

Ubicación, diseño y construcción en zonas de inundación costera



FEMA

HURACANES IRMA Y MARÍA EN PUERTO RICO

Boletín Informativo de Recuperación 2. Abril de 2018

Propósito y público al que va dirigida la información

El propósito de este boletín informativo es discutir las prácticas de ubicación, diseño y construcción en las Zonas de Inundación Costera, incluyendo las Zonas Costeras A, donde las condiciones de olas e inundación durante un evento de inundación serán menos severas que en las Zonas V, pero aún pueden causar daños significativos a los cimientos y los edificios (Imagen 1). Los autores prevén que los funcionarios de Puerto Rico añadirán a los requisitos existentes de los códigos de construcción que los edificios ubicados en una Zona Costera A reciban el mismo trato que los de la Zona V.

El público al que se dirige este documento incluye a dueños de edificios y profesionales del diseño que están planificando nuevos proyectos de construcción o de reconstrucción en zonas costeras, así como administradores de valles de inundación y reglamentadores de la comunidad que participan en la elaboración y aplicación de los códigos y las ordenanzas de construcción en los valles de inundación costeros.

A menos que se indique lo contrario, todas las fotografías son de las observaciones del Equipo de Evaluación de Mitigación (MAT, por sus siglas en inglés) de FEMA en Puerto Rico después de los huracanes Irma y María en 2017.

Asuntos claves

- Las prácticas correctas de diseño y construcción pueden minimizar el daño a los edificios, particularmente elevando el edificio sobre la elevación mínima requerida.
- Una vez los niveles de inundación sobrepasan la elevación del piso más bajo de un edificio, el alcance de los daños aumenta considerablemente, especialmente en áreas sujetas a oleaje costeras (Imagen 2).
- Los cimientos en áreas costeras deben ser diseñados para elevar los edificios sobre el nivel de la inundación del diseño (DFE, por sus siglas en inglés), para cumplir con el *Estándar para el Diseño y la Construcción Resistente a Inundaciones* de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE 24-14, 2014), mientras resisten las fuerzas de inundación, los vientos fuertes, el desgaste y la erosión, y los escombros flotantes en las *Cargas Mínimas del Diseño y Criterios Relacionados para Edificios y Otras Estructuras* (ASCE 7-16, 2017).
- Los cimientos utilizados para la construcción tierra adentro, por lo general, no son adecuados para la construcción costera. Algunos ejemplos de sistemas de cimientos que tienen un historial de bajo rendimiento en áreas propensas a la erosión son losas de cemento sobre el terreno, zapatas aisladas y cimientos superficiales (o flotantes).
- En las Zonas V y Zonas Costeras A, deben utilizarse cimientos abiertos (pilotes o pilares) diseñados para resistir todas las condiciones de inundación base, como las olas, el flujo de alta velocidad, la erosión y el desgaste, y los escombros arrastrados por las inundaciones.
- Las decisiones sobre la compra de tierras y la ubicación de los edificios deben tomar en cuenta los impactos a largo plazo de la marejada, las olas y la erosión, y no deben basarse únicamente en la ubicación y las condiciones actuales de la costa.



Imagen 1. Falla de la estructura sujeta a oleaje, olas y erosión.



Imagen 2. Estructura con daños severos en la Zona Costera de Punta Santiago.

Los MAT de FEMA han observado muchos casos de daños por olas pequeñas debido a las condiciones de la Zona Costera A a lo largo de las costas de las comunidades afectadas por el huracán María.

- Cumplir con las líneas de separación de la costa locales/ estatales no significa que los edificios estarán seguros.
- La ubicación, el diseño y la construcción que sobrepasen los requisitos reglamentarios mínimos pueden costar un poco más al principio, pero pueden ahorrar dinero al propietario a largo plazo. Los propietarios de viviendas deben considerar sobrepasar los requisitos mínimos para tener en cuenta las tormentas con impactos superiores al 1 por ciento anual, así como los impactos climáticos futuros, como el aumento del nivel del mar y la erosión a largo plazo.
- Los edificios en las Zonas V deben estar elevados sobre sistemas de cimientos abiertos y libres de obstrucciones. Las áreas debajo de los edificios elevados en las Zonas V solo pueden usarse para estacionamiento, almacenamiento y acceso al edificio. Cualquier elemento y estructuras cerradas debajo del edificio elevado deben estar diseñados y construidos de manera que se separen de la estructura y que no transfieran ninguna carga al edificio elevado ni al sistema de cimientos. Consulte la *Guía del Constructor de Viviendas para la Construcción Costera* (FEMA P-499, 2010), Hoja Informativa Técnica 8.1, para más información sobre este tema. Las paredes desprendibles, que incluyen las puertas de garaje, deben ser construidas con materiales resistentes a inundación y estar certificadas por un ingeniero profesional certificado. Los servicios públicos no deben fijarse a las paredes desprendibles ni pasar a través de ellas, y deben estar elevados. Se recomienda que las paredes desprendibles se diseñen para dividirse en secciones más pequeñas, y que se utilicen mallas, entramado abierto, listones o persianas en lugar de paredes desprendibles sólidas. Las áreas debajo de los edificios elevados en las Zonas Costeras A deben seguir los mismos requisitos que las áreas para edificios ubicados en las Zonas V.
- Muchas investigaciones posteriores a la tormenta han demostrado que las técnicas típicas de construcción residencial y comercial ligera de la Zona A (p. ej., armazón de madera, acero liviano y paredes de mampostería sobre zapatas o losas superficiales) están sujetas a daños o destrucción incluso cuando se exponen a olas de menos de tres pies de altura (Imagen 3). Las pruebas de laboratorio confirman las observaciones de campo de que las alturas de olas que rompen tan pequeñas como 1.5 pies causarían que este tipo de paredes (Imagen 3) y cimientos (Imagen 4) fallen.
- Otros peligros de inundación relacionados con las olas costeras (p. ej., escombros flotantes, flujo de alta velocidad, erosión y desgaste) también afectan la construcción tipo Zona V y Zona A en las áreas costeras (Imagen 5).

