

# PROTOCOLO DE RESPUESTA RÁPIDA ANTE EMERGENCIAS SOBRE LOS ARRECIFES DE CORAL

*Para responder a los impactos de eventos naturales de alta energía oceánica*

*Este documento es un borrador final bajo revisión por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.*



JUNIO 2020

*Este documento fue creado para el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales con fondos del NOAA FY17-18 CRCP State and Territorial Coral Reef Conservation Cooperative Agreement NA17NOS4820037.*



## PUNTOS DE CONTACTO PARA REPORTAR ALTERACIONES Y/O DAÑOS A ARRECIFES DE CORAL EN PUERTO RICO

Información actualizada el 11/2019

### INCIDENTE O EMERGENCIA DE ARRECIFE DE CORAL

**Centro de Mando del Cuerpo de Vigilantes, DRNA**  
(787) 724-5700 / (787) 771-1124 / (787) 230-5550

*Alternativa*

**Nilda Jiménez, División de Ecología Marina del DRNA**  
(787) 230-5555  
njimenez@drna.pr.gov

**[Programa de Conservación y Manejo de Arrecifes de Coral, DRNA](#)**  
(787) 999-2200 ext. 2406  
programadearrecifesdecoral@gmail.com

**NOAA Restoration Center, Puerto Rico**

Sean Griffin  
(787) 667-7750  
sean.griffin@noaa.gov

Michael Nemeth  
(787) 658-7154  
michael.nemeth@noaa.gov

### ENCALLAMIENTOS, POSIBILIDAD DE DERRAMES DE COMBUSTIBLES Y ACTIVIDAD ILEGAL

**Centro de Mando del Cuerpo de Vigilantes, DRNA**  
(787) 724-5700 / (787) 771-1124 / (787) 230-5550

**[Centro de Mando del United States Coast Guard \(USCG\)](#)**  
Centro de Comando del Sector San Juan  
(787) 289-2041

### EMERGENCIAS DE DERRAMES DE PETRÓLEO O QUÍMICOS, POR RADIACIÓN O DESCARGAS BIOLÓGICAS

**[National Response Center \(NRC\)](#) del Environmental Protection Agency (EPA) y el USCG**  
1 (800) 424-8802 *(solo hablan inglés)*

# TABLA DE CONTENIDO

<b>ACRÓNIMOS</b> .....	<b>III</b>	4.1.2 Aspectos a considerar para planificar las salidas de campo luego de un evento .....	17
<b>DEFINICIONES</b> .....	<b>IV</b>	4.2 <b>EVALUACIÓN DE DAÑOS A LOS ARRECIFES DE CORAL</b> .....	18
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>1</b>	4.2.1 Métodos.....	18
<b>FLUJOGRAMAS</b> .....	<b>3</b>	4.3 <b>REHABILITACIÓN DE ARRECIFES DE CORAL</b> .....	19
FLUJOGRAMA DE ACCIONES GENERALES DE ACUERDO AL ESCENARIO DE EMERGENCIAS EN ARRECIFES DE CORAL .....	3	<b>5. POST-RESPUESTA</b> .....	<b>21</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>	5.1 <i>DEBRIEFING</i> CON EL CREC Y LA RED DE RESPUESTA.....	22
1.1 HURACANES IRMA Y MARÍA EN 2017 .....	6	5.2 <b>REHABILITACIÓN ADICIONAL</b> .....	22
1.2 PROPÓSITO DEL PROTOCOLO .....	6	5.2.1 Rehabilitación Adaptativa .....	22
1.2.1 Metas del Protocolo .....	7	5.3 <b>MONITOREO</b> .....	23
1.3 LEYES Y DOCUMENTOS RELEVANTES .....	7	<b>APÉNDICES</b> .....	<b>24</b>
1.4 MARCO LEGAL .....	8	APÉNDICE I. MATERIALES PARA LA RESPUESTA.....	24
<b>2. COMPONENTES ADMINISTRATIVOS</b> .....	<b>9</b>	APÉNDICE II. SEGUIMIENTO A EVENTOS METEOROLÓGICOS.....	25
2.1 COMITÉ DE RESPUESTAS A EMERGENCIAS DE CORAL.....	10	APÉNDICE III. LÍMITES DE PARÁMETROS PARA LAS AGUAS NATURALES .....	26
2.2 SISTEMA Y PLAN DE COMUNICACIÓN .....	11	APÉNDICE IV. HOJAS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS A CORALES .....	27
2.3 RED DE RESPUESTA .....	12	APÉNDICE V. DESCRIPCIONES DE LA HOJA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS A CORALES .....	31
2.4 PREPARACIÓN DE MATERIALES.....	12	APÉNDICE VI. HOJA PARA DOCUMENTAR LA REHABILITACIÓN DE CORALES .....	32
<b>3. PREPARACIÓN</b> .....	<b>13</b>	APÉNDICE VII. DESCRIPCIONES DE LA HOJA PARA DOCUMENTAR LA REHABILITACIÓN DE CORALES .....	34
3.1 PREPARACIÓN ANUAL .....	14	APÉNDICE VIII. HOJA DE MONITOREO DE CORALES Y FRAGMENTOS MARCADOS EN LA REHABILITACIÓN.....	35
3.2 PREPARACIÓN ANTE LA ALERTA DE UN EVENTO NATURAL EXTREMO.....	15	APÉNDICE IX. RECURSOS ADICIONALES.....	36
<b>4. RESPUESTA</b> .....	<b>16</b>	APÉNDICE X. FINANCIAMIENTO .....	36
4.1 RESPUESTA INICIAL .....	17	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>40</b>
4.1.1 Análisis para priorizar áreas de respuesta.....	17		

## ACRÓNIMOS

<b>CREC</b>	Comité de Respuestas a Emergencias de Coral	<b>NOAA RC</b>	National Oceanic and Atmospheric Administration Restoration Center
<b>CRCP</b>	Programa de Conservación de Arrecifes de Coral (Coral Reef Conservation Program) (NOAA)	<b>NRC</b>	National Response Center
<b>DRNA</b>	Departamento de Recursos Naturales y Ambientales	<b>NWS</b>	National Weather Service
<b>EREA</b>	Equipo de Respuesta a Emergencias de Arrecife	<b>ONG</b>	Organización No Gubernamental
<b>EPA</b>	Environmental Protection Agency	<b>PEBSJ</b>	Programa del Estuario de la Bahía de San Juan
<b>ESA</b>	Endangered Species Act	<b>POC</b>	Point of Contact (Punto de Contacto)
<b>FAA</b>	Federal Aviation Administration	<b>PR</b>	Puerto Rico
<b>FEMA</b>	Federal Emergency Management Agency	<b>PRIDCO</b>	Puerto Rico Industrial Development Company
<b>GIS</b>	Geographic Information System	<b>RRF</b>	Resource Request Form
<b>GOES</b>	Geostationary Operational Environmental Satellite	<b>USACE</b>	United States Army Corps of Engineers
<b>JCA</b>	Junta de Calidad Ambiental	<b>USCG</b>	United States Coast Guard
<b>LAS</b>	Local Action Strategies	<b>USCRTF</b>	United States Coral Reef Task Force
<b>NFWF</b>	National Fish and Wildlife Foundation	<b>USFWS</b>	United States Fish and Wildlife Service
<b>NHC</b>	National Hurricane Center	<b>WebEOC</b>	Web Emergency Operations Center
<b>NOAA</b>	National Oceanic and Atmospheric Administration		

## DEFINICIONES

Estas definiciones son tomadas del [Glosario de terminología](#) de NOAA Coral Reef Information System, a menos que se indique lo contrario. Las mismas han sido traducidas al español por los autores y editores de este Protocolo.

**Acidificación del océano:** Ocurre cuando el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de la atmósfera se absorbe en el océano y reacciona con el agua para crear ácido carbónico. Esto disminuye tanto el pH del océano como la concentración del ion carbonato, que es esencial para la calcificación de organismos marinos como los corales.

**Adaptación al cambio climático:** Las acciones tomadas para ayudar a una sociedad, comunidades y/o los ecosistemas a moderar, enfrentar y aprovechar los cambios reales o esperados en las condiciones climáticas. La adaptación o capacidad de ajuste, puede reducir la vulnerabilidad, tanto a corto como a largo plazo. (*Adaptado de la definición de NOAA Coral Reef Information System por Alfredo Montañez, DRNA*)

**Arrecife de coral:** Una estructura resistente a las olas que resulta de los procesos de cementación y la construcción esquelética de corales hermatípicos, algas calcáreas y otros organismos secretores de carbonato de calcio.

**Blanqueamiento de coral:** El proceso en el que un pólipo de coral bajo estrés ambiental, expulsa de su cuerpo a sus zooxantelas simbióticas. Esto causa que la colonia de coral afectada pierda color y aparece blanqueada.

**Cambio climático:** Las fluctuaciones a largo plazo de la temperatura, la precipitación, el viento y todos los demás aspectos del clima de la Tierra. También está definido por la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático como "cambio de clima que se atribuye directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima

observada en períodos de tiempo comparables"; un cambio observado en las condiciones climáticas prevalecientes o promedio.

**Coral:** Término general usado para describir a un grupo de animales cnidarios; indica la presencia de material esquelético que está incrustado en el tejido vivo o encierra al animal por completo.

**Daño:** Para los fines de este documento, definimos el daño como un disturbio físico al arrecife que se sospecha fue causado por un evento natural extremo, por ejemplo, colonias rotas, sueltas, viradas, fragmentadas, entre otros, el cual podría causar la mortalidad de la colonia (*definición por los autores de este Protocolo*).

**Desastre natural:** Para los fines de este documento, definimos un desastre natural como un evento natural que puede afectar negativamente los arrecifes de coral, incluidos huracanes, tsunamis, marejadas de tormentas, vientos fuertes y eventos similares (*definición por los autores de este Protocolo*).

**Rehabilitación:** La recuperación de componentes específicos en un ecosistema o hábitat degradado. (*Nota: Muchos documentos que se refieren a los arrecifes de coral usan el término restauración, sin embargo, a base de las definiciones de NOAA, el término correcto para estas acciones es rehabilitación.*)

**Restauración:** El retorno de un ecosistema o hábitat a su estructura comunitaria original, complemento natural de especies y función natural.

**Triage:** El proceso de estabilización y/o reajuste de corales dañados, rotos o fragmentados al sustrato<sup>[1]</sup>.

**Vulnerabilidad:** La exposición a la posibilidad de ser atacado o dañado ([Oxford Dictionaries](#)). El uso en este Protocolo relaciona a la vulnerabilidad de corales con su nivel de estar expuesto a amenazas y cambios en condiciones que son potencialmente dañinas para su salud y sobrevivencia.

## RESUMEN EJECUTIVO

El Protocolo para la respuesta rápida ante emergencias sobre los arrecifes de coral fue creado para dirigir el proceso de respuesta ante el daño a los corales por eventos naturales con alta energía oceánica. Con los aumentos proyectados en la intensidad y frecuencia de las tormentas en el futuro, el DRNA reconoce la importancia de contar con un Protocolo para responder de manera eficiente a este tipo de emergencias de coral de manera colaborativa, en coordinación con el existente Equipo de Respuesta a Emergencias de Arrecife (EREA).

Cada evento extremo tiene causas y efectos diferentes, por lo que este Protocolo es una guía que puede ser adaptada de acuerdo a las circunstancias. El año 2017 tuvo una de las temporadas de huracanes del Atlántico más activa y destructiva que se haya registrado y su impacto sobre los arrecifes de coral, y la marejada de 2018, evidenciaron la necesidad de crear este Protocolo. Las experiencias obtenidas tras enfrentar estos eventos fueron usadas como referencia en este documento. A continuación, un resumen de los pasos generales para planificar y responder a los eventos naturales extremos con alta energía oceánica.



