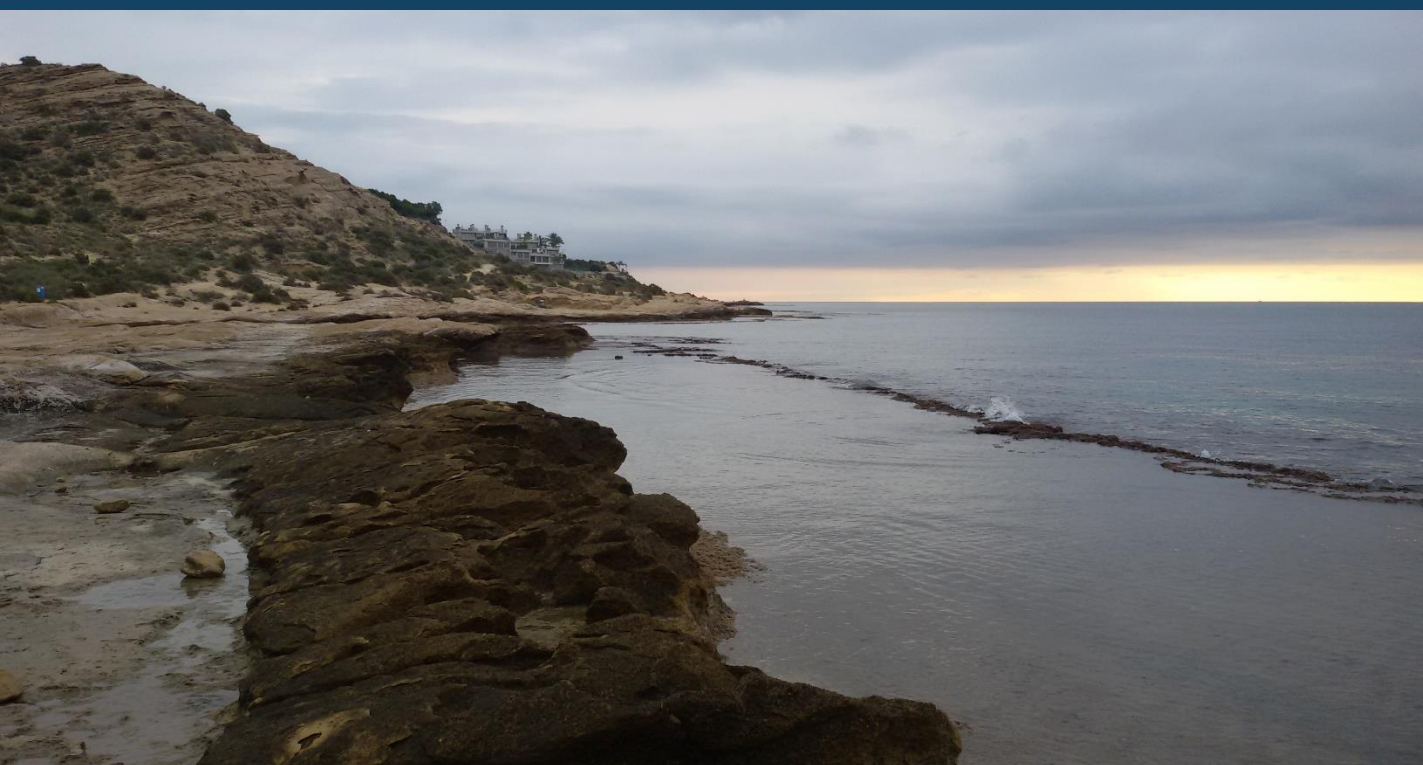


Proyecto EXTREME-REEF. Investigación para la adaptación: conociendo los efectos de los eventos de climatología extrema en los arrecifes costeros.

INFORME EJECUTIVO



Con el apoyo de:



Un proyecto de:



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Informe elaborado por Nuria Casado Coy y Carlos Sanz Lázaro con el apoyo de Hugo Saiz¹, José Luis Nuín², Juan Eduardo Guillén³, Rosa María Viejo⁴, Roberto Mohedano⁵, Paula Tuzón⁶, Maite Hernández⁷ y M^a Carmen Fernández⁷, que participaron en la mesa redonda organizada en el marco del proyecto EXTREM-REEF el día 20 de junio de 2022 y a quienes estamos agradecidos por su colaboración a la hora de proponer medidas de gestión orientadas a la conservación del hábitat arrecife.

