

A close-up photograph of a person wearing a hard hat, looking down at a piece of coral held in their hand. The coral is covered in yellowish seaweed. The background is bright and out of focus, suggesting an outdoor setting near water. The overall tone is warm and focused on environmental work.

Restaurar per conservar

Guia estratègica per a
la restauració ecològica
a la mar Balear

Restaurar per conservar

Guia estratègica per a
la restauració ecològica
a la mar Balear

Autoria: Margalida Monserrat,
Nuria Salmerón Quesada i Tatí Benjumea.
Correcció gramatical i ortogràfica: Marga Font Rodon
Disseny: Lluç Julià
Fotografia de la portada: Philip North-Coombes.
Imatge del projecte de restauració de *Gongolaria barbata*
a Addaia (Menorca, 2026) per part de l'OBSAM-IME

Citar com:

Monserrat, M.; Salmerón Quesada, N.; Benjumea, T. (2026).
*Restaurar per conservar. Guia estratègica per a la restauració ecològica
a la mar Balear*. Marilles Foundation
<https://doi.org/10.62135/YUNX4315>

Aquest document ha comptat amb la revisió tècnica
i les aportacions del Dr. Jorge Terrados, la Dra. Inés Castejón
i la Dra. Fiona Tomàs, als qui agraïm els seus comentaris i suggeriments.

Continguts

Resum executiu	5
1 Context actual: el deteriorament dels ecosistemes i la necessitat d'actuar	6
2 Què és la restauració ecològica?	6
2.1 Objectiu de la restauració ecològica	7
2.2 El continu restauratiu	8
2.3 Conceptes relacionats	9
3 Marcs de referència: la ciència al servei de la recuperació	12
3.1 Els vuit principis de la restauració ecològica de la SER	12
3.2 Els Estàndards de Pràctica de l'ONU	13
3.3 The Global Biodiversity Standard	15
4 Governança i societat: el valor de la participació i la cogestió	16
4.1 Marc normatiu	16
4.2 Participació i cogestió: actors del sector marítim que s'hi poden implicar	17
4.3 Finançament i sostenibilitat econòmica dels projectes	17
5 Hàbitats i espècies prioritàries per a la protecció i la restauració a la mar Balear	17
6 Iniciatives i exemples de projectes de restauració: de la investigació a l'acció local	19
6.1 Praderies de <i>Posidonia oceanica</i>	19
6.2 Praderies de <i>Cymodocea nodosa</i>	20
6.3 Boscs de macroalgues	21
6.4 Hàbitats marins profunds	22
6.5 Esculls d'ostres	22
6.6 Espais marins protegits com a estratègia de restauració	23
7 Conclusions i recomanacions	24
Recursos pràctics	25
Referències	26
Annex 1. Hàbitats i espècies marines prioritàries per a la restauració	32

Resum executiu

La restauració ecològica marina és una eina clau per revertir la degradació dels ecosistemes i recuperar-ne la funcionalitat, la biodiversitat i els serveis ecosistèmics associats, incloent-hi la protecció costanera, el segrest de carboni, la connectivitat ecològica i la regulació de les xarxes tròfiques marines. Segons la Society for Ecological Restoration (SER), la restauració ecològica consisteix en **el procés d'assistir la recuperació d'un ecosistema que ha estat degradat, alterat o destruït, amb l'objectiu de restituir-ne l'estructura, la funció i la dinàmica ecològica**.

Aquest document estableix un marc conceptual i pràctic per entendre què és —i què no és— la restauració ecològica marina, diferenciant-la d'altres enfocaments relacionats. Sintetitza conceptes i el marc legal existent, i a més mostra exemples de restauració centrats en l'àmbit marí, amb especial atenció al context de la mar Balear. Aquesta mar representa una regió especialment rellevant per la seva elevada biodiversitat, però també per la vulnerabilitat dels seus ecosistemes davant la pressió humana i els efectes del canvi climàtic.

A més, es recopilen principis de bones pràctiques internacionals, destacant la necessitat de basar els projectes en evidència científica, definir objectius ecològics clars i mesurables, establir línies de base, garantir el seguiment i l'avaluació a llarg termini, i integrar mecanismes de gestió adaptativa. Així mateix, es proposen criteris per identificar projectes de qualitat i evitar iniciatives simbòliques o sense fonament ecològic.

