



# INUNDACIONES Y DERRUMBES EN PUERTO RICO

**Guía de Mitigación de Daños**

Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico  
Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias y Desastres  
Federal Emergency Management Agency



APOYO • PROTECCION • ACCION

# INUNDACIONES Y DERRUMBES EN PUERTO RICO

Guía de Mitigación de Daños



APOYO • PROTECCION • ACCION

Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico  
Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias y Desastres  
Federal Emergency Management Agency

## **Tabla de Contenido**

<b>Introducción</b>	<b>7</b>	<b>IV. Antes, Durante y Después de las Inundaciones</b>	<b>41</b>
<b>I. El Fenómeno de las Inundaciones</b>	<b>9</b>	A. Antes de la Inundación	41
A. Entorno Físico y Climatológico de Puerto Rico	9	B. Durante la Inundación	50
B. Tipos y Características de las Inundaciones	11	C. Después de la Inundación	53
C. Riesgo a Inundaciones en Puerto Rico	13	<b>V. Medidas para Reducir o Mitigar los Daños causados por las Inundaciones</b>	<b>64</b>
D. Historia de las Inundaciones en Puerto Rico	14	A. Técnicas de Diseño y Construcción a prueba de Inundaciones	64
E. Sistema de Observación y Aviso de las Inundaciones	22	<b>Apéndice</b>	<b>76</b>
<b>II. Los Derrumbes en Puerto Rico</b>	<b>26</b>	A. Teléfonos Importantes y Direcciones la Internet	76
A. Definición y Causas de los Derrumbes	26	B. Plan de Emergencia ante la Eventualidad de Inundaciones	78
B. Tipos de Derrumbes	30	C. Formulario con Información Sobre sus Coberturas de Seguros	79
C. Recomendaciones	31	D. Lista de Contactos de Emergencia	80
<b>III. Reglamentación de las Zonas de Inundación en Puerto Rico</b>	<b>34</b>	E. Mapa de Inundabilidad y Deslizamientos de PR (Junta de Planificación)	81
A. Reglamento de Zonas Susceptibles aplicables a Puerto Rico	34	F. Mapa de División de Zonas de la AEMEAD	82
B. Mapas que Identifican las Zonas de Inundación	36		
i. Mapas de Límite de Riesgos a Inundaciones	36		
ii. Mapas de Junta de Planificación	36		
iii. Mapas sobre Tasas de Seguros de Inundación de FEMA	37		
iv. Mapas sobre Límites de Inundación y Cauce Mayor de FEMA	38		
C. Programa de Seguro Nacional Contra las Inundaciones	38		

## Colaboradores

Este documento es una iniciativa del COLEGIO DE INGENIEROS Y AGRIMENSORES DE PUERTO RICO (CIAPR), Programa de Mitigación de la AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS (FEMA, por sus siglas en inglés) en Puerto Rico (PR-DR-1136), y la AGENCIA ESTATAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS (AEME) con el propósito de fomentar la seguridad de las familias en nuestra comunidad. La elaboración de este documento ha sido posible por la participación y colaboración de los miembros del Comité de Desastres Naturales, División de Mitigación de FEMA en Puerto Rico y la Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias.

### Junta Editora

Ing. Iván Nicolau Nin,  
**Presidente CIAPR**  
Ing. Carlos E. Salgado Rosa,  
**Presidente, Comisión sobre Desastres Naturales**  
Sra. Ada R. Monzón,  
**Editora en Jefe**  
Sr. Mariano Vargas Díaz, Oficial de Mitigación,  
**AEME**  
Ing. Francisco Pagán,  
**Director Ejecutivo, CIAPR**  
Ing. Juan L. Meléndez  
Dr. Carlos E. Rodríguez  
Ing. Juan A. Pérez González  
Ing. Félix L. Rivera Arroyo  
Ing. Juan Muriel  
Agrim. Emilio Coriano

### División de Mitigación de FEMA

Sra. Lorna Vázquez  
Sra. María Rivera  
Sr. Sonny Beauchamp  
Sra. María C. Dávila  
Sr. Jesús Frau  
Sra. Marie González  
Sra. Iris Correa

### Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias

Sr. Mariano Vargas Díaz  
**Oficial de Mitigación de Riesgos**

### Comité sobre Desastres Naturales del CIAPR

Ing. Carlos E. Salgado Rosa  
**Presidente, Comisión sobre Desastres Naturales**  
Sr. José Lebrón, AEME  
Sr. Mariano Vargas, AEME  
Sra. Ada Monzón, Weather Tech  
Ing. Juan L. Meléndez  
Dr. Carlos E. Rodríguez  
Ing. Juan A. Pérez González  
Ing. Félix L. Rivera Arroyo  
Ing. Juan Muriel  
Agrim. Emilio Coriano

### Créditos de Fotos:

FEMA  
NOAA  
El Nuevo Día  
Ada R. Monzón

*Las recomendaciones ofrecidas en esta guía constituyen el consenso de unas recomendaciones generales de un grupo de expertos. Le recomendamos consulten a un profesional cualificado para su caso particular.*

De tener comentarios o sugerencias con respecto a esta guía, favor de someterlo por escrito a:  
Comisión sobre Desastres Naturales  
Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico  
G.P.O. Box 3845  
San Juan, P.R. 00936  
Tel. (787) 758-2250 Fax (787) 758-7639

*Inundaciones y Derrumbes en Puerto Rico*  
Primera Edición, Mayo 2002, es producido por:  
Ocean Digital Film, calle Ing. José R. Acosta #354,  
San Juan, PR 00918-2337; Tel. 787-620-0669

## ***Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico***

---



El Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico es una entidad jurídica o cuasi-pública entre cuyas obligaciones figura el contribuir al adelanto de la ingeniería y la agrimensura, asesorar al Gobierno de Puerto Rico en las áreas de su competencia y pericia, y contribuir a la seguridad, bienestar y protección de vida y propiedad.

En la ejecución de sus obligaciones debe colaborar con otras entidades con fines o propósitos comunes tales como la Defensa Civil de Puerto Rico, FEMA, por su siglas en inglés.

La iniciativa y contribución contenida en el presente manual es vivo ejemplo de como la colaboración entre la Defensa Civil de Puerto Rico, FEMA y el Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico puede traducirse en un documento que será de beneficio para Puerto Rico.

No sólo satisface al suscribiente el ejercicio técnico e intelectual de los ingenieros y agrimensores que participaron en este proyecto, sino el mismo ha sido enmarcado en un genuino interés de prestar un servicio público a la comunidad con la cual estamos comprometidos. Esperamos que el presente producto sirva de estímulo para en próximas ocasiones embarcarnos en otros proyectos de protección y seguridad a personas y propiedades validando aun más el que nuestro Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico cumple a cabalidad con los fines para el cual fue creado por Ley.

## ***Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias***

La Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias fue creada mediante la Ley Núm. 22 del 23 de junio de 1976. Esta ley se conoce como "Ley de la Defensa Civil de Puerto Rico".

La Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias está adscrita a la Comisión de Seguridad y Protección Pública y funciona bajo la dirección de un Director Estatal. Fue creada respondiendo a la necesidad de proveer protección y seguridad a personas y propiedades según expresado en las secciones siete (7) y ocho (8) de la Constitución del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, según la cual es responsabilidad del gobierno proveer para: la defensa común, el orden, la protección de la salud, el bienestar económico, la seguridad pública y la propiedad de Puerto Rico.

Es misión de la Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias coordinar todos los recursos de emergencia en el país con el propósito de salvaguardar la vida y la propiedad de la población y de esta manera reducir al mínimo los daños o perjuicios que pudieran resultar de desastres naturales o tecnológicos.



**APOYO • PROTECCION • ACCION**

Es función primordial de este organismo evitar que ocurra cualquier tipo de emergencia, trastornos económicos, sabotaje, o cualquier acción hostil cuyos resultados afecten el mejor desenvolvimiento de la población en tales circunstancias.

Para evitar, corregir y aminorar los males señalados la Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias deberá coordinar los servicios de bomberos, policías, médicos, ingenieros, comunicaciones, evacuación, bienestar público, restauración de servicios públicos y cualquier otro servicio o función indispensable a la protección de la población civil.

La Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias, propiamente definida, es más que una organización o agencia del gobierno. Es la combinación de todos los recursos del gobierno y del sector privado, formando un puente unido para aminorar la pérdida.

### **FEMA**

---



La Agencia Federal para el Manejo de Emergencia (FEMA, por sus siglas en inglés) es el punto de contacto dentro del gobierno federal para lidiar con las actividades que conlleva el manejo de una emergencia. FEMA da apoyo al gobierno estatal y municipal proveyendo fondos, asistencia técnica, equipo, suministros y adiestramiento, para el cumplimiento de las responsabilidades de planificación, preparación, mitigación, respuesta y recuperación.

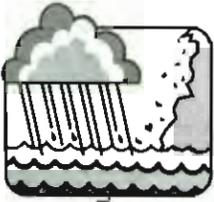
Cuando el Presidente de los Estados Unidos declara una región como un Desastre Mayor, FEMA procede a evaluar los daños y determina los requisitos para asistencia federal que serán suplementados por el gobierno estatal y municipal. Además de la Asistencia Pública y Asistencia Individual, se enfatiza en la Mitigación para asegurar la seguridad futura de la vida de las personas y las propiedades.

El Programa de Mitigación de Riesgos de FEMA fue creado en noviembre de 1988 por la sección 404 de la Ley Robert T. Stafford conocida como Ley Federal de Ayuda en caso de Desastre y Emergencia. El propósito de este programa es proveer fondos económicos a los Estados, para así llevar a cabo medidas de mitigación

de riesgos a ser implantadas a corto y largo plazo luego de una declaración de desastre.

La meta principal es reducir en forma efectiva la vulnerabilidad a los riesgos naturales de las comunidades en los Estados. Este programa es localmente administrado por el Estado Libre Asociado con ayuda técnica de las oficinas regionales de FEMA. Los objetivos del programa son:

- Prevenir futuras pérdidas de vida y propiedad como consecuencia de un desastre.
- Implantar planes de Mitigación de Riesgos a nivel municipal y estatal.
- Implantar medidas de mitigación durante la recuperación inmediata de un desastre.
- Proveer fondos para realizar medidas de mitigación previamente identificadas que puedan beneficiar el área de desastre.



## Introducción

Puerto Rico, a través de su historia, ha sufrido las consecuencias de las inundaciones y de los derrumbes. A escala mundial, no existe otro tipo de desastre que se compare a la inundación por su alta frecuencia y por ser la causa principal del número más alto en pérdida de vidas y de propiedad. La combinación de eventos atmosféricos, como son los huracanes y las lluvias fuertes, con

sobre nuestra isla, y son causantes de innumerables desastres.

El paso de los fenómenos atmosféricos produce, generalmente, lluvias fuertes y prolongadas que ocasionan excesiva saturación del terreno y a su vez producen derrumbes en las laderas. Estos derrumbes pueden producir consecuencias serias y amenazantes a la vida humana, como lo fue el evento de Mameyes en 1985, donde más de 100 personas perdieron su vida ante el fatal derrumbe del Barrio Mameyes, en el municipio de Ponce.

Es una tarea difícil poder indicar con precisión dónde y cuándo ocurrirán las inundaciones, aún con la alta tecnología que existe para determinar

fuertemente en un corto periodo de tiempo, los niveles de los ríos alcanzan grandes alturas, y esta cantidad masiva de agua se desborda y desliza río abajo, arrasando lo que encuentra en su camino. Igualmente sucede con los derrumbes pues no se les reconoce como un peligro potencial, y aunque ya se han identificado áreas de riesgo a derrumbes, es difícil señalar donde específicamente ocurrirán derrumbes en un momento determinado.

El huracán Hortense, en 1996, provocó la muerte de 22 personas a consecuencia de las fuertes lluvias y ríos embravecidos, además de que un gran número de familias quedaron sin hogar. La mayor parte de los ríos en nuestra isla se salieron de sus cauces y entraron en las residencias, ocasionando colapsos parciales o totales de éstas, forzando a muchos a refugiarse en los techos. La fuerza de las corrientes era tal que impedía el rescate de personas, y no fue hasta que las aguas bajaron su nivel que las autoridades locales pudieron ofrecer ayuda en muchos municipios. Varios derrumbes ocurrieron durante este huracán ocasionando daños a residencias e impidiendo el tránsito a través de muchas carreteras del país. También ocurrieron daños serios a la infraestructura, tales como daños a puentes, a los servicios de energía eléctrica y a los servicios de agua. Además hubo numerosas pérdidas materiales en mobiliario, equipos

eléctricos, autos, que aunque reemplazables, ocasionan grandes inconvenientes que retardan la limpieza, reconstrucción y recuperación económica del país.



Figura 1: Vista hermosa de las corrientes de agua en la zona montañosa.

la ubicación de propiedades (residenciales y comerciales) en áreas vulnerables a inundación o en áreas de pobres drenajes, aumentan la incidencia de estos fenómenos

el potencial de inundaciones sobre ciertas áreas. Esta situación se torna más difícil si consideramos las inundaciones clasificadas como repentinas, donde al llover

## INTRODUCCIÓN

Sin embargo, muchas de estas situaciones provocadas por los desastres son innecesarias y pueden evitarse. Estas pérdidas son un obstáculo al desarrollo económico y social de Puerto Rico. El terror y la desolación que nos provocan las inundaciones y derrumbes pueden ser aminorados, si se toman medidas preventivas y correctivas que protejan la vida y la propiedad. El agua es un simple elemento de nuestra Naturaleza, pero si no existiesen

lecciones que deben haber sido aprendidas. La Naturaleza es incontrolable, pero las actividades del hombre tienen control y remedio. El reducir los daños, a consecuencia de las inundaciones y derrumbes, tiene que comenzar con su acción y en su propiedad.

Esta guía ha sido producida para enseñarle, a usted y su familia, sobre este grave problema que continuamente afecta nuestra isla: las

inundaciones producidos por la Agencia Federal para Manejo de Emergencias ("FEMA", Federal Emergency Management Agency, por sus siglas en inglés) y por la Junta de Planificación de Puerto Rico, además del Programa Nacional de Seguros contra Inundaciones ("NFIP", National Flood Insurance Program, por sus siglas en inglés). Así también, en la cuarta sección de esta guía, se discute cómo enfrentarse y prepararse para las inundaciones tanto antes,

durante y después del evento. En la quinta sección se plantean las alternativas y soluciones para lograr que la construcción de su hogar sea segura y a prueba de los daños posibles por las inundaciones y derrumbes. Por último, se ofrece un apéndice donde puede obtener información adicional sobre estos temas.

Esperamos que esta guía le oriente en detalle sobre aquellos aspectos que pueden hacer de su residencia una a prueba de inundaciones y más segura ante la eventualidad de un derrumbe, y así no sufrir nuevamente o

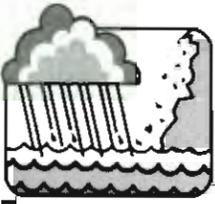
por vez primera las consecuencias dolorosas que provocan estos eventos. Le recomendamos que antes de realizar cualquier tipo de construcción o reparación en su hogar, se oriente con un ingeniero o profesional especializado en estos temas, para que la inversión económica que realice sea una efectiva, y no le cueste lo más valioso, la vida suya o la de su familia.



Figura 2: Daños producidos por el huracán Hortense en Bayamón (1996).

construcciones realizadas con materiales y técnicas inadecuadas en localizaciones inapropiadas, como cerca de ríos, quebradas y costas, el fenómeno natural de las inundaciones no se convertiría en un desastre. Las personas tienen que estar concientes de los riesgos y deben exigir tener comunidades más seguras. Se debe evitar el desarrollo futuro en áreas susceptibles a inundaciones y a derrumbes para no repetir las consecuencias funestas y las

inundaciones y los derrumbes. La primera sección de esta guía discute en detalle el fenómeno de las inundaciones incluyendo su historia y consecuencias. La segunda sección plantea el tema de los derrumbes y el riesgo de éstos, en nuestra isla. En la tercera sección se discuten los detalles sobre la reglamentación que aplica a la construcción en las zonas inundables de nuestro país. En esta sección se da énfasis a la interpretación de los mapas de



## I. El Fenómeno de la Inundaciones

### A. Entorno Físico y Climatológico de Puerto Rico

Puerto Rico es una isla rodeada por las aguas del Océano Atlántico y Mar Caribe. La isla es montañosa y tiene llanos costeros en sus cuatro costas. La región de las montañas está dominada por la Cordillera Central, la Sierra de Luquillo y la Sierra de Cayey. En la Cordillera Central se encuentra el pico más alto, Cerro Punta, que alcanza 4,389 pies sobre el nivel del mar.



Figura 3: Nubes sobre montañas de la isla.

El clima de Puerto Rico es marítimo tropical. Esto quiere decir que tenemos gran influencia de las corrientes del mar al igual que disfrutamos de temperaturas cálidas y lluvia abundante a través del año.



Figura 4: Nube Cumulonimbus produce rayos y lluvias intensas.

La Madre Naturaleza nos ha bendecido con este clima envidiable que mantiene fresco nuestro entorno ambiental. La corriente de vientos húmedo alisia (o del este) que proviene del Océano Atlántico tropical y la brisa marina que llega a nuestras costas durante el día, chocan con la zona montañosa permitiendo el desarrollo de nubes cúmulos y lluvias, especialmente, en horas de la tarde. Ante la ausencia de sistemas de baja presión atmosférica, este es el patrón climatológico de lluvias de nuestra isla.

Sin embargo, las lluvias que generalmente resultan en problemas

serios para nuestra comunidad, son las de carácter intenso por la presencia de fenómenos atmosféricos de baja presión, tales como, frentes fríos, vaguadas, ondas tropicales y/o ciclones tropicales (depresiones tropicales, tormentas tropicales o huracanes). Estos aumentan el flujo de aire

húmedo en ascenso y, por ende, el crecimiento vertical de las nubes, lo que resulta en el desarrollo de nubes extensas como las cumulonimbus (o nubes de tormentas eléctricas) e intensas lluvias.

En los meses de diciembre a abril, en general, los frentes fríos y vaguadas se mueven de oeste-noroeste hacia el área local, afectando considerablemente las condiciones del tiempo. Aunque estos no son necesariamente los meses más lluviosos según nuestra climatología de la lluvia, sí ocurren eventos significativos como lo fuera el frente



Figura 5: Pequeñas quebradas pueden tornarse en fuertes corrientes de agua con los aguaceros.

# EL FENÓMENO DE LAS INUNDACIONES

frío del 5 y 6 de enero de 1992 donde se establecieron nuevos récord de lluvia en la isla, además de daños significativos a la vida humana y propiedad.

En los meses de mayo a noviembre, las ondas tropicales y los ciclones tropicales, y en menor ocurrencia las vaguadas, que viajan desde el este

porción suroeste de la costa sur hasta 160 pulgadas cerca del tope del Yunque. Esto se debe principalmente a la combinación de la dirección del viento prevaleciente, la brisa marina y la topografía de la isla. Desde mayo a noviembre, ocurren las mayores cantidades de lluvia. Es en el verano donde se produce el mayor calentamiento de la tierra y donde

varios fenómenos atmosféricos de gran frecuencia se desarrollan en el trópico.

Aunque han ocurrido muchos desastres en Puerto Rico por fenómenos como los huracanes, lo cierto es que gran parte de las situaciones que ocurren con mayor frecuencia, no tienen que ver con huracanes sino con otros fenómenos de menor intensidad que provocan intensas lluvias en las zonas montañosas de la isla.

Pero aparte de las inclemencias del tiempo, otros factores intervienen para causar las inundaciones y derrumbes. La preocupación general, es el aumento poblacional, el crecimiento o desarrollo, y construcción en zonas de alto riesgo como lo son los valles costeros y las regiones propensas a inundaciones o derrumbes.

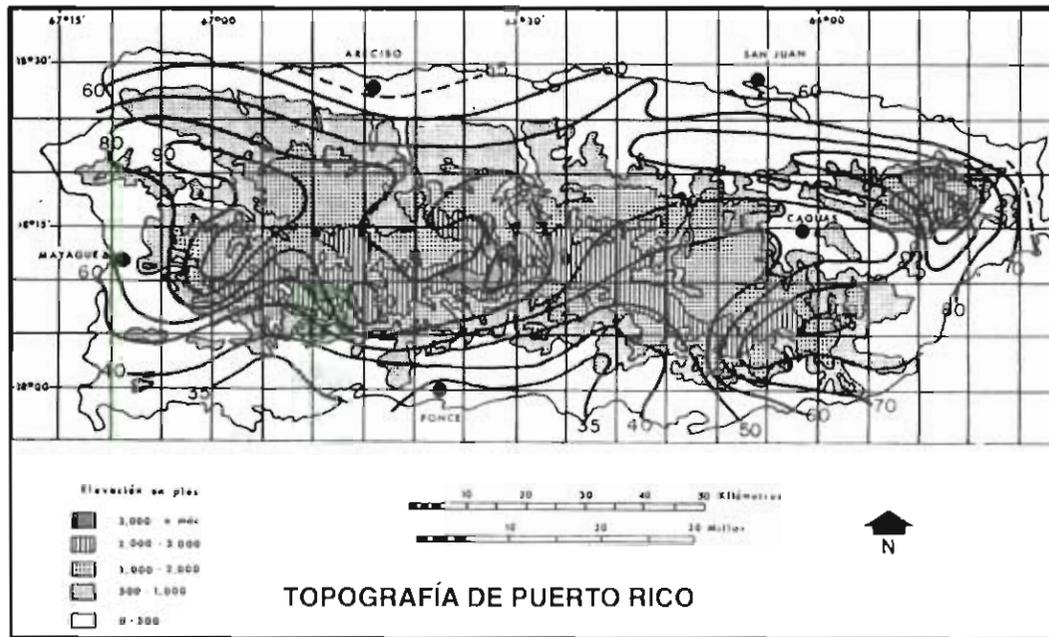


Figura 6: Análisis de precipitación anual de Puerto Rico.

hacia el área local, son los responsables de la lluvia en Puerto Rico. Los huracanes, que son los fenómenos atmosféricos más destructivos de nuestra Naturaleza, han provocado eventos significativos de inundaciones y derrumbes en la isla a través de nuestra historia, por lo que cada vez que estos fenómenos amenazan, sus efectos son inevitables.

La distribución de lluvia sobre la isla no es uniforme (Figura 6). Hay bosques húmedo-tropicales en la Sierra de Luquillo y la Cordillera Central, pero condiciones semiáridas prevalecen en las costas sur y suroeste de la isla. Los totales de lluvia fluctúan entre 30 pulgadas en la



Figura 7: Varias comunidades están ubicadas en zonas propensas a las inundaciones.

## B. Tipos y Características de las Inundaciones

### i. Inundaciones Repentinas:

La inundación repentina es la más peligrosa para la vida humana, y es la causa del mayor número de muertes por desastres naturales en el mundo. Ocurre de forma rápida y a veces sin oportunidad de avisos formales del Servicio Nacional de Meteorología. Son las inundaciones de mayor dificultad para pronosticar y las que requieren de acción inmediata de las personas que están en peligro de ser afectadas. Varios factores contribuyen a la ocurrencia de inundaciones repentinas, pero los dos elementos más importantes son la intensidad de la lluvia y la duración de la misma.

La intensidad de la lluvia se refiere, a la razón de caída de la lluvia, y la duración se refiere, a cuanto tiempo



Figura 8: El agua del río puede arrastrar objetos con toda su fuerza.

ésta durará. La topografía ( si son terrenos de pendientes escarpadas), las condiciones del terreno (por ejemplo si está saturado por lluvias previas) y la cubierta del terreno (mientras menos grama o plantas, mayor escorrentía) definirán la

magnitud o seriedad del evento de lluvia. Si la cantidad de lluvia que resulta es excesiva en un corto periodo de tiempo, y la absorción del terreno disminuye, se reduce la capacidad de sostener agua dentro del cauce del río o quebrada.

*En Puerto Rico, como regla general, se puede esperar una inundación repentina si en el área hidrográfica han caído 3 pulgadas de lluvia, en 3 horas (a razón de 1 pulgada de lluvia por hora).*



Figura 9: Residencia susceptible a inundación de río.

Las inundaciones repentinas ocurren a partir de pocos minutos de la caída de la lluvia intensa o puede tomar algunas horas, dependiendo también, por ejemplo, si ha ocurrido alguna rotura de una represa.

La fuerza del agua puede arrastrar piedras, arrancar árboles, debilitar o destruir puentes, destruir casas, industrias, negocios y propiedades, y hasta crear un nuevo cauce del río. El golpe de agua que baja río abajo puede alcanzar alturas de hasta 30 pies o más dependiendo de la extensión y caudal del río.

Las nubes de tormenta eléctrica, si muestran poco o ningún movimiento, producen intensas lluvias, además si un gran número de ellas pasan por la misma región por un periodo largo de tiempo, también pueden provocar inundaciones repentinas.



Figura 10: La fuerza del agua destruyó puente.

Hay ocasiones en que puede estar lloviendo intensamente cerca o sobre la montaña, y en el llano costero prevalecen condiciones soleadas. Sin embargo, hay peligro de una inundación repentina. Esto ocurre debido a que los ríos y quebradas nacen en la montaña y desembocan en la costa, por lo que el agua que cayó

repentinas, sino de inundaciones de ríos. Si el evento de lluvia se mantiene por varias horas y la intensidad de la misma disminuye, pero sigue constante, se hará muy difícil a la corriente del río o quebrada retornar a su nivel normal por lo que se conocen como prolongadas.

### iii. Inundaciones Costeras:

Los vientos que generan sistemas intensos de baja presión atmosférica sobre las aguas al norte del Atlántico, pueden traer el agua del mar hacia tierra en forma de altas marejadas causando inundaciones serias y

ponen en peligro la vida de jóvenes que ven una oportunidad de realizar el deporte de "surfing", así como bañistas y niños que pueden ser arrastrados mar afuera por las corrientes submarinas.

Cuando un huracán se acerca, la combinación de los fuertes vientos, la presión baja de su centro y la forma de la costa, permiten el aumento del nivel del mar y el desarrollo de la marejada ciclónica. También las inundaciones costeras pueden ser el resultado de maremotos, las cuales son producto de actividad sísmica o volcánica en el mar.

Cuando estas marejadas ocurren cerca de la desembocadura de los ríos, la corriente del río se ve obstruida en dirección hacia el mar. Por lo tanto, se revierte la corriente



Figura 11: Daños provocados por las inundaciones del huracán Hortense (1996) en Guayama.

río arriba eventualmente bajará (entre media hora hasta 6 horas, desde que cae la lluvia) poniendo en peligro la vida y propiedad.

### ii. Inundaciones (Prolongadas):

Una vez la lluvia ha provocado el desbordamiento del río, el mismo puede quedar fuera de su cauce por varias horas y hasta días. En este caso no se habla de inundaciones

resaca en las costas. Las carreteras aledañas al mar se inundan y no permiten la salida de los residentes de la zona. Esto ocurre con mayor frecuencia en los meses entre noviembre y febrero donde fuertes sistemas de baja presión al norte de Puerto Rico se estacionan por varios días, generando así, marejadas altas y peligrosas que alcanzan desde el Pasaje de la Mona hasta el pasaje de la Anegada. Estas marejadas



Figura 12: Altas marejadas provocan inundaciones en las costas.

hacia el río, provocando inundaciones cerca de la zona de la desembocadura.

### v. Inundaciones Urbanas:

En las zonas urbanas, la falta de mantenimiento adecuado de los sistemas de drenaje y los escombros que flotan que son arrastrados por las lluvias, evita que el agua fluya por los drenajes existentes, en las calles y

carreteras de las zonas urbanas. El agua puede entonces acumularse y provocar inundaciones serias que ponen en peligro la propiedad residencial y comercial, así como, a su contenido. Además, la tierra pierde la capacidad de absorber la lluvia a consecuencia de los desarrollos urbanos, tales como, carreteras, urbanizaciones, estacionamientos, entre otros. En las urbanizaciones los niveles de agua aumentan de dos a seis veces más las escorrentías, que si ocurrieran en un terreno natural. Durante periodos fuertes de lluvia, las calles se convierten en ríos, y las áreas bajas se llenan de agua.

## C. Riesgo a Inundaciones en Puerto Rico

Las inundaciones pueden ser muy destructivas en nuestra isla debido a la topografía y la alta densidad poblacional, especialmente en zonas de alto riesgo. Hay más de 1,000 corrientes de agua en Puerto Rico, entre los ríos y quebradas. Cerca de 70 de éstos, se originan en las montañas. Estos ríos son estrechos, poco profundos, y menos de 20 millas de extensión en largo.

Las pendientes de las montañas donde nacen estos ríos son muy



Figura 13: Inundaciones en la Avenida Kennedy en Puerto Nuevo.

escarpadas, especialmente, en el lado sur de la isla donde se observa en promedio, una pendiente de unos 237 ft/mi (pies por milla). En el lado norte, la pendiente no es tan abrupta por lo tanto menos peligrosa, con la pendiente promedio es de 132 ft/mi. Esto nos indica la vulnerabilidad a las inundaciones en el área sur de la isla. Los ríos que quedan en la costa sur de la isla son más susceptibles a las inundaciones por

ser más cortos en longitud y tener mayor pendiente. Esto quiere decir que el agua que cae sobre la montaña se recoge más rápido, bajando con más fuerza y velocidad en el área sur, que sobre el norte de la isla, donde puede tomar un poco más de tiempo.

Desde que ocurre la lluvia hasta que se observa la máxima descarga de agua, puede tomar sólo minutos en el sur, y en el norte hasta par de horas. El proceso natural de descargar el exceso del agua río abajo es agravado por las actividades que ha ido desarrollando el ser humano, tales como, carreteras, caminos, construcción de obras para drenajes, pozos sépticos, entre otros. Todo esto, y la alta densidad poblacional en las planicies inundables han aumentado significativamente la vulnerabilidad a inundaciones. Todavía esta situación se agrava más en las áreas urbanas donde los drenajes son inadecuados dado buen mantenimiento y limpieza.



Figura 14: Desembocadura del Río Grande de Loiza.