### 1. INTRODUCCIÓN

Un resumen de los eventos que llevaron a la creación de este Protocolo, así como el propósito, las metas y las leyes y documentos relevantes



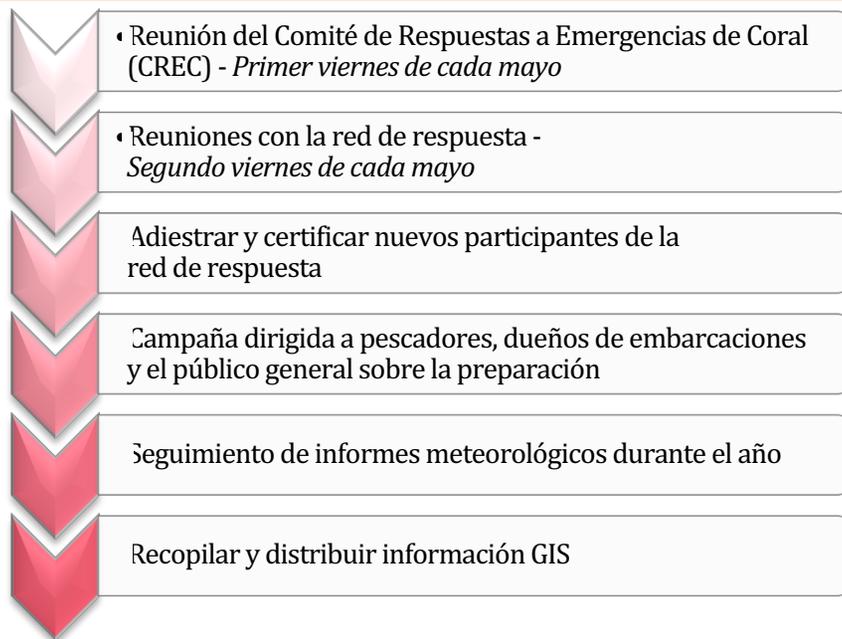
### 2. COMPONENTES ADMINISTRATIVOS

Los componentes necesarios para la implementación de la respuesta rápida



### 3. PREPARACIÓN

Actividades anuales de preparación para responder a las emergencias específicas sobre los arrecifes de coral y las acciones a realizar una vez se publique una alerta o advertencia de algún evento natural extremo



### Preparación ante la alerta de un evento natural extremo:

#### 48 horas o más antes de un evento

1. Seguir continuamente los informes meteorológicos y compartir esta información
2. Repartir los materiales disponibles en áreas de posibles daños e identificar dónde conseguir materiales faltantes
3. Compartir información de preparación con los medios de comunicación para su difusión pública

#### 36 horas o más antes de un evento

4. Preparar materiales e información necesaria para una respuesta
5. Comunicarse con el CREC y la red de respuesta y establecer contacto con las partes interesadas



## 4. RESPUESTA

Secuencia de acciones a seguir después de los eventos naturales extremos con posibles impactos mayores (un daño estimado de 10% o más) al arrecife de una localidad:

- **Respuesta inicial**
  - Priorización de áreas a evaluarse
  - Aspectos a considerar para una respuesta segura
- **Evaluación** usando la metodología y hoja apropiada en *Apéndice IV*
  - Priorización de áreas para la rehabilitación
- **Rehabilitación** usando la hoja en *Apéndice VI*



## 5. POST-RESPUESTA

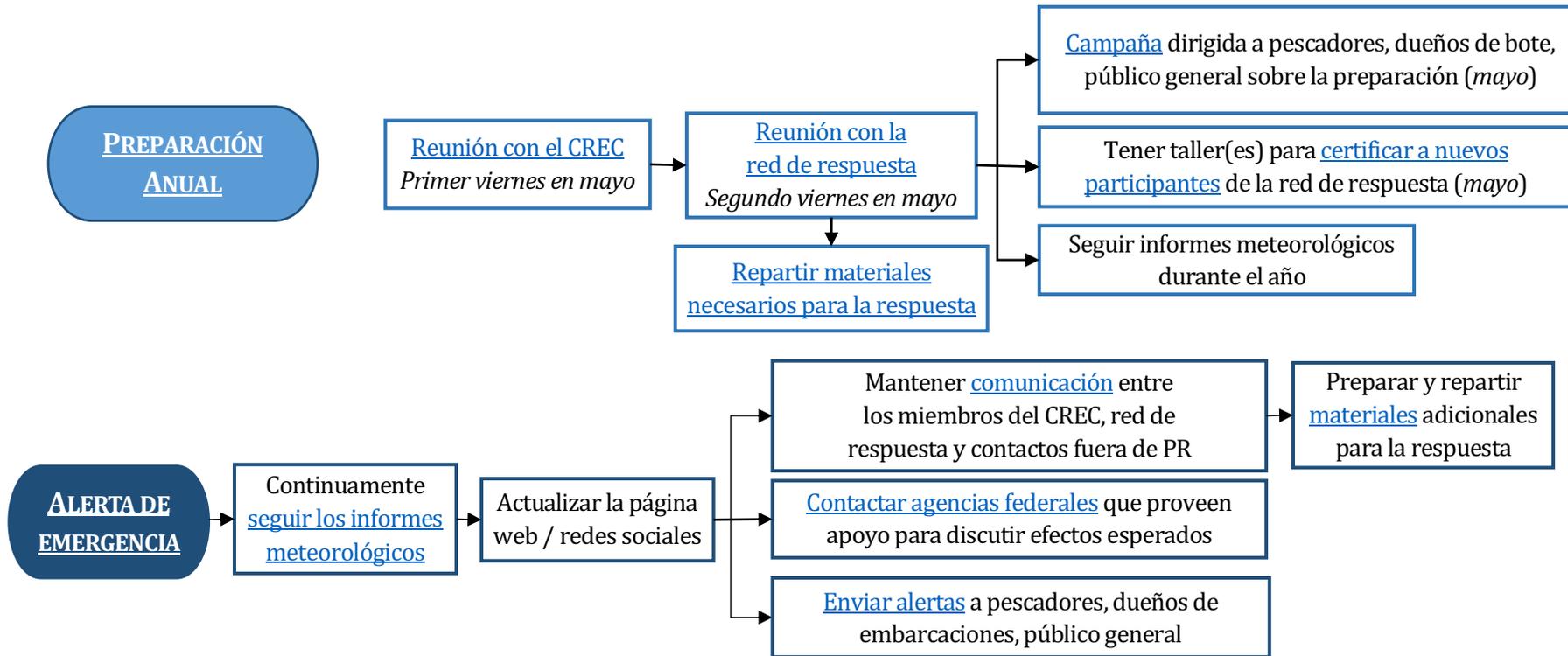
- Reunión informativa (*Debriefing*) con el CREC y la red de respuesta
- Integrar lecciones aprendidas al Protocolo
- Rehabilitación adicional, si fuese necesario
- Monitoreo de la rehabilitación usando la hoja en *Apéndice VIII*

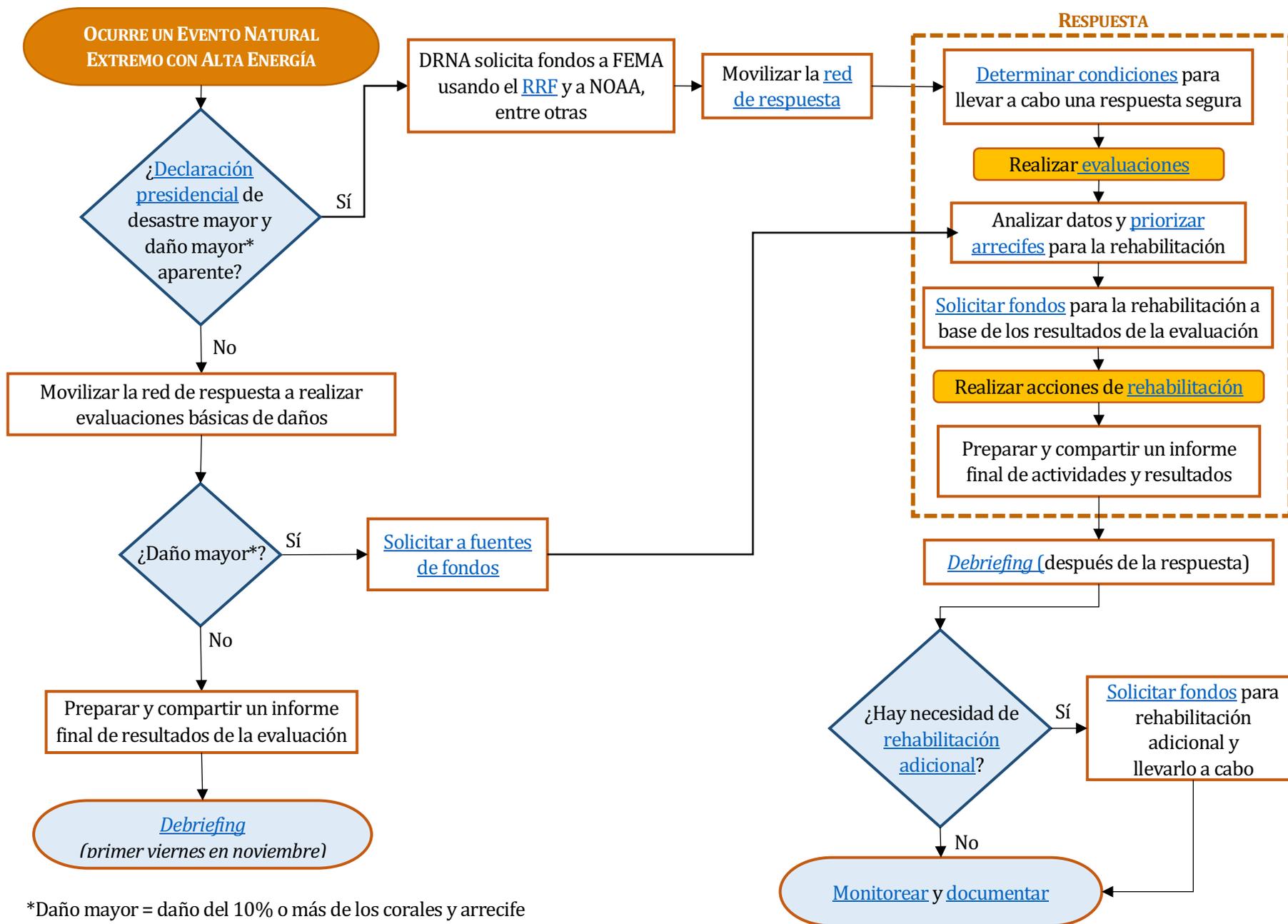
## FINANCIAMIENTO

Identificación de fuentes de fondos para apoyar los esfuerzos de evaluación de daños y rehabilitación de corales, las cuales se incluyen en el *Apéndice IX*

# FLUJOGRAMAS

## FLUJOGRAMA DE ACCIONES GENERALES DE ACUERDO AL ESCENARIO DE EMERGENCIAS EN ARRECIFES DE CORAL





\*Daño mayor = daño del 10% o más de los corales y arrecife



# 1. INTRODUCCIÓN

*Cayo Aurora 15m*

Página | 5

Puerto Rico cuenta con aproximadamente 756 km<sup>2</sup> de arrecifes de coral y hábitats de fondo duro marino en aguas llanas<sup>[2]</sup>, y la mayoría de estos son de franja<sup>[3]</sup>. En el Caribe, los arrecifes están expuestos a amenazas crónicas y locales, lo que los hace más vulnerables a perturbaciones regionales, como los huracanes y eventos de blanqueamiento<sup>[4]</sup>.

Los corales han evolucionado y se han adaptado a los impactos de eventos naturales extremos como los huracanes y las marejadas. No obstante, el aumento en las presiones, como los encallamientos y la calidad de las aguas (por ej. contaminación terrestre, calentamiento y acidificación) aumentan el nivel de estrés sobre estos. Se estima que la cobertura promedio de coral vivo en el Caribe se reduce aproximadamente 17% en el año posterior al impacto de un huracán y la recuperación a su estado previo a la tormenta puede tomar al menos ocho años luego del impacto<sup>[5]</sup>. Anualmente se pierde más cobertura de coral en los sitios impactados por un huracán que en sitios no impactados por estos eventos (6% versus 2%)<sup>[5]</sup>.

## 1.1 HURACANES IRMA Y MARÍA EN 2017

En septiembre del 2017 Puerto Rico fue impactado por los huracanes Irma y María, afectando severamente los arrecifes de coral a través del archipiélago. Después de estos huracanes y las marejadas de la tormenta invernal Riley en marzo del 2018, la evaluación de daños y restauración realizada por NOAA en 2018 reflejó que un promedio de 11% de los corales llanos de Puerto Rico fueron impactados<sup>[6]</sup>. Tras un esfuerzo de restauración financiado por NOAA, NFWF y FEMA, 15,336 fragmentos de corales fueron pegados en 57 sitios alrededor de Puerto Rico (Sean Griffin, *comunicación personal*).

El Programa de Monitoreo de Arrecifes de Coral a Largo Plazo del DRNA para el 2018 documentó un promedio de 22.50% cobertura de coral duro vivo en los 21 sitios monitoreados<sup>[7]</sup>. Estos resultados también evidenciaron la pérdida de un promedio de cobertura de coral duro de

15% en 19 sitios desde la última vez que fueron monitoreados, probablemente debido a los efectos de los huracanes y las marejadas del 2017 y el 2018.