Es reforça la idea que la restauració forma part d'un conjunt més ampli de mesures de gestió dels ecosistemes enfocades a la conservació, i que en cap cas aquesta substitueix la protecció dels ecosistemes. La restauració ecosistèmica complementa i es complementa amb altres activitats enfocades a la conservació, i mai resulta efectiva si primer no s'eliminen els impactes que han dut els ecosistemes a la regressió.

Finalment, aquest document pretén servir com a guia de referència per al disseny, l'avaluació i la comunicació de projectes de restauració marina a la mar Balear, per promoure intervencions rigoroses, ecològicament coherents, transparents i alineades amb els estàndards internacionals de restauració ecològica.



Figura 1. La restauració costanera i marina inclou una sèrie d'accions que es duen a terme al llarg del continu restauratiu per aconseguir la recuperació del paisatge marí: la reducció de l'impacte, la remediació, la rehabilitació, la restauració ecològica i la renaturalització.

Font: FAO, IUCN CEM i SER, 2021; Preston *et al.*, 2025

1 Context actual: el deteriorament dels ecosistemes i la necessitat d'actuar

Segons la Directiva Hàbitats (92/43/EEC), **només un 15 % dels hàbitats protegits per la Xarxa Natura 2000 té un bon estat de conservació ecològica**, davant un 81 % amb baix o mal estat ecològic. Aquest ràpid deteriorament dels ecosistemes a escala global i l'acumulació d'impactes ha comportat la necessitat d'intervencions actives per aturar i/o revertir la pèrdua de funcions ecològiques. Per això, en els darrers anys, la restauració ecològica ha esdevingut un tema central en la gestió ambiental a causa del seu potencial per: (i) incrementar la biodiversitat; (ii) mantenir els serveis ecosistèmics (per exemple, protecció contra les inundacions o l'erosió costera, pol·linització de camps, purificació de l'aire i de l'aigua, captura de carboni, etc.); (iii) limitar l'escalfament global a 1,5 °C; i (iv) prevenir desastres naturals i reduir els riscos per a la seguretat alimentària (IPBES, 2018; IPCC, 2023).

En l'àmbit marí i costaner, la restauració ecològica pren una rellevància creixent davant la pressió acumulada de múltiples impactes antropogènics, com el canvi climàtic, la contaminació o mala qualitat de l'aigua, la sobreexplotació de recursos i la urbanització costanera, que condueixen a la pèrdua d'hàbitats i d'espècies clau (Possingham *et al.*, 2015; MERCES, 2020). La degradació d'ecosistemes costaners i marins a escala global ha impulsat diverses iniciatives internacionals com la **Dècada de les Nacions Unides per la Restauració d'Ecosistemes (2021-2030)**, que promou l'acció coordinada per recuperar hàbitats degradats, restaurar funcions ecològiques i reforçar la resiliència dels ecosistemes. Al temps, la Unió Europea (UE), en el marc de l'European Green Deal i de la Biodiversity Strategy for 2030, ha establert el **Reglament Europeu de Restauració de la Natura** (EU Nature Restoration Law; Reglament [UE] 2024/1991), que obliga els estats membres a presentar un Pla Nacional de Restauració a la Comissió Europea el setembre del 2026, establint els seus objectius per **restaurar almenys un 20 % dels ecosistemes degradats abans del 2030, el 60 % per al 2040 i el 100 % per al 2050**. Aquesta llei reforça els objectius globals del 30x30, que pretén protegir almenys un 30 % de la mar per al 2030, i del 10x30, que té com a objectiu que almenys un 10 % de la mar estigui protegida de forma estricta o integral.

La mar Balear, d'alt valor ecològic i socioeconòmic, està exposada a multitud de pressions creixents derivades de l'activitat humana i dels efectes del canvi climàtic, que tenen com a conseqüència la **degradació i la pèrdua d'hàbitats i d'espècies clau**. Uns efectes que comprometen els serveis ecosistèmics que sustenten l'economia i el benestar de les comunitats costaneres. En aquest context, la restauració ecològica marina emergeix com una **eina clau per revertir aquesta tendència**, sempre que es plantegi amb criteris científics clars, objectius mesurables i una visió a llarg termini.

