

Investigación

Arrecifes artificiales como medidas de restauración de hábitats marinos costeros

Alfonso A. Ramos Esplá

Unidad de Biología Marina, Dpto. de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales de la Universidad de Alicante

Dentro de las medidas de restauración y rehabilitación de ecosistemas costeros, los arrecifes artificiales representan una herramienta de ordenación y protección ecológica. Hay numerosos ejemplos a nivel mundial donde estas estructuras se han usado para realizar varias funciones, entre ellas la protección física de ecosistemas sensibles y frágiles, la adición o reposición de la complejidad de hábitat, la creación de nuevos sustratos y la sustitución de un recurso socioeconómico, entre otros.

Introducción

La ciencia y tecnología de la restauración ecológica deben dirigirse a mitigar diversos problemas ambientales, lo mismo que la prevención de la contaminación y las tecnologías de reciclado se han dirigido a los problemas de salud ambiental en el siglo XX. La ciencia y tecnología de la restauración de ecosistemas son aquellas que pueden usarse específicamente para mejorar las funciones o valores de los ecosistemas. Ello incluye métodos, materiales y equipamientos que pueden usarse dentro y fuera del entorno para ayudar a rehabilitar hábitats, salvar especies individuales de la extinción, mejorar la diversidad biológica, o restaurar paisajes.

Dentro de las medidas de restauración y rehabilitación de ecosistemas costeros, aparecen los arrecifes artificiales (AA) como herramientas de ordenación y protección desde una perspectiva ecológica (Pickering *et al.* 1998). Hay numerosos ejemplos a nivel mundial donde estas estructuras se han usado para realizar varias funciones, por ejemplo: la protección física de ecosistemas sensibles y frágiles, la adición o reposición de la complejidad de hábitats, creación de nuevos sustratos, o la sustitución de un recurso socioeconómico (Pickering *et al.* 1998). Uno de los importantes rasgos de los AA es la protección y/o restauración de los hábitats naturales marinos. Bohnsack y Sutherland (1985) consideran que los AA suponen un gran potencial para la mejora de hábitat. Al respecto, Grove y Wilson (1994) señalan tres formas de actuar sobre el hábitat mediante AA : i) restauración, devolver un hábitat a su condición original; ii) rehabilitación, devolver un hábitat a otro estado; iii) mejora, mediante la adición de algo diferente al hábitat.

Dos de las principales causas de pérdida de la diversidad biológica son la sobreexplotación de los recursos vivos marinos y las alteraciones físicas del ambiente marino (Norse 1993). Entre las actividades humanas que más impactan sobre los ecosistemas costeros bentónicos se encuentra la pesca de arrastre de fondo. Se trata de métodos de pesca no selectivos (captura de juveniles y especies no objetivo de la pesca) y destructivos (erosiona la heterogeneidad espacial de los fondos, degradando los hábitats bentónicos asociados). Ello supone, entre otros, la pérdida de complejidad estructural de las comunidades,

disminución de las áreas de cría y la alteración de las redes tróficas bentónicas, lo que se traduce en una disminución acusada de la diversidad biológica marina (de Groot 1984; Hutchings 1990; Jones 1992). Entre las funciones de los AA señaladas se encuentra la protección física de ecosistemas sensibles y frágiles, mediante los arrecifes disuasivos o anti-arrastre (Ramos-Esplá *et al.* 2000).

Los arrecifes artificiales disuasivos como medidas de restauración de hábitats

La pesca de arrastre de fondo representa una de las principales causas de degradación de las comunidades bentónicas costeras del Mediterráneo español (Ramos-Esplá *et al.* 2000). A pesar de su prohibición a profundidades menores de 50 m por la normativa europea (Reglamento CE 1626/94 para la conservación de los recursos pesqueros del Mediterráneo), los arrastreros se pueden adentrar ilegalmente hasta profundidades de -10 m. En esta franja del litoral (entre -10 y -50 m) se encuentran dos de las principales comunidades bentónicas mediterráneas que representan los ecosistemas más maduros de los fondos blandos (Bellan-Santini *et al.* 1994): infralitorales (praderas de *Posidonia oceanica*) y circalitorales (fondos de rodofitas calcáreas libres o 'maërl'). Respecto a las praderas de *Posidonia oceanica*, se ha evaluado que entre un 40-50% están impactadas por dicha actividad pesquera (Sánchez-Lizaso *et al.* 1990).

Dichas especies clave de importancia estructural se han recogido en la Directiva CE 92/43 para la conservación de los Hábitats naturales y la Flora y Fauna Silvestres que incluye tipos de hábitats marinos objeto de medidas de protección y gestión. Así, en su anexo I ('Tipos de hábitats naturales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación') figuran las praderas de la fanerógama marina *Posidonia oceanica*; y en el anexo V ('Especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión'), aparecen las especies formadoras de 'maërl' (*Lithothamnion corallioides* y *Phymatolithon calcareum*).