Más de 160,000 familias en Puerto Rico viven en zonas inundables. De éstas hay 14,500 familias y un total de 55,000 habitantes que viven en zonas de máximo riesgo a las inundaciones.

Más de 100 personas mueren anualmente por las inundaciones, a escala nacional. En Puerto Rico, alrededor de 20 personas pierden su vida a consecuencia de las inundaciones.

están disponibles en las oficinas locales de la Agencia Estatal para Manejo de Emergencia y Administración en Desastre (anteriormente, Defensa Civil) o en FEMA.

Así también, las costas son vulnerables a las inundaciones costeras, cuando sistemas intensos de baja presión atmosférica ubicados al norte de Puerto Rico y sobre las aguas del Atlántico, generan altas marejadas del norte sobre la costa de la isla, poniendo en peligro la vida y la propiedad

### **D. Historia de las Inundaciones en Puerto Rico**

Los huracanes o ciclones tropicales históricamente han determinado la vida social y económica de los puertorriqueños. Durante el Siglo 16 la isla recibió el impacto directo de 10 huracanes; 4 huracanes en el Siglo 17; 20 huracanes en el Siglo 18; 26 ciclones en el Siglo 19; y unos 29 huracanes, incluyendo al huracán Georges, en las postrimerías del Siglo 20.



Figura 15: Daños en la infraestructura en el Río Bayamón por el huracán Hortensa (1996).

Por otro lado, todas las áreas costeras de la isla son susceptibles a la marejada ciclónica cuando un huracán amenaza. Consecuentemente, se han realizado estudios de vulnerabilidad para los municipios costeros de Puerto Rico, donde se han precisado mapas de marejada ciclónica que identifican la altura y hasta dónde pudiera penetrar la marejada ciclónica. Estos estudios

*La magnitud de un evento de inundación se puede definir basándose en la descarga máxima del río, la pérdida de vida o los daños a la propiedad.*

*La descarga de un río se refiere al volumen de agua que pasa por un punto, en determinado periodo de tiempo. Pies cúbicos por segundo es la razón de descarga que representa el volumen de 1 pie cúbico, que pasa por un punto, por 1 segundo o lo equivalente a 7.48 galones de por segundo, o 448.8 galones por minuto.*

Históricamente las inundaciones y los huracanes son los que han causado mayores pérdidas a la vida y propiedad en Puerto Rico. Las inundaciones más severas han ocurrido asociadas al paso de sistemas ciclónicos y ondas tropicales.

En 1899, el huracán San Ciriaco produjo una de las tragedias más impactantes en términos de pérdida de vida cuando murieron 3,369 personas, en su mayoría ahogadas. Se registró, además, récord de lluvia en el municipio de Adjuntas con veintitrés pulgadas en veintitrés horas.

Para este siglo han ocurrido dos huracanes de proporciones catastróficas: San Felipe en el 1928 y San Ciprián en el 1932. El huracán San Felipe es considerado uno de los ciclones más grandes ocurridos en el Atlántico Norte y uno de los más violentos en sus efectos sobre Puerto Rico. Los vientos máximos sostenidos fueron de 160 mph (Categoría 5), con ráfagas de hasta 200 mph. Causó grandes destrozos sobre las haciendas y sobre la propiedad, 312 personas muertas, 83,000 personas desprovistas de albergue y provocó

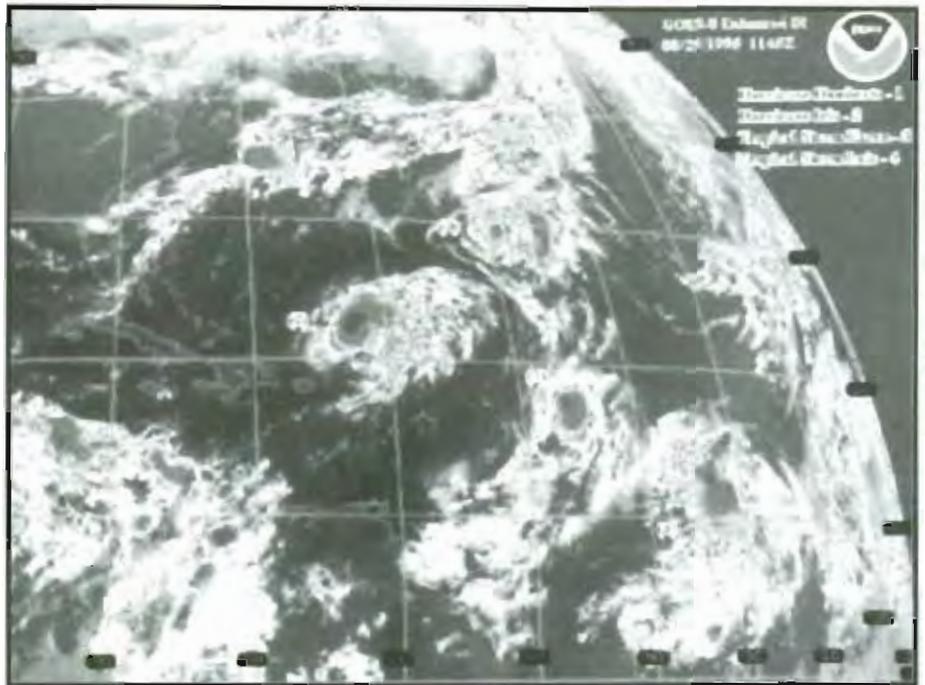


Figura 16: Gran actividad ciclónica durante la temporada de 1995.

pérdidas por \$50 millones. El huracán San Ciprián, ocurrido un año después del huracán San Nicolás (septiembre 1931), afectó significativamente a la agricultura y a la economía que se encontraban en proceso de recuperación, luego de los efectos dejados por el huracán San Nicolás. San Ciprián dejó un saldo de 225 personas muertas.

Bajo ciertas circunstancias, las tormentas tropicales pueden generar grandes pérdidas a la vida y propiedad aún pasando a distancia de las costas de Puerto Rico. Este es el caso del huracán Donna en el 1960, el cual pasó a más de 100 millas al norte de San Juan. Donna provocó lluvias intensas e inundaciones en las cuales perecieron 107 personas en el municipio de Humacao.

#### Depresión Tropical (1970)

Del 5 al 10 de octubre de 1970, una depresión tropical estacionaria produjo inundaciones extensas que conllevó a que 60 municipios fuesen declarados zonas de desastre por el Presidente de los Estados Unidos. Las lluvias totales más altas fueron medidas en Jayuya donde cayeron en total 38.42 pulgadas. Hubo 18 muertes y daños sobre los \$65 millones de dólares.



Figura 17: Vista aérea de la comunidad Canteras en San Juan.



Figura 18: Daños en el barrio Culebra de Guayama por el Huracán Hortense (1996).

depresión tropical, que más tarde fue el huracán Gloria. Murieron 2 personas y los daños ascendieron a \$37 millones.

### Onda Tropical – Evento de Mameyes (1985)

Del 4 al 7 de octubre de 1985, ocurre uno de los eventos más catastróficos en las últimas décadas en Puerto Rico y en la historia de los Estados Unidos, lo que conllevó una declaración presidencial de desastre y la asignación federal de \$65 millones. En esta ocasión cruzó por la Isla una onda tropical que ocasionó inundaciones en ciertas áreas depositando hasta casi 24 pulgadas de lluvia en 24 horas. Este récord de

### Tormenta Tropical Eloísa (1975)

La tormenta tropical Eloísa, en septiembre de 1975, produjo inundaciones y deslizamientos que causaron la muerte a 34 personas y otras 29 personas fueron declaradas desaparecidas. En esta ocasión los daños se estimaron en alrededor de \$125 millones.

### Huracán David y Tormenta Tropical Federico (1979)

Correspondiendo a la creación de FEMA, el 30 de agosto y el 4 de septiembre de 1979, el huracán David y la tormenta tropical Federico condujeron a la declaración presidencial de desastre, que incluyó 72 municipios y causó la muerte de 7 personas. La asignación federal para asistencia pública e individual alcanzó \$102 millones.

### Depresión Tropical (1985)

En mayo de 1985, se produjo otra declaración presidencial de desastre producto de las inundaciones provocadas por el paso de una



Figura 19: Los ciclones tropicales producen en promedio de 10 a 15 pulgadas de lluvia a su paso.

lluvia es el segundo mayor después del de las 23 pulgadas en 24 horas registradas en el 1899. La onda tropical dejó un saldo de cerca de 180 personas muertas, incluyendo 127 muertos en un deslizamiento de terreno.

El Barrio Mameyes, ubicado en la ciudad sureña de Ponce, fue una comunidad espontánea situada en una pendiente inclinada la cual experimentó un desprendimiento de roca masiva. El suelo falló, en parte, a la saturación del terreno provocada

sumamente difíciles y se procedió a sellar el lugar levantando un parque memorial en el mismo.

Otra situación trágica ocurrió cuando la losa de uno de los puentes de la carretera que conduce de San Juan hacia Ponce, en el tramo de Coamo, colapsó debido a la erosión del suelo bajo una de las columnas. En la oscuridad de la noche, unas 29 personas se precipitaron puente abajo hacia la muerte. El flujo de agua que erosionó el puente había pasado

registradas a través de la Isla provocaron inundaciones, deslizamientos y flujo de lodo, interrumpiendo los servicios primarios, obstruyendo carreteras, destruyendo puentes y dañando estructuras. Además, las escorrentías de agua depositaron cienos, grava y escombros en las carreteras, avenidas y otras facilidades públicas, requiriendo su remoción para la seguridad ciudadana.

A través de toda la Isla los daños a las carreteras fueron extensos. Las obras de control de inundaciones, los drenajes y facilidades de irrigación se obstruyeron. La Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) y la Autoridad de Energía Eléctrica ambas sufrieron daños significativos en sus sistemas.

El 9 de octubre de 1985, el Gobernador de Puerto Rico solicitó una Declaración de Desastre debido a la severidad de los daños ocurridos en los municipios de Coamo, Ponce, Santa Isabel y Toa Baja. La Declaración Presidencial de Desastre fue emitida el 10 de octubre de 1985. Subsiguientemente, el 19 de octubre, unos 24 municipios fueron designados para recibir Asistencia Individual de FEMA y 30 de ellos fueron elegibles para Ayuda Pública e Infraestructura. La ayuda de FEMA ascendió a \$263,600,000.



Figura 20: Vista aérea del derrumbe ocurrido en el Barrio Mameyes (1985).

por una filtración proveniente del tanque de almacenamiento de agua situado en el tope de la pendiente. Esto arrastró sobre 100 viviendas que quedaron literalmente enterradas bajo capas de tierra y rocas. Los esfuerzos de las brigadas de rescate permanecieron por dos semanas, utilizando la unidad canina especializada y equipo de ultrasonido en el intento por localizar sobrevivientes, pero sólo se recuperaron cadáveres. Las operaciones de rescate se tornaron

por la municipalidad de Coamo destruyendo más de 600 casas. El flujo de agua fue mayor a lo esperado en la recurrencia de inundación de 100 años. Unos cinco (5) puentes fueron destruidos dejando a las comunidades aisladas. Por otro lado, en la comunidad espontánea del Tuque, en Ponce, 17 personas murieron arrastradas por las aguas de la Quebrada Las Batatas.

Las lluvias extraordinarias

## Huracán Hugo

Puerto Rico sufrió el impacto directo del Huracán Hugo el lunes 18 de septiembre de 1989. Este fenómeno atmosférico viajó en dirección oeste-noroeste y pasó por la isla de Vieques, para continuar su paso aproximándose al extremo este-noreste de Puerto Rico alrededor de las 8:00 a.m., como Categoría 4. De acuerdo a observaciones tomadas del radar y mediante imágenes del satélite, se

apreció que la parte oeste de la pared del ojo se movió sobre tierra pasando por los municipios de Ceiba, Fajardo y Luquillo. La parte este del ojo permaneció sobre agua. En la noche del lunes, el Huracán Hugo se encontraba al norte de San Juan con vientos sostenidos de 125 mph.

amenaza a consecuencia de un fallo eléctrico que impidió que las compuertas pudieran ser abiertas, para permitir la descarga de agua. El nivel del agua subió unos 5 pies sobre la estructura, alcanzando el cuarto de máquinas y dañando los motores de las bombas de la represa. Dichos

federal. Los daños se estimaron en más de \$2 billones.

### **Inundaciones Víspera Día de Reyes 5-6 de enero de 1992 (1992)**

El domingo, 5 de enero de 1992, luego de varios días de tiempo agradable, se presentó un frente de frío acompañado de una vaguada en los niveles altos de la atmósfera que generó fuertes aguaceros y tronadas. Esto provocó inundaciones repentinas que causaron 20 muertes, tres personas desaparecidas y más de \$50 millones en daños a la propiedad. Las muertes, en su mayoría, ocurrieron cuando personas en sus carros eran arrastradas por el golpe de agua del río o cuando intentaban cruzar ríos salidos de su cauce.

El mes de enero es normalmente seco y la ocurrencia de tronadas es poco probable. La intensidad de los aguaceros que se desarrollaron ese año, principalmente en la noche del domingo 5 de enero, fueron de gran magnitud. Este fue el factor clave para el episodio de inundaciones repentinas ocurridas durante la noche y las horas tempranas de la mañana, del lunes 6 de enero de 1992.

Otras condiciones meteorológicas contribuyeron al desarrollo de los fuertes aguaceros y tronadas. Entre éstas podemos mencionar: bandas de vientos fuertes en los niveles altos, un área de divergencia favorable en los niveles altos y el influjo favorable de cantidad de humedad en los niveles bajos de la atmósfera. Todas estas características meteorológicas se combinaron para producir aguaceros y tronadas de tal intensidad que inundaron las áreas de captación de ríos y quebradas, tales como Río La Plata en Cayey, en dirección hacia Dorado, lo que provocó el colapso de uno de los puentes principales de este último municipio.

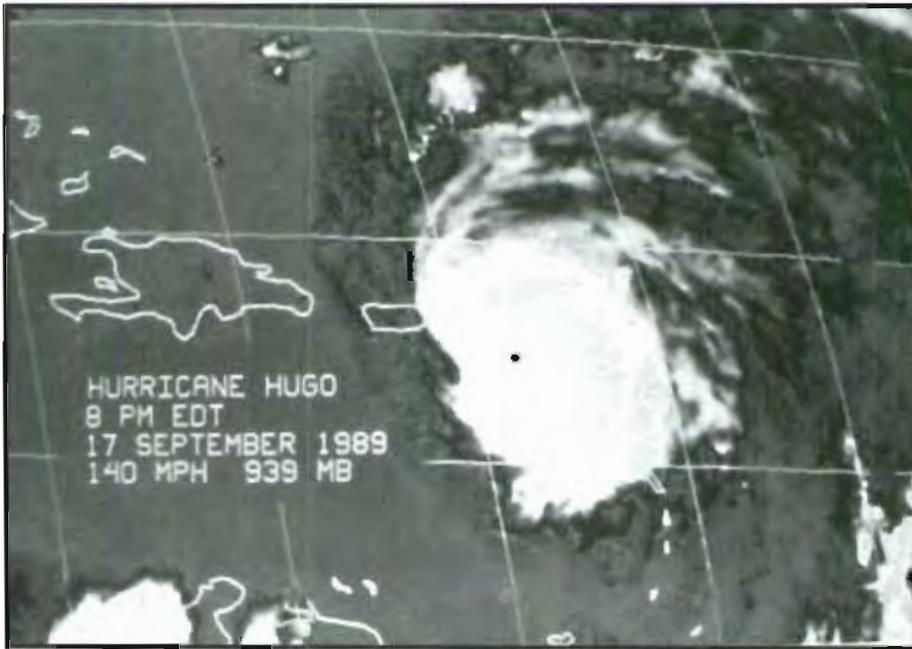


Figura 21: Imagen del Satélite del Huracán Hugo (1989).

Para la parte este y noreste de la Isla se estimó una marejada ciclónica de 4 a 6 pies de altura en las proximidades de Fajardo y Ceiba. Valores más altos de la marejada ciclónica se observaron en Vieques y Culebra, especialmente en Ensenada Honda.

Se registraron unas 10 pulgadas de lluvia en 48 horas provocando inundaciones en la parte noreste de la Isla. Estas lluvias estuvieron asociadas al paso del Huracán Hugo por el extremo noreste de Puerto Rico durante la mañana del 18 de septiembre de 1989.

Durante el huracán, la represa del Lago Carraízo (Loíza) representó una

amenaza a consecuencia de un fallo eléctrico que impidió que las compuertas pudieran ser abiertas, para permitir la descarga de agua. El nivel del agua subió unos 5 pies sobre la estructura, alcanzando el cuarto de máquinas y dañando los motores de las bombas de la represa. Dichos motores son los que bombean agua a la planta de filtración Sergio Cuevas, la cual sirve unas 2/3 partes del Área Metropolitana de San Juan y municipios circundantes. El servicio de agua fue restituido 9 días más tarde.

Para Puerto Rico e Islas Vírgenes los efectos del Huracán Hugo sobre la propiedad fueron extensos y desastrosos. En las islas de Santa Cruz, Vieques y Culebra los efectos fueron devastadores. Los municipios de Naguabo, Ceiba, Fajardo y Luquillo, así como la mayoría de los municipios del este, informaron daños extensos. Hubo grandes pérdidas en la agricultura, ganadería y horticultura. Un total de 57 municipios fueron elegibles para recibir ayuda



Figura 22: Imagen del Satélite del Huracán Marilyn (1995).

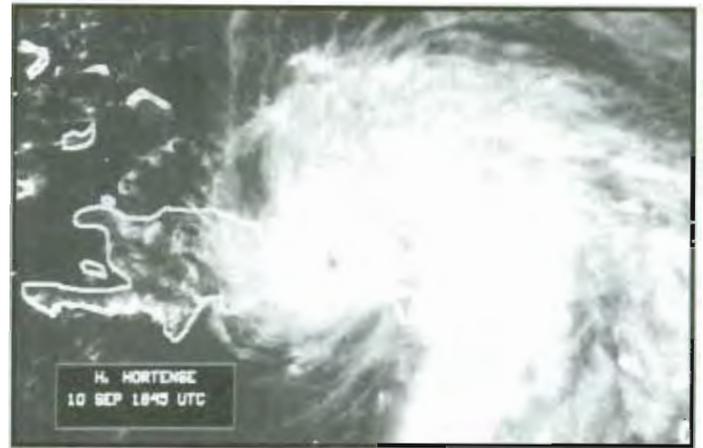


Figura 23: Imagen del Satélite del Huracán Hortense (1996).

### Huracán Marilyn (1995)

El centro del Huracán Marilyn se encontraba cerca de Vieques, a las 11:00 p.m. del 15 de septiembre de 1995, con vientos sostenidos de 105 mph. Este huracán fue clasificado Categoría 2. Cerca de la media noche el centro estuvo localizado al noreste de la Isla de Culebra sin experimentar cambios en la velocidad de los vientos. Temprano en la mañana del sábado el centro del huracán pasó a 45 millas este-noreste de San Juan con vientos máximos sostenidos de 110 mph. Como a 70 millas de San Juan, según Marilyn avanzaba en su movimiento noroeste, se convirtió en huracán Categoría 3.

Para Vieques y Culebra, la marejada ciclónica que acompañó al huracán, no fue objeto de mucha preocupación en términos de inundaciones o erosión costera. No obstante, las lluvias torrenciales provocaron inundaciones y deslizamientos en Puerto Rico. La energía eléctrica falló y varias carreteras fueron cerradas debido a la caída de postes de luz, árboles y escombros. Las islas de Vieques y Culebra fueron las más castigadas por el huracán. Los daños se estimaron en 120 viviendas destruidas y otras 829 con daños mayores o menores. La planta de tratamiento de los

desperdicios de pozos sépticos ubicada en Culebra sufrió daños, provocando el desbordamiento de la laguna lo que creó un riesgo potencial a la salud de la comunidad. La acumulación de escombros se estimó en 4,000 yardas cúbicas en Vieques y aproximadamente unas 10,000 yardas cúbicas para Culebra.

la cual fue eventualmente enmendada para incluir a catorce (14) municipios.

### Huracán Hortense (1996)

Temprano en la mañana del 10 de septiembre de 1996, el Huracán Hortense tocó tierra por el extremo suroeste como huracán Categoría 1, según la escala Saffir-Simpson, con vientos sostenidos de 85 mph.

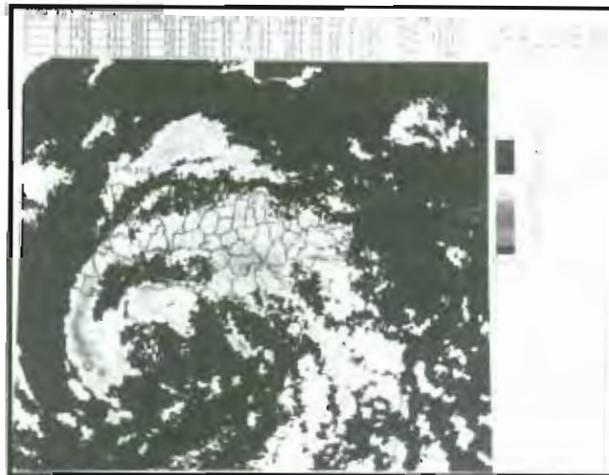


Figura 24: Imagen del Radar Doppler del huracán Hortense (1996).

Los daños estimados inicialmente fueron de: \$1.2 millones para las residencias privadas y \$9 millones para la infraestructura municipal. Se le atribuyeron al desastre dos muertes y 8 heridos.

El Presidente firmó la declaración de desastre el 16 de septiembre de 1995,

Este evento ciclónico, al momento de su ocurrencia, se consideró uno de los más gran desob-servado en Puerto Rico. El Huracán Hortense causó graves daños a la propiedad, pública y privada. El total de daños se estimó inicialmente en \$200 millones. Se informó de la muerte y

desaparición de 20 personas, la mayoría de ellas como efecto de las inundaciones. Sobre 10,500 personas estuvieron en albergues a través de toda la Isla.

Los datos de lluvia registrados en muchos de los pluviómetros sobrepasaron las 20 pulgadas, en

24 horas. En el interior de la Isla las lluvias excedieron los niveles esperados para una tormenta de ocurrencia de 100 años. Permanecieron bajo agua grandes extensiones de terreno al norte, este y sureste de Puerto Rico. Muchos de los ríos principales se desbordaron, entre estos: el Río Grande de Loíza, Río Bayamón, Río La Plata, el Río Piedras, Río Cibuco, Río Manatí, Río Grande de Arecibo, Río Blanco, Río Nigua, Río Guamaní, Río Patillas y Río Maunabo, así como muchos de sus tributarios.

Los daños en las viviendas, por vientos huracanados, se catalogaron de moderados a extensos y se catalogaron daños severos a la agricultura, particularmente en el sector de la montaña. Otros daños asociados a los vientos fueron la

caída de árboles, caída de postes del tendido eléctrico y postes del tendido de teléfonos. También, el efecto del viento provocó daños estructurales a unas 4,000 residencias. Sin embargo, los daños más significativos ocurrieron por efecto de las inundaciones.

Se registraron daños en las carreteras, donde unas 40 vías de rodaje estuvieron bloqueadas o averiadas por efecto de inundaciones y deslizamientos de terreno. Algunos puentes colapsaron debido a la velocidad del flujo de la corriente o debido a la acumulación de escombros.

La costa sur de Puerto Rico recibió el embate de la marejada ciclónica, conceptuada como moderada. El 11 de septiembre de 1996, se emitió la Declaración Presidencial de Desastre.

## Huracán Georges (1998)

El huracán Georges arrasó la isla de Puerto Rico, el lunes 21 de septiembre de 1998. Ese mismo día, el Presidente Clinton emitió una Declaración de Emergencia para el Gobierno de Puerto Rico. El 24 de septiembre, el Presidente Clinton emitió una declaración de desastre mayor para los 78 municipios de Puerto Rico.

El huracán Georges tuvo vientos sostenidos de 115 mph (Categoría 3) y ráfagas de hasta 150 mph. Dicho fenómeno atmosférico atravesó la isla, longitudinalmente, siguiendo la cordillera de montañas en la parte central de Puerto Rico.

*Georges se conceptúa como el huracán más destructivo que ha impactado desde el azote del huracán San Felipe, en el 1928 y el huracán San Ciprián, en el 1932. Es considerado, además, como el peor desastre natural en azotar en los últimos 70 años.*

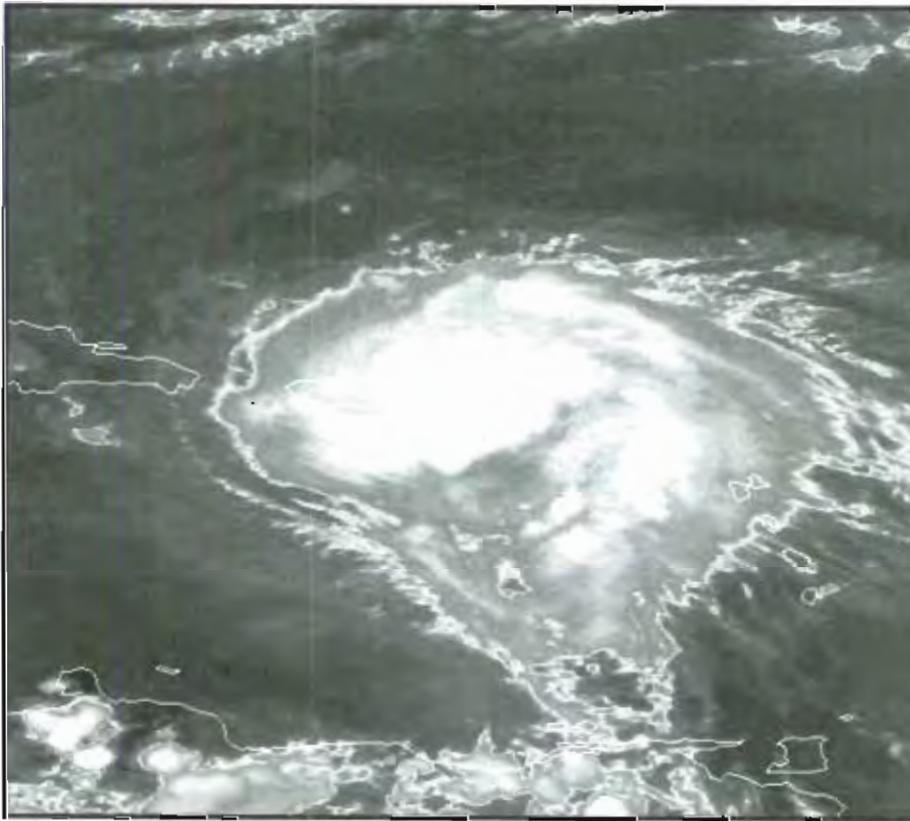


Figura 25: Imagen del Huracán Georges sobre Puerto Rico (1998).

El 19 de septiembre a las 5:00 p.m., Georges fue clasificado primeramente como un huracán fuerte de Categoría 4. Según se fue aproximando a la región noreste del Caribe, durante la noche del sábado y el domingo en la tarde, el huracán se debilitó hasta alcanzar Categoría 3. Más tarde fue degradado a Categoría 2 con vientos sostenidos de 110 mph. En horas tempranas de la madrugada del lunes 21 de septiembre, Georges se fortaleció debido a la combinación de factores, tales como: la inmersión en las aguas cálidas del Mar Caribe, una disminución de los vientos cortantes y el fortalecimiento de los vientos en la pared del ojo del huracán.

El huracán Georges tuvo un movimiento de traslación de este a

oeste a una velocidad de 15 mph aproximadamente, dejando una estela de daños como efecto de los vientos huracanados, lluvias, inundaciones, flujos de fango y marejadas. El Servicio Geológico Federal preparó un análisis preliminar de la distribución de lluvia durante el huracán. Dicho análisis refleja que la mayor acumulación de lluvia ocurrió en la parte central interior montañosa. Los valores para la marejada ciclónica se estiman en unos 10 pies de altura en el municipio de Fajardo, al extremo noreste de Puerto Rico. En muchas partes de la costa oeste se experimentó la erosión severa de las playas.

En el interior montañoso se registraron inundaciones extensas y durante el período de mayor precipitación, todos los ríos se desbordaron de sus cauces. Algunos de ellos establecieron descargas récord y muchos crearon nuevos canales.

Los 78 municipios se vieron afectados, arrojando los siguientes datos:

- 3.6 millones de personas sin agua potable
- 600,000 personas sin servicio telefónico
- 100% del sistema eléctrico interrumpido
- 31,000 personas sin hogar
- 100,000 casas dañadas o destruidas
- 40 puentes, y millas de carreteras averiadas o bloqueadas
- 2,500,000 yardas cúbicas de escombros
- 95% pérdidas de la cosecha de plátanos, 70% pérdidas del café y 60% pérdida de la producción avícola

No hubo muertes directamente asociadas al huracán, no obstante,



Figura 26: Ríos crecidos por las fuertes lluvias de Georges.

*Cabe destacar los esfuerzos de las agencias gubernamentales en la fase de educación y preparación. Gracias a la labor desplegada a través de los medios de difusión masiva por el Servicio Nacional de Meteorología, las Agencias de manejo de Emergencias Estatal y Municipal y el Comité Interagencial para Emergencias, además de los medios de noticias, el público en general tomó las providencias necesarias con 96 horas de antelación. Por otro lado, la experiencia acumulada y latente de los pasados huracanes Hugo (1989), Marilyn (1995) y Hortense (1996), fijaron lecciones que ayudaron a fortalecer la fase de preparación.*

Las familias residentes en áreas susceptibles a inundaciones y deslizamientos fueron evacuadas hacia los refugios previamente designados. La cantidad de personas refugiadas ascendió a 28,000, distribuidas en 420 albergues a través de la Isla.