¹Universidad de Zaragoza

²Diputación de Alicante

³Instituto de ecología litoral (El Campello)

⁴Universidad Juan Carlos I (Madrid)

⁵Vecerrectorado de Igualdad, Inclusión y Responsabilidad Social (Universidad de Alicante)

⁶Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica (Generalitat Valenciana)

⁷Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Índice

| | |
|--|---|
| 1. Introducción | 3 |
| 2. Investigaciones realizadas | 5 |
| 3. Resultados destacados | 7 |
| 4. Medidas de gestión | 8 |
| 5. Retos futuros | 8 |
| 6. Referencias | 9 |

1. Introducción

El hábitat arrecife (1170; fig. 1) es un hábitat marino de interés comunitario [Directiva Hábitats (92/43/CEE)] que posee la designación de zona especial de conservación (ZEC) en España (Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad). Los arrecifes pueden tener un origen biológico o geológico y albergan comunidades biológicas con una alta biodiversidad que proveen importantes servicios ecosistémicos, por ejemplo proteger la costa frente al oleaje o actuar como sumideros de CO₂¹. Este hábitat es altamente sensible al escenario actual de impactos derivados del cambio climático, como el aumento de los eventos climáticos extremos y la acidificación de los océanos².



Figura 1. Arrecife rocoso biogénico, *Dendropoma* sp.

El cambio climático altera no solo los niveles promedio de los parámetros ambientales como la temperatura, sino también el régimen de perturbaciones en los ecosistemas³, provocando, por ejemplo, el aumento de la ocurrencia de eventos climáticos extremos⁴. Los eventos climáticos extremos son perturbaciones de una alta intensidad y una frecuencia relativamente baja, como olas de calor, tormentas severas o episodios de mareas bajas debidas a la alta presión atmosférica^{5,6} (fig. 2). Debido a su naturaleza catastrófica, los eventos extremos tienen un impacto notable en los ecosistemas⁷. El aumento de la ocurrencia de dichos eventos extremos se espera que tenga consecuencias negativas en los ecosistemas^{8,9}.