## 1.2 PROPÓSITO DEL PROTOCOLO

Este Protocolo detalla los pasos a seguir cuando hay posibilidad de daños a arrecifes de coral debido a un impacto de alta energía oceánica. Su uso podría ayudar a mejorar la respuesta luego de estos incidentes, evitar una pérdida mayor de coral e incrementar la colaboración a través del archipiélago puertorriqueño. Los procesos de evaluación, priorización de áreas y rehabilitación rápida pueden hacer una gran diferencia en la sobrevivencia de corales y la recuperación del ecosistema a largo plazo. Aquí también se recomiendan pasos a seguir en casos de emergencias de arrecifes de coral y se organizan los esfuerzos de preparación con antelación al evento. Siguiendo el Protocolo, más organizaciones, grupos y agencias podrán involucrarse en el esfuerzo de preparación para mitigar el impacto de los eventos extremos a los arrecifes de coral y el costo de reemplazar los servicios ecosistémicos que los corales proveen.

Este documento fue creado a partir de las lecciones aprendidas luego de la temporada de huracanes de 2017, muchas de las cuales fueron recolectadas durante la reunión del 3 de agosto del 2018. A esta reunión asistieron representantes de 10 organizaciones y se recolectó información sobre las fortalezas y debilidades de la respuesta hacia corales después de las emergencias del 2017 y 2018, al igual que de las oportunidades y amenazas de respuestas en futuros eventos. Este Protocolo es un documento dinámico, que deberá ser adaptado considerando las lecciones aprendidas y las prácticas de manejo exitosas luego de cada emergencia.

Además, el Protocolo guiará a los líderes de las agencias, organizaciones y grupos enfocados en la conservación de arrecifes de coral, antes, durante y después de eventos naturales extremos que causan alta

energía oceánica. Las acciones descritas adelante deben agregarse a los esfuerzos existentes de respuesta rápida ante impactos a los arrecifes de coral en lugar de reemplazarlos, especialmente con el Equipo de Respuesta a Emergencias de Arrecife (EREA).

Este documento se basa en la Meta 8, Objetivo 3 de las Estrategias de Acción Local para la Conservación de Arrecifes de Coral 2011-2015 de Puerto Rico<sup>[8]</sup>.

**Meta 8** - Promover la recuperación de los arrecifes ante el impacto de los factores estresantes naturales, los fenómenos atmosféricos y las especies invasoras

**Objetivo 3** - Fortalecer la capacidad de respuesta cuando ocurre un desastre natural

### 1.2.1 Metas del Protocolo



Involucrar e integrar a más organizaciones, agencias, grupos e individuos interesados en ampliar el alcance de los esfuerzos de conservación de arrecifes de coral en Puerto Rico



Implementar acciones que ayuden a reducir el daño a los ecosistemas costeros antes y después de eventos naturales extremos con alta energía oceánica



Minimizar el tiempo que requiere implementar acciones de respuesta para reducir los daños y pérdidas a los ecosistemas de arrecifes de coral



Proveer información actualizada sobre el impacto y recuperación de los arrecifes de coral



Identificar fuentes de financiamiento y facilitar el proceso de solicitar asistencia en la evaluación y restauración de los arrecifes de coral cuando hay un evento con posibles impactos

### 1.3 LEYES Y DOCUMENTOS RELEVANTES

La Orden Ejecutiva Federal 13089 de 1998 sobre la protección de los arrecifes de coral, estableció el *United States Coral Reef Task Force* (USCRTF, por sus siglas en inglés) para dirigir esfuerzos interinstitucionales en la preservación y protección de estos ecosistemas de arrecifes de coral, la generación de mapas, monitoreo, investigación, conservación, mitigación y rehabilitación y la cooperación internacional. Esta orden generó el ímpetu para la creación de la Ley de Conservación de los Arrecifes de Coral de los Estados Unidos, la cual se aprobó en el 2000 con el fin de preservar, sostener y restaurar la condición del ecosistema de arrecifes de coral. En el 2002, el USCRTF desarrolló la *Estrategia de Acción Nacional de Arrecifes de Coral*, la cual incluye 13 objetivos para responder ante las amenazas mundiales a los arrecifes de coral. Su objetivo 9 es restaurar los arrecifes impactados, el cual se aborda específicamente en la implementación del Protocolo.

Las leyes locales directamente relacionadas a la conservación de los arrecifes de coral son:

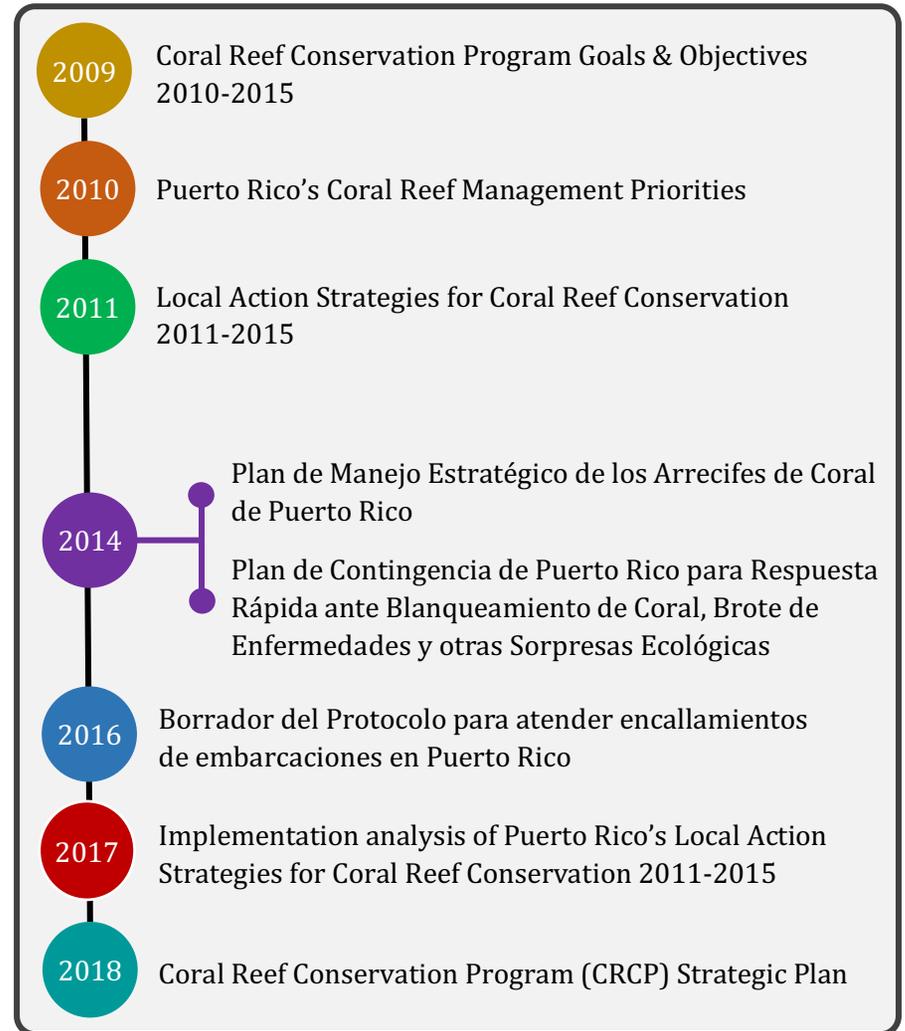
- Ley Núm. 147 de 1999 para la Protección, Conservación y Manejo de los Arrecifes en Puerto Rico
- Reglamento Núm. 8809 de 2016 de Arrecifes de Coral

El Programa de Conservación y Manejo de Arrecifes de Coral del DRNA se creó en respuesta a la Ley Núm. 147. El Reglamento Núm. 8809 establece el Comité Asesor de Arrecifes de Coral, el cual promueve la comunicación entre las partes interesadas que tengan inherencia o jurisdicción sobre arrecifes de coral y provee asesoramiento técnico al Secretario(a) sobre la implantación de la Ley Núm. 147.

Además de la base legal aplicable a los asuntos relacionados con los arrecifes de coral, hay varios documentos locales y nacionales que guían el manejo y conservación de estos recursos marinos, según presenta la *Ilustración 1*.

### 1.4 MARCO LEGAL

Este Protocolo ha sido elaborado cumpliendo con el mandato de la Ley Núm. 147 de 1999 (Ley para la Protección, Conservación y Manejo de los Arrecifes de Coral en Puerto Rico, Artículo 4), bajo la autoridad conferida por la Ley Núm. 23 del 20 de junio de 1972, según enmendada (Ley Orgánica del Departamento de Recursos Naturales) y bajo la Ley Núm. 241 de 1999 (Nueva Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico).



**Ilustración 1.** Documentos de Puerto Rico relacionados con la respuesta ante emergencias sobre los arrecifes de coral.



## 2. COMPONENTES ADMINISTRATIVOS



*Tres Palmas, 20m*

Página | 9

La respuesta rápida que se detalla en este Protocolo depende de que se establezcan los siguientes componentes como parte de la preparación para la emergencia:

1. **Comité de Respuestas a Emergencias de Coral**
2. **Sistema y plan de comunicación** efectivo con planes alternos cuando no hay electricidad o señal para comunicarse
3. **Red de respuesta** amplia
4. **Preparación de materiales** necesarios para la respuesta y tener un plan de cómo conseguirlos o cómo trabajar si no están disponibles

## 2.1 COMITÉ DE RESPUESTAS A EMERGENCIAS DE CORAL

Para la planificación e implementación de la respuesta, es necesario establecer un Comité de Respuesta a Emergencias de Coral (CREC) que promueva un liderazgo receptivo y la comunicación multisectorial, que incluya entidades gubernamentales, no gubernamentales (ONGs), academia, sector privado, entre otros. A continuación, se presentan unas responsabilidades esenciales de los miembros del CREC, las cuales cambiarán en función de las necesidades de la respuesta y post-respuesta. Las responsabilidades se designan anualmente por el CREC existente durante la primera reunión anual (el primer viernes de mayo), detallado en la sección [3.1 Preparación Anual](#).

### COORDINACIÓN

- ✚ Actuar como enlace entre agencias reguladoras y colaboradores
- ✚ Identificar Puntos de Contacto (POC) de la red a nivel regional incluyendo un POC alternativo por región
- ✚ Mantener una lista de contactos actualizada
- ✚ Planificar y facilitar reuniones y trabajos entre sus miembros
- ✚ Estar pendientes a los eventos meteorológicos

- ✚ Activar la respuesta del Protocolo junto con el Equipo de Respuesta a Emergencias de Arrecife (EREA) y notificar a las partes interesadas sobre su activación
- ✚ Contactar a la red de respuesta antes y después de las emergencias que requieran acción
- ✚ Organizar la red de respuesta para las actividades, reuniones, respuesta y otras actividades
- ✚ Implementar el plan de comunicación y mantener al día la información a través de las distintas plataformas sociales que hayan identificado para el grupo

### ADIESTRAMIENTO

- ✚ Coordinar y proveer adiestramientos para certificar nuevos miembros de la red de respuesta siguiendo los protocolos de EREA
- ✚ Preparar identificaciones para los miembros de la red

### ADMINISTRACIÓN DE DATOS

- ✚ Mantener la página web y redes sociales actualizadas con información útil para la red de respuesta
- ✚ Recolectar y organizar datos de evaluación y rehabilitación
- ✚ Analizar los datos de la evaluación para priorizar esfuerzos de rehabilitación
- ✚ Priorizar áreas para la rehabilitación

### LOGÍSTICA

- ✚ Identificar fuentes de financiamiento potenciales para cada emergencia
- ✚ Mantener contacto con entidades que otorgaron financiamiento – actualizaciones del progreso de proyectos y entregar informes

### LOGÍSTICA (CONTINUADA)

- ✚ Llenar y entregar los documentos para solicitar fondos
- ✚ Mantener al día los permisos necesarios para las actividades relacionadas a la preparación, respuesta y post-respuesta y coordinar todo lo necesario para mantener esos permisos
- ✚ Inventariar los materiales y equipo disponible y coordinar su uso y disponibilidad
- ✚ Mantener contacto con organizaciones privadas para tener acceso a materiales necesarios durante una emergencia (ej. combustible, transportación, etc.)