Esta guía de recuperación considera:

- La definición de zonas de inundación costera;
- Información de trazado de mapas de aviso de inundación costera.



Imagen 3. *Falla de la pared con marco de madera, de la chapa de ladrillo y de las ventanas debido a 4 pies de inundación de aguas tranquilas y olas pequeñas. Huracán Katrina en Misisipi.*



Imagen 4. *Fallo de cimientos tipo Zona A en un área costera, no sujeta a las condiciones de la Zona V.*



Imagen 5. *La estructura socavada por la erosión experimentada durante el huracán María en la playa Shacks.*

- Ubicación de estructuras en zonas de inundación costera.
- Guía de Diseño y Construcción de la Zona V y la Zona Costera A.

Definición de zonas de inundación costera

Los Mapas de Tasas del Seguro de Inundación (FIRM, por sus siglas en inglés) muestran las Zonas V, las Zonas A y, en los mapas más recientes, el Límite de Acción Moderada de Oleaje (LiMWA, por sus siglas en inglés). El LiMWA se traza en un mapa cuando las alturas de las olas durante el evento de inundación base alcanzan los 1.5 pies. El área entre el LiMWA y la Zona V se conoce como la Zona Costera A y aparece en los códigos y estándares de construcción. En la Zona Costera A, la altura de las olas alcanzan entre 1.5 y 3 pies. Los FIRM actuales para Puerto Rico no muestran el (LiMWA); sin embargo, aparecerá en los mapas actualizados. Los FIRM también muestran otras zonas, como AO y VE; para un glosario, consulte la publicación Manejo del desarrollo de los valles de inundación a través del NFIP (FEMA, 1998), Apéndice D.

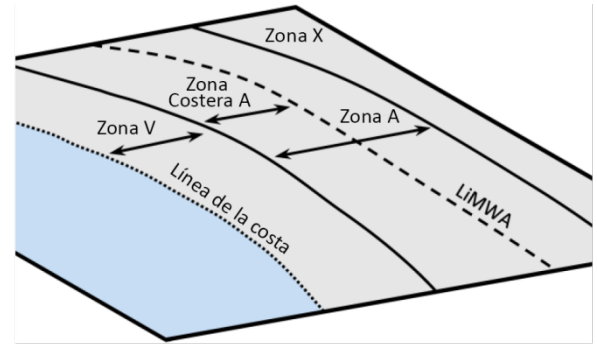


Imagen 6. Vista en perspectiva que muestra la Zona Costera A, la Zona V y el LiMWA.

En las zonas de inundación costera, la principal fuente de inundación son las mareas astronómicas, las marejadas ciclónicas, los seiches o los tsunamis, y los peligros de las olas, no las inundaciones fluviales. Con relación a los requisitos de construcción costera, existen tres zonas de inundación costera relevantes: la Zona V, la Zona Costera A y la Zona A (Imágenes 6 y 7).

La Zona V, también conocida como Área Costera de Alto Riesgo, es un área de acción de oleaje de alta velocidad por las tormentas y, por lo general, está sujeta al potencial de erosión más severo y a las olas más dañinas. La Zona V se define por olas de 3 pies o más de alto o la combinación de alturas del sobrepaso "runup, en inglés" del oleaje de 3 pies o más que el nivel de la marejada ciclónica y elevación del "runup" del oleaje de 3 pies o más que la elevación del terreno.

La Zona A es un área tierra adentro de la Zona V donde las alturas de las olas son menores de 3 pies. La profundidad de las inundaciones por marejada ciclónica es menor en la Zona A que en la Zona V; sin embargo, aun así existe la posibilidad de olas dañinas y de socavación. Se ha demostrado que aún olas de entre 1.5 y 3 pies de alto pueden causar daños significativos a las estructuras residenciales; por lo tanto, FEMA traza en los mapas el LiMWA para identificar esta área. Los códigos de construcción ahora definen la Zona Costera A como el área tierra adentro de la Zona V donde existe el potencial de olas de 1.5 y 3 pies de altura. Usualmente, se necesitan por lo menos de 2 a 4 pies de profundidad de aguas tranquilas para resistir olas de esta altura. La Zona Costera A puede identificarse utilizando los FIRM como el área entre el LiMWA y la Zona V.