Frente a esta sobreexplotación/degradación de hábitats y la pérdida concomitante de especies (destrucción de ecosistemas) debido a la pesca de arrastre de fondo, se han planteado los arrecifes artificiales disuasivos o anti-arrastre. Dichas estructuras sirven para prevenir el impacto mecánico de los arrastres, a la vez que favorecen la restauración del fondo. También reducen conflictos entre los usuarios de los recursos vivos marinos, particularmente entre pescadores de artes fijos o artesanales (trasmallo, palangre, nasas) y los arrastreros.

Los resultados observados de los AA disuasivos fondeados en Tabarca y en Campello (Alicante) han sido positivos (Ramos-Esplá *et al.* 2000): los arrastreros evitan la zona protegida, lo que favorece la recuperación de la pradera de *Posidonia* (Sánchez-Lizaso 1993). Esta recuperación lleva asociada un incremento de la pesca artesanal en la zona protegida. De hecho, las capturas de salmonete de roca se han triplicado en el Campello (Martínez-Hernández 1999).

Planificación y diseño de arrecifes artificiales para la protección/restauración de hábitat

La parte más importante en la planificación de los AA disuasivos es el diseño (**fotos 1 y 2**). De acuerdo con Seaman y Sprague (1991), 'El diseño representa la parte del proceso de planificación que determina la composición, disposición y localización de los materiales usados como AA, para llevar a cabo el propósito establecido del AA, y que está de acuerdo con conceptos técnicamente válidos y métodos relacionados a la construcción, financiación y consideraciones ambientales'.

Podemos tratar de definir algunos objetivos y características de los AA disuasivos (Ramos-Esplá *et al.* 2000):

a) Objetivos

- Principales: protección de hábitat, restauración ecológica, control del acceso pesquero, protección de reservas marinas.
- Secundarios: mejora de la pesca, separación de conflictos entre pescadores, protección de hábitats de cría, mitigación ambiental.

b) Diseño (en función del arte y tipo de fondo): unidad (bloques o módulos), relativo a la forma, tamaño, peso y otras características (vigas de hierro, heterogeneidad espacial); grupo básico de unidades, disposición y distancia entre bloques. Los bloques que mejores resultados han dado son los de forma cúbica, peso en seco superior a 7 tm (lo que equivale a tamaños igual o superiores a 1.5 m de lado y para frenar arrastres de hasta 800 HP de potencia) y con vigas de hierro en cruz (**fotos 1 y 2**). Algunos están huecos en su interior, y rellenos con material de construcción (bovedillas, tubos). El grupo viene condicionado por las características del arte (300 m longitud del arte y 50 m distancia entre las puertas), lo que equivale a una disposición en rectángulos ('dominó 5 doble', **Figura 1**).

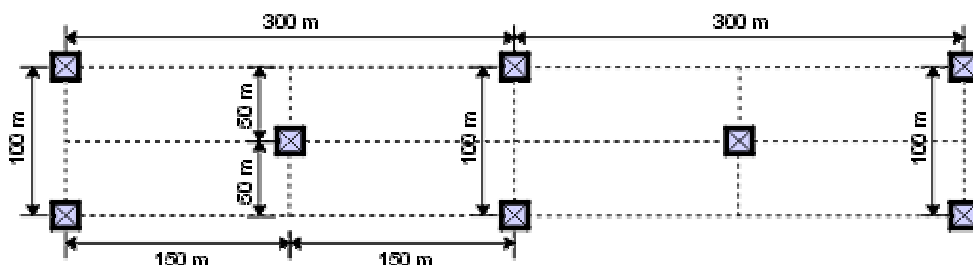


Figura 1. Disposición de dos grupos básicos de bloque disuasivos (X). El lado mayor se sitúa paralelo a la costa.

c) Materiales y construcción: existe una amplia variedad de materiales naturales o manufacturados, de construcción diversa (prefabricados, desechos). Los arrecifes fondeados en Alicante son prefabricados de hormigón armado (**fotos 1 y 2**).



Foto 1. Bloque disuasivo del arrecife artificial de Tabarca (Alicante). Cubo macizo de 1.5 m de lado y 8.35 tm de peso (foto del autor).



Foto 2. Bloque disuasivo del arrecife artificial de El Campello (Alicante) protegiendo la pradera de Posidonia, a -15 m de profundidad. Cubo alveolar de 2 m de lado y 7.9 tm de peso (foto de P. Sánchez Jérez).

La siguiente **Tabla** resume las etapas a seguir en la planificación, diseño y seguimiento de los AA disuasivos (modificado de Seaman y Sprague 1991).

