treatment by Pressure Processes)*, AWPA C1-00; *Maderas, tabloncillos, amarres de puentes y amarres de minas – Tratamiento de preservación mediante procesamiento de presión (Lumber, Timber, Bridge Ties and Mine Ties – Preservative Treatment by Pressure Processes)*, AWPA C2-01; *Pilotes – Tratamiento de preservación mediante procesamiento de presión (Piles – Preservative Treatment by Pressure Process)*, AWPA C3-99; y otros. (<http://www.awpa.com>)

Conexiones entre pilotes y vigas de madera

Propósito: *Ilustrar conexiones típicas entre pilotes y vigas de madera, ofrecer las guías básicas de construcción para varios métodos de conexión, y demostrar técnicas de conexión con apuntalamiento de pilotes.*

Asuntos claves

- Verifique la alineación de los pilotes y corríjala, si es necesario, antes de hacer las conexiones.
- Corte los pilotes cuidadosamente para garantizar las profundidades requeridas de las uniones en bisel.
- Limite los cortes a un máximo del 50 por ciento de la sección transversal del pilote.
- Use conectores y sujetadores resistentes a corrosión, como los fabricados de acero inoxidable, o conectores y sujetadores con protección contra corrosión, como con capas de galvanizado caliente (vea la Hoja Informativa Núm. 1.7, *Materiales de construcción costera*).
- Ubique precisamente y taladre los agujeros para pernos.
- Aplique tratamiento en el campo todos los cortes y agujeros para evitar el deterioro.
- Use los tamaños adecuados de pilotes y vigas para las distancias adecuadas del borde del perno.

Las vigas construidas deben ser diseñadas como miembros continuos y no romper sobre los pilotes. Algunos constructores de vivienda usan productos de madera restituida, como maderos laminados y pegados y madera de virutas paralelas, que pueden alcanzar mayores distancias sin empalmes. La capacidad de alcanzar mayores distancias sin empalmes facilita la instalación y reduce los costos de fabricación.

Nota: Las conexiones entre pilotes y vigas tienen que ser diseñadas por un ingeniero.

Imagen 1. Conexión entre pilote y viga sujeta con pernos.

Las conexiones entre pilotes y vigas tienen que:

1. Ofrecer un área de **resistencia** requerida para que la viga descansa en el pilote.
2. Ofrecer la resistencia requerida de **levante** (tensión).
3. Mantener la viga **derecha**.
4. Ser capaz de resistir las cargas **laterales** (del viento y sísmicas).
5. Ser construidas con conectores y sujetadores **duraderos** de materiales resistentes a la corrosión o con protección contra la corrosión según los requisitos mínimos del Código Residencial Internacional. El nivel de protección contra la corrosión que se puede esperar variará según el tipo de tratamiento de madera y el tipo de sujetador. Asegúrese de que el sujetador es compatible con la variedad de madera seleccionada para la construcción.

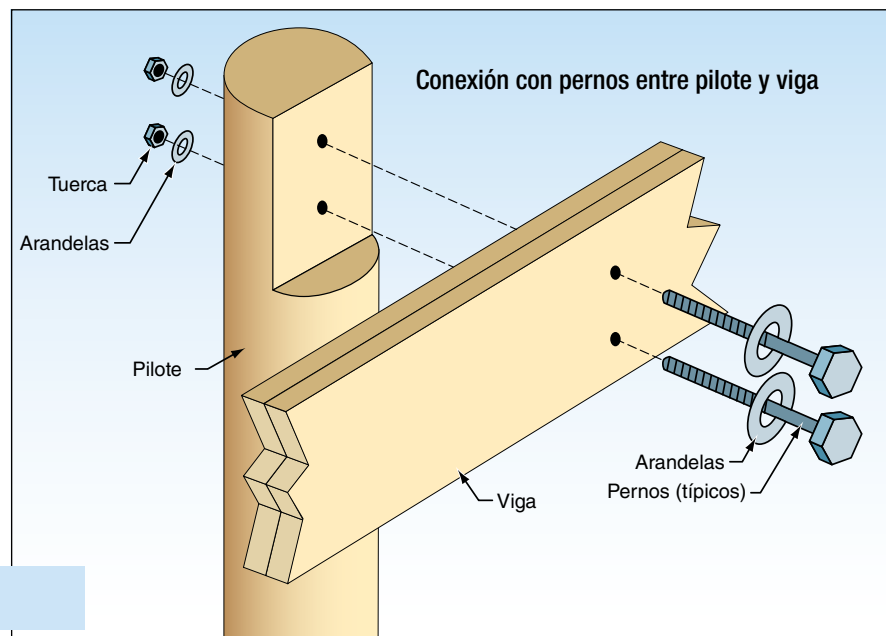
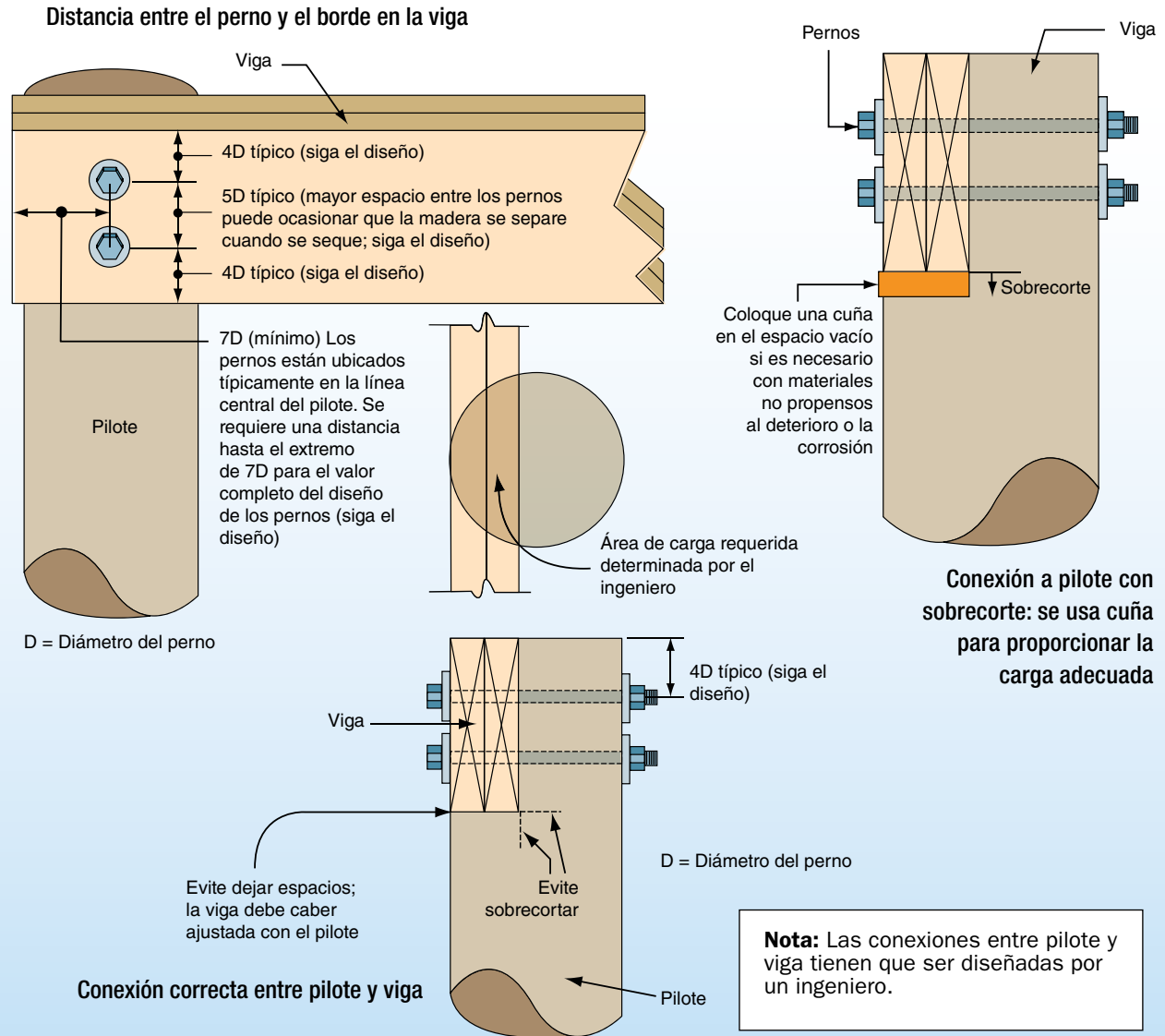


Imagen 2. Conexión correcta entre pilote y viga sujetada con pernos.



Problema: Pilotes desalineados—algunos pilotes se mueven hacia dentro o hacia fuera del punto donde se había previsto en el diseño.

EHay cinco posibles soluciones para resolver este problema. (Vea la Imagen 3 y los detalles en la Imagen 4):

Opción 1 – la viga no se puede mover de sitio.

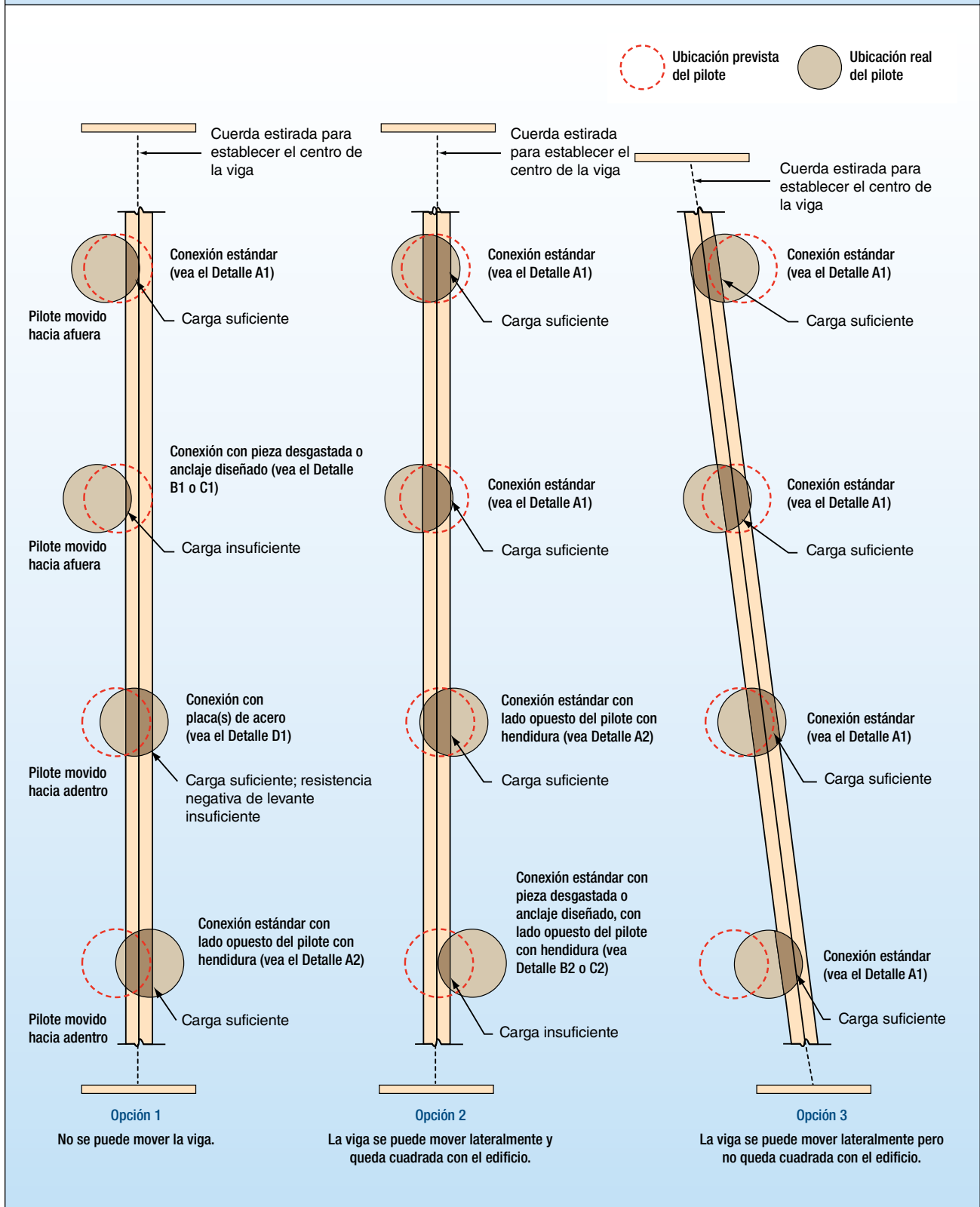
Opción 2 – la viga se puede mover lateralmente y queda cuadrada con el edificio.

Opción 3 – la viga se puede mover lateralmente, pero no queda cuadrada con el edificio.

Opción 4 (no se muestra) – la viga no se puede mover y las conexiones que se muestran en esta hoja informativa no se pueden realizar aquí; instale y conecte los demás pilotes; se debe consultar a un ingeniero para esta opción.

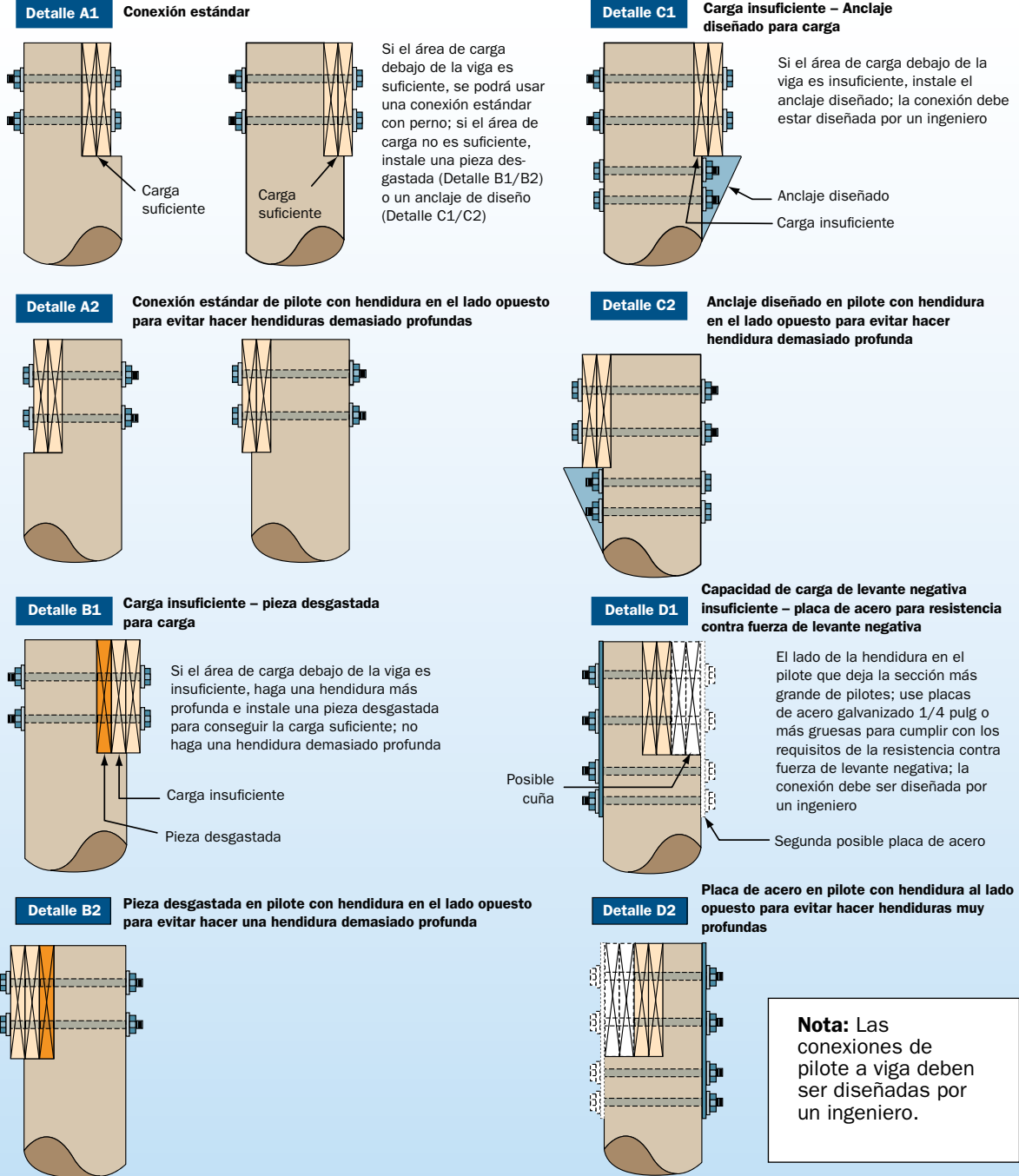
Opción 5 (no se muestra) – la viga no se puede mover y las conexiones que se muestran en esta hoja informativa no se pueden realizar en este caso; arranque y reinstale los pilotes según sea necesario.

Imagen 3. Conexión de pilote mal alineado.



Nota: Las conexiones entre pilote y viga tienen que ser diseñadas por un ingeniero.

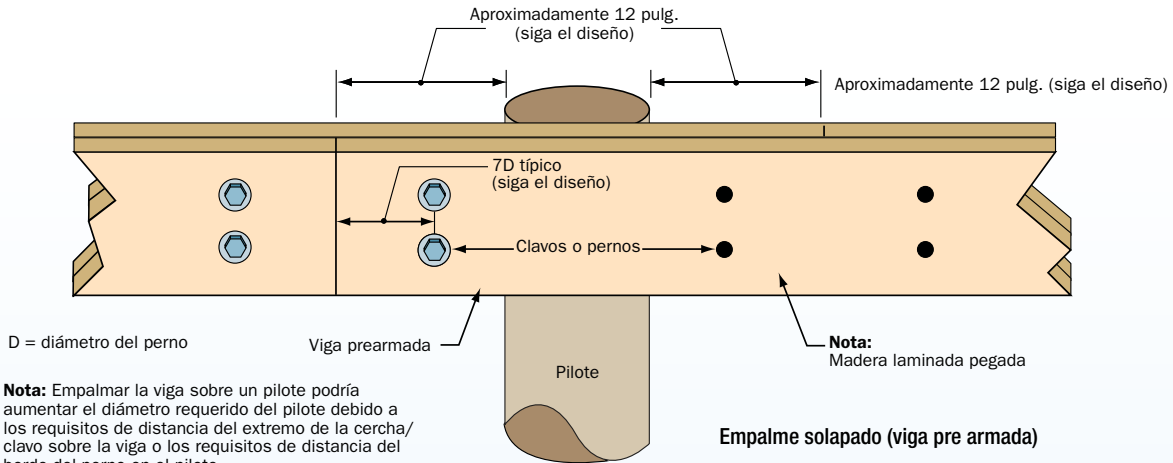
Imagen 4. Detalles de conexión para pilotes mal alineados.



Conexiones a los pilotes desalineados (vea los dibujos en la imagen 3 y los detalles arriba).

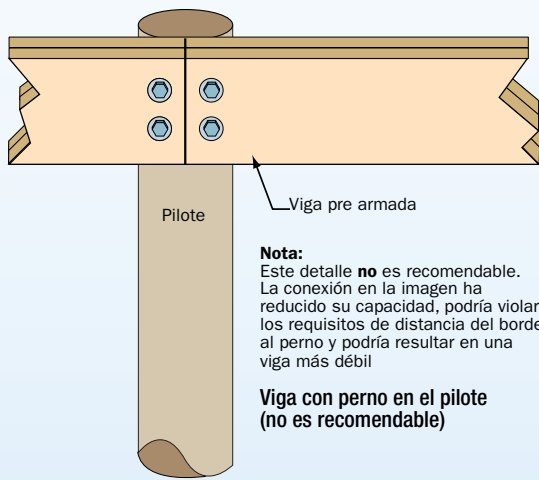
1. La capacidad para construir las conexiones de pilote a viga diseñadas por un ingeniero depende directamente de la precisión con que se instale y alinee el pilote.
2. Los pilotes desalineados requerirán que un contratista modifique las conexiones de pilote a viga en el campo.
3. Se requiere que los pilotes mal alineados se arranquen y reinstalen, otros pilotes iguales y otras conexiones especiales, conforme a las instrucciones del ingeniero.

Imagen 5. Conexiones de viga pre armadas, conexiones de puntales y conexiones de soportes diagonales.

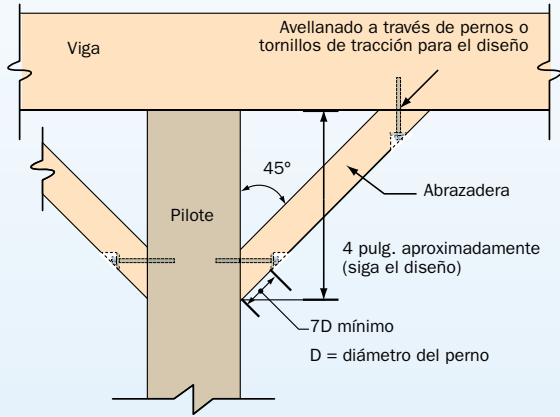


Nota: Empalmar la viga sobre un pilote podría aumentar el diámetro requerido del pilote debido a los requisitos de distancia del extremo de la cercha/clavo sobre la viga o los requisitos de distancia del borde del perno en el pilote.

Empalme solapado (viga pre armada)

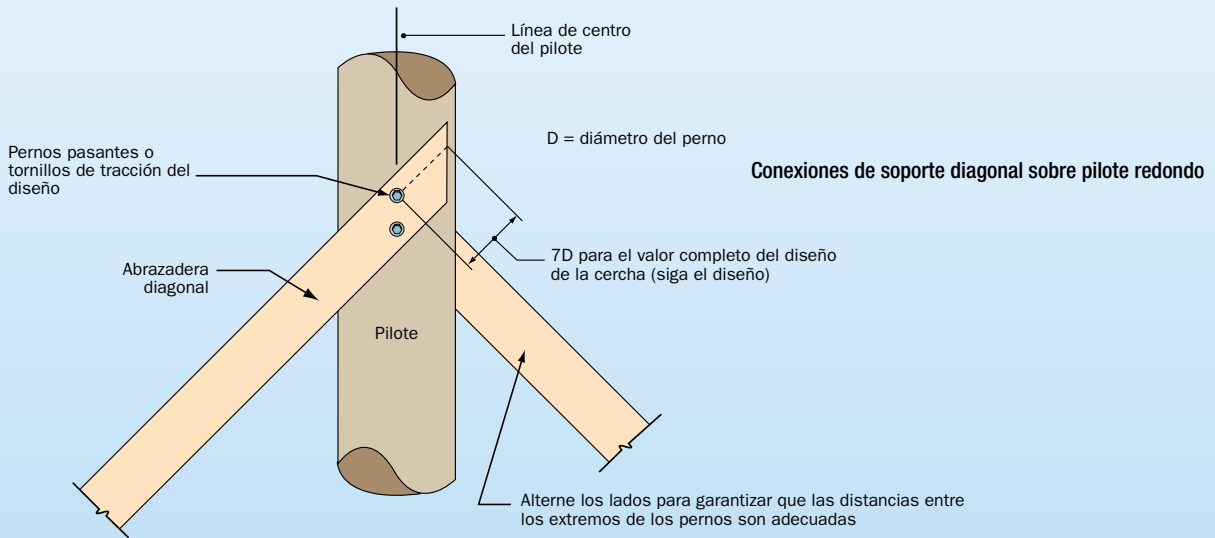


Viga con perno en el pilote (no es recomendable)



Conexión de abrazadera en un pilote cuadrado*

*Las abrazaderas de este tipo también se pueden usar en pilotes redondos con hendiduras



Conexiones de soporte diagonal sobre pilote redondo

Nota: Las conexiones de pilote a viga deber ser diseñadas por un ingeniero.

Recursos adicionales

Consejo Americano de la Madera (AWC, por sus siglas en inglés) (<http://www.awc.org>)

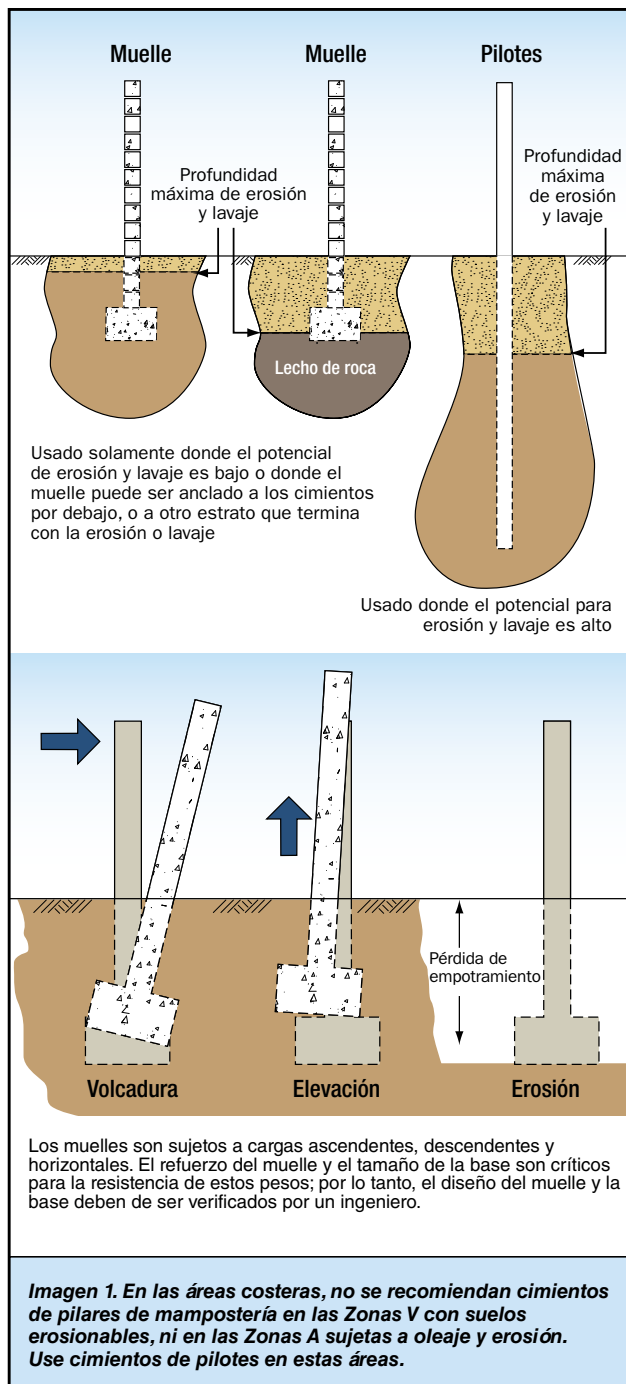
Instituto Americano de Construcción en Madera (AITC, por sus siglas en inglés) (*American Institute of Timber Construction*) (<http://www.aitc-glulam.org>)

Construcción con pilares de mampostería reforzada

Propósito: *Ofrecer una alternativa a los pilotes en las Zonas V y las Zonas A en áreas costeras donde las propiedades del suelo y otras condiciones del sitio indican que los pilares son una alternativa aceptable a los cimientos de pilotes recomendados. Ejemplos de las condiciones apropiadas para el uso de pilares son donde hay roca en o cerca de la superficie o donde el potencial de erosión o socavación es leve.*

Asuntos claves

- Los cimientos deben estar diseñados para las condiciones actuales del suelo. Por lo general, no se recomiendan cimientos de pilares en las Zonas V o en las Zonas A en áreas costeras.
- La conexión entre el pilar y su zapata debe estar debidamente diseñada y construida para resistir la separación entre el pilar y la zapata y el vuelco debido a fuerzas laterales (inundación, viento, escombros).
- El tope de la zapata debe estar por debajo de la profundidad de erosión y socavación prevista.
- Los pilares deben estar reforzados con acero y con lechada aplicada totalmente.
- La conexión con la viga de piso en la parte superior del pilar debe realizarse usando conectores de metal del tamaño y con los detalles adecuados.
- Hay que prestar atención especial a la aplicación del cemento y el tratamiento de las uniones para ayudar a resistir la entrada de agua al centro del pilar, donde puede corroer el acero.
- Se debe prestar atención especial a la protección contra la corrosión del refuerzo de uniones, accesorios, anclajes y varillas de refuerzo. El refuerzo de las uniones expuestas al clima o a la tierra debe ser de acero inoxidable, galvanizado en caliente, o cubiertos con resina epóxica. Las varillas de refuerzo deberán protegerse con el uso adecuado de una cubierta de mampostería.



Pilares vs. Pilotes

Los cimientos de pilares son los más apropiados en áreas donde:

- El potencial de erosión y socavación es leve.
- Las profundidades y las fuerzas laterales de inundación son bajas.
- El suelo puede ayudar a resistir el vuelco de los pilares.

La combinación de fuertes vientos y aire húmedo (en ocasiones salado) pueden tener un efecto dañino en la construcción de mampostería ya que hace que entre humedad hasta en las ranuras y aberturas más pequeñas en las uniones de la mampostería. La entrada de la humedad en la construcción de mampostería reforzada puede llevar a la corrosión de las varillas de acero reforzado y el agrietamiento y descascarado de la mampostería. La resistencia a la humedad está muy influenciada por la calidad de los materiales y la calidad de la construcción de mampostería en el lugar.

Buenas prácticas de mampostería

Si se determina que los pilares de mampostería son el sistema de cimientos apropiado para un edificio, hay unas prácticas que debe seguir durante la construcción de los pilares.

- Los bloques de hormigón y los paquetes de materiales de mortero y lechada deben almacenarse lejos del suelo y cubiertos.
- El trabajo de mampostería en progreso debe estar bien protegido de los elementos del clima.
- Hay que mezclar cuidadosamente el mortero y las lechadas. El Código Internacional de Construcción de 2009 (IBC 2009) y el Código Residencial Internacional de 2009 (IRC) especifican las proporciones de lechada por volumen para la construcción de mampostería.
- Se deben seleccionar conectores apropiados para la conexión entre la mampostería y la madera. Es importante mantener suficiente trayectoria de carga desde el edificio hasta el suelo. Los conectores y sujetadores deben ser de material resistente a la corrosión o tener protección contra la misma por lo menos equivalente a la que ofrecen las capas de protección según el IRC de 2009. Los conectores deben estar conectados o fijados correctamente a los pilares. La madera que está en contacto con el pilar de mampostería debe ser duradera por naturaleza o tratada con conservantes. La Imagen 3 ilustra la importancia de mantener una trayectoria de carga adecuada entre el pilar y las vigas del edificio.
- Se deben instalar varillas de acero de refuerzo del tamaño correcto en los pilares de mampostería. Los pilares deben estar cubiertos completamente por lechada y no se deben dejar las varillas de refuerzo de acero expuestas a los elementos del clima durante demasiado tiempo antes de la instalación.



Imagen 2. Pilares rotos (Long Beach, Mississippi).

Los empalmes de solapes deben estar localizados correctamente y ser del largo suficiente para cumplir con el estándar de los detalles y requisitos de la industria de la mampostería para resistir las cargas impuestas sobre la estructura.

- Considere incorporar vigas de piso sobre el terreno en los cimientos para lograr mayor estabilidad estructural en el sistema de pilares.
- Si el diseño del sistema de pilares o cualquier otro detalle no están claros, comuníquese con un ingeniero estructural o el profesional de diseño pertinente para aclarar los detalles de los cimientos.

Ventajas y desventajas de las vigas de piso sobre el nivel del terreno

Las vigas de piso sobre el nivel del terreno son miembros estructurales horizontales conformados sobre el terreno o el suelo. Las vigas de piso sobre el nivel del terreno pueden ser un método útil de cimientos en las áreas con potencial limitado de erosión y socavación. El tipo de fuerza que resisten las vigas de piso sobre el terreno varía según la aplicación, pero puede variar desde cargas continuas verticales y horizontales hasta cargas axiales. Las vigas de piso sobre el terreno que se usan en este ejemplo son principalmente para cargas axiales generadas por las exigencias de estabilidad de los pilares. Las vigas de piso sobre el terreno deben colocarse debajo del nivel del terreno erosionado previsto de manera que no afecten la socavación y la erosión de los suelos de apoyo.

Las ventajas de usar vigas de piso sobre el terreno con los cimientos de pilares son que:

- Ofrecen apoyo vertical y lateral.
- Son menos propensas a rotación o vuelco.
- Transfieren cargas impuestas sobre la vivienda elevada y los cimientos hacia el terreno debajo.

Algunas desventajas de usar vigas de piso sobre el nivel del terreno con los cimientos de pilares son que:

- Son susceptibles a la erosión y socavación si son demasiado superficiales.
- Pueden convertirse en obstrucciones durante eventos de inundación y pueden aumentar la socavación.

¿Se permiten las vigas de piso sobre el terreno en la Zona V?

Sí, a pesar de que el NFIP indica que la **pieza estructural horizontal más baja** tiene que ser construida sobre el Nivel de Inundación Base, se refiere a la **pieza estructural horizontal más baja** sobre el terreno **erosionable**. Según esta definición, el NFIP permite el uso de vigas de piso sobre el nivel del terreno, soportes cruzados y puntales. Las vigas de piso sobre el terreno pueden ofrecer apoyo estructural significativo a un sistema de cimientos abiertos siempre y cuando estén colocadas **debajo de la superficie que se espera que se erosione**.

Imagen 3. Falla de las conexiones entre pilares y vigas debido a la acción del oleaje y las inundaciones que actúan sobre el edificio elevado (Long Beach, Mississippi).



Recursos adicionales

Instituto Americano de Cemento (ACI, por sus siglas en inglés), 2004, SP-66(04): *Manual de Detallado ACI (ACI Detailing Manual)*. (<http://www.concrete.org>)

Instituto de Acero Reforzado con Hormigón. *Colocación de vigas de refuerzo – Prácticas recomendadas (Placing Reinforcing Bars – Recommended Practices)*, PRB-2-99. (<http://www.crsi.org>)

Consejo Internacional de Códigos. *Código Internacional de Construcción (International Building Code)*. 2009. (<http://www.iccsafe.org>)

Consejo Internacional de Códigos. *Código Residencial Internacional (International Residential Code)*. 2009. (<http://www.iccsafe.org>)

The Masonry Society. 2008. *Requisitos para códigos de construcción de estructuras de mampostería (Building Code Requirements for Masonry Structures)*. TMS 402-08/ACI 530-08/ASCE 5-08. (<http://www.masonrysociety.org>)

The Masonry Society. 2008. *Especificaciones para estructuras de mampostería (Specifications for Masonry Structures)*. TMS 402-08/ACI 530.1 08/ASCE 6-08. (<http://www.masonrysociety.org>)

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas



Muros de cimientos

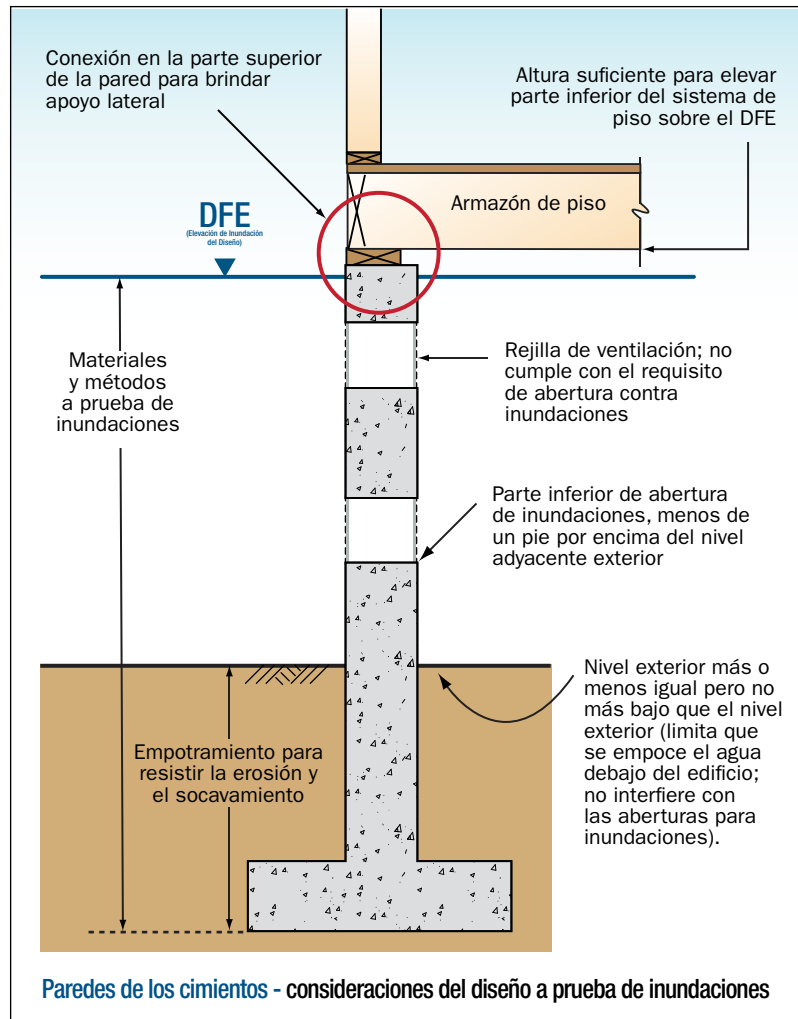
Propósito: *Discutir el uso de los muros de cimientos en los edificios costeros.*

Asuntos claves

- Los muros de cimientos incluyen las paredes sobrecimientos, muros bajos y otras paredes sólidas.
- El Programa del Seguro Nacional de Inundación (NFIP, por sus siglas en inglés) en la Zona V prohíbe los muros de cimientos.*
- El uso de muros de cimientos en la Zona A en las áreas costeras debe limitarse a los lugares donde solo ocurren inundaciones superficiales y donde hay poco potencial de erosión y rompimiento de olas.
- Al usar muros de cimientos, el diseño resistente a inundaciones de los mismos tiene que considerar el empotramiento, la altura, los materiales y la mano de obra, el apoyo lateral en la parte superior del muro, las aberturas para inundación y las de ventilación, además del nivel del terreno interior.

¿Cuándo es apropiado usar muros de cimientos?

El uso de muros de cimientos, como los de entresuelos y otros cimientos de paredes sólidas, puede presentar problemas en áreas costeras por dos razones: (1) presentan una obstrucción para las olas cuando rompen y las aguas de inundación en movimiento rápido y (2) por lo general, se construyen sobre zapatas superficiales que son vulnerables a la erosión. Por estas razones, **su uso en las áreas costeras debe limitarse a los lugares sujetos a inundaciones superficiales, donde hay poco potencial de erosión y no hay olas que rompen durante la Inundación Base.** El NFIP prohíbe el uso de muros de cimientos en la Zona V*. Esta *Guía del Constructor de Viviendas para la Construcción Costera* recomienda no usarlos en la Zona A de las áreas costeras. **Se recomiendan cimientos de pilotes o columnas empotrados a profundidad** porque presentan menos obstrucción a las aguas de inundación y son menos vulnerables a la erosión.



* Observe que el uso de muros cortantes debajo del Nivel de Inundación del Diseño (DFE, por sus siglas en inglés) podría estar permitido en circunstancias limitadas (p. ej., las cargas laterales del viento o sísmicas no se pueden resistir con cimientos apuntalados y abiertos. En tales casos, minimice el largo de los muros cortantes y el grado de obstrucción para las aguas de inundación y el oleaje, oriéntelos paralelos a la dirección del flujo o las olas, pero no forme estructuras cerradas). Consulte con las autoridades que tengan jurisdicción para las guías relacionadas con los muros cortantes debajo del DFE.



Consideraciones de diseño para los muros de cimientos

El diseño de los muros de cimientos está cubierto por los códigos y estándares de construcción, como el Estándar para Construcción Residencial en Regiones de Vientos Fuertes, ICC 600-2008, por el Consejo Internacional de Códigos. Para propósitos del diseño para inundaciones, existen seis consideraciones adicionales de diseño: (1) empotramiento, (2) altura, (3) materiales y mano de obra, (4) apoyo lateral en la parte superior del muro, (5) aberturas para inundaciones y de ventilación, y (6) nivel del terreno interior.

Empotramiento – La parte superior de la zapata no debe ser más alta de la profundidad de erosión y socavación prevista (este requisito básico es el mismo que para los pilares; vea la imagen a la derecha y la Hoja Informativa Núm. 3.4). Si no se puede lograr el empotramiento requerido sin excavación extensa, considere unos cimientos de pilotes.

Altura – El muro debe ser lo suficientemente alto para elevar la parte inferior del sistema de piso al o sobre el DFE (vea la Hoja Informativa Núm. 1.4).

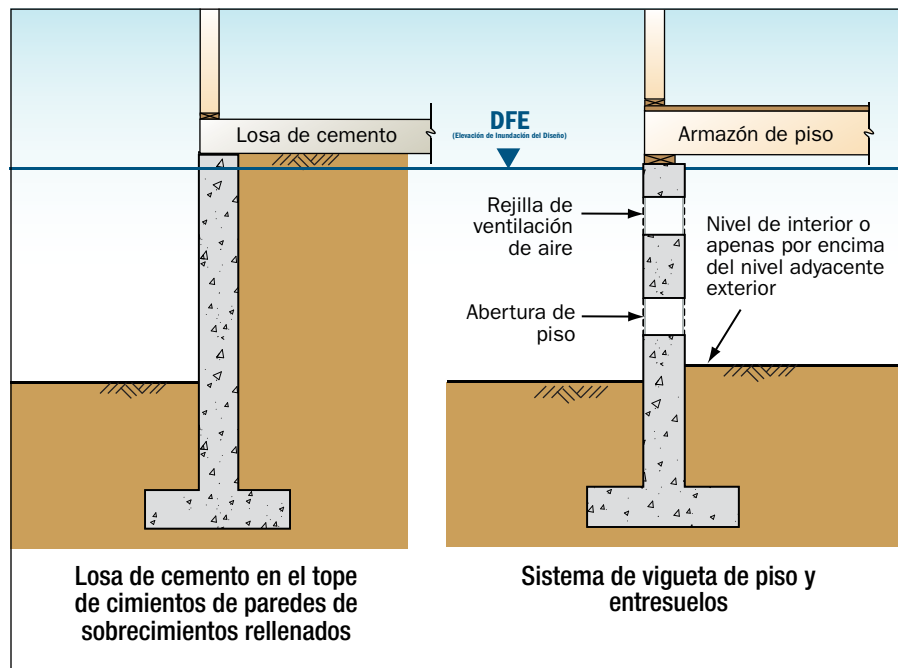
Materiales y mano de obra – Los muros de cimientos pueden ser construidos de muchos materiales, pero la mampostería, el hormigón y la madera son los más comunes. Cada material puede ser especificado y usarse de manera que resista los daños por humedad e inundación (vea la Hoja Informativa Núm. 1.7). La mano de obra para los cimientos resistentes a inundaciones es crucial. Se debe tratar con conservantes de madera para uso en cimientos o en ambientes marinos (no será suficiente aplicar tratamiento para uso sobre el terreno o contacto con el terreno). Los cortes y los agujeros deben tratarse en el campo. Se debe reforzar la mampostería y rellenar completamente con lechada (vea la Hoja Informativa Núm. 4.2 para detalles de mampostería). El hormigón debe reforzarse y estar compuesto de una mezcla de alta potencia y una proporción de cemento y poca agua.

Apoyo lateral en la parte superior del muro – Los muros de cimientos deben ser diseñados y construidos para resistir todas las fuerzas de inundaciones, vientos y sísmicas, al igual que cualquier carga desequilibrada de suelo o hidrostática. Por lo general, los muros requerirán apoyo lateral del sistema de piso y diafragma, y las conexiones con la parte superior de los muros deben tener los detalles apropiados. Cuando se usen los muros bajos, deben estar firmemente conectados y fijados.

Aberturas para inundaciones y ventilación – Cualquier área debajo del DFE que quede cerrada por los muros de cimientos debe estar equipada con aberturas capaces de igualar los niveles de agua dentro y fuera del área cerrada.

Los requisitos específicos de aberturas para inundaciones se incluyen en la Hoja Informativa Núm. 8.1. No se requieren aberturas para inundación para las paredes sobrecimientos con relleno que soporten una losa de cemento. **Las aberturas para ventilación de aire que requieren los códigos de construcción, por lo general, no satisfacen el requisito de aberturas para inundación.** Las rejillas de ventilación de aire usualmente se instalan cerca de la parte superior de la pared, las aberturas para inundación deben instalarse cerca de la parte inferior, y es posible que las áreas de abertura para el flujo de aire no sean suficientes para el flujo del agua de inundación.

Nivel del terreno interior – La práctica convencional para la construcción de entresuelos requiere la excavación de entresuelos y usa la tierra excavada para hacer que drene hacia afuera de la estructura (vea la imagen de la



izquierda en la página 3). Este acercamiento podría ser aceptable para las áreas fuera de las áreas del valle de inundación, pero en los valles de inundación, esta práctica puede resultar en un aumento en las cargas laterales (p. ej., de tierra saturada) contra los muros de cimientos y en el estancamiento de agua en el área de los entresuelos. Si el nivel interior de los entresuelos está por debajo del DFE, los requisitos del NFIP pueden cubrirse garantizando que el nivel interior esté en o sobre el nivel exterior más bajo adyacente al edificio (vea la imagen de la derecha en la página 3). Cuando las aguas de inundación retroceden, las aberturas para inundación en los muros de cimientos permiten que las aguas de inundación salgan automáticamente de los entresuelos. FEMA podría aceptar que los entresuelos estén elevados hasta 2 pies por debajo del nivel exterior más bajo adyacente; sin embargo, la comunidad debe adoptar requisitos específicos para construir un entresuelo en un valle de inundación.

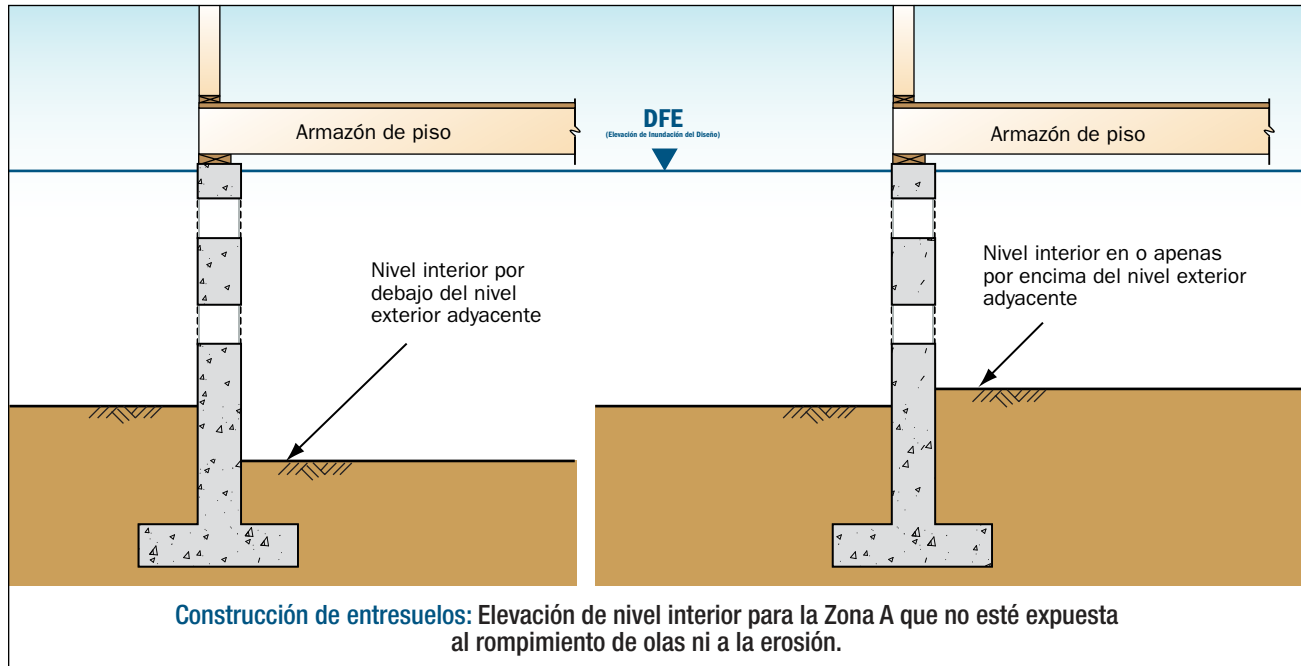
Si se usa un sistema de paredes sobrecimientos y losa de piso, el espacio interior debajo de la losa debe ser relleno con gravilla compactada (o materiales similares según lo requiera el código de construcción). Siempre y cuando el sistema pueda actuar como un monolito, resistirá la mayoría de las fuerzas de inundación. Sin embargo, si el relleno se asienta o se desgasta, la losa colapsará y la pared perderá apoyo lateral.

FEMA. Boletín Técnico NFIP 11-01, *Construcción de entresuelos (Crawlspace Construction)*. 2001. (<http://www.fema.gov/plan/prevent/floodplain/techbul.shtml>)

FEMA. *Construcción residencial recomendada para la costa del Golfo: Construcción sobre cimientos fuertes y seguros (Recommended Residential Construction for the Gulf Coast, Building on Strong and Safe Foundations)*. FEMA 550. 2010. (<http://www.fema.gov/library>)

Recursos adicionales

FEMA. Boletín Técnico NFIP 1-08, *Aberturas en muros de cimientos y paredes de estructuras cerradas (Openings in Foundation Walls and Walls of Enclosures)*. 2008. (<http://www.fema.gov/plan/prevent/floodplain/techbul.shtml>)



Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas

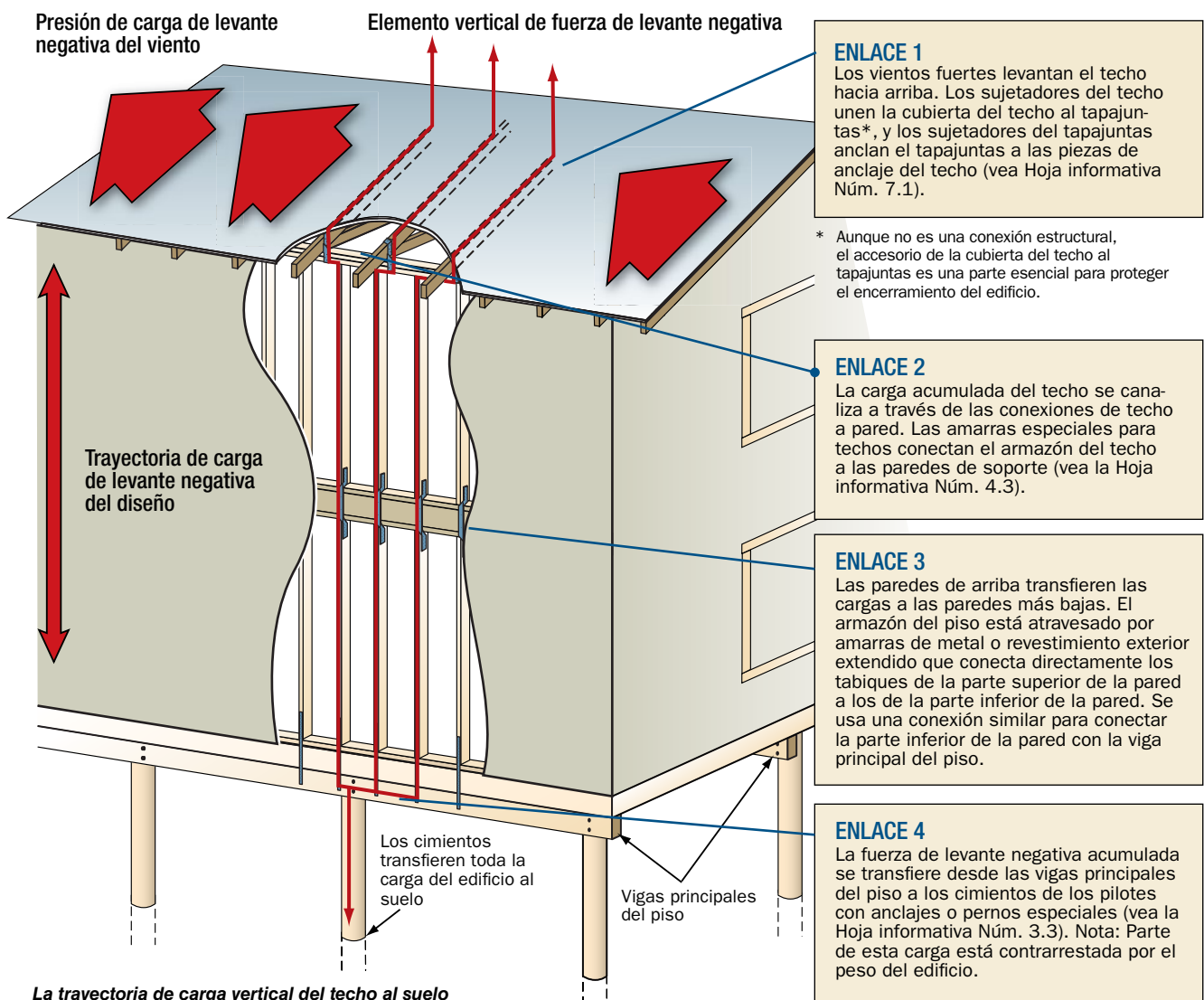


Trayectorias de carga

Propósito: Ilustrar el concepto de trayectorias de carga y resaltar las conexiones importantes en una trayectoria de carga negativa de levante del viento.