## 2.2 SISTEMA Y PLAN DE COMUNICACIÓN

La preparación y actualización de una lista con números de teléfonos e correos electrónicos de los participantes de la respuesta, incluyendo medios alternos de comunicación, es necesario para facilitar la comunicación. La información de contacto podría también incluir información de familiares o vecinos con teléfonos a través de otra compañía de celular, como una opción ante posibles fallas de ciertas compañías. Las siguientes plataformas de comunicación deben configurarse o ser actualizados para facilitar la comunicación entre las diferentes partes involucradas en el Protocolo:

### Página web

Se usará la [página web de EREA](#) para proveer lo siguiente:

- Información actualizada sobre:
  - Cómo integrarse al grupo de voluntarios
  - Información de contactos
  - Acciones de respuesta
  - Reuniones, talleres, adiestramiento u otros eventos

- Recopilar información importante (i.e. reportes de incidentes, datos, fotos de daños) para administradores de arrecifes de coral y para el proceso de toma de decisiones

### Redes sociales

Páginas o grupos en las redes sociales, como Facebook y Twitter, ayudan a transmitir el mensaje. Se usará la página de [Facebook de EREA](#) para comunicar información a la red de respuesta.

### Grupos de mensaje

Una manera rápida de comunicarse con todos los miembros de un grupo es a través de mensajes de celular. Otras opciones populares son programas privados como WhatsApp o Facebook Messenger. Ante fallas del sistema de comunicaciones, algunos de estos programas privados de comunicación pueden funcionar mejor que otros dependiendo de la situación.

Además, se compartirá información en el [Coral – PR Google Group](#), el cual se estableció para proveer un foro que promueva la comunicación y colaboración sobre investigación, conservación y educación sobre los corales en Puerto Rico.

### Puntos de contacto (POC) por grupo y/o región

En las emergencias donde hay una falla de la red eléctrica y/o de comunicaciones, algunas opciones de comunicación previamente discutidas no van a funcionar. Para esto el CREC debe identificar POCs por regiones y contactos alternos, los cuáles deberían incluir un líder de cada grupo de la red de respuesta. Previo al evento se deben identificar puntos de encuentro con fecha y hora, en lugares céntricos de cada región, al cual las partes interesadas puedan llegar a obtener información y coordinar la respuesta. Los puntos de encuentro podrían ser las oficinas del DRNA en la región, las universidades, las villas pesqueras o la oficina del coordinador de repuesta regional, entre otras.

Para atender el posible escenario en el que no haya comunicación local, el CREC identificará un contacto fuera del área impactada, por ejemplo, un contacto de NOAA en los Estados Unidos, que pueda servir de enlace en lo que se restablecen las comunicaciones.

### Plan de Comunicaciones

Además de la red de respuesta, es importante implementar un plan de comunicación para alertar a dueños de embarcaciones, pescadores y dueños de propiedades costeras sobre cómo prepararse para estos eventos y evitar que su propiedad se vuelva una amenaza para los ecosistemas marinos. A principios del año el CREC lanzará un comunicado de prensa y/o campaña mediática con prácticas recomendadas para estas personas ante el anuncio de un evento natural extremo de alta energía oceánica. Esta gestión podrá coordinarse con el Comisionado de Navegación del DRNA.

Al principio de cada temporada de huracán y temporada de tormentas invernales, se recomienda emitir al menos la siguiente información y/o mensajes sobre la preparación para eventos naturales extremos:

- Retire sus redes, trampas y jaulas del agua y asegúralas
- Cómo almacenar adecuadamente las embarcaciones
- Cómo seguir la información meteorológica y usarla para saber cuándo preparar y mantenerse seguro
- Cómo preparar su casa y sus pertenencias para evitar que se conviertan en escombros marinos (para el público en general)

### 2.3 RED DE RESPUESTA

La amplificación de la red de respuesta actual, creada por EREA, es fundamental para el Protocolo. Esta red debe estar compuesta por personas que puedan proporcionar información y/o tomar acción cuando hay una emergencia en los arrecifes de coral. Estos incluyen representantes de agencias, miembros de organizaciones, grupos e

individuos con habilidad y disponibilidad para ayudar en la preparación y/o respuesta. Idealmente, esta red debe tener representación en todo Puerto Rico y entre los grupos decidir a qué áreas y arrecifes responder, para no duplicar esfuerzos. Los participantes de la red de respuesta pueden realizar diferentes actividades de acuerdo a su habilidad y experiencia.

La red de respuesta también debería componerse de otras partes interesadas que tienen acceso a los arrecifes de coral, por ejemplo, los manejadores de áreas protegidas, las tiendas de buceo, científicos, pescadores y comunidades costeras. Si alguno de estos sectores no está incluido como parte de la red de respuesta, se recomienda trabajar en expandir la representación. Una vez creada, la lista e información de participantes de la red de respuesta debería ser revisada y actualizada cada año para validar la disposición de los participantes en mantenerse como parte de esta iniciativa.

### 2.4 PREPARACIÓN DE MATERIALES

El equipo existente o adquirido para la implantación del Protocolo debe estar con los miembros del CREC para ser distribuidos según el incidente o los contactos regionales. El CREC hará un inventario anual de otros recursos disponibles en las regiones que facilite la coordinación de la respuesta ante un evento. Este inventario incluiría aquellos recursos humanos, equipo (botes, vehículos, compresores, etc.) y materiales disponibles, que no conlleven el desembolso de fondos. Véase [Apéndice I](#) para una lista de materiales generales para la respuesta y la post-respuesta.



# 3. PREPARACIÓN



Fajardo, 2018

Foto: Osvaldo Quiñones, DRNA PMZC

Página | 13

### 3.1 PREPARACIÓN ANUAL

La preparación para los eventos naturales extremos incluye la identificación de recursos materiales y humanos, y la planificación de cómo utilizarlos en una emergencia. La planificación de la respuesta debe contemplar la diversidad de posibles escenarios, incluyendo el que no se pueda contar con esos recursos.

Realizar preparativos al principio de cada año es una práctica útil que reducirá el tiempo y el esfuerzo en responder ágilmente a posibles impactos a los arrecifes de coral. A continuación, se presentan algunas actividades de preparación que deberán coordinarse todos los años, idealmente desde principios de mayo, al culminar la temporada de tormentas invernales y un mes antes de que empiece la temporada de huracanes el 1 de junio.

#### 1. Reunión del Comité de Respuestas a Emergencias de Coral

*Primer viernes de cada mayo*

- Discutir las lecciones aprendidas de años previos y las nuevas adaptaciones a el Protocolo
- Evaluar la disponibilidad y cambios que pudieran afectar la coordinación de la respuesta (e.g. condición de los materiales, deterioro de la calidad del agua, disponibilidad del personal adiestrado)
- Identificar fondos existentes para la respuesta o alguna oportunidad que se pueda solicitar de antemano
- Inventariar los materiales disponibles y probarlos
- Discutir proyecciones de esta temporada de huracanes
- Coordinar adiestramientos

#### 2. Reuniones con los participantes de la red de respuesta

*Segundo viernes de cada mayo*

- Confirmar la matrícula e información de contacto de participantes y su disponibilidad por región
- Discutir acciones de preparación y adaptar el proceso a la nueva temporada
- Corroborar el inventario de recursos disponibles
- Distribuir materiales educativos, materiales de trabajo y equipos, según se haya determinado. La persona a la que se le entreguen los materiales de trabajo y equipo deberá firmar un compromiso haciéndose cargo de estos.

#### 3. Adiestrar y certificar nuevos participantes de la red de respuesta

#### 4. Campaña dirigida a pescadores, dueños de bote y el público general sobre la preparación para los eventos naturales extremos. Esto debe ocurrir anualmente en mayo, antes de la temporada de huracanes.

#### 5. Seguimiento de eventos meteorológicos

Las páginas web encontradas en el [Apéndice II](#) son fuentes útiles para monitorear la información relacionada con el clima y recibir una advertencia temprana en la preparación ante eventos meteorológicos. Debajo de cada sitio web se enumeran algunas de sus funciones importantes. Además, se pueden utilizar las noticias locales para obtener información adicional relacionada con el tiempo y pronósticos, las áreas afectadas por el evento, peligros, centros de mando del Gobierno y más.

#### 6. Recopilar y distribuir información GIS para identificar las oportunidades y limitaciones a la respuesta.

## 3.2 PREPARACIÓN ANTE LA ALERTA DE UN EVENTO NATURAL EXTREMO

La respuesta inicial comienza al recibirse la alerta de un evento natural extremo. Las advertencias de tsunami se realizan generalmente sin mucho tiempo de antemano, por lo cual no están incluidas en esta etapa de preparación.

### 48 horas o más antes de un evento extremo

El National Hurricane Center de NOAA emite alertas, por ejemplo:

- Alerta de marejada ciclónica (*Storm surge watch*)
  - Alerta de tormenta tropical (*Tropical storm watch*)
  - Alerta de huracán (*Hurricane watch*)
1. El CREC seguirá continuamente los informes meteorológicos y llevará esta información a la red a través de las distintas plataformas.
  2. El CREC repartirá los materiales disponibles a los grupos en áreas de posibles daños y los ayudará a identificar donde conseguir materiales faltantes
    - El CREC imprimirá mapas de las rutas proyectadas del evento con los ecosistemas bénticos que podrían afectarse, las rampas para bote potencialmente disponibles y otra información útil, para saber cuáles grupos estarán en áreas más propensas a daño.
  3. El CREC divulgará en los medios de comunicación la información del plan de comunicaciones para que el público se prepare y guarden todo aquello que podría convertirse en escombros marinos.

### 36 horas antes de un evento extremo

El National Hurricane Center de la NOAA emite advertencias, por ejemplo:

- Advertencia de marejada ciclónica (*Storm surge warning*)
  - Advertencia de tormenta tropical (*Tropical storm warning*)
  - Advertencia de huracán (*Hurricane warning*)
4. Los puntos de contactos (POCs) cuales son líderes de regiones, junto con los grupos de la red de respuesta, prepararán materiales e información necesaria para la respuesta
  5. Comunicación
    - a. El CREC establecerá contacto entre los miembros
    - b. Los POCs se comunicarán con la red de respuesta
      - Asegurarse que todos entiendan sus roles, tengan los materiales que necesitan o sepan cómo conseguirlos.
      - Probar los equipos para asegurar su funcionamiento.
      - Si falta algún material, entender cómo realizar una respuesta sin éste.
    - c. Validar uno o más contactos fuera de Puerto Rico, en caso de que no haya comunicación local.
    - d. Comunicarse con agencias federales para discutir los procesos en caso de necesitar solicitar fondos para la evaluación y rehabilitación rápida.



# 4. RESPUESTA



## 4.1 RESPUESTA INICIAL

Después de que pasa un evento de alta energía oceánica que causó daños mayores a los arrecifes, la respuesta debe comenzar con lo siguiente:

1. El CREC contactará al NOAA *Restoration Center* (RC) y al NOAA *Management Liaison* para auscultar la posibilidad de recibir fondos para financiar los esfuerzos de evaluación post-disturbio. De acuerdo a los daños esperados, existen otras agencias u organizaciones que se pueden contactar para solicitar fondos.
2. El CREC realizará un ejercicio de priorización para identificar áreas de respuesta rápida de interés y determinar dónde se comienza a trabajar las evaluaciones de daños.
3. Dependiendo de los fondos disponibles, se iniciará la respuesta en las áreas de prioridad. En estas áreas, grupos de la red de respuesta trabajarán las siguientes tareas:
  - a. Determinar y repasar condiciones para llevar a cabo una respuesta segura (véase sección 4.1.2 a continuación).
  - b. Realizar la evaluación del arrecife
  - c. Entregar datos e informes de la evaluación al CREC a dos semanas después de que se realice la evaluación. El CREC analizará los datos para determinar áreas de prioridad para la rehabilitación.
  - d. Realizar la rehabilitación del arrecife en las áreas determinadas como prioridad.
4. Cada grupo de la red de respuesta que respondió al evento preparará un informe final de actividades y resultados, el cual se entregará al CREC. Para facilitar el análisis, se someterán la tabla formato .csv con los datos recopilados.

### 4.1.1 Análisis para priorizar áreas de respuesta

Después de un evento de emergencia con varias áreas de arrecife de coral posiblemente impactadas, es importante determinar qué arrecifes atender primero, especialmente cuando los fondos y materiales son limitados. No todos los eventos afectarán a los mismos arrecifes. Por lo tanto, un proceso de priorización para la respuesta post-disturbio es crucial y deberá ser desarrollado por el CREC y otras partes interesadas para facilitar una acción rápida y efectiva. En este proceso de priorización, se puede considerar la siguiente información:

- Las zonas afectadas por el evento (ej. el trayecto de un huracán)
- El valor ecosistémico del arrecife (ej. la contribución del arrecife a la protección costera, si actúa como un área importante de agregación o desove, áreas de restauración activa)
- La cobertura de coral

Un ejemplo de priorización de arrecifes fue durante la respuesta ante los huracanes de 2017, cuando la NOAA caracterizó los arrecifes de “alto valor” por 1) cobertura de coral, 2) presencia de especies de corales listados como en peligro o amenaza de extinción (ESA, por sus siglas en inglés) y especies constructoras de arrecifes, como *Diploria labyrinthiformis* o *Colpophylia natans*<sup>[6]</sup> y 3) contribución a la protección costera<sup>[6]</sup>. La NOAA se concentró en evaluar los arrecifes de aguas llanas (menos de 7 metros [23 pies] de profundidad) y en las especies ESA y las constructoras de arrecifes.