La fase de preparación, para este evento, escenificó una acción concertada entre ciudadanos y gobierno que se ejemplifica en los siguientes:

- La Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) descargó agua de los embalses principales como medida preventiva.
- El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) limpió la boca de los ríos para facilitar la descarga de agua una vez abiertas las compuertas de las represas.
- La Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) podó árboles cercanos a cables eléctricos y revisó las líneas de distribución principales.
- Las clases se suspendieron en todas las instituciones, a todos los niveles, públicas y privadas.
- El servicio de lanchas entre Vieques y Culebra cesó, los vuelos aéreos fueron suspendidos en todos los aeropuertos.
- Los hospitales públicos adelantaron la atención a pacientes especiales (diálisis).
- 48 horas antes no se cobró el acceso por los peajes para agilizar el flujo y movilidad de los ciudadanos por completar sus preparativos.

- El Departamento de Transportación y Obras Públicas (DTOP) recogió los barriles plásticos de seguridad, colocados en las vías públicas donde se realizaban obras.



Figura 27: Daños producidos por el agua dentro de la residencia.

- Entró en vigor la ley que autoriza a la Policía a remover a personas que se niegan a desalojar zonas en peligro.
- Se emitieron Ordenes Ejecutivas para prohibir la venta de bebidas alcohólicas, se derogó la ley de cierre y se autorizó el desembolso de fondos de emergencia para cubrir los costos de activación de la Guardia Nacional.

El impacto económico, para Puerto Rico, de los daños provocados por Georges se estimó en \$2,000 millones. El sector agrícola se afectó significativamente arrojando pérdidas estimadas en \$317 millones: \$176 millones en cosechas (plátanos y

guineos 95% de la cosecha, café 70% de la cosecha, farináceos); \$61 millones en ganadería y pesca; \$78 millones en propiedades tales como: granjas, vaquerías, plantas procesadoras, sistemas de drenaje, etc. Áreas agrícolas extensas fueron desfoliadas como resultado de los vientos huracanados de 110 mph; unos 4.5 millones de aves muertas lo que representó el 60% de la producción avícola y una fuerza trabajadora de 36,000 empleos agrícolas afectados.

Los daños a las carreteras del país se estimaron en \$45 millones. Producto de las lluvias intensas y la fuerza de los vientos, las carreteras y los sistemas de drenaje pluvial se bloquearon con grandes cantidades de escombros o por deslizamientos de los terrenos; hubo daños estructurales en 40 puentes, 9 de ellos con daños severos o destruidos, así como, múltiples daños en los rótulos y semáforos del sistema vial.

Los bosques en general sufrieron el impacto inexorable de los vientos que desfoliaron y arrancaron árboles provocando un cúmulo de escombros vegetativos, principalmente en las zonas urbanas. Las áreas forestales que son catalogadas como críticas para la recuperación de especies de aves nativas y migratorias y para la calidad, belleza escénica y efectividad de la infraestructura vegetal de Puerto Rico, también sufrieron graves daños. El Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos indicó que Georges produjo un total aproximado de 2.5 millones de yardas cúbicas de escombros vegetativos (árboles, ramas, hojas) equivalentes a tres (3) edificios de 50 pisos cada uno.

Se considera que unas 100,000 viviendas se vieron afectadas por el huracán. Según datos del Censo de 1990, previo al huracán Georges, Puerto Rico confrontaba una necesidad de vivienda estimada en 88,000 unidades. Por otro lado, hay alrededor de 343,000 personas que viven en áreas inundables.



Figura 28: Vista de dos compuertas abiertas de la Represa Carraízo.

## E. Sistema de Observación y Aviso de las Inundaciones

Para observar, pronosticar y avisar el potencial de inundaciones en Puerto Rico, dependemos de la capacidad de la alta tecnología del satélite, radar meteorológico y la red de pluviómetros distribuidos a través de Puerto Rico. Pero más importante aún es, la experiencia y conocimiento de los meteorólogos del Servicio Nacional de Meteorología quienes una vez reconocen la amenaza potencial de inundaciones, con la ayuda del hidrólogo

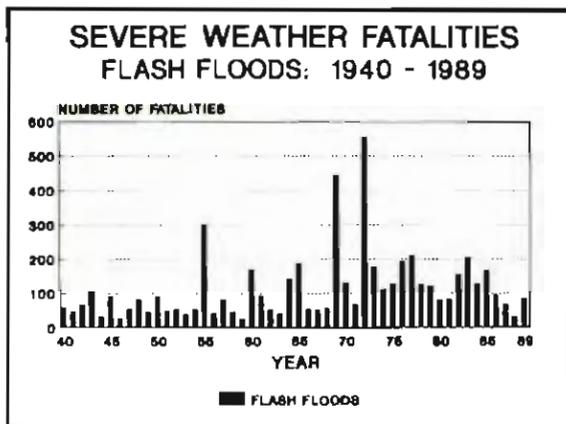


Figura 29: Gráfica que muestra el alto número de muertes provocadas por las inundaciones repentinas.

de dicho centro, se dan a la tarea de emitir boletines que notifican el peligro existente para las áreas de interés.

Mientras el satélite nos ofrece la ubicación y movimiento de las zonas nubosas, el radar meteorológico nos da datos sobre de la localización, desarrollo e intensidad de la lluvia que cae. Estos datos se verifican y se

Para medir la precipitación se utiliza un instrumento conocido como el pluviómetro (o "rain gauge" en inglés). Hay varios tipos de ellos, unos más específicos que otros, pero todos tienen el mismo uso: medir la cantidad de lluvia que ha caído sobre una región en particular.

La cantidad de lluvia se indica en pulgadas o milímetros de lluvia. En Puerto Rico usamos, con más frecuencia, la medida en pulgadas. Una pulgada de lluvia equivale a la cantidad de agua que cubriría el terreno con una profundidad de una pulgada, sobre un área específica. Si por ejemplo, en Hato Rey, se midió 1 pulgada de lluvia, esto quiere decir que el área de Hato Rey tuvo suficiente lluvia como para cubrir el terreno con 1

Algunas áreas inmediatas reciben más o menos lluvia, en el mismo periodo de tiempo.

- 1 pulgada de lluvia equivale a
- = 5.610 galones/yard<sup>2</sup>
- = 27,150 galones/acre
- = 17.37 millones de galones/mi<sup>2</sup>

Usted puede hacer un pluviómetro en su hogar. Sólo obtenga cualquier objeto cilíndrico que tenga paredes altas y uniformes a los lados, donde la abertura tenga forma de embudo para evitar la evaporación del líquido (por ejemplo, una botella grande plástica de refresco, con la boca de la botella invertida). Permita que el agua de la lluvia caiga sobre el contenedor. Entonces mida con una regla cuantas pulgadas de lluvia cayeron. Los pluviómetros más sofisticados están disponibles para la venta.

Entre éstos podemos mencionar: el pluviómetro estándar usado por el



Figuras 30: Diferentes tipos de pluviómetros. Figura 30a: "Weighing-Bucket".

contrastan con lo medido en los pluviómetros, que están distribuidos a través de la isla.



Figura 30b: "Tipping-Bucket".

pulgada de agua de profundidad o lo equivalente a 5.610 galones por yarda cuadrada. Las cantidades de lluvia varían en realidad de un lugar a otro.



Figura 30c: "Tipping-Bucket".

Servicio Nacional de Meteorología (SNM), que consiste de un embudo que recoge la lluvia y que está colocado sobre un cilindro que mide la lluvia que ha caído. El embudo y el

cilindro agrandan la escala del instrumento, midiendo la cantidad de lluvia caída en incrementos de 0.01 pulgadas. Si la cantidad fuese menor que 0.005 pulgadas, la lectura a realizarse se anota como trazas. Cuando ocurre una nevada se toman en consideración la cantidad de nieve caída en un periodo de 24 horas, la cantidad de nieve derretida (la que se mide haciendo uso solo del cilindro del pluviómetro) y la profundidad de nieve caída al suelo en cada observación.

El monitoreo de la cantidad de lluvia caída durante un evento es bien importante, especialmente en lugares susceptibles a inundaciones. Un pluviómetro conocido como, medidor de lluvia por el peso de un cubo (o "weighing-bucket rain gauge" en inglés), registra continuamente en una cinta de papel el peso del agua acumulada en el cubo, según ésta cae. (Figura 31a)

Otro tipo de pluviómetro es el medidor de lluvia con cubos ubicados en cada extremo (o "tipping-bucket rain gauge" en inglés). (Figura 31b-c) Este es más preciso que el medidor de peso de lluvia del cubo, pero no funciona bien cuando las condiciones del tiempo son sumamente frías. El instrumento cuenta con dos pequeños envases que se balancean libremente, como un sube y baja, donde cada uno puede recolectar hasta 0.01 pulgadas de lluvia. Alternando uno con el otro, cada envase se llena de agua y vacía su contenido, pero cada vez que se llena y se vacía, envía un impulso

eléctrico que se registra en una computadora o en una cinta magnética.

Medir la lluvia en las zonas montañosas de Puerto Rico es una tarea muy importante, pues de esta forma se determina el potencial de inundaciones en una región. En Puerto Rico hay una red muy amplia de pluviómetros automáticos que proveen al Servicio Nacional de Meteorología datos de lluvia en tiempo real. Esta red se le conoce como la "Red Alerta" y la opera la Agencia Estatal para Manejo de Emergencias.

El U.S. Geological Survey también tiene otra red de pluviómetros conocidos comúnmente como los "DCP" (por sus siglas en inglés de "Data Collection Platforms"). Alrededor de 100 pluviómetros están estratégicamente colocados en las cuencas de los ríos y quebradas que

presentan mayor riesgo a la población y a las comunidades que residen en las zonas inundables. En el Internet puedes ver la cantidad de lluvia que cae en los DCP a través de [http://dprsj1.er.usgs.gov/rt-cgi/gen\\_tbl\\_pg](http://dprsj1.er.usgs.gov/rt-cgi/gen_tbl_pg)

Cada evento de lluvia es diferente. Los totales de lluvia que se acumulan en las diferentes cuencas hidrográficas resultan ser cantidades individuales y particulares de cada fenómeno atmosférico, y es difícil predecir cuántas y cuáles serán las más afectadas. En el caso particular de huracanes que han pasado por Puerto Rico, como Hugo (1989), Hortense (1996) y Georges (1998) diferentes cuencas hidrográficas fueron afectadas.

Los valores de lluvia máximo registrados en Puerto Rico para periodos de 1 a 24 horas son los que se muestran en la tabla a continuación. (Figura 31)

PRECIPITACIÓN MÁXIMA OBSERVADA EN PUERTO RICO (datos hasta 1998)				
Duración	Cantidad (plg)	Lugar	Fecha	Hora
15 min	2.00	Yabucoa	10/11/73	1:15 - 1:30 pm
30 min	3.30	Cayey	1/5/92	5:30 - 6:00 pm
60 min	5.90	El Yunque	1/5/92	5:15 - 6:15 pm
2 hrs	8.40	Cayey	1/5/92	5:00 - 7:00 pm
3 hrs	11.20	Cayey	1/5/92	5:00 - 8:00 pm
4 hrs	13.90	Cayey	1/5/92	4:00 - 8:00 pm
6 hrs	18.40	Cayey	1/5/92	4:00 - 10:00 pm
12 hrs	19.30	Cayey	1/5/92	
24 hrs	23.75	Toro Negro	10/7/85	
2 días	29.60	Adjuntas	9/13/29 - 9/14/29	
5 días	35.99	Jayuya	10/6/70 - 10/10/70	
30 días	65.64	Jayuya	9/11/70 - 10/10/70	
1 año	254.00	El Yunque	1936	

Figura 31: Precipitación máxima observada en Puerto Rico.

El **SNM** utiliza los términos de **Vigilancia de Inundaciones Repentinas ("Flash Flood Watch")** cuando es posible que ocurran inundaciones en una área en particular. **Un Aviso de Inundaciones Repentinas ("Flash Flood Warning")** se emite cuando está ocurriendo o es inminente el que ocurra una inundación en una región. Ante este **Aviso** se activa el

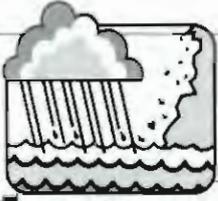
Sistema de Alerta de Emergencia de la región afectada.

La diseminación de estos boletines es muy difícil, pues en momentos donde las personas no están sintonizados a la televisión o radio, es prácticamente imposible enterarse. Por esto es muy importante estar pendiente a las señales de las nubes y la lluvia, como

a las crecidas de los ríos y quebradas, para sobrevivir una inundación o derrumbes. Cuando esté lloviendo, siempre manténgase en alerta.

También obtenga una radio con frecuencia del tiempo y podrá escuchar los boletines continuamente.

*Es muy importante que entendamos que cuando hablamos de la lluvia que ha caído nos referimos a la cantidad TOTAL acumulada en cierto periodo de tiempo. Por ejemplo, se dice que en Arecibo han caído 0.55 pulgadas de lluvia en las pasadas 3 horas; o en Yabucoa se registró 11.02 pulgadas de lluvia en el mes de octubre de 1998.*



## II. Los Derrumbes

### A. Definición y Causas

#### Áreas Generalmente Susceptibles a Derrumbes:

- Derrumbes anteriores
- La base de las pendientes
- Cerca de la base de pequeños huecos donde hay drenajes cercanos
- La base o cresta de una pendiente que tenga relleno
- La base o cresta de una pendiente muy escarpada
- Laterales de las colinas que han sido desarrolladas y donde se han utilizado sistemas sépticos
- Taludes empinados en terrenos arcillosos
- Colinas con una inclinación mayor a 12 grados y una elevación mayor de 300 metros

#### Áreas Consideradas Seguras Ante los Derrumbes:

- Cimientos o rocas que no se han movido en el pasado
- Áreas relativamente planas que estén alejadas de cambios súbitos en las pendientes
- Alejados de las puntas de las pendientes

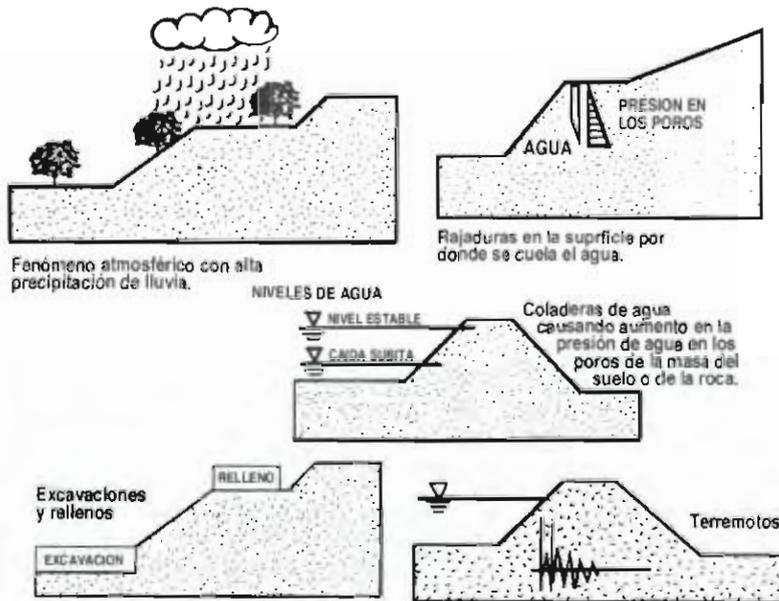


Figura 32: Derrumbe en la ladera de montaña.

Los derrumbes son un peligro geológico. Pueden sorprender de forma repentina por la rapidez con que ocurren y por distorsionar o destruir lo que en un momento dado fuera un "buen" terreno. El cambio de relieve de muchas zonas de Puerto Rico es debido a los derrumbes.

#### Entre los factores que provocan los derrumbes se pueden mencionar:

- la fuerza de gravedad sobre pendientes empinadas
- la erosión producto de los ríos, glaciares u olas del mar creando pendientes empinadas
- lluvias copiosas que debilitan el terreno al saturarse
- los temblores de tierra pueden crear fuerzas laterales que debilitan las pendientes
- erupciones volcánicas producen depósitos sueltos de ceniza y flujo de escombros
- vibraciones de maquinaria, tráfico o explosiones
- peso excesivo por la acumulación de relleno o estructuras construidas sobre el tope de un talud
- actividades humanas (de construcción o agrícolas) tales como los cortes de terreno y excavaciones.

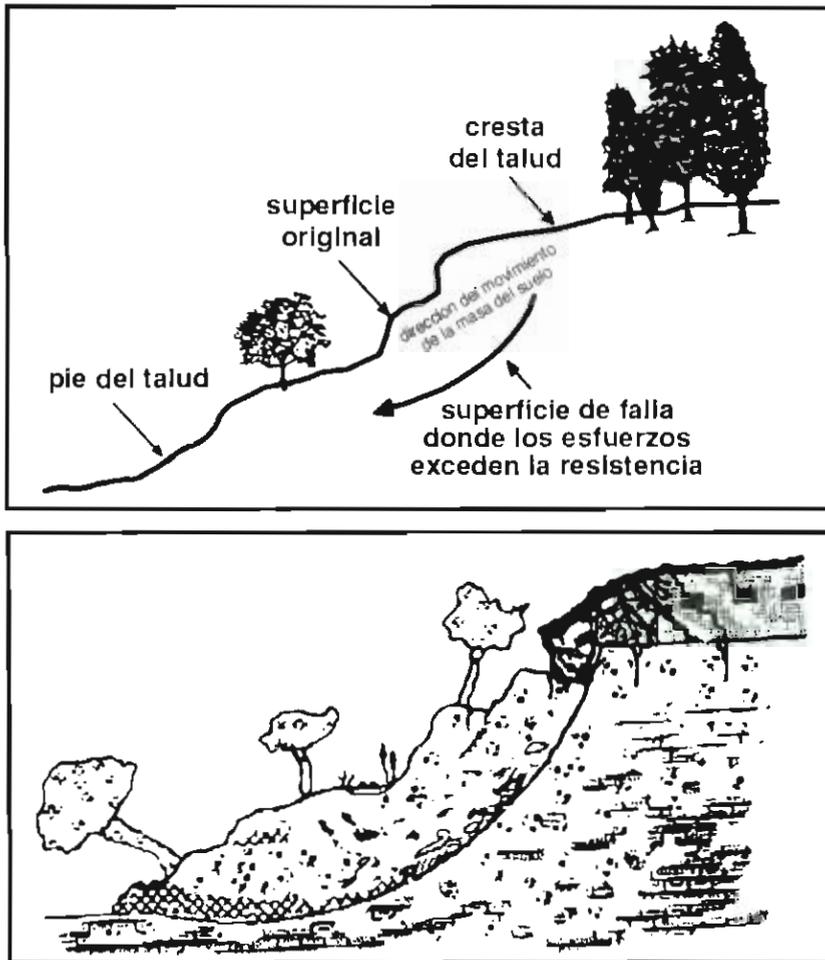


Figura 33: Ilustración de fallas en los derrumbes.

ciclones tropicales son causas importantes que provocan derrumbes. Los terremotos son otro riesgo natural que pueden producir derrumbes. En las pasadas cuatro décadas, han ocurrido de 40 a 100 deslizamientos en P.R. debido a los fenómenos meteorológicos (alrededor de 1 a 2 anualmente).

En años recientes, el crecimiento poblacional ha agravado la susceptibilidad de Puerto Rico a sufrir derrumbes. El crecimiento poblacional provoca que, al escasear el espacio adecuado para construcción de viviendas, muchas personas construyan sus casas en zonas propensas a derrumbes. Asociado a esto, ha aumentado la demanda por servicios básicos, tales como, agua potable y manejo de desechos (tuberías de agua potable, sanitarias y pozos sépticos, y alcantarillado pluvial). De estos fallar, o estar mal ubicados o contruidos, se propician las condiciones que facilitan la formación de derrumbes. El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales ha estimado en el pasado, que en Puerto Rico el costo

Los derrumbes o deslizamientos ocurren cuando se dan las condiciones para que la fuerza de gravedad ejerza su influencia sobre los materiales de la corteza terrestre. El término derrumbe incluye una variedad amplia de movimiento de terreno, tales como caída de rocas, fallas en las pendientes, flujo de escombros. Este movimiento de tierra puede arrastrar árboles, casas, puentes, carros y a su vez, ponen en peligro la vida, la propiedad, interrumpen el tránsito de las vías, entre otros.

El paso de fenómenos meteorológicos que provocan lluvias prolongadas e intensas, tales como ondas tropicales, vaguadas y los



Figura 34: Residencia afectada por un derrumbe.

anual de los derrumbes puede sobrepasar los 20 millones de dólares.

Entre los muchos factores que provocan la formación de derrumbes podemos mencionar los siguientes, que se encuentran entre los más importantes: el tipo de suelos, la pendiente o inclinación del terreno, la saturación de agua del terreno, la erosión, la presencia de depresiones o huecos, las actividades humanas, y por supuesto, la ocurrencia de terremotos.

Aunque en Puerto Rico hay muchos tipos de rocas, basta conocer algunas características de éstas, asociadas a la formación de derrumbes. A continuación se describe brevemente cada uno de los factores que facilitan la formación de derrumbes.

1. Las rocas al estar expuestas al clima (agua y temperatura) se ven afectadas de forma tal, que sufren descomposición (meteorización). Mediante este proceso, las rocas se debilitan y se van desintegrando gradualmente (miles de años). Esta descomposición se acentúa

en rocas que se encuentran cerca de la superficie del terreno o encima de éste. Otros factores que afectan la descomposición de las rocas son su dureza, la presencia de fracturas y la orientación e inclinación de las capas de roca. Las fracturas sirven como superficie de deslizamiento y conforman los planos sobre los cuales los materiales se sueltan, al moverse el terreno sobre el cual descansan las rocas. Si el plano de las fracturas es paralelo al de la pendiente del lugar, se facilitará la formación de derrumbes.

2. La presencia de rocas sueltas puede ser el resultado de la caída de éstas, desde alturas superiores, en derrumbes pasados o de que hayan sido expuestas por la erosión. En ambos casos, la posibilidad de ocurrencia de derrumbes es real, especialmente si las rocas observadas se encuentran en áreas de pendiente inclinada. Mientras mayor sea la inclinación o pendiente del lugar, mayor será la posibilidad de que ocurra un derrumbe.

3. El grado de saturación de agua de una ladera es determinante para evaluar su inestabilidad. La saturación de agua puede ser provocada por diversas fuentes, tales como, la lluvia y la presencia de manantiales, quebradas, ríos, y de obras humanas como canales, sistemas de drenaje, alcantarillados defectuosos, pozos sépticos, y otros. La saturación de agua provoca que se debilite la unión entre las partículas de suelo o de las rocas, haciéndolos propensos a derrumbes. Es notable que cuando ocurren lluvias copiosas y prolongadas se observa una mayor cantidad de derrumbes.

4. La erosión se acentúa durante periodos de lluvia prolongados y copiosos. Esto es así porque las aguas de escorrentía aumentan su velocidad y logran arrastrar el suelo pendiente abajo. El efecto de la erosión es mayor cuando el suelo se encuentra desprovisto de vegetación. La erosión socava el sostén de las rocas y de las estructuras construidas que encuentre a su paso, facilitando la formación de derrumbes. Los chorros de agua que bajan de los techos pueden socavar el sostén o lugar de soporte de las columnas de su hogar. Es recomendable alejar de éstas la descarga de los chorros de agua que provienen del techo, para evitar debilitar el sostén de la estructura. También los sedimentos que son arrastrados se acumulen en los lagos. Esto puede provocar el desborde de una represa y poner en peligro la vida de muchas personas.

5. Las áreas donde han ocurrido derrumbes están a menudo marcadas por depresiones en el terreno. Al evaluar estas marcas, podemos tener una idea de la inminencia de un derrumbe. Es decir, es posible que vuelva a ocurrir un



Figura 35: Vista del sector afectado por el evento de lluvias en Mameyes (1985).

derrumbe en el área, si se vuelven a dar las condiciones necesarias.

6. Entre las actividades humanas que facilitan la formación de derrumbes podemos mencionar algunas que reducen o eliminan la estabilidad natural de las laderas:

- cortes muy verticales de terreno
- sobrecarga o sobrepeso en una ladera
- filtración proveniente de pozos sépticos y otras instalaciones soterradas
- rellenos mal compactados o compactados con materiales de calidad inferior, ente otros.
- quema ilegal de basura la cual elimina la vegetación y facilita la erosión

7. Durante un terremoto, las sacudidas y vibraciones provocadas por éste pueden ser lo suficientemente severas como para producir derrumbes, especialmente en los lugares que de antemano eran propensos a éstos, según descrito anteriormente.

Otro de los factores principales para la formación de derrumbes es el desconocimiento general de los pasos que se pueden dar para evitar la formación de estos, o para evitar construir en áreas o zonas propensas a los derrumbes. Esto está acompañado, por la tendencia a olvidar la ocurrencia de estos fenómenos a los pocos meses del evento. Por desconocimiento, se tiende a pensar que un derrumbe no nos afectará a nosotros, particularmente.

Algunas actividades humanas pueden facilitar la ocurrencia de derrumbes. Entre estas actividades se pueden mencionar las siguientes:

- Los cortes de terreno para preparar o ampliar solares para construcción pueden acelerar la formación de derrumbes, pues reducen la sustentación lateral y la firmeza del terreno. No se debe realizar cortes sobre materiales débiles o frágiles en áreas muy empinadas.



Figura 36: Vegetación y escombros llegan al techo de una casa en la parte baja de la ladera.

- Los rellenos realizados sobre zonas muy empinadas y utilizando materiales de calidad inferior, muy plásticos, y mal consolidados o compactados son propensos a la formación de derrumbes. Debe asesorarse con profesionales cuando utilice rellenos en su propiedad.

- En el caso de las sobrecargas, se debe notar que cualquier obra que se construya sobre terrenos débiles y poco consolidados serán propensos a la formación de derrumbes. No se debe sobrecargar el terreno con un peso que éste no pueda sostener. Debe procurar asesoramiento profesional para evaluar si su terreno puede soportar la sobrecarga proyectada.

- Cualquier obra que altere el flujo del agua de forma que ésta se concentre o su flujo se vea detenido puede facilitar la ocurrencia de derrumbes. Ejemplos de esto pueden ser: el agua de lluvia, tuberías rotas, aguas de desecho doméstico (lavadora, fregadero, etc.), y otros. Se debe mantener el terreno seco y canalizar el agua lejos de su propiedad para que el suelo no se sature. El agua de lluvia que cae de los techos debe ser recogido ya que el chorro constante favorece la saturación del terreno y acelera el que éste se socave bajo columnas o muros de carga, provocando su colapso.

- Los pozos sépticos o pozos muros son una de las causas de mayor importancia en los derrumbes. Construya éste tan alejado de su casa como le sea posible, por lo menos 15 pies. No lo coloque gradiente arriba o abajo de las columnas de su casa o de zonas muy empinadas.

- La deficiencia en la construcción a veces provoca el derrumbe de casas. Muchos daños están asociados al colapso de las estructuras y no necesariamente a las características del terreno. Al utilizar columnas mal diseñadas o

muy largas, construidas demasiado cerca de laderas empinadas o construidas con materiales de mala calidad, usted está proveyendo las condiciones para el colapso de su casa o que ésta se deslice por el riesgo.

### **B. Categorías de los Derrumbes**

En general, los derrumbes se pueden agrupar en cuatro (4) categorías principales; caídos, deslizamientos, flujos, y una combinación de estos.



Figura 37: Los derrumbes pueden afectar las vías de tránsito.

*En Puerto Rico ocurren, con gran frecuencia, derrumbes de diferentes magnitudes. El que más vida ha cobrado, fue el que ocurrió en Mameyes a consecuencia del evento de lluvia en octubre de 1985. Este derrumbe produjo el mayor número de muertes que se haya registrado en un solo derrumbe, en América del Norte. Una porción completa de una colina cedió probablemente por tres razones principales:*

- 1. Un evento de lluvia extremo de alrededor de 24 pulgadas de lluvia en 24 horas.*
- 2. Un manejo pobre de desechos, los cuales eran descargados directamente al terreno en un área sobre poblada.*
- 3. Condiciones geológicas adversas.*

1. Los caídos incluyen principalmente los desprendimientos de piedras o rocas en caída libre. Éstas pueden rodar una vez llegan al suelo. En las volcaduras, un bloque de roca o rocas puede girar sobre un eje y después caer libremente a favor de la gravedad. Generalmente, las volcaduras pueden tener un efecto mayor en el área inmediata a donde ocurren.

2. Los deslizamientos (de suelo o roca) generalmente ocurren a lo largo de una superficie, conocida como la zona de ruptura. La zona de ruptura a menudo corresponde a los planos naturales de la roca o del suelo.

3. Otro tipo de derrumbe, conocido como reptación, puede ocurrir a lo largo de varios años. Este se observa principalmente de forma indirecta, en las deformaciones y grietas que sufren las estructuras ubicadas en zonas que sufren de reptación. Este fenómeno puede ser indicador de la inminencia de un derrumbe mayor o súbito.

4. Los derrumbes de flujo están asociados mayormente a la saturación de agua del terreno. Los flujos pueden estar compuestos de suelos finos, hasta rocas grandes. Los flujos se denominan según el material del que estén compuestos. Por ejemplo, flujo de lodo, arena, roca o flujos secos.



Figura 38: Casa desplomada hacia el río.

**En este siglo han ocurrido derrumbes devastadores en el mundo:**

1970	Los Andes	18,000 muertos
1985	Colombia	sobre 20,000 personas muertas
1998	Centro América	más de 11,000 personas muertas

**C. Recomendaciones**

Aunque la causa física de gran parte de los derrumbes no la podemos eliminar, las investigaciones geológicas, prácticas responsables de ingeniería y la debida regulación en el uso del terreno disminuyen los peligros asociados a los derrumbes.

Conociendo las características generales de los derrumbes, se pueden llevar a cabo medidas correctivas para reducir la posibilidad de que éstos ocurran. Busque asesoramiento profesional para evaluar si su propiedad está expuesta a derrumbes, y para delinear e implementar medidas para mitigar su ocurrencia o impacto.