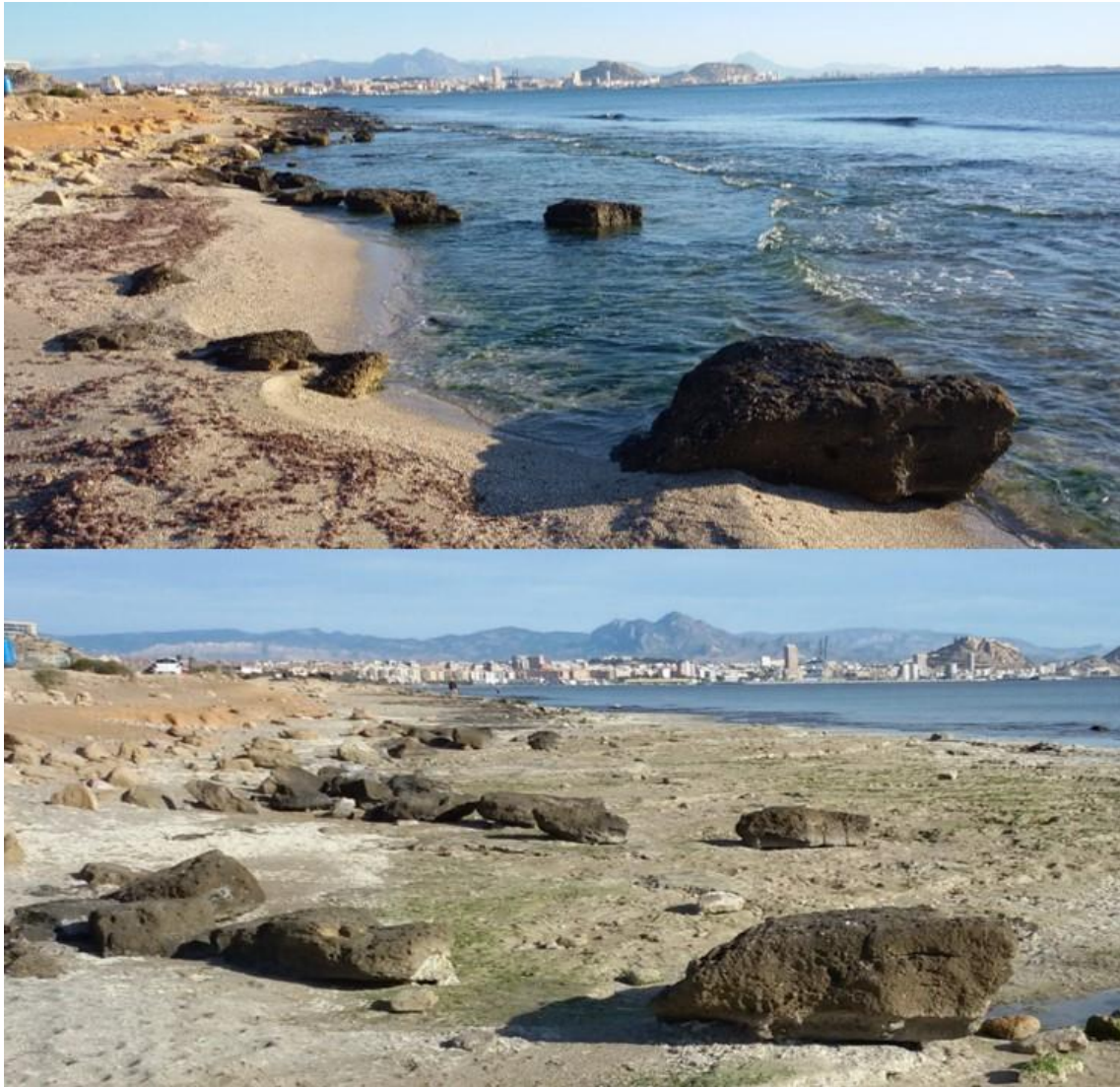


Figura 2. Comparación de un arrecife en condiciones normales (fotografía de arriba) y en un episodio de marea baja extremo como consecuencia de la alta presión atmosférica (fotografía de abajo).

Otras perturbaciones antrópicas, como la contaminación o la eutrofización también afectan negativamente a los arrecifes costeros. Actualmente, en muchos casos, los ecosistemas se ven afectados por múltiples factores de estrés ambiental de forma simultánea. La combinación de varios de estos factores puede tener efectos acumulativos, afectando de forma más severa a las comunidades biológicas que cuando estos actúan de forma aislada ^{10,11}.

En este escenario surge el proyecto EXTREME-REEF que ha contado con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

OBJETIVOS

Evaluar el efecto del cambio climático asociados a eventos extremos y su interacción con la eutrofización y el alga invasora *Caulerpa cylindracea* en las áreas marinas protegidas en el hábitat marino de interés comunitario arrecife (1170)..

- Investigar el efecto de eventos extremos por tormentas y mareas bajas en las comunidades biológicas de los arrecifes biogénicos de *Dendropoma* sp., su diversidad y su interacción con la eutrofización y *C. cylindracea*.
- Promover acciones de conservación y uso sostenible de la biodiversidad para contribuir a la mitigación y adaptación de los arrecifes al cambio climático.
- Promover medidas de gestión de los arrecifes frente a eventos extremos.

El fin de este resumen ejecutivo es dar a conocer a los diferentes grupos de interés los principales resultados y conclusiones de este proyecto para que los gestores ambientales tengan información relevante que les ayude al diseño de estrategias eficientes de gestión ambiental orientadas a la conservación de este hábitat de interés comunitario en el marco actual de cambio global marcado por la emergencia climática.

2. Investigaciones realizadas



Figura 3. Esquema del diseño experimental de los experimentos realizados en el proyecto EXTREME-REEF.

En este proyecto se ha estudiado el efecto de dos tipos de perturbaciones (tormentas y mareas bajas) en el hábitat arrecife mediante una aproximación manipulativa en dos costas rocosas con niveles contrastados de presión antrópica (principalmente eutrofización) en la demarcación marina Levantino-balear. Los eventos extremos se simularon variando de forma inversamente proporcional la frecuencia e intensidad para cada tipo de perturbación, con un

rango que va de varias perturbaciones de baja intensidad, a una perturbación de una gran intensidad (evento extremo) para que todas las simulaciones/tratamientos tuvieran la misma intensidad total. El experimento se realizó en el nivel intermareal (mediolitoral) para la simulación de tormentas y en el nivel submareal somero (infralitoral; 0,1-0,4 m de profundidad) para la simulación de tormentas y mareas bajas. El efecto de estos tipos de eventos extremos se estudió en la comunidad biológica sésil a corto y largo plazo (fig. 3 y 4).



Figura 4. Número de unidades experimentales, metodología, zonas, épocas del año y muestreos realizados para cada experimento de simulación de eventos extremos como consecuencia del cambio climático.

3. Resultados destacados

Tormenta



- El impacto fue mayor en la comunidad con mayor presión antrópica (eutrofización).
- Una tormenta extrema tuvo un efecto sobre la comunidad biológica mayor que varias tormentas extremas de baja intensidad.
- El efecto fue mayor en la comunidad submareal, que en la intermareal.
- Las comunidades sometidas a tormentas extremas tardaron más de un año en volver a su estado natural de biodiversidad.
- El tiempo de recuperación fue mayor en la comunidad submareal, que en la intermareal.