Asuntos claves

- Las cargas que actúan sobre un edificio siguen muchas trayectorias a través del edificio y finalmente el suelo debe resistirlas, o el edificio fallará.
- Las cargas se acumulan según pasan a través de las conexiones claves en un edificio.
- Las conexiones de las piezas suelen ser la parte más débil en una trayectoria de carga.
- Las conexiones fallidas o perdidas causan que las cargas sean redirigidas a través de trayectorias de carga no deseadas.

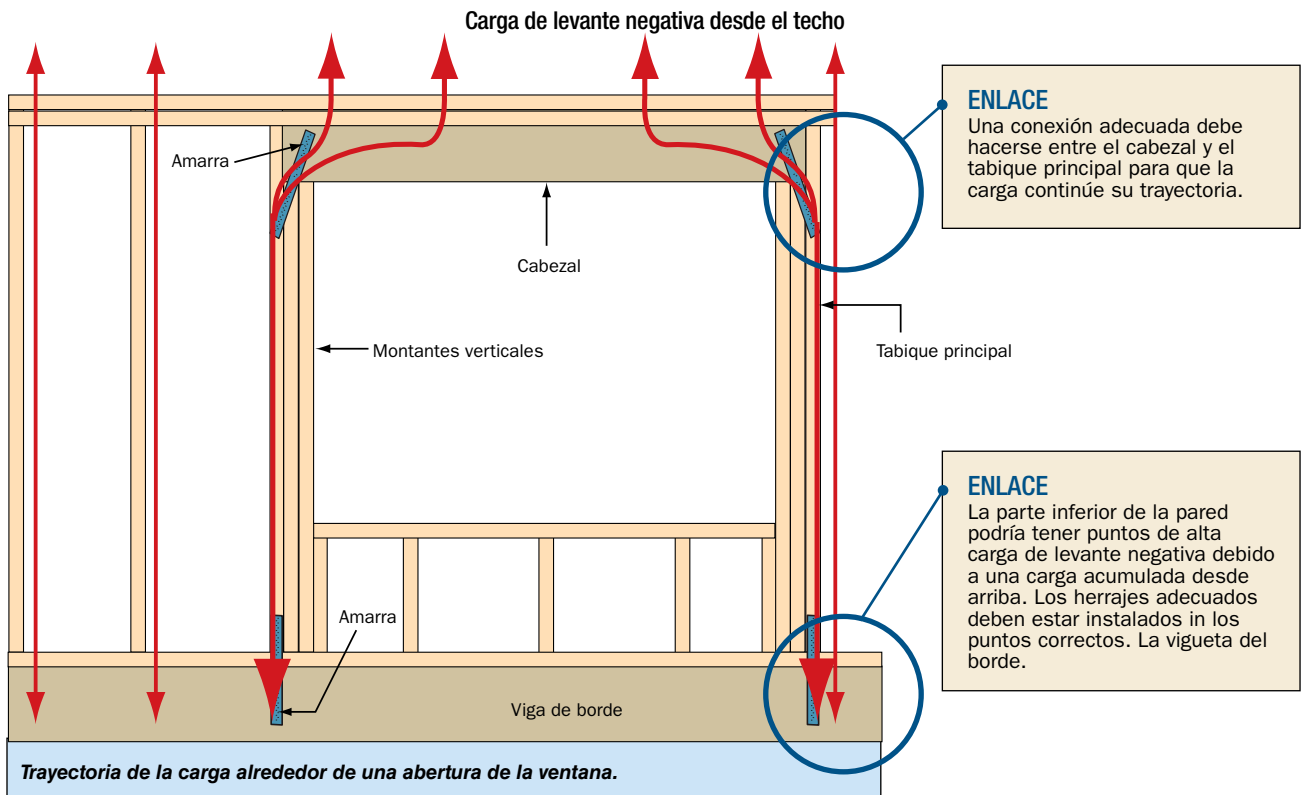


La trayectoria de carga vertical del techo al suelo en un edificio con construcción de plataforma a pilote. Nota: Las trayectorias de carga van a variar dependiendo del tipo y el diseño de la construcción. Las piezas del armazón adyacente recibirán más carga si la conexión falla.

Nota: También se deben analizar las trayectorias de carga horizontales que transfieren cortantes desde los pisos más altos al suelo.



Si falla la conexión, se formará una trayectoria de carga alternativa. Si los miembros y conexiones de la nueva trayectoria de carga tienen resistencia inadecuada, pueden ocurrir fallos progresivos. Las cargas se deben dirigir alrededor de las aberturas, tal como ventanas y puertas. Las cargas acumuladas en los cabezales se transfieren a los tabiques a los lados de la abertura.

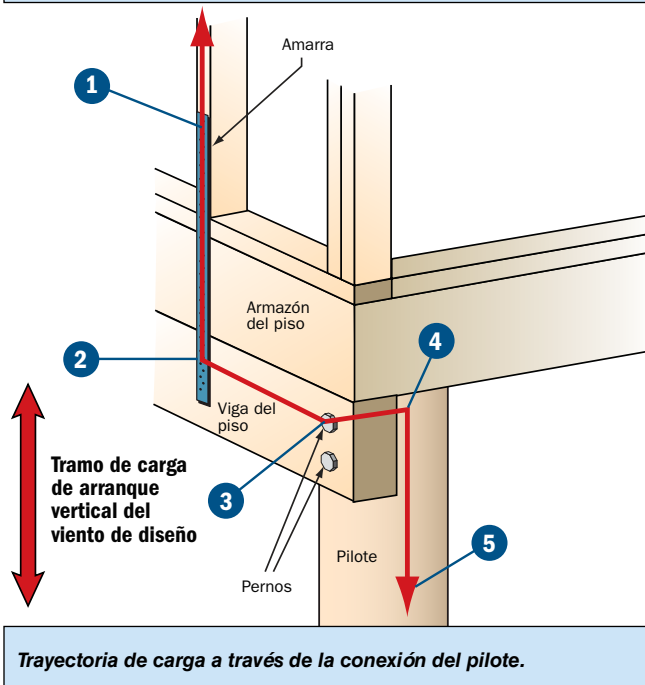


Las trayectorias de carga pueden ser complejas a través de una conexión. Es importante que cada enlace dentro de la conexión sea lo suficientemente resistente como para transferir la carga completa del diseño.

El detalle a mano izquierda muestra una conexión típica de piso a pilote. Las cargas de levante negativas se transfieren a través de la unión en el siguiente orden:

- 1 Desde el piso de arriba a la amarra
- 2 Desde la amarra a la viga del piso
- 3 Desde la viga del piso a los pernos
- 4 Desde los pernos al pilote
- 5 Desde los pilotes al piso

4 TRAYECTORIAS DE CARGA



Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas



Detalles de mampostería

Propósito: Resaltar varios detalles importantes para la construcción de mampostería en las áreas costeras.

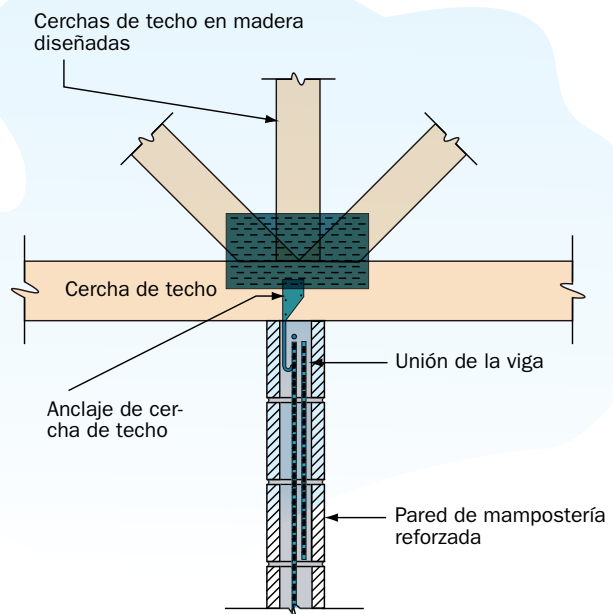
Asuntos claves

- Las trayectorias de carga continuas y conectadas correctamente son esenciales debido a las cargas verticales y laterales más altas sobre las estructuras costeras.
- Los materiales de construcción deben ser suficientemente duraderos para resistir el ambiente costero.
- Los requisitos de refuerzo de mampostería son más estrictos en las áreas costeras.

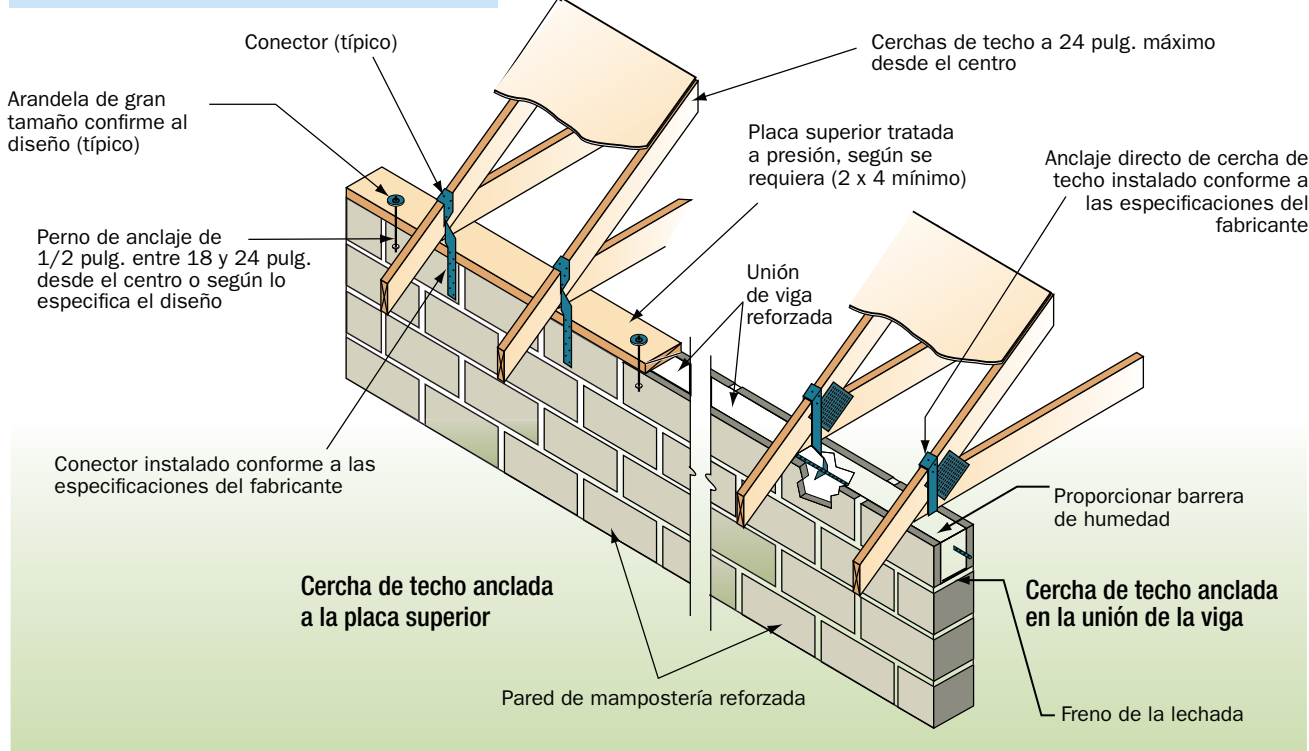
Traectorias de carga

Una trayectoria de carga conectada correctamente desde el techo hasta los cimientos es crucial en las áreas costeras (vea las Hojas Informativas Núm. 4.1 y 4.3). Los siguientes detalles muestran las conexiones importantes para una vivienda típica de mampostería.

Armazón de techo para pared de mampostería interior



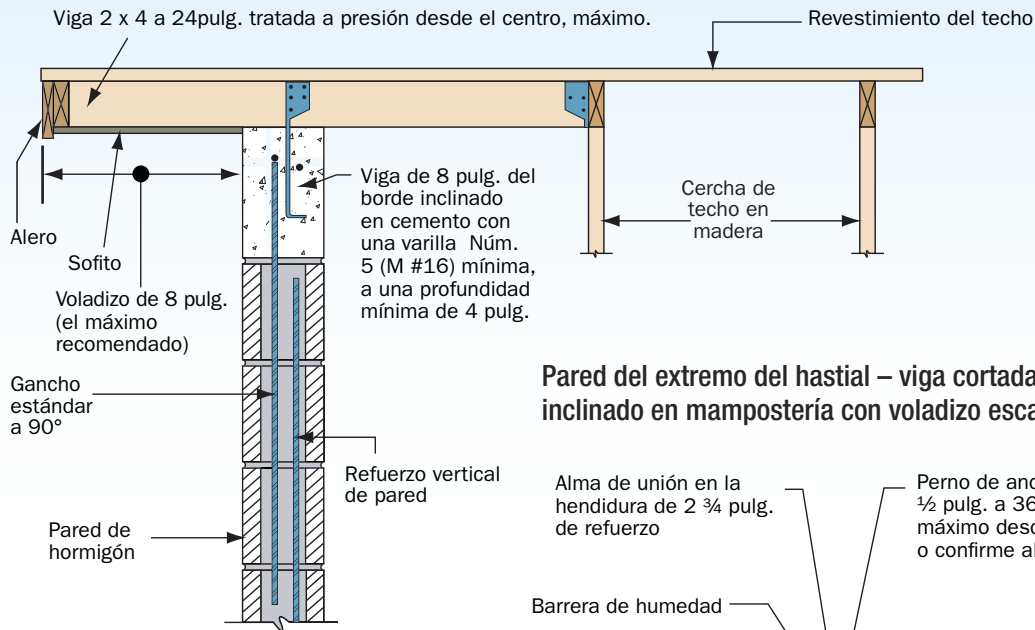
Armazón de techo a pared



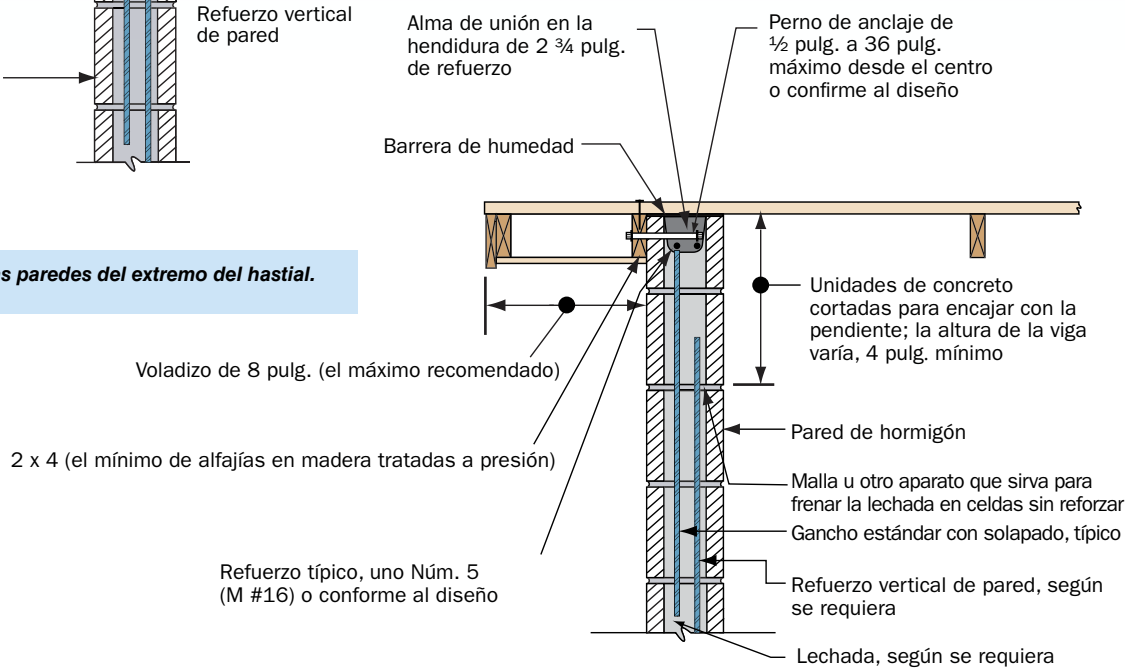
TRAJECTORIAS DE CARGA
4



Pared del extremo del hastial – viga cortada del borde inclinado en cemento sin voladizo tipo mirador



Pared del extremo del hastial – viga cortada del borde inclinado en mampostería con voladizo escalonado

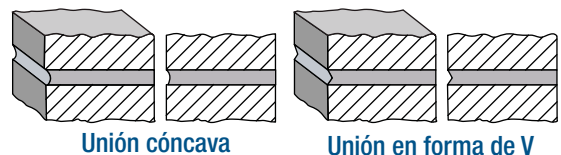


Conexiones en las paredes del extremo del hastial.

Durabilidad – Los fuertes vientos y el aire salado pueden dañar la construcción de mampostería. La entrada de humedad en grietas grandes puede ocasionar corrosión en los refuerzos y más grietas y descascarado. La resistencia a la humedad depende grandemente de los materiales y la calidad de la construcción.

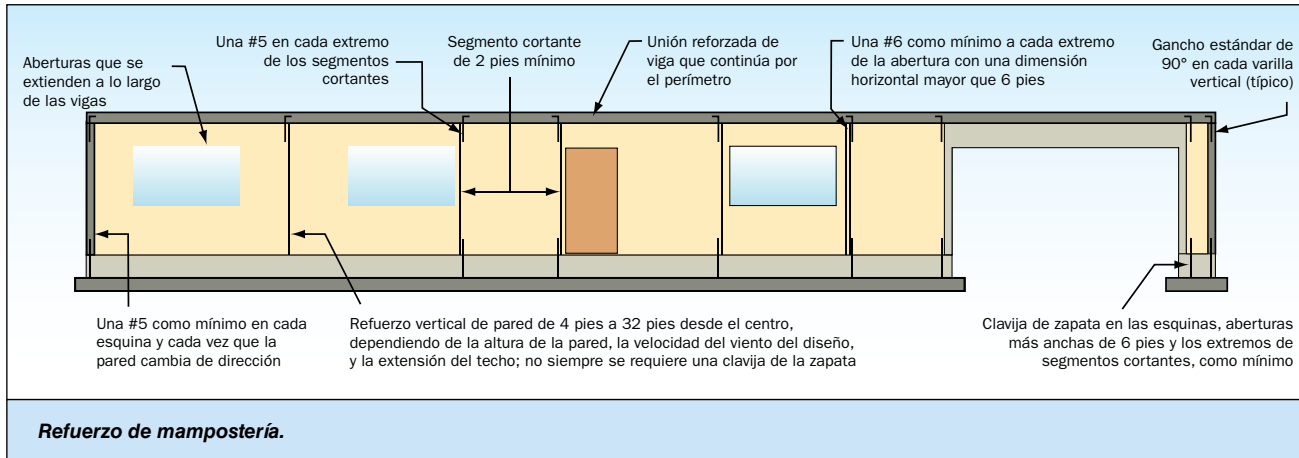
La calidad depende de:

- **Almacenamiento adecuado de materiales** – Mantenga los materiales almacenados cubiertos y levantados del suelo.
- **Proporciones adecuadas** – El cemento y la lechada deben estar mezcladas en las proporciones correctas para ofrecer la fuerza requerida.
- **Buena mano de obra** – Las uniones de cabezal y lecho tienen que estar bien empañetadas y bien labradas. Las uniones cóncavas y las uniones en forma de V ofrecen la mejor protección contra la humedad (vea los detalles arriba). Todas las paredes de bloques deben ser colocadas y cubiertas completamente de cemento en las capas frontales y verticales. Los bloques deben ser colocados usando una técnica de “doble empañetado” para aplicar el cemento a las uniones de cabezal. Esta práctica provee para el contacto entre el cemento de ambos bloques mientras se colocan los dos bloques juntos en la pared y previene las grietas finas en la unión del cabezal.

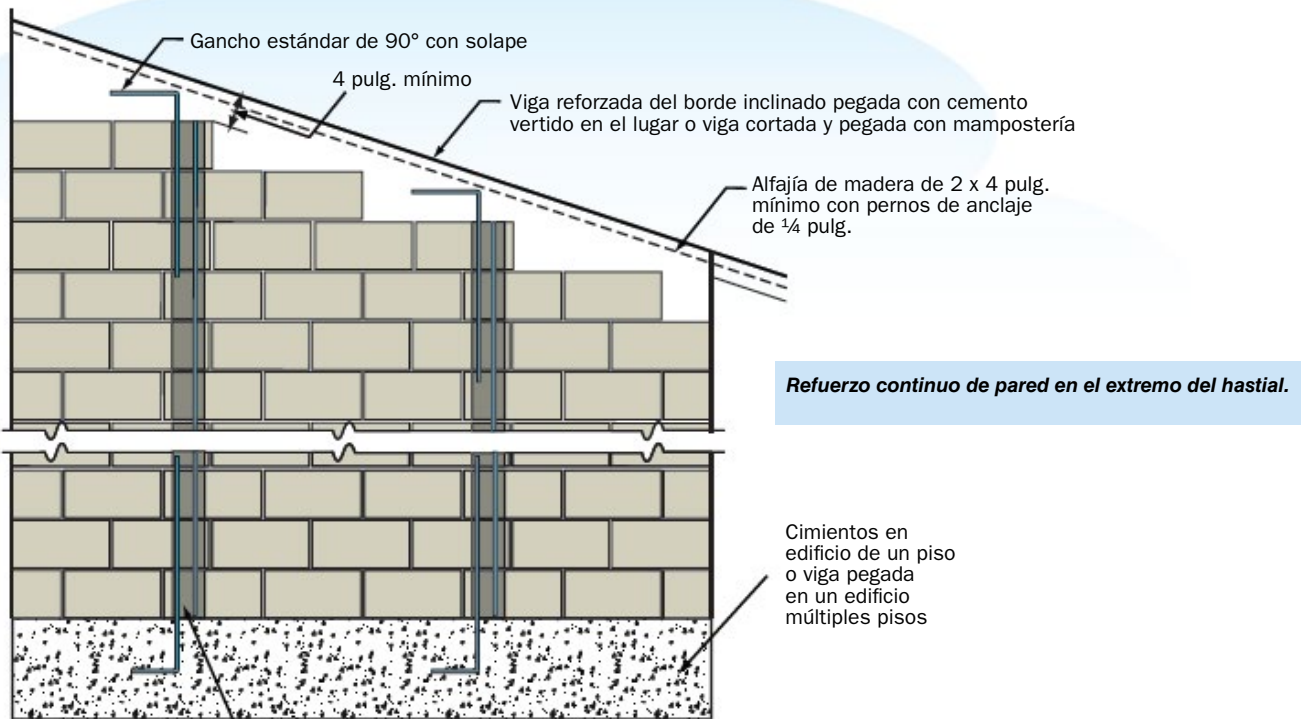


- **Protección del trabajo en progreso** – mantenga el trabajo en progreso protegido de la lluvia. Durante el mal tiempo, se deben cubrir las partes superiores de las paredes sin terminar al final del día de trabajo. La cubierta debe extenderse 2 pies hacia abajo en ambos lados de la mampostería y estar fijada para que no se caiga. Inmediatamente después de completar las paredes, se debe instalar el cabezal de la pared para prevenir que cantidades excesivas de agua entren directamente a la mampostería.

Refuerzo: Hay que reforzar la mampostería según los planes de construcción. Las viviendas costeras por lo general requieren más refuerzo que las viviendas tierra adentro. La siguiente imagen muestra los requisitos típicos de refuerzo para una vivienda costera.



Extremos del hastial: Debido a su exposición, los extremos del hastial son más propensos a daños que los techos a cuatro aguas a menos que la unión en la construcción convencional en la parte superior de la pared del extremo y la parte inferior del hastial tenga apoyo lateral contra las fuerzas hacia adentro como las fuerzas hacia afuera. La imagen a la derecha muestra un método de construcción que usa mampostería continua desde el piso hasta el diafragma del techo con una viga de unión de hormigón rastrillada y conformada in situ o una viga de unión de mampostería cortada.



Se requiere limpieza para verter lechada en alturas que sobrepasen los 5' a menos que no se requiera la clavija de la zapata

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas



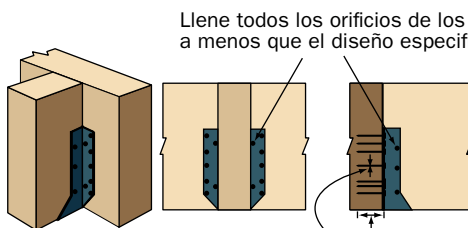
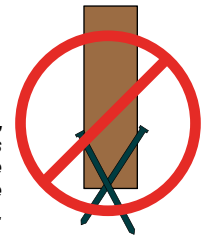
Uso de conectores y anclajes

Propósito: Destacar las conexiones más importantes de un edificio e ilustrar el uso debido de los distintos tipos de herrajes de conexión.

Asuntos clave

- En las regiones con vientos fuertes se usan herrajes especiales para la mayoría de las conexiones de armazones. Colocar clavos oblicuamente no es un método aceptable para resistir las cargas de arranque en las regiones con vientos fuertes.
- Los herrajes se deben instalar de acuerdo con las especificaciones del fabricante o de ingeniería.
- Junto con los herrajes de conexión, también se deben utilizar sujetadores especificados con medidas y diámetros correctos.
- Evite la tensión del grano transversal en las conexiones.
- Los herrajes de metal deben protegerse adecuadamente en contra de la corrosión (vea Boletín técnico NFIP 8-96).
- Las conexiones deben establecer un tramo de carga continuo (vea Hoja Informativa Núm. 4.1).

En las regiones con vientos fuertes, nunca se debe depender de los clavos colocados oblicuamente para las conexiones de la fuerza de arranque.

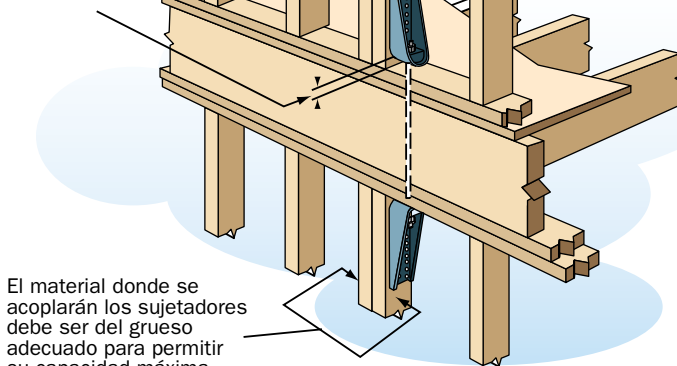


Llene todos los orificios de los clavos con sujetadores especificados, a menos que el diseño especifique menos clavos.

El largo y diámetro de los sujetadores debe ser especificado por ingeniería o el fabricante. Habrá especificaciones que pidan clavos no estándar.

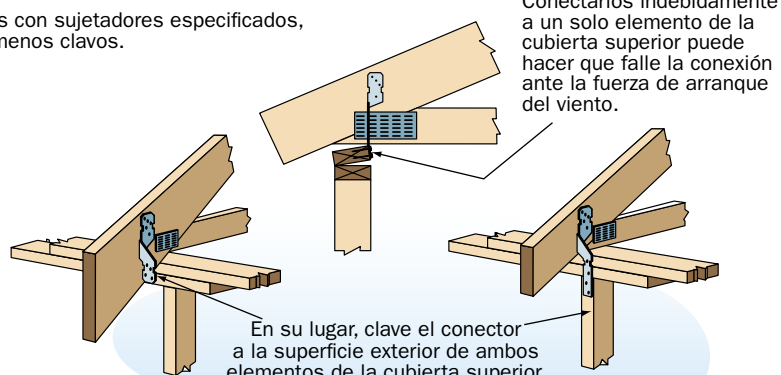
Se deben usar los sujetadores adecuados con los herrajes de conexión.

Desplace el sujetador verticalmente para lograr el espaciado mínimo especificado en los extremos de los pernos.



El material donde se acoplarán los sujetadores debe ser del grueso adecuado para permitir su capacidad máxima.

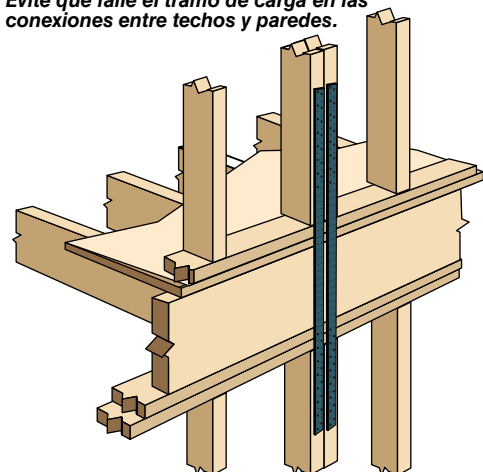
Conexión adecuada de sujetadores.



Conectarlos indebidamente a un solo elemento de la cubierta superior puede hacer que falle la conexión ante la fuerza de arranque del viento.

En su lugar, clave el conector a la superficie exterior de ambos elementos de la cubierta superior, o clávelos a los montantes y a los elementos de la cubierta superior.

Evite que falle el tramo de carga en las conexiones entre techos y paredes.

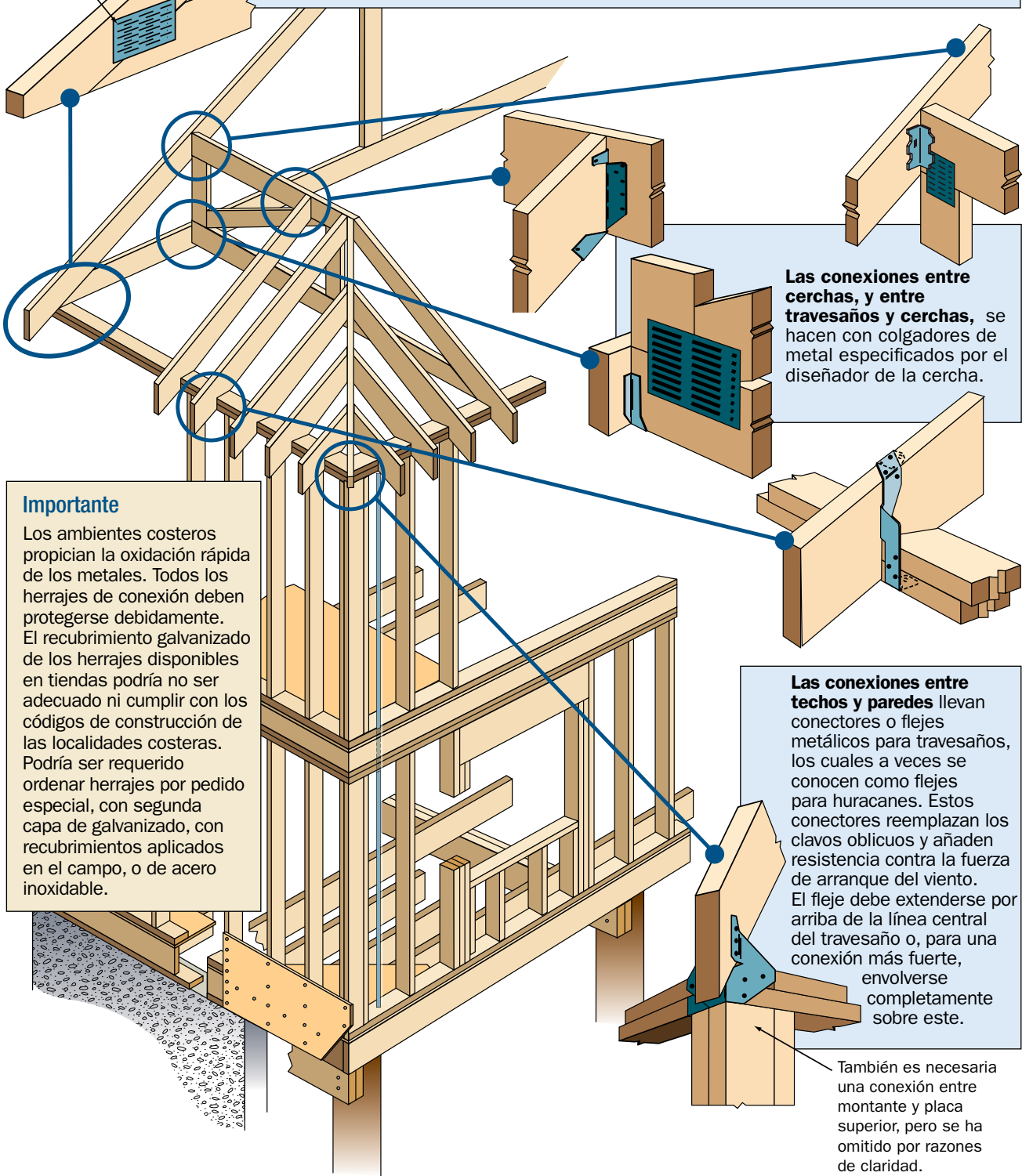


Conexión adecuada de flejes.



Las conexiones de los elementos de las cerchas son de placas de metal conectadas con las partes individuales de una cercha para formar un elemento estructural. La faz de cada junta debe tener una placa conectora y estas deben ir colocadas según el diseño de ingeniería. También deben ser del tamaño indicado por tal diseño. Las placas deben ir empotradas completamente y se deben minimizar los espacios en las juntas (ver la ANSI/TPI-1 95).

Placa de cercha



Importante
 Los ambientes costeros propician la oxidación rápida de los metales. Todos los herrajes de conexión deben protegerse debidamente. El recubrimiento galvanizado de los herrajes disponibles en tiendas podría no ser adecuado ni cumplir con los códigos de construcción de las localidades costeras. Podría ser requerido ordenar herrajes por pedido especial, con segunda capa de galvanizado, con recubrimientos aplicados en el campo, o de acero inoxidable.

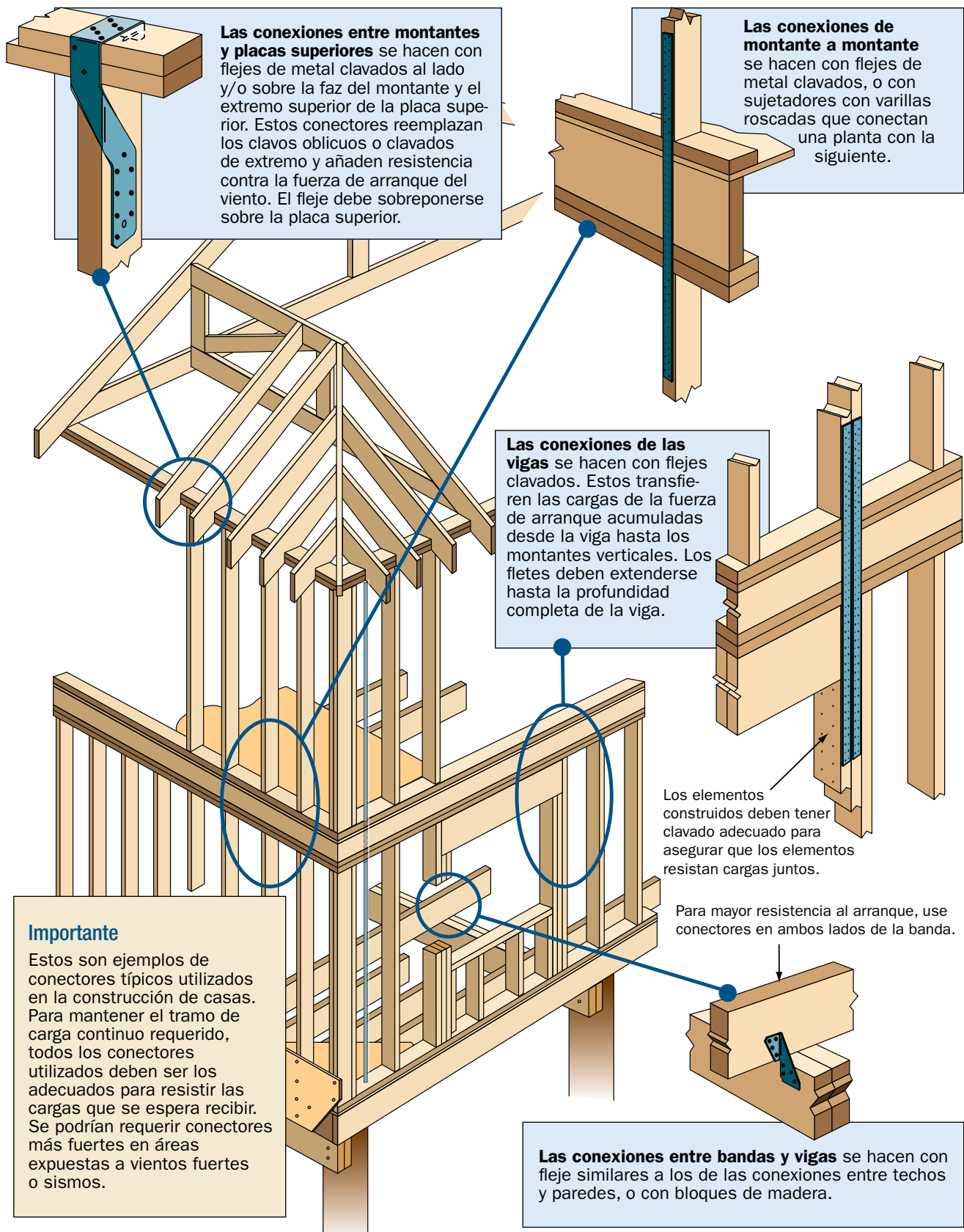
Las conexiones entre cerchas, y entre travesaños y cerchas, se hacen con colgadores de metal especificados por el diseñador de la cercha.

Las conexiones entre techos y paredes llevan conectores o flejes metálicos para travesaños, los cuales a veces se conocen como flejes para huracanes. Estos conectores reemplazan los clavos oblicuos y añaden resistencia contra la fuerza de arranque del viento. El fleje debe extenderse por arriba de la línea central del travesaño o, para una conexión más fuerte, envolverse completamente sobre este.

También es necesaria una conexión entre montante y placa superior, pero se ha omitido por razones de claridad.

← Construcción de cimientos con paredes sólidas Construcción de cimientos con pilotes →

Aplicaciones para herrajes de conexión



Las conexiones entre montantes y placas superiores se hacen con flejes de metal clavados al lado y/o sobre la faz del montante y el extremo superior de la placa superior. Estos conectores reemplazan los clavos oblicuos o clavados de extremo y añaden resistencia contra la fuerza de arranque del viento. El fleje debe sobreponerse sobre la placa superior.

Las conexiones de montante a montante se hacen con flejes de metal clavados, o con sujetadores con varillas roscadas que conectan una planta con la siguiente.

Las conexiones de las vigas se hacen con flejes clavados. Estos transfieren las cargas de la fuerza de arranque acumuladas desde la viga hasta los montantes verticales. Los flejes deben extenderse hasta la profundidad completa de la viga.

Los elementos contruidos deben tener clavado adecuado para asegurar que los elementos resistan cargas juntos.

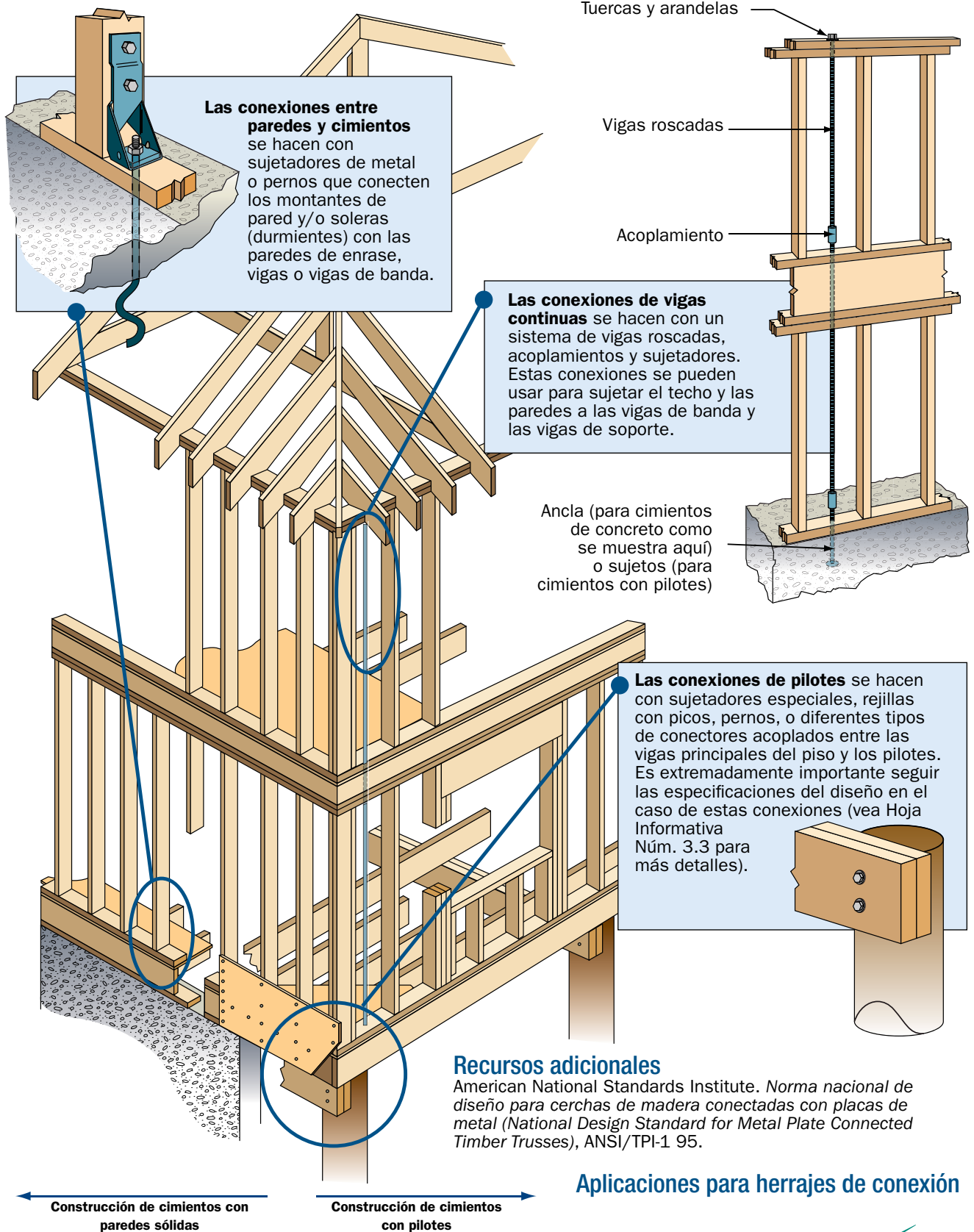
Para mayor resistencia al arranque, use conectores en ambos lados de la banda.

Las conexiones entre bandas y vigas se hacen con fleje similares a los de las conexiones entre techos y paredes, o con bloques de madera.

Importante
 Estos son ejemplos de conectores típicos utilizados en la construcción de casas. Para mantener el tramo de carga continuo requerido, todos los conectores utilizados deben ser los adecuados para resistir las cargas que se espera recibir. Se podrían requerir conectores más fuertes en áreas expuestas a vientos fuertes o sismos.

← Construcción de cimientos con paredes sólidas Construcción de cimientos con pilotes →

Aplicaciones para herrajes de conexión



Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas



Membrana hidrófuga

Propósito: *Explicar la función de la membrana hidrófuga, examinar sus atributos y atender los problemas comunes relacionados con su uso.*

Asuntos claves

- La membrana hidrófuga tiene dos funciones: prevenir el flujo de aire a través de una pared y detener (y drenar) agua líquida que haya penetrado el acabado exterior.
- La membrana hidrófuga no es una barrera de vapor. Está diseñada para permitir que el vapor de agua traspase.
- La opción de usar membrana hidrófuga o papel de construcción depende del clima y de las preferencias del dueño. Ambos materiales pueden ofrecer la protección adecuada.
- La membrana hidrófuga **tiene** que ser instalada correctamente o podría presentar más problemas que beneficios.

La instalación correcta, en particular en el solape, es la clave para el uso exitoso de la membrana hidrófuga.



Propósito de la membrana hidrófuga

La membrana hidrófuga sirve como una barrera contra el clima con doble propósito. No solo minimiza el flujo de aire que entra y sale de la casa, sino que también detiene el agua líquida y actúa como un plano de drenaje. La membrana hidrófuga no es una barrera contra el vapor. Su característica peculiar es que permite que el vapor de agua traspase mientras bloquea el agua líquida. Esto permite que el aire húmedo escape del interior del hogar, mientras evita que entre agua líquida (lluvia) a la casa.

¿Cuándo se debe usar la membrana hidrófuga?

Casi todos los acabados exteriores permiten por lo menos alguna penetración del agua. Si esta agua moja continuamente el revestimiento de la pared y los miembros del armazón, podrían surgir problemas de pudrición por hongos y crecimiento de moho. La membrana hidrófuga evita que el agua traspase el revestimiento exterior y le permite drenar hacia fuera de las piezas estructurales. En los climas húmedos con mucha lluvia, se recomienda usar membrana hidrófuga para prevenir los daños por agua al armazón. Puede que el uso en los climas secos no sea tan crucial, ya

que los materiales pueden secarse adecuadamente, aunque la membrana también evita el movimiento del aire a través de la cavidad de la pared, que ayuda al aislamiento.

¿Membrana hidrófuga o papel de construcción?

Para contestar esta pregunta, es importante saber qué atributos son los más importantes para un clima en particular. Los cinco atributos relacionados con las barreras secundarias contra el clima son:

- **Permeabilidad de aire** – capacidad para permitir el paso del aire
- **Permeabilidad de vapor** – capacidad para permitir el paso del vapor de agua (agua en estado gaseoso)
- **Resistencia al agua** – capacidad de prevenir el paso de agua líquida
- **Repele la humedad** – capacidad de prevenir la absorción de humedad
- **Durabilidad** – resistencia a roturas y deterioro



Como aparece en la tabla a continuación, el clima donde ubica la casa determina la importancia del atributo.

| Clasificación de atributos del producto | | Deficiente – Pobre – Bueno – Excelente | |
|---|---|--|--------------------|
| Atributo | Cuándo es importante | Rendimiento del producto | |
| | | Papel de construcción | Membrana hidrófuga |
| Permeabilidad del agua | Climas ventosos, templados | Aceptable | Bueno |
| Permeabilidad del vapor | Climas cálidos, húmedos | Aceptable | Bueno |
| A prueba de agua | Climas ventosos y lluviosos | Bueno | Excelente |
| Repela la humedad | Precipitación abundante | Bueno | Bueno |
| Durabilidad | Ventoso, con posible exposición extendida | Aceptable | Bueno |
| Costo | Preferencia del dueño | Excelente | Aceptable |

En general, la membrana hidrófuga es una buena alternativa para las viviendas costeras.

Instalación de la membrana hidrófuga

Independientemente del producto que use (membrana hidrófuga o papel de construcción), ninguno funcionará bien si no se instala correctamente. De hecho, instalar la membrana hidrófuga de manera incorrecta podría ocasionar más daños que no usarla. A menudo, se piensa en la membrana hidrófuga y se instala como si fuera solo una barrera contra el aire. Una membrana hidrófuga canalizará el agua y la recolectará independientemente de si ese es el propósito del instalador o no. Esto puede ocasionar daños graves por agua si se instala de manera que no permita que el agua canalizada salga del sistema de pared. A continuación, incluimos algunos consejos para la instalación exitosa de la membrana hidrófuga:

- Siga las instrucciones del fabricante.
- Planifique el trabajo de manera que se aplique la membrana hidrófuga antes de instalar las puertas y ventanas.
- El solape adecuado es clave – la capa superior siempre debe estar solapada sobre la capa inferior.
- Solape con tabla para repeler el agua las uniones horizontales por lo menos 6 pulgadas.
- Solape las uniones verticales entre 6 y 12 pulgadas (dependiendo del potencial de condiciones de lluvia impulsada por el viento).
- Use grapas o clavos de techo de un mínimo de 1 pulgada espaciados entre 12 y 18 pulgadas al centro en toda el área.
- Adhiera las uniones con cinta adhesiva para membrana hidrófuga.
- Deje espacio para drenaje en la parte inferior del revestimiento exterior.
- Extienda la membrana hidrófuga sobre la unión del travesaño durmiente y los cimientos.
- Instale la membrana hidrófuga de manera que nunca se permita el flujo de agua dentro de la envoltura.

- Evite los detalles complicados en la etapa de diseño para prevenir problemas de entrada de agua.
- Cuando se requiera sellador:
 - Use varillas de refuerzo según sea necesario,
 - Use sellador que sea compatible con el clima,
 - Use sellador que sea compatible con los materiales al que lo aplicará,
 - Las superficies deben estar limpias (sin sucio ni material suelto) y
 - Discuta el mantenimiento con el dueño de la propiedad.

Evite estos problemas comunes

■ Envoltura incompleta

A menudo, los extremos del hastial se dejan sin envolver, y se deja la costura en el extremo inferior del hastial. Este método funciona para evitar la entrada de agua, pero el agua que pase por el revestimiento exterior se deslizará hacia el extremo del hastial que no está envuelto y llega hasta la parte de atrás de la membrana en la costura. Además, es común que los constructores hagan una envoltura previa a la pared antes de levantarla. Si se hace esto, la viga de perímetro queda sin envoltura. Envuelva la viga de perímetro insertando una tira de 6 a 12 pulgadas debajo del borde inferior de la envoltura de pared. Además, a menudo, se dejan las esquinas exteriores sin cubrir.

■ Solape incorrecto

Esto ocurre porque a menudo se piensa en la membrana hidrófuga solo como una barrera de aire. Al aplicar la membrana hidrófuga, recuerde que se usará como un plano de drenaje vertical, al igual que el revestimiento exterior.

- Integración incorrecta con tapajuntas alrededor de puertas y ventanas – Vea la Hoja Informativa Núm. 6.1.
- Depender del enmasillado o cinta autoadhesiva para tratar el solape incorrecto.

El sellador puede deteriorarse y se deteriorará. Un error de solape corregido con sellador solo será efectivo por un tiempo limitado. Si el dueño de la propiedad no realiza el mantenimiento requerido, podrían ocurrir daños graves de agua cuando falle el sellador. *Por lo tanto, no dependa del sellador o la cinta adhesiva para corregir los errores de solape.*



Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas

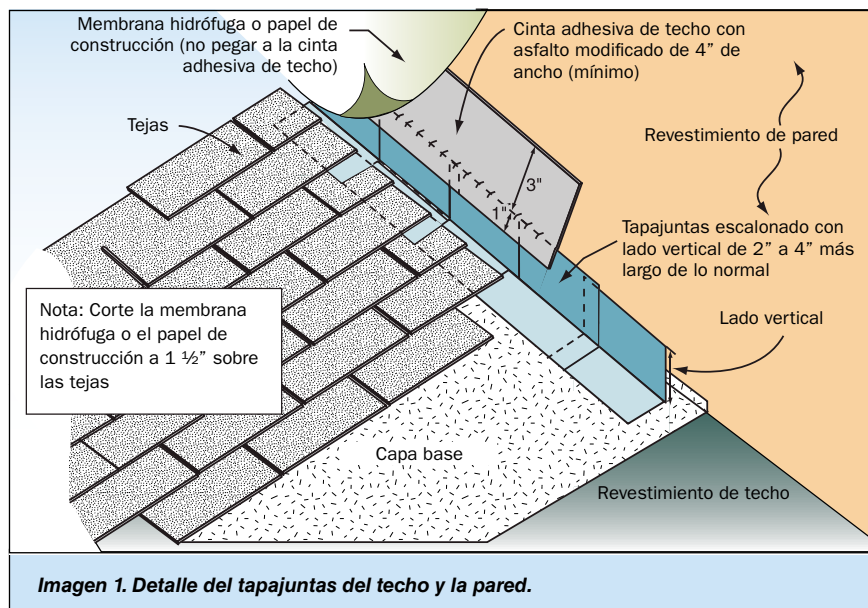


Tapajuntas de techo a pared y de cubierta a pared

Propósito: Resaltar la importancia de instalar tapajuntas adecuados para techos y cubiertas y ofrecer técnicas típicas y mejoradas para la instalación en viviendas costeras.

Asuntos claves

- La instalación inadecuada de tapajuntas y la entrada de agua a consecuencia de ello es un **problema común** en las viviendas costeras.
- Se recomiendan técnicas mejoradas de instalación de tapajuntas** en lugares que experimentan con regularidad vientos fuertes y lluvias torrenciales.
- La **entrada del agua** en las vigas de amarre de la cubierta puede causar que se **podra la madera o que se corroan los conectores**, lo que provocaría el **colapso de la cubierta**.



Recomendaciones de tapajuntas de techo y de la cubierta en áreas costeras

- Siempre** solape adecuadamente el tapajuntas y otras barreras contra la humedad.
- Aumente el largo del solapado para mayor protección.
- No dependa únicamente del sellador como sustituto para un solapado adecuado.
- Use sujetadores compatibles o del mismo tipo de metal que el material de los tapajuntas.
- Use cemento para tapajuntas en las uniones de sellado para ayudar a asegurar el tapajuntas.
- En las intersecciones entre el techo y la pared (vea la Imagen 1):
 - Use un tapajuntas escalonado de 2" a 4" más largo verticalmente de lo normal.
 - Adhiera el borde superior del tapajuntas escalonado con cinta adhesiva de techo con asfalto modificado de 4" de ancho (mínimo).
 - No selle la membrana hidrófuga ni el papel de construcción al tapajuntas escalonado.
- Para el tapajuntas de la cubierta:
 - Siga la secuencia adecuada de instalación para prevenir que el agua entre a la viga de amarre de la cubierta (vea la Imagen 2).
 - Deje un espacio entre la primera tabla de la cubierta y el tapajuntas para que sirva de drenaje (vea la Imagen 3).
 - Use un separador detrás de la viga de amarre para que sirva de espacio para drenaje (vea la Imagen 3).
 - Use herrajes de acero inoxidable para la conexión de la cubierta.