Aquest document té com a objectiu **oferir un context actualitzat i pràctic sobre la restauració ecològica marina, amb especial atenció a la mar Balear**. Es revisen els conceptes i definicions clau, les recomanacions de bones pràctiques, la normativa i la legislació vigent, els hàbitats i les espècies prioritaries, així com diferents iniciatives de restauració a la Mediterrània i a les Illes Balears.

2 Què és la restauració ecològica?

La restauració ecològica **és una pràctica de gestió ambiental orientada a revertir la degradació dels ecosistemes i recuperar-ne la funcionalitat ecològica**. Segons la definició de la Society for Ecological Restoration (SER; www.ser.org), la restauració ecològica és «el procés d'assistir la recuperació d'un ecosistema que ha estat degradat, danyat o destruït» (Gann *et al.*, 2019). Aquesta definició posa l'èmfasi tant en el procés com en l'objectiu final: la recuperació de la integritat de l'ecosistema i la seva resiliència i autosuficiència. Les iniciatives de restauració han de procurar dirigir l'ecosistema degradat cap a una **trajectòria**

de recuperació que permeti l'adaptació als canvis locals i globals, així com la persistència i l'evolució de les espècies que el componen. Es diferencia restauració —referida a l'activitat executada— de recuperació, que al·ludeix a l'objectiu perseguit o aconseguit amb el projecte. Per tant, **no es consideren restauració ecològica les accions que no generen un benefici ecològic mesurable ni contribueixen a la recuperació funcional dels ecosistemes.**

Els ecosistemes són comunitats dinàmiques de vegetals, animals i microorganismes que interactuen amb el seu entorn físic com una unitat funcional. Segons la SER, aquestes comunitats poden ser danyades, degradades o destruïdes per l'activitat humana en funció de la intensitat i la freqüència de les pressions a les quals estan sotmeses (urbanització, mala qualitat de l'aigua, fondejos descontrolats, sobrepesca, onades de calor, etc.):

- **Comunitats danyades.** Fa referència a un impacte nociu agut i evident sobre un ecosistema.
- **Comunitats degradades.** Es refereix a impactes humans crònics que provoquen la pèrdua de biodiversitat i la ruptura de l'estructura, la composició i la funcionalitat de l'ecosistema.
- **Comunitats destruïdes.** És el nivell més sever d'impacte, quan la degradació o el dany eliminen tota vida macroscòpica i, habitualment, arruïnen l'entorn físic.

La restauració ecològica ha de crear les condicions necessàries perquè els diferents components de l'ecosistema puguin dur a terme la tasca de recuperació per si mateixos. L'assistència a la recuperació pot implicar accions que van des de l'eliminació d'espècies invasores fins a la modificació de formes del relleu, la vegetació, la hidrologia o la reintroducció de vegetació o fauna salvatge. La restauració **ha d'anar lligada a la reducció de les pressions que han causat la degradació**, una condició necessària per garantir l'èxit a llarg termini (Gann *et al.*, 2019).

La restauració no és un substitut de la conservació. El potencial de la restauració ecològica no s'ha de fer servir mai com una justificació per destruir o danyar els ecosistemes nadius existents o per sustentar un ús insostenible dels recursos. La restauració forma part d'un conjunt més ampli de mesures de gestió dels ecosistemes enfocades a la conservació. Complementa i es complementa amb altres activitats com la protecció i les Nature-based Solutions, que promouen l'ús dels processos ecològics naturals per afrontar reptes ambientals i socials de manera sostenible.

2.1 Objectiu de la restauració ecològica

L'objectiu de la restauració ecològica és aconseguir una **recuperació significativa i mesurable** a partir de l'ús d'indicadors de l'ecosistema en relació amb un model de referència adequat i independentment del temps necessari per aconseguir aquesta recuperació. La restauració ecològica requereix primer identificar l'ecosistema natiu que s'ha de restaurar, així com desenvolupar models de referència i indicadors per planificar i comunicar una visió compartida dels objectius i les metes del projecte. S'ha d'estudiar si l'ecosistema que es pretén restaurar **és present o no**; si era present en el passat; si es coneixen les causes de per què ha estat o està degradat, danyat o ha desaparegut, i si aquests impactes encara hi són presents.