Las prácticas de diseño y construcción de la Zona Costera A descritas aquí son requeridas por el *Código Internacional de Construcción* del Consejo Internacional de Códigos (ICC IBC, 2018), a través de su referencia a ASCE 24-14, y por las ediciones de 2015 y 2018 del *Código Residencial Internacional* del ICC (ICC IRC, 2015 y 2018). A medida que Puerto Rico adopte estos nuevos códigos, se harán cumplir estándares más estrictos en las Zonas Costeras A. Además, el Programa del Seguro Nacional de Inundación (NFIP, por sus siglas en inglés) exhorta a las comunidades a adoptar estas prácticas, y es posible que haya créditos del Sistema de Clasificación de Comunidades (CRS, por sus siglas en inglés) para llevarlas a cabo.

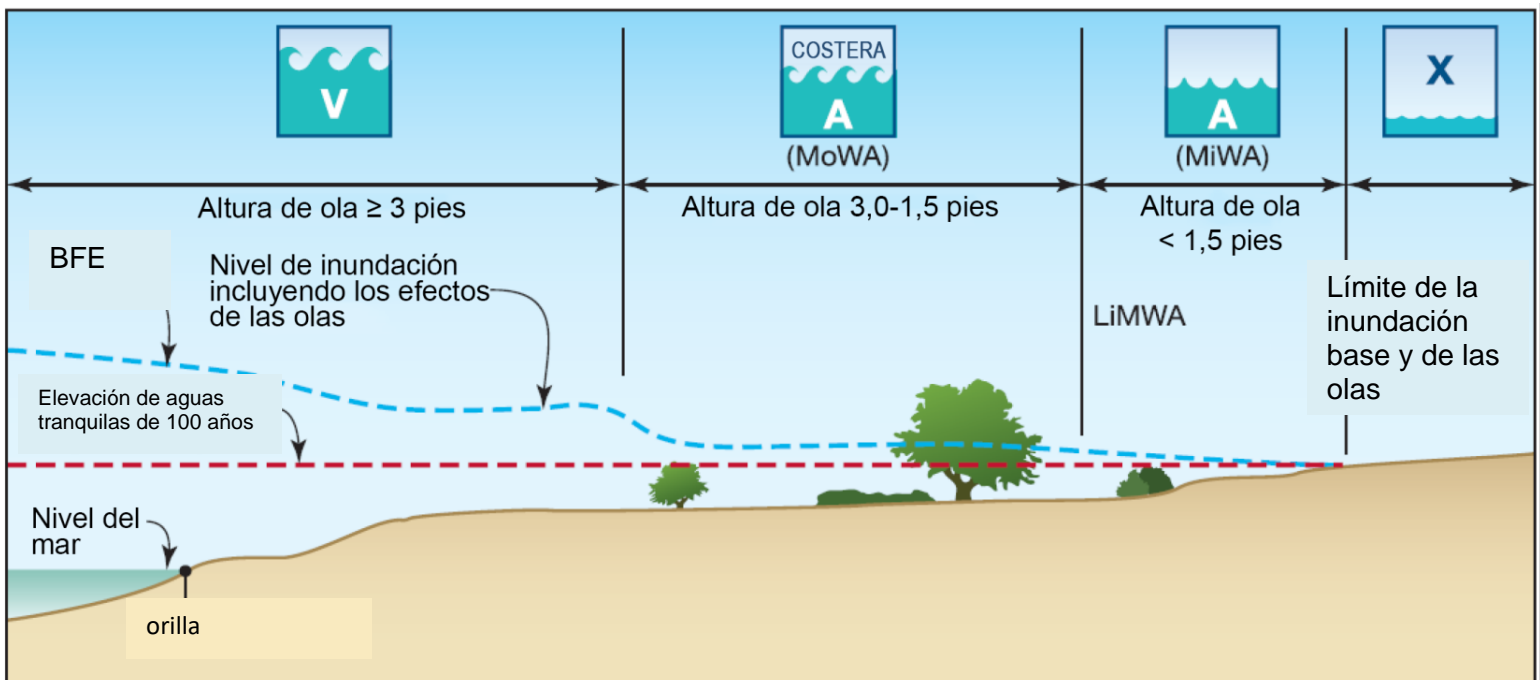


Imagen 7. Sección transversal que muestra una probabilidad anual de 1 por ciento de elevación de aguas tranquilas, profundidad de aguas tranquilas, BFE, LiMWA y zonas de riesgo de inundación. Del Manual de Construcción Costera (FEMA P-55, 2011), Imagen 3-53.

Información de trazado de mapas de aviso de inundación costera

Después de tormentas costeras severas como los huracanes Irma y María, FEMA emite un Trazado de Mapas de Aviso de Inundación para áreas donde los FIRM existentes ya no representan adecuadamente el riesgo real de inundación base, o donde se necesita información adicional para brindar asesoría sobre el proceso de reconstrucción. Estos Mapas de Aviso tienen la intención de ofrecer orientación sobre la elevación de edificios nuevos y reconstruidos. Para Puerto Rico, los FIRM existentes carecen de la línea de LiMWA que identifica la Zona Costera A. También carecen de BFE detallados para muchas corrientes. Las instalaciones críticas, como las estaciones de bomberos y los servicios de emergencia, deben construirse al nivel de 0.2 por ciento de probabilidad anual y no están incluidas en los FIRM actuales; por lo tanto, se están preparando los BFE de aviso para el 0.2 por ciento de probabilidad anual. El Trazado de Mapas de Aviso de Inundación para Puerto Rico incluye la siguiente información:

- Líneas del LiMWA y áreas de la Zona Costera A basadas en la inundación con 1 por ciento de probabilidad anual.
- Nuevos límites de valle de inundación costera con 1 por ciento de probabilidad anual, delineados con la información topográfica más reciente.
- Nuevas zonas de inundación costera y valles de inundación con 0.2 por ciento de probabilidad anual de inundación, con elevaciones para la orientación de las instalaciones críticas.
- Líneas del LiMWA y áreas de la Zona Costera A basadas en el evento de 0.2 por ciento de probabilidad anual de inundación.
- Identificación de áreas vulnerables a la erosión por tormenta.
- Líneas de separación de la costa para evitar la erosión a largo plazo para áreas de erosión de 30 y 60 años.
- Nuevos valles de inundación y elevaciones de corrientes para los niveles de 1 y 0.2 por ciento de probabilidad anual.

El Trazado de Mapas de Aviso ofrece información provisional para los esfuerzos de reconstrucción y puede utilizarse hasta que se actualicen los Estudios del Seguro de Inundación (FIS) y los FIRM. El Trazado de Mapas de Aviso es una combinación de la información efectiva de los FIRM y el trazado actualizado que aparece arriba. La Imagen 8 muestra un ejemplo del Trazado de Mapas de Aviso para Puerto Rico.

El uso de mapas de aviso es obligatorio solo cuando un estado, territorio o comunidad los adopta. La información del Trazado de Mapas de Aviso para Puerto Rico está disponible en <http://jp.pr.gov/sigep/advsmmap>.

Otros riesgos de inundación

Los FIRM no consideran todos los factores que pueden influir en los riesgos de inundación con el tiempo. También deben considerarse los siguientes factores:

- Erosión de la orilla, pérdida de humedales, hundimiento y elevación relativa del nivel del mar.
- Desarrollo de la orilla y prácticas de edificios adyacentes
- Desarrollo tierra arriba o cambios topográficos
- Manejo de aguas pluviales y drenaje
- Degradación o asentamiento de diques y muros de inundación
- Cambios en la climatología de tormentas (frecuencia y severidad)
- Los efectos de múltiples tormentas

Terminología

Mapa de Tasas del Seguro de Inundación (FIRM): El mapa oficial de una comunidad producido por FEMA. El FIRM muestra los Niveles de Inundación Base, las Áreas Especiales de Riesgo de Inundación y las zonas de primas de riesgo.

Área Especial de Riesgo de Inundación (SFHA): Las áreas de terreno sujetas a un 1 por ciento de probabilidad anual de inundación o mayor, donde los reglamentos de manejo de valles de inundación deben ser cumplidas, y aplican los requisitos obligatorios de compra del seguro de inundación. Estas áreas se indican en los FIRM como Zona AE, A1-A30, A99, AR, AO, AH, V, VO, VE, o V1-30. Las zonas trazadas en mapas fuera de la SFHA son la Zona X (sombreadas o sin sombreadar, sujetas a o más allá de 0.2 por ciento de probabilidad anual de inundación) o la Zona B/Zona C en los FIRM más antiguos.

Nivel de Inundación Base (BFE): La elevación a la que se prevé que se elevarán las aguas de inundación durante el evento de inundación base (1 por ciento de probabilidad anual) con efectos de olas incluidos en las áreas costeras. El BFE es la base de los requisitos de manejo de seguros y valles de inundación.

Nivel de Inundación de Diseño (DFE): Nivel de inundación en la que se basan los requisitos de diseño del edificio. El (DFE) puede incluir elevación adicional (francobordo) sobre el BFE.