Vea las Hojas Informativas Núm. 7.2 y 7.3 para detalles del borde inclinado y el alero.



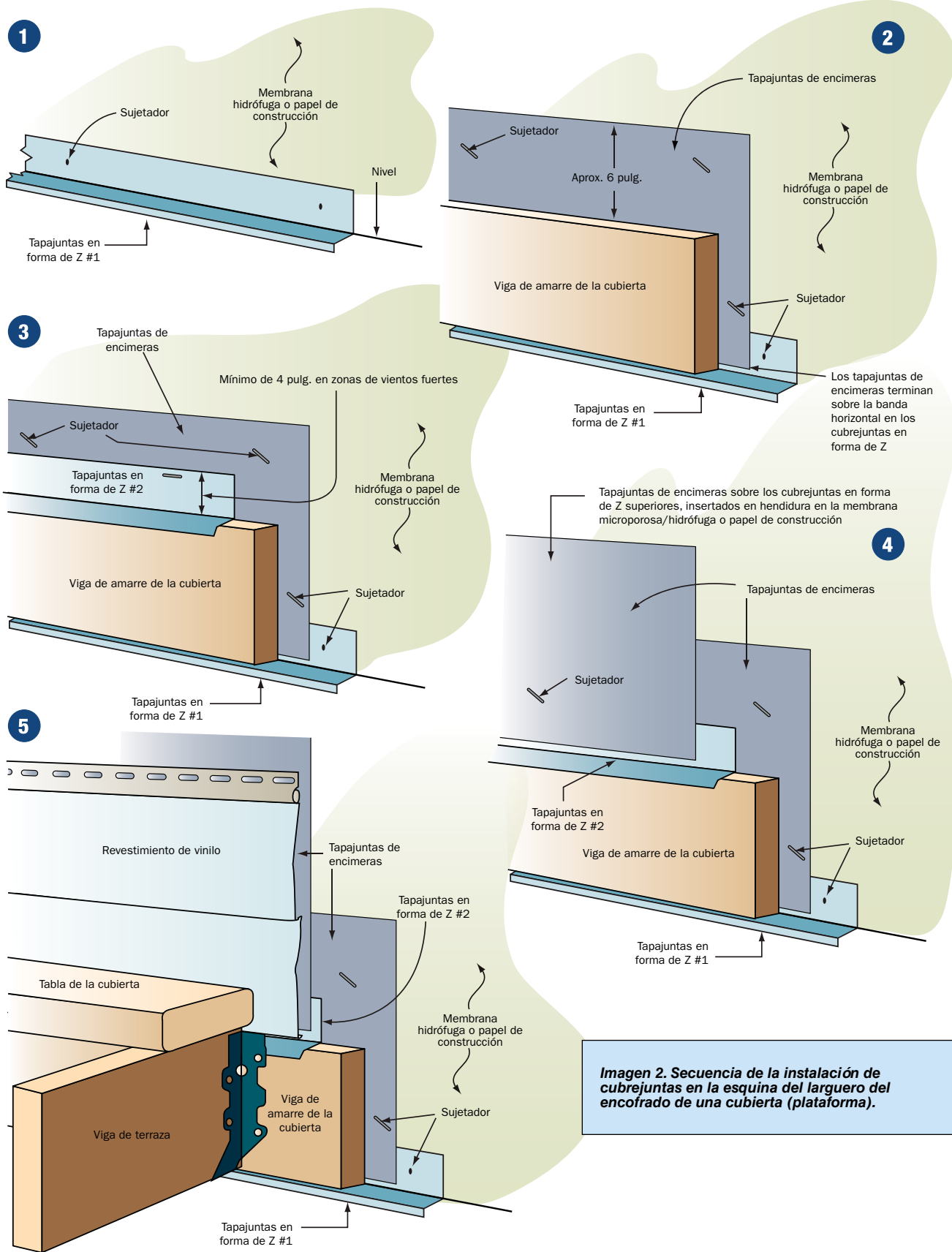


Imagen 2. Secuencia de la instalación de cubrejuntas en la esquina del larguero del encofrado de una cubierta (plataforma).

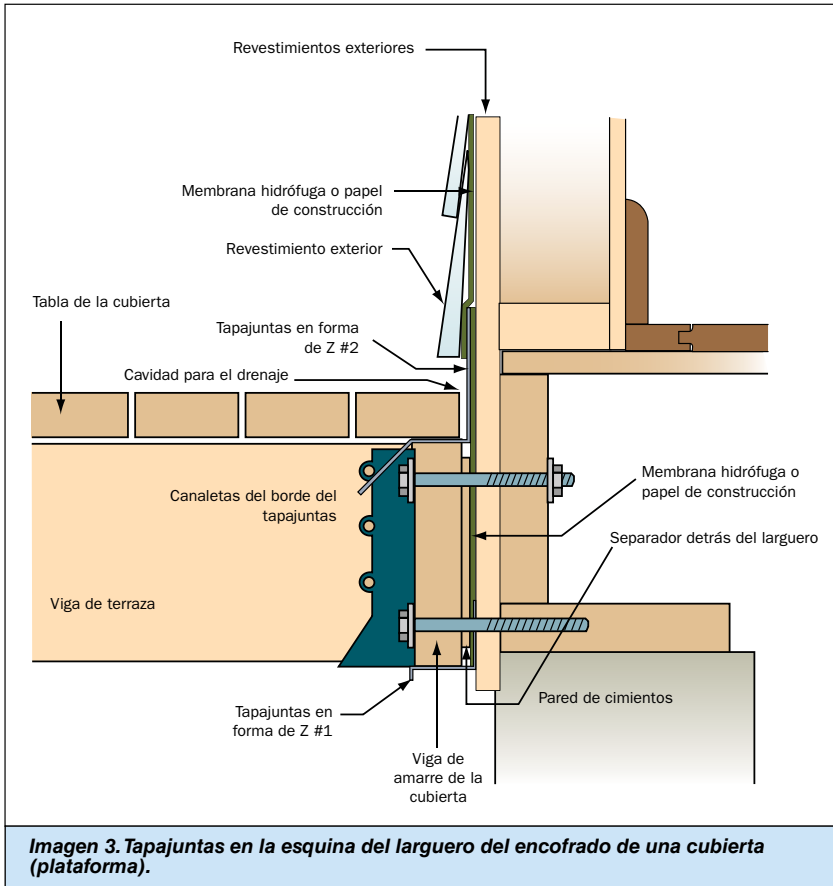


Imagen 3. Tapajuntas en la esquina del larguero del encofrado de una cubierta (plataforma).

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Hogares



Instalación de revestimiento exterior en regiones de vientos fuertes

Propósito: *Ofrecer consejos básicos de diseño e instalación para varios tipos de revestimiento exterior que ayuden a mejorar la resistencia a vientos fuertes (p. ej., vientos que sobrepasen la velocidad básica [del diseño de ráfagas] de 90 millas por hora [mph]).¹*

Asuntos claves

- El revestimiento suele desprenderse de las paredes de estructuras residenciales y no residenciales durante los huracanes. Además, la lluvia impulsada por el viento a menudo entra en las cavidades de las paredes (aunque el revestimiento no se haya desprendido). A continuación, se ofrecen consejos sobre cómo obtener un mejor rendimiento contra el viento.
- Para evitar que las lluvias impulsadas por el viento entren en las cavidades de la pared, se requiere una barrera eficaz contra la humedad (membrana hidrófuga o papel de construcción). Para información adicional sobre las barreras de humedad, vea la Hoja informativa Núm. 1.9, *Sistemas de Barreras de Humedad*. Para más información sobre membranas hidrófugas, vea la Hoja informativa Núm. 5.1 *Membrana hidrófuga*.
- Siga siempre las instrucciones del fabricante para la instalación y los códigos de construcción locales.
- Use productos adecuados para ambientes costeros. Muchos fabricantes no clasifican sus productos de manera que sea más fácil determinar si son adecuados o no para un ambiente costero. Use solo productos de revestimiento exterior cuando el suplidor provea información específica sobre cómo funciona el producto en ambientes costeros o de vientos fuertes.
- Para los edificios ubicados a menos de 3,000 pies de la orilla del mar, se recomiendan sujetadores de acero inoxidable.
- Evite usar distintos tipos de metal a la vez.
- Los detalles de la instalación para comenzar con la primera sección (la más baja) de revestimiento exterior solapado pueden ser cruciales. La pérdida del revestimiento exterior a menudo comienza en la sección más baja y avanza hacia arriba por la pared (Imágenes 4 y 12). Esto es particularmente importante para los edificios elevados, donde el viento sopla por debajo de los edificios y contra los lados de la estructura.
- Al aplicar revestimiento exterior nuevo sobre uno anterior, use cuñas o instale refuerzos sólidos para crear una superficie uniforme y lisa sobre la que pueda aplicarlo, y así evitar crear espacios abiertos o proyecciones que podrían atrapar el viento.
- Los edificios costeros requieren más mantenimiento que los edificios tierra adentro. Debe considerar este requisito de mantenimiento tanto en la selección como en la instalación del revestimiento exterior.

Barrera de humedad (también conocida como barrera resistente al agua): En el contexto de las paredes residenciales, la barrera de humedad es una membrana hidrófuga o papel de construcción (fieltro). La barrera de humedad ocurre entre el revestimiento de pared y el revestimiento exterior. Es una capa de doble función que repele el agua que se filtra por el revestimiento exterior y limita el flujo de aire a través de la pared. Al estar sellada adecuadamente, la membrana hidrófuga se considera una barrera de aire. Aunque el papel de construcción proporciona algo de resistencia al flujo de aire, no se considera una barrera de aire. Las barreras de humedad sueltan agua, pero permiten que el vapor pase a través.

Para más orientación sobre los principios, materiales y procedimientos para el diseño y la construcción de paredes que resistan la entrada del agua, vea la *Guía Estándar para el Diseño y la Construcción de Sistemas de Paredes en Edificios de Almacén de Baja Altura para Resistir la Intrusión de Agua* de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM) E 2266.

¹ La velocidad de 90 mph se basa en el ASCE 7-05. Si consulta el ASCE 7-10, la velocidad del viento equivalente es de 116 mph para los edificios de Categoría de Riesgo II.



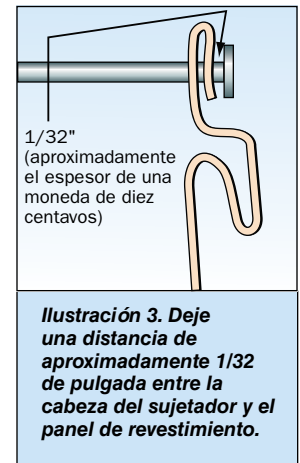
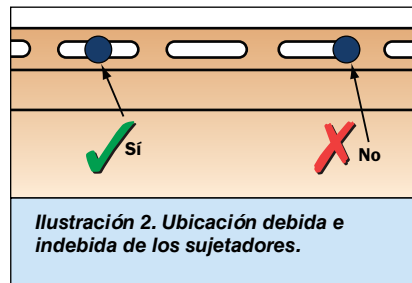
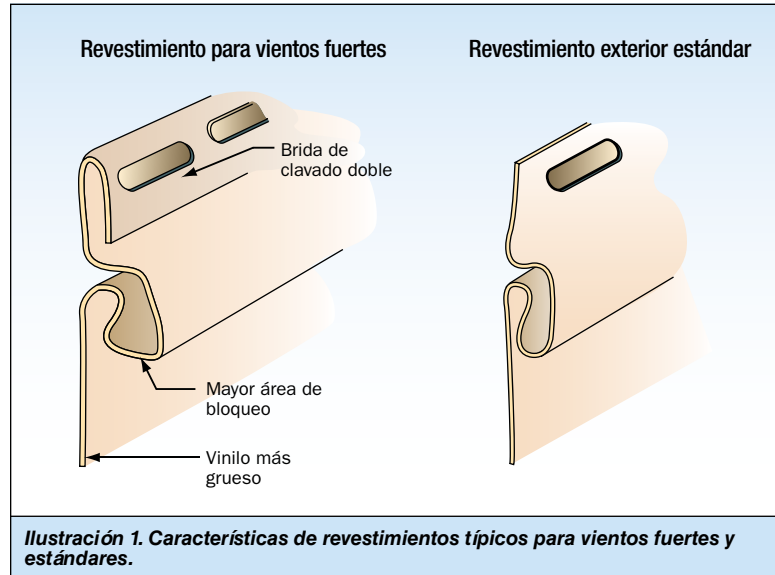
Revestimiento exterior de vinilo

El revestimiento exterior de vinilo se puede usar con éxito en ambientes costeros si se diseña e instala adecuadamente.

Resistencia de la carga del viento

El Código Internacional de Construcción (IBC, por sus siglas en inglés) y el Código Residencial Internacional (IRC, por sus siglas en inglés) requieren que se cumpla con la *Especificación Estándar para el Revestimiento Exterior de Cloruro de Polivinilo Rígido* (PVC, por sus siglas en inglés) de ASTM D 3679. Tanto el IBC como el IRC requieren pruebas de presión estática sobre superficies de paredes sólidas capaces de resistir por sí solas la presión del viento del diseño para condiciones de carga aproximadas que ocurren en zonas de viento de 110 mph para edificios de hasta 30 pies de altura en Exposición B.2 Al revestimiento exterior de vinilo también se le realizan pruebas para presiones más altas de viento y se puede usar en lugares con una velocidad básica del viento más alta, edificios de mayor altura, más exposición abierta, o alguna combinación de estas. Si bien la clasificación de la presión del viento en el revestimiento exterior de vinilo que aparece en gran parte de la literatura del producto se basa en pruebas realizadas al vinilo sobre una capa aprobada de revestimiento capaz de resistir por sí sola la presión del viento del diseño, los métodos de instalación que dependen de una combinación de resistencia al viento provista por el revestimiento de la pared exterior, el revestimiento exterior de vinilo y el revestimiento de la pared interior están disponibles para algunas aplicaciones. La presión del viento del diseño o la velocidad del viento para la que se clasifican estos productos, al igual que los requisitos para el revestimiento detrás del revestimiento exterior de vinilo están disponibles en la literatura del producto, las instrucciones de instalación, o las listas de agencias, como el Servicio de Evaluación del Consejo Internacional de Códigos (ICC, por sus siglas en inglés).

- Para velocidades del viento del diseño que sobrepasen las 110 mph según el ASCE 7-05, o las 139 mph según el ASCE 7-10, o para los edificios que sobrepasan los 30 pies de altura, o la Exposición C, deberá escoger un producto de revestimiento exterior con una clasificación igual o mayor para tales condiciones. La literatura del producto del fabricante o las instrucciones de instalación deben especificar el tipo de sujetador, el tamaño y la separación, y cualquier otro detalle de instalación, como los requisitos para los materiales de revestimiento detrás del revestimiento exterior de vinilo necesarios para alcanzar esta clasificación.
- Los productos que han sido clasificados para resistir vientos fuertes por lo general cuentan con un dobladillo para clavos y, en ocasiones, están hechos de vinilo más grueso (Imagen 1). Los paneles gruesos rígidos ofrecen mayor resistencia al viento, resisten abolladuras y quedan más planos y derechos contra la pared. El grosor ideal para un panel deberá ser de 0.040



a 0.048 pulgadas, dependiendo del estilo y el diseño. Se recomienda vinilo de menor espesor para áreas con climas más estables, y de mayor espesor para áreas de vientos fuertes y grandes cambios de temperatura.

- Coloque los clavos en el centro de la ranura para martillar (Imagen 2). Para dejar espacio para el movimiento térmico del revestimiento exterior, no martillee el clavo hasta lo más profundo del dobladillo (a menos que esté diseñado específicamente para ello). Deje un espacio de 1/32 de pulgada (que es como el grosor de una moneda de diez centavos) entre la cabeza del sujetador y el panel del revestimiento exterior (Imagen 3).
- Martillee los clavos en línea recta y use un nivel para evitar la distorsión y abolladuras en el panel.
- No aplique masilla a los paneles donde se une el bolsillo receptor de los bordes interiores, los bordes exteriores o del canal en J. Tampoco aplique masilla a las uniones solapadas.
- No deje clavos ni grapas expuestas en el panel de revestimiento.
- Use clavos de aluminio, acero galvanizado u otro material

2 La velocidad del viento de 110 mph se basa en los parámetros del ASCE 7-05. Si se usa el ASCE 7-10 como referencia, la velocidad del viento equivalente es de 139 mph para los edificios de Categoría de Riesgo II.

resistente a la corrosión al instalar revestimiento exterior de vinilo. Las piezas de moldura de aluminio requieren sujetadores de aluminio o de acero inoxidable.

- Las cabezas de los clavos deben tener un mínimo de 5/16 de pulgada de diámetro. Los vástagos deben tener un diámetro de 1/8 de pulgada.
- Use la faja inicial especificada por el fabricante para asegurar la primera sección; no sustituya otros accesorios como el canal en J o la moldura para cables de servicios públicos (Imagen 4) a menos que así lo especifique el fabricante. Si el fabricante indica que se debe usar una faja en particular resistente a vientos fuertes, úsela. Cerciórese de que la faja inicial esté diseñada para asegurar adecuadamente el panel, en vez de simplemente engancharlo sobre la protuberancia en la faja; pruebe el enganche antes de continuar con la instalación. Asegúrese de que cada sección del revestimiento exterior está bien enganchada en la sección anterior (Imagen 5). Presione el panel desde abajo para que enganche antes de martillar, en vez de halarlo por la parte superior. No intente alinear las secciones de revestimiento exterior con las paredes adyacentes al instalar algunas secciones y dejarlas sueltas.
- Asegúrese de que los paneles adyacentes solapan adecuadamente, aproximadamente la mitad del largo de la hendidura en el extremo del panel, o aproximadamente 1 pulgada. Asegúrese de que el solapado no quede levantado ni separado por haber halado o presionado los paneles al martillar. Reinstale cualquier panel que haya quedado así.
- Use la moldura para cables de servicios públicos debajo de las ventanas o en cualquier parte en que haya que cortar el dobladillo superior para clavos del revestimiento exterior para acomodarlo alrededor de un obstáculo. Asegúrese de que enganche con un clic en el panel de revestimiento exterior para que quede asegurado en la moldura para cables de servicios públicos. No solape los paneles de revestimiento directamente debajo de la ventana (Imagen 6).
- Se recomienda que se instale el revestimiento exterior de vinilo en las paredes del extremo del hastial sobre un revestimiento aprobado capaz de resistir por sí solo las presiones de viento del diseño, en vez de instalarlo sobre un revestimiento interior de espuma plástica o una combinación de revestimiento exterior de espuma plástica y revestimiento interior del extremo del hastial, excepto cuando así lo indique la sección R703.11.2 del IRC. La Imagen 7 muestra la vulnerabilidad del revestimiento exterior en las paredes del extremo del hastial cuando no está revestido adecuadamente con materiales capaces de resistir por sí solos todas las presiones de viento del diseño.
- Instale el revestimiento exterior de vinilo conforme a las instrucciones de instalación del fabricante y los códigos de construcción locales. Asegúrese de que la clasificación del producto sea apropiada para el uso previsto.
- Se recomienda que los instaladores del revestimiento exterior de vinilo estén certificados por el Programa de Instaladores Certificados del Instituto de Revestimiento Exterior de Vinilo (VSI, por sus siglas en inglés).



Imagen 4. La moldura para cables de servicios públicos fue sustituida por la faja inicial y el seguro inferior se cortó del panel. El revestimiento exterior se desprendió debido a la presión del viento.

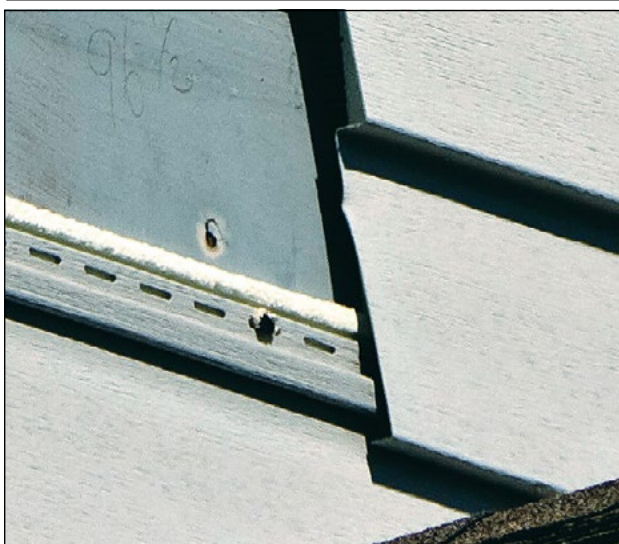


Imagen 5. El panel de revestimiento exterior no encajó adecuadamente en el panel inferior.



Imagen 6. Es importante la atención a los detalles y otros obstáculos alrededor de las ventanas. Use la moldura para cables de servicios públicos, golpee el panel para engancharlo de un clic y no lo solape justo debajo de una ventana.

Revestimiento exterior de madera

- Use madera resistente al deterioro, como la secuoya, el cedro o el ciprés. Vea la sección de Diseño Sostenible respecto a las maderas certificadas.
- Para mejorar la longevidad de la pintura, aplique pintura base al dorso del revestimiento de madera antes de instalarlo.
- Siga cuidadosamente las instrucciones detalladas del fabricante para prevenir la entrada de agua en exceso detrás del panel de revestimiento.
- Para recomendaciones de fijación, vea la publicación en inglés: *Revestimiento exterior de madera natural: selección, instalación y acabado*, publicada por la Asociación Occidental de Productos de Madera.

Esta publicación recomienda dejar un espacio libre para el aire entre la barrera de humedad y el dorso del panel de revestimiento exterior para propiciar el drenaje y la ventilación. Tal configuración de pared se conoce como una pared de pantalla contra la lluvia. Vea el recuadro en la página 5.

- Siga los detalles de la instalación que aparecen en las Imágenes 8a y 8b. (Nota: Aunque estos detalles no muestran una pantalla contra la lluvia, se recomienda incluir listones verticales que sirvan como una pantalla contra la lluvia).



Imagen 7. El revestimiento exterior de vinilo en este hastial fue instalado sobre un aislamiento de espuma plástica. Sin el revestimiento de madera, aumentan las presiones del viento sobre el vinilo. Además, si el viento desprende el revestimiento exterior, el aislamiento de espuma estará muy vulnerable y podría desprenderse también. Al perder el aislamiento de espuma, la lluvia impulsada por el viento puede entrar libremente al ático, saturar el aislamiento del techo y provocar que colapse.

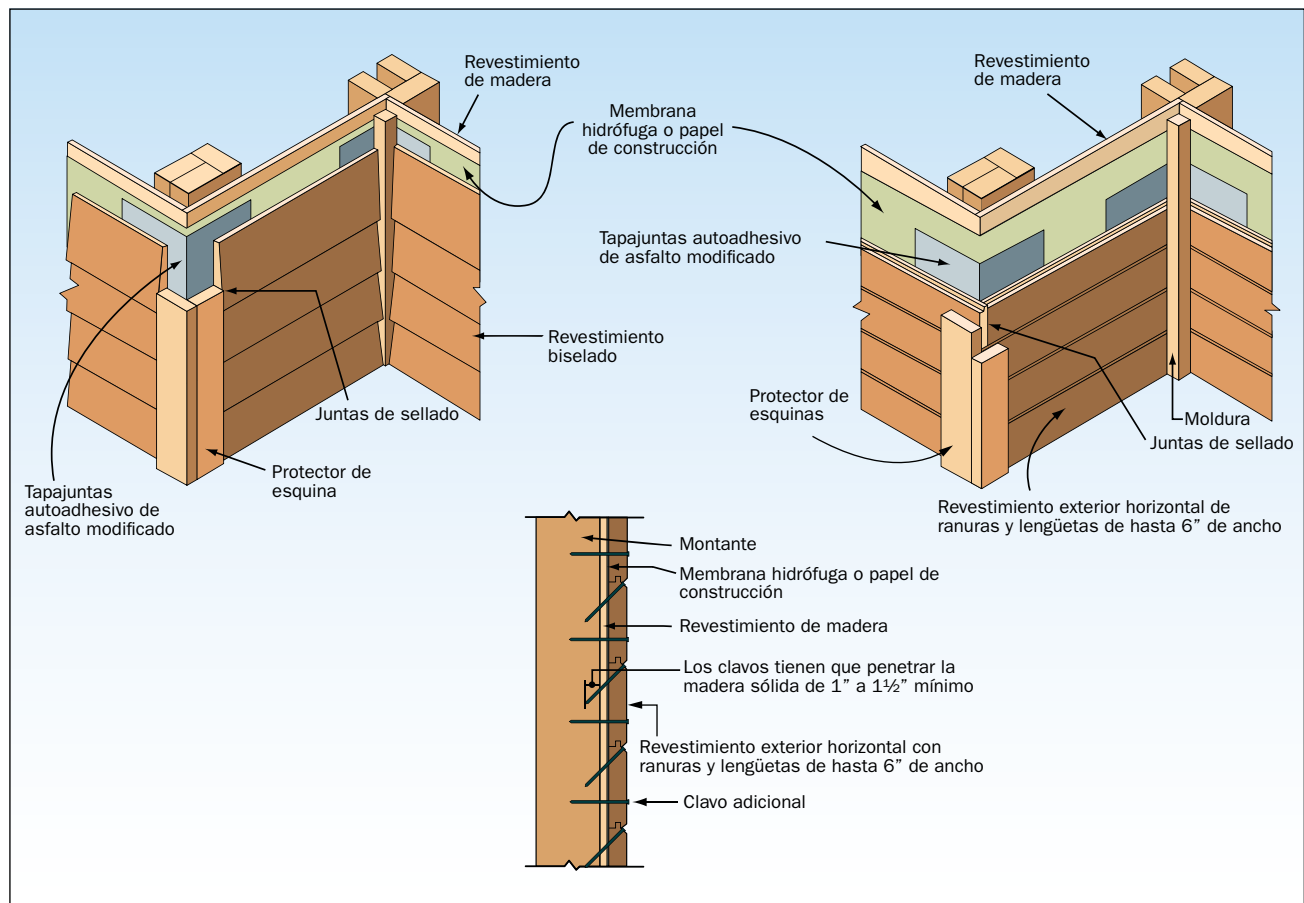


Imagen 8a. Detalles de instalación de revestimiento de madera.

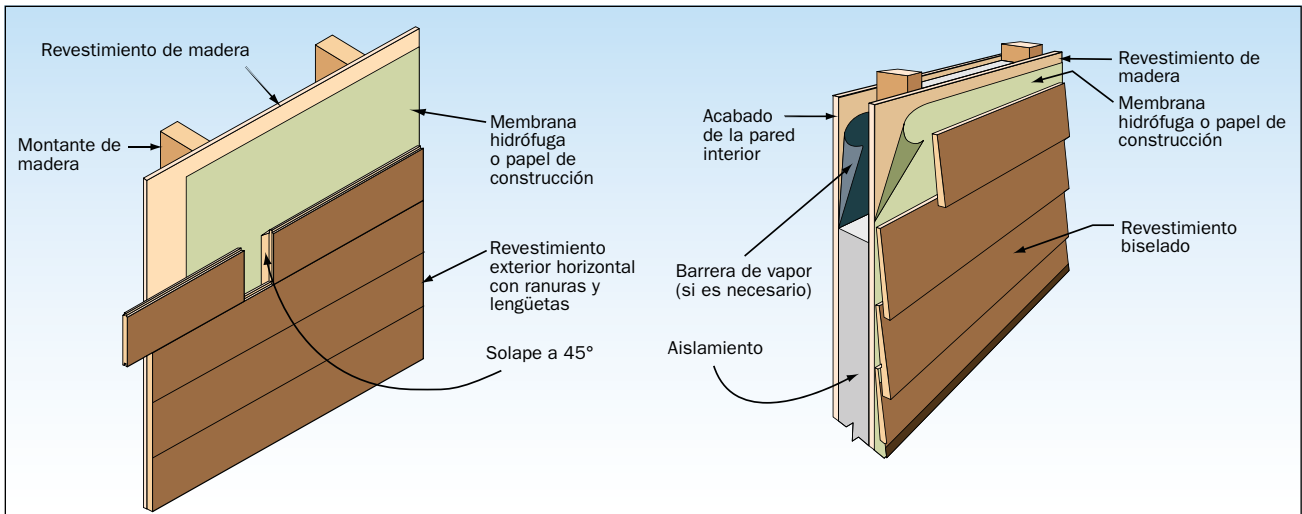


Imagen 8b. Detalles de instalación de revestimiento de madera.

Sistema de pared con pantalla contra la lluvia con presión igualada

En áreas con incidencia de lluvias impulsadas por el viento y áreas susceptibles a vientos fuertes, se recomienda considerar el diseño de pantallas contra la lluvia cuando se especifica el revestimiento exterior de madera o de cemento de fibra. (Los productos habituales de revestimiento exterior de vinilo normalmente cuentan con cavidades de aire detrás del revestimiento exterior que facilitan el drenaje. Por lo tanto, incorporar los listones verticales normalmente no aplica a este tipo de cobertura de pared). Un diseño de pantalla contra la lluvia se logra al instalar listones verticales adecuados entre la barrera de humedad y el material del revestimiento exterior (vea la Imagen 9). La cavidad facilita el drenaje del agua desde el espacio entre la barrera de humedad y el dorso del revestimiento además de facilitar que se sequen los mismos.

Fijación de los listones de revestimiento: Para listones de 1 pulgada por 2 pulgadas, asegúrelos en su sitio y use clavos de revestimiento exterior $\frac{3}{4}$ de pulgada más largos de lo requerido, si no hubieran listones (para mantener la penetración mínima requerida de los clavos del revestimiento exterior en los montantes). Para listones de revestimiento más gruesos, se recomienda una fijación diseñada por un ingeniero.

Al pie de la pared, la cavidad debe estar abierta para permitir el drenaje de agua. Sin embargo, la abertura debe llevar una malla para evitar que entren los insectos.

En la unión de la pared y el soffito, la parte superior de la cavidad puede abrir hacia el espacio del ático para que haya más ventilación de aire de entrada, y de esta manera, eliminar las rejillas de ventilación en los soffitos y su susceptibilidad a la entrada de lluvia impulsada por el viento. Si se usa la vía de rejilla de ventilación en la cavidad de la pantalla de lluvia en vez de las rejillas de ventilación del soffito, la profundidad de la cavidad debe estar diseñada para garantizar que haya suficiente flujo de aire para ventilar el ático.

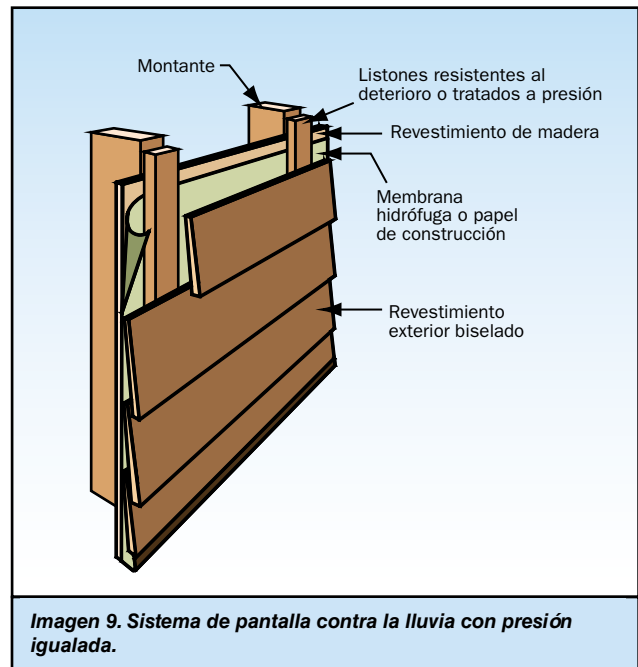


Imagen 9. Sistema de pantalla contra la lluvia con presión igualada.

Revestimiento de cemento de fibra

- El procedimiento de instalación es parecido al del revestimiento exterior de madera, pero requiere hojas de corte especializadas y seguir unas medidas de seguridad, debido a las partículas de polvo que producen las herramientas eléctricas al hacer los cortes. Siga estrictamente las recomendaciones de instalación del fabricante y preste particular atención a las recomendaciones de pintura y acabado para una instalación de alta calidad.
- Conforme a las instrucciones del fabricante, siempre selle los bordes cortados in situ. Deje un espacio adecuado en la intersección entre los bordes del revestimiento exterior y los demás componentes del edificio y rellénelo con sellador.

- Siempre consulte y siga los requisitos y las instrucciones de instalación del fabricante según los requisitos de clasificación de velocidad del viento o presión del diseño (consulte el informe de evaluación de cumplimiento con el código de construcción del fabricante). Siga al pie de la letra las especificaciones del fabricante para los sujetadores, incluidos los requisitos para el tipo, tamaño, separación y penetración de los sujetadores. Ni martillee de más ni de menos.
- En las paredes del extremo del hastial, se recomienda que el revestimiento de cemento de fibra se instale sobre el revestimiento de madera en vez de sobre el revestimiento de espuma plástica.
- Mantenga clavos ocultos alejados entre 3/4 de pulgada y 1 pulgada del borde superior del panel (Imagen 10).

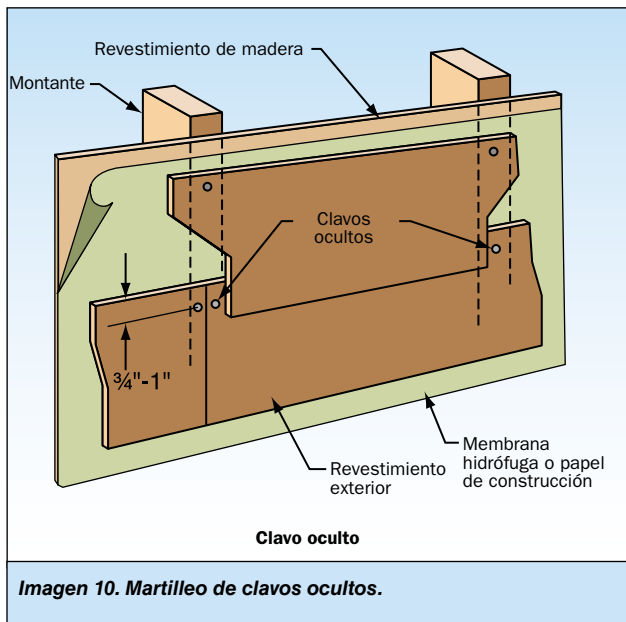


Imagen 10. Martilleo de clavos ocultos.

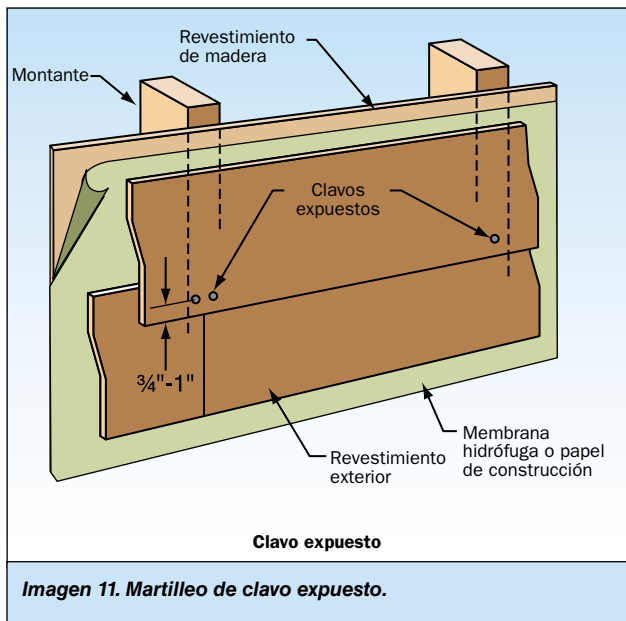


Imagen 11. Martilleo de clavo expuesto.

Asegúrese de martillar por lo menos 3/8 de pulgada desde el extremo más grueso, o use los ensambladores que especifica el fabricante.

- Se recomienda martillar clavos expuestos (Imagen 11) en vez de martillar clavos ocultos cuando la velocidad básica del viento (diseño) sea 100 mph o más. Si el código de construcción local o el fabricante especifica usar clavos expuestos a una velocidad de viento más baja, instálelos conforme a ello.
- No deje la parte inferior de la primera sección expuesta o extendida más allá del material subyacente (Imagen 12). Considere usar una tabla de moldura para cerrar la parte inferior de la primera sección.



Imagen 12. El revestimiento exterior con clavos ocultos instalado con una separación expuesta en la parte inferior (círculo rojo) podría fallar.

Diseño sostenible

Selección de materiales para recursos sostenibles y durabilidad

Cuando se trata de productos de madera, lo mejor es seleccionar materiales certificados por programas reconocidos, como el Sistema Americano de Fincas de Árboles (American Tree Farm System® , o ATFS, por sus siglas en inglés), el Consejo de Administración de Bosques (FSC, por sus siglas en inglés), o la Iniciativa de Silvicultura Sostenible (Sustainable Forestry Initiative® , o SFI, por sus siglas en inglés). Estos programas no sólo verifican que estos productos estén libres de químicos e ingeniería genética, sino que también la madera haya sido cultivada usando un método más responsable.

Los siguientes publicaciones describen en detalle los aspectos sostenibles del revestimiento exterior de vinilo:

Una docena de razones que quizás usted no conoce por las que el revestimiento exterior de vinilo es una alternativa ecológica (*A Dozen Things You Might Not Know That Make Vinyl Siding Green*) (disponible en <https://www.vinylsiding.org/wp-content/uploads/2014/05/Webinar-A-Dozen-Things-You-May-Not-Know-Green-1.pdf>).

Cómo instalar revestimiento exterior a tono con el medioambiente (*Siding with the Environment*) (disponible en https://www.vinylsiding.org/wp-content/uploads/2014/02/Siding_with_the_Environment1.pdf).

Conservación de energía y las barreras de aire

A menudo no atendemos los escapes de aire sin control a través de la envoltura del edificio. El Departamento de Energía de EE. UU. calcula que el 40 por ciento del costo de los sistemas de calefacción o enfriamiento en los hogares promedio del país se desaprovecha debido a escapes de aire sin control. En climas más cálidos, el porcentaje de escape de aire es mucho menor. Un sistema de barreras de aire puede reducir el tamaño del sistema de calentamiento, ventilación y enfriamiento (HVAC, por sus siglas en inglés), lo que resulta en una reducción de uso y demanda de energía.

Los escapes de aire sin control también pueden contribuir al deterioro prematuro de los materiales de construcción, problemas de moho y de humedad, a una pobre calidad de aire en el interior de la estructura, y a alterar el confort del ocupante. Cuando el aire sin control fluye a través de la envoltura del edificio, mueve el vapor de agua con él. Controlar el movimiento de la humedad mediante la infiltración de aire requiere controlar las vías o la fuerza que lo mueve.

Se requiere una barrera de aire eficaz para controlar de manera eficiente los escapes de aire a través de la envoltura del edificio. Para ser eficientes, la medida tiene que ser continua; por lo tanto, las uniones de las barreras de aire deben estar selladas y la barrera debe también estar sellada en todas sus perforaciones. La Asociación Americana de Barreras de Aire (ABAA, por sus siglas en inglés) recomienda que los materiales que se usen como componentes de la envoltura de un edificio se pongan a prueba para que tengan un índice de infiltración de aire menor de 0.004 pies cúbicos por minuto (cfm) por pie cuadrado; que pruebe que los ensamblajes de los materiales que componen la barrera de aire tienen un índice de infiltración de aire menor de 0.04 pies cúbicos por minuto (cfm) por pie cuadrado; y que toda la estructura cerrada exterior del edificio tenga un índice de infiltración de aire de menos de 0.4 cfm por pie cuadrado.

Sistemas de barreras de aire instalados detrás del revestimiento exterior

La membrana hidrófuga es el material de barreras de aire más popular para paredes residenciales. Para ser efectiva, es fundamental que las uniones entre las láminas de membrana hidrófuga estén selladas según lo recomienda el fabricante, y las perforaciones (aparte de los sujetadores) también deben estar selladas. En las transiciones entre la membrana hidrófuga y los marcos de las puertas y ventanas, se recomienda el uso de cinta adhesiva con asfalto modificado.

Se debe instalar una barrera de aire sobre materiales rígidos; de lo contrario, no funcionará adecuadamente. También debe estar bien fijada para evitar que se desprenda de la pared en caso de presiones negativas de viento. En las paredes, el revestimiento de madera sirve como una superficie adecuada y el revestimiento exterior (o listones en un sistema de pantalla contra la lluvia) ofrecen suficiente restricción para la barrera de aire.

En la base de la pared, la barrera de aire de la pared debe estar sellada a los muros de cimientos. Si la casa está elevada sobre pilotes, la barrera de pared debe estar sellada a una barrera de aire instalada en el plano del piso.

Si el edificio tiene un ático ventilado, en la parte superior de la pared, la barrera de aire de pared debe estar sellada a una barrera de aire instalada en el plano del techo.

Barrera de aire: Un componente instalado para ofrecer una barrera continua al flujo de aire a través de la envoltura del edificio. Una membrana hidrófuga es un material común que sirve de barrera de aire utilizado en paredes residenciales. Aunque es muy resistente al flujo de aire, la membrana hidrófuga es bastante permeable al vapor de agua y, por lo tanto, no es adecuado usarla como barrera de vapor.

Barrera de vapor: Un componente instalado para resistir la difusión del vapor de agua y ofrecer una barrera continua al flujo de aire a través de la envoltura del edificio. El polietileno es una barrera de vapor común para paredes residenciales. Para determinar si se requiere o no una barrera de vapor, consulte las disposiciones pertinentes del Capítulo 14 del IBC de 2009 o el Capítulo 6 del IRC de 2009. Además, consulte la sección de Control de Humedad del Manual de Sellado de Techos e Impermeabilización de la Asociación Nacional de Contratistas de Sellado de Techos (NRCA, por sus siglas en inglés) (<http://www.nrca.net>).

ASTM E 1677, *Especificación estándar de materiales o sistemas de barreras de aire (AR, por sus siglas en inglés) para paredes de edificios de almacén de baja altura:* Esta especificación cubre el rendimiento y los criterios de aceptación mínimos para los materiales o sistemas de barreras de aire de las paredes con almacén en edificios de baja altura teniendo en cuenta la vida útil de la pared del edificio. Las disposiciones en esta especificación permiten al usuario diseñar los criterios de rendimiento de la pared y aumentar las especificaciones de las barreras de aire para acomodar la ubicación, la función o el diseño del clima del edificio previsto.

Si el edificio no tiene ático o tiene un ático sin ventilación, en la parte superior de la pared, la barrera de aire de pared debe estar sellada a una barrera de aire instalada en el plano del techo (la barrera de aire del techo puede ser la membrana misma del techo o un elemento aparte que sirva como barrera de aire).

Mantenimiento del revestimiento exterior

Es muy importante que todos los productos del revestimiento exterior reciban mantenimiento e inspecciones periódicamente, en especial en zonas costeras. Esto incluye aplicar capas adicionales conforme a un plan de mantenimiento programado, necesario conforme a las instrucciones del fabricante, y una revisión periódica del sellador para garantizar su durabilidad. Verifique el sellador para confirmar que aún resiste y que está en su sitio. El mismo debe remplazarse antes de que concluya su vida útil.

Recursos adicionales

Sistema americano de viveros de árboles (American Tree Farm System) (<https://www.treefarmssystem.org/index.shtml>).

Consejo de Administración Forestal (Forest Stewardship Council, FSC) (<https://us.fsc.org/en-us>)

Consejo Internacional de Códigos. *Código Internacional de Construcción (International Building Code)*. 2009. (<http://www.iccsafe.org>)

Consejo Internacional de Códigos. *Código Residencial Internacional (International Residential Code)*. 2009. (<http://www.iccsafe.org>)

Iniciativa de Silvicultura Sostenible Inc.® (Sustainable Forestry Initiative® Program, SFI) (<http://www.sfiprogram.org>)

Instituto de Revestimiento Exterior de Vinilo (Vinyl Siding Institute, VSI) (<http://www.vinylsiding.org>)

Fijación de revestimiento de ladrillo en regiones de vientos fuertes

Propósito: *Recomendar prácticas para instalar el revestimiento de ladrillo con el fin de mejorar la resistencia al viento en regiones de vientos fuertes (p. ej., vientos que sobrepasen la velocidad básica [del diseño de ráfagas] de 90 millas por hora [mph]).¹*

Asuntos claves

- El revestimiento de ladrillo instalado en paredes residenciales y no residenciales a menudo sale volando durante los huracanes si no está instalado adecuadamente (Imagen 1). Cuando el revestimiento de ladrillo se desprende, el agua impulsada por el viento puede penetrar y ocasionar daños a los edificios y los ocupantes del edificio corren el riesgo de sufrir lesiones a causa de los escombros arrastrados por el viento (en particular si las paredes están revestidas con aislamiento de espuma plástica o tableros de madera de fibra en vez de paneles de madera). Cualquier persona que pase cerca de las paredes dañadas también corre el riesgo de lesionarse si le cae revestimiento encima (Imagen 2).
- Algunos fallos comunes incluyen: corrosión en el anclaje (Imagen 3), sujetadores de amarras arrancados (Imagen 4), no incrustar los sujetadores en el hormigón (Imagen 5), y cuando las amarras no pegan bien al cemento o mortero o el cemento es de baja calidad (Imagen 6).
- Con frecuencia, los sujetadores se instalan antes de comenzar a colocar los bloques de ladrillo. Cuando esto sucede, muchos quedan mal colocados sobre o debajo de las uniones de cemento o mortero. Al estar desalineados, los sujetadores deben colocarse en ángulo hacia arriba o hacia abajo para que queden incrustados en las uniones de cemento o mortero (Imagen 7). La mala alineación, no solo reduce la profundidad de incrustación requerida, sino reduce la eficacia de los sujetadores, ya que los vientos fuertes no actúan paralelamente a los mismos.
- Los sujetadores ondulados que regularmente se usan en proyectos residenciales tienen poca resistencia a las cargas de compresión. Es muy probable que usar puntales de compresión resulte beneficioso, pero actualmente no existen dispositivos genéricos. Los sujetadores ajustables de dos piezas (Imagen 8) proporcionan una fuerza de compresión significativamente mayor que los sujetadores ondulados, y por lo tanto, se recomiendan. Sin embargo, si se usan sujetadores ondulados, se recomienda instalarlos según se muestra

¹ La velocidad de 90 mph se basa en el ASCE 7-05. Si se usa el ASCE 7-10 de referencia, el detonante de velocidad del viento equivalente es de 115 mph para edificios con Categoría de Riesgo II.



Imagen 1. Fallos en el revestimiento de ladrillo sobre madera contrachapada. Muchos de los sujetadores aún están pegados a la superficie, pero varios de los sujetadores fueron arrancados de la superficie y las amarras están incrustadas en el revestimiento colapsado. Velocidad del viento estimada: 107 mph (ráfagas pico, Exposición C, a 33 pies).



Imagen 2. La parte superior del revestimiento de ladrillo en este edificio de apartamentos colapsó. Los vehículos y peatones que pasen cerca del área de la pared dañada corren el riesgo de sufrir daños o lesiones si los pedazos de pared que quedan colapsan durante tormentas subsiguientes.





Imagen 3. Corrosión significativa del sujetador provocó que el ladrillo en la estación de bomberos fallara, aunque el edificio no está cerca de la costa. Observe que falta metal en la mitad del ancho del sujetador en dos puntos específicos (flechas rojas). El extremo izquierdo del sujetador quedó incrustado en la pared de refuerzo de bloques de hormigón. El extremo derecho es el punto donde falló el sujetador en tensión, lo que dejó una parte del sujetador incrustada en el ladrillo colapsado.



Imagen 4. Este sujetador quedó incrustado en la junta de cemento mientras el clavo de tallo liso fue arrancado del montante.



Imagen 5. Estos cuatro sujetadores nunca estuvieron incrustados en la junta de cemento.

en las Imágenes 9 y 10 para mejorar su rendimiento contra el viento.

- Los edificios que experimentan daños en el revestimiento de ladrillo usualmente no cumplen con los códigos vigentes de construcción. Los requisitos de los códigos de construcción para revestimientos de ladrillo han cambiado a través de los años. Los códigos modelo antes de 1995 permitían el revestimiento de ladrillo en cualquier lugar, sin ninguna restricción respecto a la velocidad del viento. Además, algunos códigos modelo antiguos permitían que los revestimientos de ladrillo se anclaran con menos sujetadores de lo que requieren los estándares actuales.

El estándar 402 de la Sociedad de Mampostería (TMS, por sus siglas en inglés) / 530 del Instituto Americano de Cemento / 5 de la sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE, por sus siglas en inglés), *Requisitos y especificaciones del código de construcción para estructuras de mampostería* (TMS 402), es el estándar de mampostería actual de referencia en los códigos modelo de construcción. El Código Residencial Internacional (IRC, por sus siglas en inglés) de 2009 y el Código de Construcción Internacional (IBC, por sus siglas en inglés) de 2009 hacen referencia a la edición de 2008 del TMS 402, que es la más reciente.

El TMS 402 recomienda el revestimiento de ladrillo de dos formas: el diseño racional y el enfoque normativo. Casi todos los revestimientos de ladrillo en estructuras residenciales y de baja altura siguen el método normativo. La primera edición del TMS 402 limitaba el uso del diseño normativo a áreas con una velocidad básica del viento de 110 mph o menos. La edición de 2008 del TMS 402 extendió los requisitos normativos para que incluyeran una velocidad básica del viento de 130 mph, pero limita el área de revestimiento de ladrillo por sujetador que puede ser anclado con sujetadores de revestimiento a 70 por ciento del permitido en regiones con viento de menor velocidad. La edición de 2008 requiere un método de diseño racional en lugares donde las velocidades básicas del viento sobrepasan las 130 mph.

Cabe señalar algunas distinciones que aparecen en los requisitos para el anclaje del revestimiento de ladrillo en las ediciones de 2005 a 2008 del TMS 402. Para las regiones con viento de menor velocidad (110 mph o menos), el TMS 402-05 limitó la separación vertical de los sujetadores a 18 pulgadas; la edición de 2008 permite que se separen los sujetadores hasta 25 pulgadas, siempre y cuando el área de la pared de revestimiento de ladrillo anclada por sujetador no sea de más de 2.67 pies cuadrados. En las regiones de vientos fuertes (más de 110 mph hasta 130 mph) según la TMS, ambas ediciones del código limitan la separación vertical entre sujetadores a 18 pulgadas. El TMS 402-08 también limita a 1 pulgada el espacio que se deja entre el revestimiento de ladrillo anclado con sujetadores ondulados y el revestimiento de pared. Esto es para evitar los fallos en la compresión de los sujetadores ondulados al estar expuestos a presiones positivas.

- Las Notas Técnicas de la Asociación de la Industria del Ladrillo (BIA, por sus siglas en inglés) sirven como guía para el revestimiento de ladrillo: Notas Técnicas 28 – Revestimiento de Ladrillo Anclado, Construcción con Armazón de Madera; Notas Técnicas 28B – Revestimiento de Ladrillo/Paredes con Montantes de Acero; y las Notas Técnicas 44B – Sujetadores de Pared. Aunque estas Notas Técnicas mencionan recomendaciones de fijación, se consideran inadecuadas porque no están hechas específicamente para regiones de vientos fuertes.

Guía de construcción

El sistema de revestimiento de ladrillo de pared es complejo en su comportamiento. No existen muchos datos sobre las pruebas hechas a este tratamiento. La siguiente guía se basa en criterios profesionales, cargas de viento especificadas en el ASCE 7-10, *Cargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras*, la resistencia de los sujetadores especificada en la Especificación de Diseño Nacional (NDS, por sus siglas en inglés) para la Construcción en Madera de la Asociación Americana de Bosques y Papel (AF&PA, por sus siglas en inglés), y los estándares del revestimiento de ladrillo incluidos en el TMS 402-08. Además de las directrices principales provistas en las Notas Técnicas 28 y 28B de BIA, se recomiendan las siguientes directrices:

Separación entre sujetadores: El funcionamiento adecuado de las amarras y los sujetadores de ladrillo depende fundamentalmente de la separación vertical u horizontal de los mismos. La separación horizontal entre sujetadores a menudo coincidirá con la separación de 16 pulgadas o 24 pulgadas entre los centros de los montantes (Tabla 1) ya que se requiere que los sujetadores estén instalados directamente en el armazón de la estructura. La separación entre sujetadores, tanto horizontal como vertical, no debe sobrepasar: a) las separaciones que sobrecargarían la amarra o el sujetador conforme a un área tributaria de presión del viento en el revestimiento de ladrillo, o b) el límite normativo en la separación de los sujetadores. La Tabla 1 ofrece más información sobre la separación entre sujetadores horizontales y verticales.