### 4.1.2 Aspectos a considerar para planificar las salidas de campo luego de un evento

Como parte de la planificación de la evaluación de daños y/o respuesta a la emergencia sobre arrecifes de coral, los participantes deben asegurar que las condiciones climáticas y la calidad del agua sean aptas

para llevar a cabo el trabajo de campo de manera segura. Los esfuerzos de respuesta no deben realizarse en condiciones climáticas peligrosas como corrientes fuertes, olas altas, tormentas eléctricas, etc. Asimismo, los participantes deben asegurarse de que haya suficiente visibilidad tanto fuera como bajo del agua para ser eficientes en las acciones de respuesta y evitar accidentes.

### Calidad del Agua

De acuerdo a la [EPA](#), una prueba de bacteriología que mide enterococos es el mejor indicador de riesgo de salud para el agua salada. Si el análisis bacteriológico de enterococos es mayor de 70 colonias por cada 100 mililitros de agua, el parámetro excede el *Beach Action Value* y no se recomienda su uso para inmersión<sup>[9]</sup>. Se puede realizar una prueba rápida sobre enterococos y otros parámetros, usando kits o equipo, por ejemplo, los incluidos en el [Apéndice I](#). Una referencia para esto podrían ser los parámetros usados por el Programa del Estuario de la Bahía de San Juan (PEBSJ), incluidos en el [Apéndice III](#).

El Programa de Monitoria de Playas y Notificación Publica del DRNA publica los resultados de la calidad de agua y si la playa cumple o no cumple con los *Beach Action Value*, a través del [Facebook del DRNA](#). También se publica esta información en la página web de CARICOOS o su aplicación de celular [Pa' la Playa](#). Para realizar pruebas rápidas que permiten identificar si hay contaminación de aguas negras, se pueden usar kits para pruebas de fosfato, nitrito, nitrato, amonio, y pH como el [API Master Test Kit](#).

A veces no es posible tomar muestras para determinar la calidad de agua de antemano y/o esperar los resultados de un laboratorio. En esos casos, los participantes en la respuesta deberían revisar los indicadores más básicos que reflejan posible contaminación, por ejemplo, material flotante, mal olor, poca visibilidad u otras condiciones sospechosas. Además, no es recomendable nadar en cuerpos de agua cerca de áreas

urbanas 24 horas después de un evento de lluvia, por la posibilidad de contaminación con aguas negras (Jorge Bauza, *pers. comm*).

### Otras limitaciones a considerar en la planificación de los viajes de campo:

- Muelles y rampas de botes dañados
- Desechos marinos que inhiben la navegación o acceso
- Falta de materiales indispensables para garantizar una respuesta segura (ej. equipo de primeros auxilios, materiales necesarios para evaluar la calidad de agua)
- Poca visibilidad en el agua

Sistemas de aeronaves no tripuladas o *drones* podrán ser utilizados para la documentación aérea y la evaluación de áreas de interés antes de la visita al arrecife, siempre y cuando el piloto cumpla con la reglamentación vigente del [Federal Aviation Administration](#) (FAA).

## 4.2 EVALUACIÓN DE DAÑOS A LOS ARRECIFES DE CORAL

El primer aspecto a considerar luego de un evento es la magnitud del impacto a los arrecifes. Para esto, el CREC debe evaluar la información disponible sobre la ruta o dirección del evento y establecer a qué áreas estará dando prioridad. Una vez se determine las áreas con posibles impactos, se estarán comunicando con los POCs regionales para coordinar los esfuerzos de evaluación. Los participantes en la evaluación deben haber recibido adiestramiento previo a esta actividad.

### 4.2.1 Métodos

Similar a lo que se detalla en el [Plan de Contingencia de Puerto Rico para Respuesta Rápida ante Blanqueamiento de Coral, Brote de Enfermedades y otras Sorpresas Ecológicas](#), cada grupo estará formado por *snorkelers* y/o buzos, personal de apoyo y un líder del grupo que mantiene comunicación con el CREC. Los métodos de evaluación dependerán de los materiales disponibles, las condiciones del área y la experiencia de

los participantes. A continuación, se presenta una metodología general que pudiese ser adaptada a partir del contexto de cada esfuerzo.

### Participantes con experiencia

Los participantes de la red de respuesta con experiencia evaluando corales empezarán con un *roving diver survey*, el cual puede ser realizado mediante un [censo de remolque manta](#) (*manta tow survey*) y/o con *scooters* o *jetskis*. Se usa este censo para identificar áreas aptas para poner los Transectos de Banda (BT, por sus siglas en inglés) para evaluar el daño al arrecife de coral, cuyo hábitat de fondo duro colonizado es superior al 10%. El BT deberá medir 20m x 2m (40m<sup>2</sup>), con 1m a cada lado de la línea principal. Dos buzos o dos *snorkelers* realizarán evaluaciones categóricas del daño al sitio y el daño a los corales y / o al armazón (*framework*) arrecifal. Cada buzo nadará a un lado del transecto y completará la hoja de evaluación incluida en el [Apéndice IV](#). Se deberá grabar video del transecto lineal y fotos para referencia, como también tomar coordenadas de GPS para georreferenciar el área estudiada.

Para cada transecto de banda evaluado, se llenarán dos hojas de evaluación de impactos a corales (una hoja por buzo/*snorkeler*). Estas hojas de datos fueron adaptadas para este Protocolo usando de referencia la hoja de evaluación que utilizó la NOAA en la respuesta a los huracanes de 2017. Se entregarán estas hojas al CREC, quienes analizarán estos datos para completar el ejercicio de priorización para la rehabilitación arrecifal usando los recursos y financiamiento disponible.

### Participantes sin experiencia

Los participantes de la red de respuesta realizarán un *roving diver survey* para identificar el estado general del sitio de arrecife de coral. Cada buzo completará una hoja de evaluación básica, también incluida en el [Apéndice IV](#). Se recomienda que los participantes que no tengan

experiencia en este tipo de evaluaciones entreguen las fotos o videos para validar los hallazgos.

La evaluación deberá comenzar con los arrecifes accesibles desde la orilla y sin riesgo y evaluar más adelante si será posible llegar a arrecifes distantes o que presenten algún riesgo a la salud o a la vida humana. Dada la urgencia de rehabilitar los corales impactados después de un evento, la evaluación debe concentrarse en el estado de los corales. Sin embargo, cualquier observación sobre el estado de los ecosistemas asociados después del evento debe ser registrada y documentarse con imágenes / videos, según sea posible.

### 4.3 REHABILITACIÓN DE ARRECIFES DE CORAL

Una vez hecha la evaluación, se deben coordinar los trabajos de rehabilitación considerando los materiales y fondos disponibles. La rehabilitación incluye remover escombros, estabilizar sustrato y estabilizar o pegar fragmentos de coral en las áreas identificadas como adecuadas, o con buenas condiciones para esto que permiten que el coral sobreviva y crezca. Si los fragmentos pueden ser recolectados y estabilizados justo después de los impactos físicos, la probabilidad de supervivencia aumenta sustancialmente, hasta más de 90%<sup>[10]</sup>.

Las áreas donde se hayan identificado daños significativos a la cobertura de coral, particularmente impactos a especies formadoras de arrecife, deberán ser clasificadas y recomendadas para la rehabilitación mediante *triage*. En el caso de que el área con mayor daño no sea adecuada para pegar los fragmentos de coral, debido a mala calidad del agua, marejadas fuertes, o que está expuesta a un estrés continuo que podría limitar que los corales sobrevivan, los fragmentos deberán ser pegados en un sitio alternativo, siempre considerando su función en el arrecife original. Cada sitio rehabilitado será documentado usando la hoja de rehabilitación de corales, encontrada en [Apéndice VI](#).

## Prácticas generales de rehabilitación de arrecifes de coral

1. La rehabilitación de especies ramificadas, como Acropóridos, deberá ser la prioridad, ya que se ha documentado que sufren mayores tasas de mortalidad cuando se encuentran colonias fragmentadas y/o sueltas en el sustrato<sup>[11]</sup>. Especies columnares como *Dendrogyra cylindrus* también pueden ser prioridad debido a su estatus de conservación, vulnerabilidad de daños mecánicos y baja probabilidad de supervivencia.

La segunda prioridad deben ser las especies de coral masivos, ya que tienden a resistir períodos de tiempo más largos en el sustrato después de romperse o volcarse. En la respuesta del 2017, se encontró que las colonias de coral de los géneros *Orbicella*, *Pseudodiploria*, *Diploria* y *Colpophylia* de crecimiento lento sobrevivieron más que los fragmentos de *Acropora*, los primeros tres incluso sobrevivieron un año después del impacto de los huracanes<sup>[11]</sup>.

2. En la medida que sea posible, los organismos deberán ser devueltos a su área y profundidad original y fijarse en la misma proporción (número de organismos/área del arrecife) que la densidad pre-disturbio<sup>[12]</sup>. Si no se puede fijar en la misma área, se determinará un sitio apto para esto o se llevarán a una finca de coral para fijarlos luego.
3. Para fijar los corales se usarán distintas técnicas según aplique (p. ej. cemento, epoxi, tiras plásticas)<sup>[12]</sup>. La técnica para utilizarse dependerá del tipo de fragmento, sustrato y materiales disponibles.
4. Es importante raspar y limpiar bien el sustrato (libre de organismos marinos) antes de colocar el coral<sup>[12]</sup>.
5. El lugar para fijar el coral debe estar alejado de coral de fuego, esponjas o algas de crecimiento acelerado que pueda competir con el coral de oportunidad y reducir su potencial de supervivencia<sup>[12]</sup>.

6. Los corales pegados no deben estar en contacto con otros<sup>[12]</sup>. Se debe dejar suficiente espacio para el crecimiento del individuo. Por ejemplo, típicamente se deja 0.5 a 2m distancia entre individuos de *Acropora cervicornis*<sup>[18]</sup>.
7. De ser posible, marcar 10% de los fragmentos o corales para monitorear la sobrevivencia y el crecimiento. Recopilar datos sobre la ubicación, la especie, número de identificación, tamaño, número de ramas (si aplica) y condición (saludable, enfermo, por ciento de cobertura de tejido vivo, blanqueado, cubierta de algas, etc.). Tomar fotografías y/o video para documentarlos<sup>[12]</sup>. La hoja de recopilación de estos datos está incluida en el *Apéndice VIII*. Más detalles del proceso de monitoreo de corales se presenta en la sección *6.5.3*.



# 5. POST-RESPUESTA



La post-respuesta es a largo plazo e incluye actividades que se llevan a cabo después de que ha pasado la urgencia de una respuesta inmediata. Los efectos de eventos como un ciclón tropical puede tener consecuencias a largo plazo y la recuperación de los arrecifes de coral puede durar años y aun verse reflejada siglos más tarde<sup>[13]</sup>. Esta fase incluye una reunión convocada por el CREC para decidir las acciones a seguir y coordinar el monitoreo continuo del trabajo de rehabilitación realizado y posiblemente la mitigación de los daños causados por la emergencia.

## 5.1 DEBRIEFING CON EL CREC Y LA RED DE RESPUESTA

El CREC y la red de respuesta se reunirán al menos dos veces al año, aunque no haya una posible emergencia que afecte los arrecifes de coral. La segunda reunión se realizará el primer viernes de cada noviembre, a menos que el equipo se encuentre respondiendo a una emergencia. Si ese fuera el caso, esta segunda reunión se realizará cuando terminen la respuesta de emergencia. En esta reunión, el CREC deberá liderar una discusión e incluir, al menos, lo siguiente:

- Una sesión informativa sobre lo que se logró durante la respuesta y lo que el CREC y la red de respuesta están trabajando actualmente
- Oportunidades de actividades para realizar bajo la post-respuesta y detalles de cómo y dónde implementarlos
- Lecciones aprendidas y cambios en las condiciones de implantación del Protocolo, entre otros aspectos necesarios para adaptar y mejorar la respuesta de emergencia futura. Todo esto se debería documentar y si es relevante a la respuesta, se integrará en el Protocolo
- Los datos de los monitoreos de los corales previamente rehabilitados, éxitos, retos y lecciones aprendidas de la rehabilitación y estas actividades

- La devolución al DRNA de los materiales de respuesta que los grupos recibieron en mayo

## 5.2 REHABILITACIÓN ADICIONAL

En los casos que los daños a un arrecife de coral son tales que no hay suficientes fragmentos o colonias vivas en el área para su rehabilitación, se pueden usar corales de las fincas para estos fines. Otra opción a considerarse es el uso de arrecifes artificiales, lo cual sería una alternativa para rehabilitar algunos de los beneficios ecosistémicos del arrecife de coral en un área que quizás no es factible restaurarlo completamente con las otras técnicas.