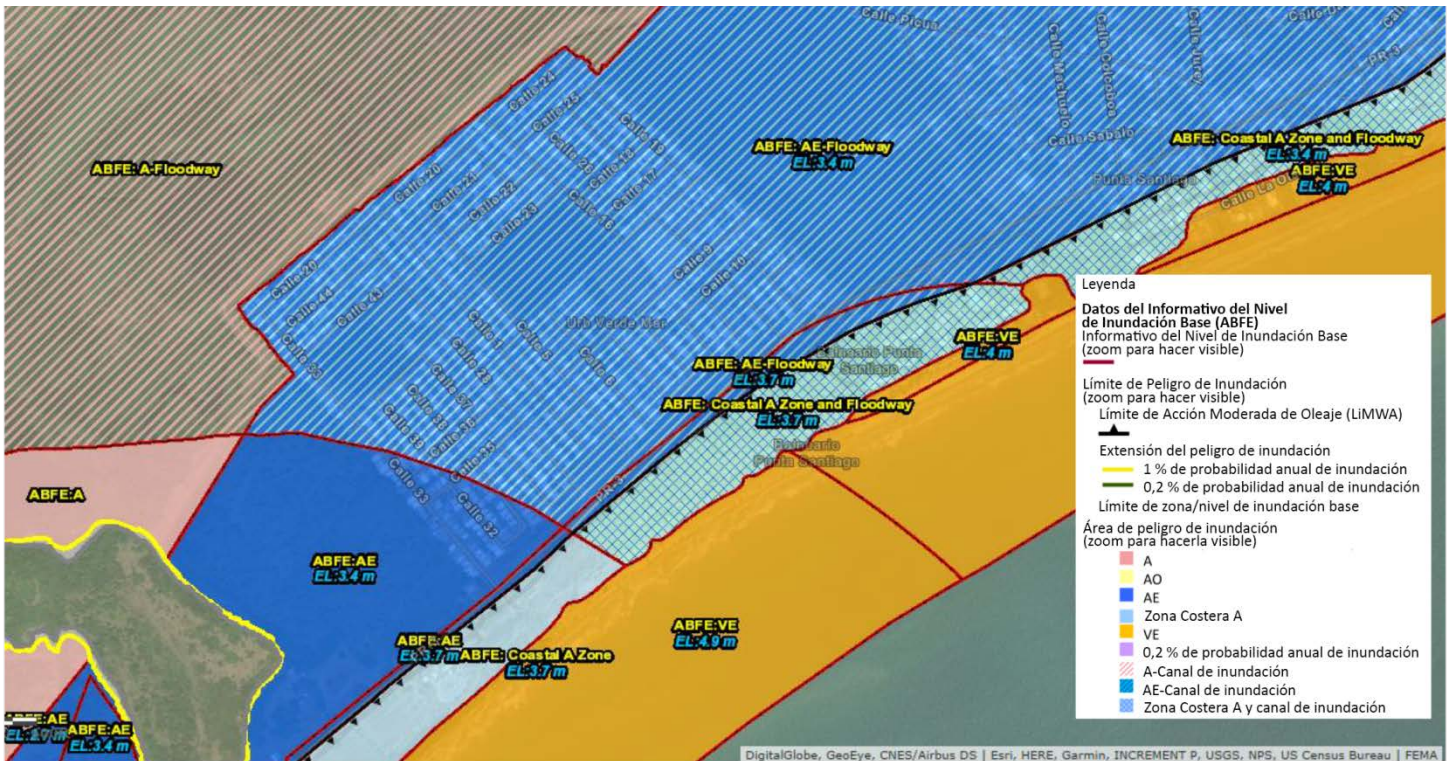


Imagen 8. Ejemplo de la información para el Trazado de Mapas de Aviso para Puerto Rico.

Ubicación de estructuras en zonas de inundación costera

Un edificio bien construido, pero mal ubicado puede ser socavado y es probable que sucumba (Imagen 9). Incluso si un edificio se separa o sitúa lejos de la orilla, no funcionará bien si no es capaz de resistir vientos fuertes, olas, marejada ciclónica y otros peligros que ocurran en el lugar (Imagen 10).



Imagen 9. Estructuras situadas cerca de la orilla y sujetas a desgaste y erosión.



Imagen 10. Los cimientos de la estructura sobrevivieron, pero no pudieron resistir los fuertes vientos.

El error más común y costoso que cometen los diseñadores, constructores y propietarios es no considerar la erosión futura y la estabilidad de la pendiente al comprar un edificio costero existente, o al comprar un terreno y construir un nuevo edificio. Las decisiones de compra o ubicación, diseño y construcción basados en las condiciones actuales de la orilla a menudo conducen a futuras fallas de construcción.

Los constructores, diseñadores y propietarios deben:

- Consultar con las agencias locales y estatales, universidades, expertos en ingeniería costera y los consultores para obtener información detallada y específica sobre la erosión y los riesgos del lugar.
- Buscar información histórica sobre los efectos de la erosión y las tormentas. ¿Cómo han desempeñado los edificios más antiguos de la zona a través del tiempo? Use la experiencia de otros para guiar las decisiones de ubicación.
- Considerar las proyecciones de aumento futuro del nivel del mar y los impactos a las inundaciones, la erosión y la posición de la orilla.
- Comprender el nivel de riesgo relacionado con la compra de terrenos o edificios a lo largo de la costa.

Para la ubicación hay que considerar tanto la erosión a largo plazo como los impactos de las tormentas. Siempre que sea posible, la ubicación debe considerar la experiencia específica del lugar.

Problemas comunes de ubicación

- Se debe evitar construir en un lote pequeño entre una carretera y una costa erosionada, ya que el lote pequeño no permite una distancia de separación desde la costa.
- Construir en lotes de forma irregular obliga a construir los edificios cerca de la costa y aumenta su vulnerabilidad.
- Ubicar un edificio cerca del borde de un acantilado aumenta la probabilidad de pérdida del edificio, debido al aumento en la exposición al viento, la erosión del acantilado y los cambios en la estabilidad del acantilado que resultan de las actividades de urbanización (p. ej., despejar la vegetación, la construcción de nuevos edificios, el paisajismo y la alteración de los patrones de drenaje de la superficie y del flujo de agua subterránea).
- Ubicar un edificio cerca de una ensenada de marea, con una costa que cambia rápidamente, con el tiempo, puede exponer al edificio a un aumento en los riesgos de inundación y erosión.
- Ubicar un edificio inmediatamente detrás de una estructura de control de erosión puede provocar daños en el edificio a causa del sobrepaso “runup” de las olas y/o el desbordamiento y limita la capacidad del propietario para reparar o mantener la estructura de control contra la erosión.
- Ubicar un nuevo edificio dentro de la huella de un edificio ya existente no previene pérdidas ni daños futuros.