Marea baja



- El impacto fue similar en arrecifes con moderada y elevada presión antrópica (eutrofización).
- Las mareas bajas cortas y frecuentes produjeron cambios en la comunidad biológica más prolongados en el tiempo que mareas bajas prolongadas y poco frecuentes.
- Las comunidades de arrecifes sometidas a mareas bajas extremas tardaron más de un año en recuperarse.

Caulerpa cylindracea



- La invasibilidad de *C. cylindracea* aumentó con la disminución de la extremosidad de las tormentas.
- Las perturbaciones por tormentas tuvieron un efecto mayor en *C. cylindracea* que las perturbaciones por mareas bajas.
- El mantenimiento de un buen estado ecológico del hábitat limita la expansión de esta especie invasora.

4. Medidas de gestión

PREVENCIÓN

Son necesarias medidas urgentes para reducir la emisión de gases de efecto invernadero que ayuden a mitigar los efectos del cambio climático como la mayor ocurrencia de eventos extremos que afectan negativamente al hábitat arrecife. Aunque la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero es un reto global, es aconsejable maximizar los esfuerzos de reducción a los distintos niveles de actuación posibles (local, regional, estatal y global).

ADAPTACIÓN

El mantenimiento del buen estado ambiental de los arrecifes es prioritario para maximizar la capacidad de resistencia y de recuperación de las comunidades biológicas y su diversidad frente a eventos extremos derivados del cambio climático. Es recomendable:

- Establecer límites más estrictos de los contaminantes vertidos al mar, para evitar impactos ambientales (como la eutrofización) en el hábitat arrecife, que limiten la capacidad de adaptación al cambio climático.
- Conocer el estado ecológico del hábitat arrecife para detectar zonas degradadas y establecer medidas correctoras para revertir el estado de degradación de este hábitat frente al aumento de eventos extremos derivados del cambio climático.

5. Retos futuros

A continuación, se describen retos futuros orientados a incrementar el conocimiento del hábitat arrecife en relación a los eventos extremos, que ayuden en la gestión de este hábitat, para maximizar su capacidad de adaptación al cambio climático:

- ➔ Estudiar el efecto de los eventos extremos en otras especies invasoras.
- ➔ Estudiar el efecto de otros eventos extremos como las olas de calor en el hábitat arrecife.
- ➔ Realizar estudios similares en todas las demarcaciones de la costa española para tener una visión más completa del efecto de los eventos extremos en este hábitat.

6. Referencias

1. Worm B, Barbier EB, Beaumont N, Duffy JE, Folke C, Halpern BS, et al. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science* (80-). 2006;314(5800):787–90.
2. Sanz-Lázaro C. Climate extremes can drive biological assemblages to early successional stages compared to several mild disturbances. *Sci Rep*. 2016;6(1):1–9.
3. Johnstone JF, Allen CD, Franklin JF, Frelich LE, Harvey BJ, Higuera PE, et al. Changing disturbance regimes, ecological memory, and forest resilience. *Front Ecol Environ*. 2016;14(7):369–78.
4. Halpern BS, Walbridge S, Selkoe K, Kappel C V, Micheli F, D'Agrosa C, et al. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*. 2008;319(5865):948–52.
5. Zamir R, Alpert P, Rilov G. Increase in weather patterns generating extreme desiccation events: implications for Mediterranean rocky shore ecosystems. *Estuaries and Coasts*. 2018;41(7):1868–84.
6. Stephenson DB, Diaz HF, Murnane RJ. Definition, diagnosis, and origin of extreme weather and climate events. *Clim Extrem Soc*. 2008;340:11–23.
7. Mitchell JFB, Lowe J, Wood RA, Vellinga M. Extreme events due to human-induced climate change. *Philos Trans R Soc A Math Phys Eng Sci*. 2006;364(1845):2117–33.
8. Cai W, Lengaigne M, Borlace S, Collins M, Cowan T, McPhaden MJ, et al. More extreme swings of the South Pacific convergence zone due to greenhouse warming. *Nature*. 2012;488(7411):365–9.
9. Hannah L, Lohse D, Hutchinson C, Carr JL, Lankerani A. A preliminary inventory of human disturbance of world ecosystems. *Ambio*. 1994;246–50.
10. Sanz-Lazaro C, Casado-Coy N, Navarro-Ortín A, Terradas-Fernández M. Anthropogenic pressures enhance the deleterious effects of extreme storms on rocky shore communities. *Sci Total Environ*. 2022;817.
11. Crain CM, Kroeker K, Halpern BS. Interactive and cumulative effects of multiple human stressors in marine systems. *Ecol Lett*. 2008;11(12):1304–15.