**Señales que Indican Que Puede Ocurrir un Derrumbe:**

- Terrenos saturados que anteriormente no estaban mojados
- Grietas nuevas o que se agrandan, o abultamientos en el terreno, cimiento, pavimento de la calle o carretera, acera o marquesina.
- Inclinación de postes eléctricos, árboles o paredes de retención
- Cualquier terreno que se aleja de los cimientos o que se acumula en la base de una pendiente
- Estructuras adicionales como los patios, terrazas, escaleras o paredes exteriores que están inclinados o se mueven alejándose de la casa

- Grietas o inclinación de los pisos de concreto, ladrillo, losetas o cimientos
- Tuberías rotas especialmente bajo tierra
- Verjas que están desplazadas o inclinadas
- Hundimiento de porciones de la carretera o camino
- Aumento rápido en los niveles de la quebrada o río especialmente si está turbio o está acompañado de tierra o escombros
- Disminución rápida de los niveles de la quebrada o río aún cuando todavía está lloviendo o acaba de terminar.
- Ventanas y puertas que no cierran bien pues las molduras están torcidas o no funcionan bien.

**Si Usted Sospecha que Puede Ocurrir un Derrumbe:**

Procure la asesoría de un geólogo, o ingeniero geotécnico. Estos pueden realizar evaluaciones o estudios geotécnicos para prevenir daños por derrumbes. En el caso de desarrollos de grandes construcciones, es requisito de ley realizar estos estudios para obtener los permisos y endosos correspondientes. Además, puede recibir orientación en todo lo que se refiere a derrumbes en las diferentes agencias del gobierno, que se mencionan a continuación:

- Agencia Estatal para Manejo de Emergencia y Administración en Desastres
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
- U. S. Geological Survey



Figura 39: Pared de piedra sostiene el movimiento de tierra y piedras de la pendiente.

- Gobierno Municipal
- Departamento de Vivienda
- Autoridad de Carreteras
- Departamento de Obras Públicas
- Junta de Calidad Ambiental
- Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez
- Servicio de Conservación de Recursos Naturales del Departamento de Agricultura Federal
- Departamento de Transportación y Obras Públicas
- Departamento de Carreteras

*El Centro Nacional de Información sobre Derrumbes ("National Landslide Information Center") es responsable de distribuir información al público, investigadores, y agencias de gobierno en el 1-800-654-4966.*

## Antes del Derrumbe

- Obtenga una evaluación del terreno de su propiedad, especialmente si tiene dudas sobre la solidez del mismo. La Junta de Planificación, el U.S. Geological Survey, un ingeniero geotécnico o un geólogo pueden tener información específica de su región, además de hacerle recomendaciones e indicarle cómo debe corregir las fallas.
- Infórmelo a sus vecinos.
- Minimice los peligros de su hogar.
- Siembre plantas en las pendientes y construya muros de retención.
- En áreas sujetas a lodazales, construya canales o paredes que redirijan el agua o flujo alrededor de la estructura. Recuerde: Tenga cuidado que la obra que vaya a realizar no afecte la propiedad de su vecino. Usted puede ser responsable de los daños que ocasione a otro.

- Haga planes de desalojo. Por lo menos, considere dos rutas alternas de llegada y salida de su hogar.
- Haga un plan de emergencia con su familia.
- Los derrumbes por lluvia o por erosión están cubiertos por el Seguro Nacional de Inundaciones ("National Flood Insurance Program"). Obtenga más información a través de su compañía de seguros.
- Siembre árboles con raíces profundas como el flamboyán y la caoba y plantas que eviten la erosión de terrenos.

## Durante el Derrumbe

- Si escucha un sonido fuerte del terreno en movimiento que parece a un trueno y que aumenta en volumen, busque refugio inmediatamente.
- Si está dentro de una estructura:
  - ✓ Quédese adentro si se le impide la salida a terreno firme y seguro.
  - ✓ Cúbrase debajo de un escritorio, mesa o mueble fuerte.
- Si está fuera de una estructura:
  - ✓ Sálgase del paso del derrumbe.
  - ✓ Corra al punto más alto que encuentre, en dirección opuesta al paso del derrumbe.
  - ✓ Su refugio puede ser un grupo de árboles o una estructura alta.
  - ✓ Si no puede escapar, proteja su cabeza y ¡¡¡enrólese como una bolita!!!

## Después del Derrumbe

- No se acerque al área de escombros, pues pueden ocurrir otros adicionales.

- Verifique si hay heridos o personas atrapadas cerca del área afectada.
- Ofrezca primeros auxilios si está entrenado para hacerlo.
- Ayude aquellas personas que tienen necesidades especiales, como los niños, ancianos, o personas con impedimentos.
- Escuche por radio o televisión la información más reciente.
- Verifique si hay daños a las utilidades y repórtelos inmediatamente.
- Verifique con un profesional los cimientos de su hogar, y el terreno que rodea a su hogar.
- Desaloje si es necesario.
- Trate de sembrar cuanto antes pues con la erosión provocadas por lluvias pueden ocurrir inundaciones repentinas.
- Al corregir las fallas, hágalo con un profesional para evitar el ciclo de destrucción, construcción y reconstrucción.

## Mitigación de los Derrumbes

- EVITE HACER CORTES EN EL TERRENO
- NO CONSTRUYA SOBRE TERRENOS MOJADOS PERMANENTEMENTE
- NO CONSTRUYA SOBRE TERRENOS O ZONAS DONDE HAY ROCAS SUELTAS QUE HAN CAÍDO DESDE ZONAS MÁS ALTAS
- LOCALICE OBRAS SANITARIAS O HIDRÁULICAS LEJOS DE LA CASA Y DE ESTRUCTURAS PESADAS
- NO CONSTRUYA AL FRENTE DE QUEBRADAS, EN ÁREAS EMPINADAS O MONTAÑOSAS
- RECOJA EL AGUA DE LLUVIA QUE CAE EN EL TECHO Y DEPOSÍTELAS LEJOS DE LA CASA UTILIZANDO TUBERÍAS
- EL AGUA Y LA GRAVEDAD SON LOS CAUSANTES PRINCIPALES DE LOS DERRUMBES. ¡NO LES AYUDE!



Figura 40: Derrumbe en la ladera de montaña.



## III. Reglamentación de las Zonas de Inundación en Puerto Rico

### A. Reglamento de Zonas Susceptibles a Inundación Aplicables a Puerto Rico

Las inundaciones son un proceso natural, pero dado a que la ocurrencia de los mismos afecta la vida humana y la economía del país, algún tipo de control tenía que ser establecido para evitar el aumento en los costos y ayudas económicas que éstas provocaban al Gobierno Federal y el peso que esto tenía en los recursos

del país. En 1968, se estableció el Programa Nacional de Seguro Contra las Inundaciones ("NFIP", National Flood Insurance Program, por sus siglas en inglés) en los Estados Unidos. Este programa ofrece seguro de inundaciones a los negocios o personas. La Administración de Seguros Federales ("FIMA", Federal Insurance and Mitigation Administration, por sus siglas en inglés) la cual forma parte de FEMA, identifica las áreas que son susceptibles a inundaciones en forma de mapas. Estos son entregados a las comunidades que participan del programa de NFIP para que lleven a cabo sus responsabilidades. Además la industria de seguros los utiliza para determinar las primas y los bancos para determinar los requisitos de compra de las propiedades.

El NFIP es un programa donde las comunidades que lo interesan acuerdan con el gobierno federal el regular el uso de sus tierras inundables, y a su vez, el FIMA, hace disponible la cubierta de seguro para sus edificios y su contenido.

El Gobierno de Puerto Rico comenzó su participación en el Programa Nacional de Seguro Contra las Inundaciones en agosto de 1978. Los municipios de Bayamón y Ponce se han incorporado a este programa, como comunidades separadas.

El Programa Nacional de Seguro Contra las Inundaciones se fundamenta en acuerdos entre las autoridades de las comunidades participantes y el Gobierno Federal. Estos acuerdos requieren de las comunidades participantes, la adopción y cumplimiento de una ordenanza de manejo del valle susceptible a inundación. El

propósito es reducir el riesgo de inundación en áreas específicas, que son clasificadas como Áreas Especiales de Riesgos de la Inundación ("SFHA", Special Flood Hazard Areas, por sus siglas en inglés).

#### **¿Qué se considera un Área Especial de Riesgo a Inundación?**

*Son aquellos terrenos que tienen uno (1%) por ciento de probabilidad de ser inundados en cualquier año. Estas zonas están identificadas en los mapas de Límites de Riesgo de Inundaciones de FEMA como la Zona A.*

En respuesta a este compromiso y a las correspondientes acciones por parte del Gobierno de Puerto Rico y, posteriormente, el gobierno municipal autónomo de Bayamón, el Gobierno Federal acuerda poner a la disposición de la comunidad puertorriqueña, el NFIP para proteger las pérdidas de la propiedad personal y/o comercial provocadas por las inundaciones.

*En la actualidad, alrededor de 343,000 personas residen en el valle inundable sujeto a la recurrencia de inundación de 100 años y otras 145,000 están expuestas a la recurrencia de inundación de 500 años.*

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) ha tenido y tiene la responsabilidad de asesorar a la Junta de Planificación (JP) a desarrollar la reglamentación necesaria, para el manejo de los valles inundables, así como, en la delimitación de su uso. Sin embargo, es la Junta de Planificación la agencia designada a administrar los valles inundables.



Figura 41: Es una tarea ardua el proceso de limpieza después de una inundación o derrumbe.

El DRNA, tiene la responsabilidad de revisar las solicitudes de cambios relacionados a los usos del terreno, que son sometidos a la JP. Así también, esta agencia es responsable de la limpieza de ríos, quebradas y de participar en obras de control de inundaciones.

*A través del Cuerpo de Vigilantes, el DRNA advierte las posibles violaciones en el valle inundable para informarle a la JP quién es responsable de hacer cumplir los reglamentos de planificación en Puerto Rico.*

Después de la devastadora experiencia del huracán Donna en el año 1960, y las consecuentes inundaciones ocurridas en el área este de la isla, principalmente en el municipio de Humacao, en las cuales murieron aproximadamente 100 personas, la Legislatura de Puerto Rico aprobó la Ley Núm. 3, el 27 de septiembre de 1961, para reglamentar las construcciones en las zonas inundables. Esta Ley facultó a la JP para la preparación de un reglamento y la elaboración de mapas sobre las zonas inundables. Este proceso tomó una década y no fue hasta diciembre de 1971 que finalmente se aprueba el Reglamento Núm. 13: Reglamento para el Control de Edificaciones y Desarrollos en las Zonas Susceptibles a las Inundaciones.

En la preparación de este reglamento estuvieron envueltos: el Colegio de Ingenieros, Colegio de

Arquitectos, Colegio de Agrimensores, la Asociación de Constructores de Hogares de Puerto Rico, entre otros. Previo a su adopción se celebraron vistas públicas en San Juan, Ponce y Mayagüez. La versión vigente y revisada del mismo, que se llevó a cabo en febrero del 1992, se denomina en la actualidad, Reglamento de Planificación Núm. 13 sobre Zonas Susceptibles a Inundaciones.

Este reglamento capacitó a Puerto Rico como comunidad participante desde 1978, en el Programa Nacional de Seguro Contra las Inundaciones que exigía que la comunidad participante tuviera la autoridad legal de adoptar y poner en vigor

cayos adyacentes, ingresan en la fase regular del NFIP, bajo una sola comunidad y en congruencia con la reglamentación y mapas del NFIP.

## Beneficios para las Comunidades Participantes

Para que Puerto Rico y los municipios de Bayamón y Ponce puedan mantenerse como participantes y beneficiarse del Programa, tienen que asegurarse que la administración de su programa de zonas inundables cumple con los objetivos de protección de vidas y propiedad contra desastres provocados por eventos de inundaciones, en el futuro. A cambio de esta capacidad y administración, Puerto Rico recibe la asistencia de



Figura 42: Residencia afectada por las aguas de la inundación.

reglamentación sobre zonas inundables bajo su jurisdicción, hecho que en Puerto Rico se llevó a cabo en el año 1971. No obstante, no fue hasta el 1978 que Puerto Rico, las Islas municipios de Vieques y Culebra y

ayudas económicas federales luego de un evento de desastre, así como también, mantiene garantías sobre préstamos FHA, Veteranos, entre otros.

## B. Mapas que Identifican las Zonas Inundables

Los mapas de inundaciones son las herramientas que tenemos para conocer el riesgo a la inundación. Anterior al establecimiento del NFIP, no había herramientas para la protección de las inundaciones ni controlar el desarrollo en las zonas inundables.

FEMA ha realizados esfuerzos, en diversas comunidades, para identificar áreas de riesgos y trazar los mapas correspondientes. La ordenanza estatal y la ordenanza de los gobiernos municipales autónomos de Bayamón y Ponce, relacionadas con el manejo del valle inundable son congruentes con los requisitos federales o exceden los mismos para el control de la inundación. La construcción o desarrollo en estas áreas estará permitida siempre y cuando se cumpla con la reglamentación federal.

### i. Mapas de Límite de Riesgo a Inundaciones

FEMA, la cual fue creada en el año 1979, tenía como propósito principal, el proveer los estudios necesarios que permitieran identificar las áreas de riesgos de inundación.

El identificar estas áreas estaba dirigida a:

- Identificar y proveer información sobre las áreas específicas a riesgos de inundación, para ofrecerte a la ciudadanía la oportunidad de acogerse a un seguro contra inundación.
- Proveer información sobre dichas áreas para evitar que se continuara construyendo de forma inadecuada.

Los Mapas de Límites de Riesgo a la Inundación ("FHBM", Flood Hazard



Figura 43: Esta gasolinera sufre el impacto de la inundación en la continuación del negocio.

Boundary Map, por sus siglas en inglés) identifican las Áreas Especiales de Riesgo a Inundación como Zona A.

*En el 1979, la comunidad de Puerto Rico recibe de FEMA los Mapas de Límites de Riesgo de Inundación, para cumplir con la encomienda para la cual fue creada como agencia, inicialmente.*

### ii. Mapas de Zonas Susceptibles o Inundaciones (MZSI) de la Junta de Planificación

Esos mapas que identificaban las áreas de riesgos y que fueron adoptados por la Junta de Planificación en el 1979, como los Mapas Provisionales de Zonas Inundables, no contenían estudios detallados. Sin embargo, FEMA continuó coordinando la preparación de estudios detallados, a través de toda la isla.

Posteriormente, en el año 1980, la JP sustituyó esos mapas provisionales por **Mapas de Zonas Susceptibles a Inundaciones, MZSI**. Su propósito fue el proveer la

identificación de las zonas inundables establecidas en el Reglamento Núm. 13 y ser más detallados que los FHBM que FEMA había desarrollado anteriormente.

**¿Qué es la recurrencia de inundación de 100 años?** Es la inundación con un (1%) de probabilidad de ser igualada o excedida en cualquier año, y tiene además un veintiséis (26%) por ciento de probabilidad de ocurrir durante la vigencia de una hipoteca de treinta (30) años. Esta inundación también se conoce como la inundación base. Debe tenerse bien claro que la recurrencia de inundación de 100 años, no quiere decir que es una que ocurrirá cada 100 años.

Las Zonas Inundables establecidas en el Reglamento Núm. 13 y en los Mapas de Zonas Susceptibles a Inundación de la Junta de Planificación se definen como siguen:

**Zona 1:** Incluye los terrenos dentro de los límites del cauce mayor, los cuales están definidos para descargar la inundación base

(recurrencia de inundación de 100 años) sin aumentar la elevación o nivel de las aguas de inundación por más de 0.30 metros, un (1) pie.

**Zona 2:** Incluye los terrenos susceptibles a inundaciones localizados entre los límites de Zona 1 y los límites externos del valle inundable, susceptibles a la inundación base. Esta zona puede incluir terrenos con áreas de riesgos de inundación, pero de los cuales no se han hecho estudios detallados o de los cuales se han hecho estudios, sin la determinación de la Zona 1.

iii. *Mapas sobre Tasas de Seguros de Inundación de FEMA ("FIRM", Flood Insurance Rate Maps, por sus siglas en inglés)*

A diferencia de los mapas anteriores, estos representan los resultados de los Estudios de Seguros de Inundaciones ("FIS", Flood Insurance Studies, por sus siglas en inglés), e identifican las

Áreas Especiales de Riesgo a Inundación (Special Flood Hazard Areas-SFHA) las cuales se clasifican como sigue:

- Zonas A
- Zonas A1-A30
- Zona D
- Zona V
- Zona AO
- Zona AE
- Zona VE
- Zona AH
- Zona A99
- Zona AR.

Contacte a la Junta de Planificación para toda la información sobre las diferentes áreas especiales de riesgo a inundación.

Además, se identifican los niveles de inundación base y zonas que quedan fuera del SFHA:

- Zona B
- Zona C
- Zona X

## Estudios sobre Seguros de Inundación (Flood Insurance Studies-FIS)

Estos estudios técnicos determinan las áreas de riesgo de inundación mediante análisis estadísticos, historial de inundación de una localidad, flujo de ríos, (marea) marejada ciclónica, cantidad de lluvia, topografía, suelos, tipos de cubierta del suelo, y otros parámetros de las áreas estudiadas. Son realizados por NFIP para los FIRM de FEMA.

*Se han realizado esfuerzos mediante el estudio comprensivo de las áreas costeras susceptibles o vulnerables a inundaciones alrededor de toda la isla, por lo que se espera la adaptación de los Mapas sobre Tasas de Seguros contra Inundación ("FIRM", Flood Insurance Rate Maps, por sus siglas en inglés).*



Ver Apéndice C: Mapa Inundabilidad y Deslizamientos

## iv. Mapas sobre Límites de Inundación y el Cauce Mayor ("FBFM", Flood Boundary and Floodway Map, por sus siglas en inglés)

Estos mapas representan los límites de la recurrencia inundación de 100 años y los límites del cauce (Floodway o Zona 1).

Tan pronto como se empezaron a recibir en Puerto Rico los estudios incorporados en los FIS, incluyendo los FIRM y los FBFM, se comenzó la revisión de los Mapas de Zonas Susceptibles a Inundaciones de 1980 de la JP, ya que éstos tenían y tienen una relación directa con la designación de las zonas y los niveles de inundación en los mapas preparados por FEMA.

Así pues, la designación del "floodway" en el mapa FBFM corresponde a la Zona 1 en los mapas de la JP. La franja entre el límite de la Zona 1 y el límite de la zona inundable del FBFM, corresponde a la Zona 2 del mapa de la JP.

La zona AO en el FIRM corresponde a la Zona 2 en los mapas de Zonas Susceptibles a Inundaciones preparados por la JP. La Zona A del FIRM corresponde a la zona sin niveles de inundación, en los mapas de la JP.

## C. Programa Nacional de Seguro Contra las Inundaciones

Mediante la Ley de Protección contra Desastre del año 1973 ("Federal Disaster Act") y la Reforma de la misma en el 1979, se establece como obligatorio un seguro de inundación para toda aquella propiedad localizada en un área especial de riesgos a inundación (SFHA) y que a su vez reciba préstamos o asistencia

de fondos federales. Así también, este seguro está disponible para aquellas propiedades que no están obligadas a tener seguros para obtener financiamiento de fondos federales.

En general, los datos más importantes del seguro de inundación son:

- Todo dueño, así como todo

- Los dueños de una propiedad residencial pueden obtener cubierta con un límite hasta de \$250,000 y los dueños de negocios una cubierta con un límite hasta \$500,000.

- Las reclamaciones por daños o pérdidas a la propiedad son pagadas aún cuando el Presidente de los Estados Unidos no declare



Figura 44: Carros inundados cercanos a la Avenida Kennedy.

arrendatario, de una propiedad privada (residencial) o propiedad comercial debe obtener y mantener una póliza de seguro contra inundación como medida vital para proteger su propiedad de daños o pérdidas, así como para reducir el impacto económico que provocan los desastres aunque no viva en zona inundable.

- Todo dueño, así como todo arrendatario, de una propiedad privada (residencial) o propiedad comercial puede comprar un seguro de inundación, siempre que la comunidad sea participante del Programa Nacional de Seguro Contra Inundación.

el evento de inundación como un desastre mayor.

Los fondos que el Programa de Asistencia Individual y a Familias (Individual and Family Grant Programs) que el Gobierno Federal provee a petición de los gobiernos de los estados o áreas que han sido declaradas zonas de desastres para ayudar a las víctimas, establece condiciones relacionadas a pérdidas ocurridas a consecuencia de una inundación. Esta condición va dirigida específicamente a requisitos sobre el Seguro Nacional contra Inundaciones. El Código de Reglamentos Federales, 44 (Code of Federal Regulations, 44, CFR 44) establece y especifica en la



Figura 45: Proceso de limpieza y reconstrucción en los ríos.

Sección §206.131 Subparte E, letra (D), que el Gobierno Estatal, que ha recibido fondos para la asistencia antes mencionada, podría no conceder ayuda individual o ayuda a familias que recibieron asistencia anteriormente por daños a la propiedad ocasionados por inundaciones, en inundaciones ocurridas después del 23 de septiembre de 1994. Si por esas propiedades recibieron asistencia federal por inundación, en desastres declarados después del 23 de septiembre de 1993, se les exigió como condición la compra de un seguro contra inundación y mantenerlo por siempre, con una cubierta al menos igual a la cantidad máxima de ayuda (dinero) que recibió a través de la asistencia federal que le dio el Programa de Asistencia Individual y a Familias de FEMA, para poder obtener asistencia federal en inundaciones futuras.

Desde el 1 de junio de 1997, entró en vigor una nueva cubierta bajo el contrato de la Póliza Estándar de Seguro Contra Inundación. Esta cubierta se relaciona al Costo Incrementado de Cumplimiento (Increased Cost Compliance, ICC). La misma reembolsará por costos adicionales incurridos para la reconstruir propiedades con pérdidas repetitivas o daños sustanciales. Los

costos adicionales son aquellos en que el asegurado tendrá que incurrir para que la reconstrucción o reparaciones a la propiedad cumplan y estén de acuerdo con los requisitos de ley y reglamentos estatales o municipales. Esta cubierta

aplica para pólizas nuevas o las que han sido renovadas después de junio de 1997.

Los gastos adicionales incluidos en esta cubierta son aquellas medidas de mitigación para prevenir mayores daños por inundación en un futuro desastre, entre otros: elevar la estructura, hacer que la estructura sea resistente a inundación, reubicar o demoler la estructura.

No obstante, hay que hacer énfasis que esta cubierta aplica cuando la oficina de ARPE determina que la estructura ha sufridos daños

sustanciales por motivo de la inundación.

El costo de esta cubierta, ICC, dependerá de varios factores: edad de la estructura, su localización, clasificación de la zona en donde esta ubicada, etc.

*Para información adicional sobre los beneficios del Seguro Nacional Contra Inundación (NFIP) y otros detalles sobre las cubiertas, consulte a su Agente de Seguros, la Compañía de Seguros y/o FEMA, Región del Caribe a través del número telefónico 1-888-INUNDADO.*

Las inundaciones son el efecto más común asociado a los desastres naturales. Un 40% de las muertes por desastres naturales en el ámbito mundial son debido a las inundaciones. Más del 90% de las Declaraciones Presidenciales de Desastres en los Estados Unidos incluyen eventos de inundaciones. Entre las décadas del 1970 al 2000 se han emitido 10 declaraciones de desastre bajo la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias, a saber:

Figura 46: DECLARACIONES DE DESASTRES EN PUERTO RICO:

Declaración	Fecha	Evento
597 DR-PR	Septiembre 1979	Huracán David y Federico
736 DR-PR	Mayo 1985	Depresión Tropical (Gloria)
746 DR-PR	Octubre 1985	Onda Tropical - Mameyes
768 DR-PR	Julio 1986	Vaguada
805 DR-PR	Diciembre 1987	Vaguada
842 DR-PR	Septiembre 1989	Huracán Hugo
931 DR-PR	Enero 1992	Vaguada - Vispera Reyes
1068 DR-PR	Septiembre 1995	Huracán Marilyn
1136 DR-PR	Septiembre 1996	Huracán Hortensia
1247 DR-PR	Septiembre 1998	Huracán Georges
1372 DR-PR	Mayo 2001	Vaguada
1396 DR-PR	Noviembre 2001	Vaguada

## Preguntas importantes que debe hacerle a su Agente de Seguros

¿Cubre mi póliza de inundación para reemplazar las pérdidas/daños en mi hogar y las personales (daños a la estructura y su contenido)?

¿Qué significa reemplazar?

Si mi casa es destruida, ¿pagará el seguro todo el costo de construcción?

¿Hay un límite en el valor de mi protección para reemplazo?

Si los códigos de construcción han cambiado desde que mi casa se construyó, ¿pagará la póliza de inundación la diferencia para satisfacer los nuevos requisitos del código?

¿Cubre el seguro de inundación otros peligros, por ejemplo daños por vientos huracanados o inundación dentro del hogar a causa del agua que penetre por las ventanas, a consecuencia de un huracán?

¿Cuál es el deducible de mi póliza?

¿Se ha mantenido mi protección mediante el seguro al paso con las mejoras, adiciones, aumento de valor de la propiedad y costos de reconstrucción?

¿Cubre mi seguro gastos de reubicación o de alojamiento temporal?

¿Cubre mi seguro los daños causados a la propiedad personal de huéspedes en mi hogar?

¿Cuáles son las exclusiones, cosas que no están protegidas y bajo qué circunstancias?

¿Existen cubiertas adicionales que puedan asegurar una protección mejor?

Si usted vive en una residencia alquilada, ¿puedo obtener un seguro contra inundación?

***Si usted vive en un condominio debe hacerle las siguientes preguntas a su asociación de condominio (Junta de Residentes del Condominio):***

¿Cómo funciona el seguro contra inundación en los condominios?

Si el agua de inundación afecta al edificio y a las áreas comunes, ¿hay seguro suficiente para cubrir los daños?

¿Cuándo se hizo la última tasación?

¿Cuánto es el deducible y cuánto de éste le corresponde pagar a usted?



## IV. Antes, Durante y Después de las Inundaciones

### A. Antes de la Inundación

No es fácil tratar de sobrevivir la fuerte corriente del agua de río que baja con toda su fuerza en forma de golpe. A esta fuerza nos exponemos, por ejemplo, cuando guiamos a través de un río crecido, o cuando al llover intensamente en las montañas, coincide con el día que vamos a disfrutar en una quebrada o cascada donde corre peligro nuestra vida, la de nuestra familia y amigos. Tampoco es fácil lidiar con la situación de perder todas nuestras pertenencias ante la vil agua sucia de la inundación, para entonces limpiar, recibir ayudas económicas que toman tiempo y comenzar de nuevo, prácticamente

de la nada. Estas son algunas de las situaciones más comunes que observamos, a través del año, cada vez que llueve intensamente en nuestra isla.

Aún cuando el pronóstico del tiempo nos alerta de las situaciones peligrosas de lluvia, y los meteorólogos son muy dedicados en su trabajo para prevenir a la población con anticipación, es muy importante que cada uno de nosotros esté alerta a las señales que nos brindan nuestra atmósfera y ríos, por si no recibimos los avisos meteorológicos a tiempo. De todas formas, si hay posibilidad de lluvias fuertes, evite visitar o quedarse cerca de los ríos y quebradas, y mucho menos permita que los niños lo hagan. Si se activa el Sistema de Alerta de Emergencia para el municipio donde usted se encuentra o reside, escuche cuidadosamente la información que le ofrecerán y determine que rutas alternas debe tomar o hacia donde debe desalojar. Si tiene dudas, llame a la Agencia Estatal para Manejo de Emergencias de su municipio y procure más información.

De igual forma, si vivimos o trabajamos en zonas propensas a las inundaciones, debemos de tomar ciertas medidas que nos ayuden a reaccionar con rapidez. Para poder lograrlo es necesario saber qué hacer con anticipación pues puede tomar decisiones incorrectas que a su vez le pueden costar hasta la vida.

#### **Esté pendiente a las señales del ambiente:**

1. *Observe la formación de nubes robustas en las zonas montañosas. Si escucha truenos u observa rayos de una tormenta eléctrica lejana que está sobre la montaña donde nace el río o quebrada cercano a usted, o si la misma se mueve en dirección hacia usted, entonces debe salir del río o quebrada cuanto antes.*

2. *Si el agua del río comienza a bajar sucia y/o con escombros, o el nivel de agua aumenta rápidamente, debe salir cuanto antes del río o la quebrada.*

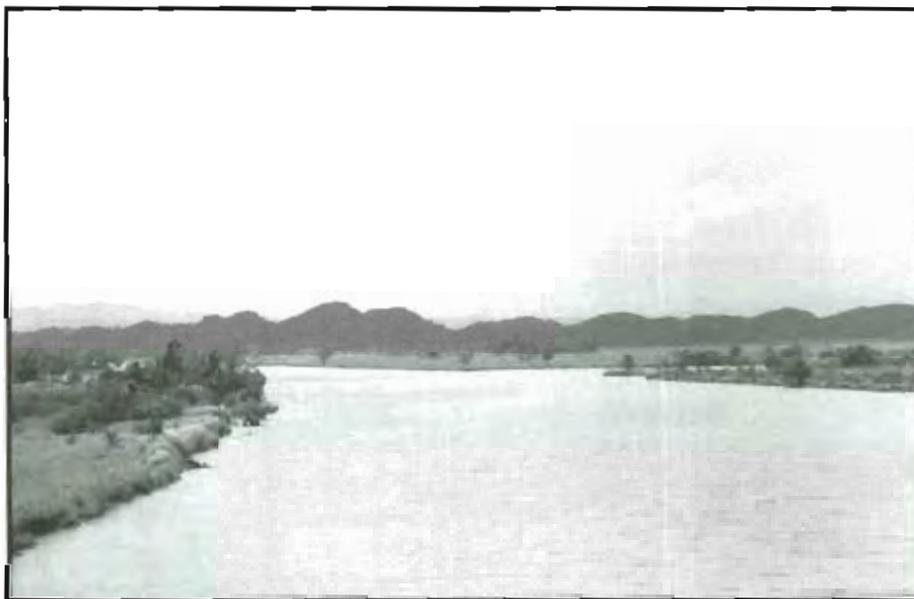


Figura 47. Los ríos son corrientes de agua que debemos conservar y respetar.

Si usted prepara un Plan de Emergencia ante un evento de inundación, usted verá cuán útil resultará haber planificado o pensado todos los detalles y medidas necesarias que se pueden implantar, anticipadamente, en su casa o negocio para evitar daños o pérdidas a su propiedad. En el proceso de preparar el plan, debe envolver a toda su familia, de manera que todos comprendan el propósito del mismo y puedan recordar lo que tiene que hacer cuando estén preocupados o alterados porque está ocurriendo o pueden ocurrir inundaciones.