La ubicación en una propiedad implica trabajar para minimizar el riesgo en los edificios costeros (Imagen 11). Las siguientes prácticas ayudarán a reducir los riesgos:

- Ubicar el desarrollo en la parte menos peligrosa de un lugar
- Rechazar el lugar y encontrar otro
- Transferir los derechos de desarrollo a otra parcela con mayor capacidad para acomodar el desarrollo
- Combinar lotes o parcelas para crear espacio o separaciones de la costa adicionales
- Reducir la huella del edificio propuesto y alejarlo del riesgo de inundación
- Cambiar la ubicación del edificio en el lugar mediante la modificación o eliminación de las estructuras auxiliares y el desarrollo
- Buscar variaciones en las separaciones de la línea de lote a lo largo de los lindes de la propiedad laterales y contrario al mar (en el caso del desarrollo a lo largo de una orilla)
- Mover carreteras e infraestructura
- Modificar el diseño del edificio y el desarrollo del sitio para facilitar la futura reubicación del edificio en el mismo lugar
- Alterar el lugar para reducir la vulnerabilidad, si la comunidad lo permite
- Construir estructuras de protección, si la comunidad lo permite

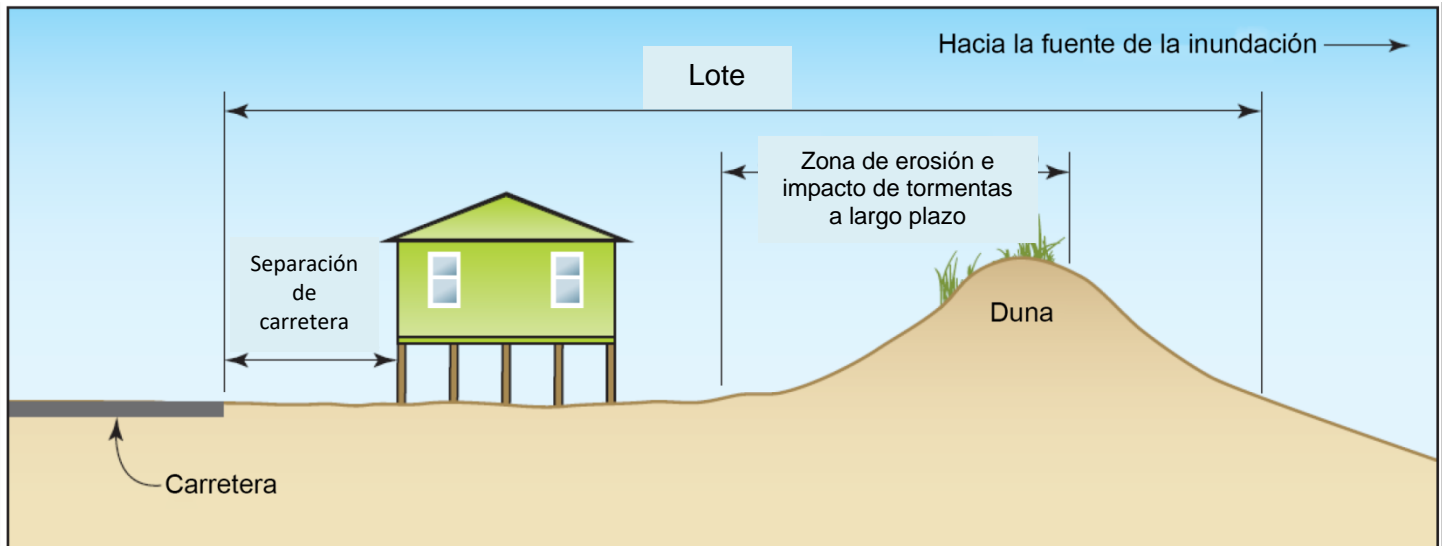


Imagen 11. Ubicación de la construcción recomendada en un lote costero. Cortesía FEMA P-55 (Imagen 4-12).

Diseño y construcción en la Zona V y la Zona Costera A

Construir en un entorno costero no es lo mismo que construir en una zona tierra adentro:

- Los niveles de inundación, las velocidades, los escombros y la acción de las olas en las zonas costeras tienden a hacer que la inundación costera sea más dañina que la inundación tierra adentro.
- La erosión costera puede socavar edificios y destruir tierras, carreteras, servicios públicos e infraestructura.
- Las velocidades del viento, por lo general, son más altas en las áreas costeras y requieren conexiones más fuertes de los elementos del diseño y el anclaje de estos utilizando clavos con menos separación en el revestimiento interior y exterior y el recubrimiento del techo del edificio.
- La lluvia impulsada por el viento, la corrosión y el deterioro son preocupaciones frecuentes en las zonas costeras.

En general, las casas en las áreas costeras se deben diseñar y construir para soportar cargas más altas y condiciones más extremas (Imagen 12). Las viviendas en las zonas costeras requerirán más mantenimiento y cuidado. Debido a su exposición a cargas más altas y condiciones extremas, el diseño, la construcción, el mantenimiento, la reparación y el seguro de las viviendas en las zonas costeras costarán más.