### 5.2.1 Rehabilitación Adaptativa

Los efectos del cambio climático sobre los arrecifes de coral, incluyendo el aumento del nivel y la temperatura del mar, aumento de la intensidad de las tormentas, la acidificación del océano, así también como las amenazas antropogénicas que incluyen la contaminación de las aguas, la sobrepesca, impactos de la actividad náutica, entre otras, son aspectos que deben considerarse al planificar la rehabilitación de los arrecifes de coral a largo plazo. Existe la tecnología y las herramientas para proyectar las condiciones oceánicas futuras y la posible vulnerabilidad de los arrecifes de coral a cambios en estas condiciones. En la medida posible, se debe integrar esta información al evaluar las medidas de rehabilitación a implantarse y así aumentar la probabilidad de que estos esfuerzos sean efectivos a largo plazo. Algunas de las prácticas para la rehabilitación de arrecifes de coral recomendadas son:

- Diversificar los esfuerzos de rehabilitación con diferentes especies de coral nativo y diferentes genotipos de la misma especie para mejorar la resistencia del arrecife. Esto, considerando que las especies de Acropóridos son más sensibles que otras especies al calentamiento del mar<sup>[14,15]</sup>,

- En algunas especies de coral, la micro-fragmentación y fusión de corales demuestra crecimiento rápido en comparación a la tasa de crecimiento natural<sup>[16]</sup>. Estas técnicas han sido exitosas en la rehabilitación de especies *Montastrea cavernosa* y *Orbicella faveolata* en los cayos del estado de Florida<sup>[17]</sup>.
- Aumentar la diversidad genotípica puede reducir la depresión endogámica o *inbreeding depression*. De forma opuesta, evitar el movimiento de corales o mezclar gametos de poblaciones distantes puede reducir el *outbreeding depression*. Ambas condiciones pueden ser perjudiciales a la sobrevivencia de los corales a largo plazo<sup>[18]</sup>.
- Considerar la estructura tridimensional de los arrecifes de coral. Por ejemplo, se recomienda pegar fragmentos de corales ramificados cerca de la misma especie para crear *thickets* más grandes que también podría ayudar a minimizar impactos de futuro oleaje o tormentas<sup>[11]</sup>.

### 5.3 MONITOREO

El monitoreo de los arrecifes rehabilitados ayuda a determinar si los esfuerzos de rehabilitación fueron exitosos. El porcentaje de corales pegados que fueron marcados y que siguen vivos y prósperos después de un tiempo, permite cuantificar y comparar las estrategias de rehabilitación llevadas a cabo. Estos datos también proporcionan información necesaria para determinar dificultades o fallas en el proceso y si la acción correctiva o mitigación puede ser apropiada en o cerca de los sitios de corales ya rehabilitados.

#### Prácticas generales para el monitoreo

1. En cada actividad de monitoreo se deberán recopilar datos sobre los corales previamente marcados, incluyendo: el número de identificación del coral marcado, tamaño, número de ramas (si aplica) y condición (saludable, enfermo, blanqueado, etc.), por

ciento de cobertura de tejido vivo, cubierta de algas, entre otra información relevante. Tomar fotografías y video para documentar cambios<sup>[12]</sup>.

2. La frecuencia del monitoreo de corales deberá ser mayor en los primeros meses luego de la rehabilitación. Por ejemplo, el monitoreo podría ser bianual los primeros dos años y anualmente después de eso.
3. Los datos del monitoreo de corales se almacenarán en un base de datos usando Microsoft Excel.
4. Entrenar e involucrar a las comunidades de usuarios locales para que lleven a cabo el monitoreo de los sitios de rehabilitación puede ser una alternativa costo efectiva y viable para este componente de la rehabilitación. Esto ayuda a crear un sentido de pertenencia y concientizar sobre la importancia y vulnerabilidad de los arrecifes de coral.

## APÉNDICES

### Apéndice I. MATERIALES PARA LA RESPUESTA

Se recomienda identificar la disponibilidad de los siguientes materiales generales que facilitarían una respuesta rápida:

#### COMUNICACIÓN Y COORDINACIÓN

- Teléfonos satelitales
- Walkie Talkies* (ej. [Midland – GXT1000VP4](#))
- Estación eléctrica portátil (ej. [Goal Zero Yeti](#) - para cargar laptops, cámaras, GPS, etc.)
- Paneles solares (ej. [Goal Zero Boulder](#) - para cargar la estación eléctrica portátil)
- Mapas impresos de las áreas de interés
- GPS
- Identificar áreas para llenar los tanques de buceo y gasolina para el transporte

#### EVALUACIÓN

Una vez se llega al área del arrecife, los materiales esenciales para la evaluación son el equipo de buceo/snorkel de cada participante, botiquín de primeros auxilios y tanque de oxígeno de emergencia. También se recomienda identificar:

- Generador
- Compresor de aire
- Tanques de buceo y equipo adicional
- Bote u otra transportación marina (*paddleboard, kayak, canoa, underwater scooter, jetski*)
- Gasolina adicional
- Equipo de seguridad y primeros auxilio

#### Evaluación de la calidad del agua (ejemplos)

- [AMT IB-007 Rapid Bac Test for Enterococcus Bacteria](#)
- [YSI ProDSS Water Quality Meter Digital Sampling System](#)

Una opción son los *drones*, con la certificación del FAA, para evaluar áreas inaccesibles físicamente o inseguras.

#### Evaluación de daños al arrecife

- Dive slate* u hojas de datos sumergibles, portapapeles y bandas de goma para sujetar la hoja al portapapel
- Lápices sumergibles
- Reglas flexibles para medir fragmentos/colonias
- Cinta métrica
- Cámara sumergible
- GPS

#### REHABILITACIÓN – Incluye materiales de evaluación del arrecife más:

- Guantes
- Cubos para cargar fragmentos y para mezclar cemento
- Cemento / Epoxy
- Herramienta para mezcla cemento (ej. hormigonera)
- Bolsas grandes *Ziplock*
- Bolsas de malla
- Lift-bags*
- Cable ties* de 14" (recomendado con acero reforzado)
- Martillo, tijeras, cuchillo

#### MONITOREO – Incluye materiales de evaluación del arrecife más:

- Etiquetas de ganado, idealmente amarillas
- Cable ties* de 14" (recomendado con acero reforzado)
- Cut masonry nails* para cemento de 3"
- Herramientas: martillo, tijeras, cuchillo

## Apéndice II. SEGUIMIENTO A EVENTOS METEOROLÓGICOS

Las siguientes páginas web son fuentes oficiales para monitorear la información relacionada con el clima y recibir una advertencia temprana en la preparación ante eventos meteorológicos. Debajo de cada sitio web se listan algunas de sus funciones relevantes a este Protocolo. Además, se puede utilizar las noticias locales para obtener información adicional relacionada con el tiempo y pronósticos, las áreas afectadas por el evento, apertura de puertos, peligros y más.

El *National Hurricane Center* (NHC) de la NOAA emite proyecciones, avisos, alertas y advertencias de eventos con posible impacto por vientos, lluvia y/o marejadas. Las [proyecciones de clima tropical](#) son discusiones de áreas potenciales de clima alterado y su potencial de desarrollo durante los próximos cinco días. Durante la temporada de huracanes en el Atlántico, del 1 de junio hasta el 30 de noviembre, las proyecciones de dos días y de cinco días son emitidas cada seis horas. Los avisos incluyen una lista de todas las alertas y advertencias de ciclones tropicales o subtropicales, además de la posición del ciclón, la distancia de tierra y movimiento actual. Cada vez que se forma un ciclón tropical o subtropical, el NHC emite información de advertencia al menos cada seis horas.

Las tormentas invernales del Atlántico son más frecuentes entre septiembre y abril. Aunque éstas ocurren en el Océano Atlántico Norte, los efectos de estas tormentas pueden causar fuertes marejadas en Puerto Rico. El NWS proporciona los últimos pronósticos y advertencias de estas tormentas.



### [National Hurricane Center \(NHC\)](#)

- Seguimiento de ciclones tropicales y tormentas activas
- Gráfica de proyecciones climáticas tropicales de 2 y 5 días



### [National Weather Service \(NWS\)](#)

- Pronóstico del tiempo y avisos
- Proyecciones meteorológicas (*Hazardous weather outlook*)
- Mapa de la altura significativa y dirección del oleaje
- Advertencias de tormentas tropicales y huracanes

### [CARICOOS](#)

- Altura y dirección del oleaje
- Velocidad y dirección del viento
- Corrientes marinas



### [Aplicación celular Pa' la Playa](#)

- Calidad de agua
- Pronostico climático
- Altura promedio de oleaje



### [Windfinder](#)

- Previsión de viento y tiempo de hasta 10 días



### [FEMA / Aplicación celular de FEMA](#)

- Noticias de declaraciones presidenciales luego de un desastre



### [Windy](#)

- Pronóstico del tiempo actualizado

### Apéndice III. LÍMITES DE PARÁMETROS PARA LAS AGUAS NATURALES

*\*Estos parámetros fueron compartidos por el Programa del Estuario de la Bahía de San Juan. Estos límites solo son para las aguas naturales, no para agua potable.*

Oxígeno disuelto (mg/L)	≥ 4
Turbidez (NTU)	< 10
pH	6.0-9.0
Transparencia del agua (profundidad Secchi en metros)	≥ 1
Aceites y grasas (mg/L)	< 1
Nitrógeno total Kjeldahl (mg/L)	< 1
Nitratos y nitritos, total (mg/L)	< 1
Fósforo total (mg/L)	< 0.5
Carbón orgánico total (mg/L)	< 5
Clorofila a (mg/m <sup>3</sup> )	< 5
Amoníaco (mg/L)	0 es ideal, pero amoníaco puede venir de humanos u otros organismos
Demanda biológica de oxígeno (mg/L)	< 5
Coliformes fecales (CFU/100mL)	< 200
Enterococos fecal (CFU/100mL)	< 35

Apéndice IV. HOJAS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS A CORALES

Para los transectos de banda

<b><u>NOMBRES</u></b>		<b><u>FECHA</u></b>		<b><u>TRANSECTO</u> # ____ de ____ en el mismo sitio</b>			
<b><u>SITIO</u></b>		<b><u>HORA</u></b>		<b><u>ANCHO</u> (m)</b>		<b><u>LARGO</u> (m)</b>	
<b><u>VIS (pies)</u></b>		<b><u>RUMBO</u></b>		<b><u>PROF (pies)</u></b>		<b><u>FOTO?</u> Sí No <u>VIDEO?</u> Sí No</b>	
<b><u>Tipo de hábitat:</u> LINE AGRE PTCH BDRK PVM</b>		<b><u>HÁBITAT DOMINANTE</u></b>		<b><u>FONDO DURO EN TRANSECTO</u> ____ %</b>			
<b><u>Daño a:</u> Corales Estructura Ambos</b>		<b><u>ESCOMBROS (rubble) EN TRANSECTO</u> ____ %</b>		<b><u>HÁBITAT DOMINANTE EN TRANSECTO</u> ____ %</b>			
<b><u>DESECHOS MARINOS:</u> Sí No</b>		<b><u>DESCRIPCIÓN:</u></b>					
CÓDIGO	ESTADO DEL CORALES (#) I = Pegado-Intacto; R = Pegado-Roto; V = Al revés/ Volcado; S = Frag. suelto	SALUD DE CORAL (#) S = Saludable; E = Enfermo; M = Muerto	Código Foto(s)	Total # de tamaño:			PARCHO/ GIG (>150cm) Largo, Ancho, % daño
				MED (20-50cm)	GRANDE (51 – 100cm)	XL (101-150cm)	
ACER	I:	S: E: M:					
	R:	S: E: M:					
	V:	S: E: M:					
	S:	S: E: M:					
APAL	I:	S: E: M:					
	R:	S: E: M:					
	V:	S: E: M:					
	S:	S: E: M:					
APRO	I:	S: E: M:					
	R:	S: E: M:					
	V:	S: E: M:					
	S:	S: E: M:					
DCYL	I:	S: E: M:					
	R:	S: E: M:					
	V:	S: E: M:					
	S:	S: E: M:					
CNAT	I:	S: E: M:					
	R:	S: E: M:					
	V:	S: E: M:					
	S:	S: E: M:					
DLAB	I:	S: E: M:					
	R:	S: E: M:					
	V:	S: E: M:					
	S:	S: E: M:					
MCAV	I:	S: E: M:					
	R:	S: E: M:					
	V:	S: E: M:					
	S:	S: E: M:					