Sujetadores de amarre: Se recomiendan clavos de vástago 8d (0.131" de diámetro) en vez de clavos lisos. Se sugiere que se incrusten a un mínimo de 2 pulgadas en el armazón de la estructura.

Amarras: Al usar montantes de madera, se recomiendan amarras ajustables de dos piezas. Sin embargo, cuando se usen sujetadores ondulados, use un calibre mínimo de 22, 7/8 de pulgada por 6 pulgadas, que cumpla con el A 366 de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM, por sus siglas en inglés) con una capa de cinc que cumpla con el ASTM A 153 Clase B2. Para las



Imagen 6. Este sujetador estaba incrustado en el cemento, pero el sellador no fue suficiente.

amarras que se usan con montantes de acero, vea las Notas Técnicas 28B de BIA – Paredes con Revestimiento de Ladrillo/Montantes de Acero. Las amarras de acero inoxidable se deben usar en áreas ubicadas a 3,000 pies o menos de distancia de la costa.

Nota: En las áreas que también sean susceptibles a altas cargas sísmicas, se recomienda que un ingeniero evalúe el revestimiento de ladrillo para garantizar que pueda resistir las cargas sísmicas y de viento del diseño.

Sostenibilidad

El revestimiento de ladrillo puede ofrecer una vida útil muy larga, siempre y cuando los sujetadores no se debiliten por la corrosión. Para garantizar que el revestimiento de ladrillo alcance su potencial de vida útil larga, se recomiendan sujetadores de acero inoxidable además de un diseño e instalación adecuados.

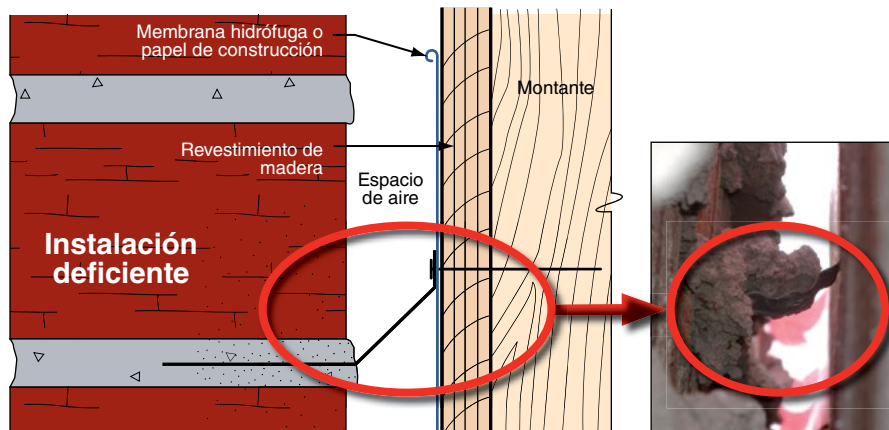


Imagen 7. La mala alineación del sujetador reduce la profundidad de incrustación y promueve el fallo del revestimiento.

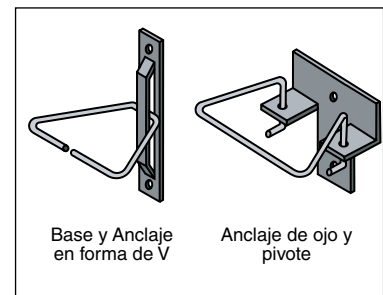


Imagen 8. Ejemplos de dos amarras ajustables de dos piezas.

Instalación de sujetadores

- Instale los sujetadores mientras va colocando los ladrillos para que estén alineados adecuadamente con la hilera de bloques de ladrillo. Otra alternativa es instalar los sujetadores mientras se colocan los bloques de ladrillo, medir los puntos en la hilera de bloques, tirar líneas de tiza mientras se van colocando los bloques de ladrillo, para que estén alineados adecuadamente con la hilera, y luego instalar el ladrillo.
- Instale los sujetadores para ladrillo conforme a la velocidad del viento adecuada y la separación entre montantes, según se ilustra en la Tabla 1. En áreas donde se adopte la edición de 2006 del IBC o el IRC, instale los sujetadores del revestimiento de ladrillo, según se explica en la Tabla 1, pero con una separación vertical máxima que no sobrepase las 18 pulgadas, conforme a los requisitos del TMS 402-05.
- Ubique los sujetadores a menos de 8 pulgadas de las aberturas de las puertas y ventanas y a menos de 12 pulgadas desde la parte superior de las secciones de revestimiento de ladrillo.
- Doble los sujetadores para que formen un ángulo de 90 grados en la cabeza del clavo y así poder minimizar la flexión del sujetador cuando esté cargado de tensión o compresión (Imagen 9).
- Incruste los sujetadores en las uniones para que el cemento los encapsule completamente. Incruste un mínimo de 1 ½ pulgadas dentro de la unión de lecho, y cubra con un mínimo de 5/8 de pulgada de cemento hasta la parte exterior del muro (Imagen 10).

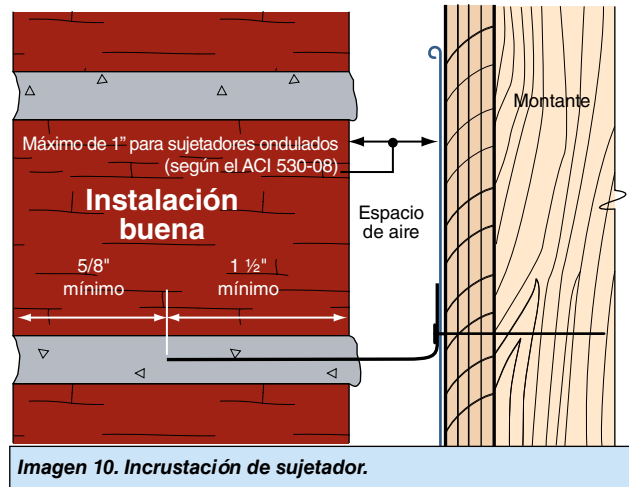
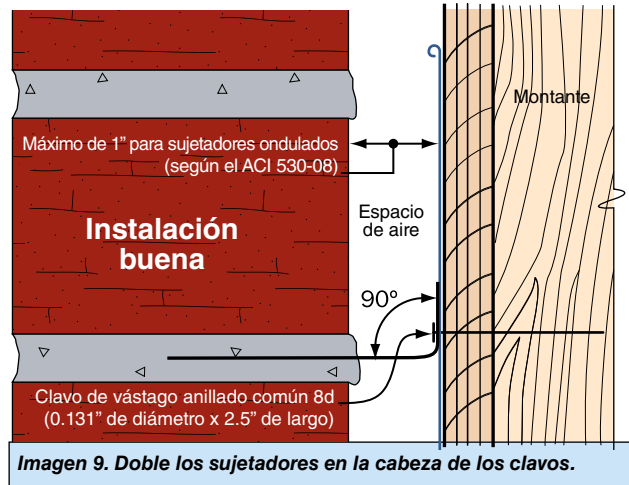


Tabla 1. Separación entre sujetadores del revestimiento de ladrillo

| Velocidad del viento (mph) (Ráfagas pico de 3 segundos) | Presión del viento (psf) | Separación vertical máxima entre sujetadores (en pulgadas) | |
|--|--------------------------|--|-----------------------------------|
| | | Separación de 16" entre montantes | Separación de 24" entre montantes |
| 90 | -19.5 | 24 ^{a,b} | 16 ^a |
| 100 | -24.1 | 24 ^{a,b} | 16 ^a |
| 110 | -29.1 | 20½ ^b | 13½ |
| 120 | -34.7 | 17 | NA ^c |
| 130 | -40.7 | 15 | NA ^c |
| 140 | -47.2 | 13 | NA ^c |
| 150 | -54.2 | 11 | NA ^c |

Notas:

1. La separación entre sujetadores se basa en las cargas de viento derivadas del Método 1 del ASCE 7-05 para el área de las esquinas en edificios de hasta 30' de altura, ubicados en Exposición B con un factor de importancia (I) de 1.0 y ninguna influencia topográfica. Para otras alturas, exposiciones o factores de importancia, se recomiendan diseños de ingeniería.
2. La separación es para sujetadores comunes de vástago anillado 8d de 2½" (0.131" diámetro) de largo incrustados 2" en el armazón. La fuerza del sujetador es para el armazón de pared con una gravedad específica de G=0.55 que contenga menos humedad que el 19 por ciento y los siguientes factores de ajuste, C_t=0.8; and C_D, C_M, C_{eg}, and C_{in}=1.0. Resistencia a la retracción factorizada (*factored withdrawal strength*) W'=65.6#.
3. La tabla de separación entre sujetadores del revestimiento de ladrillo se basa únicamente en las cargas de los sujetadores y no toma en consideración lo adecuado del armazón de pared, revestimiento de pared y otros elementos del edificio para resistir las presiones del viento y controlar las desviaciones en eventos de vientos fuertes. Antes de reparar el revestimiento de ladrillo defectuoso, un ingeniero debe inspeccionar si el armazón de pared, el revestimiento de pared y las conexiones son adecuados.
 - a. La separación máxima permitida por el ACI 530-08.
 - b. En lugares donde hayan adoptado la edición de 2006 del IBC/IRC, la separación máxima permitida por el ACI 530-05 es de 18".
 - c. La separación de montantes de 24" sobrepasa la separación máxima horizontal entre sujetadores, según el ACI 530-08, recomendado para velocidades del viento que sobrepasen las 110 mph.

Recursos adicionales

Asociación de la Industria del Ladrillo (BIA). (<http://www.gobrick.com>)

- Anotaciones Técnicas 28 – Anclaje de revestimiento de ladrillos, Construcción de armazón en madera
- Anotaciones Técnicas 28B – Muros de revestimientos de ladrillo/tabique de acero
- Anotaciones Técnicas 44B – Amarras de Pared

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Hogares



Instalación de puertas y ventanas

Propósito: *Proporcionar conceptos de detalles de tapajuntas para aberturas de ventanas y puertas que:*

- *brinden la resistencia adecuada contra la entrada de agua en ambientes costeros,*
- *no dependan solamente de selladores,*
- *sean integrales con barreras climáticas secundarias (p. ej., membrana hidrófuga o papel de construcción – vea la Hoja informativa Núm. 5.1); y*
- *estén adheridas adecuadamente a la pared.*

Asuntos claves

La entrada de agua alrededor de las aberturas de puertas y ventanas puede causar pudrición por hongos y corrosión en los sujetadores que debilitarían el marco de la ventana o puerta o la pared misma, y podrían ocasionar daños por agua a terminaciones interiores, crecimiento de moho y daños previsible a la estructura durante tormentas costeras. La secuencia adecuada de tapajuntas se debe coordinar como una o más responsabilidades que a veces se dividen entre distintas actividades de oficios (p. ej., instalación de barreras climáticas, ventanas y revestimiento exterior).

Para combatir la entrada de lluvia impulsada por el viento y las presiones altas del viento, los marcos de las puertas y ventanas deben estar fijados adecuadamente a las paredes y debidamente integrados al sistema de barreras contra la humedad en la pared. (Vea la Hoja informativa Núm. 1.9).

ASTM E 2112

Se ofrece información detallada sobre la instalación de puertas y ventanas en el estándar ASTM E2112 de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM, por sus siglas en inglés), una guía abarcadora de instalación con el fin de adiestrar a instructores, que a su vez adiestrarán a los mecánicos que se dedican a realizar este tipo de instalación. Este estándar se concentra en los procedimientos de detalles e instalación para reducir al máximo las filtraciones de agua.

Este estándar incluye una variedad de detalles de puertas y ventanas. El diseñador debe seleccionar los detalles que se consideran adecuados y modificarlos si fuera necesario para cumplir con las condiciones del tiempo local. Además, el instalador debe llevar a cabo los detalles señalados, según lo especifica el estándar o según fueron modificados por el diseñador.

La sección 1.5 expone que si surgiera algún conflicto de las instrucciones del fabricante con el ASTM E2112, siempre prevalecerán las instrucciones del fabricante. Sin embargo, debido a que las instrucciones del fabricante podrían ser inferiores a la guía provista en el estándar, cualquier conflicto que surja entre los requisitos del fabricante y el estándar o los documentos del contrato se debe aclarar y resolver entre el fabricante, el diseñador y el constructor.

Consideraciones específicas

Tapajuntas de charola: Las ventanas que no tengan bridas de clavos ni puertas se instalan típicamente sobre un tapajuntas de charola (vea la Imagen 1). La Sección 5.16 del ASTM E2112 cubre el tema de los tapajuntas de charola y hace referencia al Anexo 3 para alturas mínimas del dique del extremo y el extremo posterior. El Anexo 3 muestra la altura máxima de 2 pulgadas del dique del extremo, que es demasiado baja para áreas propensas a vientos muy fuertes (p. ej., vientos de 110 mph o más). Cuando la velocidad del viento sobrepase las 110 mph, el dique del extremo deberá ser de 3 a 4 pulgadas de altura (cuanto más alta la velocidad del viento, más alto debe ser el dique). (Nota: El Anexo 3 indica que: “las lluvias y los vientos fuertes no suelen ser simultáneos”. Sin embargo, esto no es cierto para las tormentas costeras, en las que grandes cantidades de lluvia a menudo acompañan los vientos muy fuertes).

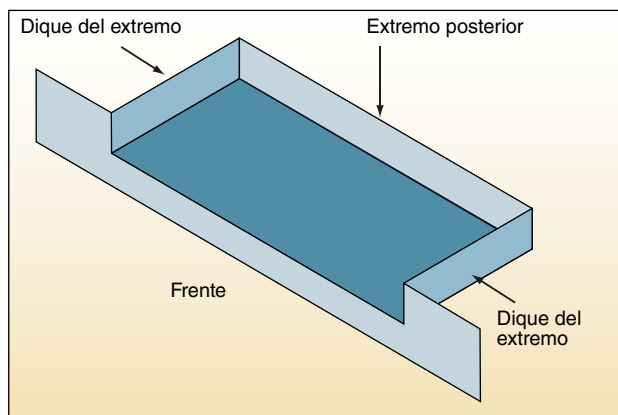


Imagen 1. Tapajuntas de charola



Aunque no se discute en el ASTM E2112, para las instalaciones que requieran una unión de sellador expuesta, se recomienda instalar un tapón removible (vea la Imagen 2) para proteger el sellador de las inclemencias del tiempo y reducir el embate de la lluvia impulsada por el viento.

Sistemas de acabado de aislamiento de exterior (EIFS, por sus siglas en inglés): Aunque el ASTM E2112 no cubre el tema, al instalar puertas o ventanas luego de ensambladas en un sistema de pared de EIFS, deberá aplicarse el sellador que va entre el marco de la ventana o pared y el EIFS a la capa base del EIFS. Luego de aplicar el sellador, se aplica la capa final. (Esa última capa es algo porosa; si se le aplica sellador, el agua puede migrar entre la capa base y la capa final y escaparse a través del sellador).

Anclaje del marco: Los marcos de las ventanas y las puertas deben estar anclados a la pared con la cantidad y el tipo de sujetadores especificados por el diseñador.

Tormenteras: Si se instalan tormenteras, deben estar ancladas a la pared, en vez de al marco de la puerta o ventana (vea la Imagen 3).

Impermeabilización: El E2112 no cubre el tema de la impermeabilización, pero es necesaria para prevenir la entrada del agua impulsada por el viento. Existe una gran variedad de productos de impermeabilización, según se muestra en las Imágenes 4 a la 9.

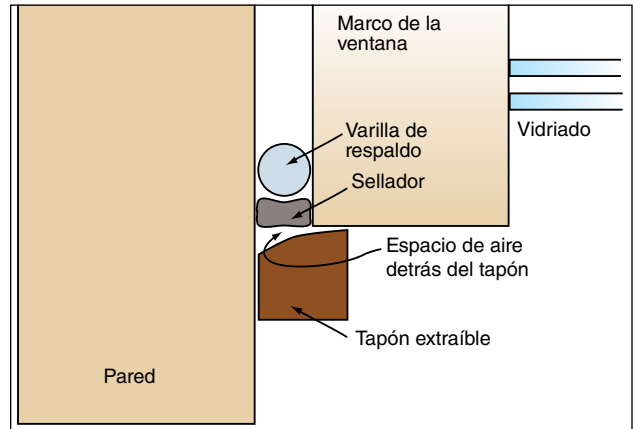


Imagen 2. Protección del sellador con tapón.

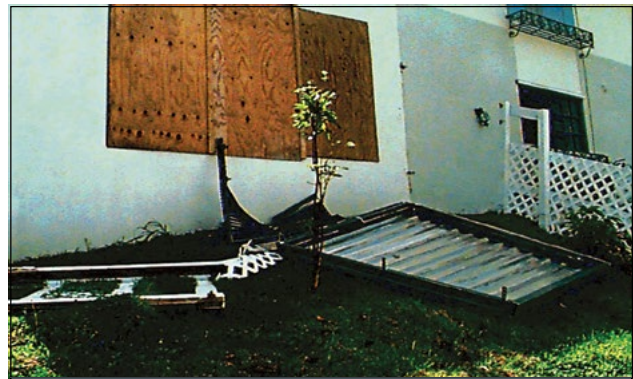


Imagen 3. El Huracán Georges en Puerto Rico. La ventana que está en el suelo estuvo protegida con tormenteras. Sin embargo, la tormenta estaba fijada al marco de la ventana. Los sujetadores del marco de la ventana estaban sobrecargados y falló todo el ensamblaje. Un método más confiable de instalación es fijar la tormenta directamente al armazón de la pared.

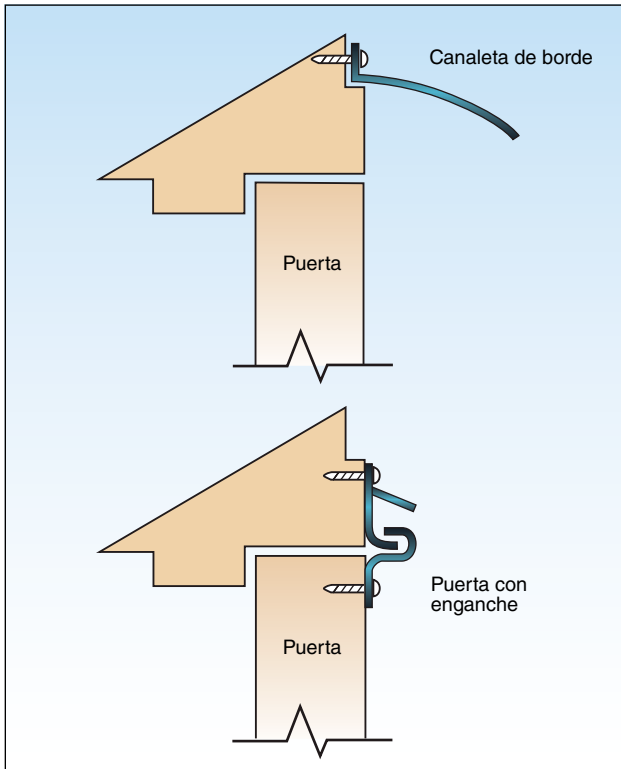


Imagen 4. Canaleta del borde superior de la puerta con enganche en la parte superior.

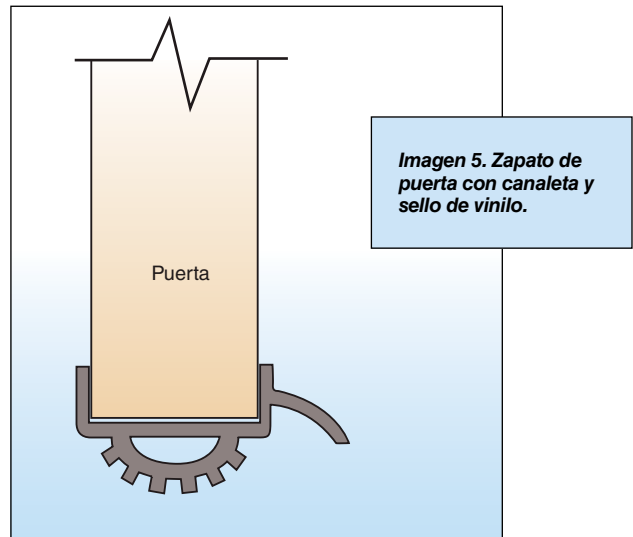
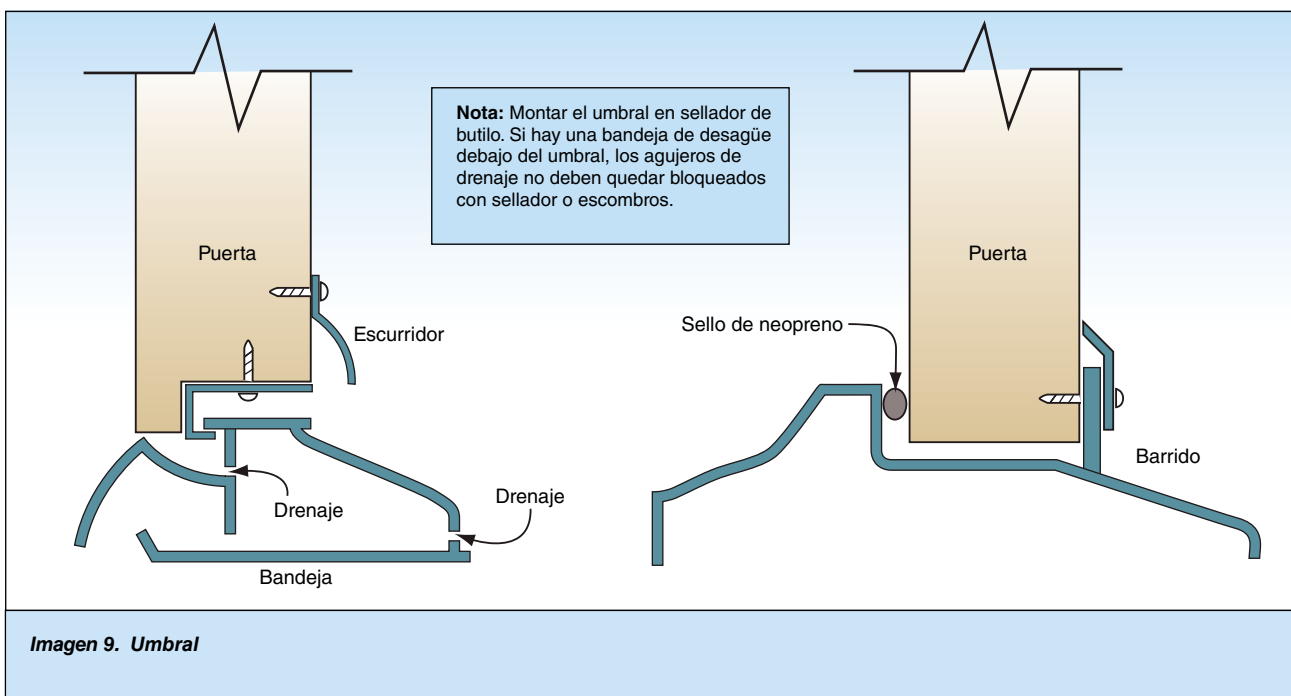
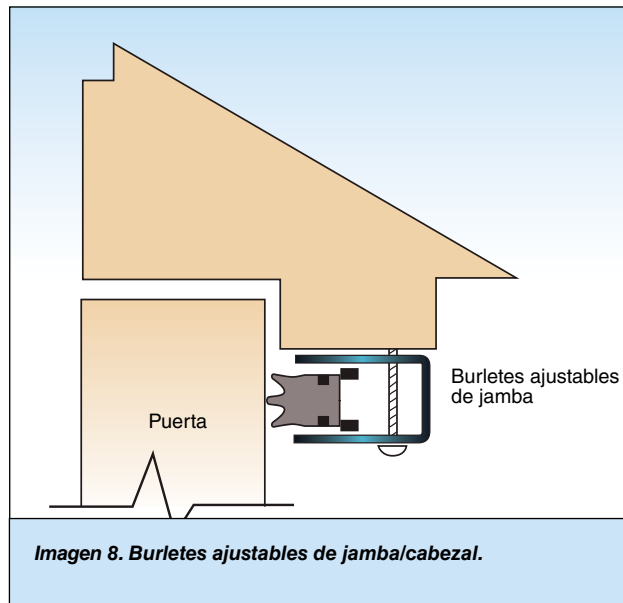
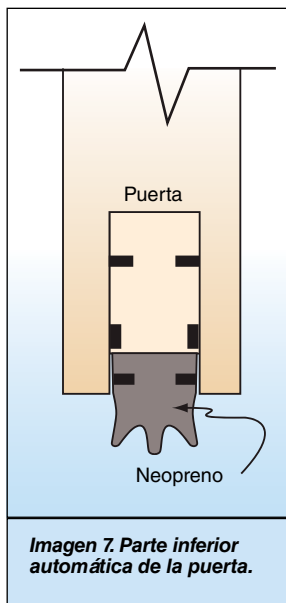
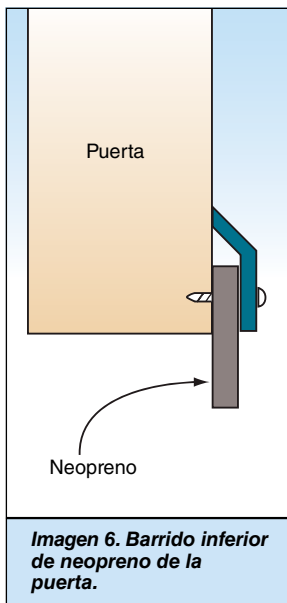


Imagen 5. Zapato de puerta con canaleta y sello de vinilo.



Recursos adicionales

Sociedad Americana para Pruebas y Materiales. ASTM E2112, Práctica estándar para instalar ventanas, puertas y tragaluces exteriores, (Standard Practice for Installation of Exterior Windows, Doors and Skylights). (www.astm.org)

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas



Protección de aberturas: Tormenteras y vidriado

Propósito: Ofrecer información general sobre la selección e instalación de tormenteras y vidriado a prueba de impacto y otros tipos de protección para aberturas en regiones de escombros arrastrados por el viento.

Requisitos para aberturas en códigos y estándares

¿Qué son “regiones propensas a huracanes” y “escombros arrastrados por el viento”?

Según al Código de Construcción Internacional (IBC, por sus siglas en inglés) de 2009 y el Código Residencial Internacional (IRC, por sus siglas en inglés) de 2009, las **regiones propensas a huracanes** son regiones vulnerables a huracanes, como:

1. Las costas de EE. UU. del Océano Atlántico y el Golfo de México, donde la velocidad básica del viento es mayor que 90 millas por hora (mph)¹ (40 m/s).
2. Hawaii, Puerto Rico, Guam, las Islas Vírgenes de EE. UU., y Samoa Americana.

Las **regiones de escombros arrastrados por el viento** se definen como áreas localizadas en regiones propensas a huracanes, a menos de 1 milla (1.61 km) de la línea de marea alta costera promedio en donde la velocidad básica del viento es 110 mph (48 m/s)¹ o mayor; o partes de las regiones propensas a huracanes donde la velocidad básica del viento es 120 mph (53 m/s)¹ o mayor; o Hawaii.

Las secciones 1609.1.2 y R301.2.1.2 de las ediciones de 2009 del IBC y el IRC, respectivamente, abordan el tema de protección de las aberturas. Estas secciones indican que, en regiones donde los escombros son arrastrados por el viento, el vidriado en los edificios deberá ser resistente a impactos o protegido con una cubierta resistente a impactos que cumpla con los estándares aprobados de resistencia a impacto o los estándares de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM, por sus siglas en inglés) ASTM E1996 y ASTM E1886. Los paneles estructurales de madera podrían ser una alternativa de protección siempre que cumplan con los códigos de construcción locales. La instalación de paneles debe según la Tabla 1609.1.2 (IBC) y la Tabla R301.2.1.2 (IRC) e instalarse en el edificio usando herraje de fijación y anclaje anticorrosivos ya instalados en el edificio permanentemente. Conforme a las disposiciones del IBC, se permiten los paneles estructurales de madera para edificios del Grupo R-3 y R-4 con una altura de techo promedio de 45 pies (13,716 mm) o menos donde las velocidades del viento no sobrepasen las 140 mph (63



Imagen 1. Los paneles estructurales de madera instalados conforme a los requisitos del código de construcción son una manera económica de protección, pero deben estar fijadas adecuadamente para que no se conviertan en escombros arrastrados por el viento.

m/s). Conforme a las disposiciones del IRC, se permite el uso de paneles estructurales de madera en edificios con una altura de techo promedio de 33 pies (10,058 mm) o menos, donde la velocidad del viento no sobrepase las 130 mph² (58 m/s). La Imagen 1 ilustra la utilización de paneles estructurales de madera para proteger aberturas.

El ASCE/SEI 7-05 también aborda el tema de protección de aberturas vidriadas en la Sección 6.5.9.3: “El vidriado en edificios ubicados en regiones con escombros arrastrados por el viento deberán estar protegidos por un sistema contra impactos o vidriado a prueba de impactos, conforme a los requisitos especificados en el ASTM E1886 y el ASTM E1996 u otros métodos de pruebas y criterios de rendimiento. Los niveles de resistencia a impactos deberán ser una función de niveles de misil y zonas de viento especificadas en el ASTM E1886 y el ASTM E1996”. La Sección 6.5.9.3 menciona las excepciones a estas disposiciones.

¹ La velocidad del viento, según el ASCE 7-05 – para poder recalcular esto conforme al estándar de ASCE 7-10 divida la velocidad del viento adecuada para el ASCE 7-05 por 0.6^{0.5}



Anclaje

El ensamblaje de puertas y ventanas debe ser lo suficientemente fuerte como para resistir las presiones del viento que actúan sobre los mismos y estar sujetos lo suficientemente bien como para transferir esas presiones del viento a la pared adyacente. Las fallas por presión de puertas y ventanas pueden permitir que el vidrio se fracture o que fallen los marcos o soportes del vidrio. Estos fallos en el anclaje pueden permitir que unidades enteras de puertas o ventanas sean arrancadas de las paredes. Cualquiera de estos fallos resultará en el fallo de la envoltura del edificio y permitirá la entrada de viento y de la lluvia al edificio.

Tormenteras

¿Por qué son necesarias las tormenteras?

Si el vidrio no es resistente a los escombros arrastrados por el viento, las tormenteras entonces son un elemento importante para que los hogares sean a prueba de tormentas. Las tormenteras protegen las puertas y ventanas de cristal contra los escombros arrastrados por el viento, lo que sucede con frecuencia durante los huracanes. Mantener la envoltura del edificio intacta (p. ej., sin que se rompan las puertas ni ventanas) es fundamental para la integridad del hogar. Si se compromete la envoltura, la presurización repentina del interior podría resultar en daños estructurales o no estructurales significativos (p. ej., la pérdida del techo) y causará daños significativos al interior y al contenido a causa de la lluvia impulsada por el viento. Añadir tormenteras no eliminará la probabilidad de que la lluvia impulsada por el viento entre al edificio, sino que aportará a la resistencia del edificio contra la misma.



Imagen 2. Panel de tormentera de metal. La tormentera está instalada en rieles fijados permanentemente arriba y debajo del marco de la ventana. La tormentera está colocada en el riel y asegurada con tuercas de mariposa a los montantes montados sobre el riel. Este tipo de tormentera es efectivo y se instala fácilmente mientras el sistema de tuercas de mariposa y montantes ofrece un método seguro de anclaje. Los diseños del riel que cuentan con montantes montados permanentemente para las tuercas han demostrado ser más confiables que los diseños de rieles que usan montantes que se deslizan por el riel.

Nota: Cuando las tormenteras, pantallas u otros sistemas de panel proporcionan la protección del vidrio, el vidrio y el marco del vidrio deben estar diseñados y construidos para resistir todas las cargas del diseño (p. ej., no presuma que la tormentera reducirá la presión del viento en el vidrio). Cabe señalar que se debe suponer que la tormentera no reducirá significativamente la exigencia de la lluvia impulsada por el viento sobre el ensamblaje del vidrio.

¿Dónde se requiere y se recomienda instalar tormenteras?

Los códigos de construcción modelo, que incorporan las disposiciones sobre viento del ASCE 7 (edición de 1998 o más reciente), requieren que los edificios ubicados en **regiones con escombros arrastrados por el viento** (vea la Imagen 5 de esta hoja informativa), o (1) estén equipados con tormenteras o vidrio a prueba de impactos y diseñados como estructuras cerradas, o (2) estén diseñados como estructuras cerradas parcialmente (como si las puertas y ventanas estuvieran rotas). Sin embargo, se debe subrayar que la opción de diseñar un edificio de Categoría de Riesgo II (que se define en el ASCE 7-10) como si fuera una estructura cerrada parcialmente no aparece en el ASCE 7-10, y ahora requiere que todas las estructuras de Categoría de Riesgo II en regiones donde podría haber escombros arrastrados por el viento estén diseñadas para que incluyan un vidrio a prueba de impactos o que estén equipadas con un sistema de tormenteras. Además, se recomienda considerar seriamente proteger las aberturas en todas las áreas propensas a huracanes donde la velocidad básica del viento sobrepase las 100 mph (velocidad de ráfagas de 3 segundos), aun cuando los códigos de construcción del IBC o el IRC no lo requieran así. Los diseñadores deberían verificar con la jurisdicción pertinente para determinar si los requisitos estatales o locales para proteger las aberturas sobrepasan esos códigos modelo.



AVISO: Puede que una tormentera parezca capaz de resistir el impacto de misiles arrastrados por el viento; pero, a menos que se hayan puesto a prueba, se desconoce esta resistencia.

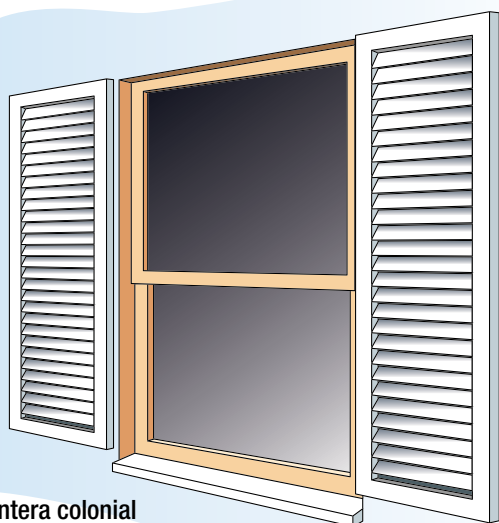
¿Qué tipos de tormenteras hay disponibles?

Existe una gran variedad de tormenteras disponible, desde las muy costosas que operan con motor, las que se enrollan, hasta los paneles estructurales de madera que son provisionales y menos costosos. Los diseñadores pueden usar de referencia el Condado de Miami-Dade, Florida, que ha establecido un mecanismo para la aprobación de productos para tormenteras y otros materiales de construcción con el fin de garantizar que están clasificados por cargas específicas de viento y por escombros arrastrados por el viento (vea la sección de “Recursos adicionales”). Las Imágenes 3 y 4 ilustran algunos de los estilos de tormenteras disponibles.

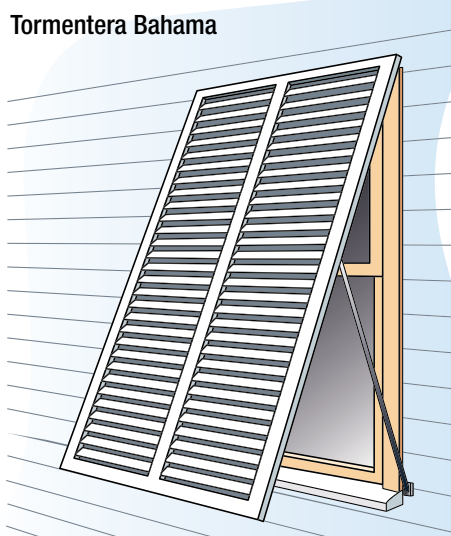
Nota: Muchas viviendas costeras tienen ventanas grandes y con formas inusuales, las cuales requieren persianas caras y hechas de encargo. Alternativamente, tales ventanas se pueden fabricar con vidrio laminado (resistente al impacto).

Estilos de tormenteras

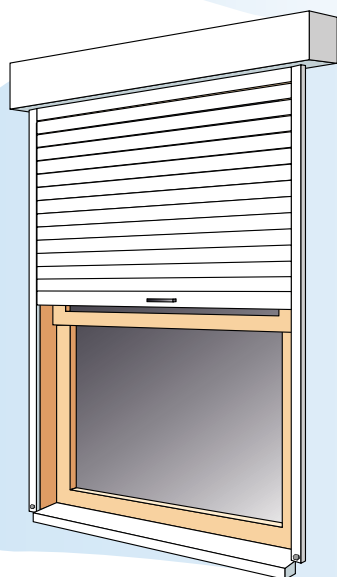
Los estilos de tormenteras incluyen: colonial, Bahama, enrollables y acordeón.



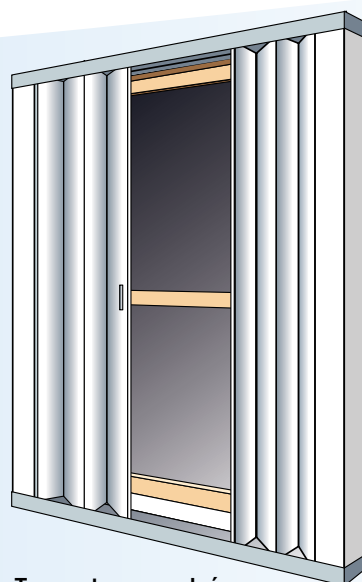
Tormentera colonial



Tormentera Bahama

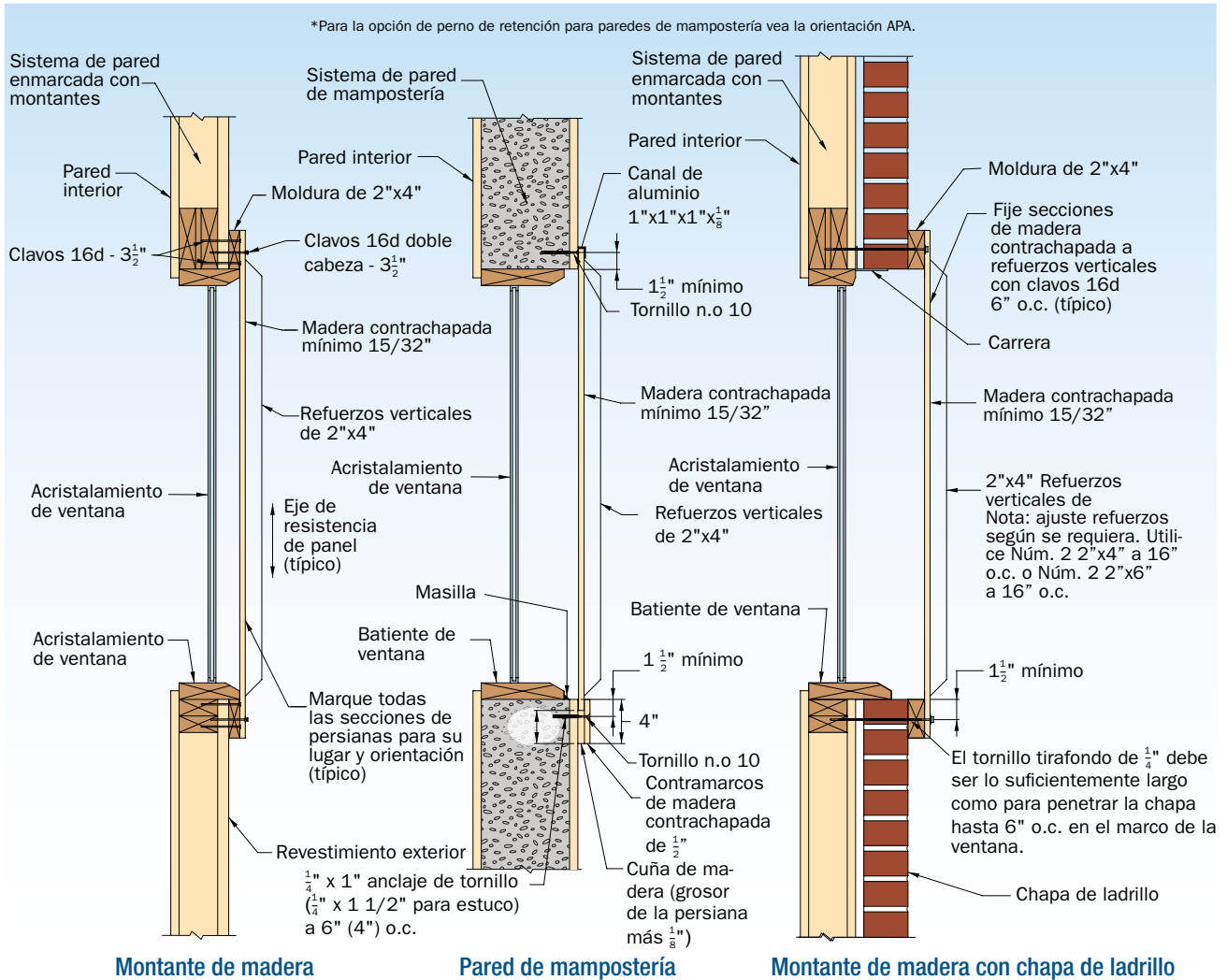


Tormentera enrollable



Tormentera acordeón

Imagen 3. Las tormenteras coloniales, de estilo Bahama, enrollables y de acordeón.



Veas las Directrices APA para obtener detalles adicionales y especificaciones sobre clavos.
Solo para uso en estructuras residenciales con una altura media de techo de 45 pies o menos.

Imagen 4. Métodos comunes para fijar una persiana de madera contrachapada a paredes de armazón y de mampostería.
(Para obtener el diseño existente de la persiana, refiérase a los diagramas o vea la APA, Asociación de Ingeniería de la Madera para construir persianas de madera contrachapada).

Ventajas de costo por tipo de persiana

| Tipo de persiana | Costo | Ventajas | Desventajas |
|----------------------------------|------------|---|---|
| Paneles estructurales de madera | Bajo | Económico | Deben instalarse y desmontarse cada vez que se necesiten; deben estar adecuadamente fijados para prevenir que se vuelen con el viento; difíciles de instalar en los niveles más altos; se requiere espacio de almacenamiento. |
| Paneles de metal o policarbonato | Bajo/Medio | Instalación fácil en niveles más bajos | Deben instalarse y desmontarse cada vez que se necesiten; difíciles de instalar en los niveles más altos; se requiere espacio de almacenamiento. |
| Acordeón, cierre manual | Medio/Alto | Siempre en su lugar; listos para cerrarse | Siempre en su lugar; listos para cerrarse. Deben cerrarse manualmente desde afuera; difícil de obtener acceso en los niveles más altos. |
| Permanentes; motorizados | Alto | Fáciles de abrir y cerrar desde adentro | Caros. (Es importante hallar una persiana motorizada que permita que la persiana se suba manualmente para permitir la ventilación del interior después de la tormenta y antes de la restauración de la corriente eléctrica). |

¿Hay requisitos especiales para tormenteras en áreas costeras?

Al instalar cualquier tipo de tormentera, siga cuidadosamente las instrucciones y directrices del fabricante. Asegúrese de fijar las tormenteras a las piezas del armazón estructuralmente adecuadas (vea los detalles de las tormenteras en las Imágenes 3 y 4 de esta hoja informativa). Evite fijar las tormenteras a los marcos de las ventanas o a la parte frontal del revestimiento de ladrillo. Al instalar tormenteras, use siempre herraje a prueba de corrosión. La Imagen 5 es el mapa básico de viento del ASCE 7-05 para la costa este de los Estados Unidos. Vea la primera página de esta hoja informativa para la delimitación de las áreas donde se requiere proteger puertas y ventanas.



AVISO: Conforme a la Asociación Internacional de Láminas para Ventanas, “Cabe recalcar que poner a prueba las ventanas comerciales no implica que las ventanas residenciales tendrán un buen rendimiento”. Si bien las láminas aplicadas a ventanas después de su fabricación pueden ofrecer más protección que las ventanas que no las tienen, en las ventanas residenciales no representa un sustituto para las tormenteras o los cristales a prueba de impactos.

- Regiones propensas a huracanes
- Se recomiendan tormenteras o vidriado a prueba de impacto
- Se requieren tormenteras o vidriado a prueba de impacto en regiones con escombros arrastrados por el viento

Mph (m/s) velocidad de ráfagas de 3 segundos

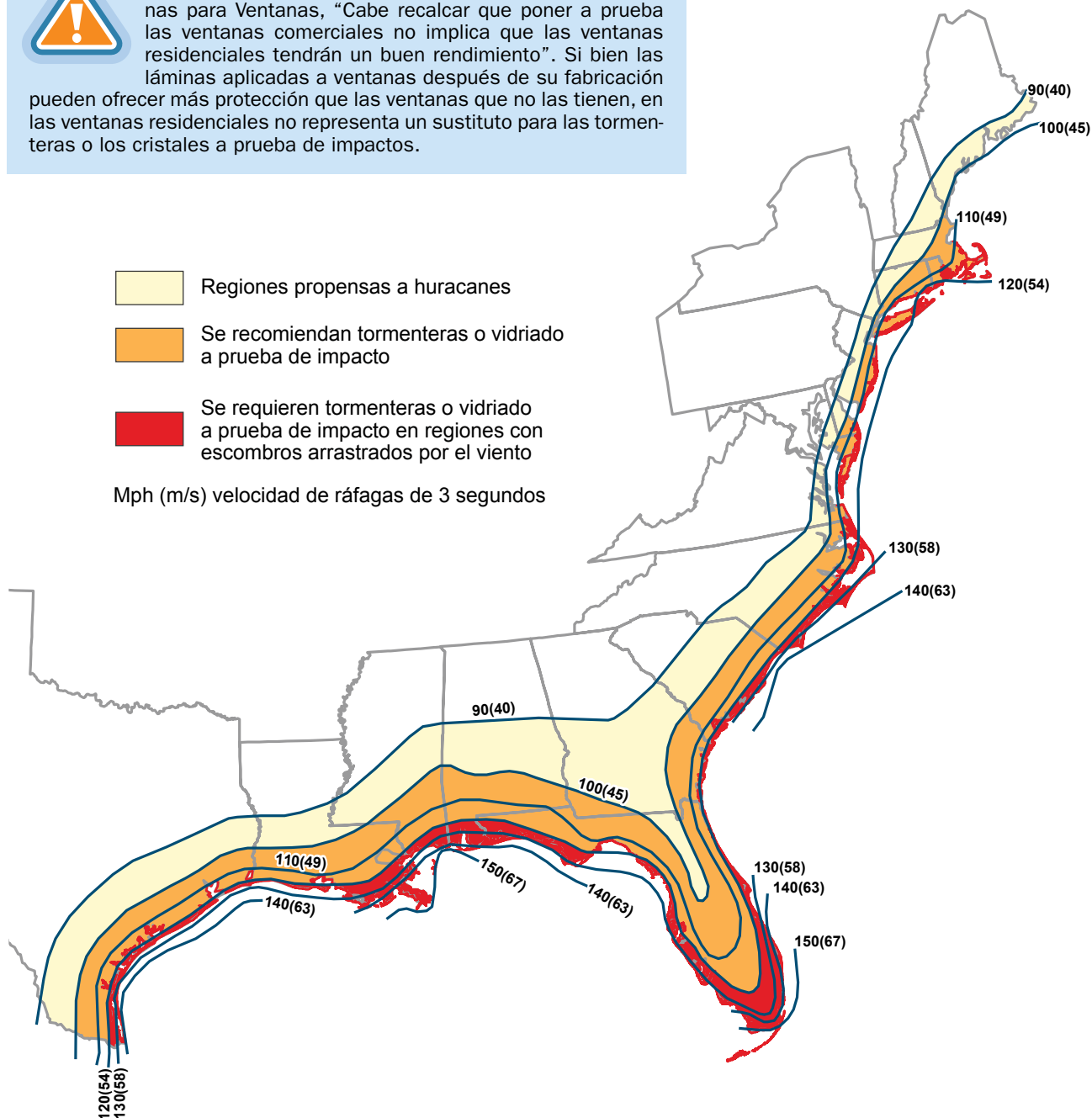


Imagen 5. Ilustración del ASCE 7-05 de los contornos de la velocidad del viento y la región de escombros arrastrados por el viento. La Imagen 6.1 muestra la carga de viento del diseño.

Vidriado a prueba de escombros arrastrados por el viento

Los sistemas de vidrio laminado normalmente consisten en ensamblajes fabricados con dos (o más) paneles de cristal y una capa interior de lámina de butiral de polivinilo (o su equivalente) aplicada al ensamblaje del vidrioado. Durante las pruebas de impacto, el cristal laminado en el sistema puede fracturarse, pero la capa interior debe permanecer intacta para evitar que el agua y el viento entren al edificio. Estos sistemas también pueden aumentar la eficiencia energética del edificio sobre el vidrioado estándar.

Los sistemas de policarbonato consisten mayormente en resinas plásticas moldeadas en forma de láminas, lo que ofrece paneles livianos de vidrioado transparente con cualidades a prueba de gran impacto. La fuerza de las láminas de policarbonato es mucho mayor que las de cristal no laminado (p. ej., más de 220 veces más fuertes) o láminas o paneles de acrílico (p. ej., 30 veces más fuertes).

Puertas de garaje

Las puertas de garaje muchas veces representan aberturas grandes sin reforzar. Muy frecuentemente los eventos de vientos fuertes las pueden dañar y esto podría ocasionar que un edificio quede presurizado si fallan. Las puertas de garaje deben cumplir con los requisitos de velocidad del viento correspondientes al área o estar reforzadas para resistir la velocidad del viento del diseño. Sin embargo, la viabilidad de un refuerzo depende del estilo, los años que lleva instalada la puerta y es posible que no ofrezca el mismo nivel de protección que un sistema de puertas nuevo.

Las ediciones del IBC y el IRC de 2009 mencionan el vidrioado de las puertas de garaje en las secciones 1609.1.2.2 y el R301.2.1.2, respectivamente. Cualquier protección hecha a puertas de garaje con vidrioado contra escombros arrastrados por el viento deberá cumplir con los requisitos de un estándar aprobado a prueba de impacto o el ANSI/DASMA 115-2005.

Si bien algunos fabricantes presentan la clasificación de velocidad y exposición al viento en sus productos, las etiquetas de muchas puertas de garaje no especifican la velocidad ni la presión del viento que pueden resistir. Aunque no es requisito incluirlo en la etiqueta del producto, el ANSI/DASMA 108 sí requiere que la presión positiva y negativa utilizada en las pruebas se registre en el Formulario de Informe de Pruebas del ANSI/DASMA 108. Si la etiqueta de la puerta no indica la clasificación de presión positiva y negativa, consulte el Formulario del Informe de Pruebas para verificar que sea una puerta de garaje apropiada para el área.

Recursos adicionales

Sociedad de Ingenieros Civiles de Estados Unidos. *Cargas de Diseño Mínimas para Edificios y Otras Estructuras*, ASCE/SEI 7-10. (American Society of Civil Engineers. *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*) (<http://www.asce.org>)

La Asociación de Ingeniería de la Madera (APA). *Juego de persianas para huracanes 5 de 5*. Diseños de persianas para huracanes para edificios de armazón y mampostería. (The Engineered Wood Association (APA). *Hurricane Shutter Designs Set 5 of 5*. Hurricane shutter designs for woodframe and masonry buildings.) (<http://www.apawood.org>)

Consejo Internacional de Códigos. *Código Internacional de Construcción*. (International Code Council. *International Building Code*). 2009. (<http://www.iccsafe.org>)

Consejo Internacional de Códigos. *Código Residencial Internacional*. (International Code Council. *International Residential Code*). 2009. (<http://www.iccsafe.org>)

Información sobre pruebas de producto y el proceso de aprobación para el Condado de Miami-Dade, Florida (Information about product testing and approval process for Miami-Dade County, Florida), disponible en <http://www.miamidade.gov/buildingcode/product-control.asp>

Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials):

ASTM E1886, *Rendimiento de ventanas exteriores, muros de cortina, puertas y persianas para tormentas impactados por misil(es) y expuestos a diferenciales de presión cíclicos*. (Performance of Exterior Windows, Curtain Walls, Doors, and Storm Shutters Impacted by Missile(s) and Exposed to Cyclic Pressure Differentials).

ASTM E1996, *Especificación estándar para el rendimiento de ventanas exteriores, muros de cortina, puertas y sistemas de protección contra impactos impactados por escombros transportados por el viento en huracanes* (Standard Specification for Performance of Exterior Windows, Curtain Walls, Doors and Impact Protective Systems Impacted by Windborne Debris in Hurricane).

ASTM E2112, *Norma general para la instalación de ventanas, puertas y tragaluzes exteriores* (Standard Practice for Installation of Exterior Windows, Doors and Skylights).