Debido a la presencia de olas dañinas, el IBC requiere prácticas de diseño, construcción y certificación de la Zona V para las Zonas Costeras A y FEMA las recomienda aunque el código no las requiera. La construcción en la Zona V y la Zona Costera A debe incluir los siguientes elementos:

- **Cimientos abiertos:** Diseñar cimientos abiertos (pilotes o pilares) diseñados para resistir todas las condiciones de inundación base, como las olas, el flujo de alta velocidad, la erosión y la socavación, y los escombros arrastrados por las inundaciones.
- **Elevación:** Eleve la parte inferior del elemento estructural horizontal más bajo que soporta el piso más bajo sobre la elevación de la cresta de la ola de la inundación base (Imagen 13). Debido a que las olas y los escombros impactarán las vigas del piso y otros elementos de los cimientos durante la inundación base, considere elevar sobre los requisitos mínimos actuales del NFIP que permiten que la superficie de tránsito del piso más bajo se fije en la elevación de la cresta de la ola en la Zona A. Puerto Rico actualmente requiere 1 pie de francobordo o margen de separación en las Zonas V. El IRC requiere 1 pie de margen de separación (francobordo) en las Zonas V y las Zonas Costeras A.



Imagen 12. Una estructura costera bien construida con su elemento más bajo sobre el BFE.

- **Materiales resistentes a inundación:** Use materiales resistentes a inundación sobre el nivel de la superficie de tránsito del piso más bajo, en caso de que la inundación sobrepase el nivel del piso más bajo y cualquier margen de separación (francobordo) incorporado en el diseño del edificio.
- **Conexiones sólidas y trayectorias de carga continua:** Diseñe conexiones entre los cimientos y el edificio elevado capaces de soportar simultáneamente las fuerzas del viento y de las inundaciones. Las investigaciones posteriores al huracán, por lo general, encuentran que muchas de las conexiones entre los cimientos y los edificios son deficientes.
- **Margen de separación (Francobordo):** Incorpore una elevación adicional sobre lo que se requiere (el BFE). Añadir suficiente margen de separación que permita el estacionamiento debajo del edificio, no sólo reducirá los daños por inundaciones futuras, sino también las primas del seguro de inundación.
- **Malla, entramado, persianas o paredes desprendibles sólidas:** Use mallas, entramado, pantallas o paredes desprendibles sólidas si el espacio debajo del piso elevado está cerrado. Consulte el Boletín Técnico 9 de FEMA, *Guía para el diseño y la construcción de paredes desprendibles debajo de edificios costeros elevados* (FEMA TB-9, 2008).
- El *Manual de Construcción Costera* (FEMA P-55, 2011) contiene consejos detallados para el diseño y la construcción de estructuras residenciales en áreas costeras. Esta guía proporciona enfoques integrales de planificación, ubicación, diseño, construcción y mantenimiento de edificios en un entorno costero.

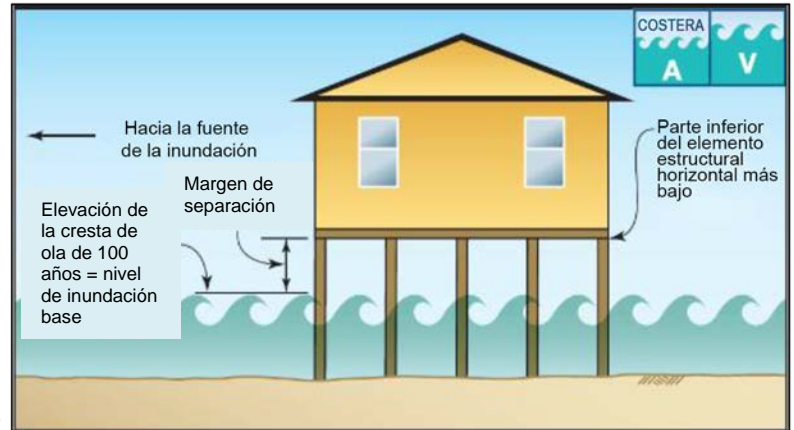


Imagen 13. Estándares de construcción recomendados en las Zonas V y en las Zonas Costeras A. Cortesía FEMA P-55 (Imagen 5-2).

El FEMA P-499 incluye consejos adicionales para el diseño y la construcción en áreas de riesgo de inundación costera. Esta publicación es una serie de 31 hojas informativas que proporcionan prácticas recomendadas de diseño y construcción para cimientos, conexiones, envolturas de edificios, etc. La Hoja Informativa 1.2 de FEMA P-499, resume las prácticas recomendadas para diferentes zonas de riesgo de inundación, incluyendo la Zona Costera A.

¿Qué deben esperar los propietarios y constructores de una construcción costera "de éxito"?

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

- Los cimientos del edificio deben permanecer intactos y funcionales.
- El edificio (paredes, aperturas, techo y piso más bajo) debe permanecer estructuralmente sólido y capaz de minimizar la penetración del viento, la lluvia y los escombros.
- La elevación del piso más bajo debe ser suficiente para evitar que el agua de la inundación entre en el edificio elevado durante el evento al nivel del diseño.
- Las conexiones de los servicios públicos (p. ej., electricidad, agua, alcantarillado, gas natural) deben permanecer intactas o restaurarse fácilmente después del evento del nivel de diseño.
- El edificio debe ser de fácil acceso y utilizable después de un evento del nivel de diseño.
- Cualquier daño a las estructuras cerradas debajo del DFE no debe resultar en daños a los cimientos, a las conexiones de servicios públicos o a la parte elevada del edificio.