El primer pas sempre és **avaluar l'estat base de l'ecosistema**, incloent les comunitats i les espècies presents i el nivell dels impactes. El segon és **la gestió i l'eliminació dels impactes** que han conduït a la seva degradació i assegurar-se que ja no hi estan presents. Un cop controlat el nivell d'impactes, s'ha d'avaluar si és viable **reforçar o reintroduir espècies clau**. Finalment, s'ha de dur a terme un **seguiment a llarg termini** dels indicadors per conèixer els efectes d'aquestes accions en l'ecosistema.

Un model de **referència objectiu** (*reference goal site*, una construcció conceptual que serveix per fixar l'objectiu del projecte de restauració) es defineix segons la condició esperada en què s'hauria de trobar o volem que es trobi el lloc de restauració. No podrà ser mai o gairebé mai la condició històrica, ni la del lloc de **referència prísti** (o *reference pristine site*), que consisteixen en un ecosistema en molt bon estat

que presenta atributs similars a l'àrea del projecte de restauració. Aquestes referències podrien ser ecosistemes localitzats dins un espai marí protegit o en una localitat menys impactada (Gann *et al.*, 2019). Si a més s'hi inclouen llocs de **referència degradats** (*degraded reference site*), aquests ens indiquen com podria arribar a estar l'ecosistema a restaurar en cas que continuïn les causes de degradació.

La **recuperació completa** es defineix com l'estat en què, després de la restauració, tots els atributs clau de l'ecosistema s'assemblen molt als del model de referència prístí. Aquests atributs inclouen l'absència d'amenaques, la composició d'espècies, l'estructura de la comunitat, les condicions físiques i la funció de l'ecosistema, entre d'altres. En canvi, quan es planifiquen o es produeixen nivells inferiors de recuperació, es considera que la **recuperació és parcial**.

2.2 El continu restauratiu

El continu restauratiu, o la restauració d'ecosistemes, inclou totes les activitats i les intervencions que poden millorar les condicions ambientals i revertir la degradació dels ecosistemes i la fragmentació del paisatge (Figura 3). Les **activitats restauratives** es poden dividir en quatre categories principals: (i) **la reducció dels impactes ambientals i socials** (*reduced impacts*), com l'emissió de gasos contaminants, els abocaments o l'ús i la gestió de recursos de forma insostenible; (ii) **la remediació** (*remediation*) o l'eliminació o reducció al medi de contaminants, substàncies tòxiques i altres amenaces; (iii) **la rehabilitació** (*rehabilitation*) de funcions i serveis ecosistèmics en zones altament modificades o degradades; i (iv) **la restauració ecològica** (*ecological restoration*), que té com a objectiu revertir la degradació i recuperar un ecosistema fins a l'estat en què es trobaria si no s'hagués produït la degradació (Gann *et al.*, 2019). Aquestes pràctiques de reducció d'impactes socials, de remediació i de rehabilitació són activitats que redueixen les causes i els efectes continus de la degradació, milloren el potencial de recuperació dels ecosistemes i promouen una transició cap a la sostenibilitat (Gann *et al.*, 2019).

El continu restauratiu destaca les interconnexions entre aquestes diferents activitats. També reconeix que les característiques específiques de la localitat prevista per a les accions de restauració dicten les activitats més adequades per a les diferents unitats de paisatge. **Una restauració ecològica efectiva sovint combina mesures de restauració passiva** (eliminar o gestionar pressions i protegir l'ecosistema d'interès) **amb intervencions actives** (*habitat amelioration, rewilding*; Figura 2), de manera que es restauren tant processos com funcions ecosistèmiques, augmentant la resiliència i l'èxit del projecte (Figura 2).



Figura 2. Continu d'estratègies de restauració marina, des d'enfocaments passius fins a intervencions actives sobre els ecosistemes. **Font:** elaboració pròpia.