CÓDIGO	ESTADO DEL CORALES (#) I = Pegado-Intacto; R = Pegado-Roto; V = Al revés/ Volcado; S = Frag. suelto	SALUD DE CORAL (#) S = Saludable; E = Enfermo; M = Muerto	Código Foto(s)	Total # de tamaño:			PARCHO/ GIG (>150cm) Largo, Ancho, % daño
				MED (20-50cm)	GRANDE (51 – 100cm)	XL (101-150cm)	
OANN	I:	S: E: M:					
	R:	S: E: M:					
	V:	S: E: M:					
	S:	S: E: M:					
OFAV	I:	S: E: M:					
	R:	S: E: M:					
	V:	S: E: M:					
	S:	S: E: M:					
OFRA	I:	S: E: M:					
	R:	S: E: M:					
	V:	S: E: M:					
	S:	S: E: M:					
PORI SP. ramificado	I:	S: E: M:					
	R:	S: E: M:					
	V:	S: E: M:					
	S:	S: E: M:					
PSTR	I:	S: E: M:					
	R:	S: E: M:					
	V:	S: E: M:					
	S:	S: E: M:					
	I:	S: E: M:					
	R:	S: E: M:					
	V:	S: E: M:					
	S:	S: E: M:					
	I:	S: E: M:					
	R:	S: E: M:					
	V:	S: E: M:					
	S:	S: E: M:					
	I:	S: E: M:					
	R:	S: E: M:					
	V:	S: E: M:					
	S:	S: E: M:					

**HOJA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS A CORALES**

*Para las evaluaciones básicas usando el roving diver survey*

<b><u>NOMBRES</u></b>		<b><u>FECHA</u></b>		<b><u>SITIO</u></b>	
<b><u>LAT</u></b>		<b><u>LON</u></b>		<b><u>HORA</u></b>	
<b><u>Tipo de hábitat:</u></b> LINE AGRE PTCH BDRK PVM		<b><u>PROF (pies)</u></b>		<b><u>FOTO?</u></b> Sí No <b><u>VIDEO?</u></b> Sí No	
<b><u>Daño a:</u></b> Corales Estructura Ambos		Estimación del área evaluada: _____ m <sup>2</sup>		Estimación de corales sueltos en el área _____ #	
<b><u>Desechos marinos:</u></b> Sí No <b><u>Descripción:</u></b>					

Tipo de Coral o Especie	Salud de corales S = Saludable E = Enfermo M = Muerto	Total # de tamaño:					Código foto(s)	Información adicional
		< 20cm	20 - 50cm	40 - 60cm	60 - 100cm	>100cm		





## Apéndice V. DESCRIPCIONES DE LA HOJA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS A CORALES

Dato	Descripción
Transecto # _____ de _____ en el mismo sitio	Empezar con el #1 para el primer transecto en un sitio. El número de transecto de los transectos totales evaluado en ese sitio. Es recomendado tener un mínimo de 3 transectos por sitio.
TRANSECTO Ancho, Largo	Ancho total y largo total en metros de la evaluación en el transecto. Si se permite, debería ser 20m x 2m
VIS (pies)	Visibilidad del agua en pies
RUMBO	Dirección de la orientación del transecto (ej. N, NE, E, SE, etc.)
PROF (pies)	Profundidad media del transecto evaluado
FOTO? Sí No VIDEO? Sí No	Documentación fotográfica: Si ha tomado fotos, videos, o ninguno
Fondo duro en Transecto _____ (%)	Estimación del porcentaje de fondo duro en el área de transecto
Fondo duro	Tipo de fondo duro dominante en el área de evaluación
Tipo de hábitat	Tipo de hábitat de arrecife dominante: lineal ( <i>linear</i> ), agregado ( <i>aggregated</i> ), parche ( <i>patch</i> ), <i>bedrock</i> , pavimento ( <i>pavement</i> )
Hábitat dominante	Tipo de hábitat dominante en el transecto
Hábitat dominante en transecto _____ %	Estimación de porcentaje de hábitat dominante en el transecto
Daño a:	Corales, estructura del arrecife, o ambos (corales y estructura)
Escombros en transecto _____ %	Estimación del área de escombros ( <i>rubble</i> ) como porcentaje de bentos en el transecto
Est. corales sueltos [en transecto ___#]	Estimación del # de corales sueltos en el transecto
Desechos marinos: Sí No	Aparición de desechos marinos en el transecto o en el área alrededor del transecto
Descripción (desechos marinos)	Descripción de los tipos de desechos, cantidad, si están o puedan causar daño al arrecife y cualquier otra información relevante
CÓDIGO	Código de especies: Use códigos que consisten en: la primera letra del género, las primeras 3 letras de la especie. Si no se sabe la especie, use el siguiente código: Las primeras 4 letras del género, un espacio, SP. (ex. ORBI SP.) y saca una foto.
Estado de corales (#)	Número de corales de cada especie que son Pegado-Intacto, Pegado-Roto, Al revés/Volcado o un fragmento Suelto
Salud de coral	Número de colonias de cada estado de coral las cuales son saludables, enfermas (cualquier estado no normal, por ejemplo, abrasión, palidez, enfermedad), o muertos
Código Foto(s)	Código(s) de la(s) foto(s) de coral sospechoso. Si ve un coral sospechoso y no conoce el estado, saque una foto y anótelo aquí.
Total # de tamaño:	<b>MED:</b> Número de corales medianos, de tamaño 20 cm a 50 cm
	<b>GRANDE:</b> Número de corales grandes, de tamaño 51 cm a 100 cm
	<b>XL:</b> Número de corales extra grandes, de tamaño 101 cm a 150 cm
	<b>PARCHO/GIG:</b> Número de parchos ( <i>thickets</i> ) o colonias de corales gigantes, de tamaño 150 cm o más. Incluir el largo, ancho y porcentaje de daño, si es necesario

## Apéndice VI. HOJA PARA DOCUMENTAR LA REHABILITACIÓN DE CORALES

Adaptada de las hojas que NOAA utilizó en la rehabilitación de corales después del huracán María.

<b>NOMBRES</b>		<b>FECHA</b>	<b>LAT</b>	<b>LON</b>		
		<b>SITIO</b>	Día # ___ de ___ rehabilitación en el mismo sitio			
<b>Tipo de hábitat:</b> LINE AGRE PTCH BDRK PVM		<b>PROF (pies)</b>	<b>Est. # de días restantes:</b>			
<b>Daño al sitio:</b> Severo (>50%) Moderado (10-50%) Menor (<10%) Ninguno		<b>Área rehabilitada:</b> ___ m <sup>2</sup>		<b>Área restante:</b> ___ m <sup>2</sup>		
<b>Potencial de triage adicional:</b> Alto Mediano Bajo Ninguno		<b># Inicial</b>	<b># Estabilizado/ Pegados</b>	<b># Restante</b>	<b>% Completo</b>	
<b>Potencial de rehabilitación adicional:</b> Alta Mediana Baja Ninguna						
<b>Desechos marinos:</b> Sí No <b>Descripción:</b>						
CÓDIGO	# PEQUEÑO (< 20cm)	# MEDIANO (20-50cm)	# GRANDE (51-100cm)	# XL (101-150cm)	# GIGANTE (>150cm)	Código Foto(s)
ACER						
APAL						
APRO						
DCYL						
CNAT						
DLAB						
MCAV						



CÓDIGO	# PEQUEÑO (< 20cm)	# MEDIANO (20-50cm)	# GRANDE (51-100cm)	# XL (101-150cm)	# GIGANTE (>150cm)	Código Foto(s)
OANN						
OFA						
OFRA						
PORI SP. ramificado						
PSTR						
<b>Descripción del trabajo restante:</b>						

## Apéndice VII. DESCRIPCIONES DE LA HOJA PARA DOCUMENTAR LA REHABILITACIÓN DE CORALES

Dato	Descripción
<b>Día #</b> ____ <b>de</b> ____ <b>de rehabilitación en el mismo sitio</b>	Empezar con el #1 para el primer día de rehabilitación en un sitio. El número de día de los días totales evaluado en ese sitio.
<b>Tipo de hábitat</b>	Tipo de hábitat de arrecife dominante: lineal, agregado, parche, <i>bedrock</i> pavimento
<b>PROF (pies)</b>	Profundidad media del transecto evaluado
<b>Est. # de días restantes:</b>	Número estimado de días restantes para completar el <i>triage</i> y/o rehabilitación adicional en este sitio.
<b>Daño al sitio:</b>	Porcentaje de daño en el sitio: <b>Severo:</b> > 50% daño a corales & arrecife <b>Moderado:</b> 10% - 50% daño a corales & arrecife <b>Menor:</b> < 10% daño a corales & arrecife
<b>Área rehabilitada:</b> ____ <b>m<sup>2</sup></b>	Medida estimada del área de arrecife rehabilitada en m <sup>2</sup>
<b>Área restante:</b> ____ <b>m<sup>2</sup></b>	Medida estimada del área de arrecife restante para la rehabilitación en m <sup>2</sup>
<b>Potencial de triage adicional:</b>	<b>Alto:</b> > 300 corales para ser estabilizado/pegado (> 20 cm); muchas especies ESA impactadas <b>Mediano:</b> > 100 corales para ser estabilizado/pegado (> 20 cm); algunas especies ESA impactadas <b>Bajo:</b> < 100 corales para ser estabilizado/pegado <b>Ninguno:</b> Sin impacto
<b>Potencial de rehabilitación adicional:</b>	<b>Alta:</b> daño significativo, rehabilitación requerida para la recuperación, requiere una evaluación adicional <b>Mediana:</b> daño moderado, puede requerir rehabilitación, posiblemente una evaluación adicional <b>Baja:</b> daño presente pero es probable una recuperación natural <b>Ninguna:</b> Rehabilitación adicional no necesaria o recomendada
<b># Inicial</b>	Número estimado inicial de los corales y fragmentos para ser estabilizados/pegados
<b># Estabilizado</b>	Número de corales y fragmentos estabilizados y pegados en el buceo/snorkel
<b># Restante</b>	Número de corales y fragmentos en el arrecife que requieren estabilización, <i>triage</i> u otro método de rehabilitación
<b>% Completo</b>	Porcentaje de la rehabilitación completo hasta la fecha [# estabilizado / (# estabilizado + # restante)]*100
<b>Desechos marinos:</b> Sí No	Aparición de desechos marinos en el transecto o en el área alrededor del transecto
<b>Descripción (desechos marinos)</b>	Descripción de los tipos de desechos, cantidad, si están o puedan causar daño al arrecife y cualquier otra información relevante
<b>CÓDIGO</b>	Código de especies: Use códigos que consistan en la primera letra del género, las primeras 3 letras de la especie. Si no se sabe la especie, use el siguiente código: Las primeras 4 letras del género, un espacio, SP. (ex. ORBI SP.) y saque una foto.
<b>Total # de tamaño:</b> (Número de corales estabilizados, pegados por <i>triage</i> o rehabilitados)	<b>PEQUENO:</b> Número de corales pequeños de tamaño menor a 20 cm
	<b>MEDIANO:</b> Número de corales medianos de tamaño 20 cm a 50 cm
	<b>GRANDE:</b> Número de corales grandes de tamaño 51 cm a 100 cm
	<b>XL:</b> Número de corales extra grandes de tamaño 101 cm a 150 cm
	<b>GIGANTE:</b> Número de colonias de corales gigantes de tamaño 150 cm o más. Incluir el largo, ancho y porcentaje de daño, si es necesario
<b>Código Foto(s)</b>	Código(s) de la(s) foto(s) de coral(es) sospechoso(s). Si ve un coral sospechoso y no conoce el estado, saque una foto y anótalo aquí



### Apéndice VIII. HOJA DE MONITOREO DE CORALES Y FRAGMENTOS MARCADOS EN LA REHABILITACIÓN

Nombres: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Sitio: \_\_\_\_\_ Hábitat: \_\_\_\_\_

Número de identificación	Código de Foto(s)	Ubicación	Especie	Tamaño (rama más larga en cm)	Número de ramas y tamaños (si aplica)	Condición (saludable, enfermo, % de cobertura de tejido vivo, blanqueado, cubierta de algas, etc.) y otra información

## Apéndice IX. RECURSOS ADICIONALES

1. **Mapas de rampas de botes:** en [Google Maps](#) o [Lanchasybotes.com](#)
2. **Gasolineras:** [Google Maps](#)
3. **Puerto Rico Industrial Development Company (PRIDCO):** Mapa interactivo para localizar activos públicos, comercio o industria alrededor de Puerto Rico
4. **NOAA Digital Coast [Instalaciones Críticas](#) (2016):** Datos enfocados en la costa de totales agregados de instalaciones policiales, estaciones de bomberos, instalaciones médicas y escuelas.