ASTM E330, *Rendimiento estructural de las ventanas, puertas, tragaluzes exteriores y muros de cortina por diferencia de presión estática uniforme de aire*. (Structural Performance of Exterior Windows, Doors, Skylights and Curtain Walls by Uniform Static Air Pressure Difference.) (<http://www.astm.org>)

Asociación de Fabricantes de Puertas y Sistemas de Acceso (Door and Access Systems Manufacturers Association):

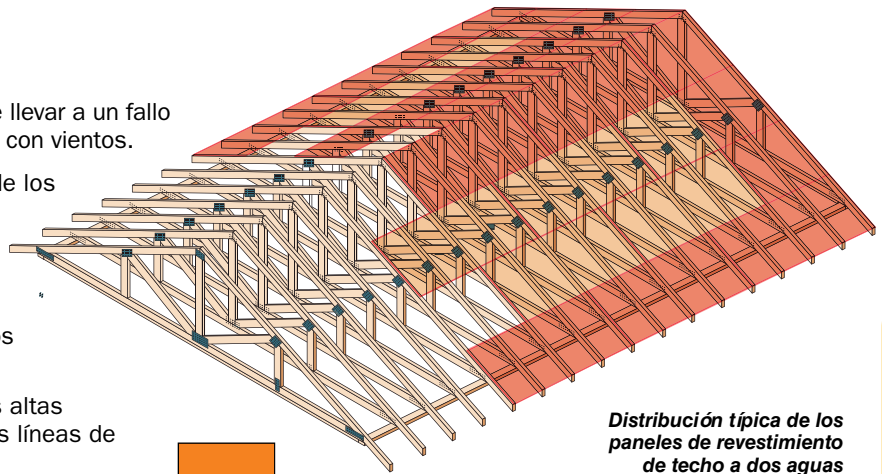
DASMA 108, *Método estándar para pruebas de puertas de garaje seccionales: Determinación de rendimiento estructural bajo diferencia de presión estática uniforme de aire* (Standard Method for Testing Sectional Garage Doors: Determination of Structural Performance Under Uniform Static Air Pressure Difference).

Instalación de revestimiento de techos

Propósito: Ofrecer información sobre la instalación adecuada de revestimiento de techos, recalcar su importancia en la construcción costera, e ilustrar los métodos de anclaje que mejorarán la durabilidad de un edificio en áreas de vientos fuertes.

Asuntos claves

- No usar suficientes sujetadores puede llevar a un fallo total del edificio durante una tormenta con vientos.
- La pérdida del revestimiento es uno de los fallos estructurales más comunes en caso de huracán.
- Los requisitos de tamaño y separación entre sujetadores para la construcción costera normalmente son distintos a los de áreas no costeras.
- Las fuerzas de levante negativas más altas ocurren en las esquinas, los filos y las líneas de la cresta del techo.
- Los sujetadores mejorados, como los clavos de vástago anillado, aumentan la resistencia de levante negativa del revestimiento de techo.



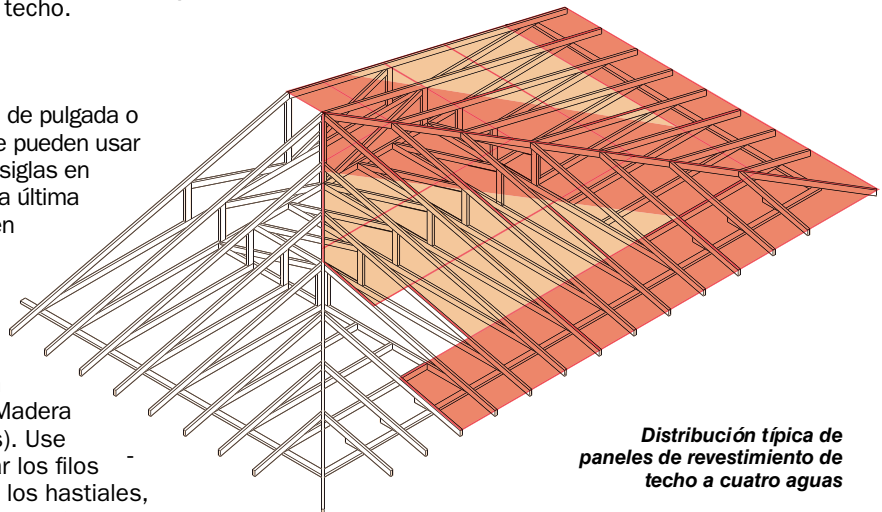
Distribución típica de los paneles de revestimiento de techo a dos aguas

Área más crítica para conectar paneles de revestimiento

TECHOS
7

Tipo de revestimiento

Usualmente, se requieren paneles de 15/32 de pulgada o más gruesos en zonas de vientos fuertes. Se pueden usar paneles de virutas orientadas (OSB, por sus siglas en inglés) o madera contrachapada, aunque esta última proporcionará más resistencia a la tracción en los clavos. Use paneles clasificados como "Exposición 1" o mejores.



Distribución típica de paneles de revestimiento de techo a cuatro aguas

Distribución del revestimiento

Instale los paneles de revestimiento según las recomendaciones de la Asociación de Madera Reconstruida (APA, por sus siglas en inglés). Use paneles de 4 pies de largo o más. Bloquear los filos sin soportes puede ser necesario cerca de los hastiales, las crestas y los aleros (siga los dibujos del diseño). A menos que el fabricante del panel indique lo contrario, deje una separación de 1/8 de pulgada (como el ancho de un clavo común 16d) entre los bordes del panel en caso de que se expanda. El revestimiento estructural por lo general se corta un poco más pequeño de 48 pulgadas por 96 pulgadas para dejar ese espacio de expansión. Busque una etiqueta que diga "Sized for Spacing"). Este espacio permite la deformación de paneles debido a la humedad y los efectos térmicos, que es un problema bastante común.

Selección de sujetadores

Un clavo 8d (2.5 pulgadas de largo) es el más pequeño que se debe usar para sujetar los paneles de revestimiento. Se recomiendan clavos de cabeza redonda para evitar que la cabeza atraviese los paneles. Se requieren clavos de vástago deforme (de anillo o con rosca) cerca de las crestas, los hastiales y los aleros en áreas con velocidades de viento del diseño que sobrepasen las 110 mph (ráfagas de 3 segundos), pero se recomienda usar clavos de vástago deforme en todo el techo. Si se especifica el uso de clavos "comunes" 8d, el diámetro del clavo debe ser por lo menos 0.131



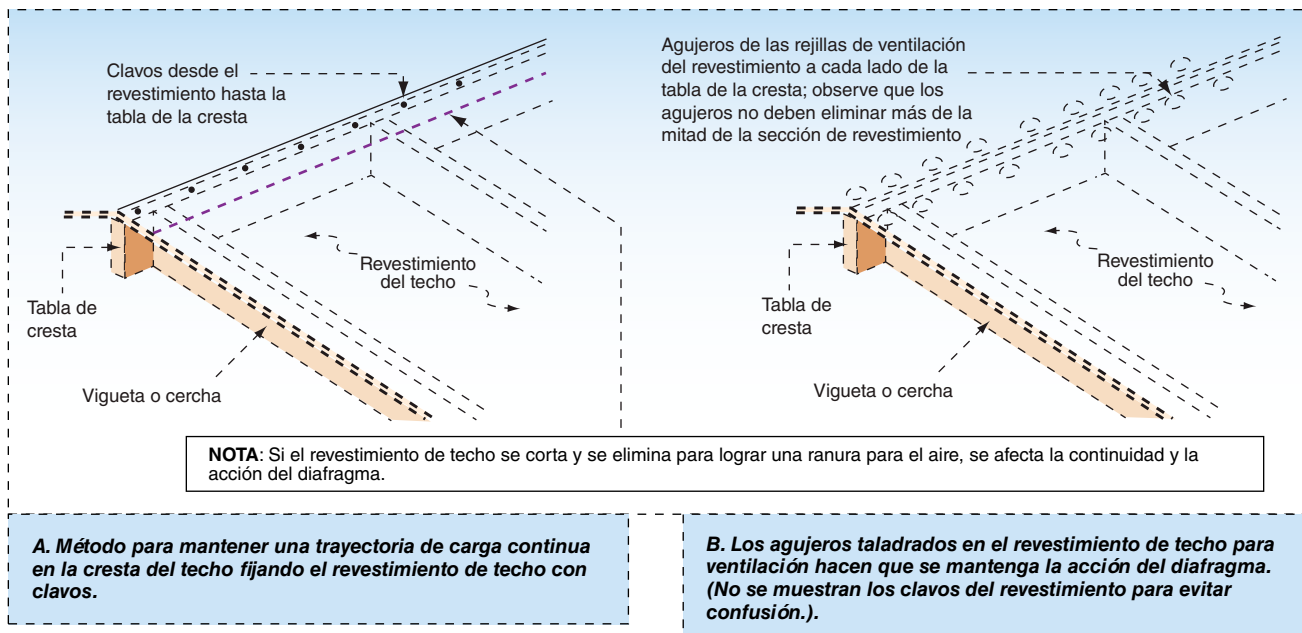
pulgadas (más ancho que los clavos neumáticos 8d regulares). Se permite usar tornillos, para más fuerza de extracción, pero el diseñador del edificio debe especificar el tamaño de los mismos. No se recomiendan usar grapas o ganchos para fijación del revestimiento de techo en áreas de vientos fuertes.

Separación entre sujetadores

Es **extremadamente importante** contar con la separación adecuada entre sujetadores en **todos** los paneles. La pérdida de un solo panel durante una tormenta puede ocasionar el fallo total del edificio. Consulte los dibujos para cerciorarse de cumplir con la separación requerida; puede que haya que reducir la separación en las esquinas, los filos y las crestas. Inspeccione visualmente el trabajo luego de la instalación para garantizar que los sujetadores alcanzan las piezas del armazón. Se puede esperar un esquema de separación más estrecho entre sujetadores en las viviendas construidas en áreas de vientos fuertes. La instalación de sujetadores a menos de 3 pulgadas desde el centro puede dividir las piezas del armazón y reducir significativamente la capacidad de extracción de los sujetadores, a menos que se use armazón nominal de 3 pulgadas y el esquema de clavos sea escalonado.

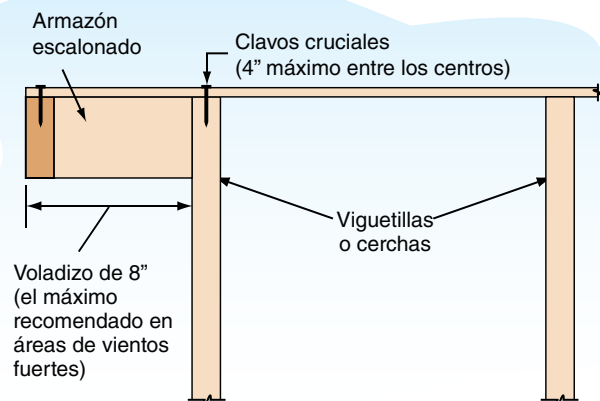
Rejillas de ventilación en crestas

Cuando el revestimiento de techo se usa como diafragma estructural, como suele ser en las áreas de vientos fuertes y de riesgo de terremoto, podría comprometerse la integridad estructural del diafragma a causa de una rejilla de ventilación continua (vea la Imagen A, abajo a la izquierda). Mantenga los clavos de la cresta añadiendo soportes adicionales entre las vigas apartados de la cresta o usando los agujeros de la rejilla de ventilación (vea la Imagen B, abajo a la derecha). Verifique la construcción con un profesional de diseño.



Armazón escalonado en los extremos del hastial

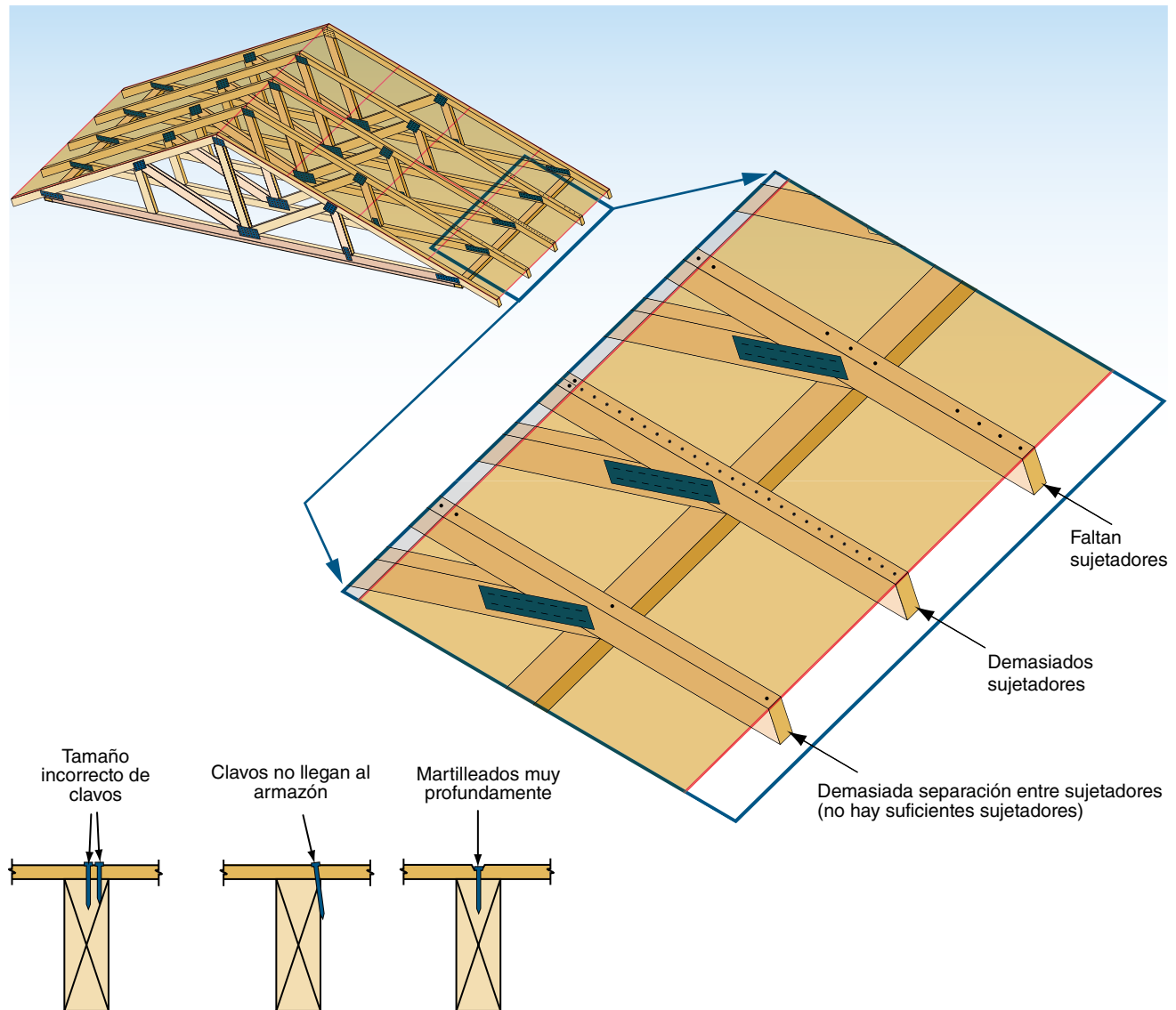
Sea muy cuidadoso al fijar extensiones de armazón escalonado al extremo del hastial. Muchas viviendas han sufrido daños graves a causa de tormentas costeras debido a conexiones inadecuadas entre el revestimiento del techo y las cerchas del hastial. Los sujetadores más importantes se fijan en la pieza del armazón del hastial, no necesariamente en el filo del revestimiento. La precisión con que se clavan es fundamental en esta pieza. Se recomienda dejar menos espacio entre sujetadores (un máximo de 4 pulgadas entre los centros).



Armazón escalonado en los extremos del hastial.

Errores comunes en la fijación del revestimiento

Algunos errores comunes son: usar el tamaño incorrecto de sujetador, no clavar las piezas del armazón al instalar los sujetadores, martillar los clavos con demasiada profundidad, y usar muy pocos o demasiados sujetadores.



Recursos adicionales

Asociación de Madera Reconstituida (Engineered Wood Association), (www.apawood.org)

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas



Capa base para techos con tejas de asfalto

Propósito: Recomendar prácticas para usar la capa base de techos como barrera secundaria reforzada contra el agua en ambientes costeros.

Nota: Las opciones de capa base ilustradas aquí son para techos de tejas de asfalto. Vea la publicación 55 de FEMA, Manual de Construcción Costera, una guía sobre las capas base para otros tipos de techo.

Asuntos claves

- Verifique la fijación adecuada para el revestimiento de techo antes de instalar la capa base.
- Solape y anclaje de la capa base y el tapajuntas del filo del techo.
- Selección del tipo de material para la capa base.

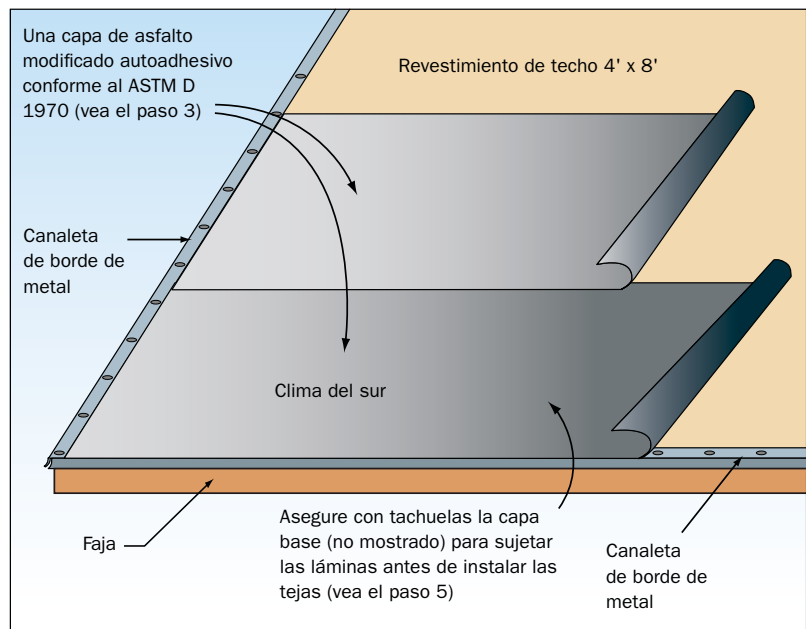
Nota: Esta hoja informativa ofrece las guías generales y las actualizaciones recomendadas para mejorar con la práctica regular. Se aconseja **consultar los requisitos locales de construcción** para el tipo y la instalación de la capa base, en particular si localmente se requieren prácticas específicas de capa base mejorada.

Alternativas de instalación de revestimiento

Las siguientes tres opciones se mencionan en orden de resistencia (de mayor a menor) a la exposición a largo plazo a las inclemencias del tiempo, luego de haber perdido la cobertura del techo. La Opción 1 ofrece la mayor confiabilidad para la exposición a largo plazo; está muy recomendada en áreas densamente pobladas donde la velocidad de viento del diseño es igual o mayor a 120 millas por hora (mph) (con ráfagas pico de 3 segundos).¹ La Opción 3 ofrece protección limitada y se recomienda solo en áreas con una densidad poblacional modesta y una velocidad de viento del diseño de 110 mph o menos (con ráfagas pico de 3 segundos).¹

Secuencia de instalación – Opción 1² (para climas moderados)

1. Antes de instalar la cobertura del techo, pida una inspección de la cubierta para verificar que está fijada con clavos según lo especifican los dibujos.
2. Limpie con una escoba la cubierta antes de instalar los productos autoadhesivos de asfalto modificado. Si el revestimiento consiste en paneles de virutas orientadas (OSB, por sus siglas en inglés), verifique con el fabricante de OSB para determinar si hay que aplicar imprimación antes de instalar estos productos.
3. **En los climas del sur, aplique una sola capa de asfalto modificado autoadhesivo conforme al ASTM D1970 en toda el área del techo.**
4. Selle la lámina autoadhesiva a las perforaciones de la cubierta con cinta adhesiva para techos o cemento para techos de asfalto.



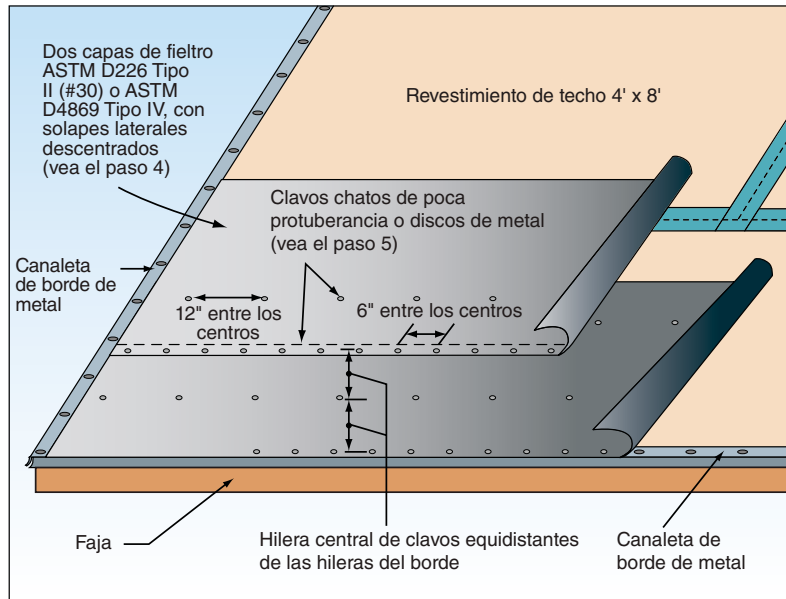
¹ Las velocidades de 110 y 120 mph se basan en el ASCE 7-05. Si usa el ASCE 7-10 de referencia, las velocidades del viento equivalentes son de 139 y 152 mph para los edificios con Categoría de Riesgo II.



5. **Apique una sola capa de fieltro ASTM D226 Tipo I (#15) o ASTM D4869 Tipo II.** Asegure con tachuelas la capa base en su lugar antes de instalar las tejas.
6. **En los climas del norte,** luego del paso 2, instale la cinta adhesiva de asfalto modificado (de 4 pulgadas de ancho, como mínimo) sobre las uniones de revestimiento; selle alrededor de las perforaciones de la cubierta con cinta adhesiva para techo. Aplique la cinta adhesiva con un rodillo.
7. **Aplique una sola capa de fieltro ASTM D226 Tipo II (#30) o ASTM D4869 Tipo IV. Adhiéralo según los pasos 8 y 9. Luego, instale una sola capa de asfalto modificado autoadhesivo, según los pasos 3 y 4, y luego instale las tejas.**
8. Asegure el fieltro con clavos de cabeza chata de poca protuberancia o discos de metal fino fijados con clavos de techo.
9. Instale aproximadamente a 6 pulgadas desde el centro a lo largo de los solapes y a aproximadamente 12 pulgadas desde el centro a lo largo de las dos hileras en el área de la lámina entre los solapes laterales.

Secuencia de instalación – Opción 2²

1. Antes de instalar la cobertura de techo, inspeccione la cubierta para corroborar que está fijada con clavos conforme a los dibujos.
2. Limpie con escoba la cubierta antes de aplicar la cinta adhesiva. Si el revestimiento es de OSB, verifique que el fabricante de OSB para determinar si es necesario aplicar imprimación antes de instalar los productos adhesivos de asfalto modificado.
3. Instale cinta adhesiva de asfalto modificado (4 pulgadas de ancho, como mínimo) sobre las uniones del revestimiento; selle alrededor de las perforaciones de la cubierta con cinta adhesiva para techos. Aplique la cinta adhesiva con un rodillo.
4. **Aplique dos capas de fieltro ASTM D226 Tipo II (#30) o ASTM D4869 Tipo IV con solapes laterales descentrados.**



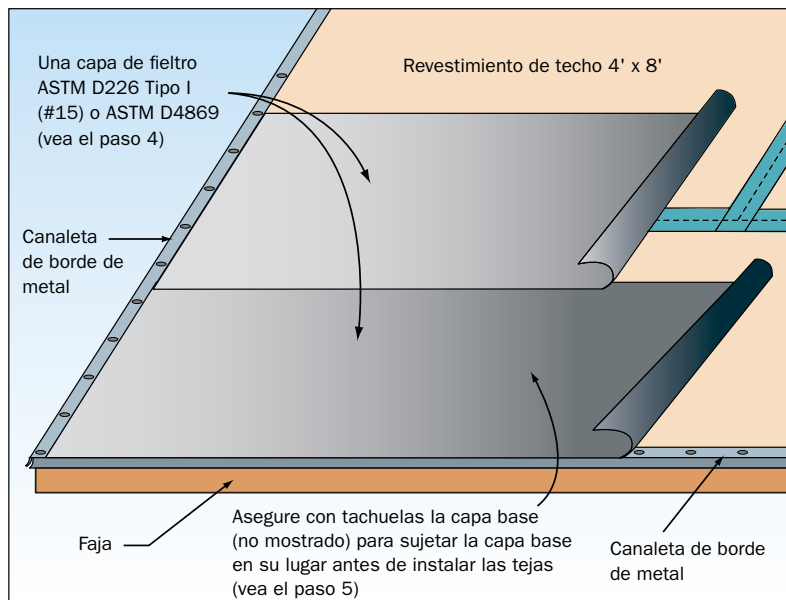
5. Asegure el fieltro con clavos de cabeza chata de poca protuberancia o discos de metal fino fijados con clavos de techo.
6. Instale aproximadamente a 6 pulgadas desde el centro a lo largo de los solapes y a aproximadamente 12 pulgadas desde el centro a lo largo de las dos hileras en el área de la lámina entre los solapes laterales.

Secuencia de instalación – Opción 3^{2,3}

1. Antes de instalar la cobertura del techo, inspeccione la cubierta para corroborar que está fijada con clavos según los dibujos.
2. Limpie con escoba la cubierta antes de aplicar la cinta adhesiva. Si el revestimiento es de OSB, verifique que el fabricante de OSB para determinar si es necesario aplicar imprimación antes de instalar productos adhesivos de asfalto modificado.

2 Si el edificio está a 3,000 pies de distancia o menos de agua salada, se recomienda el uso de sujetadores de acero inoxidable o galvanizados en caliente para la fijación de la capa base.

3 (1) Si la pendiente del techo es menor de 4:12, pegue y selle la cubierta en las perforaciones y siga las recomendaciones del Manual de Techos e Impermeabilización de la Asociación Nacional de Contratistas de Techos (NRCA, por sus siglas en inglés). (2) Con esta opción, la capa base tiene resistencia limitada a ser arrancada por el viento. Los paneles de revestimiento sellados y pegados con cinta adhesiva proporcionan la resistencia a la entrada de agua. Esta opción es para usar donde exista la probabilidad de que las reparaciones provisionales o permanentes se hagan a pocos días de que la cobertura del techo haya sido arrancada por el viento.



3. Instale la cinta adhesiva de asfalto modificado (4 pulgadas de ancho, como mínimo) sobre las uniones del revestimiento; selle alrededor de las perforaciones de la cubierta con cinta adhesiva para techos. Aplique la cinta adhesiva con un rodillo.
4. **Aplique una sola capa de fieltro de ASTM D226 Tipo I (#15) o de ASTM D4869 Tipo II.**
5. Asegure con tachuelas la capa base en su sitio antes de aplicar las tejas.

Notas generales

- Intercale la capa base a través de los valles del techo.
- Haga un solape doble de la capa base a través de las crestas (a menos que haya una rejilla de ventilación continua en la cresta).
- Solape la capa base con una pieza de 6 pulgadas mínimo doblada hacia arriba en las intersecciones con la pared; solape bien la barrera de humedad sobre la capa base doblada hacia arriba.

Recursos adicionales

Asociación Nacional de Contratistas de Instalación de Techos. *Manual de Techos e Impermeabilización de la NRCA*. (National Roofing Contractors Association. *The NRCA Roofing and Waterproofing Manual*). (www.NRCA.net)

Norma ASTM D6135, 2005, "Norma general para la aplicación de la impermeabilización con bitumen autoadhesivo modificado" (ASTM Standard D6135, 2005, "Standard Practice for Application of Self-Adhering Modified Bituminous Waterproofing"), ASTM International, West Conshohocken, PA, 2005, 10.1520/D6135-05. (www.astm.org).

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Hogares



Techos con tejas de asfalto para regiones de vientos fuertes

Propósito: Recomendar prácticas para instalar tejas de asfalto que mejorarán la resistencia a vientos fuertes en regiones costeras.

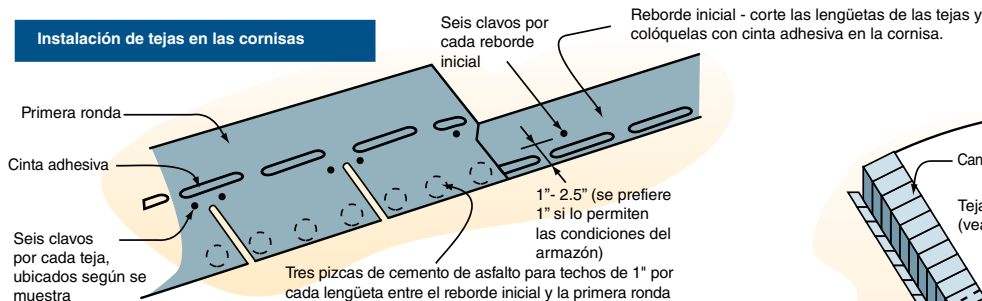
Asuntos claves

- Se recomiendan métodos especiales de instalación para tejas de asfalto en regiones costeras, con vientos fuertes (p. ej., que sobrepasen ráfagas de 90 millas por hora (mph) de velocidad de viento del diseño).
- Use la clasificación de resistencia al viento para escoger las tejas, pero no dependa solamente de la clasificación para el rendimiento que busca.
- Consulte el código local de construcción para conocer los requisitos específicos de instalación, que pueden variar a nivel local.
- Use siempre una capa base. La Hoja Informativa Núm. 7.2 incluye las técnicas de instalación en áreas costeras.
- Preste particular atención al tapajuntas de techo a pared y siga las técnicas mejoradas de tapajuntas (vea la Hoja Informativa Núm. 5.2).

Guía de construcción

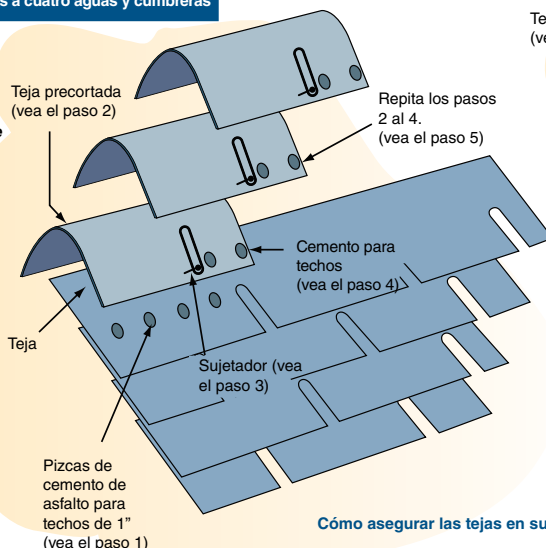
1. Siga los procedimientos de instalación de tejas para una mejor resistencia al viento.

Instalación de tejas en las cornisas

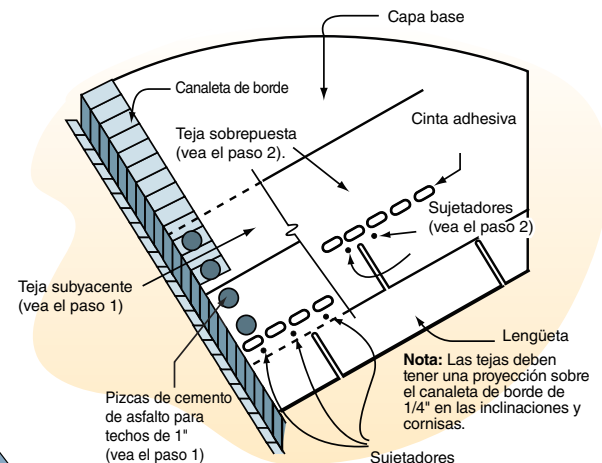


Instalación de tejas en los techos a cuatro aguas y cumbres

1. Aplique cuatro pizcas de cemento para techos de 1" a la teja.
2. **Coloque la teja precortada en el lugar correspondiente y presione. Aplique pizcas de cemento para techo antes de instalar los sujetadores.**
3. Instale el sujetador en cada lado de la cresta.
Nota: Debido al espesor adicional de las tejas en los techos a cuatro aguas y cumbres, es posible que necesite clavos más largos.
4. Aplique dos pizcas de cemento para techos de 1 pulgada a la teja, donde se muestra.
5. Repita los pasos 2 al 4.



Cómo asegurar las tejas en su sitio



Instalación de tejas en el borde inclinado

1. Aplique dos rayas de adhesivo para techos de asfalto de una pulgada de largo cada una en la teja subyacente, y dos más de una pulgada cada una en la canaleta de borde de metal, según se muestra.
2. Coloque la teja superpuesta en su sitio e instale los sujetadores excepto los del último sujetador en el borde inclinado.
3. **Presione la teja hacia abajo para asegurar el adhesivo antes de instalar el último sujetador.**
4. Instale el sujetador final en el borde inclinado.
5. Repita estos pasos para cada curso.



2. Considere las propiedades físicas de las tejas.

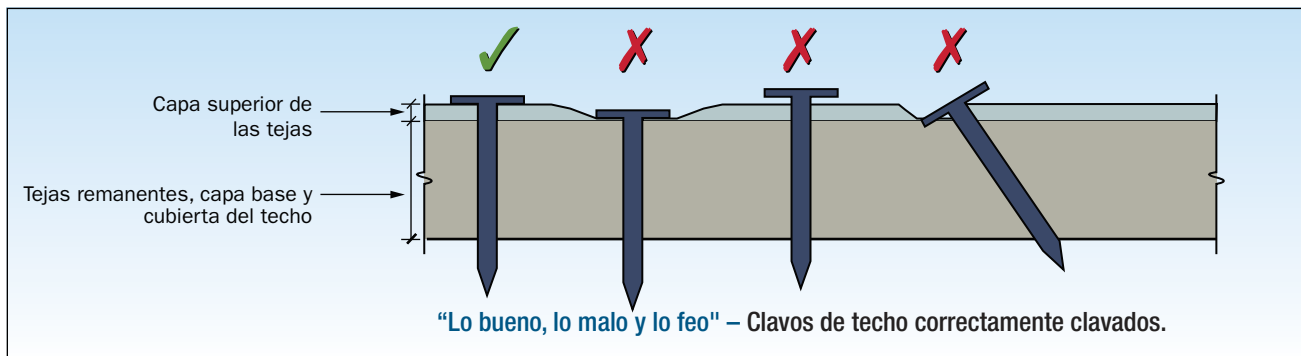
| Propiedades | Velocidad del viento del diseño ¹ >90 a 120 mph | Velocidad del viento del diseño ¹ >120 mph |
|--|--|---|
| Resistencia a la tracción ² del sujetador | El mínimo recomendado es 25 lbs a 73 grados Fahrenheit (F) | El mínimo recomendado es 30 lbs |

1. La velocidad del viento del diseño basada en ráfagas pico de 3 segundos.
2. El ASTM D 3462 especifica una resistencia mínima a la tracción del sujetador de 20 lbs a 73°F. Si desea mayor resistencia, debe especificarlo.
3. Garantice que el equipo y método de instalación de sujetadores resulten en la instalación correcta de los clavos de techo para que resistan al máximo que el viento los arranque. Hay que especificar la fuerza mínima de fijación requerida (vea a continuación las **Clasificaciones de Resistencia al Viento**).

| Tipo de teja | Estándar | Características |
|---------------------------|---|--|
| Orgánica reforzada | ASTM D225 | Resistencia relativamente alta a la tracción del sujetador. |
| Fibra de vidrio reforzada | ASTM D3462 | Variación considerable en la resistencia a la tracción del sujetador usando un producto distinto. |
| Asfalto modificado de SBS | No existe un estándar para este producto. Se recomienda que las tejas de asfalto modificado de SBS cumplan con las propiedades físicas especificadas en el ASTM 3462. | Debido a que la flexibilidad que ofrecen los polímeros de SBS, este tipo de teja tiene menos probabilidad de que la arranque el viento si se levantan las lengüetas durante una tormenta con viento. |

Guías de sujetadores

- Use clavos de techo que se extiendan a través del lado inferior del revestimiento de techo, o por lo menos un mínimo de 3/4 de pulgada en el entarimado.
- Use clavos de techo en vez de grapas o ganchos.
- Use clavos de acero inoxidable al construir a menos de 3,000 pies de distancia del agua salada.



La erosión y la durabilidad

Las clasificaciones de durabilidad son relativas y no están estandarizadas entre los fabricantes. Sin embargo, seleccionar tejas con una garantía más larga (p. ej., de 30 años en vez de 20) deberá proporcionar mayor durabilidad en climas costeros y en otros lugares.

Las tejas orgánicas reforzadas por lo general son a prueba de que el viento arranque las lengüetas, pero tienden a degradarse más rápidamente en climas cálidos. Use tejas de fibra de vidrio en climas cálidos y considere las tejas orgánicas solo para climas costeros templados. Las tejas de asfalto modificado también pueden considerarse para mejorar la resistencia a que el viento arranque las lengüetas. Las tejas orgánicas reforzadas tienen resistencia limitada al fuego; verifique la compatibilidad con el código y evite usarlas en áreas propensas a incendios forestales.

Luego de que las tejas han estado expuestas a suficiente luz solar para activar el sellador, inspeccione el techo para asegurarse de que las lengüetas están selladas. Además, las tejas deben ser del tipo que se entrelaza si no tiene tiras de sellador.

Clasificación de resistencia al viento

La resistencia al viento determinada por los métodos de pruebas del ASTM D3161 y el UL 997 no ofrecen información adecuada respecto al rendimiento de las tejas contra el viento, aun cuando se hayan puesto a prueba con la velocidad más alta del abanico recomendada en los estándares. En vez de depender de los datos de

prueba del D3161 o el UL 997, la resistencia al viento de las tejas deberá determinarse conforme al UL 2390. Las tejas que han sido evaluadas conforme al UL 2390 están clasificadas Clase D (90 mph), G (120 mph), o H (150 mph). escoja las tejas que tengan una clasificación de clase igual o mayor que la velocidad básica del viento especificada en el código de construcción. Si el edificio está ubicado en un área de Exposición D, o sobrepasa los 60 pies de altura, o es de Categoría III o IV, o está ubicado en un área con un cambio topográfico significativo (como una colina aislada, un risco o una escarpa), consulte con el fabricante de las tejas. (Nota: consulte las definiciones del ASCE 7 para Exposición D y Categorías II y IV.)

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas



Techo con tejas en regiones de vientos fuertes

Propósito: *Recomendar prácticas para el diseño y la instalación de hormigón extruido y tejas de arcilla que mejorarán la resistencia al viento en áreas de vientos fuertes.*

Asuntos claves

Misiles: Los techos con tejas son muy vulnerables a romperse con los escombros arrastrados por el viento (que tienen el efecto de misiles). Aun cuando están bien fijados, los misiles pueden romperlos con facilidad. Si se rompe alguna de las tejas, el material desprendido puede romper otras más y convertirse en una avalancha de escombros. Además, los misiles de tejas pueden salir volando a una distancia considerable y hasta con suficiente impulso como para penetrar tormenteras y el vidriado y potencialmente provocar alguna lesión. En áreas propensas a huracanes donde la velocidad básica del viento es igual o mayor a 110 millas por hora (mph) (ráfagas pico de 3 segundos), el asunto de los escombros arrastrados por el viento es de mayor preocupación que en áreas de menor velocidad del viento. Nota: Al momento no hay estándares para realizar pruebas que requieran que los sistemas de tejas de techo sean a prueba de impacto de escombros.

Métodos de fijación: Las investigaciones sobre los daños provocados por tormentas han revelado que los problemas de rendimiento en sistemas de fijación de cemento, mecánicos (tornillos o clavos y ganchos suplementarios, cuando se requiera), y de adhesivo de goma espuma. En muchos casos, el daño se debió a una instalación deficiente. Algunas investigaciones han revelado que el método de fijación con cemento suele ser mucho más susceptible a daños que los demás métodos de fijación. Por lo tanto, en vez de la fijación con cemento, son mucho más recomendables los métodos de fijación mecánica o de adhesivo de goma espuma que se mencionan en esta hoja informativa.

Para garantizar una instalación de alta calidad, debe usar contratistas licenciados. Esto ayudará a garantizar que se obtengan los permisos adecuados y se cumpla con los requisitos de los códigos de construcción locales. Para sistemas de adhesivo de goma espuma, se recomienda firmemente que los instaladores estén adiestrados y certificados por el fabricante de goma espuma.

Cargas y resistencia contra fuerza de levante negativa: Calcule las cargas negativas de levante y la resistencia conforme a la sección Guía de Diseño y Construcción a continuación. Solo una persona cualificada (p. ej., alguien familiarizado con los procedimientos de cálculo y los requisitos del código) deberá realizar los cálculos de carga y resistencia.

Mejoras a las esquinas y al perímetro: Las cargas negativas de levante son mayores en las esquinas, seguido del perímetro, y luego del campo del techo (vea la Imagen 1 en la página 2).



Sin embargo, por lo sencillo que es aplicarlo en áreas más pequeñas del techo (p. ej., en la mayor parte de las residencias y edificios comerciales más pequeños), use el método de fijación diseñado para una esquina a lo largo de toda el área del techo.

Filos y crestas del techo: Las investigaciones sobre daños causados por tormentas han revelado que las tejas de filo y cresta fijadas con cemento son muy propensas a ser arrancadas por el viento. Refiérase a la guía de fijación a continuación para una metodología mejorada.

Control de calidad: Durante la instalación del techo, los instaladores deben implementar un programa de control de calidad conforme a la sección de Control de Calidad en la página 3 de esta hoja informativa.

Clasificación de edificios

- Categoría I** Edificios que representan poco riesgo a la vida humana en la eventualidad de un fallo
- Categoría II** Todos los demás edificios no incluidos en las Categorías I, III, y IV
- Categoría III** Edificios que representan un riesgo sustancial a la vida humana
- Categoría IV** Instalaciones esenciales



Guía de diseño y construcción

1. Cargas negativas de levante

En Florida, calcule las cargas y las presiones en las tejas conforme a la edición más reciente del Código de Construcción de Florida (Sección 1606.3.3). En otros estados, calcule las cargas conforme a la edición más reciente del Código Internacional de Construcción (Sección 1609.7.3).

Como alternativa al método para calcular las cargas, las presiones negativas de levante del diseño para las zonas de esquina en edificios Categoría II aparecen tabuladas en el Apéndice a la Tercera Edición del Manual de instalación de tejas de techo de cemento y de arcilla (vea las Tablas 6, 6A, 7, y 7A).¹

Nota: Además de las tablas arriba mencionadas, el Manual para la instalación de tejas de techo de cemento y de arcilla contiene otra información sobre los techos de tejas. Conforme a dicho manual, se recomienda que los diseñadores e instaladores de tejas obtengan una copia del mismo y de su Apéndice. Por tanto, no se incluye una copia de las mencionadas tablas en esta hoja informativa.

2. Resistencia contra la fuerza negativa de levante

Para la fijación mecánica, el Manual para la instalación de tejas de techo de cemento y de arcilla proporciona datos sobre resistencia contra la fuerza negativa de levante para diferentes tipos y cantidades de sujetadores y diferentes grosores de cubiertas. Para los sistemas de fijación con adhesivo de goma espuma, el Manual hace referencia a los fabricantes de adhesivos de goma espuma respecto a los datos de las resistencias contra fuerzas negativas de levante. Además, para mejorar el rendimiento cuando la velocidad básica del viento es igual o mayor que 110 mph, se recomienda instalar un gancho en cada teja en la primera hilera de tejas desde el alero, tanto para los sistemas de fijación mecánica como para los de fijación con adhesivo de goma espuma.

Para la fijación mecánica de tejas en los listones, se recomienda que los sujetadores de las tejas sean lo suficientemente largos como para penetrar el lado inferior del revestimiento por lo menos ¼ de pulgada. Para las tejas fijadas mecánicamente a los rastreles, se recomienda que los sujetadores de las tejas sean lo suficientemente largos como para penetrar el lado inferior de los rastreles horizontales por lo menos ¼ de pulgada. Se recomienda que las conexiones entre listones se diseñen expresamente para esos fines.

Para techos en residencias a menos de 3,000 pies de distancia del mar, las amarras, los sujetadores y los ganchos deben ser de acero inoxidable para garantizar su durabilidad ante los efectos corrosivos del rocío de agua salada.

1. Usted puede ordenar en línea el Manual para la instalación de tejas de techo de cemento o de arcilla en la página de Florida Roofing, Sheet Metal and Air Conditioning Contractor's Association, Inc., (www.floridarooft.com) o llamando al (407) 671-3772. Las personas que tengan la tercera edición del Manual y no tengan copia del Apéndice, lo podrán descargar en la página de internet.

3. Filos y crestas del techo

El Manual para la instalación de tejas de techo de cemento o de arcilla menciona dos métodos de fijación de las tejas de filo y de cresta: fijadas con cemento o fijadas a una tabla de cresta. Conforme a investigaciones de campo después de un desastre, se recomienda el uso de una tabla de cresta. Para fijar la tabla, consulte la Tabla 21 en el Apéndice del Manual de instalación de tejas de techo de cemento y de arcilla.

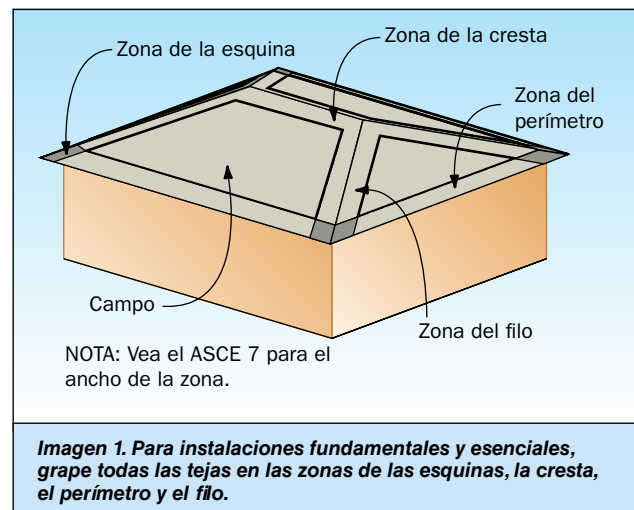
Fije las tejas a la tabla de cresta con tornillos (con una penetración mínima de 1 pulgada en la tabla de cresta) y use tanto adhesivo como ganchos en los solapes.

Para techos en estructuras a menos de 3,000 pies de distancia del mar, las amarras, los sujetadores y los ganchos deberán estar fabricados de acero inoxidable para garantizar la durabilidad contra los efectos corrosivos del rocío de agua salada.

4. Edificios fundamentales y esenciales (Categoría III o IV)

Los edificios fundamentales y esenciales son estructuras que se espera que continúen operando en caso de una tormenta de vientos fuertes, como un huracán. Es probable que haya gente llegando y saliendo de este tipo de instalación durante un huracán. Si una de las tejas recibe el impacto de un misil, mientras hay personas fuera del edificio, esas personas pueden recibir un impacto con algún pedazo de teja que caiga del techo. Los escombros de tejas también pueden causar daños a la instalación. Por esta razón, no se recomiendan tejas para edificios fundamentales o esenciales en regiones propensas a huracanes (consulte el ASCE 7 para la definición de regiones propensas a huracanes).

Si se toma la decisión de instalar tejas en instalaciones fundamentales o esenciales y las tejas están fijadas con el método mecánico, se recomienda que se instalen ganchos en todas las tejas de las esquinas, la cresta, el perímetro y los filos del techo (consulte el ASCE 7 para conocer el ancho de estas zonas). (Vea la Imagen 1).



5. 5. Control de calidad

Se recomienda que el instalador designe a una persona que realice inspecciones de control de calidad (QC, por sus siglas en inglés). Esa persona debe estar presente en el techo durante el proceso de instalación de las tejas (la persona de QC puede ser uno de los miembros del equipo de trabajo). La persona designada para QC debe conocer los requisitos de fijación para el sistema que se va a instalar (p. ej., la cantidad y el tipo de sujetadores por teja para los sistemas de fijación mecánica y el tamaño y el punto de aplicación del adhesivo de espuma en los sistemas de ese tipo) y tener la autoridad para corregir el trabajo que no cumpla con los requisitos. La persona de QC deberá garantizar que se ha instalado la cantidad, el tipo y el tamaño adecuados de sujetadores.

Para los sistemas de fijación con adhesivo de espuma, la persona de QC deberá asegurarse de que solo instaladores debidamente adiestrados apliquen adecuadamente el adhesivo de espuma conforme a las instrucciones de aplicación del fabricante. Deberá levantar por lo menos una teja por cuadrado (cada 100 pies cuadrados) para confirmar que el adhesivo de espuma cuenta con el mínimo requerido de puntos de contacto y que se ha aplicado en el punto correcto.

Si se instalan tejas en instalaciones fundamentales o esenciales localizados en una región propensa a huracanes, se recomienda que el dueño contrate a algún arquitecto, ingeniero, o especialista en techos cualificado como consultor para que comparta sus observaciones de campo a tiempo completo durante la instalación.

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas



Cómo minimizar la entrada de agua por las rejillas de ventilación del techo en regiones de vientos fuertes

Propósito: Describir cómo minimizar la entrada de agua a través de las rejillas de ventilación del techo que podría ocasionar daños al interior y propiciar el crecimiento de moho en regiones de vientos fuertes (p. ej., vientos que sobrepasen la velocidad básica [del diseño de ráfagas] de 90 millas por hora [mph]).¹

Asuntos claves

- Los vientos huracanados pueden impulsar grandes cantidades de agua a través de aberturas en las rejillas de ventilación del ático. El agua que se acumula empapa el aislamiento y el panel de yeso, lo que propicia el crecimiento de moho y, en algunos casos, el colapso de los techos.
- Hay una gran cantidad de aparatos que sirven como rejillas de ventilación para el ático, muchos de los cuales se han observado que permiten la entrada de agua bajo ciertas condiciones y en algunas otras se ha visto que han sido arrancados por el viento. Algunos ejemplos son:
 - Rejilla de ventilación en el soffito
 - Rejilla de ventilación en la cresta
 - Rejilla de ventilación del extremo del hastial
 - Rejilla de ventilación en el borde de la cresta
 - Rejilla de ventilación en el borde inclinado del hastial
 - Turbinas
- Por lo general se requiere que la ventilación adecuada del ático promueva la salud de las piezas estructurales de madera y del revestimiento del ático.
- La ventilación del ático puede reducir las temperaturas de las coberturas del techo, lo que puede prolongar la vida útil de las mismas. Sin embargo, el color del techo puede tener un impacto más significativo en la cobertura del techo que la cantidad de ventilación que recibe o no esa área.
- Un ático sin ventilación puede ser una manera eficaz de evitar la entrada de agua. Este tipo de ático ha adquirido popularidad por motivos de eficiencia de energía, siempre y cuando el sistema de aire acondicionado sea del tamaño adecuado. No obstante, un ático sin ventilación se logra mejor cuando ha sido diseñado específicamente para la casa y se manejan correctamente todos los demás detalles pertinentes. Si decide hacer el cambio a una configuración sin ventilación en el ático en una

El ático sin ventilación

El método más conservador para prevenir que la lluvia impulsada por el viento entre por el ático es eliminar la ventilación en el ático, pero los áticos sin ventilar generan controversia. Aunque el Código Residencial Internacional (IRC, por sus siglas en inglés) lo permite, siempre y cuando se cumpla con sus criterios, es probable que los áticos sin ventilar no cumplan con los códigos locales de construcción.

No obstante, cuando el código de construcción permite los áticos sin ventilación o el cumplimiento con el código no representa un problema, y las condiciones del tiempo y de humedad en el interior (p. ej., que no haya piscinas en el interior) propicien un diseño sin ventilación, esta alternativa es una manera confiable de prevenir que la lluvia impulsada por el viento entre por el ático.

Barrera de aire: Consulte la Hoja Informativa 5.3, *Instalación de revestimiento exterior en regiones de vientos fuertes* para recomendaciones sobre las barreras de aire para áticos.

casas que ya ha sido construida, deberá hacerlo muy cuidadosamente conforme a las recomendaciones de expertos. Existe una gran cantidad de cambios que se deben hacer para lograr una transición satisfactoria de un ático ventilado a uno sin ventilar. Un efecto secundario de hacer este cambio es que se invalide la garantía de la cobertura del techo.

La información a continuación es para ayudarle a minimizar la entrada de agua a través de sistemas de ventilación de áticos nuevos o existentes; no para cambiar de un sistema ventilado a uno sin ventilar. Con la excepción de tapar las rejillas de ventilación de los bordes del hastial, todos los demás postigos de las aberturas o tapones de las rejillas deben instalarse de forma provisional y quitarse luego de que haya pasado el peligro de la tormenta, para que el ático vuelva a estar debidamente ventilado.

¹ La velocidad de 90 mph se basa en ASCE 7-05. Si se usa la ASCE 7-10, la velocidad del viento equivalente es de 116 millas/h para los edificios de Categoría de riesgo II



Guías de mitigación

Rejillas de ventilación en el soffito

Asuntos claves

- Es importante mantener en su sitio el material del soffito. Aunque es posible que entre algo de agua por el ático, a través de prácticamente cualquier tipo de rejilla de ventilación en el soffito, la cantidad de agua aumenta dramáticamente cuando no hay material en el soffito (Imagen 1).
- Los soffitos de madera contrachapada o de madera, por lo general, están anclados debidamente a un armazón de madera fijado a la estructura del techo o las paredes. Sin embargo, es común ver a los paneles de soffito de vinilo o aluminio instalados en rieles a menudo mal conectados a las paredes y la faja al filo del voladizo del techo. Cuando estos soffitos mal instalados son desprendidos por el viento, aumenta significativamente la entrada de agua. Los paneles de soffito de aluminio o vinilo bien instalados se fijan a la estructura del edificio o a las tiras para clavos colocadas a los intervalos especificados por el fabricante.