Sovint les intervencions o les mesures de restauració es classifiquen en actives o passives, però en la majoria de casos es poden situar en una escala en funció del grau d'intervenció. Per exemple, les reserves marines integrals podrien situar-se a l'extrem de les mesures passives, mentre que la reintroducció d'espècies se situaria a l'extrem contrari, el de les mesures actives.

A mesura que es mou d'esquerra a dreta en el continu (Figura 3), **augmenten tant els resultats de salut ecològica i biodiversitat com la qualitat i la quantitat dels serveis ecosistèmics**. Cal tenir en compte que la restauració ecològica pot produir-se en paisatges naturals, urbans, suburbans, agrícoles i industrials.



Figura 3. El continu restauratiu. La restauració dels ecosistemes i la restauració ecològica inclouen una gamma d'activitats i intervencions que poden millorar les condicions ambientals i revertir la degradació dels ecosistemes i la fragmentació del paisatge. Segons la SER, *restauració ecològica* és el terme adient per descriure accions orientades a recuperar l'estructura, la funció i els processos d'un ecosistema degradat (àmbit científic i tècnic), mentre que *restauració d'ecosistemes* s'utilitza com terme més general (àmbit polític, normatiu, regulacions) en contextos de gestió o polítiques, incloent-hi qualsevol acció que millori o recuperi un ecosistema. **Font:** Gann *et al.*, 2019.

2.3 Conceptes relacionats

Tot i que sovint es fan servir de manera indistinta, és important distingir la restauració ecològica d'altres enfocaments i conceptes relacionats que per si mateixos no es poden considerar com restauració (Taula 1).

Taula 1. Conceptes relacionats amb el procés de restauració ecològica (SER Glossary of Terms in Ecological Restoration, 2004/2019).

Concepte	Objectiu	Nivell d'intervenció	Exemples
Restauració activa	Implica intervencions directes quan la recuperació natural no és suficient o bé és massa lenta.	Intervenció humana directa.	La reintroducció d'espècies, la restauració d'hàbitats o la modificació de condicions ambientals.
Restauració passiva o recuperació natural (natural recovery)	Eliminació o reducció de les pressions que causen la degradació, permetent que els processos naturals condueixin la recuperació de l'ecosistema.	Intervenció mínima o indirecta, sense introduir estructures, espècies o modificacions físiques significatives. Pot ser una restauració passiva o assistida, segons el grau d'intervenció humana.	Provisió de substrat*, prohibició de la pesca, limitació d'algunes activitats com fondejos, control de densitats de certes espècies com els herbívors, millora de la qualitat de l'aigua.
Rehabilitació, facilitació ecològica, ecosystem engineering o habitat amelioration	Restaurar algunes funcions ecològiques o serveis d'un ecosistema degradat, millorar les condicions d'un hàbitat degradat i la recuperació parcial de funcions ecològiques o serveis ecosistèmics, sense que sigui necessari assolir la totalitat de la biodiversitat ni la complexitat de l'ecosistema original. Millora de les condicions físiques, químiques o biològiques d'un hàbitat amb l'objectiu de reduir l'estrès ambiental i facilitar l'establiment, la supervivència o el rendiment d'organismes, sense que això impliqui necessàriament la recuperació completa o l'autosuficiència de l'ecosistema original.	Intervenció directa, normalment local i puntual, que podria formar part d'una estratègia de restauració.	Instal·lació d'elements que redueixen l'hidrodinamisme per facilitar l'arrelament de fanerògames marines; instal·lació d'elements estructurals per millorar el refugi i l'assentament d'espècies; col·locació de substrats per facilitar el reclutament.
Rewilding	Restaurar processos ecològics clau i espècies fonamentals (espècies enginyeres o clau), amb l'objectiu de fomentar ecosistemes autosuficients, resilents i capaços d'autoregular-se, sovint mitjançant la reconnectivitat ecològica.	La intervenció sol ser àmplia i enfocada a tot l'ecosistema. Pot ser el nucli d'una estratègia de restauració com acció activa.	Recuperació de depredadors clau mitjançant regulació pesquera per restaurar cascades tròfiques; introducció d'herbívors o filtradors; introducció d'espècies creadores d'hàbitat.