Por supuesto, antes de preparar su Plan de Emergencia Contra Inundación, para su residencia o para su negocio usted debe:



Figura 48: Fuerza violenta del mar durante un huracán provoca inundaciones costeras.

- Asegurarse si su propiedad está localizada en una zona de inundación.
- Oriéntese sobre la posibilidad de inundación que tiene el área donde usted reside, ya sea por el posible desbordamiento de ríos, quebradas, marejadas ciclónicas o inundaciones locales o costeras.
- Infórmese con las agencias/entidades de manejo de emergencia de su comunidad, sobre cuál es el plan para desalojar a los residentes de su área.
- Determine en su plan cuánto tiempo dispondrá para abandonar su residencia o negocio, antes de que el agua de inundación le alcance.

- Seleccione y determine un lugar alternativo seguro donde alojarse: como por ejemplo, en la residencia de parientes o amigos, o un refugio.
- Si su alternativa de desalojo es ir a un refugio, conozca anticipadamente cual es el refugio que las autoridades oficiales han determinado.
- Determine y recorra la ruta que utilizará para llegar a ese lugar

seleccionado o al refugio designado, para asegurarse de que podrá atravesar el área cuando la inundación sea probable.

- Prepare un inventario de todas sus pertenencias en el hogar. Recorra habitación por habitación. Si es posible tome fotos o videos.

• Diseñe una hoja de inventario de sus pertenencias. Esta debe tener espacio (columnas) para indicar cantidad de artículos, nombre del artículo, su precio/costo, año de compra, y otra información que usted estime necesaria. Esta información será muy útil al momento de reclamar daños a su seguro y/o recibir las diversas ayudas económicas después de un desastre.

- Guarde en otro lugar (que no sea su residencia) o en algún sitio fuera de la zona propensa a inundación, fotocopias del inventario, así como de sus pólizas de seguros, escrituras, certificados de nacimientos, matrimonio, divorcio, pasaporte, etc. y otros documentos valiosos. También, puede envolverlos en bolsas plásticas y colocarlos en un área alta de un estante o closet, donde sea poco probable que el agua de inundación los alcance.

*Independientemente de que usted haya tenido o no experiencias previas de inundación en su propiedad, usted debe obtener información sobre la posibilidad de inundación de su propiedad a través de diferentes fuentes, a saber:*

1. Agencia para Manejos de Emergencias de su municipio, anteriormente, Defensa Civil
2. Agencia Federal para Manejo de Emergencias (por sus siglas en

inglés, FEMA) bajo el Programa Nacional de Seguro Contra las Inundaciones

3. Oficina Regional de la Junta de Planificación (JP)

4. Mapas de Zonas Susceptibles a Inundación de la JP

5. Estudios realizados por el Servicio Geológico de los Estados Unidos

6. Vecinos

**Ejemplo de Inventario de Pertenencias**  
**Inventario de la Sala**

Cantidad	Artículo	Año compra	Precio	Total	Comentarios
2	Sofás	1999	\$550,\$650	\$1200	
1	Butaca	1999	\$150	15	
1	Mesa de centro	1997	\$75	75	

Figura 49

*Si reside en un área susceptible a inundaciones repentinas, es posible que disponga únicamente del tiempo justo para abandonar el lugar inmediatamente. Ante esta particularidad, el estar preparado siempre le evitará mayores daños o pérdidas a su propiedad.*

Quando se siente a preparar y escribir su Plan de Emergencia, visualice el mismo como una lista de cotejo de medidas o pasos que tomará antes de que la inundación alcance su residencia. La lista de cotejo debe incluir los siguientes tópicos o áreas, entre otros:

- Revisión de sus pólizas de seguro contra inundación.
- Preparar o revisar el inventario de su propiedad (estructura y contenido)
- Determinar qué arreglos o medidas estructurales son necesarios en su residencia o su negocio, para protegerlos contra inundaciones.

**¿Qué puede hacer para mantener el agua de inundación fuera de su propiedad?**

- Los objetos o documentos de valor son dañados o destruidos por el agua, especialmente si está sucia y llena de barro, como es el agua de inundación. Guárdelos en un área

alta de un estante o closet, donde sea poco probable que el agua de inundación los alcance.

- La lavadora, secadora, así como diversos enseres, se dañan fácilmente. Por lo tanto, de ser posible, eleve éstos por encima del nivel del agua.
- El construir unas pequeñas murallas de ladrillo, bloques, hormigón o de tierra comprimida alrededor de la casa puede protegerla de la inundación.
- Otra opción es elevar (construir la casa sobre columnas) la casa, o reconstruir en terrenos más altos o mudarse.
- Obtenga un seguro contra inundación como protección primaria o secundaria.

- Hacer una lista de equipos/objetos que deben ser colocados en un lugar alto y seguro, donde el agua no los dañe. Designe el área de reubicación.

- Cotejar y limpiar áreas de desagüe en su residencia y/o negocio para evitar obstrucciones en los sistemas de drenaje.

- Notificar a las autoridades correspondientes problemas de drenajes obstruidos, líneas eléctricas y telefónicas expuestas, roturas de líneas de agua, solares baldíos en su comunidad que contienen depósitos clandestinos de basura.

- Coordinación de ayuda comunitaria. Divida las tareas entre los vecinos.

- Preparación de una lista de suministros y artículos de primera necesidad.

- Preparar una lista de medicamentos.

- Preparar una lista de equipo de primeros auxilios.

- Preparar una lista de los miembros de la familia que necesitan o necesitarán asistencia especial (niños, personas de edad avanzada), y determine qué va a hacer con ellos.

- Determinar el refugio para su mascota.

- Preparar una lista de equipo útil que le facilite lidiar con evento de inundación.

- Ponga sacos de arena GAP de madera o metal con juntas de goma para evitar la entrada de agua.

- Coopere y ayude a su comunidad a ser libre de inundaciones.

## Lista de Suministros para Emergencias

Los artículos, sugeridos en la siguiente lista de cotejo, deben guardarse en empaques resistentes e impermeables, tales como: maletas, mochilas, o bolsas de lona, y ser colocados en un lugar accesible y alto.



### EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS

- Botella de alcohol
- Gasas estériles
- Rollo de cinta adhesiva hipoalergénico
- Caja de curitas surtidas
- Algodón y aplicadores de algodón estériles
- Tijeras
- Gotas para los ojos, oídos, y nariz
- Aspirina / Acetaminofén
- Vaselina
- Medicamentos contra diarrea y acidez
- Medicamentos recetados
- Yodo
- Bicarbonato de Soda
- Jarabe para la tos
- Folleto informativo sobre primeros auxilios
- Jabón antibacterial
- Crema antibiótico
- Cacerola de porcelana o cristal (para hervir agua)



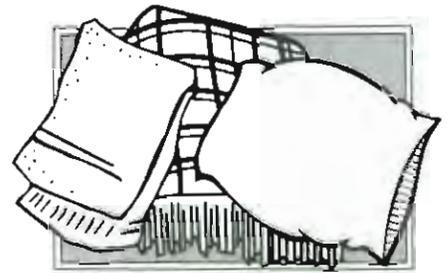
### UTENSILIOS

- Estufa portátil de gas, querosén o carbón
- Cuchillos
- Utensilios para comer y cocinar
- Cucharas, tenedores y cuchillos plásticos
- Cuchara grande de metal (para cocinar)
- Sartén pequeño con su tapa
- Tazas para café
- Vasos y platos desechables
- Abridor de latas manual



### EQUIPO SANITARIO

- Papel toalla
- Papel sanitario
- Jabón
- Pañales desechables
- Toallas sanitarias
- Pasta y cepillo de dientes



### ROPA DE CAMA

- Mantas, frisas
- Bolsas de dormir (sleeping bags)
- "Matress" de aire
- Almohadas
- Toallas



### ROPA DE VESTIR

- Por lo menos tres mudas de ropas adicionales, incluyendo ropa interior
- Capa para lluvia o bolsas plástica grande; sombrilla
- Zapatos que no resbalen, botas o tenis



## EQUIPO GENERAL

- Linterna con baterías adicionales
- Radio de baterías con baterías adicionales
- Nevera portátil
- Termo grande
- Extensión eléctrica
- Bolsas plásticas para basura
- Repelente para mosquitos
- Herramientas: martillo, soga, alicate, sierra, destornillador, serrote, pala, clavos, taladro
- Extintor de incendios
- Planta eléctrica de emergencia
- Teléfono celular
- Linterna de gas querosén
- Guantes de trabajo
- Toldos plásticos para cubrir
- Cartón de techar, paneles de madera
- Sierra de cadena
- Cable metálico
- Escalera
- "Squeege"
- Aspiradora en seco-mojado



## ALIMENTOS

- Agua potable (1 galón por persona, por día)
- Leche enlatada o en polvo
- Jugos enlatados o en polvo
- Galletas, carnes precocidas enlatadas
- Chocolate en polvo
- Alimentos para niños
- Cereales
- Vegetales enlatados
- Dulces
- Bebidas gaseosas
- Otros, alimentos que no requieran refrigeración

## AGUA

Por supuesto, siempre que contemos con tiempo suficiente para prepararnos ante la eventualidad de un desastre, almacenar agua es tal vez la acción de mayor prioridad para prepararse. Usted puede estar muchos días sin consumir alimentos y sobrevivir, pero no puede hacer lo mismo sin consumir agua.

Para consumo, almacene agua preferiblemente en recipientes plásticos y que tengan tapa.

Evite los recipientes de cristal pues resultan pesados cuando se llenan de agua, además se pueden romper.

Para necesidades sanitarias y otros usos, guarde agua en: zafacones limpios, tanques, en la lavadora, calentador, bañera, etc.

Almacene 1 galón de agua por persona, por día, por lo menos para una semana.



Figura 50: Reestableciendo el servicio eléctrico.

### ¿Cómo usted puede determinar si su hogar no le ofrece protección adecuada para la inundación o derrumbe?

El desalojar su residencia va a depender si:

- Vive en una casa o edificio cerca de la playa o en un área de baja elevación
- Vive cerca de una quebrada o río
- Vive en un área baja y de pobre drenaje
- Vive en un área montañosa
  - Arriba de un talud
  - En un punto intermedio en la pendiente del talud
  - Directamente debajo del talud
- Vive en un área donde ya han ocurrido deslizamientos de terreno
- Las autoridades le ordenan desalojar

Tenga presente que para poder enfrentar cualquier emergencia, ya sea por una inundación o derrumbe al igual que otro desastre, usted debe pensar en:

- Separar un fondo de emergencias para primeras necesidades que le pueda ayudar a cubrir sus gastos, por lo menos para los gastos de los primeros tres meses. Esta medida resultaría difícil si el presupuesto es limitado, sin embargo el esfuerzo vale la pena.
- Mantener el fondo de emergencias en cuentas accesibles y seguras, tales como, cuentas de ahorro y/o "money market".
- Conservar una cantidad mínima en efectivo o cheques de viajeros.



Figura 51: Zonas inundadas en las áreas urbanas.

Un evento de desastre puede dejar los cajeros automáticos (ATH) y a los bancos fuera de servicio por mucho tiempo.

- Obtener suministros para emergencias para sobrevivir en su hogar y mantenerlos en buen estado, por lo menos una semana.
- Coordinar todo lo necesario para la protección de los miembros de su familia con necesidades especiales. Si alguno de ellos se encuentra en el hospital, égida, hogar de ancianos u otra institución, asegúrese del procedimiento de emergencia de dicha institución. Así podrá saber el cuidado que tendrán durante la emergencia. El proceso de manejo de emergencias en la institución debe contemplar aspectos, tales como: si los residentes serán desalojados, cuándo y a dónde, proveerle identificación a cada residente donde se especifique nombre, medicamentos, alergias, personas de contacto para obtener información del residente, etc.

Recuerde que la responsabilidad por la seguridad de los residentes recae en la administración u organismo que maneja la institución.

- Considerar qué seguridad y comunicación tendrá su familia si usted se ve precisado a permanecer en su área de trabajo, negocio o industria, durante un evento de lluvias o derrumbes donde usted no puede realizar algunas de las tareas planificadas (una posibilidad es que ocurra durante el día cuando los niños están en la escuela y usted está trabajando).

### ¿Cómo proteger los animales domésticos?

Sabemos lo importante que son las mascotas. Cuando hay un evento de lluvia, estas pueden estar en peligro. Aunque los animales tienen un buen instinto de supervivencia y que harán lo posible por salvarse ante una situación amenazante, es conveniente que usted tome medidas para protegerlos, entre otras:

Recuerde que los animales no son admitidos en refugios públicos. Por lo tanto, si usted tiene que abandonar su residencia, debe buscar alternativas para sus animales.

Lleve a su mascota a una casa o refugio de animales ("kennel") o alójele en una forma segura dentro de su hogar.

Oriéntese con el veterinario y verifique cuál puede ser la reacción de su mascota ante un evento de huracán / inundación y que tipo de precauciones debe tomar.

Si lleva a su mascota a una casa o a un refugio de animales, investigue cual es el procedimiento de emergencia de ese lugar.

Póngale identificación a sus animales que incluya las vacunas que su mascota ha recibido.

No le dé sedantes a su mascota ya que debe estar lo más alerta posible para poder sobrevivir.

Antes de liberar a su mascota después de un desastre, verifique los peligros que hay alrededor de su casa, tales como: escombros, derrumbes, áreas inundadas, etc.

## EQUIPO UTIL

Existen diferentes artículos y equipos que, aunque costosos, le serán muy útiles después de un evento de desastre. Por supuesto, si bien es cierto que la utilización de los mismos es posterior al desastre, la adquisición de éstos es parte de la preparación ante la eventualidad de la ocurrencia de un desastre:

### Generadores o Plantas Eléctricas

Existen diversos modelos y precios en el mercado. Un modelo de 750 vatios le permite encender varias bombillas. Un modelo de 8,000 vatios le puede proveer electricidad para toda la casa, incluyendo los enseres eléctricos. Aproximadamente, 4,000 vatios son necesarios para que funcionen sus enseres eléctricos, incluyendo la nevera y un acondicionador de aire. Debe tomar en cuenta que se necesitan suficientes extensiones eléctricas de alto rendimiento para conectar los enseres al generador. Es recomendable que la capacidad de combustible del generador sobrepase los cinco galones. Esta es la cantidad de gasolina que probablemente necesitará para que el generador funcione durante toda una noche.

Recuerde que los enseres eléctricos de capacidad inductiva como lo son los acondicionadores de aire, neveras, etc. requieren de dos a tres veces su potencia al prender, contrario a enseres eléctricos de capacidad resistiva que siempre requieren la misma cantidad de energía para prender y funcionar. Por ejemplo,

un acondicionador de aire de 1000 vatios necesita 2,000-3,000 vatios para prender, mientras una bombilla de 100 vatios siempre consumirá lo mismo.

Consulte a la Autoridad de Energía Eléctrica para la instalación y ubicación correcta de este equipo.

### Parrillas de Gas

Las más convenientes son las que tienen más de una hornilla. Necesitará gas propano por lo que es recomendable que siempre tenga disponible un tanque (botella) adicional. El tanque le rendirá aproximadamente para cocinar más de una docena de veces. Generalmente, el tipo de mini parrillas que se utiliza para cocinar durante un día de playa, tiene un costo económico.

### Estufas para Acampar

Las estufas de acampar funcionan con tanques pequeños de gas propano. Este tanque rinde poco, lo que le permite cocinar una sola comida. La conveniencia de su tamaño permite que se puedan guardar fácilmente dentro de un anaquel.

### Sierras Eléctricas

Es conveniente obtener una sierra cuya cadena sea de 12-14 pulgadas. Esta permite utilizar la sierra por dos o tres días consecutivos sin tener que ser reemplazada. Si anticipa que usará la sierra por más tiempo, debe comprar una cadena adicional.

### Cisterna de Agua

Hay dos tipos de instalación: por fuerza de gravedad o por sistema de bombeo eléctrico. La cisterna que funciona por fuerza de gravedad debe ser colocada en el techo y cerca de



Figura 52: Las plantas eléctricas deben ser instaladas por un peño electricista.

la tubería de agua y funciona siempre que haya respiradero. Si el servicio de agua falla, el agua de la cisterna bajará a través de la tubería por la fuerza de gravedad. El sistema de bombeo eléctrico succiona el agua dentro de la cisterna y la descarga a presión constante. Esta cisterna puede ser colocada en una superficie plana de concreto en cualquier lugar en los alrededores de su casa.

## Casetas para Acampar

Las casetas de acampar pueden proveerle de un hospedaje básico temporalmente. Hay modelos para una sola persona o las que albergan hasta 10 personas. Por supuesto, mientras más personas se alojen en una caseta, mayor será la incomodidad. Sería conveniente disponer de dos casetas, una para almacenar sus suministros y artículos de primera necesidad y la otra para utilizarla de albergue.

## Inodoros portátiles

Existen varios modelos de inodoros portátiles. Estos vienen con un asiento sobre un tanque donde se depositan los desperdicios. Hay modelos costosos que funcionan con baterías y se les enciende una luz para indicar cuando el tanque necesita ser vaciado.

## Lonas

Las lonas o carpas plásticas resultan muy útiles para cubrir agujeros o filtraciones en el techo, así como para cubrir artículos valiosos, expuestos a la lluvia. Hay precios y tamaños variados. Las lonas de "Visqueen" de alta capacidad (heavy-gauge) con 6 mm de grosor y en rollos de 250 pies cuadrados son económicas.

## Televisores

Un pequeño televisor de baterías le ayudará a mantenerse informado,

cuando ocurra una falla en el sistema de electricidad. Los modelos con pantalla de 4 pulgadas en blanco y negro son económicos.

## Iluminación Mediante Sistema de Celdas Solares

Hay diversidad de lámparas que se cargan con luz solar. Estas pueden proveer iluminación adecuada, de 6 a 8 horas.

## REFUGIOS

Con el propósito de proteger la vida de los ciudadanos que no tienen otras alternativas y tiene que ser desalojadas y reubicadas en lugares seguros, las autoridades con la responsabilidad de manejo de emergencias, han designado aquellas estructuras, principalmente planteles escolares, para albergar personas y familias que residen en lugares de alto riesgo, ya sea a consecuencia del paso de un huracán, o eventos de lluvias intensas que provoquen serias inundaciones, derrumbes, entre otros.

La generalidad es que la información sobre los refugios disponibles en su área será comunicada a través de los medios de comunicación, por la Agencia Estatal para Manejo de Emergencia o a través de las oficinas municipales.

Preparar, así como mantener un refugio con personal, suministros, catres, etc., especialmente por tiempo prolongado, es un proceso lento y difícil. Cientos de personas acudirán a los refugios demandando espacio y comodidades que en realidad están sumamente limitadas. Prepárese para proveerse sus propios alimentos, necesidades básicas y de algunas comodidades, dentro del refugio. Tendrá que tener paciencia, piense que como usted, hay muchos pasando las mismas circunstancias de

inquietud y desespero. Tenga compasión con los demás compañeros del refugio y demuestre que usted puede ser de ayuda para los servicios que se ofrecen en el refugio.

No espere recibir equipos, catres, ropa de cama, toallas, etc. en el refugio. De lo que se dispone en los refugios, generalmente es en cantidades limitadas y se les dará prioridad a personas con necesidades especiales, tales como, mujeres embarazadas, personas de edad avanzada, niños con condiciones especiales, etc.

Es importante que siempre tenga presente que los refugios son para personas que no tienen otra opción de albergue. Se alberga a mucha gente y es muy poca la privacidad. Puede escasear el agua, la comida y faltar electricidad. Siempre debe llevar consigo el suministro de emergencia para usted y su familia.

## Si tiene que ir con su familia a un refugio, entonces.....

- Sintonice los medios de comunicación (televisión, radio) para escuchar la información oficial sobre lo que está aconteciendo, además de las vigilancias y avisos de inundación para su área.
- Espere que las autoridades oficiales le indiquen que el refugio designado está abierto.
- Trate de salir con tiempo suficiente antes de que las calles y carreteras que conducen al refugio se conviertan en zonas peligrosas.
- Empaque sus artículos personales en bolsas plásticas o maletas, preferiblemente una maleta por persona.

- Deje protegida su casa.
- Antes de salir de su casa desconecte la electricidad, el gas, y el agua.
- Trate que su familia haya comido antes de salir.
- Informe a su familia, amigo o vecino a qué lugar irá a refugiarse.
- Cuando llegue al refugio, identifíquese, así como a los miembros de su familia, y colabore en todo lo que pueda.

**• RECUERDE... en los refugios públicos:**

**No está permitido llevar animales, bebidas alcohólicas, armas o drogas**

**Artículos Que Necesitaré en un Refugio**

Guarde, en contenedores o en bolsas que sean fáciles de llevar, los siguientes artículos:

- Equipo de Primeros Auxilios
- Medicinas o recetas médicas
- Artículos de higiene personal
- Mudas de ropa (dos por persona)
- Artículos para niños: comida, pañales, fórmulas, materiales para entretenerlos, todo artículo que sea especial o preferido para sus niños
- Agua embotellada (1 galón por persona, por día, por lo menos para dos días)



Figura 53: Vista aérea de zona devastada por inundación.

- Radio de baterías
  - Comidas que no necesiten refrigeración
  - Abrelatas
  - Linternas con baterías adicionales (una por persona)
  - Almohadas, sábanas y sacos de dormir ("sleeping bag")
  - Libros, revistas, juegos (barajas, monopolio, "chinese checkers", etc.)
  - Llaves adicionales de su vehículo
  - Tarjeta de identificación, números de teléfonos, y otros documentos importantes, tales como: pólizas de seguros, títulos de propiedad, libretas de banco, etc.
- Asegúrese de que la familia está integrada en el proceso de planificación y sabe sus tareas, como por ejemplo:
- Cómo y dónde se apaga el gas, la electricidad y el agua.
  - Llamar al 911, la policía y los bomberos, y que estación de radio y televisión deben sintonizar para recibir la información.
  - Llenar con agua, contenedores de agua y bañeras, por si el agua que regresa está contaminada.
  - Recoger los muebles de patio, y todas aquellas cosas que puedan salir flotando.
  - Coordine para asistir a una clase de Primeros Auxilios con la Cruz Roja o la Agencia Estatal para Manejo de Emergencia de su municipio.
- Obtenga mucha información del Programa Nacional de Seguros contra la Inundación. Pregúntele a su agente de seguros. Recuerde que las pólizas de propietarios o "homeowners" no cubren daños por inundaciones.

## B. Durante una Inundación

Probablemente las mejores recomendaciones que debemos seguir cuando se encuentre en una inundación donde quiera que esté son las siguientes:

- Váyase a terreno alto y seguro muy rápidamente.
- No cruce un área inundada ni a pie ni en carro.
- Es mejor mojarse que estar muerto.

Si se encuentra en su residencia o propiedad o lugar de trabajo:

- Manténgase informado a través de radio o televisión de los últimos boletines meteorológicos.
- Obtenga su equipo de emergencia.

- Si le ordenan desalojar, desaloje inmediatamente. Utilice las rutas recomendadas, pues pueden haber algunas sin paso.

- Si el agua entra, busque el lugar más alto o en el techo.

Si se encuentra afuera:

- Busque el lugar más alto y trétese cuanto antes.
- No camine por áreas inundadas y mucho menos si está relacionada a la crecida de un río o quebrada, aunque el agua le llegue a la altura del tobillo. Seis pulgadas de agua pueden tumbarlo si viene con fuerza la corriente de agua.
- Esté muy pendiente de los niños y evíteles cualquier peligro.

Si se encuentra en un carro, camioneta, camión o motocicleta:

- Al observar una área inundada, especialmente si el agua lleva movimiento, pare, vire y tome otra ruta.

- Tome mayor precaución si es de noche, cuando los peligros en las carreteras no son tan visibles, y la profundidad del agua no es obvia. Puede ser que donde había un puente, ya no esté, o donde había carretera, la misma desapareció por un deslizamiento del terreno.

- Si su carro se queda en medio de la inundación, abandónelo inmediatamente y vaya a un lugar alto y seguro. Han ocurrido muertes por personas tratando de mover los vehículos que se quedan parados durante la inundación.

El agua tiene fuerza y volumen. Hay que reconocer que el agua tiene demasiada fuerza, y nuestro cuerpo ni nuestros vehículos son capaces de controlarla. No importa si su carro es una guagua 4x4 o maneja una ambulancia o un camión de la basura, su vehículo puede flotar y ser arrastrado con la corriente del agua. De ninguna forma cruce un área inundada. Gran parte de las muertes en las inundaciones ocurren de esta forma.



Figura 54: Maneje con precaución su vehículo durante un evento de lluvias.

**¿Cómo es posible que agua con una profundidad de 1 ó 2 pies puedan arrastrar un vehículo?**

- El agua pesa 62.4 lbs/ft<sup>3</sup> (libras por pie cúbico). Generalmente fluye río abajo entre 6 a 12 mph.



- Cuando un vehículo se queda en el medio de la zona inundada, el "momentum" del agua se le transfiere al carro. Por cada pie que el nivel de agua de inundación suba, 500 lbs. de fuerza lateral se le aplica al carro.



- Sin embargo el factor más importante es el de flotación. Por cada pie que el agua sube a los lados del carro, el carro desplaza 1,500 lbs. de agua. De hecho, un carro pesa cerca de 1,500 lbs. menos cada vez que un pie de agua sube en la carretera. Piense cuanto pesa su vehículo.



- Dos pies de agua pueden arrastrar a cualquier carro.



## Activación de Plan de Emergencia a las Inundaciones

1. Identificación del evento de lluvia ya sea por forma visual, por los datos de los pluviómetros, por el radar meteorológico o por los boletines del Servicio Nacional de Meteorología.

2. Asuma que el terreno está saturado, para planificar el peor de los casos. Analice la cantidad de lluvia total desde el inicio del evento y determine el nivel de los ríos:

¿Ha caído 1 pulgada de lluvia en 1 hora?

SI  NO

De contestar SI, continúe.

Si contestó que NO, manténgase en alerta.

¿Considera que el evento va a continuar?

SI  NO

¿Está el evento de lluvia ocurriendo aguas arriba?

SI  NO

De contestar SI a ambas preguntas, debe iniciar la activación de su plan de emergencia.

Pendiente a las muy posibles inundaciones urbanas y de quebradas.

3. Continúe evaluando la situación.

¿Hay un total de 3 pulgadas de lluvia acumuladas en 3 horas?

SI  NO

¿Ha crecido el nivel del río más de 3 a 5 pies en la pasada hora?

SI  NO

De contestar SI, y considera que el evento de lluvia va a continuar, active su plan de emergencia inmediatamente.

De contestar NO, manténgase en alerta hasta que termine el evento de lluvia.



Figura 55: Nunca guíe su carro por un área inundada. Algunos lo tratan y no lo logran.

## C. Después de una Inundación

Lidiar con la destrucción y la devastación luego de un evento de desastre, ya sea provocado por los efectos asociados a lluvias intensas por cualquier fenómeno atmosférico es sólo el comienzo de una larga etapa en la vida de cualquier ser humano, que puede durar meses o tal vez años.

Es sumamente triste ver como nuestro hogar, negocio, y nuestro



Figura 56: Río desbordado alcanza la carretera.

vecindario han sido destruido luego de una catástrofe natural. Ante dicho panorama todo parece no tener solución, sin embargo, siempre debe prevalecer la esperanza y la fortaleza para emprender el camino hacia la recuperación no solamente de las cosas materiales, si que también la recuperación emocional.

Sabemos que luego de un desastre estarán disponibles diferentes ayudas o asistencias provenientes de entidades públicas y privadas. No obstante, para acelerar este proceso de recuperación, son muchas las cosas que nosotros mismos podemos hacer conjuntamente con nuestra familia, con nuestros vecinos, así como con toda la comunidad.

## ¿Qué Precauciones Debo tener al Regresar a mi Hogar Afectado?

No necesariamente cuando deja de llover es que paran las inundaciones. Manténgase informado a través de la radio o televisión, y no regrese hasta que las autoridades o la Agencia Estatal para el Manejo de Emergencia le informe que es seguro regresar a su hogar.

Luego del cese de lluvias intensas, no asuma que usted y su familia están fuera de peligro. Con frecuencia ocurren más accidente o muertes justo después de finalizado el evento que durante el evento. Personas perecen ahogadas, electrocutadas, quemadas o sufren heridas grandes y usualmente no pueden ser atendidas a tiempo debido al estado de emergencia y confusión existente. Es vital que se



Figura 57. El nivel de inundación llegó a cerca de 4 pies.



Figura 58: Todo lo que quedé a nivel del piso se afecta por las aguas sucias.

tomen las precauciones debidas al visitar áreas afectadas por el desastre. Ya sea en su hogar o en el refugio, no salga de éste hasta que las autoridades informen que el peligro ha pasado. Si tuvo que desalojar su casa, no regrese hasta que el área esté fuera de peligro. Los peligros en las calles, carreteras, en los alrededores de su hogar, etc. son muchos y le pueden causar múltiples heridas o hasta la muerte.

Probablemente, tendrá que esperar que las autoridades pertinentes remuevan escombros y obstrucciones que estén interrumpiendo el libre fluir de las vías de acceso a su hogar.

Entrar a su casa después de ésta haber estado inundada puede ser muy peligroso. La inundación puede haber causado daños a la estructura, al sistema eléctrico o daños de cualquier otro tipo, que le pongan a usted en peligro. Pídale a otra persona que le acompañe mientras usted revisa su casa y posteriormente, cuando realice la limpieza y/o reparaciones necesarias.