Imagen 1. Falta de material en el soffito.

Instalación adecuada

Los detalles de instalación adecuada de soffitos de vinilo y aluminio dependen del tipo de alero al que están fijados. Los elementos claves se ilustran en la Imagen 2.

- Las cerchas o viguetillas del techo deben extenderse a través de la parte inferior del alero, o añadirse para crear un soporte estructural para el soffito. Una alternativa es que se fijen los soffitos directamente al lado inferior de las viguetillas anguladas.
- Se deben proporcionar tiras para clavos, si fuera necesario, para permitir fijar los soffitos a los extremos. Podrían necesitarse tiras para clavos intermedias, dependiendo de la extensión máxima permitida para el soffito. Si se desconoce este factor, la extensión entre los puntos de fijación no debe sobrepasar las 12 pulgadas en regiones de vientos fuertes.
- La canaleta en forma de J (en la imagen), la canaleta en forma de F, u otros receptores especificados por el fabricante deberán cubrir los extremos de los paneles del soffito. Se deben usar los sujetadores especificados por el fabricante. Se deben usar sujetadores a través de las tiras para clavos de cada panel y en cualquier punto (como el “valle” del soffito), si así se especifica.
- La extensión del soffito (profundidad del alero) no deberá sobrepasar los límites especificados por el fabricante, y se deberá usar cualquier punto de fijación intermedio requerido.

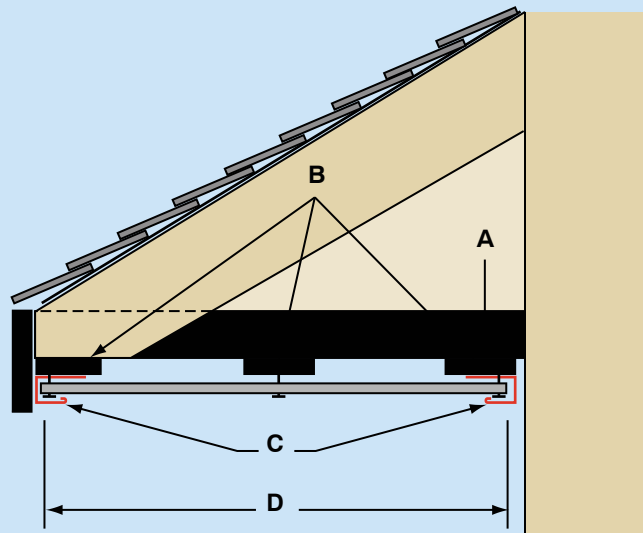


Imagen 2. Puntos claves de instalación en el soffito.

Cómo verificar la instalación de material en el sofito

Según mencionado anteriormente, las instalaciones más importantes en los soffitos que hay que verificar son las de paneles de sofito de vinilo o aluminio. Los soffitos deberán estar fijados a la estructura del alero; no deben estar sueltos en las canaletas. Empujar hacia arriba el material de sofito y las canaletas que sirven de soporte al material puede revelar mucho. Si se mueven fácilmente o se deforman con facilidad probablemente no están fijadas muy bien. De igual forma, si el ancho del voladizo es mayor de 12 pulgadas, debe tener un soporte intermedio por el medio del sofito y los paneles deben estar fijados a este soporte además de estar fijados a los soportes en los extremos de los paneles. Si surgiera alguna preocupación sobre la instalación, existen unas herramientas con pantalla y cámara de video pequeña con luz montada en el extremo de un tubo flexible que sirve para observar las conexiones. Estos aparatos permiten hacer la inspección a través de un agujero pequeño que se taladra en un punto desapercibido que luego podrá rellenar con sellador. Para poder garantizar una conexión fuerte en la pared, deberá haber bloques de madera a lo largo de la pared sobre el riel donde está fijada la canaleta del sofito. La canaleta, a su vez, debe estar sujeta a esos bloques. Si no hay bloques de madera, y ya no existe superficie vertical para los clavos en la canaleta ni las lengüetas ocasionales que se han cortado y doblado para poder sujetarlas a la pared, se indica claramente reforzar el anclaje del material del sofito.

Medidas correctivas

Si la inspección revela que el sofito está mal fijado, la mejor manera de garantizar que el material del sofito está fijado adecuadamente en su sitio es quitándolo e instalando bloques de madera para permitir un anclaje sólido del material del sofito. En algunos casos, se puede quitar el material del sofito y reinstalarlo. Sin embargo, también es probable que parte o todo el material requiera remplazo, así que asegúrese de que se puede igualar antes de quitarlo. Para no tener que quitar y reinstalar adecuadamente el material de sofito, las pruebas realizadas han demostrado que el anclaje puede mejorarse considerablemente al aplicar una gota de sellador (Imagen 3) a lo largo del borde inferior de la canaleta de pared para que se adhiera a la superficie de la pared debajo. Luego, se debe aplicar gotas grandes de sellador en las hendiduras entre los paneles de sofito y las canaletas de la pared en uno de los extremos (Imagen 4) y en la faja del tapajuntas en el otro extremo. Las superficies a las que se aplique sellador deberán estar limpias para facilitar que peguen bien. Se puede lograr más resistencia instalando tornillos que fijen mecánicamente los paneles de sofito tanto a la faja del tapajuntas como a la canaleta de la pared (Imagen 5). Observe que el uso del sellador es solo una medida correctiva y no un sustituto para la instalación adecuada ni de fijación de soffitos en una instalación nueva.



Imagen 3. Aplicación de una gota de sellador.
(Nota: Se usó sellador negro para que se viera en la fotografía. Por lo general se usa un color de sellador que no resalte tanto.)



Imagen 4. Aplicación de gotas de sellador.



Imagen 5. Tornillos a través de la canaleta de la pared.

Penetración de lluvia impulsada por el viento: Al momento no hay un método de prueba estándar adecuado para evaluar el potencial que tiene la lluvia impulsada por el viento de entrar al ático a través de las rejillas de ventilación en los soffitos, según se ilustra en la Imagen 6. Para evitar que el agua entre por las rejillas de los soffitos, algunas opciones incluyen eliminar las rejillas de ventilación en los soffitos y proporcionar un método alternativo para que el aire entre al ático, o diseñar el ático sin ventilación. Otra alternativa es colocar un filtro de tela (como el que se usa en los sistemas de filtro de calefacción, ventilación o aire acondicionado [HVAC, por sus siglas en inglés]) que cubra las aberturas de las rejillas de ventilación; sin embargo, esta opción requiere un diseño a la medida.



Imagen 6. Soffito de cemento de fibra con ranuras de ventilación (flecha roja).

Cubierta de la faja: Las investigaciones de campo después del Huracán Ike mostraron muchos casos en los que la cubierta de aluminio de la faja (tapa de la faja) de la tabla de la faja fue arrancada por el viento (Imagen 7). La cubierta de la faja por lo general cubre los extremos de los soffitos de vinilo y aluminio, pero cuando la arranca el viento, los extremos de los paneles de sofito quedan expuestos al viento y a la lluvia impulsada por el viento.

Rejilla de ventilación con pantalla contra la lluvia: En vez de proporcionar rejillas de ventilación de sofito, otro método para ventilar el ático es a través de un sistema de pantalla contra la lluvia con presión igualada, según lo menciona el Boletín Informativo de Recuperación del Huracán Ike, *Instalación de revestimiento exterior en regiones de vientos fuertes*. Esta alternativa elimina las rejillas de ventilación en el sofito y su susceptibilidad a la entrada de lluvia impulsada por el viento.



Imagen 7. Pérdida de la cubierta de la faja expone los extremos del sofito de vinilo a la entrada directa de la lluvia impulsada por el viento.

Al momento, el IRC no cuenta con directrices de instalación para cubiertas de fajas. Las de aluminio por lo general se insertan por debajo de las canaletas de borde del techo y se fijan con clavos expuestos a pocos pies de distancia. Fijar con más clavos podría ayudar a asegurar la cubierta de la faja, pero también inhibiría el movimiento térmico normal, lo que provocaría deformaciones y perforaciones indeseadas en la cubierta. Existen cubiertas de fajas en vinilo que se fijan a una moldura continua para cables de servicios públicos debajo de la canaleta de borde. Esto ofrece una fijación un poco más segura y continua, además de dar espacio para el movimiento térmico. A las cubiertas de fajas de aluminio también se le pueden hacer ranuras e instalarse con la moldura para cables de servicios públicos.

Rejillas de ventilación de la cresta

Asuntos claves

- Las rejillas de ventilación de la cresta suelen fijarse con clavos de techo regulares, ya que normalmente están accesibles. Es bastante común encontrar rejillas de ventilación de cresta sueltas o arrancadas durante un huracán (Imagen 8). Hasta una rejilla de cresta parcialmente arrancada puede servir como un embudo que recoge agua impulsada por el viento y la dirige hacia el ático.
- La mayoría de los fabricantes de sistemas de techo ahora hace rejillas de ventilación de crestas que han pasado pruebas de agua impulsada por el viento. Se catalogan como que han pasado las Aprobaciones de Producto del Código de Construcción de Florida o el Estándar de Aplicación de Prueba (TAS, por sus siglas en inglés) 100(A). Normalmente, incluyen deflectores frente a los tubos de la rejilla que permiten que los gases calientes del ático escapen. Este deflector tiene la función de interrumpir cualquier flujo de viento y agua que sople por la superficie del techo y desviarlo sobre la cresta del techo.



Imagen 8. Esta rejilla de ventilación de metal de la cresta estaba fijada con clavos de techo con mucha separación.

Cómo hacer ranuras en la cubierta

Cuando la rejilla de ventilación de cresta se añade a un techo que no la tenía anteriormente, hay que hacer una ranura a través de la cubierta. Al hacerlo, es importante establecer la profundidad de la hoja de la sierra para que solo se proyecte levemente debajo del fondo de la cubierta. En el techo que aparece en la Imagen 8, la hoja de la sierra corta aproximadamente 1 ½ pulgadas en las cerchas y corta una parte de la placa de la cercha (flecha roja).

Cómo verificar la instalación de rejillas de ventilación de cresta

Cuando se usan, las rejillas de ventilación de cresta son la última parte del techo que se instala. A consecuencia de esto, la conexión está muy accesible y bastante visible sin tener que levantar el borde de la parte de arriba de la cubierta de la rejilla de ventilación. Verifique el tipo de sujetador y las condiciones en que se encuentra. Si los sujetadores son clavos, hay que reemplazarlos. Si la rejilla de ventilación tiene agujeros o ranuras evidentes sin ningún deflector o trayecto al lado del borde de las canaletas de las rejillas, es probable que esa rejilla no sea a prueba de la entrada de agua y que haya que considerar reemplazarla con una que haya pasado las pruebas de entrada de agua impulsada por el viento.

Medidas correctivas

Reemplace los clavos con tornillos con juntas de acero inoxidable para madera que sean un poco más grandes que los clavos existentes y, si es posible, intente añadir sujetadores en los puntos donde estarán incrustados en la estructura del techo de abajo y no simplemente en el revestimiento del techo. Se recomienda reducir la separación entre los sujetadores (p. ej., entre 3 y 6 pulgadas desde el centro, a tono con las cargas de viento del diseño). Si las rejillas de ventilación de la cresta están defectuosas o son de un tipo antiguo que no es a prueba de agua, deberán reemplazarse con rejillas que hayan pasado las pruebas de entrada de agua impulsada por el viento.



Imagen 9. Rejilla de ventilación del extremo del hastial.

Rejillas de ventilación del extremo del hastial

Asuntos claves

- Prácticamente, todas las rejillas de ventilación del extremo del hastial (Imagen 9) filtrarán agua cuando la pared sobre la que están montadas enfrente lluvia impulsada por el viento. Las presiones que se desarrollan entre la superficie exterior de la pared y el interior del ático son suficientes como para impulsar el agua hacia arriba por unas pulgadas, y si hay mucho flujo de viento entrando por la rejilla, el viento impulsará el agua hacia dentro del ático por una distancia considerable.

Medidas correctivas

Si resulta práctico y viable sellar con tormenteras las rejillas de ventilación del extremo del hastial desde el exterior de la vivienda, es la manera preferible de minimizar la entrada de agua a través de las rejillas del extremo del hastial (Imagen 10). Instale anclajes permanentes en la estructura de madera alrededor de la rejilla y corte, taladre y etiquete con anterioridad la madera contrachapada y los demás materiales que usará para instalar la tormentera para que estén listos para instalar. Esto lo deberá hacer una persona cualificada para la tarea justo antes de que se acerque la tormenta. Si la instalación de tormenteras desde el exterior resulta muy complicada por la altura u otras consideraciones, pero tiene acceso por el ático, puede clausurar la abertura de la rejilla de ventilación del extremo del hastial desde el interior. Sin embargo, debe prestar particular atención al sellado alrededor de la tormentera y asegurarse de que el agua que se acumule en la cavidad pueda drenar hacia afuera de la casa y no hacia la pared que queda debajo.

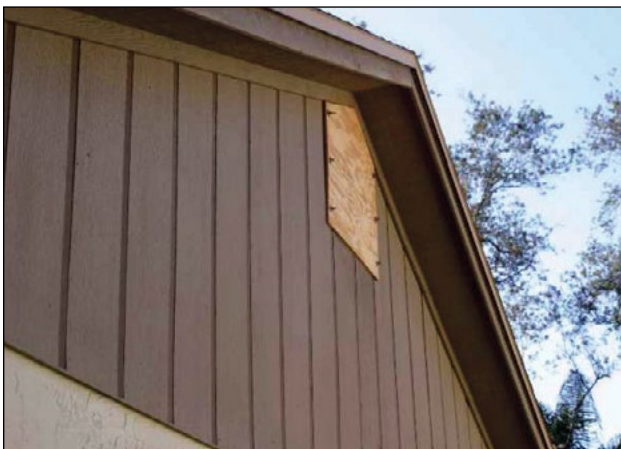


Imagen 10. Rejilla de ventilación del extremo del hastial clausurada.

Rejillas de ventilación en el borde de la cresta

Asuntos claves

Las rejillas de ventilación en el borde de la cresta que estén mal ancladas pueden voltearse hacia arriba y convertirse en embudos que dirigen grandes cantidades de lluvia impulsada por el viento hacia dentro del ático (Imagen 11).

Algunas de estas rejillas también son propensas a filtrar agua cuando el viento sopla de ciertas direcciones. Esto dependerá de la ubicación de las rejillas en la superficie del techo y de la geometría del techo al igual que de la geometría de la rejilla en particular.

Cómo verificar las instalaciones de rejillas de ventilación en el borde de la cresta

Las rejillas de ventilación en el borde de la cresta tienen una brida que descansa contra la superficie superior del revestimiento del techo y sirve para anclar la rejilla al revestimiento. A menudo, se usan clavos para techos para fijar la brida al revestimiento del techo. Hay que revisar las rejillas del borde de las crestas para asegurarse de



Imagen 11. En esta fotografía se muestran dos rejillas de ventilación en el borde de la cresta. La rejilla que está cubierta con fieltro de techo se volteó hacia arriba y permitió que entrara una cantidad sustancial de agua a la residencia. Hubo que reemplazar alfombras, gabinetes de cocina y una gran cantidad de tabla de yeso debido a toda el agua que entró

que están bien ancladas al revestimiento. Si nota que están sueltas o que no tienen suficientes sujetadores para aguantarlas, podría ser un punto débil por donde entraría el agua durante una tormenta. Como la brida y los sujetadores están ocultos debajo de la cobertura del techo, no es posible simplemente añadir clavos o tornillos para mejorar el anclaje, ya que abrirán agujeros a través de la cobertura del techo.

Medidas correctivas

Si la rejilla de ventilación del borde de la cresta está fijada al revestimiento del techo con clavos largos y finos, se podría mejorar el anclaje asegurando los clavos (doblándolos contra el lado inferior del revestimiento del techo). Sin embargo, si son cortos y gruesos, intentar doblarlos puede causar más daños que beneficios. Algunos dueños de vivienda han hecho cubiertas que se pueden instalar desde el interior del ático sobre el agujero donde está instalada la rejilla de ventilación en el borde de la cresta. Esto resultará más fácil si la rejilla es más grande que el agujero y la cubierta puede fijarse al revestimiento en un área en la que los sujetadores no puedan traspasar la cobertura del techo. De lo contrario, será fundamental asegurarse de que los sujetadores sean lo suficientemente cortos como para que no traspasen el revestimiento del techo y dañen la cobertura del mismo. Si el borde del agujero en la cubierta del techo está a nivel con el borde interior de la rejilla, se podrían instalar tiras de metal que se atornillan a las paredes de la rejilla y fijarlas con tornillos cortos a la superficie inferior del revestimiento del techo. Es importante recalcar que es fundamental usar tornillos que sean lo suficientemente cortos como para que no traspasen el revestimiento del techo y dañen la cobertura del mismo. Las amarras deben estar conectadas a las paredes de la rejilla con tornillos cortos de acero inoxidable con enchapado en metal.

Rejillas de ventilación en el borde inclinado del hastial

Asuntos claves

- Las rejillas de ventilación en el borde inclinado del hastial se forman cuando los paneles porosos de sofitos o las rejillas de pantalla se instalan en la superficie inferior del voladizo del techo en el extremo del hastial y hay una entrada directa del viento al ático. Por lo general, esto sucede cuando el voladizo del hastial está apoyado por lo que se conoce como balancín. Los balancines suelen usarse cuando los voladizos del hastial sobrepasan las 12 pulgadas. En estos casos, la última cercha o viguetilla del techo (la cercha o viguetilla del extremo hastial) es más pequeña que las cerchas o viguetillas del próximo punto dentro del ático. Los balancines (2" x 4") están instalados sobre la última cercha o viguetilla; un extremo está anclado a la segunda cercha o viguetilla desde el extremo del hastial, y el otro extremo sobresale más allá de la pared del extremo del hastial para apoyar el revestimiento del techo del voladizo.

Cómo saber si tiene rejillas de ventilación en el borde inclinado del hastial y si aún las necesita

La manera más fácil de saber si el techo tiene rejillas de ventilación en el borde inclinado del hastial es mirando en el ático en un día fresco y soleado y ver si la luz traspasa las ranuras justo debajo del revestimiento en el extremo del hastial. Los balancines (2" x 4" que corren perpendicularmente hasta la cercha del hastial y desaparecen en el voladizo del hastial) también deben estar visibles. Si además hay una rejilla de ventilación en el extremo del hastial o en la cresta, entonces es muy probable que no se requiera una rejilla en el extremo inclinado del hastial para ventilar adecuadamente el ático.

Medidas correctivas

La mejor solución, si no hace falta la ventilación que proporcionan las rejillas de ventilación en el borde inclinado del hastial, es simplemente taparlas con tapajuntas de metal (Imagen 12) o con pedazos de madera cortados



Imagen 12. Tapones de metal (flechas rojas) en las rejillas de ventilación del extremo inclinado del hastial.

y fijados. Deben estar bien fijadas y deben sellar tantas aberturas como sea posible, particularmente las que están cerca del pico del hastial. Puede usar sellador alrededor de los bordes de los tapones de metal o de madera.

Turbinas

Asuntos claves

- La parte superior rotativa de muchas turbinas no está diseñada para resistir las condiciones de vientos fuertes. A menudo están instaladas por fricción al tubo de base corto que da ventilación al ático. Es posible encontrar turbinas clasificadas para resistir vientos fuertes en las tiendas de lugares propensos a huracanes; pero, cuando se trate de vientos huracanados, las turbinas rotarán a velocidades tremendas y, fácilmente, pueden sufrir daños causados por escombros arrastrados por el viento.
- La brida del tubo de base que conecta al tubo con el revestimiento del techo también podría estar mal anclada al revestimiento del techo.

Cómo revisar las turbinas y su instalación

Revise cualquier turbina para asegurarse de que los tubos de base no estén sueltos y que el cabezal de la turbina esté anclado a la base con tornillos de metal enchapados y no solamente por fricción (Imagen 13).



Imagen 13. El cabezal de la turbina está fijado al tubo de base con perforaciones al metal. Se deben añadir tornillos de metal enchapados para reforzar la conexión.

Medidas correctivas

Los tubos de base que estén sueltos deberán ser anclados firmemente al revestimiento del techo. Si el tubo de base está fijado al revestimiento del techo con clavos finos y largos, se podría mejorar el anclaje asegurando los clavos (doblándolos contra el lado inferior del revestimiento del techo). Sin embargo, si con cortos o gruesos, intentar doblarlos puede causar más daños que beneficios. Algunos dueños de vivienda han hecho cubiertas que se pueden instalar desde el interior del ático sobre el agujero donde está instalado el tubo de base. Esto resultará más fácil si el tubo de base es más grande que el agujero y

la cubierta puede fijarse al revestimiento en un área en la que los sujetadores no puedan traspasar la cobertura del techo. De lo contrario, será fundamental asegurarse de que los sujetadores sean lo suficientemente cortos como para que no se traspasen el revestimiento del techo y dañen la cobertura del mismo.

Si el borde del agujero en la cubierta del techo está a nivel con la parte interior del borde del tubo de base, se podrían instalar tiras de metal que se atornillan a las paredes del tubo de base y fijarlas con tornillos cortos a la superficie inferior del revestimiento del techo. Es importante recalcar que es fundamental usar tornillos que sean lo suficientemente cortos como para que no traspasen el revestimiento del techo y dañen la cobertura del mismo. Las amarras deben estar conectadas a las paredes del tubo de base con tornillos cortos de acero inoxidable con enchapado en metal.

Más allá de las medidas correctivas realizadas para anclar el tubo de base al revestimiento del techo o de tapar el agujero desde el lado del ático, también es importante intentar sellar el tubo de base desde afuera para que el agua no se acumule en el tubo y filtre agua al área del revestimiento alrededor del agujero. La mejor manera es que una persona cualificada desprenda la parte superior activa de la rejilla de ventilación de la turbina antes de la tormenta y tape el agujero en la parte superior del tubo de base. Se puede usar un tapón de madera que cubra el agujero completo y que tenga bloques que descansen contra las paredes del tubo de base donde se puedan instalar tornillos para anclar el tapón al tubo de base. Algunos dueños de vivienda han conseguido envolver la turbina completa con plástico para que no entre agua durante una tormenta (Imagen 14). Esto puede funcionar siempre que no se suelte ni la turbina ni la envoltura plástica. Es preferible colocar un tapón al área más pequeña que surge de quitar el tope de la turbina.



Imagen 14. Turbinas envueltas con plástico.

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas



Sistemas de techo de metal en regiones de vientos fuertes

Propósito: Describir las prácticas para diseñar e instalar sistemas de techo de metal que mejoren la resistencia al viento en regiones de vientos fuertes (p. ej., vientos que sobrepasen la velocidad básica [del diseño de ráfagas] de 90 millas por hora [mph]).¹

Asuntos claves

Las investigaciones sobre daños han revelado que algunos sistemas de techos de metal tienen suficiente fuerza para resistir vientos extremadamente fuertes (Imagen 1), mientras otros sistemas han sido arrancados por el viento sin siquiera alcanzar las velocidades de viento del diseño conforme al ASCE 7. Cuando el techo de metal (o los tapajuntas de filos, crestas, o bordes inclinados) es arrancado por vientos huracanados, el agua puede entrar por las partes del techo que quedaron fuera de sitio. Esto puede causar daños a la estructura o lesiones a personas. A continuación, una guía de cómo lograr una resistencia exitosa contra el viento:

1. Siempre siga las instrucciones de instalación del fabricante y los requisitos del código local de construcción.
2. Calcule las cargas sobre el ensamblaje del techo conforme al ASCE 7 o al código local de construcción. Se recomienda seguir el procedimiento que tenga mayor carga.
3. Especifique/compre un sistema de techo de metal que tenga suficiente resistencia contra fuerza negativa de levante del diseño.

- Para los sistemas de paneles de metal con junta de plegado saliente, el Código Internacional de Construcción de 2009 (IBC, por sus siglas en inglés) requiere los métodos de prueba UL 580 o ASTM E 1592. Para los sistemas de junta de plegado saliente, se recomienda que los profesionales de diseño especifiquen los clasificados para pruebas E 1592, porque brindan una mejor representación de la capacidad de rendimiento en la fuerza negativa de levante del sistema.
- Para determinar el factor de seguridad, consulte el Capítulo F en el estándar NAS-01, publicado por el Instituto Americano de Hierro y Acero.
- Para los sistemas de paneles de acero con fijación pasante, el IBC permite que la resistencia contra fuerza de levante negativa se evalúe por pruebas o por cálculos, conforme al estándar NAS-01.



Imagen 1. Este sistema de techo estructural con junta de plegado saliente sobrevivió al huracán Andrew (Florida, 1992), pero algunos tapajuntas del filo fueron arrancados. La velocidad estimada del viento fue de 170 mph (ráfaga pico, a 33 pies de la Exposición C).

- Para los paneles arquitectónicos con ganchos ocultos, se usa comúnmente el método de prueba UL 580. Sin embargo, se recomienda que los profesionales del diseño especifiquen el uso del ASTM E 1592 porque es una mejor representación de la capacidad de rendimiento de fuerza negativa de levante del sistema. Al realizar las pruebas de los sistemas de paneles arquitectónicos mediante el ASTM E 1592, hay que quitar el sellador de las uniones de la cubierta para permitir que fluya el aire por el lado inferior de los paneles de metal. Por lo tanto, se debe eliminar la capa base del espécimen de prueba, y se debe especificar el uso de uniones de un mínimo de 1/8" entre el lado del panel de la cubierta y las uniones del extremo.
- Para la determinación del factor de seguridad, consulte el Capítulo F de la *Especificación de Norteamérica para el diseño de piezas estructurales de acero formado en frío* (AISI S100-07).

Esta hoja informativa aborda los temas del viento y la lluvia impulsada por el viento. Para información general sobre otros aspectos del diseño y la construcción de sistemas de techo de metal (incluso los tipos de plegado de juntas, tipos de metal y acabados), vea la sección de Recursos Adicionales.

¹ La velocidad de 90 mph se basa en el ASCE 7-05. Si usa el ASCE 7-10 como referencia, la velocidad del viento equivalente sería de 116 mph para los edificios de Categoría de Riesgo II.



- Para realizar las pruebas a los techos de cobre, vea “NRCA analyzes and tests metal [La NRCA analiza y prueba el metal]” en *Professional Roofing*, mayo de 2003.
 - Para tejas de metal, se recomienda que la resistencia contra la fuerza de levante negativa se base en el método de prueba UL 580 o 1897.
 - Especifique el diseño de carga de levante negativa para el campo, el perímetro y las esquinas del techo. También debe especificar la dimensión del ancho del perímetro. (Nota: Para las áreas de techo pequeñas, se puede usar la carga de las esquinas en toda el área del techo).
4. Diseñe adecuadamente los componentes del sistema de techo (vea la sección de Guías de Construcción).
 5. Obtenga los servicios de un contratista profesional especializado en techos para la instalación del sistema de techo.

Opciones de techos en metal

Existe una variedad de sistemas de paneles de metal (incluidos los paneles de compuesto de espuma) para techos de pendiente leve (p. ej., 3:12 o menos) y de pendiente escarpada (p. ej., mayor de 3:12). También hay tejas de metal disponibles para techos con pendiente escarpada. Las alternativas más comunes de techos de metal son:

Sistemas de junta de plegado saliente hidrostáticos (p. ej., barrera contra el agua): estos sistemas de paneles están diseñados para resistir las filtraciones de agua bajo presión hidrostática. Estos tienen juntas de plegado saliente que levantan la unión entre los paneles sobre el nivel del agua. La junta se sella con cinta selladora (o sellador) en caso de que se inunde con agua congelada del techo o impulsada por el viento.

La mayoría de los sistemas hidrostáticos son estructurales (p. ej., los paneles de techo son lo suficientemente resistentes como para extenderse entre correas y alfajías). Se puede especificar un panel arquitectónico hidrostático (que no puede extenderse entre los soportes), si se proporciona una cubierta continua o con poca separación.

Paneles hidrocínicos (p. ej., para repeler el agua): estos sistemas de paneles no están diseñados para resistir las filtraciones de agua bajo presiones hidrostáticas; y por lo tanto, requieren una pendiente relativamente escarpada (por lo general, mayor de 3:12) y el uso de una capa base para brindar una segunda capa protectora contra las filtraciones de agua a través de los paneles. La mayoría de los paneles hidrocínicos son sistemas arquitectónicos, que requieren una cubierta continua o con poca separación para brindar soporte para las cargas de gravedad.

Para observaciones sobre el rendimiento de los techos de metal durante el huracán Charley (2004, en Florida), Iván (2004, en Alabama y Florida), y Katrina (2005, en Alabama, Louisiana, y Mississippi), respectivamente; vea el Capítulo 5 en los informes de MAT de FEMA 488, 489 y 549.

Para ver cómo fijar paneles de metal corrugado, vea FEMA 55, *Manual de Construcción Costera, Apéndice K*, disponible por internet en: <http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=1671>.

Una ventaja de los paneles con sujetadores expuestos (contrario a los paneles con ganchos ocultos) es que, luego de instalados, es fácil verificar que se haya instalado la cantidad correcta de sujetadores. Si no hay suficientes sujetadores, se pueden añadir más de forma económica y fácil.

Algunos paneles hidrocínicos tienen nervadura vertical y ganchos ocultos (Imagen 2), mientras otros (como los paneles 5V rizados, paneles R y paneles corrugados) tienen fijación pasante (p. ej., con sujetadores expuestos). Existen paneles disponibles que simulan tejas.

Tejas de metal: Las tejas de metal son productos hidrocínicos que requieren una pendiente relativamente escarpada y el uso de una capa base. Existen tejas de metal que simulan la apariencia de tejas de madera o de arcilla.



Imagen 2. Este sistema de paneles arquitectónicos tiene ganchos ocultos. Los paneles se soltaron de los ganchos. La primera hilera de ganchos (justo encima de la línea roja) estaba a varias pulgadas del extremo de los paneles. La primera hilera de ganchos debió haber estado más cerca del alero.

Guías de construcción

- Consulte los requisitos del código local de construcción y la literatura del fabricante para conocer los requisitos específicos de instalación, ya que pueden variar al nivel local.
- Capa base: Si se instala un sistema sólido de capa base, puede servir como una barrera secundaria contra el agua si el viento arranca los paneles de techo de metal o las tejas (Imágenes 2 y 3). Para recomendaciones sobre cómo mejorar el rendimiento de la capa base, vea la Hoja informativa Núm. 7.2, Capa base para techos con tejas de asfalto. Esta hoja informativa 7.2 trata sobre las opciones de capas base para los techos con tejas de asfalto. Para los paneles o tejas de metal en los que la 7.2 también recomienda un fieltro Tipo 1 (#15), use fieltro Tipo II (#30) porque al ser más pesado ofrece mayor resistencia a ser perforado por los paneles durante la aplicación. Además, si usa una capa base autoadhesiva de asfalto modificado, especifique o compre un producto que se pueda aplicar debajo de metal (estos productos son más resistentes al flujo de asfalto expuesto a altas temperaturas).



Imagen 3. Estos sistemas de paneles arquitectónicos tienen juntas que encajan. Un lado de la junta está fijado con un sujetador oculto. Aunque el viento arrancó una gran cantidad de paneles, no arrancó la capa base

- Donde la velocidad básica del viento (del diseño) sea de 110 mph² o mayor, se recomienda que no se use menos de dos ganchos en el alero, las crestas y los filos. Coloque el primer gancho de alero de 2 a 3 pulgadas del borde, y luego el segundo gancho de 3 a 4 pulgadas de separación del primer gancho. Las Imágenes 2 y 4 ilustran las consecuencias de colocar los ganchos demasiado lejos del alero.
- Para paneles de techo de cobre en áreas con una velocidad básica del viento que sobrepase las 90 mph,³ se recomienda usar ganchos y tornillos de acero inoxidable tipo 304 o 316 en vez de usar ganchos de cobre más maleables.



Imagen 4. Estos ganchos de alero estaban muy lejos de los extremos del panel. El gancho de la izquierda estaba a 13" del borde de la cubierta. El otro estaba a 17" del borde. Hubiera sido prudente instalar los ganchos dobles a lo largo del alero.

- Cuando se fijan los ganchos o sujetadores de los paneles a las alfajías (Imágenes 5–7), especifique la conexión de la alfajía al soporte de la misma (incluyendo el detalle de los puntos donde las alfajías empalman sobre los soportes).



Imagen 5. Los paneles fueron arrancados del techo superior y cayeron en el techo inferior de esta casa. El techo superior con tejas de asfalto se había recubierto con paneles 5V rizados atornillados a las alfajías. El fallo se debió a la fijación inadecuada de las alfajías (que tenían clavos muy separados) al revestimiento. Observe que el viento arrancó el tapajuntas del filo del techo inferior.

- 2 La velocidad del viento de 110 mph se basa en el ASCE 7-05. Si usa el ASCE 7-10 de referencia, la velocidad del viento equivalente es de 142 mph para edificios de Categoría de Riesgo II.
- 3 La velocidad del viento de 90 mph se basa en el ASCE 7-05. Si usa el ASCE 7-10 de referencia, la velocidad del viento equivalente es de 116 mph para edificios de Categoría de Riesgo II.



Imagen 6. Las alfajías arrancadas hicieron que estos paneles fallaran progresivamente. Las alfajías fueron instaladas directamente sobre las cerchas. En un ensamblaje como este sin cubierta, no hay oportunidad para incorporar una capa base. Al perder esos paneles, el agua de lluvia entró fácilmente al edificio



Imagen 7. Esta residencia tenía tejas en metal que simulaban la apariencia de tejas de arcilla. Por lo general, las tejas se desprenden de los listones, pero algunos de los listones también fueron arrancados por el viento

- Cuando los ganchos o sujetadores de los paneles estén cargados en retracción (tensión), se recomienda usar tornillos en vez de clavos.
- Para los techos ubicados a menos de 3,000 pies del mar, se recomienda el uso de ganchos y sujetadores de acero inoxidable serie 300.
- Para los ganchos ocultos sobre un sustrato sólido, se recomienda trazar líneas de tiza para que los ganchos tengan la separación correcta.
- Tapajuntas de filo, cresta y borde inclinado: como los sujetadores expuestos son más confiables que la fijación con abrazaderas, se recomienda que los tapajuntas del filo, la cresta o el borde inclinado se fijen con sujetadores expuestos. Se recomiendan dos hileras de sujetadores a cualquier lado de la línea del borde o la cresta. Se recomienda poca separación entre los sujetadores (p. ej., separación de 3 pulgadas a 6 pulgadas desde el centro, a tono con las cargas de resistencia al viento del diseño), según se ilustra en la Imagen 8 para prevenir que el viento arranque los tapajuntas, según se ilustra en la Imagen 9.

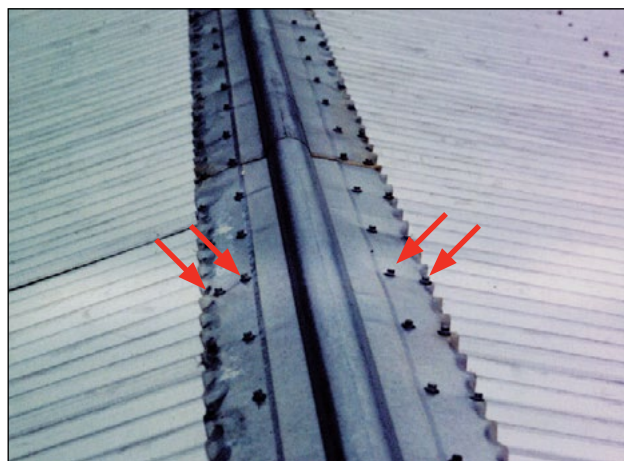
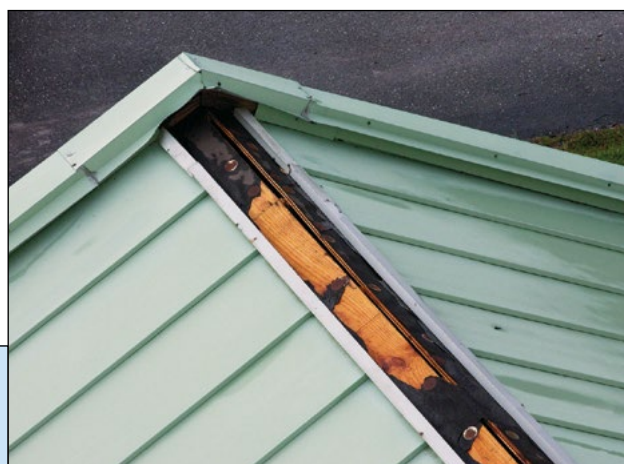


Imagen 8. Los tapajuntas de la cresta en estos paneles de metal corrugado tenían dos hileras de sujetadores a cada lado de la línea de la cresta.

Imagen 9. Los sujetadores de los tapajuntas de la cresta estaban muy separados. Una cantidad significativa de agua se filtró cuando el viento arrancó los tapajuntas de la cresta.



Recursos adicionales

Para información general sobre otros aspectos del diseño y la construcción de sistemas de techos de metal (incluidos los tipos de juntas de plegado, tipos de metal y acabados), vea:

Copper and Common Sense (El cobre y el sentido común), (<http://www.reverecopper.com>)

Copper Development Association (Asociación del Desarrollo del Cobre), (<http://www.copper.org/publications>)

Metal Building Manufacturers Association, *Metal Roofing Systems Design Manual* (Asociación de Fabricantes de Edificaciones de Metal, *Manual de Diseño de Sistemas de Techos de Metal*), 2000, (https://www.techstreet.com/standards/metal-roofing-systems-design-manual?product_id=1909750)

Metal Construction Association (Asociación para la Construcción de Estructuras de Metal), (<http://www.metalconstruction.org/>)

National Institute of Building Sciences, *Whole Building Design Guide*, (Instituto Nacional de Ciencias de la Construcción, *Guía Completa de Diseño de Construcción*) (<http://www.wbdg.org/>)

National Roofing Contractors Association, *The NRCA Roofing Manual* (Asociación Nacional de Constructores de Techos, *Manual de Techos de la NRCA: Metal Panel and SPF Roof Systems* (Sistemas de Techos de Paneles de Metal y SPF), 2008, (<http://www.nrca.net/store/detail/the-nrca-roofing-manual-metal-panel-and-spf-roof-systems2016/1457>)

Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association, *Architectural Sheet Metal Manual* (Asociación Nacional de Constructores de Estructuras Metálicas y Aire Acondicionado, *Manual de Construcciones Metálicas Arquitectónicas*), 2003, (<http://www.smacna.org/bookstore>)

American Iron and Steel Institute, *North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members* (Instituto Estadounidense del Hierro y el Acero, *Especificaciones Norteamericanas para el Diseño de Miembros Estructurales de Acero Formado en Frío*) (AISI S100-07), 2007, (<http://www.ce.jhu.edu/cfs/cfslibrary/AISI-S100-07%20Specification.pdf>)

American Iron and Steel Institute (Instituto Estadounidense del Hierro y el Acero) (<https://www.steel.org/>)

Informes FEMA MAT 488, 489, FEMA 543 (sección 3.4.3.4), 549, FEMA 577 (sección 4.3.3.8). (<http://www.fema.gov/library>).

International Organization of Standards (Organización Internacional de Normalización) (ISO), Documento ISO 14021, (<http://www.iso.org>).

Techos Profesionales, "Análisis y pruebas de metales de la NRCA", mayo de 2003, (<http://www.professionalroofing.net/Articles/NRCA-analyzes-and-tests-metal-05-01-2003/266>)

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas



Estructuras cerradas y paredes desprendibles

Propósito: *Discutir los requisitos y las recomendaciones para las estructuras cerradas y las paredes desprendibles debajo del Nivel de Inundación Base (BFE, por sus siglas en inglés).*

Asuntos claves

- Las áreas encerradas por paredes sólidas por debajo del BFE (“estructuras cerradas”) están sujetas a reglamentos estrictos bajo el Programa del Seguro Nacional de Inundación (NFIP, por sus siglas en inglés). Observe que algunas jurisdicciones locales hacen cumplir reglamentos más estrictos para las estructuras cerradas.
- Los espacios debajo de los edificios elevados solo se pueden usar para acceso al edificio, estacionamiento y almacenamiento.
- Las estructuras cerradas en los edificios de la Zona V tienen que ser con paredes desprendibles (se prohíben estructuras cerradas que no sean desprendibles). Las estructuras cerradas con paredes desprendibles en las Zonas V deben ser construidas con materiales resistentes a inundaciones, cumplir con requisitos de diseño específicos y estar certificados por un profesional de diseño registrado.
- Las estructuras cerradas (desprendibles y no desprendibles) en los edificios de Zona A tienen que ser construidas con materiales resistentes a inundación y equipadas con aberturas para inundación que permitan que se igualen los niveles de agua adentro y afuera.
- Las paredes desprendibles de estructuras cerradas deben considerarse no esenciales, y el dueño del edificio podría incurrir en costos sustanciales al reemplazarlas. Las pólizas de seguro de inundación no cubren el reemplazo de las paredes desprendibles.
- Para las Zonas V, las estructuras cerradas con paredes desprendibles debajo de un edificio elevado resultarán en primas del seguro de inundación más altas. Sin embargo, rodear el espacio debajo del BFE con malla para insectos, entramado abierto, listones o persianas podría resultar en primas del seguro de inundación mucho más bajas (Imagen 1) y muy probablemente reducirá los daños durante los eventos menores de la inundación base. Además se recomienda que las paredes desprendibles sean diseñadas para romperse en secciones más pequeñas de manera que tengan menor probabilidad de dañar los cimientos o las partes superiores del edificio.



Imagen 1. Las persianas de madera instaladas debajo de una casa elevada en una Zona V son una buena alternativa para las paredes desprendibles sólidas.



AVISO

Los diseñadores, constructores y dueños de vivienda deben tener en cuenta que: (1) es muy probable que las estructuras cerradas y su contenido queden destruidos durante eventos de inundación menor; (2) el seguro de inundación no cubre las estructuras cerradas, ni la mayor parte de su contenido, lo que puede resultar en costos sustanciales al dueño del edificio; y (3) aún la presencia de estructuras cerradas con paredes desprendibles construidas correctamente aumentará las primas del seguro de inundación para todo el edificio (la tasa de la prima aumentará según aumenta el área cerrada). Incluir estructuras cerradas en el diseño de un edificio puede tener implicaciones de costo sustanciales.

El Equipo de Evaluación de Mitigación para el Huracán Ike observó algunas paredes desprendibles de más de 11 pies de altura. Si bien FEMA fomenta elevar los hogares sobre el BFE (p. ej., añadir margen de separación vertical o francobordo), una de las consecuencias imprevistas parece ser el aumento en el tamaño de los elementos de escombros de la inundación debido a las paredes desprendibles más altas.



¿Para qué se puede usar el espacio debajo del BFE?

Los reglamentos del NFIP indican que el área debajo de un edificio elevado solo se puede usar para **estacionamiento, acceso al edificio y almacenamiento**. Estas áreas no deben estar terminadas ni usarse para propósitos de recreación o habitables. Solo se permite un mínimo de equipo eléctrico y no se puede instalar equipo mecánico ni de plomería debajo del BFE.

¿Qué es una estructura cerrada?

Una “**estructura cerrada**” se forma cuando cualquier espacio debajo del BFE está cerrado en todos los lados por paredes o particiones. Las estructuras cerradas pueden dividirse en dos tipos: desprendibles y no desprendibles.

- Las estructuras cerradas con paredes **desprendibles** están diseñadas para fallar en condiciones de inundación base sin comprometer el edificio elevado (Imagen 2): **cualquier estructura cerrada debajo del BFE en una Zona V tiene que tener paredes desprendibles**. Se permiten estructuras cerradas en las Zonas A, pero tienen que estar equipadas con aberturas para inundación.
- Las **estructuras cerradas sin paredes desprendibles** pueden ser construidas en la Zona A y usarse para ofrecer soporte estructural al edificio elevado. Todas las estructuras cerradas de la Zona A tienen que estar equipadas con aberturas para inundación a fin de permitir la entrada y salida automática de las aguas de inundación. **Se recomienda usarlas solo en áreas de Zona A sujetas a aguas de inundación superficiales y de poco movimiento sin rompimiento de olas (p. ej., no usar en las Zonas Costeras A).**

Paredes desprendibles

Las paredes desprendibles tienen que ser diseñadas para desprenderse bajo las siguientes cargas de Diseño de Tensión Permisible más grandes: 1) la carga de viento del diseño, 2) la carga sísmica del diseño, o 3) 10 libras por pie cuadrado (psf), que actúa de manera perpendicular al plano de la pared (vea la Imagen 3 para un ejemplo de una pared desprendible que cumple con los requisitos). Si la carga de Diseño de Tensión Permisible sobrepasa los 20 psf para la pared desprendible diseñada, el **diseño de la pared desprendible tiene que estar certificado**. Cuando se requiera certificación, un ingeniero o arquitecto profesional tiene que certificar que las paredes colapsarán bajo una carga de agua relacionada con la inundación base y que la parte elevada del edificio y sus cimientos no estarán sujetos a colapso, desplazamiento ni movimiento lateral bajo cargas simultáneas de viento y agua. **Las paredes desprendibles tienen que desprenderse limpiamente y no pueden dañar el edificio elevado** (Imagen 4). **Los servicios públicos no deben estar**



Imagen 2. Las paredes desprendibles debajo de este edificio fallaron según previsto bajo las fuerzas de inundación del huracán Ike.

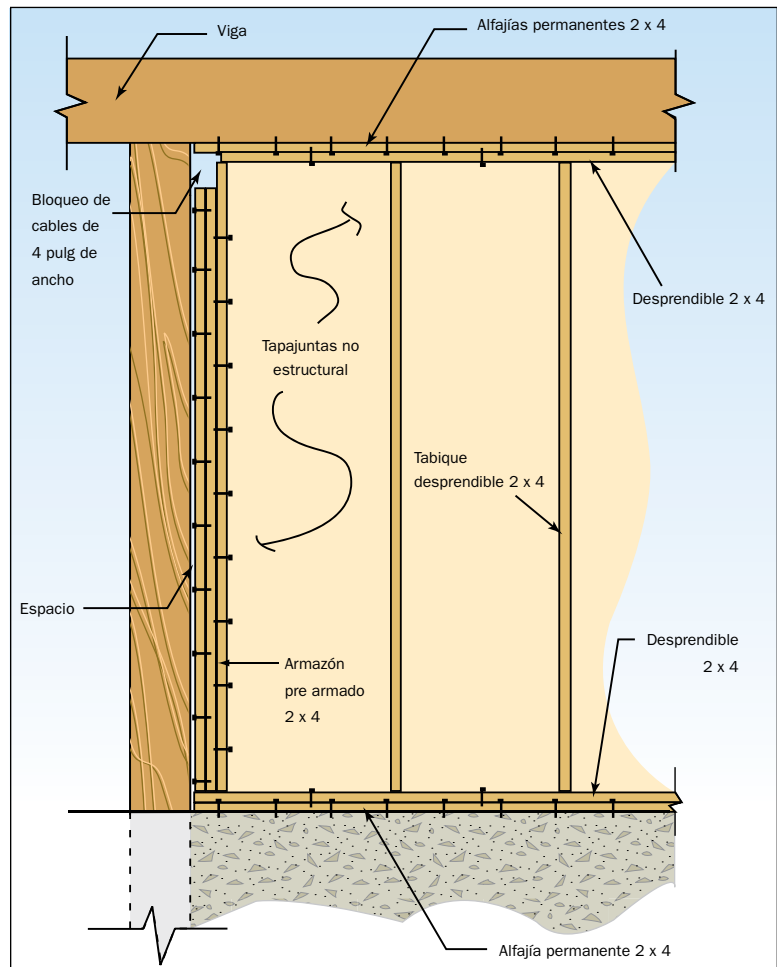


Imagen 3. Un ejemplo de pared desprendible que cumple con el NFIP construida de madera tratada con conservantes o resistente al deterioro.

fijados ni pasar a través de las paredes desprendibles. Vea el Boletín Técnico 9 de FEMA (2008a), *Guías para el diseño y la construcción de paredes desprendibles* para más información.



Imagen 4. El revestimiento exterior del edificio se extendía hasta abajo y sobre la pared desprendible. La falta de una separación limpia permitió que los daños continuaran hasta arriba al fallar la pared desprendible.

Consideraciones de obstrucciones

Un edificio en la Zona V, elevado sobre cimientos abiertos sin una estructura cerrada u otras obstrucciones debajo del BFE, se dice que está libre de obstrucciones, y recibirá una prima del seguro de inundación favorable (vea el Boletín Técnico 5-08, *Requisitos de ausencia de obstrucciones* de FEMA (2008) para más información).

Los siguientes escenarios de construcción también están clasificados por el *Manual del Seguro de Inundación* del NFIP como **libre de obstrucciones**:

- El espacio debajo del BFE está rodeado de malla para insectos o por entramado de madera o plástico, listones o persianas, si por lo menos el 40 por ciento del área con entramado o persianas está abierto. El entramado no puede tener de más de $\frac{1}{4}$ de pulgada de grosor; los listones o las persianas no pueden tener más de 1 pulgada de grosor.
- El espacio debajo del BFE está rodeado por una combinación de una pared desprendible sólida (o puerta de garaje), y todos los demás lados de la estructura cerrada están cubiertos con malla para insectos, entramado de madera o plástico, listones o persianas.

Los siguientes escenarios de construcción están clasificados por el *Manual del Seguro de Inundación* de FEMA como **con obstrucciones**:

- El espacio debajo del BFE está completamente cerrado por paredes desprendibles sólidas.
- El espacio debajo del BFE está cerrado por una combinación de dos o más paredes desprendibles sólidas, con los lados restantes de la estructura cerrada compuestos por malla para insectos, o entramado de madera o plástico, listones o persianas.

Aberturas para inundación

Los muros de cimientos y otras paredes de cerramiento de los edificios en la Zona A (incluidos los edificios de la Zona Costera A) tienen que estar equipados con aberturas que permitan la **entrada y salida automática de las aguas de inundación** (Imagen 5).

Los requisitos de aberturas de la Zona A son como sigue:

- Hay que incluir aberturas para inundación **por lo menos en dos de las paredes** que forman la estructura cerrada.
- **La parte inferior de cada abertura debe ser ubicada no más alto de 1 pie sobre el suelo inmediatamente debajo de cada abertura. Si el nivel del terreno interior y exterior son diferentes, se usará el mayor entre el nivel del terreno interior final y el nivel del terreno exterior terminado inmediatamente debajo de cada abertura para tomar una determinación.**
- Se pueden instalar **persianas, mallas o tela** sobre las aberturas para inundación siempre y cuando no interfieran con la operación de las aberturas durante una inundación.
- Se puede establecer el tamaño de las aberturas para inundación según un método prescriptivo (1 pulgada cuadrada de abertura para inundación por pie cuadrado de área cerrada) o un método de ingeniería (que tiene que ser certificado por un ingeniero profesional o arquitecto licenciado).

Los detalles relacionados con las aberturas para inundación se incluyen en el Boletín Técnico 1-08 de FEMA (2008c), *Aberturas en muros de cimientos y paredes de cerramiento*.



Imagen 5. Abertura para inundación en una pared de cerramiento debajo del BFE.

Otras consideraciones

Las estructuras cerradas están estrictamente reglamentadas porque, si no se construyen correctamente, pueden transferir las fuerzas de inundación a la estructura principal (que podría ocasionar un colapso estructural). También existen otras consideraciones.

- Los dueños podrían verse tentados a convertir las áreas cerradas debajo del BFE en espacio habitable, lo que ocasiona problemas de seguridad y pérdidas no cubiertas por el seguro. Se deben fomentar los edificios sin estructuras cerradas debajo del piso más bajo. Si se construyen estructuras cerradas, los contratistas, **no deben incluir los servicios públicos en las estructuras cerradas** (incluir los servicios básicos hace más fácil que los dueños terminen y ocupen el espacio).

- El revestimiento exterior usado en las partes elevadas de un edificio no debe extenderse sobre las paredes desprendibles. Por lo contrario, se debe proporcionar una separación limpia de manera que cualquier revestimiento exterior instalado en las paredes desprendibles sean independientes estructuralmente del resto del revestimiento exterior del edificio (vea la Imagen 4).
- Las estructuras cerradas con paredes desprendibles sólidas en las Zonas V resultarán en **primas del seguro de inundación más altas** (especialmente donde el área cerrada sea de 300 pies cuadrados o más). Se recomienda malla para insectos, entramado, listones o persianas.

Se recomienda usar mallas para insectos, entramado abierto de madera o plástico, listones o persianas en lugar de paredes desprendibles sólidas debajo de los edificios residenciales elevados.

- Si se construyen estructuras cerradas en las **Zonas Costeras A, se recomiendan cimientos abiertos con estructuras cerradas con paredes desprendibles** en lugar de muros de cerramiento o entresuelos. Si se usan paredes desprendibles sólidas, tienen que estar equipadas con aberturas para inundación que permitan que las aguas de inundación entren y salgan de la estructura cerrada. El uso de estructuras cerradas con paredes desprendibles en las Zonas Costeras A (o en cualquier Zona A) no resultará en primas más altas del seguro de inundación.