ESTUDIO IMPACTO	pesca de arrastre de fondo (impacto sobre praderas de fanerógamas marinas y fondos de maerl); especies objetivo (hábitat, pesca); cartografía bionómica
⇓	
OBJETIVO	protección, restauración natural, creación de hábitat
⇓	
DISEÑO	bloque: material, forma, tamaño, peso (en función de la potencia de la unidad pesquera); grupo de bloques o unidades: características del arte y del fondo
⇓	
DISTRIBUCIÓN	disposición extensiva/intensiva en unidades polígonos y/o franjas, buscando una relación efectividad / coste máxima
⇓	
SEGUIMIENTO CIENTÍFICO	especies clave/taxones/asociaciones (riqueza específica, densidad, diversidad)
⇓	
EVALUACIÓN	estudios a largo plazo de las comunidades y/o especies objetivo; conducta de la flota pesquera (arrastreros, artesanales); comprobación de la efectividad o fracaso del arrecife
⇓	
MEJORA DEL DISEÑO	evaluación (evolución de las comunidades y de las pesquerías) perfeccionamiento del diseño (diseño de bloques y grupos) para futuros proyectos.

Referencias

- Bellan-Santini, D., Lacaze, J.C. y Poizat, C. 1994. Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée. Synthèse, menaces et perspectives. Collection Patrimoines Naturels, Vo. 19. Musée National d'Histoire Naturelle, Paris.
- Boesch, D.F. 1995. Managing Marine Ecosystems and Development. Experiences from the Chesapeake Bay and Other Coastal Ecosystems in the United States. Ecoset'95. International Conference on Ecological Systems Enhancement Technology for Aquatic Environments. Proc. Mitigation, Tokyo: 1-6.
- Bohnsach, J.A. y Sutherland, D.L. 1985. Artificial reef research: a review with recommendations for future priorities. *Bulletin of Marine Science*, 37 (1): 11-39.
- De Groot, S.J. 1984. The impact of bottom trawling on benthic fauna of the Northern Sea. *Ocean Management*, 9: 177-190.
- Grove, R.S. y Wilson, C.A. 1994. Introduction to Aquatic Habitat Enhancement. *Bulletin of Marine Science*, 55(2-3): 265-267.
- Hutchings, P. 1990. Review of the effects of trawling on macrobenthic epifaunal communities. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 41: 111-120.
- Jones, J.B. 1992. Environmental impact of trawling on the seabed. A review. *New Zealand Journal Marine Freshwater Research*, 26: 59-67.
- King, D.M. 1995. 21st Century Economics and the Role of Ecosystems Estoration Technologies. Ecoset'95. International Conference on Ecological Systems Enhancement Technology for Aquatic Environments. Proc. Mitigation, Tokyo: 7-23.
- Landin, M.C. 1995. Habitat restoration and creation in the United States. Ecoset'95. International Conference on Ecological Systems Enhancement Technology for Aquatic Environments. Proc. Mitigation, Tokyo: 24-29.
- Martínez-Hernández, J.M. 1997. La pesca artesanal de El Campello (SE español). Caracterización y elementos para una ordenación. Tesis Doctoral, Universidad de Alicante.
- Norse, E.A. 1993. Global Marine Biological Diversity. A Strategy for Building Conservation into Decision Making. Island Press, Washington, USA.
- Pickering, H., Withmarsh, D. y Jensen, A. 1998. Artificial reefs as a tool to aid rehabilitation of coastal ecosystems: investigating the potential. Reef Design and materials Workshop, Southampton, 16 pp.
- Pratt, J.R. 1994. Artificial habitats and ecosystem restoration: Managing for the future. *Bulletin of Marine Science*, 55 (2-3): 268-275.
- Ramos-Esplá, A.A., Guillén, J.E., Bayle, J.T. y Sánchez-Jérez, P. 2000. Artificial Anti-trawling Reefs off Alicante, South-Eastern Iberian Peninsula: Evolution of Reef Block and Set Designs. En *Artificial Reefs in European Seas*. (eds. Jensen, A., Collins, K.J. y Lockwood, A.P.M.), pp. 195-218. Kluber Academic Publishers, London, UK.

Sánchez-Lizaso, J.L. 1993. Estudio de la pradera de *Posidonia oceanica* (L.) Delile de la Reserva Marina de Tabarca (Alicante). Fenología y producción primaria. Tesis Doctoral, Universidad de Alicante.

Sánchez-Lizaso, J.L., Guillén, J.E. y Ramos-Esplá, A.A. 1990. The regression of *Posidonia oceanica* meadows in El Campello (SE Iberian Peninsula). *Rapports et Communications de la CIESM*, 32: 7.

Seaman, W. Jr. 1996a. Frontiers that Increase Unity: Defining an Agenda for European Artificial Reef Research. Ist. EARRN Conference, Ancona, 13 pp.

Seaman, W. Jr., Buckley, R.M. y Polovina, J.J. 1989. Advances in knowledge and priorities for research, technology and management related to artificial aquatic habitats. *Bulletin of Marine Science*, 44 (2): 527-532.

Seaman, W. Jr. y Sprague, L.M. 1991. Artificial Habitat Practices in Aquatic Systems. En *Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries*. (eds. Seaman, W. Jr. y Sprague, L.M.), pp. 1-29, Academic Press, Inc., San Diego, USA.