## Apéndice X. FINANCIAMIENTO

Los costos de implantación de este Protocolo dependen en gran medida del evento y la extensión del daño a los arrecifes de coral. A continuación, se presenta información sobre las agencias y organizaciones que potencialmente podrían ayudar a financiar su implantación.

### Mecanismos potenciales de financiamiento

Cuando ocurre un evento natural que afecta a los arrecifes de coral, algunas agencias y organizaciones ofrecen oportunidades de financiamiento para responder a las necesidades que generan estos eventos. Debido a la importancia de los arrecifes de coral como hábitat, fuente de ingresos, valor cultural, de investigación y protección costera, algunas de estas oportunidades de financiamiento están dirigidas a la rehabilitación de estos recursos marinos.

A continuación, se presenta una lista de agencias, organizaciones, y grupos que proveen oportunidades de fondos o recursos que pueden destinarse a apoyar la respuesta ante impactos a los arrecifes de coral después de un evento natural extremo.

El DRNA es la agencia proponente en solicitudes de fondos del Estado con el fin de evaluar o rehabilitar daños a los arrecifes de coral. El DRNA puede canalizar estas solicitudes a través de la División de Ecología Marina y/o de la Oficina del Programa de Zona Costanera y Cambios Climáticos, a la cual está adscrito el Programa de Conservación y Manejo de Arrecifes de Coral. La implantación del Protocolo deberá coordinarse con personal de estas oficinas que represente a la agencia. El personal podría proveer apoyo en la coordinación con otros grupos y agencias, al igual que proveer materiales de trabajo de campo y/o entrenamiento para estos trabajos.



Cuando hay una emergencia en una jurisdicción de los Estados Unidos, las declaraciones presidenciales dictan qué tipo de asistencia FEMA otorga. Actualmente, solo en el caso de una declaración presidencial de desastre mayor hay la posibilidad de que FEMA active el programa de asistencia para la mitigación de riesgos Hazard Mitigation Grant Program. Después de los huracanes de 2017, este programa dio asistencia considerando la importancia de estas estructuras marinas para prevenir o reducir el riesgo de las propiedades costeras a los peligros naturales.

Para que el Presidente emita una declaración de desastre para Puerto Rico, el Gobernador debe solicitarla a través de FEMA dentro de los 30 días luego del incidente. Si el Presidente le niega la solicitud, el Gobernador puede apelar la determinación dentro de 30 días posteriores a la fecha de la carta.

Si el Presidente declara un Desastre Mayor en Puerto Rico, el Resource Request Form (RRF) puede ser una forma de solicitar asistencia federal de FEMA. El RRF es el formulario de FEMA que se utiliza para solicitar asistencia federal y lo completa un solicitante, quien sería el DRNA en estos casos. El solicitante completa las Secciones I y II y el RRF debe estar firmado por el Oficial de Aprobación del Estado delegado, el cual incluye los territorios y sus delegados de aprobación y en el caso de Puerto Rico sería el Gobernador. Las solicitudes de asistencia se envían a través del Web Emergency Operations Center (WebEOC).

Se pueden encontrar ejemplos e instrucciones más completas para llenar el RRF [aquí](#). El formulario del RRF se encuentra en la página web de FEMA, [aquí](#).



La **National Oceanic and Atmospheric Administration** provee fondos, personal y materiales para los esfuerzos de evaluación y rehabilitación de los arrecifes de coral. Después de los huracanes de 2017, la organización NFWF recibió fondos de la NOAA para trabajar con organizaciones locales en la evaluación y rehabilitación de los arrecifes de coral de Puerto Rico. El personal del NOAA Restoration Center (RC) en Puerto Rico son un POC para identificar fondos disponibles y cursos de acción para responder a la emergencia.

El Programa de la Conservación de Arrecifes de Coral de NOAA (CRCP, por sus siglas en inglés) tiene varias oportunidades de subvenciones nacionales para trabajar con arrecifes de coral. Las oportunidades están listadas en la página web de [NOAA CRCP](#) y deben ser monitoreadas para ver si pueden complementar los esfuerzos de conservación y rehabilitación.



La Environmental Protection Agency (EPA) es la agencia federal con jurisdicción en la mayoría de los casos contra empresas o individuos que no cumplen con la reglamentación ambiental. Gran parte de estos casos se resuelven mediante acuerdos donde el presunto infractor puede proponer un proyecto que proporcione beneficios tangibles al ambiente afectado. Éste es un acuerdo voluntario llamado Supplemental Environmental Projects (SEPs). Los proyectos presentados deben tener una conexión sólida con las violaciones que se están resolviendo, por lo que las violaciones que afecten el arrecife de coral, por ejemplo, daños por anclaje inadecuado, derrames de petróleo, entre otros, posiblemente podrían mitigarse con esfuerzos de rehabilitación después de una emergencia de arrecifes de coral.



El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) tiene la División de Ecología Marina y el Programa de Manejo y Conservación de Arrecifes de Coral (Programa), ambos que trabajan en la protección de los corales de Puerto Rico. La NOAA y el DRNA tiene un acuerdo colaborativo que apoya las actividades de conservación y manejo de arrecifes de coral. Al momento de escribir este Protocolo, el Programa se ha separado una partida de fondos para promover la implantación de este Protocolo, incluyendo la adquisición de materiales y para promover el desarrollo de la red de respuesta.



La Fundación Nacional de Pesca y Vida Silvestre (NFWF, por sus siglas en inglés), es una organización sin fines de lucro que lidera la oferta de subvenciones para la conservación en los Estados Unidos. NFWF ha financiado la conservación de los arrecifes de coral en asociación con la NOAA y otros socios federales y no federales durante los últimos 20 años. La financiación primaria de coral proviene del Coral Reef

Conservation Fund para proyectos con un presupuesto entre \$60,000 y \$200,000 en promedio. Las partes de evaluación, restauración o mitigación de este Protocolo podrían ser subsidiadas mediante estas subvenciones. Además, NFWF administra el [National Coastal Resilience Fund](#) con el objetivo de restaurar y fortalecer la infraestructura natural que protege a las comunidades costeras y al mismo tiempo mejorar los hábitats para peces y vida silvestre. Los fondos de este programa deben vincularse directamente con una comunidad para una mayor protección y tener un presupuesto entre \$150,000 y \$8 millones, según la categoría de la propuesta.

También se le pide a NFWF a administrar fondos de emergencia para eventos episódicos que pueden o no ser administrados a través de un programa con las subvenciones anteriores. Por ejemplo, NFWF administró una subvención a la compañía local HJR Reefscaping para llevar a cabo la evaluación de daños y restauración de corales simultáneamente después de los huracanes Irma y María. Este financiamiento puede o no ser de naturaleza federal, pero todos los esfuerzos de coral están coordinados con el Programa de Coral de la NOAA y, por lo tanto, los contactos para este tipo de fondo deben ser el Gerente de Arrecifes de Coral de NFWF ([www.nfwf.org/coralreef](http://www.nfwf.org/coralreef)) y/o el representante local de la NOAA.

## Otros mecanismos federales de financiamiento

El Coastal Resiliency Funding Guide<sup>[19]</sup> presenta oportunidades de financiamiento aplicables a diferentes situaciones. Las siguientes oportunidades de financiamiento provienen de la Matriz de Herramientas Federales y están directamente relacionadas con la conservación, rehabilitación y creación de defensas naturales costeras, tales como manglares, arrecifes de coral y más. Algunas de estas oportunidades son aplicables a los esfuerzos de respuesta, mientras que otras están más dirigidas a los esfuerzos posteriores a la respuesta.

### EPA

- [Multipurpose Grants to States and Tribes](#)
- [Supplemental Environmental Projects](#) (SEPs) *descrito arriba*

### FEMA

- [NFIP Community Rating System](#)
- [Hazard Mitigation Grant Program](#) (HMGP) *descrito arriba*
- [Pre-Disaster Mitigation Grant Program](#) (PDM)

### NOAA

- [Broad Agency Announcement](#)
- [Coastal Resilience Grants](#)
- [Coastal Zone Management Administration](#)
- [Community-based Marine Debris Removal](#)
- [Community-based Restoration Program Coastal and Marine Habitat Restoration Grants](#)
- [Habitat Blueprints'](#) Coastal and Marine Habitat Focus Area



## USACE

- Section 14, Flood Control Act of 1946, as amended
- Section 103 – [Beach Erosion and Hurricane Storm Damage Reduction](#)
- Section 111 – [Shore Damage Attributable to Federal Navigation Works.](#)
- Section 204 – [Beneficial Uses of Dredged Material.](#) USACE puede restaurar, proteger o crear hábitats acuáticos y de humedales en relación con el dragado mantenimiento de la construcción de un proyecto federal de navegación autorizado.

## REFERENCIAS

1. Precht WF, Robbart M. Reef Restoration: The Rehabilitation of an Ecosystem under Siege. In: *Coral Reef Restoration Handbook*. 1st ed. ; 2005:1-24.
2. NOAA, NOS, NCCOSBP. Benthic Habitat Mapping in Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands for a Baseline Inventory. Silver Spring, MD: National Oceanic and Atmospheric Administration.
3. Ballantine DL, Appeldoorn RS, Yoshioka P, et al. *Biology and Ecology of Puerto Rican Coral Reefs*; 2008. doi:10.1007/978-1-4020-6847-8
4. Australian Caribbean Coral Reef Collaboration. *Improving the Outlook for Caribbean Coral Reefs A Regional Plan of Action 2014 – 2019*. Townsville; 2014.
5. Gardner TA, Cote IM, Gill J., Grant A, Watkinson A. Hurricanes and Caribbean coral reefs: impacts, recovery, patterns, and role in long-term decline. *Ecology*. 2005;86(1):174-184.
6. NOAA. *Status of Puerto Rico's Coral Reefs in the Aftermath of Hurricanes Irma and Maria*; 2018.
7. Garcia-Sais JR, Williams SM, Sabater-Clavell J, Carlo M, for DRNA. *Puerto Rico Coral Reef Monitoring Program: 2017 – 2018 Survey*. Boquerón, PR; 2018.
8. DRNA, NOAA, Universidad Metropolitana. *Local Action Strategies (LAS) for Coral Reef Conservation 2011-2015*; 2015.
9. Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico. 2018. Beach Monitoring Program Performance Criteria 2017-2018.
10. Moore. *Response to Physical Impacts on Coral Reefs in Puerto Rico and the USVI: 2016 Report*; 2016.
11. Ruiz Torres HJ. *Final Programmatic Report Narrative. For: NFWF*; 2018.
12. DRNA. Protocolo para atender encallamientos de embarcaciones en Puerto Rico. Borrador. 2016.
13. Harmelin-vivien ML. The Effects of Storms and Cyclones on Coral Reefs : A Review. *J Coast Res*. 1994;(Special Issue No. 12 Coastal Hazards: Perceptions, Susceptibility and Mitigation):211-231.
14. Randall CJ, Szmant AM. Elevated Temperature Affects Development, Survivorship, and Settlement of the Elkhorn Coral, *Acropora palmata* (Lamarck 1816). *Limnol Oceanogr*. 2009;The Biolog(3). doi:10.1002/lno.10952
15. Langdon C, Albright R, Baker AC, Jones P. Two threatened Caribbean coral species have contrasting responses to combined temperature and acidification stress. *Limnol Oceanogr*. 2018;(August). doi:10.1002/lno.10952
16. Forsman ZH, Page CA, Toonen RJ, Vaughan D. Growing coral larger and faster: micro-colony-fusion as a strategy for accelerating coral cover. *Peer J*. 2015.
17. Page CA, Muller EM, Vaughan DE. Microfragmenting for the successful restoration of slow growing massive corals. *Ecol Eng*. 2018;123(September):86-94. doi:10.1016/j.ecoleng.2018.08.017
18. Johnson ME, Lustic C, Bartels E, et al. *Caribbean Acropora Restoration Guide*; 2011.
19. DNER. *Coastal Resiliency Funding Guide: A Tool for Puerto Rico Municipalities to Recover from the Impacts of Hurricanes Irma and Maria*. Unpublished. San Juan; 2018.

\*Información provista por Sean Griffin del NOAA Restoration Center el 2 de mayo de 2018 en reunión con el DRNA. Estos números incluyen los fragmentos de corales pegados con los fondos de FEMA y los que se trabajaron con otras fuentes de fondos