*Aún después de un huracán, las intensas lluvias asociadas al mismo pueden extenderse por varios días. Es necesario mantener las vías públicas libres de tránsito para darle acceso a los vehículos de emergencia, de rescate, de seguridad y de orden público. Estos necesitarán las vías de tránsito disponibles a todas horas.*

## Los peligros posibles que podría encontrarse, entre otros:

- agua turbia
- líneas del tendido eléctrico caídas
- áreas de inundaciones severas
- escombros
- deslizamientos de terrenos
- vidrios rotos
- clavos expuestos
- falta de semáforos e indicadores de señales de tránsito
- estructuras que podrían colapsar
- carreteras y puentes averiados o destruidos
- saqueadores

## Si es necesario allegarse a las áreas afectadas, use el siguiente equipo:

- Zapatos o botas de seguridad
- Guantes
- Pantalón o mahón largo
- Camisa de manga larga
- Gafas de seguridad
- Capacete o protector de seguridad para la cabeza



Figura 59: Agua con lodo llega al interior de esta residencia.

## Es importante que...

- No entre, si encuentra agua estancada al lado o alrededor de las paredes exteriores. Usted no podrá darse cuenta ni determinar si la estructura ha sufrido daños o si sigue intacta.
- Antes de entrar, camine cuidadosamente alrededor de la casa y fíjese si hay cables eléctricos o percátese de escapes de gas.
- Si encuentra las situaciones señaladas anteriormente, llame a las autoridades de manejo de emergencias o las agencias de servicios pertinentes.
- Revise los cimientos para corroborar si hay grietas u otros daños.
- Si advierte que el agua ha socavado grandemente los soportes o porciones de los cimientos o si el terreno ha cedido, no se arriesgue a entrar. Consulte con un experto en construcción.

- Dentro de la casa, camine con mucho cuidado ya que el agua y el fango hacen que el suelo esté muy resbaloso.

- Independientemente que el servicio eléctrico estuviese averiado o fuese suspendido durante la emergencia, debe asegurarse que la electricidad está desconectada.

- Si puede alcanzar la caja de fusibles sin pasar o estar parado sobre agua, entonces puede desconectar la corriente usted mismo, de lo contrario, llame a un electricista.

- Recuerde ayudar a sus vecinos que necesiten asistencia especial.

- Inspeccione los cimientos de su hogar y busque si hay grietas u otros daños.

- Permanezca alejado de las aguas de inundación que están cerca de la estructura.

## Cuando entre a la estructura, hágalo con mucha precaución:

- Verifique si hay escape de gas. Si a usted le da olor a gas, o escucha el sonido de escape de gas, abra rápidamente una ventana o puerta, trate de cerrar la válvula y váyase de allí. Llame a la compañía de gas desde la casa de un vecino o celular. Sólo un profesional debe abrir nuevamente esa llave.

- Verifique si hay daños al sistema eléctrico. Si observa chispas o cables rotos o frágiles, desconecte toda electricidad en la caja principal. Si para llegar a dicha caja tiene que pasar sobre el agua, entonces no lo haga y llame a un electricista que evalúe la situación.

*En caso de que encuentre personas heridas, no las mueva hasta que llegue ayuda profesional. De ser posible, cúbralos con mantas para preservar el calor, detenga el flujo de sangre de ser necesario y ayude a mantenerlos tranquilos.*

- Verifique si hay daños en las líneas de agua o "sewage". Si usted sospecha que hay daños, no use los baños y llame a un plomero. Si los daños son en la tubería, llame a la compañía de aguas e informe de la situación.

Evite usar el agua de la tubería para consumo después de una inundación.

Esté pendiente de los peligros que puedan provocar un fuego, tales como:

- Líneas de gas rotas o por donde se escapa el mismo
- Circuitos eléctricos que están bajo el agua
- Equipo eléctrico sumergido en el agua
- Materiales explosivos o inflamables



Figura 60: Algunos utilizan diferentes medios para cruzar áreas inundadas.

Saque al exterior todos aquellos muebles y objetos que fueron afectados por la inundación. Lávelos con manguera, si le es posible, y déjelos secar.

Bote la comida, incluyendo la comida enlatada que haya estado en contacto con las aguas de inundación.

## Preparación y Precaución en el Consumo del Agua

Al utilizar e agua, luego de pasado el huracán o la inundación, debe distinguir si el agua almacenada es para consumo o para otro uso. El agua para consumo debe ser sólo la que usted almacenó en los recipientes plásticos y tapados, antes de que ocurriera el evento. Después de pasado el evento de desastre no debe tomar agua de la pluma, amenos que la purifique purificada. Si recoge agua de lluvia, río, o piscina, no debe tomarla aunque la purifique. Recuerde que aunque el agua se vea clara, no necesariamente que es agua pura ni limpia. Una vez pasado el huracán, la presencia de los contaminantes en el ambiente,

incluyendo en el agua, no son removidos de ésta al hervirla o purificarla.

- Para cualquier uso excepto para consumo, usted puede utilizar el agua que almacenó en los tanques, zafacones, bañera, etc.
- Si usa agua para beber, cuélela a través de un filtro de colar café, o a través de papel toalla o de varias capas de tela gruesa, para sacarle al agua la mayor cantidad de sucio.
- Para purificar el agua, puede seleccionar uno de los siguientes métodos y luego deje reposar el agua por 30 minutos.

- Hierva el agua por 10 minutos en un recipiente de porcelana o cristal y fíltrela siempre para eliminar residuos

- Añada 8 gotas de cloro(sin limón u otros aditivos) por cada galón de agua o échele 2 gotas de tintura de yodo (2%) por cada galón de agua clara.

- Añada 4 tabletas de cloro por cada galón de agua. Estas tabletas se pueden conseguir en las farmacias o en tiendas de efectos deportivos. Para mejorarle el sabor al agua que ha sido purificada, muévela para que se oxigene.

## **Cómo desconecto la electricidad:**

*En la caja de fusibles:*

1. *Asegúrese que está parado en un lugar seco.*
2. *Si la caja de fusibles tiene un mango en uno de sus lados, use un palo de madera que no esté mojado, para que pueda mover el mango a la posición de apagado (OFF).*
3. *Use el palo de madera para abrir la puerta de la caja de fusibles*
4. *Con mucho cuidado use el palo de madera para sacar los fusibles principales.*
5. *Destornille y saque cada fusible del circuito*

*En la caja de interruptores:*

1. *Asegúrese que está parado en un lugar seco.*
2. *Use un palo de madera que, no esté mojado, para abrir la puerta de la caja de interruptores.*
3. *Use el palo para empujar el interruptor principal a la posición de apagado (OFF).*
4. *Use el palo para apagar cada circuito del interruptor.*

## **¿Cómo protejo mi hogar de daños adicionales?**

Usted tiene que comenzar por proteger su casa y su contenido de daños mayores. Primeramente, tendrá que evaluar los daños y determinar si su hogar **está en** condiciones habitables. Tendrá que determinar la forma de rescatar o restaurar todo lo que sea posible.

En la inspección deben estar incluido los daños a: techos, paredes, ventanas, puertas, verjas, pisos, etc. De ser posible tome fotos o **vídeos** de su hogar.

### **Si los daños son menores...**

- Lleve a cabo arreglos temporales para así evitar que haya **más** pérdidas por vandalismo, vientos, lluvias o inundaciones posteriores.

### **Si los daños son mayores...**

- Consulte un ingeniero o arquitecto para que lleve a cabo una evaluación de daños y que pueda determinar las reparaciones necesarias de acuerdo a los códigos de construcción.

## **Al entrar a su casa:**

- Use linternas de baterías, no use fósforos, encendedores, lámparas de gas ni quinqués, por si ha ocurrido un escape de gas.

- Abra las ventanas y puertas para permitir que el aire circule. Esto ayudará a **despejar** olores desagradables, a protegerle de escapes de gas y a que la residencia se seque.

- Limpie y desinfecte su casa, lo antes posible. Esto evitará que se desarrollen hongos y bacterias que pueden afectar su salud y la de su familia.



Figura 61: Limpieza de escombros tras la inundación.



Figura 62: Interior devastado por las inundaciones.

- No toque alambres que estén sueltos, colgando, o mojados.
- Si su casa se inundó, no active la electricidad o encienda las luces para evitar el peligro de corto circuitos. Consulte a un perito o ingeniero electricista antes de volver a usar la electricidad en su casa.
- Limpie su piscina de escombros, fango, u otra basura, lo antes posible.
- Fumigue y coloque trampas para ratones u otras sabandijas en los alrededores de su hogar.
- Atienda a los medios noticiosos para que esté al tanto de lo que ocurre y de las recomendaciones que las autoridades oficiales estén transmitiendo, no se deje llevar por rumores.



Figura 63: Los vecinos se unen en los trabajos de limpieza.

### LIMPIEZA DE ESCOMBROS

El proceso de remoción de escombros y limpieza de los alrededores será de acuerdo al tipo y cantidad de escombros, fango u otra basura, que se encuentren en su propiedad o solar luego de un evento de inundación a consecuencia de lluvias torrenciales o por el paso de un huracán.

Por supuesto, deberá utilizar zapatos y ropas apropiadas para evitar accidentes. Así, también debe, de ser posible, utilizar equipos y herramientas

adecuadas para tales fines. La limpieza puede ser una tarea ardua y pesada por lo que necesitará la ayuda de otras personas.

Esté consciente que la ayuda de las autoridades encargadas de estas funciones brindarán sus servicios de limpieza y remoción de acuerdo a la magnitud del desastre y las prioridades que se determinen. Así pues, la limpieza de los vecindarios, urbanizaciones y otras áreas residenciales pueden demorar. Sea cuidadoso en el modo que dispone de la basura y escombros que recoja en su hogar. De ninguna manera acumule escombros o basura cerca de las líneas o equipos de servicio eléctrico o telefónico, ya que ésta puede impedir el acceso para restaurar dichos servicios.

Algunas personas prefieren no hacer limpieza hasta que el ajustador de seguros o personal de las agencias de asistencias por desastres evalúen los daños. Sin embargo, por razones de higiene y salud,

recomendamos que tome fotos o vídeo de todos los daños y proceda con la limpieza, lo antes posible. La limpieza no afectará la evaluación final. Por otra parte, la visita del ajustador o del personal para ofrecerle asistencia puede demorar si el desastre ha sido de proporciones catastróficas.

Las pérdidas por inundación se pueden reducir si empleamos varias técnicas de limpieza rápidas y eficientes. La limpieza inadecuada puede provocar daños mayores a sus pertenencias: artículos personales, mobiliario, enseres del hogar, etc.



Figura 64: La limpieza debe realizarse cuanto antes.

El barro que deja el agua de inundación en su casa puede convertirse en uno de los mayores riesgos para la salud. Es muy importante deshacerse del mismo y lavar todo, usando los detergentes adecuados lo antes posible. Riegue agua en toda la casa (dentro y fuera), pero no deje el agua estancada por mucho tiempo. Saque y seque toda el agua lo antes posible.

## ¿Cómo se pueden acondicionar los enseres eléctricos después de una inundación?

No use ningún equipo eléctrico que haya sido afectado por la inundación sin que antes lo haya inspeccionado un profesional. De lo contrario, puede provocar daños mayores al mismo. Llame al distribuidor autorizado para la reparación de sus enseres.

Si usted tiene que hacer las reparaciones, entonces siga las recomendaciones a continuación:

### Enseres con motor

- Si es posible, remueva el motor y llévelo a un taller de reparaciones.
- Lave el material de aislamiento para sacarle el sucio y séquelo bien (puede usar un secador para el cabello).
- Si el material de aislamiento estuvo mojado por mucho tiempo, puede ser que se haya dañado y tenga que desechar el equipo.

- Limpie el exterior de la unidad, así como los controles.

- Reemplace los cables dañados.

- En la lavadora, limpie con querosén las conexiones de engranaje y ejes, luego póngales lubricante.

- Limpie las mangas y los soportes. Utilice querosén para remover el moho y el sucio en las superficies de metal.

- Proteja las superficies de metal con un poco de aceite o lubricante (aceite penetrante).

### Calentadores de Agua

- Desenchufe el calentador y lávelo con mucha agua.

- Use productos especiales para la limpieza de piezas que son difíciles de alcanzar, pero no los utilice para limpiar los contactos.

- Si el material de aislamiento está mojado, remueva todos los paneles, y si es posible, remueva la parte superior del calentador para que pueda secar el material (puede usar el secador para cabello).

- Limpie y seque el termostato y los cables.

- En todas las partes de metal aplique protector contra el moho.

### Lámparas y Luces

- Apague, desenchufe y remueva toda instalación que esté bajo agua.

- Limpie y seque los cables, orificios, enchufes, receptáculos e interruptores.

- Cambie interruptores, cables y enchufes que estén dañados o que no se pueden limpiar.



Figura 65: Mangueras potentes facilitan la tarea de limpieza.

- Desarme y limpie las lámparas de mesas y de pisos.

- Aplíqueles un protector o lubricante contra el moho.

## Cables de Electricidad

- Deseche todos los cables dañados o los cables cubiertos con tela.

- Remueva las conexiones en ambos lados de los cables cubiertos con goma y que estén en buenas condiciones ( si la goma no está cortada, ni los cables expuestos).

- Deslice o pele la goma hasta un punto prudente, para comprobar que los alambres estén secos.

- Corte la parte dañada y repare el cable.

- Limpie: enchufe, el receptáculo y conecte al cable o reemplácelo totalmente.

## Herramientas con motor eléctrico

- Apague el interruptor.

- Marque los alambres que luego reconectará al motor.

- Remueva el motor de la herramienta.

- Identifique y marque los alambres interiores para facilitar su reconexión.

- Lave las piezas del motor con agua.

- Limpie las conexiones, excepto las que están selladas, con un producto cuya base sea de

petróleo. No use gasolina para la limpieza.

- Seque en el horno las aspas del motor. La temperatura no debe ser más de 170 grados Fahrenheit, de 4 a 8 horas. También, puede usar una lámpara de calefacción.

- Lubrique toda conexión y conecte todo los cables internos y externos al montar el motor.

## ¿Cómo puedo desinfectar la lavadora y la secadora?

- Después que revise y acondicione estos enseres debe desinfectarlos con cloro o cualquier desinfectante, así como también, con aceite de pino.

- Llene la máquina solamente con agua, si posible caliente, y échele el desinfectante dentro. Deje que ésta complete un ciclo de 15 minutos.

- Desenchufe la secadora y pase un paño por todo el barril y por la puerta. Enjuague con agua.

- Mantenga la secadora abierta hasta que seque completamente. Luego enchúfela y póngala a funcionar.

- Todo artículo de lavandería (canastos, envases, mesas, etc. ) y las áreas afectadas deben ser desinfectadas.

## ¿Cómo reduzco o elimino el mal olor?

Después de la inundación, lave bien todas las superficies afectadas, use agua caliente con jabón y luego enjuague con una solución que contenga 2 cucharadas de cloro, por

cada galón de agua. Puede usar un desinfectante de aceite de pino y repetir el proceso de ser necesario.

## ¿Qué haré con los muebles?

Los tapizados de los muebles absorben los contaminantes que se encuentren en el agua de inundación. Los muebles deben ser limpiados solamente por profesionales en esta área.

Así mismo debe ser con las alfombras y los juegos de cuartos. A menos que sus muebles sean antigüedades o muy valiosos, éstos deben botarse una vez han sido empapados por la inundación.

## Artículos de Cocina

- Bote los artículos o envases plásticos o porosos que probablemente hayan absorbido toda la contaminación contenida en el agua de inundación.

- Lave todos los platos, tazas, vasos, etc. con agua, jabón y desinfectantes.

- Seque los platos al aire, no los seque con trapos u otra clase de paño.

- No use la lavadora de platos hasta asegurarse que el equipo está en condiciones, que éste ha sido lavado y desinfectado y que el agua que proviene por la tubería es potable.

## Alimentos

- Bote todo alimento que haya estado en contacto con el agua de inundación.

- Incluso, bote los alimentos enlatados que se han mojado du-

rante la inundación, ya que no hay forma de estar absolutamente seguro que el alimento sigue siendo apto para consumo.

### ¿Cómo limpiaré la ropa, ropa de cama y... ?

#### Ropa / toallas

- Sacuda o cepille el fango o sucio.
- Lave con agua y jabón y desinfecte varias veces, no use agua caliente, para evitar que las áreas con lodo se tornen rojas o amarillas.
- Si las manchas de lodo permanecen utilice cloro para las

- Las manchas de moho pueden lavarse con jugo de limón, sal y una cucharada de cloro diluido en una pinta de agua clara y tibia.

#### Lavado de Ropa en Seco

Lleve toda la ropa cuya etiqueta indique lavado en seco a la lavandería ("dry cleaning")

#### Ropa y artículos de Cama

##### Colchones ("mattress")

- Si el colchón es de calidad, llévalo a desinfectar/esterilizar a una compañía que ofrezca este servicio, pues se requiere un proceso de limpieza especializado. De lo contrario compre uno nuevo.

- Antes de usarlo cubra el colchón con bolsas o una lona plástica.

##### Almohadas de Plumas

- Remueva el sucio de la superficie.

- Descosa uno de los lados de la funda y cambie las plumas a una funda limpia de lino, muselina o algodón.

- Aplique una solución de almidón dentro de la almohada que contiene las plumas, y lávelas con agua tibia y jabón, repita el procedimiento si es necesario.

- Exprima bien y ponga la almohada a secar al aire libre. Luego de que esté seca cambie nuevamente las plumas a otra funda limpia y cosa el lado abierto en ésta.

##### Almohadas de Fibra Sintética

- Remueva el sucio de la superficie.

- Lave a mano, con agua y jabón para que desinfectante.

- Cambie el agua de jabón de ser necesario y enjuáguelas con agua tibia, tres veces.

- Descosa unas pulgadas en uno de los lados y vire los borde hacia dentro, exprima el exceso de agua, y entonces hilvane o sujete con imperdibles.

- Sáquelos al aire libre y tiéndalos en cordeles o séquelos con un abanico eléctrico dentro de una habitación.

- Si utiliza una secadora, eche toallas de baño para que éstas



Figura 66: Por los ríos fluye agua con velocidad y violencia.

piezas blancas. También, existen blanqueadores para la ropa de color.

- Siga las instrucciones que aparecen en las etiquetas de los blanqueadores y desinfectantes, de acuerdo al tipo de ropa o tela.

- Si se ve precisado a utilizar el colchón, temporalmente, raspe el sucio y sáquelo al sol para que seque. No obstante, recuerde que en el interior de éste se pueden desarrollar hongos y bacterias que podrían afectar su salud.

absorban el agua. Séquelas por espacio de 2 horas.

### *Almohadas de Goma de Uretano*

- Quite la funda y remueva el sucio.
- Siga las instrucciones del fabricante, si algunas.
- De lo contrario, dentro de la bañera remoje en agua fría y más tarde lávelas con jabón y agua tibia. Luego enjuáguelas y comprímalas para escurrirles el agua.
- También puede lavarlas en la máquina, en ciclo suave/delicado, con agua tibia y desinfectante.

- Comprima el exceso de agua, séquela con una toalla o tiéndalas al aire libre. No las seque en secadora.

### *Sábanas, colchas, cubrecamas*

- Sacúdalas o cepille para sacar el sucio.
- Lave las sábanas o colchas, una a una, por separado.
- Siga las instrucciones del fabricante que aparecen en la etiqueta.
- Si no trae instrucciones, remójelas en agua tibia durante 15 minutos.
- Cambie el agua sucia por agua limpia con detergente suave y desinfectante. Mientras más lodo tenga más lavadas necesitan.
- Enjuague en agua limpia, varias veces.
- Exprima el exceso de agua y cuélguelas en los cordeles para

ropa o utilice la secadora.

- Luego de secas, cepíllelas para acondicionar la tela, finalmente pláncuelas.

- Para cubrecamas livianas, siga instrucciones que le incluye el fabricante, séquelas al sol para eliminar los malos olores.

- Cubrecamas gruesas deben lavarse por separado.

### **¿Cómo puedo secar documentos importantes y valiosos?**

Seque los libros y papeles poco a poco.

Separe las páginas en cada libro.

Séquelos con un abanico, así evitará que les dé hongo.

Si los libros están húmedos, apriete el libro para que las páginas no se arruguen.

Si están demasiado de húmedos,

rocíelos con almidón de maíz (maicena) y deje por varias horas para que ésta absorba la humedad, luego cepíllelos.

Cuando los libros o papeles estén casi secos, entonces pláncuelos a baja temperatura y separe las páginas para evitar el mal olor.

Una vez estén secos, sujete los libros con abrazaderas para que éstos mantengan la forma.

### **El Jardín**

A medida que bote cosas de la casa o el patio, no convierta el jardín en un basureo. Busque un lugar apropiado para disponer de la basura y los escombros.

La grama suele sobrevivir hasta por unos 4 días aunque haya estado sumergida en agua. Algunos tipos de gramas resisten una inundación de agua salada.

Puede ser que tenga que reemplazar el césped si el barro acumulado es de más de una pulgada



Figura 67: Artículos del hogar destruidos por la inundación.

de grosor, si hay erosión del terreno o el agua de inundación contiene sustancias químicas.

## PROGRAMAS DE ASISTENCIA POR DESASTRE

Existen numerosos programas federales, estatales y de diversas organizaciones de servicios voluntarios que proveen asistencia luego de un desastre. Los programas de asistencia federal, en particular, están disponibles solamente para las personas que residen en las áreas que sean declaradas oficialmente como zona de desastre por el Presidente de los Estados Unidos.

FEMA y la Cruz Roja Americana establecen diferentes centros de servicios a través de los municipios afectados, a los cuales usted podrá acudir para recibir ayuda si cualifica. Estos centros de información y servicios representan un esfuerzo de parte del Gobierno Federal, Cruz Roja y de otras organizaciones para poderle resolver los problemas que se le presentarán, ante una situación de desastre y que usted necesitará resolver.

Los programas de asistencia incluyen:

### Asistencia de Vivienda por Desastre

- Departamento de la Familia

Provee subvención a individuos y familias que no pueden sufragar los gastos necesarios relacionados al desastre y que no están cubiertos por seguros u otros programas de asistencia. Este programa es administrado por el Gobierno de Puerto Rico.

- FEMA

Provee ayuda a individuos y familias cuyos hogares fueron afectados o destruidos. Las ayudas consisten en alquiler de vivienda alterna o ayuda económica para hacer las reparaciones de emergencia necesarias y para que el hogar sea habitable y seguro.

### Asistencia de Desempleo por Desastre

- Departamento del Trabajo

Beneficios de compensación por desempleo semanal estarán disponibles para aquellos individuos desempleados por causa del desastre. Estos beneficios incluyen a las personas que trabajan por cuenta propia, dueños de fincas y personas que no están cubiertos bajo el programa regular de desempleo.

### Préstamos Personales por Desastres, para el Hogar

- Administración de Pequeños Negocios

Préstamos están disponibles para propietarios e inquilinos para reconstruir o reemplazar propiedad personal que no está asegurada.

### Artículos de Primera Necesidad

- Cruz Roja Americana

Esta organización provee ayuda de emergencia, tales como: ropa, ropa de cama, comida, equipo ocupacional, etc. Además de asistir en los refugios.

### Información Sobre Seguros

- Comisionado de Seguros

Asistencia y/o consejería para obtener copia de pólizas perdidas,

someter querellas, apelaciones y otros asuntos relacionados con sus seguros.

### Servicios al Consumidor

- Departamento de Asuntos del Consumidor

Consejería relacionada a los problemas del consumidor, tales como: escasez de productos, control en precio a artículos de primera necesidad y en servicios esenciales para la reconstrucción, engaños y fraudes.

### Servicios para Persona de Edad Avanzada

- Oficina Asuntos del Envejeciente

Provee transportación, alimentos, ropa, cuidado en el hogar y ayuda en el proceso de solicitar asistencia para las personas de edad avanzada.

### Servicios para Personas con Necesidades Especiales

- Oficina del Procurador para Personas con Impedimentos

Provee servicios especializados para la comunidad de personas impedidas y aseguran el cumplimiento de la ley ADA.

### Asistencia de Emergencias

- Organizaciones Voluntarias

Comestibles y/o productos de urgencia, ropa, asistencia médica de emergencia para individuos y familias, etc. de parte de diferentes agrupaciones voluntarias.

Todo desastre que provoque necesidades humanas recibirá ayuda de las agencias activas en desastres. No obstante, solamente cuando haya una declaración

presidencial, FEMA coordinará la respuesta de las agencias federales pertinentes y abrirá los centros de servicios. Sin embargo, la Cruz Roja Americana y las Organizaciones Voluntarias no necesitan que haya una declaración presidencial para ofrecer su asistencia, y establecerá centros de ayuda aparte de FEMA.

## Donaciones

Las víctimas de un desastre necesitarán de nuestra ayuda. No obstante, investigue que es lo que necesitan antes de hacer alguna donación.

Usualmente, la prensa, radio y por la televisión se anunciarán los artículos más necesarios y dónde estarán los centros de recolección.

Evite donar bebidas alcohólicas, comidas perecederas, artículos deteriorados o productos cuya fecha de expiración ha pasado.

Done agua embotellada, comidas no perecederas, linternas, artículos para niños y para bebés, enseres, materiales para la reconstrucción de hogares, etc.

## Servicios Legales

- Servicios Legales de Puerto Rico

Si a consecuencia de un desastre usted enfrenta problemas legales y no tiene los recursos para pagar los servicios de un abogado, en Servicios Legales de Puerto Rico le pueden ofrecer estos servicios, si cualifica.

La asistencia legal puede incluir:

- Asistencia en reclamaciones a seguros (seguros de propiedad



Figura 68: Una limpieza rápida acelera la recuperación.

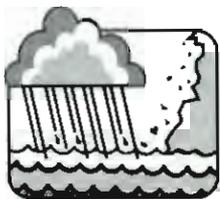
por inundación, huracán, etc., seguros de vida, seguros de salud).

- Asesoramiento en problemas de relaciones propietario/inquilino.
- Asistencia con contratos de servicios de reparación.
- Asistencia con asuntos del consumidor.
- Ayuda con reemplazos de documentos legales importantes.
- Referidos para otras agencias de gobierno u otros proveedores de asistencia legal que le puedan dar ayuda si su situación es complicada.

## Beneficios Contributivos

- Departamento De Hacienda

Si su propiedad sufrió daños o pérdidas y está localizada en una de las áreas declaradas como zona de desastre para recibir ayuda federal, usted puede ser elegible para deducciones contributivas importantes (por pérdidas). Consulte a un contador público autorizado sobre los beneficios contributivos por pérdidas en desastres o solicite información en el Departamento de Hacienda.



## V. Medidas para Reducir o Mitigar los Daños Causados por las Inundaciones

### A. Técnicas de Diseño y Construcción a Prueba de Inundaciones

#### Proceso de Selección

Cada alternativa para construir medidas a prueba de inundaciones contiene propiedades individuales que las distinguen de las demás. Estas determinan si una alternativa es o no viable para un determinado proyecto. Estas características pueden ser divididas en tres grupos: características de inundación, del sitio y de la estructura.

De las características de una inundación los parámetros más importantes son los siguientes:

- profundidad del agua
- velocidad de flujo
- razón de aumento de niveles de agua
- duración del evento de inundación
- transporte de sedimentos y escombros

Estas propiedades se determinan desarrollando estudios hidrológicos e hidráulicos (H/H) detallados por un especialista y siguiendo las normas y guías provistas por ARPE, la Junta de Planificación, FEMA y otras agencias que reglamentan éstos.

Las dos (2) características de sitio más importantes se refieren a la

localización del proyecto con respecto al cauce mayor del canal o a las zonas costeras, y a las propiedades mecánicas del suelo. Con respecto a la zonificación del proyecto, se puede adquirir información en la Junta de Planificación de Puerto Rico. Por otro lado, la información sobre el terreno se determina mediante un estudio geotécnico de Conservación de Suelos y de manera más específica, utilizando los servicios de una firma de profesionales en geotecnia.

Con respecto a las características de la estructura, las más importantes son: el tipo de zapata o cimiento, el tipo de estructura, las características de los materiales y el estado existente de la estructura. Para ello se deben consultar los planos originales de la obra y/o los ingenieros que diseñen la estructura.

#### Nivel de Protección

Dado que la profundidad de inundación varía según la localización, las agencias pertinentes han determinado el alcance de los niveles de agua en un punto en particular basado en un evento de lluvia de recurrencia estándar. A esta profundidad se le conoce como nivel base de inundación o BFE por sus siglas en inglés. Los BFE de Puerto Rico están descritos en los mapas de inundación tanto de FEMA como de la Junta de Planificación. El BFE está basado en la magnitud de un evento de inundación de recurrencia de cien (100) años.

Aunque no es un requisito, las diversas medidas de protección aquí discutidas deben considerar los niveles de elevación según descritos por el BFE. Esto provee un beneficio en términos de disminuir la probabilidad de que ocurran daños excesivos en su propiedad. Sin embargo, todo esto debe ser visto

objetivamente considerando los costos envueltos y la viabilidad del proyecto.

Las inundaciones moderadas tienen profundidades de tres (3) a seis (6) pies. Estas pueden causar la destrucción de un edificio y cobrar vidas debido a las grandes fuerzas envueltas en la misma. Las inundaciones profundas son aquellas cuyo nivel de agua es mayor de seis (6) pies.

La frecuencia de las inundaciones es un factor muy importante en la determinación del mejor método para proteger una estructura. Esta se define como la probabilidad de que la magnitud de un evento aleatorio (la inundación) sea igualado o excedido en un año en particular. Esta frecuencia puede ser determinada estadísticamente mediante el uso de datos históricos.

Una zona inundable está sujeta a inundaciones de diferentes niveles, siendo más frecuentes aquellas de menor profundidad. La frecuencia estándar que se utiliza es el nivel de inundación que tiene un (1) por ciento de oportunidad de ser igualado o excedido en un año dado. Esta inundación tiene una recurrencia de cien (100) años. La recurrencia o período de retorno significa el período de tiempo promedio en años en que la magnitud de un evento hidrológico (inundación) es igualado o excedido. El término, contrario a lo que muchos creen, no implica que ese nivel de inundación ocurre una vez cada cien (100) años. Este sólo es una herramienta estadística utilizada para estimar el riesgo de los niveles de inundación. La inundación de cien (100) años se espera que ocurra con menor frecuencia que una cincuenta (50) años, igualmente la magnitud del primero es mayor que el segundo, pero no necesariamente el doble.