Se recomienda que se consideren aberturas para inundación para las paredes desprendibles sólidas en las Zonas V, aunque el NFIP no las requiera. La presencia de aberturas para inundación podría aliviar las fuerzas de inundación contra las paredes desprendibles sólidas, reducir el daño a las paredes y los escombros arrastrados por la inundación.

- Las puertas de garaje instaladas en estructuras cerradas debajo del BFE de edificios de la Zona V, incluso las puertas reforzadas y resistentes a vientos fuertes, tienen que cumplir con el requisito de rendimiento discutido en la sección de *Paredes desprendibles* de esta Hoja Informativa. Específicamente, las puertas tienen que ser diseñadas para desprenderse bajo la mayor de las cargas de Diseño de Tensión Permisible: carga de viento de diseño, carga sísmica de diseño, o 10 psf, actuar perpendicularmente al plano de la puerta. Si la carga de Diseño de Tensión Permisible sobrepasa los 20 psf para la puerta diseñada, **la puerta tiene que ser diseñada y certificada para colapsar bajo condiciones de inundación base**. Vea la sección de *Paredes desprendibles* para información sobre los requisitos de certificación.

Existen otros dos escenarios de estructura cerrada que deben mencionarse, que tienen consecuencias de construcción y del seguro de inundación. Los contratistas y diseñadores deben tener precaución cuando un dueño pide cualquiera de los dos tipos de estructura cerrada y se recomienda un agente del seguro de inundación de la comunidad y con conocimiento.

- **Las estructuras cerradas por debajo del BFE** que no llegan al suelo, a veces llamadas estructuras cerradas “colgantes” o “elevadas”, ocurren cuando hay un sistema de piso de estructura cerrada amarrado a los cimientos del edificio y sobre el suelo (vea la Imagen 6). En las Zonas V, las paredes de la estructura cerrada tienen que ser desprendibles y el sistema de piso de la estructura cerrada tiene que ser desprendible o los cimientos del edificio tienen que estar diseñados para acomodar las cargas de inundación transferidas desde el sistema de piso de la estructura cerrada a los cimientos.
- En las Zonas A, las paredes de la estructura cerrada tienen que tener las rejillas de inundación apropiadas, con la parte inferior no más alta de 1 pie sobre el piso de la estructura cerrada. Estos tipos de estructuras cerradas no fueron contemplados cuando se desarro-



Imagen 6. Ejemplo de una estructura cerrada que no se extiende hasta el nivel del terreno. Este tipo de estructura cerrada presenta problemas especiales de construcción y del seguro de inundación. Los contratistas deben proceder con cautela cuando un dueño pide una estructura cerrada de este tipo.

llaron las tablas de tasas de la prima del seguro de inundación y podrían resultar en primas del seguro de inundación mucho más altas que las que tienen las paredes de las estructuras cerradas que lleguen al suelo. El NFIP está trabajando para corregir este problema de clasificación; hasta entonces, los dueños pagarán una penalidad de prima sustancial por este tipo de construcción.

- **Estructuras cerradas de dos plantas** debajo de edificios elevados (vea Imagen 7). Como algunos BFE se establecen cada vez más altos sobre el terreno, algunos dueños han construido estructuras cerradas con paredes sólidas de dos plantas debajo del edificio elevado, de las que la estructura cerrada más alta tiene un sistema de piso aproximadamente en el centro entre el terreno y el edificio elevado. Estos tipos de estructuras cerradas presentan problemas particulares. En las Zonas A, ambos niveles de la estructura cerrada tienen que tener aberturas para inundación en las paredes a menos que haya alguna manera de aliviar la presión del agua a través del sistema de piso entre las estructuras cerradas superiores e inferiores; en las Zonas V, las paredes de estructuras cerradas (y posiblemente los sistemas de piso de la estructura cerrada) tienen que ser desprendibles; los requisitos especiales de los códigos para entrada y salida podrían ser un factor; estas estructuras cerradas podrían resultar en primas del seguro de inundación sustancialmente más altas.



Imagen 7. Ejemplo de una estructura cerrada de dos plantas debajo del BFE. Este tipo de estructura cerrada presenta problemas especiales de construcción y del seguro de inundación. Los contratistas deben proceder con cautela cuando un dueño pide una estructura cerrada de este tipo.

Recursos adicionales

FEMA. 2008a. *Requisitos de diseño y construcción de paredes desprendibles (Design and Construction Requirements for Breakaway Walls)*. Boletín Técnico 9-08, (<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=1722>).

FEMA. 2008b. *Requisitos de ausencia de obstrucciones (Free-of-Obstruction Requirements)*. Boletín Técnico 5-08, (<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=1718>).

FEMA. 2008c. *Aberturas en muros de cimientos y paredes de estructuras cerradas (Openings in Foundation Walls and Walls of Enclosures)*. Boletín Técnico 1-08, (<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=1579>).

FEMA. 2009. Boletín Informativo de Recuperación para el Huracán Ike, *Diseño y construcción en zonas costeras A (Design and Construction in Coastal A Zones)*, (<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=1569>).

Cubiertas, piscinas y estructuras adjuntas

Propósito: *Resumir los requisitos y las guías generales del Programa del Seguro Nacional de Inundación (NFIP, por sus siglas en inglés) para la construcción e instalación de cubiertas, escaleras y elevadores de acceso, piscinas y edificios adjuntos bajo o cerca de edificios costeros.*

Asuntos claves

- Cualquier cubierta, edificio adjunto u otro elemento de construcción que dependa estructuralmente de o que esté conectado a un edificio en la Zona V se considera parte del edificio y tiene que cumplir con los requisitos reglamentarios del NFIP para la construcción en la Zona V (vea el Boletín Técnico 5-08 de NFIP y las Hojas Informativas Núm. 1.2, 1.4, 1.5, 1.7, 3.1, 8.1, 9.1). Se prohíben los elementos de construcción adjuntos que no cumplan con estos requisitos.
- Si se conectan elementos prohibidos a un edificio que de otra manera cumpla con los requisitos del NFIP, podría considerarse una prima del seguro de inundación más alta para todo el edificio.
- Las piscinas, los edificios adjuntos y otros elementos de construcción fuera del perímetro (huella) de un edificio costero, pero que no estén adjuntas al mismo, podrían alterar las características de inundación significativamente o aumentar las fuerzas de oleaje o impacto de escombros que afectan al edificio y a los edificios cercanos. Si se van a construir dichos elementos, un profesional de diseño debe considerar sus posibles efectos sobre el edificio y los edificios cercanos.
- Esta *Guía del Constructor de Viviendas para la Construcción Costera* recomienda firmemente que todas las cubiertas, piscinas, estructuras adjuntas y otros elementos de construcción en la Zona A en áreas costeras sean diseñados y construidos para cumplir con los requisitos del NFIP para la Zona V.
- Las investigaciones realizadas después de tormentas frecuentemente revelan daños a la envoltura y a la estructura (a edificios elevados) que surgen tras la falla de una cubierta por fuerzas de inundación o del viento. Las cubiertas deben tener el mismo nivel de



Daños causados por el huracán Opal en Florida. Esta cubierta fue diseñada para cumplir con los requisitos de la Línea de Control de Construcción Costera (CCCL) del estado de Florida. La casa fue construida antes de la implantación del CCCL y no cumplía con estos requisitos.

diseño y detalles de construcción que el edificio principal, y no hacerlo podría resultar en daños severos al edificio.

Cubiertas

Requisitos

- Si una cubierta está conectada estructuralmente a un edificio en la Zona V, la parte inferior de la pieza horizontal más baja tiene que estar elevada al o sobre el nivel de la parte inferior de la pieza horizontal más baja del edificio.
- Una cubierta construida por debajo del Nivel de Inundación Base (DFE, por sus siglas en inglés) tiene que ser independiente estructuralmente del edificio principal y no debe causar una obstrucción.
- Si se va a construir una cubierta independiente estructuralmente en pendiente, un profesional de diseño tiene que evaluar la cubierta propuesta para



determinar si afectará adversamente al edificio y a los edificios cercanos (p. ej., desviando los flujos de inundación o creando escombros que causen daños).

Recomendaciones

- Las cubiertas deben ser construidas sobre el mismo tipo de cimientos que el edificio principal. Deben ser independientes estructuralmente de la estructura principal y estar diseñados para resistir las fuerzas esperadas de viento y agua.
- Como alternativa, las cubiertas se pueden construir en voladizo desde la estructura principal; esta técnica puede minimizar la necesidad de elementos adicionales de cimientos.
- No se aconseja diseñar una “cubierta desprendible” porque podría convertirse en escombros grandes.
- Una “cubierta desprendible” del lado del mar presenta un riesgo de daños a la estructura principal.
- Las cubiertas deben construirse de materiales resistentes a inundaciones y todos los sujetadores deben ser de materiales resistentes a la corrosión.

Escaleras y elevadores de acceso

Requisitos

- Las escaleras y los elevadores abiertos conectados o debajo de un edificio elevado en la Zona V están excluidos de los requisitos de pared desprendible del NFIP (vea el Boletín Técnico 5-08 del NFIP y la Hoja Informativa Núm. 8.1) pero tienen que cumplir con el requisito del NFIP para el uso de materiales resistentes a inundación (vea el Boletín Técnico 2-08 del NFIP y la Hoja Informativa Núm. 1.7). Las escaleras grandes y sólidas que bloquean el flujo debajo de un edificio son una violación a los requisitos de ausencia de obstrucciones del NFIP (vea el Boletín Técnico 5-08 del NFIP).



Los pasamanos en estas escaleras estaban encerrados con el revestimiento exterior, lo que presenta un mayor obstáculo para el flujo del agua de inundación y contribuyen a los daños de inundación mostrados aquí.

- Aunque no tienen que ser diseñados para desprenderse bajo las fuerzas de inundación, las escaleras y los elevadores de acceso son obstrucciones; por lo tanto, el profesional de diseño tiene que considerar las cargas que pueden transferir al edificio principal.



Las escaleras grandes y sólidas como estas bloquean el flujo debajo del edificio y son una violación a los requisitos de ausencia de obstrucciones del NFIP.

Recomendaciones

- Se deben usar pasamanos y contrahuellas de escalones abiertos porque permiten que el viento y el agua pase a través en lugar de actuar como una barrera al flujo.
- La parte inferior de la escalera, al igual que los cimientos de la estructura principal, deben estar diseñados y contruidos para permanecer en el lugar durante una tormenta de viento o una inundación.
- Las escaleras que no se consideran el medio principal de salida pueden ser construidas con conexiones giratorias que permitan levantarlas en caso de una tormenta o inundación inminente (verifique los requisitos del código antes de usar esta técnica).
- Los elevadores deben instalarse de conformidad con las guías del Boletín Técnico 4-93 del NFIP y el código de construcción.

Piscinas

Requisitos

- Solo se permite una piscina en el terreno o una piscina elevada adyacente a un edificio costero si no se convertirá en una obstrucción que ocasionará daños al edificio o los edificios cercanos.
- Cuando se construye una piscina cerca de un edificio en la Zona V, el profesional de diseño tiene que asegurar a los funcionarios de la comunidad que no aumentará el potencial de daños a los cimientos o a la parte elevada del edificio ni a ningún edificio cercano. Se pueden diseñar piscinas para que se

desprendan (“piscinas desprendibles”) durante un evento de inundación, que pueden reducir el potencial de impactos adversos a los edificios cercanos.

- Cualquier piscina construida adyacente a un edificio costero tiene que ser independiente estructuralmente del edificio y de sus cimientos.
- Solo se puede colocar una piscina debajo de un edificio costero si la parte superior de la misma y la cubierta o el pasadizo que la acompañan están al nivel con la pendiente existente y solo si no se cierra el área más baja (debajo del piso más bajo). Bajo el NFIP las estructuras cerradas en áreas más bajas alrededor de piscinas constituyen un uso recreativo y no se permiten aunque se construyan según los estándares de paredes desprendibles.

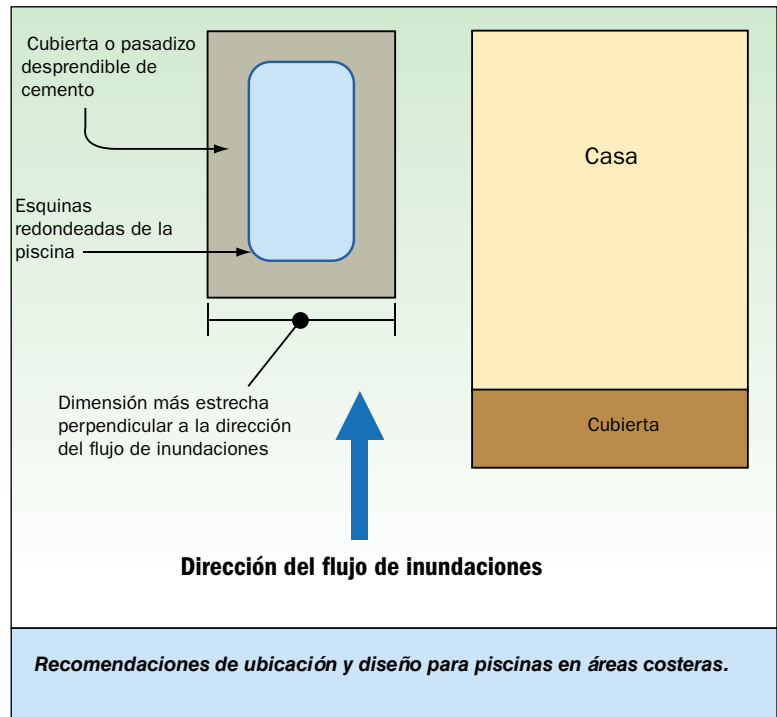
Recomendaciones

- Se deben orientar las piscinas con su dimensión más estrecha perpendicular a la dirección del flujo de inundación.
- Las cubiertas o los pasadizos de cemento alrededor de las piscinas deben ser desprendibles (p. ej., se romperán bajo las fuerzas de inundación).
- Se deben instalar y elevar las piscinas de fibra de vidrio moldeado sobre un armazón estructural soportado por pilotes.
- No se deben construir piscinas sobre el suelo en la Zona V a menos que estén sobre el DFE y tengan cimientos abiertos, resistentes al viento y a las inundaciones.
- Se debe ubicar el equipo de piscina sobre el DFE siempre y cuando sea práctico.
- Verifique con los funcionarios de la comunidad antes de construir las piscinas en Zona V.

Edificios adjuntos

Requisitos

- A menos que se eleve correctamente (a o sobre el DFE) sobre pilotes o columnas, es muy probable que un edificio adjunto en la Zona V quede destruido durante una tormenta costera; por lo tanto, estos edificios tienen que limitarse a estructuras pequeñas y de poco valor (p. ej., cobertizos pequeños de madera o metal) que no sean esenciales. Vea el Boletín Técnico 5-08 del NFIP.
- Si una comunidad desea permitir edificios adjuntos sin elevar, tiene que definir “pequeño” y “de bajo costo”. El Boletín Técnico 5-08 del NFIP define “pequeño” como menos de 100 pies cuadrados y “de bajo costo” como menos de \$500. Los edificios adjuntos sin elevar no



pueden tener terminaciones adentro, tienen que estar contruidos con materiales resistentes a inundaciones y ser usados solo para almacenamiento.

- Cuando se ubica un edificio adjunto en la Zona V, el profesional de diseño tiene que determinar el efecto que los escombros del edificio adjunto tendrá sobre los edificios cercanos. Si el edificio adjunto es lo suficientemente grande que si falla crearía escombros que causen daños o desviaría los flujos de inundación, hay que elevarlo sobre el DFE.

Recomendaciones

- Siempre que sea práctico, no se deben construir edificios adjuntos. En su lugar, se deben incorporar las funciones de un edificio adjunto al edificio principal.
- Todos los edificios adjuntos deben ubicarse sobre el DFE siempre que sea práctico.
- Todos los edificios adjuntos deben ser diseñados y contruidos para resistir las fuerzas de viento y agua esperadas localmente siempre que sea práctico.
- Las conexiones de techo, pared y cimientos en los edificios adjuntos deben cumplir con los requisitos de conexiones de los edificios principales.
- Se deben anclar los edificios adjuntos debajo del DFE para que no sean arrastrados por los fuertes vientos o las aguas de inundación.

- Los edificios adjuntos (incluidos sus cimientos) no pueden estar conectados al edificio principal; de otra manera, el fallo del edificio adjunto podría dañar el edificio principal.
- Orientar la dimensión más estrecha de un edificio adjunto perpendicularmente al flujo esperado de agua creará menos obstrucción al flujo de agua o a la acción del oleaje y podría resultar en menos daños.



Edificio adjunto pequeño anclado para resistir las fuerzas de los vientos.

Recursos adicionales

FEMA. Boletín Técnico NFIP 2-08, *Requisitos para los materiales resistentes a inundaciones en las áreas especiales de riesgo de inundación (Flood Damage-Resistant Materials Requirements for Buildings Located in Special Flood Hazard Areas)*. (<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=1580>)

FEMA. Boletín Técnico NFIP 4-10, *Instalación de elevadores para edificios en las Áreas Especiales de Riesgo de Inundación (Elevator Installation for Buildings Located in Special Flood Hazard Areas)*. (<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=1717>)

FEMA. Boletín Técnico NFIP 5-08, *Requisitos de ausencia de obstrucciones para edificios ubicados en áreas costeras de alto riesgo (Free-of-Obstruction Requirements for Buildings Located in Coastal High Hazard Areas)*. (<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=1718>).

Protección de los servicios públicos

Propósito: *Identificar las consideraciones especiales que hay que tener al instalar el equipo de servicios públicos en una vivienda costera.*

Asuntos claves:

Riesgos, requisitos y recomendaciones: Hay que tener consideraciones especiales al instalar los sistemas de servicios públicos en las viviendas costeras. La **ubicación y conexión apropiada** de los servicios públicos y del equipo mecánico pueden **reducir significativamente los costos de los daños ocasionados por las tormentas costeras** y **permitirá a los dueños de vivienda volver a habitar** sus viviendas tan pronto se restablezcan los servicios de electricidad, alcantarillado y agua en su vecindario.



Líneas eléctricas y caja eléctrica desprendidas por las fuerzas del huracán.

Riesgos costeros que dañan el equipo de servicios públicos

- Aguas de inundación estancadas o en movimiento
- Impacto de escombros flotantes en las aguas de inundación
- Erosión y socavación causada por las aguas de inundación
- Vientos fuertes
- Misiles arrastrados por el viento

Daños comunes a los servicios públicos en las áreas costeras

Las aguas de inundación causan corrosión y contaminación, y cortos circuitos en equipos electrónicos y eléctricos, y otros daños físicos.

Eléctrico – Las aguas de inundación pueden corroer y crear cortos circuitos de los componentes del sistema eléctrico, que podrían causar descargas eléctricas. En las áreas donde el agua fluya con velocidad, los paneles eléctricos pueden desprenderse de sus fijadores por la fuerza del rompimiento de olas o el impacto de escombros flotantes.

Agua/Alcantarillado – Los pozos de agua pueden quedar expuestos por la erosión y socavación causada por las aguas de inundación que fluyen con velocidad. Los desbordamientos del alcantarillado pueden ocurrir aunque la estructura no se inunde.

Combustible – Las aguas de inundación pueden romper tanques y hacer que floten, corroer y ocasionar cortos circuitos de los componentes electrónicos y dañar las conexiones de tuberías. En casos extremos, el daño a los sistemas de combustible puede ocasionar incendios.

Métodos básicos de protección

Los métodos de protección principales son **elevación** o **protección de componentes**.

Elevación

La elevación se refiere a la ubicación de un componente o sistema de servicios públicos sobre el Nivel de Inundación del Diseño (DFE, por sus siglas en inglés).

Protección de componentes

La protección de componentes se refiere a la implantación de técnicas de diseño que protegen a un componente o grupo de componentes contra los daños por inundación cuando están ubicados sobre el DFE.

Requisitos de protección de servicios públicos del NFIP

Los reglamentos del NFIP [Sección 60.3(a)(3)] indican que:

Cualquier construcción nueva y mejora sustancial debe ser construida con instalaciones de servicio eléctrico, calefacción, ventilación, plomería y equipo de aire acondicionado y otros servicios diseñados o ubicados de manera que eviten que el agua entre o se acumule dentro de los componentes durante las condiciones de inundación.

La elevación del equipo de los servicios públicos y mecánicos es el método de protección preferido.



Recomendaciones para la protección de los servicios públicos

Eléctrico

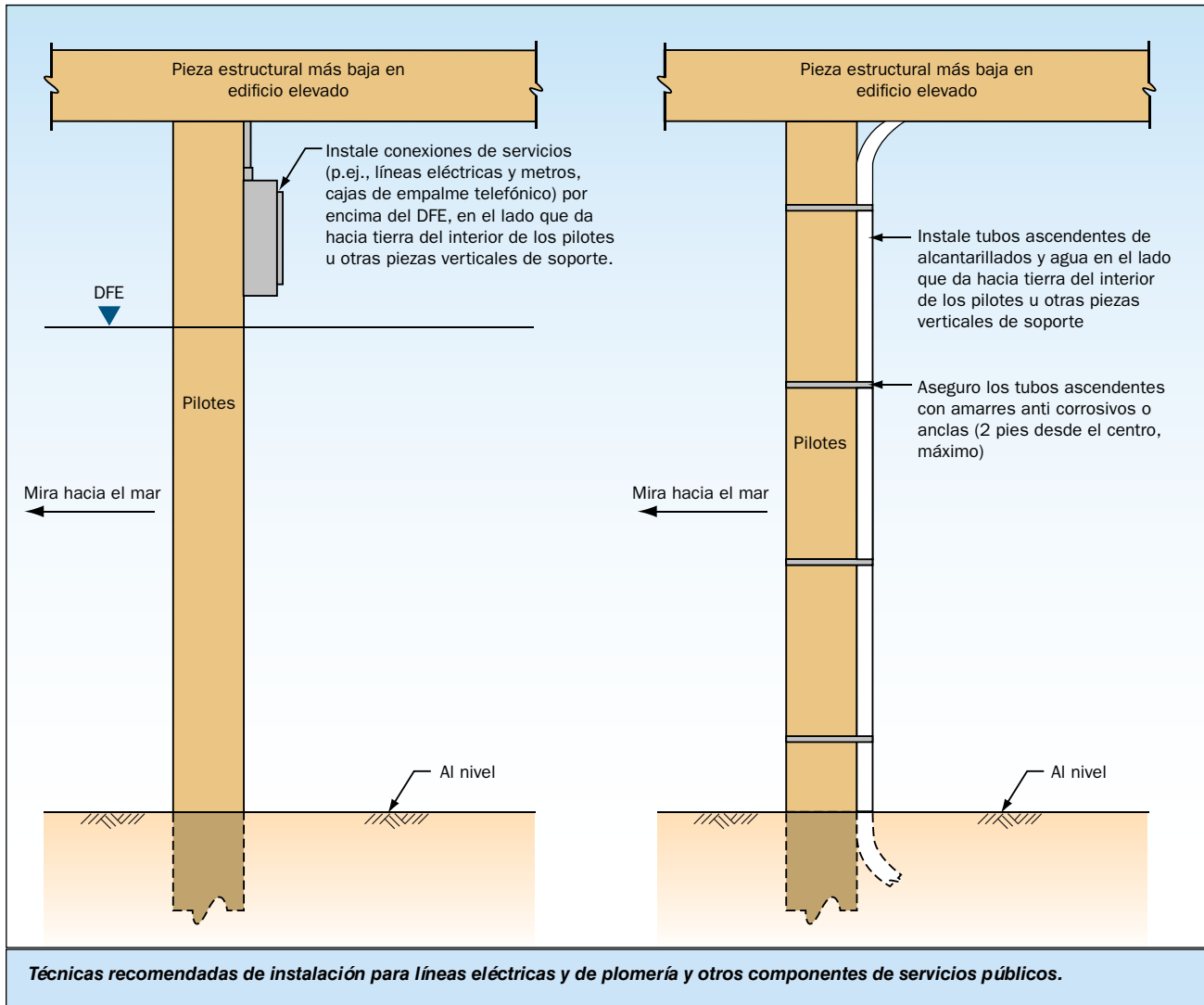
- Limite los interruptores, los cables y los receptáculos debajo del DFE para los artículos necesarios para seguridad de vida. Reemplace los detectores de movimiento sobre el DFE con interruptores debajo del DFE siempre que sea posible. Use solo interruptores de circuito con protección por falla a tierra debajo del DFE.
- Instale conexiones de servicio (p. ej., cables, paneles y metros eléctricos; cajas de conexión telefónica; cajas de conexión de cables) sobre el DFE, en el lado alejado de la costa de los pilotes interiores u otros elementos de apoyo vertical.
- Use lazos de goteo para minimizar la entrada del agua en las penetraciones.
- Nunca fije los componentes eléctricos a paredes desprendibles.

Agua/alcantarillado

- Fije tubos ascendentes de plomería en el lado tierra adentro de los pilotes interiores u otros elementos de apoyo verticales.
- Cuando sea posible, instale tubos flexibles de plomería dentro de las viguetas para protección.
- Nunca fije los tubos flexibles de plomería a paredes desprendibles.

HVAC

- Instale componentes de HVAC (p. ej., condensadores, acondicionadores de aire, conductos, componentes eléctricos) sobre el DFE.
- Monte las unidades exteriores en el lado de sotavento del edificio.
- Asegure la unidad para que no se mueva, vibre ni se desprenda de su base por el viento.
- Proteja la unidad contra los daños por escombros arrastrados por el viento.



Combustible

- Los tanques de combustible deben ser instalados para prevenir su pérdida o que se dañen. Esto requerirá una de las siguientes técnicas: (1) elevarlos sobre el DFE y anclarlos para evitar que se desprendan, (2) enterrarlos y anclarlos para evitar que estén expuestos y que floten en caso de erosión e inundación, (3) anclarlos al nivel del suelo para evitar la flotación durante inundaciones y pérdidas en casos de socavación y erosión. El primer método (elevación) es el preferido.
- Cualquier anclaje, amarre u otra fijación tiene que ser diseñada e instalada para resistir los efectos de la corrosión y el deterioro.

Recursos adicionales

Sociedad Americana de Ingenieros Civiles. *Diseño y Construcción Resistente a Inundaciones (Flood Resistant Design and Construction)* (SEI/ASCE 24-05). (<http://www.asce.org>)

FEMA. *Requisitos de ausencia de obstrucciones (Free-of-Obstruction Requirements)*. Boletín Técnico 5-08, (<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=1718>).

FEMA. *Cómo proteger los sistemas de servicios públicos de un edificio contra los daños por inundación (Protecting Building Utilities From Flood Damage)*. FEMA 348. Noviembre 1999. (<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=1750>)



Compresores de aire acondicionado elevados.

Reparaciones, remodelaciones, adiciones y refuerzos para inundación

Propósito: *Esbozar los requisitos del Programa del Seguro Nacional de Inundación (NFIP, por sus siglas en inglés) para reparaciones, remodelaciones y adiciones, y oportunidades para reforzar viviendas en áreas de riesgo de inundación costera; ofrecer recomendaciones para sobrepasar esos requisitos mínimos.*

Asuntos claves

- Los edificios existentes que sufran daños sustanciales o que tengan mejoras sustanciales (vea el recuadro en la página 3) serán tratadas como una construcción nueva y tienen que cumplir con los requisitos actuales de construcción resistente a inundaciones de una comunidad (p. ej., requisitos del nivel del piso más bajo, cimientos y estructuras cerradas).
- El trabajo en los edificios existentes después de la creación del Mapa de Tasas del Seguro de Inundación (FIRM¹, por sus siglas en inglés) que no hayan sufrido daños o mejoras sustanciales (vea el encasillado en la página 3) tienen que cumplir con los requisitos actuales de construcción resistente a inundación vigentes al momento en que se construyó el edificio.
- El trabajo en edificios existentes construidos antes de la creación del FIRM¹ que no sufrieron daños o mejoras sustanciales (vea el encasillado en la página 3) no está sujeto a los requisitos de construcción resistente a inundación del NFIP.
- Con algunas excepciones menores (p. ej., violaciones de código y edificios históricos), los requisitos para los daños y mejoras sustanciales son aplicables a todos los edificios en el área de riesgo de inundación, independientemente de si hay una póliza del seguro de inundación vigente.
- Los edificios dañados por una inundación cubiertos por seguro de inundación podrían ser elegibles para pagos adicionales a través de las disposiciones de la política de Aumento en el Costo de Cumplimiento (ICC, por sus siglas en inglés). Verifique con un agente de seguros y la autoridad que tenga jurisdicción para más detalles.
- Las reparaciones y remodelaciones, antes o después de los daños por tormenta, ofrecen muchas oportunidades para reforzar las viviendas y hacer que sean más resistentes a los daños por inundación.

Factores que determinan si y cuando los edificios existentes tienen que cumplir con los requisitos del NFIP

Las reglas que rigen la aplicabilidad de los requisitos del NFIP para construcciones nuevas a edificios existentes confunden a muchas personas; esta hoja informativa y la Hoja Informativa Núm. 1.2, *Resumen de requisitos y recomendaciones para la construcción costera y los efectos de las inundaciones* ofrecen guías sobre el tema.

Al realizar reparaciones, remodelaciones, adiciones o mejoras a un edificio existente, cuatro factores básicos determinan si y cómo el edificio existente tiene que cumplir con los requisitos del NFIP para las construcciones nuevas:

- **Valor de los daños y el trabajo:** si el costo de las reparaciones al edificio dañado provoca la creación de reglamentos para daños sustanciales o mejoras sustanciales (vea la página 3).
- **Naturaleza del trabajo:** si el trabajo incluye la expansión del edificio, ya sea lateral o vertical (una adición), o una estructura cerrada del espacio debajo del Nivel de Inundación Base (BFE, por sus siglas en inglés) o la demolición y reconstrucción de un edificio existente, o la reubicación de un edificio existente.

Nota: Las reparaciones, remodelaciones, adiciones y refuerzos también podrían estar sujetos a otros requisitos de código y de la comunidad, de los que algunos podrían ser más limitantes que los del NFIP. Verifique con las autoridades que tengan jurisdicción antes de realizar cualquier trabajo.

1. Antes del FIRM se define como un edificio cuya construcción o mejora sustancial ocurrió en o antes del 31 de diciembre de 1974, o antes de la fecha de vigencia del Mapa de Tasas del Seguro de Inundación (FIRM) para la comunidad. Después del FIRM se define como un edificio cuya construcción o mejora sustancial ocurrió después del 31 de diciembre de 1974, o en o después de la fecha de efectividad del Mapa de Tasas del Seguro de Inundación para la comunidad.

2. Esta hoja informativa y la Hoja Informativa Núm. 2 recomiendan cumplir con los requisitos actuales del NFIP y la comunidad en estos casos.



- **Edificio antes del FIRM o después del FIRM:** diferentes requisitos pueden aplicar a los edificios que existían antes del FIRM.
- **Zona de inundación:** diferentes requisitos podrían aplicar en las Zonas V y las Zonas A (esto incluye la Zona Costera A y la Zona A).

Puede que haya que considerar otros dos factores (consulte con las autoridades que tengan jurisdicción en cuanto a si y cómo aplican estos factores):

- **Violaciones al código:** si un funcionario de código lo indica, los reglamentos del NFIP eximen ciertos trabajos para corregir las violaciones existentes a los requisitos de los códigos estatales o locales de salud, de sanidad o de seguridad de los cálculos de mejoras sustanciales y daños sustanciales.
- **Estructuras históricas:** un edificio que aparezca en el Registro Nacional de Lugares Históricos o que haya sido designado como lugar histórico por las oficinas de conservación histórica estatales o locales con certificación federal (o que sea elegible para tal designación) podría estar exento de los requisitos de daños sustanciales y mejoras sustanciales, siempre y cuando cualquier trabajo en el edificio no cause que el mismo pierda su designación como lugar histórico.

Zonas A sujetas al rompimiento de olas y erosión

Recomendaciones de la Guía del Constructor de Viviendas para la Construcción Costera: Trate a los edificios y las adiciones laterales en las Zonas A sujetos al rompimiento de olas y erosión como edificios de Zona V. Eleve todas las adiciones laterales en la Zona A (excepto los garajes) de manera que la parte inferior del elemento estructural horizontal más bajo esté al o sobre el DFE. Construya los garajes debajo del DFE, en las Zonas A sujetos al rompimiento de olas y la erosión, con paredes desprendibles.

Cumplimiento con el código

Definiciones de los Códigos de Construcción del Modelo del Consejo Internacional de Códigos.

ADICIÓN: Una extensión o aumento en el área de piso o en la altura de un edificio o una estructura.

ALTERACIÓN: Cualquier construcción o renovación a una estructura existente que no sea una reparación o adición que requiera un permiso. Además, un cambio en un sistema mecánico que conlleve la extensión, adición o cambio en la distribución, el tipo o el propósito de la instalación original que requiera un permiso.

REPARACIÓN: La reconstrucción o renovación de cualquier parte de un edificio existente para propósitos de su mantenimiento.

Requisitos del Código Residencial Internacional de 2009 para adiciones, alteraciones o reparaciones

R102.7.1 Adiciones, alteraciones o reparaciones. Las adiciones, alteraciones o reparaciones a cualquier estructura deberán realizarse conforme a los requisitos para una estructura nueva sin el requisito de que la estructura existente cumpla con todos los requisitos de este código, a menos que se indique lo contrario. Las adiciones, alteraciones o reparaciones no deberán causar que una estructura existente pierda seguridad o afecte adversamente el rendimiento del edificio.

¿Qué son daños sustanciales?

Daños sustanciales son daños, **de cualquier tipo**, en los que el costo de restaurar el edificio a su condición antes de los daños sea igual o mayor al 50 por ciento del valor del edificio en el mercado antes **de que ocurriera el daño**.

¿Qué son mejoras sustanciales?

Mejoras sustanciales son cualquier reconstrucción, rehabilitación, adición o mejora de un edificio, cuyo costo sea igual o mayor al **50 por ciento del valor del edificio en el mercado antes de las mejoras**.

Cuando las reparaciones y mejoras se hacen simultáneamente, se suman todos los costos y se comparan con el 50 por ciento del umbral del valor en el mercado.

Daños sustanciales y mejoras sustanciales

Es común que se modifiquen o expandan los edificios costeros existentes, a menudo a la vez que se realizan reparaciones de los daños por tormenta. *Todas las reparaciones, remodelaciones, mejoras, adiciones y refuerzos a los edificios en áreas de riesgo de inundación tienen que ser realizados de conformidad con las ordenanzas de manejo del valle de inundación relacionadas con las mejoras sustanciales y los daños sustanciales.*

¿Qué costos incluyen las determinaciones de daños sustanciales y mejoras sustanciales?

- Todos los **elementos estructurales y componentes principales de un edificio** (p. ej., cimientos, vigas, cerchas, revestimientos, paredes y particiones, pisos, techos, cubiertas de techo, puertas y ventanas, ladrillos, estucado y revestimiento exterior, cubiertas y balcones adjuntos).

- **Elementos de terminaciones interiores** (p. ej., losas, pisos de vinilo, piedra, alfombra, elementos de plomería, terminaciones de paredes de yeso y terminaciones de pared, gabinetes, libreros y muebles empotrados, herrajes).
- **Equipo de servicio y servicios públicos** (p. ej., equipo de HVAC, plomería y cableado, lámparas y abanicos de techo, sistemas de seguridad, enseres empotrados, sistemas de filtración y acondicionamiento de agua).
- El valor en el mercado de **toda la labor y los materiales** para reparaciones, demolición y mejoras, que incluye el manejo, la supervisión, los gastos generales y las ganancias (no descuenta la labor voluntaria o realizada por usted mismo ni los materiales donados o con descuento).

¿Qué costos no incluyen las determinaciones de daños sustanciales y mejoras sustanciales?

- **Costos de diseño** (p. ej., planos y especificaciones, estudios y permisos).
- **Limpieza** (p. ej., costos de recogido de escombros, transportación y vertedero).
- **Contenido** (p. ej., muebles, alfombras, enseres que no están empotrados).
- **Mejoras exteriores** (p. ej., paisajismo, sistemas de irrigación, aceras y patios, verjas, iluminación, piscinas y jacuzzis, cobertizos, glorietas, garajes separados).

Nota: Algunas jurisdicciones han aprobado requisitos más estrictos. Algunas usan un umbral de mejoras de menos del 50 por ciento de daños o mejoras. Algunas rastrean el valor acumulado de daños y mejoras a través del tiempo. Consulte con la autoridad que tiene jurisdicción para ver los requisitos locales.

Adiciones

Las adiciones aumentan los pies cuadrados o las dimensiones externas de un edificio. Pueden dividirse en *adiciones laterales, verticales y estructuras cerradas de áreas debajo de edificios existentes*. Al considerar hacer una adición, es importante considerar que los cambios a la forma del edificio podrían impactar los posibles daños a la casa. Una adición lateral podría cambiar la manera en que las aguas de inundación viajan alrededor de la estructura y crear obstrucciones para los escombros de la inundación que requerirían modificaciones adicionales a los cimientos. Las adiciones verticales también podrían imponer mayores cargas sobre la estructura existente. Un profesional de diseño cualificado debe evaluar la carga de toda la estructura para ver si se requieren modificaciones estructurales adicionales para mantener la capacidad de resistir las cargas de inundación.

Adiciones laterales

- Si una adición lateral constituye una mejora sustancial a un edificio de la Zona V, *tanto la adición como el edificio existente tienen que cumplir* con los requisitos vigentes de nivel de inundación base, de cimientos y otros requisitos de inundación para la construcción nueva en la Zona V (vea la Imagen 1).

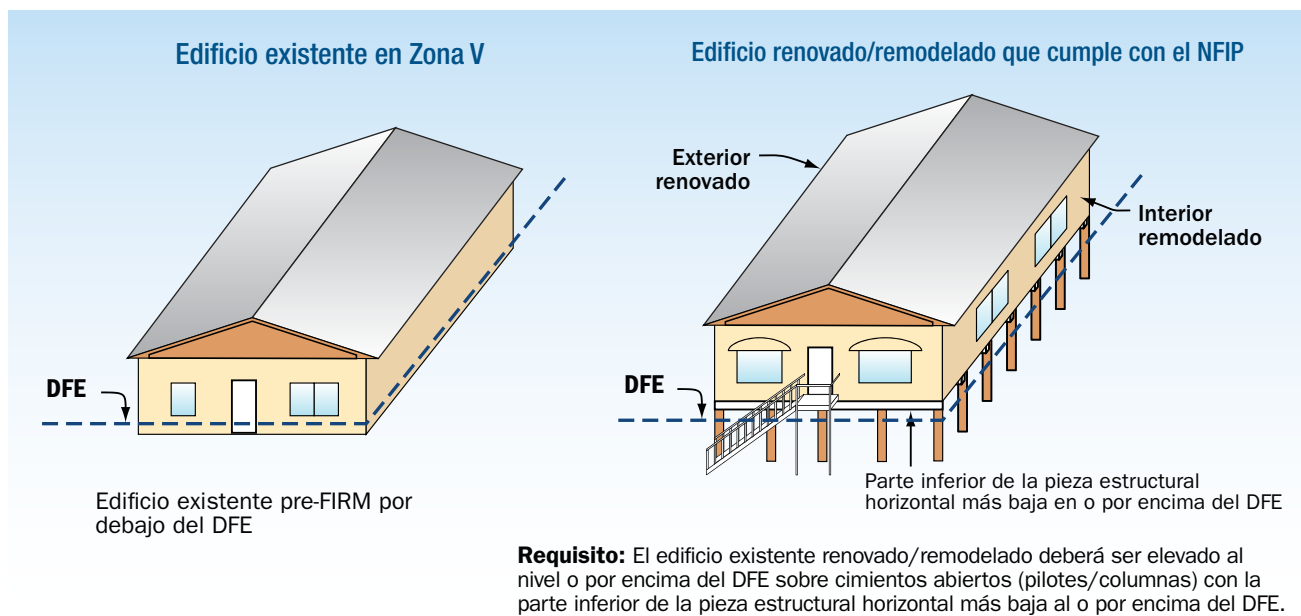


Imagen 1. Mejora sustancial: Edificio renovado/remodelado en una Zona V.

- Si una adición lateral constituye una mejora sustancial de un edificio en la Zona A, solo la adición tiene que cumplir con los requisitos actuales de elevación del piso, cimientos y otros requisitos de inundación para la construcción nueva, siempre y cuando las alteraciones al edificio existente sean las mínimas necesarias.³ *Alteraciones mínimas* necesarias significa que no se altera el edificio existente, excepto para cortar una entrada a través de la pared existente del edificio a la adición, y excepto para las alteraciones mínimas necesarias para anclar la adición al edificio. Si se hacen alteraciones más extensas al edificio existente, estas también tienen que cumplir con los requisitos de construcción nueva.
- Si una adición lateral a un edificio construido antes del FIRM no constituye una mejora sustancial, no hay que elevar la adición ni el edificio existente. Sin embargo, la Guía del Constructor de Viviendas para la Construcción

Costera recomienda que, tanto el edificio existente como la adición, sean elevados a o sobre el DFE actual de conformidad con los requisitos actuales del NFIP para la nueva construcción y que use cimientos tipo Zona V en las Zonas V y las Zonas Costeras A.

- Si una adición lateral a un edificio construido después del FIRM no constituye una mejora sustancial, hay que elevar la adición de conformidad con los requisitos de inundación vigentes al momento en que se construyó el edificio originalmente, aunque el BFE y el riesgo de inundación hayan cambiado con el tiempo. La Guía recomienda que se eleven tanto el edificio existente como la adición al o sobre el DFE actual de conformidad con los requisitos del NFIP actuales para la construcción nueva y que usen cimientos tipo Zona V en las Zonas V y en las Zonas Costeras A (vea la Imagen 2).

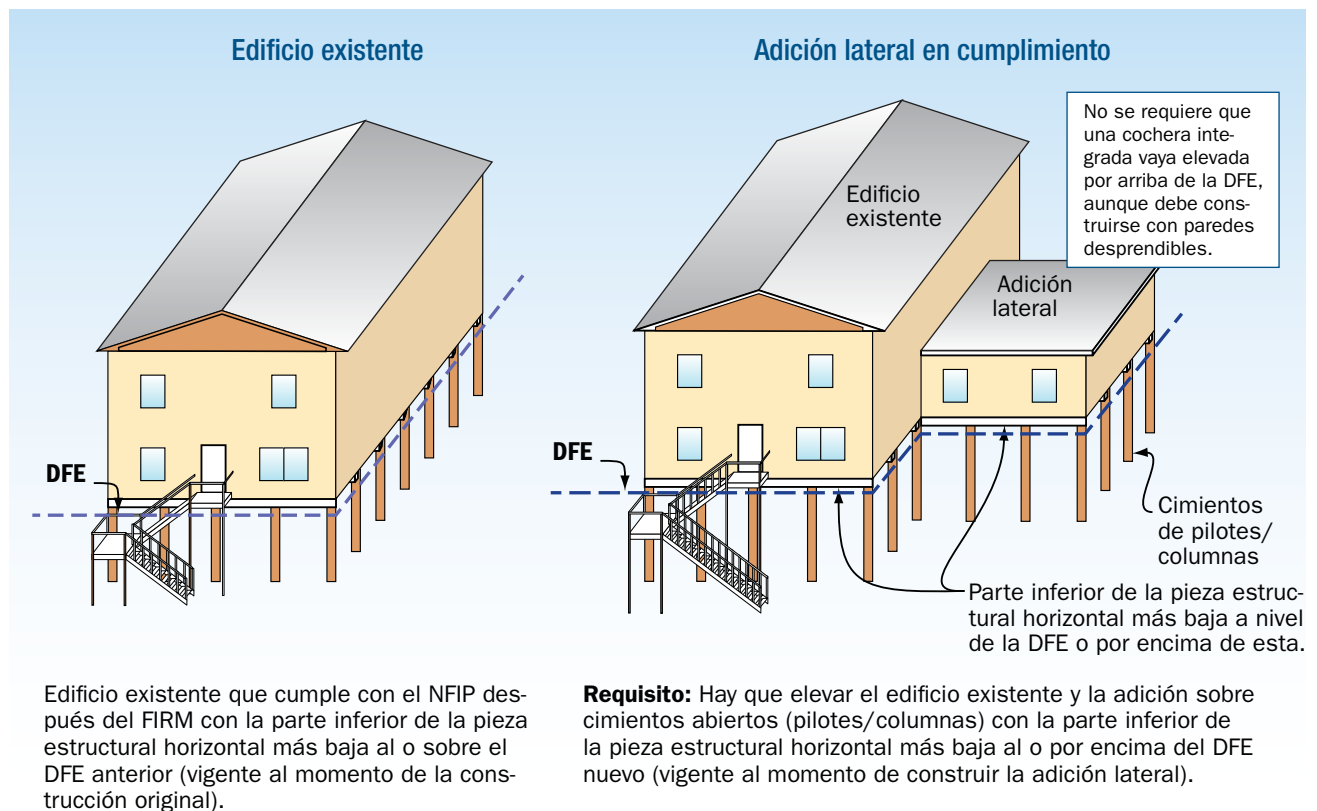


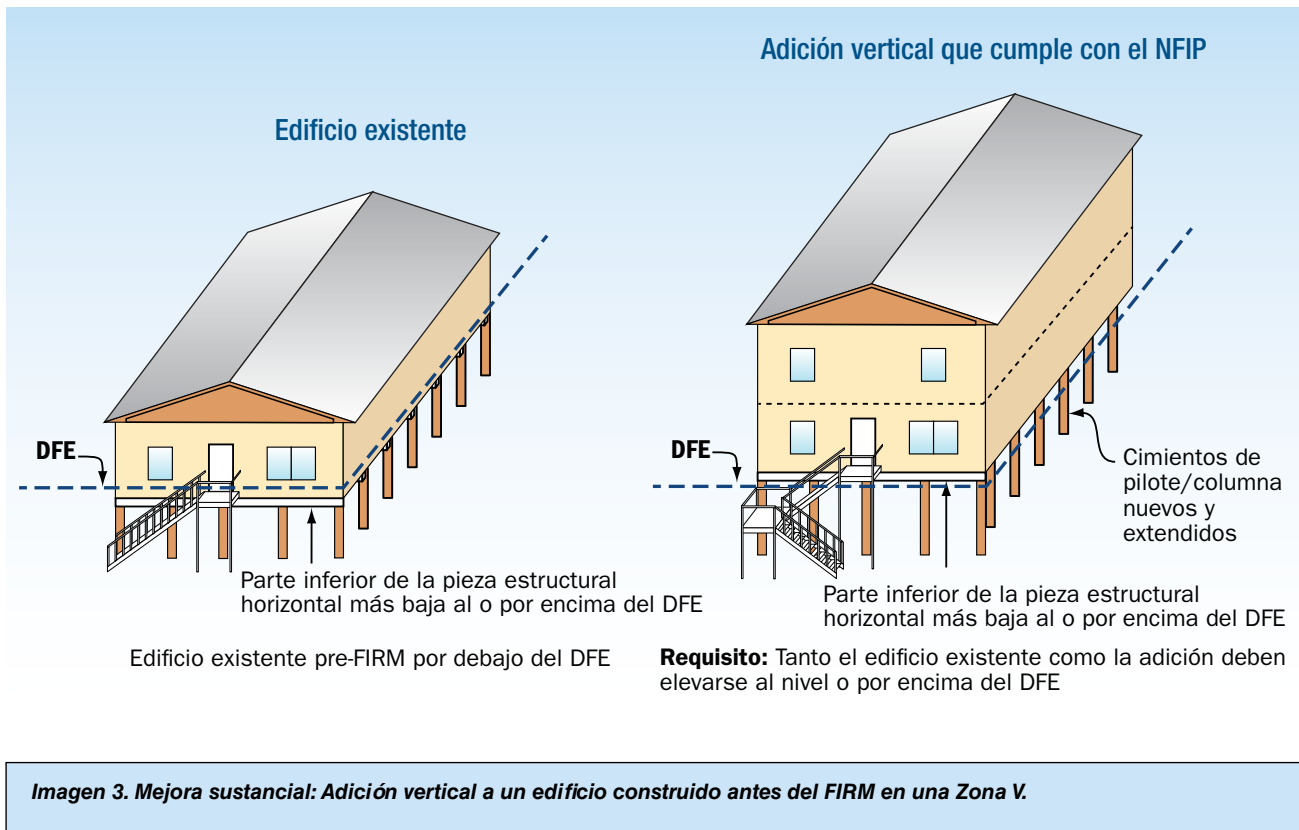
Imagen 2. Mejora sustancial: Adición lateral a un edificio construido antes del FIRM en una zona V.

³ Sin embargo, la Guía del Constructor de Viviendas para la Construcción Costera recomienda que se eleve el edificio existente y la adición al o sobre el DFE actual, de conformidad con los requisitos actuales del NFIP y que usen cimientos tipo Zona V en las Zonas Costeras A.

Adiciones verticales

- Si una adición vertical a un edificio de la Zona V o Zona A constituye una mejora sustancial, tanto la adición como el edificio existente tienen que cumplir con los requisitos vigentes de nivel de inundación base, cimientos y otros requisitos de inundación para las construcciones nuevas (vea la Imagen 3).
- Si una adición vertical a un edificio construido antes del FIRM en la Zona V o la Zona A no constituye una mejora sustancial, no hay que elevar la adición ni el edificio existente ni actualizarlo de ninguna otra manera para que cumpla con los requisitos del NFIP. Sin embargo, la Guía recomienda que se eleve la adición y el edificio existentes al o sobre el DFE de conformidad con los requisitos vigentes del NFIP para las construcciones nuevas y que se usen cimientos tipo Zona V en las Zonas V y en las Zonas Costeras A (vea la Imagen 3). La Guía también recomienda encarecidamente que no se use ningún espacio debajo del BFE actual para usos habitables (los usos permitidos por el NFIP son estacionamiento, almacenamiento y acceso al edificio).

- Si una adición vertical a un edificio construido después del FIRM en una Zona V o Zona A no constituye una mejora sustancial, la adición tiene que ser diseñada y construida de conformidad con los requisitos de inundación vigentes al momento en que el edificio fue construido originalmente. Sin embargo, los BFE y las zonas de inundación cambian con el tiempo mientras se trazan los nuevos mapas de las áreas. La Guía recomienda que se eleven la adición y el edificio existentes al o sobre el DFE vigente de conformidad con los requisitos actuales del NFIP para las construcciones nuevas y que use cimientos de tipo Zona V en las Zonas V y en las Zonas Costeras A. La Guía también recomienda encarecidamente que no se use ningún espacio debajo del BFE actual para usos habitables (los usos permitidos por el NFIP son estacionamiento, almacenamiento y acceso al edificio).



Estructuras cerradas de áreas debajo de edificios existentes

Las estructuras cerradas debajo de edificios existentes se tratan como las adiciones verticales.

Requisitos existentes del NFIP: (1) no cierre ni convierta a uso habitable ningún espacio debajo del BFE bajo ninguna circunstancia y (2) solo construya estructuras cerradas con paredes desprendibles debajo de edificios existentes en las Zonas V y en las Zonas Costeras A. Recomendación de la Guía: en las Zonas V y las Zonas Costeras A, el área debajo del BFE debe estar construida libre de obstrucciones. Use entramado abierto, malla o paredes desprendibles. Para los requisitos relacionados con las estructuras cerradas debajo de edificios elevados vea la Hoja Informativa 8.1. Se debe observar que las estructuras cerradas construidas con paredes desprendibles debajo del BFE pueden resultar en un aumento en las primas del seguro al compararlas con las de estructuras con cimientos abiertos.

Reconstrucción de un edificio destruido o demolido

En todos los casos (edificios construidos antes o después del FIRM, en la Zona V o en la Zona A) en los que todo el edificio quede destruido o demolido a propósito o arrasado, el edificio de remplazo se considera una “construcción nueva” y *el edificio de remplazo tiene que cumplir con los requisitos vigentes del NFIP*, aunque se construya sobre los cimientos del edificio original.

Movimiento de un edificio existente

Al mover un edificio existente (construido antes o después del FIRM, en la Zona V o en la Zona A) a una nueva ubicación o sitio, el trabajo se considera “construcción nueva” y, si el edificio relocado está en el Área Especial de Riesgo de Inundación, tiene que ser instalado de manera que cumpla con los requisitos del NFIP.

Materiales

Al construir en ambientes costeros, considere cuidadosamente los materiales que escogerá. El Boletín Técnico 2 del NFIP, *Requisitos para los materiales resistentes a inundaciones* (Agosto de 2008), ofrece información valiosa sobre la aplicabilidad de los diferentes materiales de construcción en un ambiente costero. Para más información, vea la Hoja Informativa 1.7, *Materiales de construcción costera*. Después de un evento de tormenta, no se deben comenzar las reparaciones hasta que se haya evaluado adecuadamente el problema y se hayan seleccionado los materiales que corregirán el daño por completo. Se deben identificar y cuantificar todos los costos de las reparaciones antes de comenzar las reparaciones.

Reparaciones

Corregir solo los daños aparentes de la superficie puede ocasionar que se dejen problemas sin atender o desatendidos debajo de la superficie que podrían a su vez causar más problemas con la estabilidad estructural del edificio. La inspección correcta de los daños a menudo no solo requiere la demolición o la eliminación de los

componentes del edificio con daños físicos, sino también la eliminación del revestimiento exterior relacionado. Por ejemplo, la lluvia impulsada por el viento puede ocasionar que se comprometan las conexiones y se deterioren o pudran los materiales de construcción que quizás no estén visibles a simple vista.