Referencias y enlaces útiles

Referencias

- Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE). 2014. *Estándar para el diseño y la construcción resistentes a inundaciones (Standard for Flood Resistant Design and Construction)*. ASCE 24-14. <http://www.asce.org/templates/publications-book-detail.aspx?id=6963>.
- Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE). 2017. *Cargas mínimas del diseño y criterios relacionados para edificios y otras estructuras (Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures)*, Edición 2016. ASCE 7-16. <https://www.asce.org/structural-engineering/asce-7-and-sei-standards/>.
- FEMA. 1998. *Manejo del desarrollo en los valles de inundación a través del NFIP (Managing Floodplain Development Through the NFIP)*. <https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/6029>.
- FEMA. 2008. *Guía para el diseño y la construcción de paredes desprendibles debajo de edificios costeros elevados (Design and Construction Guidance for Breakaway Walls Below Elevated Coastal Buildings)*. FEMA TB-9. <https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/3514>.
- FEMA. 2010. *Guía del constructor de viviendas para la construcción costera (Home Builder's Guide to Coastal Construction)*. FEMA P-499. <https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/6131>.
- FEMA. 2011. *Manual de construcción costera (Coastal Construction Manual)*. FEMA P-55. <https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/3293>.
- Nota: El *Manual de Construcción Costera (Coastal Construction Manual)* está disponible en formato de documento portátil de Adobe (PDF), en CD-ROM (FEMA 55CD) y como publicación impresa. El CD y la publicación impresa están disponibles en el Centro de Distribución de FEMA. Llame al 800-480-2520 y solicite el FEMA 55 o FEMA 55CD.
- FEMA. 2013. *Guía operativa para procesar apelaciones y revisiones al límite de acción de oleaje moderado (LiMWA) en productos reglamentarios del NFIP (Operating Guidance for Processing Appeals and Revisions to the Limit of Moderate Wave Action (LiMWA) on Regulatory NFIP Products)*. Guía operativa 14-13. [https://www.fema.gov/media-library-data/1386337289584-1e0087d5b299ddd9e9e7d93bdba88b16/Operating+Guidance+14-13-Operating+Guidance+for+Processing+Appeals+and+Revisions+to+the+LiMWA+on+Regulatory+NFIP+Products+\(Oct+2013\).pdf](https://www.fema.gov/media-library-data/1386337289584-1e0087d5b299ddd9e9e7d93bdba88b16/Operating+Guidance+14-13-Operating+Guidance+for+Processing+Appeals+and+Revisions+to+the+LiMWA+on+Regulatory+NFIP+Products+(Oct+2013).pdf).
- FEMA. 2015. *Guías para el Análisis y Trazado de Mapa de Riesgo de Inundación: Trazado de mapas de valles de inundación costera (Guidance for Flood Risk Analysis and Mapping: Coastal Floodplain Mapping)*. https://www.fema.gov/media-library-data/1450470604373-131dbdfcb81af2cf67788650d08aef5e/Coastal_Floodplain_Mapping_Guidance_Nov_2015.pdf.
- Consejo Internacional de Códigos (ICC). 2015a. *Código Internacional de Construcción*. ICC IBC. <https://codes.iccsafe.org/public/document/toc/542/>.
- Consejo Internacional de Códigos (ICC). 2015b. *Código Residencial Internacional*. ICC IRC. <https://codes.iccsafe.org/public/document/toc/553/>.
- Consejo Internacional de Códigos. 2018a. *Código Internacional de Construcción*. ICC IBC. <https://codes.iccsafe.org/public/document/IBC2018>.
- Consejo Internacional de Códigos. 2018b. *Código Residencial Internacional*. ICC IRC. <https://codes.iccsafe.org/public/document/IRC2018>.

Enlaces útiles

- FEMA. "FEMA U.S. Virgin Islands." <https://www.facebook.com/FEMAUSVirginIslands>. Nota, esta página de Facebook fue creada para el proceso de recuperación de los huracanes Irma y María y se actualiza regularmente con información útil.
- Junta de Planificación de Puerto Rico. "Portal de la Junta de Planificación." <http://jp.pr.gov/sigepr/advsmap>.

Para más información, consulte el sitio de internet de Preguntas Frecuentes de Ciencia de la Construcción de FEMA en <https://www.fema.gov/frequently-asked-questions-building-science>.

Si tiene preguntas adicionales sobre las Publicaciones de Ciencia de la Construcción de FEMA, comuníquese con la línea de ayuda en FEMABuildingScienceHelp@fema.dhs.gov o al 866-927-2104.

También puede inscribirse para recibir la suscripción electrónica de Ciencias de la Construcción de FEMA, que se actualiza con publicaciones y las actividades de Ciencias de la Construcción de FEMA. Suscríbase en <https://public.govdelivery.com/accounts/USDHSFEMA/subscriber/new>.

Visite la Rama de Ciencias de la Construcción de la Dirección de Manejo de Riesgos en la Administración del Seguro Federal y Mitigación <https://www.fema.gov/building-science>.

Para ordenar publicaciones, comuníquese con el Centro de Distribución de FEMA:

Llame al: 800-480-2520

(Lunes a viernes, de 8 a.m. a 5 p.m., hora del este)

Fax: 240-699-0525

Correo electrónico: FEMA-Publications-Warehouse@fema.dhs.gov

Para documentos adicionales de FEMA, visite la Biblioteca de FEMA en: <https://www.fema.gov/library>.

Escanee este código QR para visitar la página de Ciencias de la Construcción de FEMA.