La elevación de inundación base se publica en el Mapa de Tasas de Seguros de Inundación ("Flood Insurance Rate Map") una vez se establece su valor. Estos mapas delimitan las zonas y magnitudes de riesgos asociados a la inundación base. Los mismos son impresos y publicados por FEMA. Si el mapa no presenta información suficiente para determinar el BFE de un área específica se debe consultar a las agencias o especialistas correspondientes para determinar el mismo.



Figura 69: Elevación por Relleno de una Estructura

## Velocidad del Agua

La velocidad del agua tiene una relación directa con los esfuerzos aplicados a las estructuras por las aguas de inundación. No sólo el agua ejerce sus esfuerzos hidrostáticos debido a su peso, sino que también ejerce momentum debido a la inercia de su masa. Adicional a esto, la velocidad del agua determinará la fuerza de impacto contra estructuras de objetos y escombros que sean arrastrados por la corriente.

Inundaciones con flujo de agua lento, se definen como aguas a velocidad de menos de tres (3) pies por segundo. Estas, generalmente, no representan problemas significativos. Según aumenta la velocidad del agua,

mayor es la presión ejercida sobre un objeto estacionario.

Corrientes rápidas de sobre cinco (5) pies por segundo pueden erosionar los suelos severamente. Los suelos arenosos son fácilmente erosionados a velocidades cerca de los dos (2) pies por segundo. Si el suelo sostiene las fundaciones de alguna estructura, la erosión y la socavación del mismo puede propiciar la falla estructural de la misma y su colapso. Estas fuerzas son capaces de arrastrar una estructura fuera de su fundación.

Debido a que no hay un método fácil para determinar las velocidades potenciales de una inundación, se utilizan datos históricos y modelos matemáticos para simularlas. Es importante entender que la velocidad del agua en un río es función de la

naturaleza de la sección transversal de un tramo en particular. Igualmente, la velocidad del agua varía longitudinalmente en el río.

## Razón de Crecimiento

La razón de crecimiento del nivel de agua es el factor más importante para determinar el tiempo disponible para alertar a la población sobre el advenimiento de una inundación. Se llama razón de crecimiento a la rapidez con que el nivel de agua aumenta en un punto en el río durante una inundación. Mientras más rápido crece una inundación, menos tiempo hay para alertar a las personas y poner en vigor planes de evacuación de emergencia.

## Descripción General de las Medidas a Prueba de Inundación

Existen varias alternativas de proteger una propiedad utilizando una o varias de las medidas a pruebas de inundación conocidas. Estas varían desde las más simples y económicas hasta sistemas muy avanzados y especializados. A continuación se discuten varias alternativas de mitigación a los riesgos de inundaciones, las cuales han resultado ser útiles y efectivos universalmente.

## Elevación de la Estructura

Esta alternativa consiste en levantar la estructura o propiedad sobre los niveles esperados de elevación de agua. El método a utilizarse dependerá de las condiciones particulares de cada propiedad, como por ejemplo, la elevación esperada del nivel de inundación en esa localización, el tamaño y tipo de estructura, y la capacidad de sustentación de los suelos, entre otros.

Uno de los métodos consiste en elevar la estructura a través de la extensión de las fundaciones, añadiendo una serie de paredes cimentadas en las zapatas originales de la estructura. Este método es usualmente considerado cuando la elevación del nivel de agua es moderada y su velocidad es razonablemente lenta.

Otro caso lo es el descrito en la figura 69 donde se protege un almacén de los niveles de inundación mediante la elevación de la estructura sobre relleno compactado.

Algunos métodos análogos a éste incluyen la elevación a través de postes, columnas o pilotes. La figura 70 presenta un ejemplo de una residencia elevada en columnas. Esta alternativa es generalmente utilizada cuando la elevación del nivel de agua y las velocidades del flujo de agua son moderados. Este método es efectivo debido a que el paso del agua no es obstruido por los elementos de soporte de la estructura. Sin embargo, esto requiere considerar la posibilidad de socavación de las fundaciones y el comportamiento del subsuelo bajo condiciones de saturación.

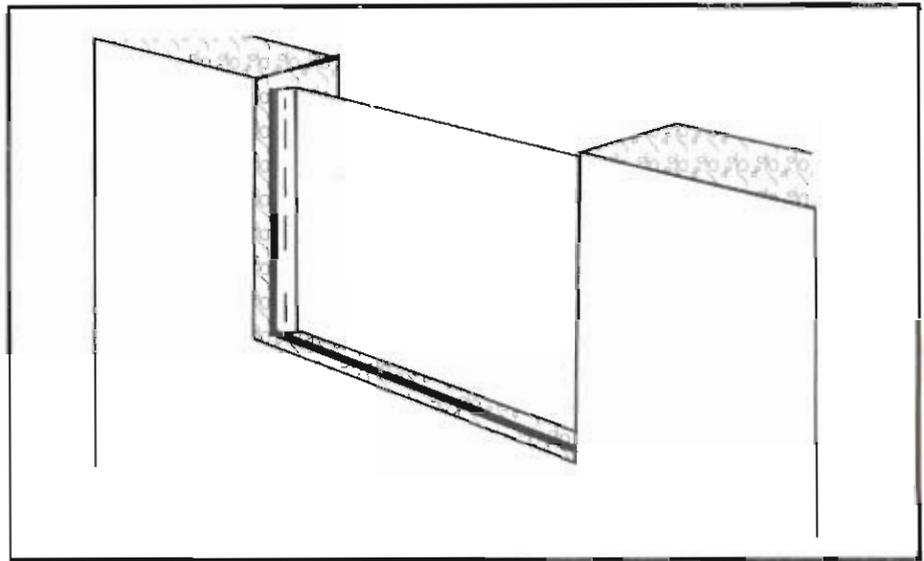


Figura 70: Aplicación de Cerradura en Puerta

Los métodos de elevación de estructuras por postes o columnas son generalmente favorecidos dado que no requieren de la adquisición u ocupación de más propiedad para acceder las estructuras una vez elevadas. Sólo requieren de algún medio como una escalera externa para llegar a ellas. Este no es el caso para aplicaciones de elevación por relleno debido a que usualmente requiere de la ocupación de mayor área para dar acceso a la estructura.

Sin embargo, esta medida es más fácil de aplicar en nuevas construcciones que aquellas existentes.

### Diques

Una posible alternativa para aislar una estructura en una zona inundable lo es la construcción de diques a lo largo del perímetro de los límites de

una propiedad. Esta consiste en la construcción de una barrera hecha de suelo compactado y usualmente impermeable (arcilloso) que permite aislar una propiedad del embate de las aguas. Esto se recomienda en situaciones donde la elevación del nivel de agua es relativamente bajo y su velocidad del flujo es lenta. Esta alternativa resulta ser una de las más económicas y viables, aunque requiere de mucho cuidado y supervisión durante la construcción y el mantenimiento de la misma.

### Cerraduras

Las cerraduras son aditamentos utilizados principalmente en puertas y ventanas para impermeabilizar un área en particular de una propiedad. También se refiere a los medios de separación utilizados en conjunto con los diques y paredes de inundación en aquellas zonas particulares que proveen acceso a la parte contenida dentro de una de estas barreras. Las figuras 71 a la 76 presentan variantes de métodos de cerraduras.

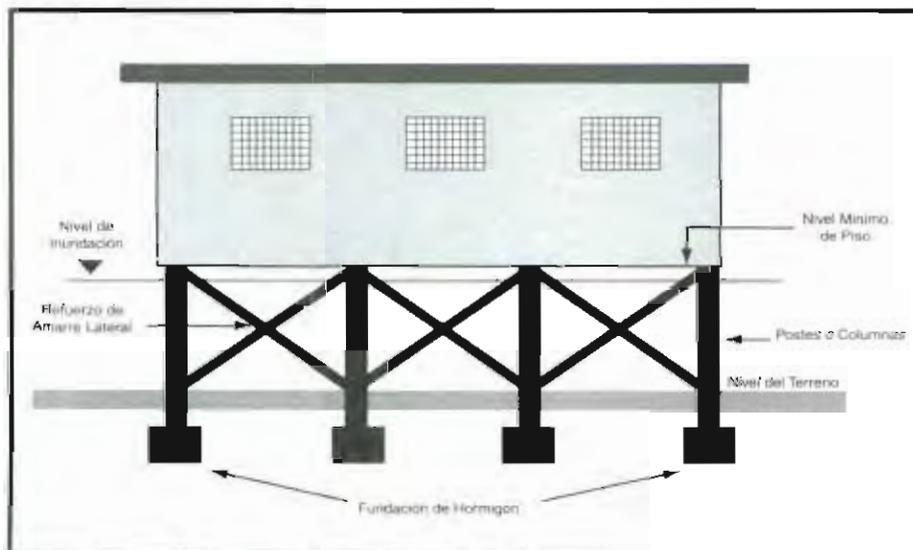


Figura 71: Distribución de Postes en una Fundación Elevada

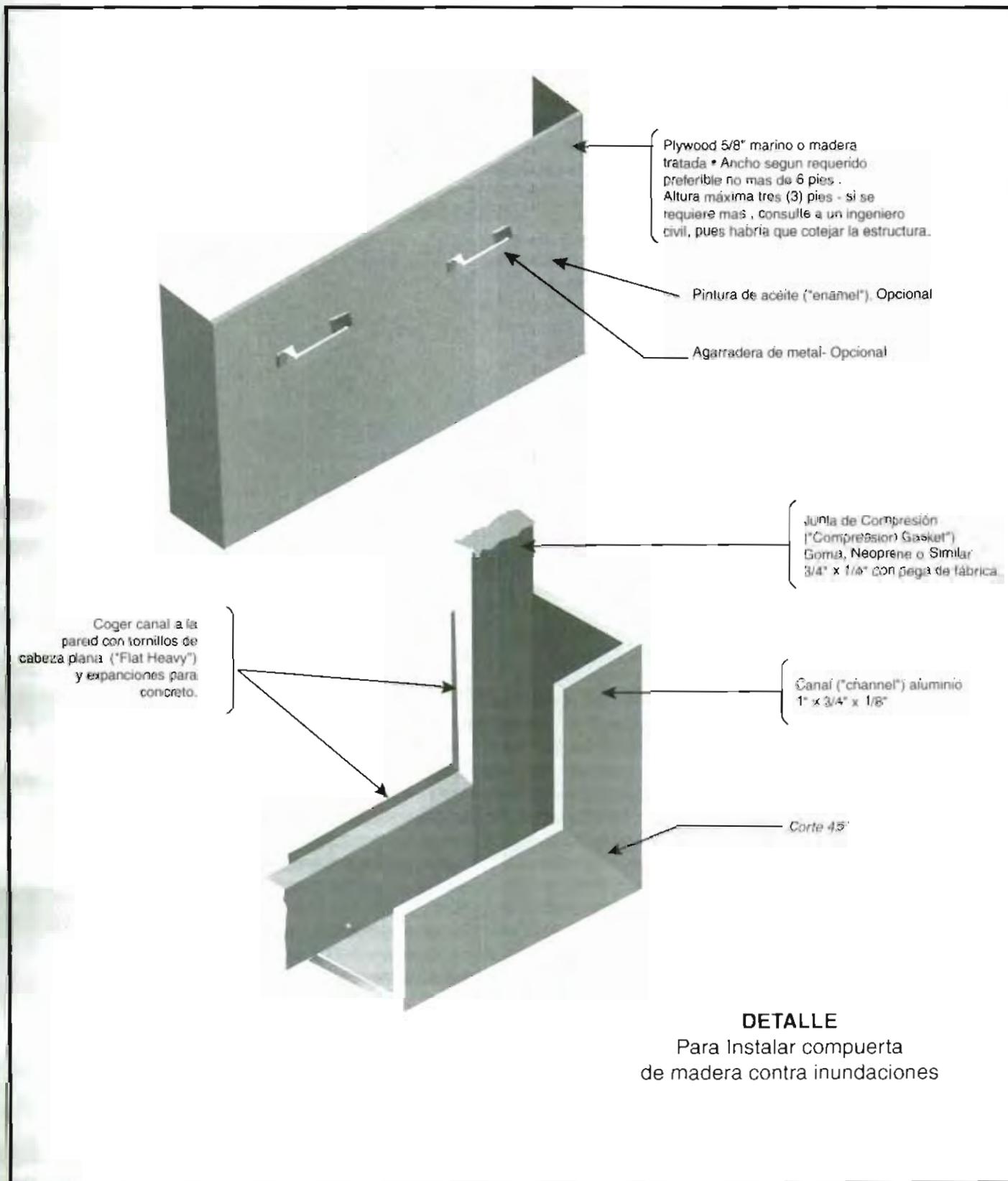
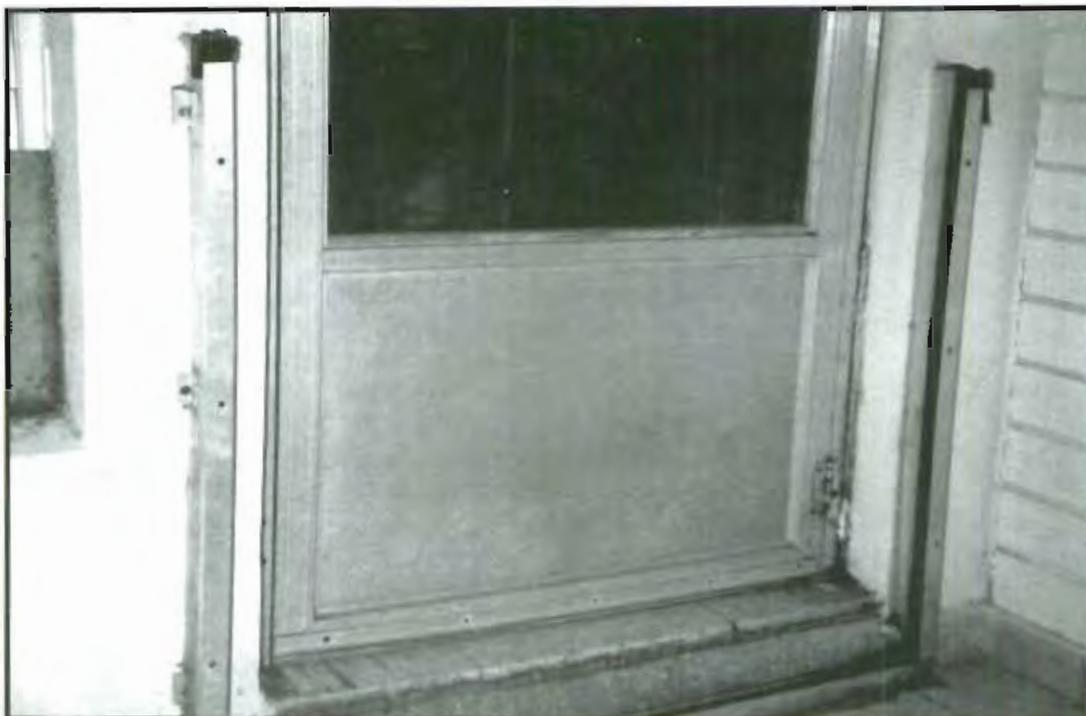


Figura 72. Detalle para instalar compuerta de madera contra inundaciones



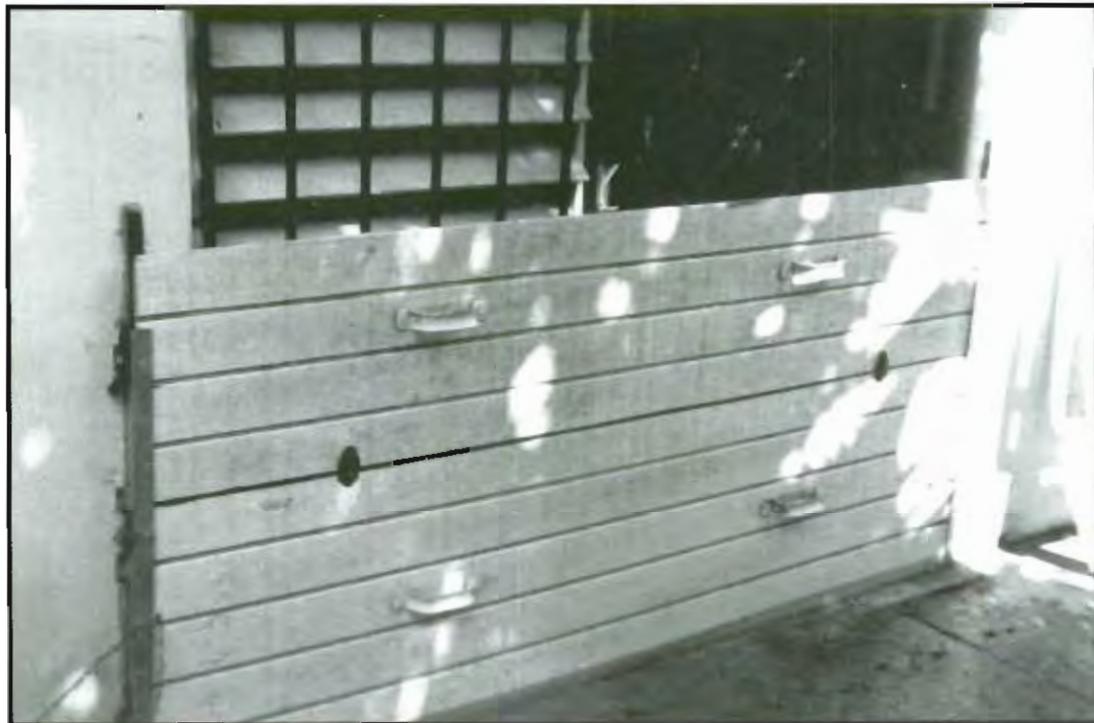
*Figura 73: Canal para instalar compuerta de madera.*



*Figura 74: Compuerta de madera instalada.*



*Figura 75: Instalación de otra compuerta de madera contra inundaciones.*



*Figura 76: Otra compuerta de madera ya instalada.*

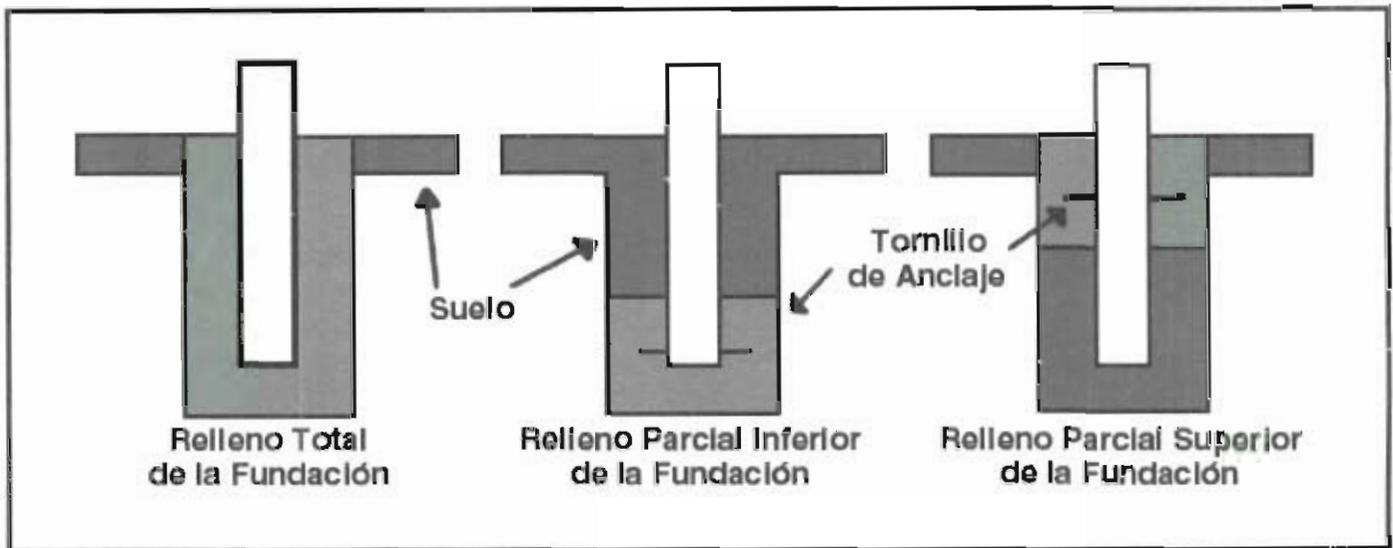


Figura 77: Relleno en Hormigón Para Fundaciones de Postes

Una de las medidas más comunes para proteger una estructura liviana de los daños causados por inundaciones, típicamente de madera, es la elevación de la propiedad a niveles sobre la profundidad de agua esperada de un evento de inundación. Este método protege efectivamente todas las áreas habitables de la propiedad.

Una estructura liviana podría ser elevada utilizando un sistema de vigas de acero apuntaladas a lo largo de sus cimientos. Con ellas la propiedad puede ser elevada uniformemente hasta el nivel necesario utilizando gatos hidráulicos conectados en sus extremos (vigas). Una vez la estructura está elevada, se procede con la construcción de nuevas fundaciones que sostengan la propiedad en estos niveles y que soporten las presiones del agua.

Aunque este procedimiento es similar para todos los métodos de elevación, la apariencia y servicialidad de la nueva obra estará en función del método empleado (postes, pilotes o paredes).

Se debe recordar que el proceso de elevación de una estructura representa una etapa final dentro del proceso decisional de alternativas de protección. El uso de este método debe estar sustentado por la viabilidad de operación, las condiciones de la estructura, el tiempo de trabajo y los costos envueltos.

Cabe señalar que en Puerto Rico, la elevación de una estructura por estos métodos no es común. Esto implica que la disponibilidad de recursos técnicos y humanos con experiencia en este método puede ser limitada. Sin embargo, la aplicación de esta técnica es reconocida y viable para la mayoría de las estructuras livianas.

La elevación de una estructura provee una serie de ventajas en comparación con otras medidas. Al estar la estructura sobre los niveles de inundación, no se requiere de la intervención humana bajo emergencia para preparar una estructura que resista los efectos de un evento significativo de inundación. Esto provee tiempo al propietario para atender otras necesidades que

surgen en estas circunstancias. Adicionalmente, la elevación a la que puede localizarse una residencia es únicamente limitada por el tipo de método seleccionado. Esto lo hace una de las medidas disponibles más flexibles y económicas.

A continuación se presenta una descripción de las diversas técnicas de elevación de una propiedad y de las consideraciones de diseño asociadas a cada una de ellas.

## Elevación por Relleno (Movimiento de Tierra)

Algunas estructuras pueden ser levantadas hasta alcanzar niveles mayores a la profundidad de agua mediante el uso de un relleno de suelo estructural. Sin embargo, existen restricciones asociadas a la localización de la propiedad con respecto al cauce de un río que limitan la aplicación de esta técnica. La utilización de rellenos para incrementar la elevación final del piso de una estructura y las propiedades dentro de la Zona I de inundación podrían causar aumentos de los niveles de agua aguas arriba de la propiedad.

Si la estructura se encuentra fuera de esta zona, o si se puede demostrar que el relleno no afectaría adversamente los niveles de agua en los alrededores (requiere de un estudio hidrológico e hidráulico), entonces se podría construir efectivamente un relleno. Esta condición aplica tanto a estructuras nuevas como existentes.

Existen consideraciones que deben ser contempladas al preparar un relleno para elevar una residencia. Entre ellos se encuentra la resistencia y la estabilidad de la sobrecarga, el diseño y el mantenimiento de la obra.

### Estabilidad de la Sobrecarga

Debemos recordar que el uso de relleno para levantar una propiedad no tan sólo envuelve el que la propiedad descansa sobre los componentes de este sistema, sino que el relleno a su vez imparta su peso a las capas del subsuelo que la sostienen. Es por esto que el diseño preliminar de un relleno debe incluir un estudio geotécnico que describa las condiciones existentes del suelo natural y del material a utilizarse como relleno. Esto provee para una predicción de los posibles asentamientos que ocurran en el área y a su vez provee. Una idea sobre la resistencia del suelo a los esfuerzos esperados.

El material a utilizarse para un relleno debe ser diseñado y generalmente consiste de una combinación de arena y grava de buena gradación con un pequeño porcentaje de material arcilloso fino para proveer cohesividad. Estas mezclas usualmente caen dentro de una clasificación A-2-4 ó A-2-6, siguiendo los criterios establecidos por la Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y

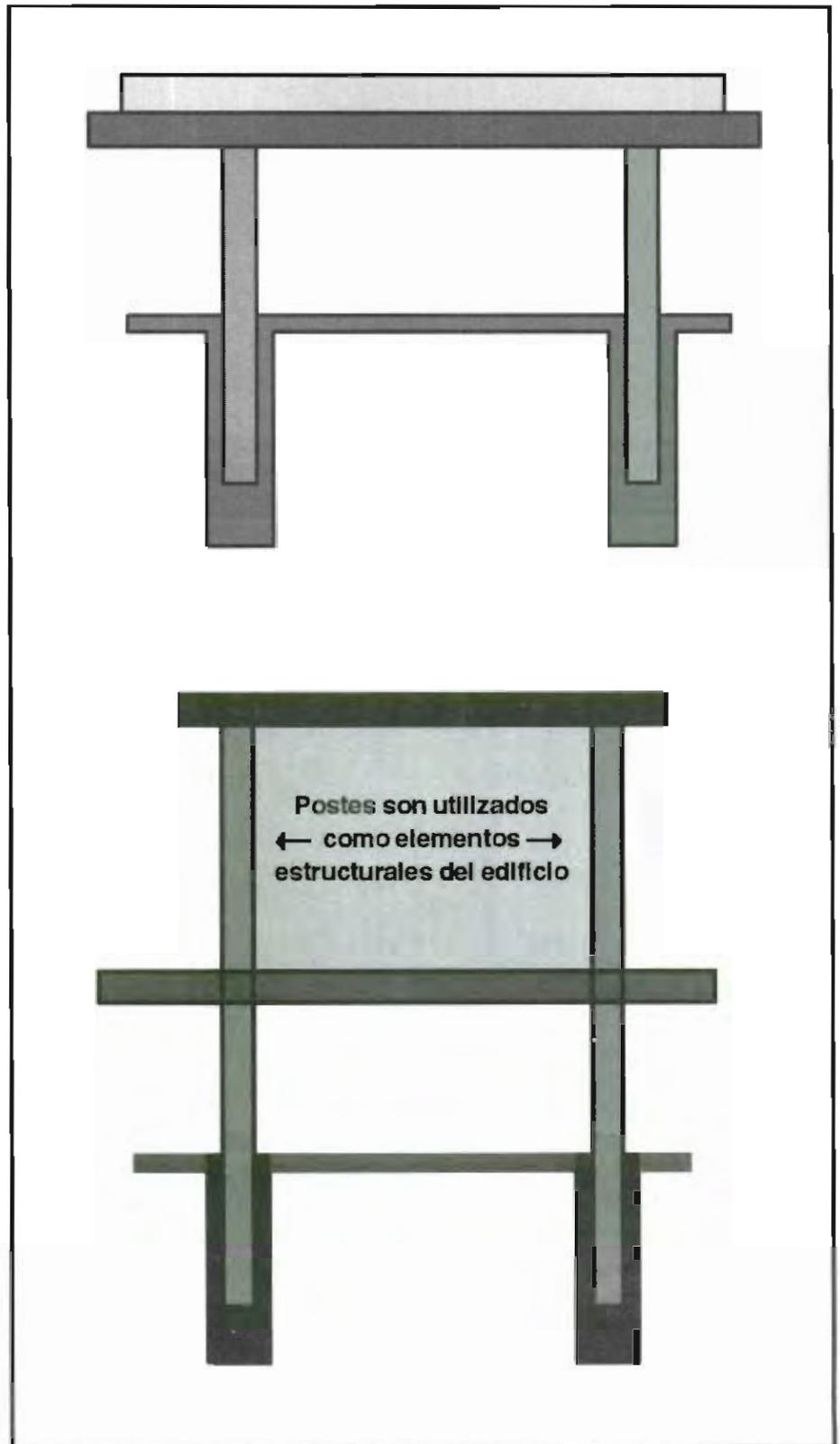


Figura 78: Postes como Marco de Estructura

# MEDIDAS PARA REDUCIR O MITIGAR LOS DAÑOS CAUSADOS POR LAS INUNDACIONES

Transportación (AASHTO por sus siglas en inglés). Por otro lado, el uso de material orgánico, expansivo y/o uniforme en tamaño debe ser evitado para este tipo de obra.

La colocación del relleno debe seguir un proceso secuencial donde se deposite el material en capas no mayores de diez (10) pulgadas de espesor. Estas capas deben ser compactadas utilizando la densidad máxima del material y su estado de humedad óptimo. Estos parámetros son determinados por un ingeniero de suelos y materiales debidamente certificado para ello.

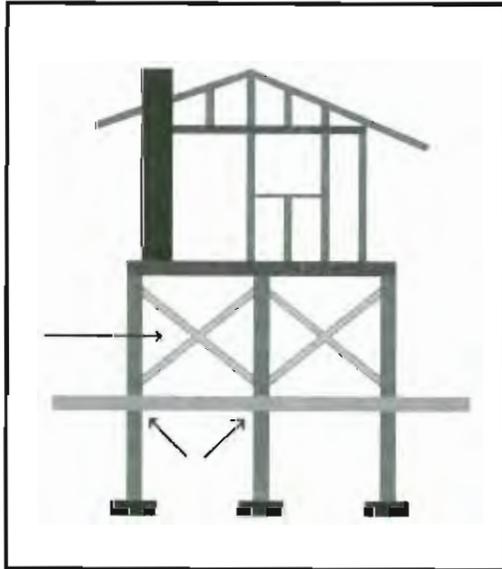


Figura 79: Aplicación de Postes en Excavaciones Perforadas con Cimientos en Hormigón

## Mantenimiento del Relleno

El mantenimiento necesario para este tipo de medida está en función de su buen diseño y construcción, de la velocidad del agua en sus alrededores y de la frecuencia de los eventos de lluvia. El mantenimiento preventivo es necesario, en adición al mantenimiento correctivo.