Consecuencias para el seguro

Los diseñadores y los dueños deben saber que el trabajo descrito anteriormente podría tener consecuencias para su seguro, especialmente si no se completa estrictamente según los requisitos del NFIP.

En general, la mayoría de los cambios a un edificio existente que resultan de daños que no son sustanciales, o que no constituyen una mejora sustancial, no cambiarán la condición de construido antes del FIRM a construido después del FIRM. Sin embargo, se requiere que los edificios con mejoras o daños sustanciales cumplan con los requisitos. Las pólizas del seguro de inundación del NFIP para esos edificios se realizan usando tasas basadas en la elevación. En la mayoría de los casos, la prima disminuirá al realizar mejoras sustanciales a un edificio construido antes del FIRM para cumplir con estos requisitos. El edificio se convierte en un edificio construido después del FIRM y las primas se calculan usando las tasas de elevación. No cumplir con los requisitos de daños o mejoras sustanciales resultará en que se cambie la condición de un edificio y en primas más altas del seguro de inundación. Por ejemplo:

- Si se añade una estructura cerrada construida con paredes desprendibles que cumpla con el NFIP debajo de un edificio de la Zona V construido después del FIRM, el edificio ya no será clasificado como “libre de obstrucciones”. Las primas del seguro de inundación en estos edificios será más alta. Si la estructura cerrada no cumple con todos los requisitos del NFIP, tendrá primas más altas.
- Si el trabajo en un edificio existente de la Zona V constituye una mejora sustancial, el edificio será clasificado sobre una base actuarial vigente. Perderá cualquier designación de construido antes del FIRM y se usarán las tasas vigentes para un edificio construido después del FIRM.
- Si se hace una adición lateral que constituya una mejora sustancial que cumpla con el NFIP a un edificio de la Zona A construido antes del FIRM y no se hacen cambios al edificio existente, el mismo mantendrá su designación y clasificación de construido antes del FIRM. Sin embargo, si la adición no cumple con todos los requisitos, o si se realizó algo más que el mínimo de alteración al edificio existente, hay que elevar el edificio y el piso más bajo de la adición al o sobre el BFE. El edificio y la adición serán clasificados con las tasas actuariales de construido después del FIRM.

Oportunidades de refuerzo y remodelación

Probablemente aparecerán oportunidades de refuerzo en cualquier momento en que se realicen trabajos de reparación o mantenimiento a un elemento principal de un edificio. Las mejoras al edificio para aumentar la resistencia a los

efectos de los riesgos naturales deben concentrarse en los elementos que posiblemente rendirán el mayor beneficio al dueño del edificio. Algunos ejemplos de oportunidades de refuerzo pueden incluir:

- Mejorar las conexiones del **armazón y las vigas del piso** siempre que estén accesibles (vea la Hoja Informativa 4.1, *Trayectorias de carga* y la Hoja Informativa 4.3, *Uso de conectores y anclajes* para más información).
- Mejorar las **conexiones entre vigas y pilotes** siempre que estén accesibles (vea la Hoja Informativa 3.3, *Conexiones entre pilotes y vigas de madera* para más información).
- Verificar e inspeccionar regularmente las **aberturas para inundación** con el fin de asegurarse de que no están bloqueadas y funcionan adecuadamente. Si la casa es vieja, verificar y asegurarse de que las aberturas para inundación sean del tamaño correcto. Consulte el Boletín Técnico 1 del NFIP *Aberturas en muros de cimientos y paredes de estructuras cerradas* (Agosto de 2008) para las guías sobre las aberturas para inundación apropiadas. Además vea la Hoja Informativa 3.5, *Muros de cimientos* para más información.
- Siempre que se encuentren **conectores de metal** deficientes, deben remplazarse con conectores de acero inoxidable o de metal con la protección contra corrosión apropiada, como acero galvanizado en caliente (vea la Hoja Informativa 1.7, *Materiales de construcción costera* para más información).
- Al remplazar el **equipo de HVAC**, el equipo de remplazo que se seleccione debe incorporar un diseño más resistente a la corrosión de manera que dure más en un ambiente costero, y debe elevarse al o sobre el DFE. El equipo debe estar anclado correctamente para resistir las cargas de viento y sísmicas (vea la Hoja Informativa 8.3, *Protección de los servicios públicos* para más información).
- Mejorar la **fijación de los servicios públicos** al remplazar o reubicar el equipo exterior (vea la Hoja Informativa 8.3, *Protección de los servicios públicos* para más información).
- Para minimizar los efectos de la corrosión, puede remplazar los **pasamanos** de acero de carbono en cualquier momento con pasamanos con capa de vinilo, de plástico, acero inoxidable o madera. Los pasamanos de madera podrían requerir tratamiento o pintura más frecuentemente y hay que usar los sujetadores apropiados (vea la Hoja Informativa 1.7, *Materiales de construcción costera* para más información). Los pasamanos de acero de carbono también pueden pintarse con pintura de zinc, vinilo o epóxica apropiada para los ambientes expuestos al agua y rocío de agua salada. Independientemente del producto que use, siempre es necesario realizar el mantenimiento apropiado a fin de garantizar que los pasamanos sean seguros.
- Considere usar **válvulas inhibidoras de reflujo de alcantarillado** si la plomería del edificio no cuenta con ellas actualmente. La instalación debe ser realizada por un plomero licenciado.

- Si el calentador de agua actual está al o debajo del DFE, considere cambiar a un calentador de agua sin tanque. Un calentador de agua sin tanque ocupará menos espacio y puede ser montado en una pared porque es pequeño. Además de permitir al usuario montarlo más alto que un calentador tradicional, también podría resultar en un ahorro en electricidad.
- Las estructuras más viejas deben considerar la elevación como una posible oportunidad de refuerzo o mitigación. Las estructuras construidas antes del FIRM más viejas pueden estar a riesgo significativo en los eventos de inundación. En los ambientes costeros, aún un poco de elevación adicional puede resultar en mejor resistencia contra las inundaciones. Los costos pueden variar grandemente dependiendo del tipo de cimientos. Al considerar un proyecto de elevación es importante consultar con un profesional de diseño antes de considerar el nivel de elevación y el tipo correcto de cimientos. Debe usar un contratista con experiencia en elevación de edificios cuando vaya a levantar la casa. Es común que la casa requiera otro trabajo estructural en el interior y exterior después de ser elevada. Antes de realizar una elevación, considere el proceso de elevación, que por lo general resulta en colocar la estructura sobre unos cimientos más nivelados que los cimientos originales. Este proceso puede resultar en grietas cosméticas mientras los cimientos de la estructura se asientan nuevamente, además de que podría requerir trabajo adicional para que la estructura vuelva a verse como antes de la elevación.

Recursos adicionales

FEMA. 2010. *Guía de Referencia para mejoras sustanciales/daños sustanciales (Substantial Improvement/Substantial Damage Desk Reference)*. FEMA P-758.

(<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=4160>)

FEMA. 2005. *Manual de construcción costera (Coastal Construction Manual)*, Capítulo 14. FEMA 55.

(<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=1671>)

Departamento de Asuntos Comunitarios de Florida.

2000. *Guía para Funcionario Local en Implementación del Programa del Seguro Nacional de Inundación en Florida.*

(*A Local Official's Guide to Implementing the National Flood Insurance Program in Florida*). (Vea el Capítulo 6). (<http://www.floridadisaster.org/Mitigation/NFIP/NFIPStudyCourse/Appendix%20E%20-%2020FL%20Handbook.pdf>)

Desarrollado en colaboración con el Centro de Investigación de la Asociación Nacional de Constructores de Viviendas



Reparaciones, remodelaciones, adiciones y refuerzos para viento

Propósito: *Delimitar los requisitos y recomendaciones de “mejores prácticas” para las reparaciones, remodelaciones y adiciones y proponer oportunidades para reforzar estructuras en áreas de fuertes vientos.*

Asuntos claves

- Las reparaciones y remodelaciones, antes o después de los daños por tormenta, ofrecen muchas oportunidades para reforzar viviendas y hacerlas más resistentes a los daños por tormenta (vea la Imagen 1).

Cumplimiento con el código

Definiciones de los Códigos de Construcción del Modelo del Consejo Internacional de Códigos (ICC, por sus siglas en inglés)

Adición: Una extensión o aumento en el área de piso o en la altura de un edificio o una estructura.

Alteración: Cualquier construcción o renovación a una estructura existente que no sea una reparación o adición que requiera un permiso. Además, un cambio en un sistema mecánico que conlleve la extensión, adición o cambio en la distribución, el tipo o el propósito de la instalación original que requiera un permiso.

Reparación: La reconstrucción o renovación de cualquier parte de un edificio existente para propósitos de mantenimiento.

Factores que determinan si y cómo los edificios existentes tienen que cumplir con los requisitos del Código de Construcción vigente

Al realizar reparaciones, remodelaciones, adiciones o mejoras a un edificio existente, dos factores básicos determinan si y cómo el edificio existente tiene que cumplir con los requisitos del código de construcción para las construcciones nuevas.

- Valor de los daños y el trabajo** – ya sea que el valor del daño o el trabajo del edificio cualifica como daños sustanciales o mejoras sustanciales bajo los reglamentos del NFIP (vea el recuadro).



Figura 1. Las viviendas dañadas por una tormenta necesitan reparaciones, pero también ofrecen oportunidades para realizar renovaciones, adiciones y refuerzos. Verifique los reglamentos para daños sustanciales y mejoras sustanciales antes de comenzar cualquier trabajo.

Requisitos del Código Residencial Internacional (IRC, por sus siglas en inglés) para adiciones, alteraciones o reparaciones.

R102.7.1 Adiciones, alteraciones o reparaciones. Las adiciones, alteraciones o reparaciones a cualquier estructura deberán realizarse conforme a los requisitos para una estructura nueva sin el requisito de que la estructura existente cumpla con todos los requisitos de este código, a menos que se indique lo contrario. Las adiciones, alteraciones o reparaciones no deberán causar que una estructura existente pierda seguridad o afecte adversamente el rendimiento del edificio.



- **Naturaleza del trabajo** – si el trabajo incluye la expansión del edificio, ya sea lateral o vertical (una adición), o la demolición y reconstrucción de un edificio existente, o la reubicación de un edificio existente.

Otros dos factores ocasionalmente tienen una función importante (consulte con las autoridades que tengan jurisdicción en cuanto a si y cómo aplican estos factores):

- **Violaciones al código** – ciertos trabajos para corregir las violaciones existentes a los códigos estatales o locales de salud, de sanidad o de seguridad citados por un funcionario de códigos podrían estar excluidos de los cálculos de valor del trabajo usados para determinar las mejoras sustanciales o los daños sustanciales.
- **Estructuras históricas:** el trabajo en un edificio que aparece en el Registro Nacional de Lugares Históricos o que haya sido designado como lugar histórico por las oficinas de conservación histórica estatales o locales con certificación federal (o que sea elegible para tal designación) podría estar excluido de los cálculos del valor del trabajo usados para determinar los requisitos de los daños sustanciales y las mejoras sustanciales, siempre y cuando dicho trabajo no cause que el edificio pierda su designación como lugar histórico.

Daños sustanciales y mejoras sustanciales

Es común que se modifiquen o expandan los edificios costeros existentes con el tiempo, a menudo a la vez que se realizan reparaciones de los daños por tormenta. *Todas las reparaciones, remodelaciones, mejoras, adiciones y refuerzos a los edificios tienen que ser realizadas de conformidad con los requisitos del código de construcción existente relacionados con las mejoras sustanciales y los daños sustanciales.*

¿Qué son daños sustanciales?

Daños sustanciales son daños de cualquier tipo en los que el costo de restaurar el edificio a su condición antes de los daños sea igual o mayor al **50 por ciento del valor del edificio en el mercado antes de que ocurriera el daño.**

¿Qué son mejoras sustanciales?

Mejoras sustanciales son cualquier reconstrucción, rehabilitación, adición o mejora de un edificio, cuyo costo sea igual o mayor al **50 por ciento del valor del edificio en el mercado antes de las mejoras.**

Cuando las reparaciones y mejoras se hacen simultáneamente, se suman todos los costos y se comparan con el 50 por ciento del umbral del valor en el mercado.

¿Qué costos incluyen las determinaciones de daños sustanciales y mejoras sustanciales?

- Todos los **elementos estructurales y componentes principales de un edificio** (p. ej., cimientos, vigas, cerchas, revestimientos, paredes y particiones, pisos, techos, cubiertas del techo, puertas y ventanas, ladrillo, estucado y revestimiento exterior, cubiertas y balcones adjuntos).
- **Elementos de terminaciones interiores** (p. ej., losas, linóleo, piedra, alfombra, elementos de plomería, terminaciones de paredes de yeso y terminaciones de pared; gabinetes, libreros y muebles empotrados, herrajes).
- **Equipo de servicio y servicios públicos y** (p. ej., equipo de HVAC, plomería y cableado, lámparas y abanicos de techo, sistemas de seguridad, enseres empotrados, sistemas de filtración y acondicionamiento de agua).
- El valor en el mercado de **toda la labor y los materiales**, para reparaciones, demolición y mejoras, que incluye el manejo, la supervisión, los gastos generales y las ganancias (no descuenta la labor voluntaria o realizada por usted mismo ni los materiales donados o con descuento).

¿Qué costos no incluyen las determinaciones de daños sustanciales y mejoras sustanciales?

- **Costos de diseño** (p. ej., planos y especificaciones, estudios y permisos).
- **Limpeza** (p. ej., costos de recogido de escombros, transportación y vertedero).
- **Contenido** (p. ej., muebles, alfombras, enseres que no están empotrados).
- **Mejoras exteriores** (p. ej., paisajismo, sistemas de irrigación, aceras y patios, verjas, iluminación, piscinas y jacuzzis, cobertizos, glorietas, garajes separados).

Nota: Algunas jurisdicciones han aprobado requisitos más estrictos. Algunas usan un umbral de mejoras de menos del 50 por ciento para daños o mejoras. Algunas rastrean el valor acumulado de daños y mejoras a través del tiempo. Consulte con la autoridad que tiene jurisdicción para ver los requisitos locales.

Adiciones

Las adiciones aumentan los pies cuadrados o las dimensiones externas de un edificio. Pueden dividirse en *adiciones laterales*, *adiciones verticales* y *estructuras cerradas* de áreas debajo de edificios existentes. Al considerar hacer una adición, es importante considerar que los cambios a la forma y la línea del techo de la estructura podrían impactar los posibles daños a la casa. Una adición lateral podría cambiar la cantidad de aberturas, la manera en que el viento viaja alrededor de la estructura o crear un espacio abierto grande que podría requerir mayor anclaje.

Las adiciones verticales también podrían imponer mayores cargas sobre la estructura existente. Un profesional de diseño cualificado debe evaluar la carga de toda la estructura para ver si requiere modificaciones estructurales adicionales para mantener la capacidad de resistir la carga de fuertes vientos.

Adiciones laterales

- Si una *adición lateral* constituye una *mejora sustancial a un edificio*, tanto la adición como el edificio existente tienen que cumplir con los requisitos vigentes de carga de viento.

Adiciones verticales

- Si una *adición vertical* a un edificio constituye una mejora sustancial, tanto la *adición como el edificio existente tienen que cumplir* con los requisitos vigentes de carga de viento. Es posible que haya que alterar los cimientos, las paredes y el techo para cumplir con los requisitos de carga del viento. Las adiciones verticales podrían aplicar cargas mucho mayores a los cimientos y a la primera planta, así que es importante considerar todas las modificaciones que haya que hacer al armazón y a los cimientos (vea la Imagen 2). Las adiciones verticales podrían requerir el uso de un ingeniero geotécnico y perforaciones del terreno antes de realizar el diseño.

Materiales

Al construir en ambientes costeros, considere cuidadosamente los materiales que escogerá. Para más información, vea la Hoja Informativa 1.7, *Materiales de construcción costera*. Los eventos de viento pueden causar daños a varias partes de la estructura. A menudo, los daños no solo consistirán en daños por viento, sino también en daños por entrada de agua. Después de un evento de tormenta, no se deben comenzar las reparaciones hasta que se haya evaluado adecuadamente el problema y se hayan seleccionado los materiales que corregirán el daño por completo.

Reparaciones

Corregir solo los daños aparentes de la superficie puede ocasionar que se dejen problemas sin atender o que se pasen por alto que podrían a su vez causar más problemas con la estabilidad estructural del edificio. Las inspecciones a menudo no solo requieren la demolición o la eliminación del componente del edificio con daños físicos, sino también la eliminación del revestimiento exterior relacionado. La lluvia impulsada por el viento puede ocasionar que se comprometan las conexiones y se deterioren o pudran los materiales de construcción que quizás no estén visibles a simple vista.

Se debe considerar con detenimiento la reparación de las terminaciones interiores dañadas por la lluvia impulsada por el viento. A menudo, los edificios costeros están sujetos a eventos de vientos fuertes, muchas veces acompañados de lluvia impulsada por el viento. El viento hace que el agua entre a través de pequeñas aberturas en puertas y ventanas. Esto no sugiere que la puerta o la ventana están

funcionando mal, sino más bien que es el resultado de las presiones a las que estas aberturas están sujetas durante eventos de vientos fuertes. Las superficies interiores, como paredes, pisos y gabinetes podrían estar afectadas por agua regularmente. Estos componentes del edificio podrían requerir terminaciones que resistan el contacto repetido con el agua.

Las reparaciones podrían presentar una excelente oportunidad para actualizar la casa. Algunas opciones posibles incluyen conectores adicionales para mantener una trayectoria de carga, barreras de humedad adicionales y la instalación de componentes resistentes al viento. La sección sobre “Oportunidades de refuerzo y remodelación” presentará algunas opciones que se pueden considerar al realizar reparaciones



Imagen 2. Adición vertical a una vivienda dañada por el huracán Fran. La vivienda de 1 planta preexistente se convirtió en la segunda planta de una vivienda elevada para cumplir con los nuevos requisitos de elevación para cimientos y pisos.

Oportunidades de refuerzo y remodelación

Aparecerán oportunidades de refuerzo cada vez que se realice trabajo de reparación o mantenimiento para un elemento principal de un edificio. Las mejoras al edificio para aumentar la resistencia a los efectos de los riesgos naturales deben concentrarse en los elementos que posiblemente rendirán el mayor beneficio para el dueño del edificio. Por ejemplo:

- Al reemplazar la **cubierta del techo**, se puede verificar la conexión del revestimiento exterior con las cerchas o las viguetas y se pueden instalar conectores adicionales para la trayectoria de carga según sea necesario. Las Hojas Informativas Técnicas en la Categoría 7 de esta publicación ofrecen detalles sobre cómo mejorar el sistema del techo para resistir los vientos y la entrada del viento. Se deben evaluar con detenimiento los elementos comunes de un sistema de techo con el fin de atender las oportunidades de mejorar la trayectoria de carga y la resistencia del agua del sistema. La reparación más común necesaria después de un evento de tormenta es la cobertura del techo. Al volver a colocar el techo, se recomienda arrancarlo en lugar de volverlo a cubrir. A pesar de

que algunas jurisdicciones permiten volver a colocar el techo, este método podría prevenir la identificación de deficiencias más serias en el sistema y resultar en fallas catastróficas durante el próximo evento. Se debe pensar en un proyecto de cubrir el techo como una oportunidad para evaluar la fuerza del recubrimiento del mismo. Al eliminar la cobertura del techo, se debe realizar una inspección detallada del revestimiento exterior para ver si hay áreas oscurecidas o áreas con daños por agua. Si se detectan estas áreas, deben remplazarse. Se debe inspeccionar el grosor del revestimiento exterior del techo para verificar si es suficiente para resistir las velocidades de viento del diseño para su área. Además, consulte la información de la Hoja Informativa 7.1, *Instalación de revestimiento de techo*, a fin de mejorar las conexiones del sistema. Remplazar las cubiertas de techo también puede ofrecer oportunidades de evaluar la capacidad de las conexiones de las viguetas o cerchas al sistema de pared e instalar conectores para huracanes o sismos. Puede encontrar información sobre estas conexiones en la Hoja Informativa 4.1, *Trayectorias de carga* y la Hoja Informativa 4.3, *Uso de conectores y anclajes*.

- Si hay que remplazar el **revestimiento exterior** o el **revestimiento del techo**, se pueden instalar conectores de huracanes y sísmicos en las conexiones entre vigueta y pared o entre cercha y pared, se puede revisar la conexión del revestimiento de la pared exterior y se puede añadir revestimiento estructural a los muros cortantes. También podría ser posible añadir amarras de pared a cimientos. Verifique que todo el revestimiento exterior (paredes y techo) esté aprobado para uso en superficies exteriores. Verifique que los sujetadores conecten efectivamente el revestimiento exterior con el armazón. Vea la Hoja Informativa 4.1, *Trayectorias de carga* y la Hoja Informativa 4.3, *Uso de conectores y anclajes* para más información.

- Se pueden anclar **los extremos del hastial** junto con otros refuerzos o por sí solos. La ilustración en la Imagen 3 muestra un sistema de conexión típico de hastial y pared. Por lo general, estas mejoras no son costosas, permiten que las cargas impuestas sobre las paredes del extremo del hastial sean distribuidas a través de múltiples cerchas o viguetas del techo y ayuden a distribuir las cargas de viento sobre los extremos del hastial. Puede encontrar guías adicionales para los extremos del hastial en la *Guía de refuerzo del extremo del hastial - División de Manejo de Emergencias de Florida*.
- La fijación del **revestimiento exterior** puede mejorarse con más sujetadores al momento de aplicar otra capa al exterior. Vea la Hoja Informativa 5.3, *Instalación de revestimiento exterior en regiones con vientos fuertes* para más información.
- Se puede mejorar el refuerzo y la fijación de **puertas, ventanas y tragaluces** siempre que sean accesibles. Después de un evento de vientos fuertes, se debe verificar si las puertas y ventanas tienen filtraciones. Se debe verificar si el armazón tiene pintura agrietada o que ha perdido el color. Si las puertas y ventanas no cierran correctamente, esto podría indicar que el armazón alrededor de la puerta o la ventana sufrió daños por agua. Verifique si hay áreas desgastadas donde falte pintura o masilla e investigue si hay daños o entrada del agua. Repare de inmediato las áreas dañadas por el agua. Se debe inspeccionar el armazón para verificar que está bien fijado al sistema de pared para ofrecer suficiente protección. Se ha encontrado que las puertas y ventanas que no tengan el marco correcto se han salido del armazón. Vea la Hoja Informativa 6.1, *Instalación de ventanas y puertas* para más información.

- Al remplazar las **puertas y ventanas**, se puede usar vidrioado y armazón resistente a impactos que ofrezca mayor protección contra los rayos UV. Las puertas y ventanas tienen que cumplir con los estándares de resistencia del viento y estar instaladas según las instrucciones de instalación del fabricante para vientos fuertes. Los sujetadores deben ser lo suficientemente largos para fijar la pared o puerta al armazón de la pared alrededor de la abertura. Los sujetadores deben estar espaciados a un máximo de 16 pulgadas a menos que las instrucciones de instalación recomendadas por el fabricante indiquen lo contrario. Vea la Hoja Informativa 6.2, *Protección de aberturas: tormenteras y vidrioado*, para más información sobre cómo proteger las aberturas. Verifique que las puertas cumplan con el ASTM E330 y el DASMA 108 y que las ventanas cumplan con el ASTM E1886 y el E1996 o el TAS 201, 202 y 203 de Miami-Dade.

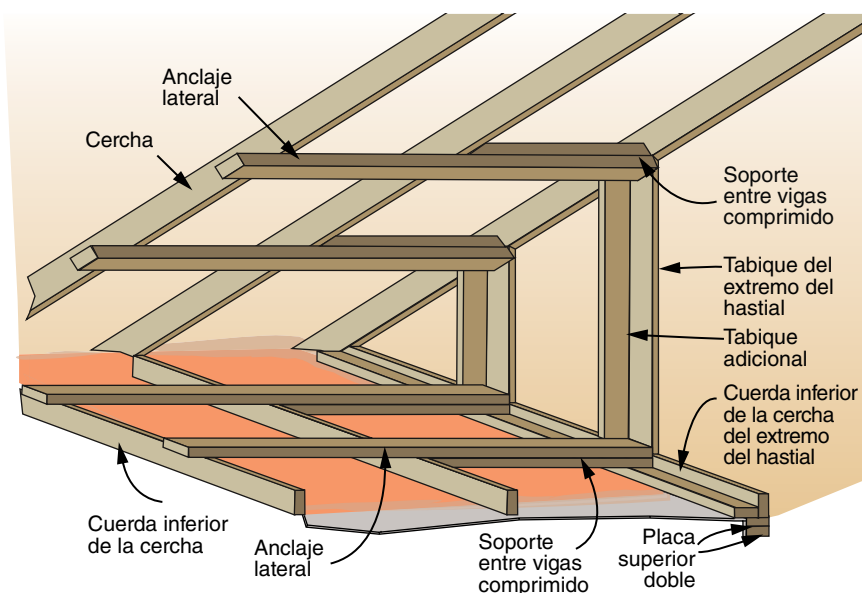


Imagen 3. Ejemplo de refuerzo típico con anclaje de pared en el extremo del hastial.

- Se deben inspeccionar los **sofitos** después de los eventos de vientos fuertes para determinar si necesita mejoras estructurales. Es común que los sofitos fallen durante tormentas y, a menudo, ocurren daños en los áticos debido a que el agua entra por los sofitos abiertos. La fijación correcta es el problema más común que se ha observado en las fallas de los sofitos. Se deben instalar refuerzos o apoyos de madera con el fin de ofrecer un elemento estructural al que fijar los paneles del soffito. Si no es posible instalar soportes de madera, se debe asegurar el soffito en intervalos de 12 pulgadas en cada lado para limitar su capacidad de doblarse durante los eventos de vientos fuertes. Vea la Hoja Informativa 7.5, *Cómo minimizar la entrada del agua a través de rejillas de ventilación del techo en regiones con vientos fuertes* para más información.
- Se pueden añadir **tormenteras** en cualquier momento (vea la Hoja Informativa 6.2, *Protección de aberturas: tormenteras y vidrio*). Los sistemas de tormenteras deben comprarse e instalarse mucho antes de un evento de tormenta. Es importante dedicar el tiempo necesario a verificar que los sistemas de sujetadores y de fijación estén anclados correctamente al sistema estructural del edificio. Se deben anclar los sistemas de tormenteras al edificio y mantener la trayectoria de carga del edificio.
- Se pueden mejorar las **conexiones entre el armazón y las vigas del piso** siempre que estén accesibles. Vea la Hoja Informativa 4.1, *Trayectorias de carga* y la Hoja Informativa 4.3, *Uso de conectores y anclajes* para más información.
- Se deben mejorar las **conexiones entre vigas y pilotes** siempre que estén accesibles. Vea la Hoja Informativa 3.3, *Conexiones entre pilotes y vigas de madera* para más información.
- En cualquier momento, se deben reemplazar los **conectores de metal** deficientes con conectores de acero inoxidable o de metal con la protección contra corrosión apropiada, como acero galvanizado en caliente. Vea la Hoja Informativa 1.7, *Materiales de construcción costera*, para más información.
- Al reemplazar el **equipo de HVAC**, el equipo de reemplazo debe ser más resistente para que dure más en un ambiente costero. Además debe estar elevado al o sobre el Nivel de Inundación Base (BFE, por sus siglas en inglés) y estar anclado correctamente para resistir las cargas de viento y sísmicas. Vea la Hoja Informativa 8.3, *Protección de los servicios públicos* para más información.
- Se puede mejorar la **fijación de los servicios públicos** al reemplazar o reubicar el equipo exterior. Vea la Hoja Informativa 8.3, *Protección de los servicios públicos* para más información.
- En cualquier momento, se deben añadir **amarras** en el **espacio del ático** en la viga de la cresta, desde las viguetas a las placas superiores de la pared y se debe anclar el armazón de la pared del extremo del hastial. Además, se puede aumentar la resistencia ante la carga de levante negativa del revestimiento del techo aplicando **adhesivo** estructural con clasificación de APA AFG-01 o ASTM 3498 (vea los recursos adicionales para más información) en las uniones entre el revestimiento del techo y las viguetas o cerchas del techo. Se debe aplicar el adhesivo en una gota continua y extenderlo a los bordes del techo (donde ocurren algunas de las mayores presiones negativas de levante). En la última vigueta o cercha del extremo del hastial, donde solo un lado de la unión esté accesible, hay que incrustar tiras de madera de moldura con un cuarto redondeado en el adhesivo para aumentar la fuerza de la unión. Para más información sobre el uso del adhesivo, vea la sección de “Recursos adicionales”.
- Añadir **válvulas de entrada de aire (AAV, por sus siglas en inglés)** a todos los accesorios de plomería puede reducir la necesidad de penetraciones en el techo requeridas para los sistemas de ventilación convencionales. La reducción en las penetraciones del techo reducirá a su vez el mantenimiento del mismo y la cantidad de aberturas disponibles para que entre el agua. No todas las jurisdicciones permiten el uso de válvulas de entrada de aire, así que verifique con un plomero licenciado si la jurisdicción donde construirá la casa las permite.
- En cualquier momento, se deben reforzar o reemplazar las **puertas de garaje** con puertas nuevas resistentes al viento y a los escombros. Existen kits disponibles para reforzar las puertas de garaje vertical y horizontalmente. Si hay que reemplazar la puerta, escoja una que cumpla con los requisitos de velocidad del viento del diseño para su área. Vea la Hoja Informativa 6.2, *Protección de aberturas: tormenteras y vidrio*, para más guías sobre cómo proteger las aberturas y puertas de garaje.
- Para minimizar los efectos de la corrosión, se pueden reemplazar las **lámparas de metal** en cualquier momento con lámparas con exterior de madera o vinilo. Sin embargo, la madera podría necesitar tratamiento y pintura frecuente. Vea la Hoja Informativa 1.7, *Materiales de construcción costera* para más información.
- Para minimizar los efectos de la corrosión, puede reemplazar los **pasamanos** de acero de carbono en cualquier momento con pasamanos con capa de vinilo, de plástico, acero inoxidable o madera. Los pasamanos de madera podrían requerir tratamiento o pintura más frecuentemente y hay que usar los sujetadores apropiados (vea la Hoja Informativa 1.7, *Materiales de construcción costera* para más información). Los pasamanos de acero de carbono también pueden pintarse con pintura de cinc, vinilo o epóxica apropiada para ambientes expuestos al agua y rocío de agua salada. Independientemente del producto que use, siempre es necesario realizar el mantenimiento apropiado a fin de garantizar que los pasamanos sean seguros.

Recursos adicionales

APA – Asociación de Madera Reconstituida, 2001, *Especificación APA (APA Specification)* AFG-01.

ASTM, *Especificaciones estándar de adhesivos para pegar madera contrachapada al armazón de sistema de piso en madera (Standard Specification for Adhesives for Field-Gluing Plywood to Lumber Framing for Floor Systems)*, 2003, ASTM 3498-03.

Clemson University, *¿No está listo para volver a techar? Utilice adhesivos estructurales para fortalecer la adhesión del revestimiento del techo para que se mantenga sujetado a su techo (Not Ready to Re-Roof? Use Structural Adhesives to Strengthen the Attachment of Roof Sheathing and Holding on to Your Roof)* – Una guía para remodelar su techo utilizando adhesivos. Departamento de Ingeniería Civil y el Programa de extensión de becas para Estudios Marinos de Carolina del Sur, (http://www.haznet.org/haz_outreach/outreach_factsheets.htm)

FEMA, *Guía de Referencia para mejoras sustanciales/daños sustanciales (Substantial Improvement /Substantial Damage Desk Reference)* FEMA P-758, 2010, (<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=4160>)

FEMA, *Manual de construcción costera (Coastal Construction Manual)*, FEMA-55, 2005, (<http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?id=1671>)

Departamento de Asuntos Comunitarios de Florida. 2000. *Guía para Funcionario Local en Implementación del Programa del Seguro Nacional de Inundación en Florida (A Local Official's Guide to Implementing the National Flood Insurance Program in Florida)*, 2000, (<http://www.floridadisaster.org/Mitigation/NFIP/NFIPStudyCourse/Appendix%20E%20-%20FL%20Handbook.pdf>)

División de Manejo de Emergencias de Florida, *Guía de refuerzo del extremo del hastial (Gable End Retrofit Guide)*. (<http://www.floridadisaster.org/hrg>)

Referencias y recursos

Propósito: *Presentar una lista de las referencias y los recursos que ofrecen información pertinente a los temas cubiertos por las hojas informativas técnicas de la Guía del Constructor de Viviendas para la Construcción Costera.*

Recursos adicionales

Doce cosas que tal vez usted no sepa que causan al revestimiento exterior en vinilo tornarse verde (A Dozen Things You Might Not Know That Make Vinyl Siding Green) (http://www.gentekinc.com/Libraries/PDFs/A_Dozen_Things_Handout.sflb.ashx)

Instituto Americano de Cemento (ACI, por sus siglas en inglés), *Manual de detallado ACI (ACI Detailing Manual)*. SP-66(04). 2004. (<http://www.concrete.org>)

Instituto Americano de Cemento. *Requisitos para Código de Construcción para cemento estructural y observaciones (Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary)*. ACI 318-02. (<http://www.concrete.org>)

Instituto Americano de Cemento. *Diseño, Fabricación e Instalación de pilotes de cemento (Design, Manufacture, and Installation of Concrete Piles)*. ACI 543R-00. Aprobado 2005. (<http://www.concrete.org>)

Asociación Americana de Bosques y Papel. *Especificación de Diseño Nacional para la Construcción en Madera (National Design Specification for Wood Construction)*. (<http://www.afandpa.org>)

Instituto Americano de Construcción en Madera. (<http://www.aitc-glulam.org>)

Institutos Americanos para Investigación. *Evaluación de los estándares de construcción del Programa Nacional del Seguro de Inundación (Evaluation of the National Flood Insurance Program's Building Standards)*. 2006. (<http://www.fema.gov/library>)

Instituto Americano de Hierro y Acero. *Especificación Norteamericana para el diseño de pieza estructural de acero conformado en frío (North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members)*. AISI S100-07. 2007. (<http://www.steel.org>)

Instituto Americano de Estándares Nacionales. *Estándares nacionales de diseño para construir cercha de madera conectada con placa de metal (National Design Standard for Metal Plate Connected Wood Truss Construction)*. ANSI/TPI-1 95.

Sociedad Americana de Ingenieros Civiles. *Cargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras (Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures)*. ASCE/SEI 7-05. (<http://www.asce.org>)

Sociedad Americana de Ingenieros Civiles. *Cargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras (Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures)*. ASCE/SEI 7-10. (<http://www.asce.org>)

Sociedad Americana de Ingenieros Civiles. *Diseño y Construcción Resistente a Inundaciones (Flood Resistant Design and Construction)*. ASCE/SEI 24-05. (<http://www.asce.org>)

Sociedad Americana para Pruebas y Materiales. *Práctica estándar de impermeabilización utilizando cinta adhesiva con asfalto modificado (Standard Practice for Application of Self-Adhering Modified Bituminous Waterproofing)*. ASTM D6135-05. 2005. (<http://www.astm.org>)

Sociedad Americana para Pruebas y Materiales. *Práctica estándar para instalar ventanas, puertas y tragaluces exteriores (Standard Practice for Installation of Exterior Windows, Doors and Skylights)*. ASTM E2112-07. (<http://www.astm.org>)

Sociedad Americana para Pruebas y Materiales. *Especificación estándar para pilotes de madera (Standard Specification for Round Timber Piles)*. ASTM D25-99. 2005. (<http://www.astm.org>)

Sociedad Americana para Pruebas y Materiales. *Especificaciones Estándar de adhesivos para pegar madera contrachapada al armazón de sistema de piso en madera (Standard Specification for Adhesives for Field-Gluing Plywood to Lumber Framing for Floor Systems)*. ASTM D3498-03. 2003. (<http://www.astm.org>)

Sociedad Americana para Pruebas y Materiales. *Especificación estándar para el desempeño de ventanas, paredes cortina, puertas exteriores, y de sistemas de protección contra impactos de escombros arrastrados por el viento durante huracanes (Standard Specification for Performance of Exterior Windows, Curtain Walls, Doors, and Impact Protective Systems Impacted by Windborne Debris in Hurricanes)*. ASTM E1996-09. (<http://www.astm.org>)

Sociedad Americana para Pruebas y Materiales. *Método de prueba estándar para el desempeño de ventanas, paredes cortina, puertas exteriores, y sistemas de protección contra impactos de proyectiles y expuestos a diferencias de presión cíclica (Standard Test Method for Performance of Exterior Windows, Curtain Walls, Doors, and Impact Protective Systems Impacted by Missile(s) and Exposed to Cyclic Pressure Differentials)*. ASTM E1886-05. (<http://www.astm.org>)

Sociedad Americana para Pruebas y Materiales. *Método de prueba estándar para el desempeño estructural de ventanas, puertas, tragaluces y paredes cortina exteriores por diferencial de presión estática uniforme del aire (Standard Test Method for Structural Performance of*



Exterior Windows, Doors, Skylights and Curtain Walls by Uniform Static Air Pressure Difference). ASTM E330-02. 2010. (<http://www.astm.org>)

Fundación Americana de Bosques, Inc. Sistema americano de viveros de árboles (American Tree Farm System). (<https://www.treefarmssystem.org/>)

Consejo Americano de la Madera. (<http://www.awc.org>)

Asociación Americana para la Protección de la Madera. Todos los productos de madera – Tratamiento de preservación con procesos a presión (All Timber Products – Preservative Treatment by Pressure Processes), AWP A C1-00; Maderas, tablonés, amarres de puentes y amarres de minas – Tratamiento de preservación con procesos a presión (Lumber, Timber, Bridge Ties and Mine Ties – Preservative Treatment by Pressure Processes), AWP A C2-01; Pilotes – Tratamiento de preservación con procesos a presión (Piles – Preservative Treatment by Pressure Process), AWP A C3-99; y otros. (<http://www.awpa.com>)

APA, Asociación de Madera Reconstituida. Especificación APA (APA Specification) AFG-01. 2001. (<http://www.apawood.org>)

APA, Asociación de Madera Reconstituida. Diseño de tormenteras, Conjunto 5 de 5. Diseño de tormenteras para edificios de armazones de madera y mampostería (Hurricane Shutter Designs Set 5 of 5. Hurricane Shutter Designs for Woodframe and Masonry Buildings). (<http://www.apawood.org>)

Asociación de la Industria del Ladrillo. (<http://www.gobrick.com>)

Clemson University, Departamento de Ingeniería Civil y el Programa de Extensión de Becas para Estudios Marinos de Carolina del Sur. ¿No está listo para volver a techar? Utilice adhesivos estructurales para fortalecer la adhesión del revestimiento del techo para que se mantenga sujetado a su techo – Una guía para remodelar su techo utilizando adhesivos (Not Ready to Re-Roof? Use Structural Adhesives to Strengthen the Attachment of Roof Sheathing). (<http://nsgl.gso.uri.edu/scsgc/scsgcg01004.pdf>)

Coastal Contractor Magazine. Receta para terrenos bajos: Impermeabilización en mojado. Ensamblajes que pueden drenarse y secarse, fabricados con materiales resistentes al agua, ayudan a acelerar la recuperación por inundaciones más profundas de lo esperado (Low Country Rx: Wet Floodproofing. Drainable, Dryable Assemblies Made With Water-tolerant Materials Help Speed Recovery From Deeper Than-expected Floods), escrito por Ted Cushman. Julio de 2006. (https://www.jlconline.com/_view-object?id=0000014e-4f41-d59f-ad5e-4f5b721b0000)

Instituto de Acero Reforzado con Hormigón. Colocación de vigas de refuerzo – Prácticas recomendadas (Placing Reinforcing Bars – Recommended Practices). PRB-2-99. (<http://www.crsi.org>)

Copper and Common Sense. (<http://www.reverecopper.com>)

Asociación para el Desarrollo del Cobre. (<http://www.copper.org/publications>)

Asociación Internacional de Fabricantes de Puertas y Sistemas de Acceso. Método estándar de prueba

para puertas de garaje seccionales y puertas enrollables: Determinación de desempeño estructural bajo diferencias de presión estática uniforme del aire (Standard Method for Testing Sectional Garage Doors and Rolling Doors: Determination of Structural Performance Under Uniform Static Air Pressure Difference). ANSI/DASMA 108-2005.

FEMA. Sobre el nivel de inundación: Elevación de su vivienda propensa a inundaciones (Above the Flood: Elevating Your Floodprone House). FEMA 347. 2000. (<http://www.fema.gov/library>)

FEMA. Respuestas a preguntas sobre daños sustanciales a edificios (Answers to Questions about Substantially Damaged Buildings). FEMA 213. 1991. (<http://www.fema.gov/library>)

FEMA. Manual de construcción costera: Principios y prácticas de planificación, ubicación, diseño, construcción y mantenimiento de edificios residenciales en áreas costeras (Coastal Construction Manual – Principles and Practices of Planning, Siting, Designing, Constructing, and Maintaining Residential Buildings in Coastal Areas). FEMA P-55. 2011. (Información sobre pedidos en: <https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/3293>)

FEMA. Guía de diseño para mejorar la seguridad de las instalaciones críticas en casos de inundación y vientos fuertes (Design Guide for Improving Critical Facility Safety from Flooding and High Winds). FEMA 543. 2007. (<http://www.fema.gov/library>)

FEMA. Guía de diseño para mejorar la seguridad de los hospitales en casos de terremoto, inundación y vientos fuertes (Design Guide for Improving Hospital Safety in Earthquakes, Floods, and High Winds: Providing Protection to People and Buildings). FEMA 577. 2007. (<http://www.fema.gov/library>)

FEMA. Principios y prácticas de ingeniería para reforzar edificios residenciales propensos a inundaciones (Engineering Principles and Practices of Retrofitting Floodprone Residential Structures). FEMA 259. Enero de 1995. (<http://www.fema.gov/library>)

FEMA. Manual de seguro de inundación (Flood Insurance Manual). Octubre de 2010, enero de 2011. (<https://www.fema.gov/flood-insurance-manual-effective-october-1-2010-and-january-1-2011>)

FEMA. FloodSmart, la página web oficial del Programa del Seguro Nacional de Inundación (NFIP, por sus siglas en inglés). (<http://www.floodsmart.gov>)

FEMA. Guía del Constructor de Viviendas para el Diseño y la Construcción Resistentes a Terremotos (Homebuilders' Guide to Earthquake Resistant Design and Construction). FEMA 232. 2001. (<http://www.fema.gov/library>)

FEMA. Guía de remodelación para propietarios de viviendas: Seis maneras de proteger su hogar contra inundaciones (Homeowner's Guide to Retrofitting, Six Ways to Protect Your House From Flooding). FEMA 312. 1998. (<http://www.fema.gov/library>)

FEMA. Central de Servicio de Mapas. (<https://msc.fema.gov>)

FEMA. Informe del Equipo de Evaluación de Mitigación, huracán Charley en Florida: observaciones, recomendaciones y guía técnica sobre el rendimiento de los edificios (Mitigation Assessment Team Report, Hurricane Charley in Florida: Building Performance Observations, Recommendations, and Technical Guidance). FEMA 488. 2005. (<http://www.fema.gov/library>)

FEMA. Informe del Equipo de Evaluación de Mitigación, Huracán Ike en Texas y Louisiana: observaciones, recomendaciones y guía técnica sobre el rendimiento de los edificios (Mitigation Assessment Team Report, Hurricane Ike in Texas and Louisiana: Building Performance Observations, Recommendations, and Technical Guidance). FEMA P-757. 2009. (<http://www.fema.gov/library>)

FEMA. Informe del Equipo de Evaluación de Mitigación, Huracán Iván en Alabama y Florida: observaciones, recomendaciones y guía técnica sobre el rendimiento de los edificios (Mitigation Assessment Team Report, Hurricane Ivan in Alabama and Florida: Building Performance Observations, Recommendations, and Technical Guidance). FEMA 489. 2005. (<http://www.fema.gov/library>)

FEMA. Informe del Equipo de Evaluación de Mitigación, Huracán Katrina en la Costa del Golfo: observaciones, recomendaciones y guía técnica sobre el rendimiento de los edificios (Mitigation Assessment Team Report, Hurricane Katrina in the Gulf Coast: Building Performance Observations, Recommendations, and Technical Guidance). FEMA 549. 2006. (<http://www.fema.gov/library>)

FEMA. Instrucciones y Certificado de Elevación NFIP (<https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/160>)

FEMA. Formularios de NFIP (<https://www.fema.gov/national-flood-insurance-program/national-flood-insurance-program-forms>)

FEMA. Boletín Técnico NFIP 1-08, Aberturas en muros de cimientos y paredes de estructuras cerradas (Openings in Foundation Walls and Walls of Enclosures). 2008. (<https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/2644>)

FEMA. Boletín Técnico NFIP 2-08, Requisitos para los materiales resistentes a daños por inundaciones (Flood Damage- Resistant Materials Requirements). (<https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/2655>)

FEMA. Boletín Técnico NFIP 4-10, Instalación de Elevadores (Elevator Installation). 2010. (<https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/3478>)

FEMA. Boletín Técnico NFIP 5-08, Requisitos de ausencia de obstrucciones (Free-of-Obstruction Requirements). 2008. (<https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/3490>)

FEMA. Boletín Técnico NFIP 8-96, Protección contra la corrosión para los conectores de metal en áreas costeras (Corrosion Protection for Metal Connectors in Coastal Areas). 1996. (https://www.fema.gov/media-library-data/1396889463119-906ae05bc13c3677cf4330b5dc96897e/tb-8_rev.pdf)

FEMA. Boletín Técnico NFIP 9-08, Guía para el diseño y la construcción de paredes desprendibles

(Design and Construction Guidance for Breakaway Walls). 2008. (https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1511-20490-8359/fema_tb_9.pdf)

FEMA. Boletín Técnico NFIP 10-01, Asegurar que las estructuras construidas sobre rellenos o cerca de áreas especiales de riesgo de inundación estén razonablemente a salvo de inundación (Ensuring that Structures Built on Fill In or Near Special Flood Hazard Areas are Reasonably Safe From Flooding). 2001. (<https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/3522>)

FEMA. Boletín Técnico NFIP 11-01, Construcción de entresuelos (Crawlspace Construction). 2001. (<https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/3527>)

FEMA. Cómo proteger los servicios públicos de su edificio contra los daños por inundación (Protecting Building Utilities From Flood Damage). FEMA 348. 1999. (<http://www.fema.gov/library>)

FEMA. Protección de viviendas prefabricadas contra inundaciones y otros riesgos (Protecting Manufactured Homes from Floods and Other Hazards). FEMA P-85. 2009. (<http://www.fema.gov/library>)

FEMA. Construcción residencial recomendada para la costa del Golfo: Construcción sobre cimientos fuertes y seguros (Recommended Residential Construction for the Gulf Coast, Building on Strong and Safe Foundations). FEMA 550. 2010. (<http://www.fema.gov/library>)

FEMA. Reducción de pérdidas por inundación mediante el uso de la Serie del Código Internacional (Reducing Flood Losses Through the International Code Series). Códigos I de 2006 con suplemento de 2007. (<http://www.fema.gov/library>)

FEMA. Guía de Referencia para mejoras sustanciales/daños sustanciales (Substantial Improvement/Substantial Damage Desk Reference). FEMA P-758. 2010. (<http://www.fema.gov/library>)

Departamento de Asuntos Comunitarios de Florida. Guía para Funcionario Local en Implementación del Programa del Seguro Nacional de Inundación en Florida (A Local Official's Guide to Implementing the National Flood Insurance Program in Florida). 2000. (<https://www.floridadisaster.org/mitigation/>)

División de Manejo de Emergencias de Florida. Guía de refuerzos para huracanes (Hurricane Retrofit Guide). (<http://www.floridadisaster.org/hrg>)

Asociación de Contratistas de Sellado de Techo, Instalación de Planchas de Metal y Sistemas de Aire Acondicionado de Florida, Inc. Manual de instalación de tejas de barro y cemento (Concrete and Clay Roof Tile Installation Manual). (<http://www.floridarooft.com>)

Consejo de Administración de Bosques. (<http://www.fsc-info.org>)

Información sobre pruebas de productos y procesos de aprobación del Condado de Miami-Dade, Florida. (<http://www.miamidade.gov/building/code-compliance.asp>)

Consejo Internacional de Códigos. Código Internacional de Construcción (International Building Code). 2009. (<http://www.iccsafe.org>)

Consejo Internacional de Códigos. *Código Residencial Internacional (International Residential Code)*. 2009. (<http://www.iccsafe.org>)

Servicios de Evaluación del Consejo Internacional de Códigos, Inc., *Protocolo para realizar pruebas de resistencia a inundación de materiales (Protocol for Testing the Flood Resistance of Materials)*. (<http://www.icc-es.org/index.shtml>)

Organización Internacional de Estandarización. Documento ISO 14021. (<http://www.iso.org>)

Centro de Estudios de Agricultura de la Universidad Estatal de Louisiana (conocido como LSU AgCenter en inglés). Impermeabilización en mojado. *Reduciendo los daños por inundación (Wet Floodproofing. Reducing Damage from Floods)*. Publicación No. 2771. 1999. (<http://www.lsuagcenter.com/~media/system/0/e/5/3/0e53e95f265631469d0ce2be5aaf0187/pub2771wetfloodproofinghighres.pdf>)

Asociación de Fabricantes de Construcciones de Metal. *Manual de diseño para construcción sistemas de techos en metal (Metal Roofing Systems Design Manual)*. 2000. (https://www.techstreet.com/mbma/standards/metal-roofing-systems-design-manual?product_id=1909750)

Asociación de Construcción en Metal. (<http://www.metalconstruction.org/pubs>)

Asociación Nacional de Contratistas de Sellado de Techos (NRCA, por sus siglas en inglés). *Manual de Sellado de Techos e Impermeabilización de NRCA (The NRCA Waterproofing Manual)*. (<http://www.nrca.net>)

Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA, por sus siglas en inglés). *Estándar Modelo de Instalación de Viviendas Prefabricadas (Model Manufactured Home Installation Standard)*. NFPA 225. 2009. (http://www.nfpa.org/aboutthecodes/AboutTheCodes.asp?DocNum=225&cookie_test=1)

Instituto Nacional de Ciencias de la Construcción. *Guía para el diseño de un edificio completo (Whole Building Design Guide)*. (http://www.wbdg.org/design/env_roofing.php)

Asociación Nacional de Contratistas de Sellado de Techos (NRCA, por sus siglas en inglés). *Manual de Sellado de Techos de NRCA: Sistemas de techos con paneles de metal y rociado de espuma de poliuretano-SPF (The NRCA Roofing Manual: Metal Panel and SPF Roof Systems)*. 2016. (<http://www.nrca.net/store/detail/the-nrca-roofing-manual-metal-panel-and-spf-roof-systems2016/1450>)

Pile Buck, Inc. *Construcción costera (Coastal Construction)*. (<http://www.pilebuck.com>)

Sellado de Techo Profesional. NRCA analiza y realiza pruebas a metales. (Professional Roofing). NRCA Analyzes and Tests Metal, escrito por James R. Kirby y Bala Sockalingam. 2003. (<http://www.professionalroofing.net/article.aspx?id=266>)

The Journal of Light Construction. (<http://www.jlconline.com>)

The Masonry Society. *Requisitos para códigos de construcción de estructuras de mampostería (Building Code Requirements for Masonry Structures)*. TMS 402-08/ACI 530-08/ ASCE 5-08. 2008. (<http://www.masonrysociety.org>)

The Masonry Society. *Especificaciones para estructuras de mampostería (Specifications for Masonry Structures)*. TMS 402-08/ACI 530.1 08/ASCE 6-08. 2008. (<http://www.masonrysociety.org>)

Asociación Nacional de Contratistas de Instalación de Planchas de Metal y Sistemas de Aire Acondicionado. *Manual arquitectónico de planchas de metal (Architectural Sheet Metal Manual)*. 2003. (<http://www.smacna.org/bookstore>)

Cooperando con el Medioambiente (*Siding with the Environment*). (http://www.vinylsiding.org/publications/final_Enviro_single_pg.pdf) Southern Pine Council. (<http://www.southernpine.com/about.shtml>)

Iniciativa de Silvicultura Sostenible Inc.® (SFI, por sus siglas en inglés). (<http://www.sfiprogram.org>)

Anotaciones Técnicas 28 – Anclaje de revestimiento de ladrillos, Construcción de armazón en madera.

Anotaciones Técnicas 28B – Muros de revestimientos de ladrillo/tabique de acero.

Anotaciones Técnicas 44B – Amarras de Pared .

Consejo de Pilotes de Madera, Instituto Americano de Preservadores de Madera. *Manual para el diseño y construcción de pilotes de madera. (Timber Pile Design and Construction Manual)*. (<http://www.piledrivers.org/files/9971afc0-2754-41db-a9bc-849f87c51217-c38abc5c-4dca-402f-b252-e7e8f85df9f8/timberpilemanual.pdf>)

Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de Estados Unidos. *Durabilidad por medio diseño, guía para constructores y diseñadores residenciales (Durability by Design, A Guide for Residential Builders and Designers)*. 2002. (<https://www.huduser.gov/portal/publications/destech/durdesign.html>)

Instituto de Revestimiento Exterior en Vinilo. (<http://www.vinylsiding.org>)