## Elevación por Postes, Pilotes y paredes.

En situaciones donde no sea posible el levantamiento de una estructura por medio de relleno, o que el espacio bajo una estructura elevada se requiera para algún propósito (por ejemplo, estacionamientos), la elevación de una estructura sobre el nivel de profundidad puede lograrse mediante un sistema de pilotes, paredes o columnas.

Estos sistemas pueden ser construidos utilizando varios materiales. Sin embargo, el uso de hormigón y bloques reforzados es favorecido entre los disponibles por su alta resistencia y durabilidad.

## Columnas o postes

La elevación utilizando postes puede ser una alternativa viable para la elevación de una estructura sobre el nivel de inundación. Los postes pueden ser elementos hechos de madera, acero u hormigón. Estos son generalmente instalados en excavaciones construidas en los puntos de cimentación.

Una vez construida la excavación se coloca el poste en su centro y se procede a rellenar la excavación con tierra, grava o roca triturada. Sin embargo, este procedimiento funciona siempre y cuando la capacidad de sustentación del suelo sea alta. Los postes o columnas transfieren casi totalmente sus cargas a través de sus puntas o extremos. Estas zonas tienen un área transversal pequeña creando un ambiente de cargas

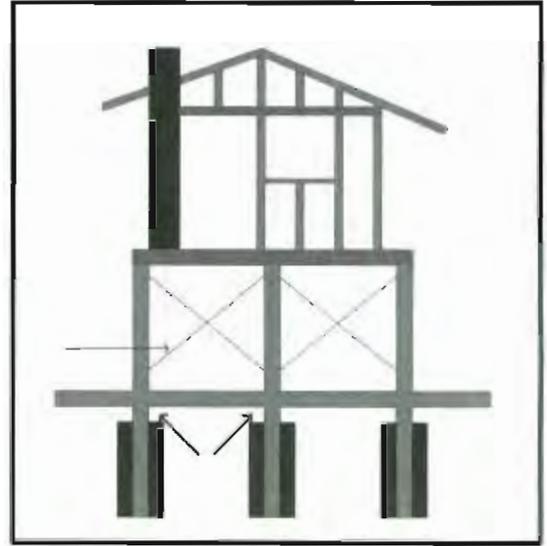


Figura 80: Aplicación de Postes con Relleno en Hormigón

localizadas y concentradas. Es por esto que en suelos donde la resistencia a esfuerzos es limitada, se requiere la utilización de un método de transferencia de cargas más eficiente. Para ello se procede con la utilización de cimientos individuales de hormigón, de un área razonable, en donde se colocan los postes.

La figura 77 presenta ejemplos de relleno de hormigón para la cimentación de los postes. Así se crea una mayor y mejor área de contacto entre el cemento y el suelo. Esto permite disipar esfuerzos de una manera más eficiente. Cualquiera que sea el caso, el proceso de relleno es muy importante dado que de este depende la estabilidad de la estructura y la resistencia al levantamiento de la misma.

Si las condiciones del subsuelo son muy perjudiciales, los postes se pueden anclar utilizando un sistema de pilotes en el área de la punta. Recordemos que el uso de los pilotes como elementos de una fundación intenta transferir esfuerzos de una estructura a estratos de suelo con capacidad de sustentación y que están localizados lejos de la superficie.



Figura 81: Concepto del Uso de Válvulas de Reflujo Instaladas en Tubería Sanitaria de Residencia.

Comercialmente, los postes pueden ser de geometría seccional cuadradas, rectangular o circular. Esto provee para que el uso de este mecanismo no se limite a elementos de carga entre el suelo y el piso de una estructura (plataforma), sino que permite ajustarse a las necesidades arquitectónicas por medio de su instalación como elemento del marco de la estructura, variando del suelo al piso del piso al techo. Esto además, aumenta la resistencia a cargas laterales que pueda recibir la estructura. El número de postes que se requiere será función de las cargas que necesiten ser transferidas al suelo y a las dimensiones transversales de los propios postes.

Las figuras 78 a 80 presentan varias clases de postes que han sido utilizados en este tipo de medida contra daños por inundación.

Sistemas sanitarios domésticos

deben contar con una válvula de reflujo para evitar que las aguas entren a la propiedad a través de esta tubería. La figura 81 presenta el concepto de la utilización de válvulas de reflujo.

El sellar una estructura aumenta dramáticamente las presiones hidrostáticas ejercidas sobre ella. Es por esto que se debe proveer un sistema alternativo de drenaje que logre remover el agua por bombeo lo más pronto posible.

### Construcción con Hormigón de Calidad

Una mezcla de hormigón impermeable puede ser obtenida utilizando una razón más rica de cemento y una distribución más fina de agregados. La consistencia del hormigón debe ser rígida lo cual se puede conseguir con un bajo contenido de agua. La mezcla debe ser cuidadosamente

trabajada según es depositada. La filtración a través de las juntas puede ser prevenida utilizando uniones rellenas de cemento y membranas no corrosivas para el bloqueo de agua. La impermeabilidad de una mezcla de hormigón es mejorada si se le añaden agregados inertes y finos. Su función es la de rellenar los espacios vacíos o vanos con una sustancia insoluble y que prevenga la percolación del agua. Estos materiales pueden también contribuir a que el material sea más manejable durante la construcción.

### Selladores

Las estructuras de hormigón y bloques pueden ser impermeabilizadas si se le aplican selladores a las paredes internas y externas de la estructura. Entre los materiales de sellado más comunes se encuentran los cementos hidráulicos y una variedad de materiales

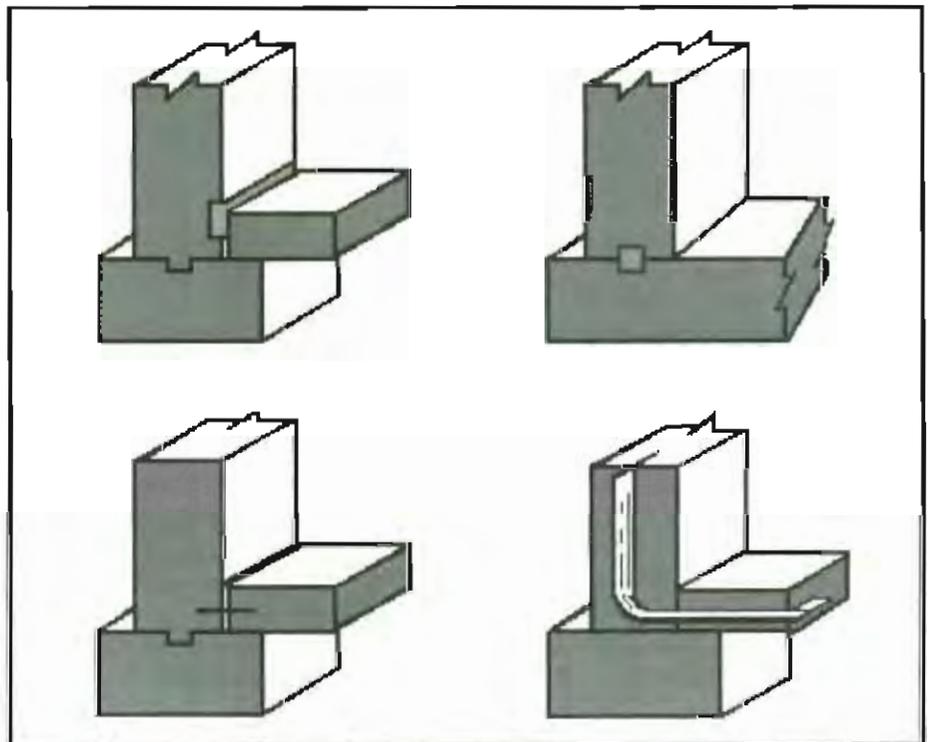


Figura 82: Ejemplos de Juntas y Uniones Impermeables en Estructuras

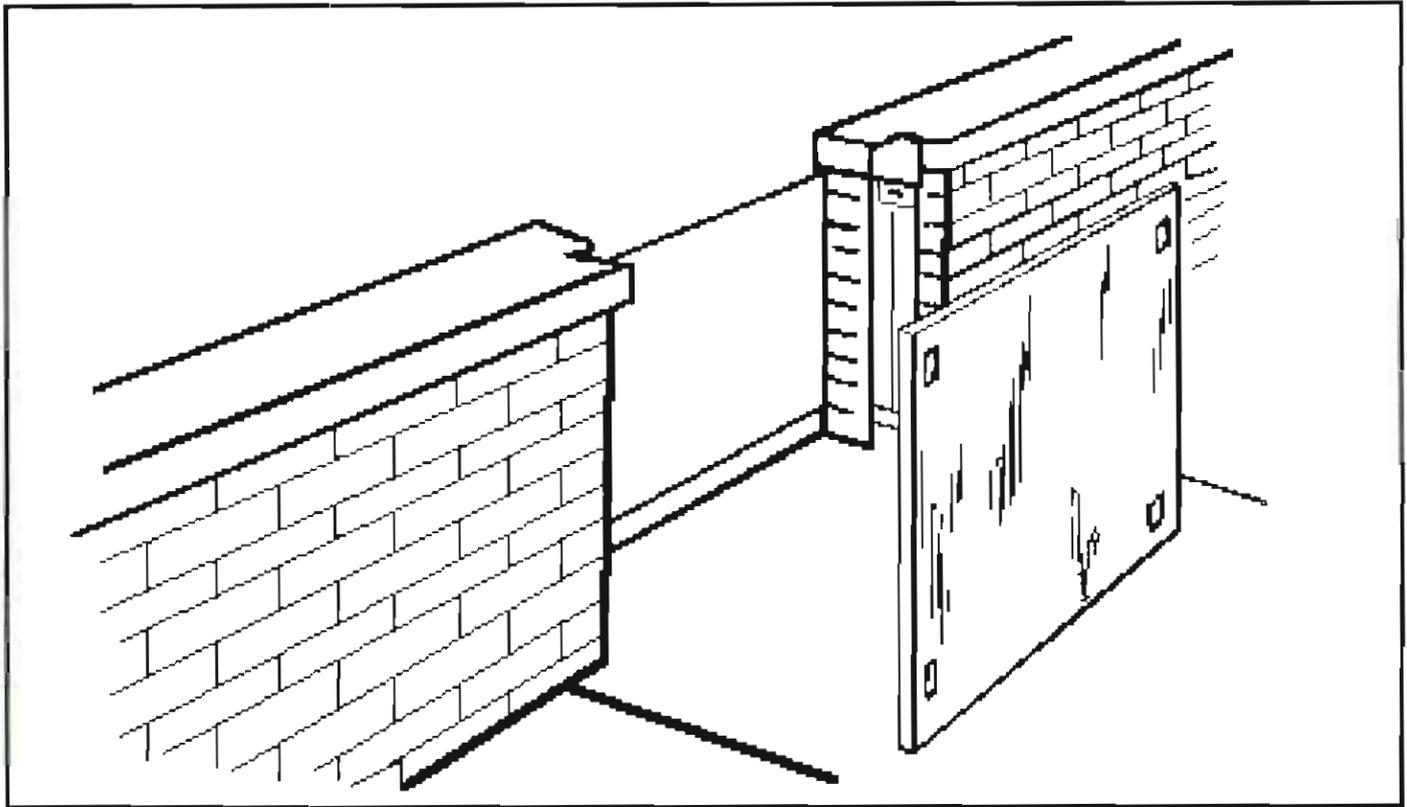


Figura 83: Sellado de la Abertura Mediante Escudo de Inundación

bituminosos (de origen asfáltico). Los selladores también pueden ser utilizados entre elementos estructurales para prevenir la infiltración a través de sus uniones, por ejemplo, entre un piso estructural y la capa de empañetado. La figura 83 presenta varias juntas y uniones impermeabilizadas con sellos y juntas.

## Membranas

El método de impermeabilización de una estructura utilizando membranas consiste en rodear todos los elementos en cuestión con una membrana a prueba de agua. Materiales que comúnmente se utilizan como membrana incluyen láminas de PVC, fieltro y material bituminoso.

Este método es aplicable a todos los tipos de construcción en bloques

y hormigón. Las membranas deben ser continuas y deben protegerse por capas de bloques, concreto o arena para evitar que se dañen. Un edificio existente puede ser impermeabilizado desde adentro aplicando una membrana a los elementos estructurales y luego protegiéndolas con una capa de mezcla de empañetado.

## Cerraduras y Escudos

Las cerraduras y/o escudos deben ser capaces de soportar todas las fuerzas estáticas y dinámicas de una inundación. También, las paredes y elementos estructurales que sostienen las cerraduras deben ser igualmente capaces de resistir estos esfuerzos.

Por otro lado, de cerradura a utilizarse en aberturas en uso no

pueden ser permanentes. Estos deben consistir en placas de algún material resistente que permita sostener los esfuerzos a las cuales va a estar sometido. Por ejemplo, se puede utilizar acero, aluminio y madera tratada. La evidencia en el pasado indica que es más viable preparar un sistema removible que contenga marcos en acero y a los que se le instalen planchas como escudo. Regularmente los escudos son anclados en el lado húmedo de la cavidad de manera que la presión del agua ayude a sellar la abertura. El marco, que usualmente es de metal, debe sostener el escudo en varios puntos (por lo menos tres (3) puntos) para proveer estabilidad al sistema. Los escudos deben ser sujetados mediante tornillos o cualquier tipo de amarre que provea ajuste y permita ser renovado.

A parte de estas medidas domésticas, existen modelos comerciales que son muy efectivos para el propósito de impermeabilizar una estructura. En el mercado se encuentran disponibles puertas corredizas y sobre ruedas que pueden ser neumáticamente selladas. Las mismas suelen estar

construidas en acero estructural o aluminio. Es recomendable que cada sistema de cerradura o seguro sea probado antes de instalarlo. En el caso de los modelos comerciales el fabricante generalmente provee especificaciones de construcción basadas en pruebas realizadas. Para modelos domésticos se recomienda

ensayar un pequeño laboratorio donde se evalúe el sellado de estos elementos considerando establecer procedimientos de construcción y materiales consistentes. La figura 83 es un ejemplo de sellado de la abertura mediante escudo de inundación. La figura 84 presenta un detalle típico de la conexión con tornillo y rosca de mariposa para el anclaje de esta compuerta.

Se deben tomar las medidas pertinentes para el almacenamiento de estos escudos cuando los mismos no estén en uso. Las áreas de almacenamiento de escudos deben estar cuidadosamente diseñadas para asegurar que éstos puedan ser localizados e instalados con un mínimo esfuerzo. En adición, el equipo y herramientas necesarios para su instalación debe estar accesible y localizado en un área de conocimiento común.

Para sistemas complejos de protección es recomendable generar un plan de emergencia que describa no tan sólo la ubicación de escudos y herramientas, sino que indique en detalles los pormenores del procedimiento. Para ello se deben identificar con número y/o colores las diversas partes de los sistemas de escudo. También se debe entrenar al personal a cargo de la instalación de dicho sistema.

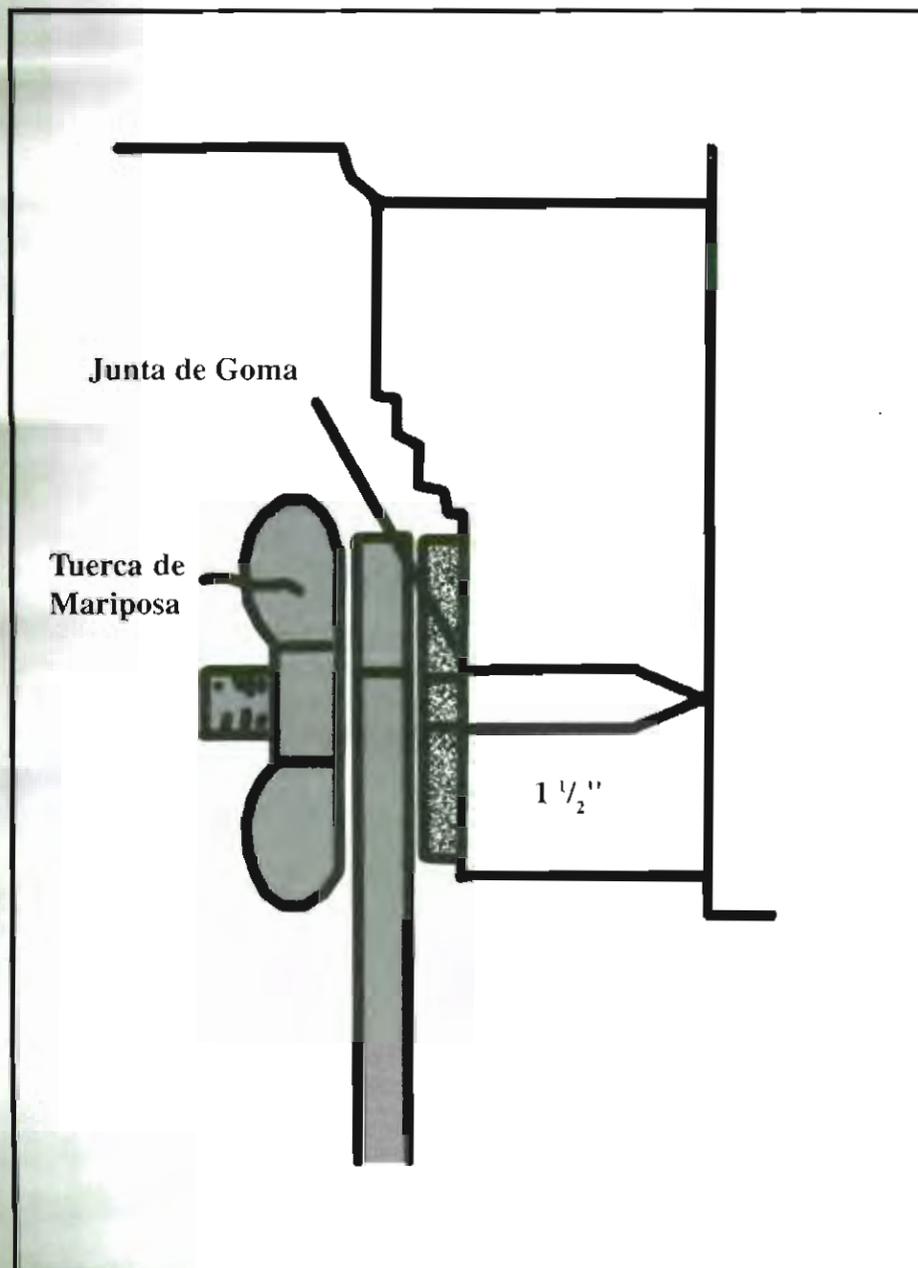


Figura 84: Conexión con Tornillo y Rosca de Mariposa



# Apéndice

## A. Teléfonos Importantes y Direcciones en la Internet

### Agencias del Gobierno de Puerto Rico

Agencia Estatal para el Manejo de Emergencia y Administración en Desastres (anteriormente Defensa Civil de Puerto Rico)	727-0124
Administración de Reglamentos y Permisos (ARPE)	
Oficina Central	721-8282
Oficina Regional de San Juan	722-0220
Oficina Regional de Carolina	769-7744
Oficina Regional de Bayamón	740-5075
Oficina Regional de Mayagüez	832-3657; 3567;3563
Oficina Regional de Aguadilla	891-0466; 4822
Oficina Regional de Arecibo	878-7979
Oficina Regional de Caguas	743-5142
Oficina Regional de Guayama	864-0052
Oficina Regional de Humacao	852-3040
Oficina Regional de Ponce	843-9897; 9997; 9797
Administración de Salud Mental y Contra la Adicción (consejería en crisis)	758-7211
Autoridad de Acueductos y Alcantarillados	756-2485
Autoridad de Energía Eléctrica	289-3434

Autoridad de Manejo de Desperdicios Sólidos	765-7575
Departamento de Agricultura	721-2120
Departamento de Asuntos del Consumidor (DACO)	721-1930, Ext. 4332; 722-7555
Departamento de Bomberos	343-2330
Departamento de Hacienda	721-2020
Departamento de Justicia	721-2900
Departamento de la Familia	722-7400
Departamento de la Vivienda	274-2525
Departamento de Recursos Naturales y Ambientales	724-8774
Departamento de Salud	766-1616
Departamento del Trabajo/Seguro por Desempleo Programa de Desastre	752-5254, 754-5255
Departamento de Transportación y Obras Públicas	729-4025
Fondo del Seguro del Estado	793-5959
Junta de Calidad Ambiental	767-8181
Oficina del Comisionado de Seguros	722-8686
Oficina para los Asuntos de la Vejez	721-6121
Procurador del Ciudadano, Oficina del Ombudsman	724-7373
Servicios Legales de Puerto Rico	725-5858

### Agencias Federales

Agencia Federal para el Manejo de Emergencia (FEMA) División del Caribe	296-3500
Línea de Solicitud TDD (impedimentos del habla/auditivos)	1-800-462-7585
Línea de Solicitud por Teléfono (FEMA)	1-800-981-9577

Línea de Ayuda de FEMA	1-800-525-0321
Línea de Ayuda de FEMA (impedimentos del habla/auditivos)	1-800-660-8005
Línea Contra el Fraude (FEMA)	1-800-323-8603
Departamento de Viviendas y Desarrollo Humano (HUD)	1-800-669-9777
Información Nacional de Seguros de Inundación	782-2733
Administración de Pequeños Negocios (SBA)	253-7878
Administración de Seguro Social	1-800-772-1213
Departamento de Agricultura de EU	766-5481
Oficina de Administración para Agricultores	729-6872
Departamento de Asuntos de Veteranos	766-5141
Servicio Nacional de Meteorología	253-4586
Centro Nacional de Huracanes	1-305-229-4470

**Instituciones Profesionales**

Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico	758-2250
Colegio de Arquitectos de Puerto Rico	724-1213
Asociación de Contratistas Generales	781-2200
Asociación de Constructores de Hogares	751-1471
Red Sísmica	833-8433

**Instituciones Voluntarias**

Cruz Roja Americana (servicios de emergencia)	725-0125
Línea de Ayudas de Fondos Unidos de Puerto Rico	728-8500
Ejército de Salvación (ayuda a al familia)	782-8056

**Recursos de Información Adicional**

Manual para la Prevención y Mitigación de Derrumbes, 1992, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico.

Preguntas y respuestas sobre la Administración de Valles Inundables en Puerto Rico, 1997

**Direcciones en el Internet**

Junta de Planificación	<a href="http://www.jp.gobierno.pr">www.jp.gobierno.pr</a>
FEMA	<a href="http://www.fema.gov">www.fema.gov</a>
Autoridad de Desperdicios Sólidos	<a href="http://www.ads.gobierno.pr">www.ads.gobierno.pr</a>
NFIP	<a href="http://www.fema.gov/nfip">www.fema.gov/nfip</a>
ARPE	<a href="http://www.arpe.org">www.arpe.org</a>
Dept. de la Vivienda	<a href="http://www.vivienda.gobierno.pr">www.vivienda.gobierno.pr</a>
United States Geological Survey	<a href="http://landslide.usgs.gov">landslide.usgs.gov</a>
Dept. de Transportación y Obras Públicas	<a href="http://www.dtop.gobierno.pr">www.dtop.gobierno.pr</a>
Compañía de Aguas	<a href="http://www.aguaspr.com">www.aguaspr.com</a>
Autoridad de Energía Eléctrica	<a href="http://www.aeepr.com">www.aeepr.com</a>
Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico	<a href="http://www.ciapr.com">www.ciapr.com</a>
Servicio Nacional de Meteorología	<a href="http://www.srh.noaa.gov/sju">www.srh.noaa.gov/sju</a>
Junta de Calidad Ambiental	<a href="http://www.jca-pr.org">www.jca-pr.org</a>
Red Sísmica	<a href="http://rmsismo.uprm.edu">rmsismo.uprm.edu</a>

## ***B. Plan de Emergencia ante la Eventualidad de Inundaciones***

---

### **Lista de Cotejo de Abastos de Emergencia**

*Utilice esta lista de cotejo para asegurarse que tiene todos los abastos necesarios en caso de desastre.*

- Radio con banda meteorología de la NOAA
- Botiquín de primeros auxilios
- Linternas/Baterías
- Cámara/Película
- Bolígrafos/Lápices/Papel
- Agua/Alimentos enlatados
- Planta eléctrica pequeña
- Mapos/Baldes/Etc.(equipo y materiales de limpieza)
- Caja de herramientas
- Hojas con información de contactos de emergencia
- Otros \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**C. Formulario con Información Sobre sus Coberturas de Seguros**

Utilice este formulario para discutir su cubierta de Seguros con su Agente. El poseer cubiertas adecuadas ahora le ayudará a recuperarse más rápidamente de un desastre catastrófico.

Nombre Agente de Seguros \_\_\_\_\_

Dirección \_\_\_\_\_

Teléfono \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_ E-mail \_\_\_\_\_

**INFORMACION POLIZAS DE SEGURO**

Tipo de Seguro	Núm. Póliza	Deducibles	Límite cubierta	Cubierta (Descripción General)

¿Necesita Seguros contra inundaciones? Si  No

¿Necesita seguro contra Huracanes? Si  No

¿Necesita seguro contra sismos/temblores de tierra? Si  No

¿Necesita otro tipo de seguros (contenido)? Si  No

Otros asuntos y preguntas relacionadas a desastres:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### ***D. Lista de Contactos de Emergencia***

---

*Mantenga esta lista de contactos de emergencia a su alcance en caso de una emergencia.  
Añada una lista de aquellos teléfonos que usted estime importantes.*

Cuartel de Policía \_\_\_\_\_

Cuartel de Bomberos \_\_\_\_\_

Servicio de Ambulancias \_\_\_\_\_

Hospital \_\_\_\_\_

Compañía de Seguros \_\_\_\_\_

Agente \_\_\_\_\_

Número de Póliza \_\_\_\_\_

Compañía de Teléfonos \_\_\_\_\_

Compañía de Gas \_\_\_\_\_

Compañía Electricidad \_\_\_\_\_

Administración del Condominio \_\_\_\_\_

Seguridad del Condominio \_\_\_\_\_

Oficina Local de Administración de Pequeños Negocios \_\_\_\_\_

Oficina de FEMA \_\_\_\_\_

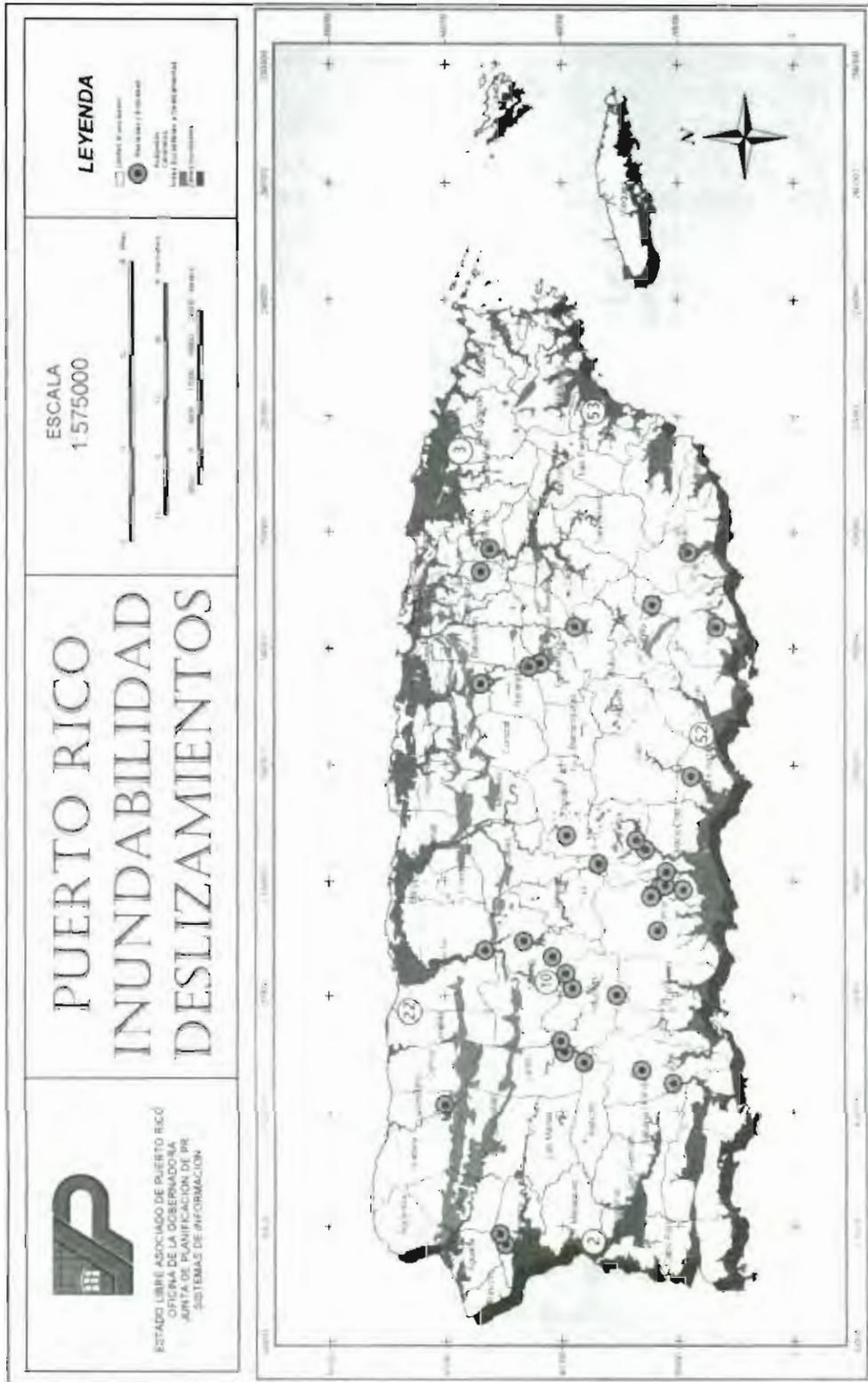
Periódicos Locales \_\_\_\_\_

Estaciones de Radio en la localidad \_\_\_\_\_

Estaciones de Televisión Locales \_\_\_\_\_

Otros \_\_\_\_\_

**E. Mapa de Inundabilidad y Deslizamientos de Puerto Rico**  
**Junta de Planificación**



**F. Mapa de División de Zonas de la AEMEAD**