*Per exemple: segons el grau d'intervenció, el raspat d'algues per deixar la roca nua per a la colonització d'altres espècies podria considerar-se una intervenció activa.

Concepte	Objectiu	Nivell d'intervenció	Exemples
Remediació	Netejar, detoxificar o eliminar contaminants i altres factors d'estrès d'un ecosistema, per permetre que les condicions ecològiques evolucionin cap a la recuperació.	Diferents graus d'intervenció. Pot considerar-se restauració passiva quan elimina estrès i permet la recuperació natural.	Eliminació de sediments contaminats, tòxics ambientals o millora de la qualitat de l'aigua mitjançant la introducció d'organismes filtradors com les ostres (REF).
Reintroducció d'espècies	Reintroducció d'espècies en regressió o que s'han perdut. No garanteix per si sola que l'ecosistema sigui autosuficient, resilient o que els processos ecològics es restaurin.	Acció concreta i puntual. Per si sola no garanteix la restauració de l'ecosistema si no va acompanyada de la recuperació de l'hàbitat i dels processos ecològics associats.	Reintroducció d'espècies concretes, animals o vegetals, sense cap altra intervenció per assegurar la seva continuïtat.
Esculls, estructures artificials o Artificial reefs	Divers. Fer de pont entre hàbitats (també entre hàbitats i zones degradades) connectant ecosistemes i ajudant a la dispersió d'espècies. Quan només actuen com a elements de concentració de biodiversitat, sense una planificació orientada a restaurar processos ecològics adaptada a l'ecosistema, ni a connectar hàbitats i ecosistemes, no poden considerar-se accions de restauració ecològica.	Intervenció directa, normalment local i puntual. La implantació d'estructures artificials requereix la previsió d'un pla de reversibilitat que estableixi els procediments per a la seva retirada del medi marí en cas que l'actuació no compleixi els objectius ecològics definits o bé generi impactes no desitjats.	Estructures artificials, sovint de grans dimensions, instal·lades sobre el fons marí i sobre fons d'arena que es deixen colonitzar passivament per altres espècies o on es trasplanten altres espècies, com algues o gorgònies, o que s'utilitzen per facilitar el trasplantament de fanerògames.
Coastal greening o greening d'infraestructures grises	La integració d'elements ecològics o estructurals en infraestructures costaneres artificials (ports, esculleres, dics), amb l'objectiu de millorar la seva funcionalitat ecològica, reduir l'impacte ambiental i augmentar la biodiversitat. Només pot considerar-se restauració si està integrat en una planificació ecològica coherent i basada en evidència científica.	Intervenció directa.	Disseny d'estructures per facilitar la colonització i dispersió d'organismes.
Compensació ecològica (ecological offsets)	Neutralitzar pèrdues ecològiques derivades d'impactes inevitables mitjançant accions compensatòries en altres localitzacions. No constitueix, per si mateixa, una acció de restauració —tot i que ho podria ser en un lloc determinat—, sinó una mesura correctora o compensatòria	Diferents graus d'intervenció.	No es restaura l'ecosistema original, sinó que es compensa la pèrdua en un altre lloc. Per exemple: destrucció irreversible d'una praderia de fanerògames i restauració o creació d'una altra en una zona diferent

3 Marcs de referència: la ciència al servei de la recuperació

3.1 Els vuit principis de la restauració ecològica de la SER

Els principis que fonamenten la restauració ecològica ofereixen un marc per explicar, definir, guiar i mesurar les activitats i els resultats de la pràctica de la restauració ecològica (Figura 4). Aquests principis representen una síntesi dels fonaments i els conceptes que presenten la SER, la literatura científica i l'experiència dels actors de restauració, i són els següents:

- 1. Involucra les parts interessades.** La col·laboració amb comunitats locals, usuaris, gestors competents, grups ciutadans sense ànim de lucre i científics per desenvolupar projectes de restauració pot conduir a una millor resiliència socioecològica.
- 2. Es basa en multitud de tipus de coneixements.** La pràctica de la restauració ecològica requereix un alt grau de coneixement ecològic que pot provenir de l'experiència del practicant, del coneixement ecològic tradicional, del coneixement ecològic local i dels avanços científics.
- 3. Es basa en ecosistemes de referència nadius, tot i que considera els canvis ambientals.** La restauració ecològica requereix identificar l'ecosistema natiu a restaurar i desenvolupar models de referència per planificar i comunicar una visió compartida dels objectius de restauració i del projecte.
- 4. Dona suport als processos de recuperació dels ecosistemes.** Les accions de restauració es dissenyen per ajudar als processos naturals de recuperació que es duen a terme per l'efecte del temps i les respostes i interaccions de la biota. Les activitats se centren a restablir els components i les condicions adequades perquè aquests processos tinguin lloc, i a donar suport a la recuperació dels atributs de l'ecosistema, incloent-hi la seva capacitat d'autoorganització i resiliència a tensions futures.
- 5. Avalua la recuperació dels ecosistemes en funció d'objectius i metes clares, usant indicadors mesurables.** Durant la fase de planificació s'identifiquen l'àmbit, la visió, els objectes i els objectius, les metes del projecte i els recursos, juntament amb indicadors específics per mesurar els avanços. Els indicadors poden utilitzar-se per monitorar el progrés.
- 6. Cerca el nivell més alt de recuperació possible.** El projecte de restauració adopta l'objectiu d'aconseguir el grau més alt possible de recuperació, en relació amb els atributs de l'ecosistema de referència. La recuperació, completa o parcial, necessita temps i pot ser lenta. Els gestors han d'adoptar una política de millora contínua sustentada en un monitoratge sòlid.
- 7. Acumula valor quan s'aplica a gran escala.** Tots els projectes de restauració ecològica poden tenir resultats positius independentment de la seva magnitud; tot i això, **molts de processos ecològics funcionen a escales de paisatge, conques o regions**, i la degradació a escales superiors pot tapar els esforços de restauració de petita escala (per exemple, les espècies amb requisits mínims d'hàbitat més gran o que necessiten més complexitat tròfica, com les espècies altament migratòries o els depredadors). Per això, alguns projectes de restauració ecològica s'han de desenvolupar a gran escala (per exemple, centenars o milers d'hectàrees) per proporcionar els beneficis ambientals i ecològics desitjats.
- 8. Forma part d'un conjunt més ampli d'activitats de recuperació.** La restauració s'inclou en una família d'activitats de recuperació que idealment formen part d'un continu (espais marins protegits, gestió pesquera, normativa, regulació d'ancoratges, protecció d'espècies, reintroducció d'organismes, educació ambiental, etc.). El continu restauratiu (Figura 3) ofereix una visió holística per recuperar els ecosistemes, proporciona un context per comprendre com les diferents activitats es relacionen entre si i ajuda a identificar les pràctiques que més s'adapten a un context particular. **El continu**

inclou quatre categories de pràctiques recuperatives: els impactes socials reduïts; les accions que redueixen els impactes socials; la remediació, per exemple, de llocs contaminats; la rehabilitació (per exemple, de zones urbanitzades) i la restauració ecològica (Figura 3).



Figura 4. Els vuit principis de la restauració ecològica segons la SER. **Font:** Gann *et al.*, 2019.

3.2 Els Estàndards de Pràctica de l'ONU

A més dels principis de restauració ecològica de la SER, en el marc del Decenni de les Nacions Unides per a la Restauració, es van desenvolupar els Estàndards de Pràctica (The Standards of Practice. FAO, IUCN CEM i SER, 2021; Figura 5) amb l'objectiu d'ajudar als actors de restauració en el desenvolupament de projectes que reflecteixen els Principis de Restauració d'Ecosistemes. Les pràctiques recomanades ajuden als projectes de restauració a contribuir als Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) de les Nacions Unides, als dels Convenis de Rio i d'altres iniciatives globals aliades, a més de guiar les diferents etapes del procés de restauració i ser aplicables a diversos ecosistemes i projectes. S'ha de tenir en compte que **alguns d'aquests estàndards són aspiracionals i poden estar fora de l'abast de determinats projectes de restauració.**

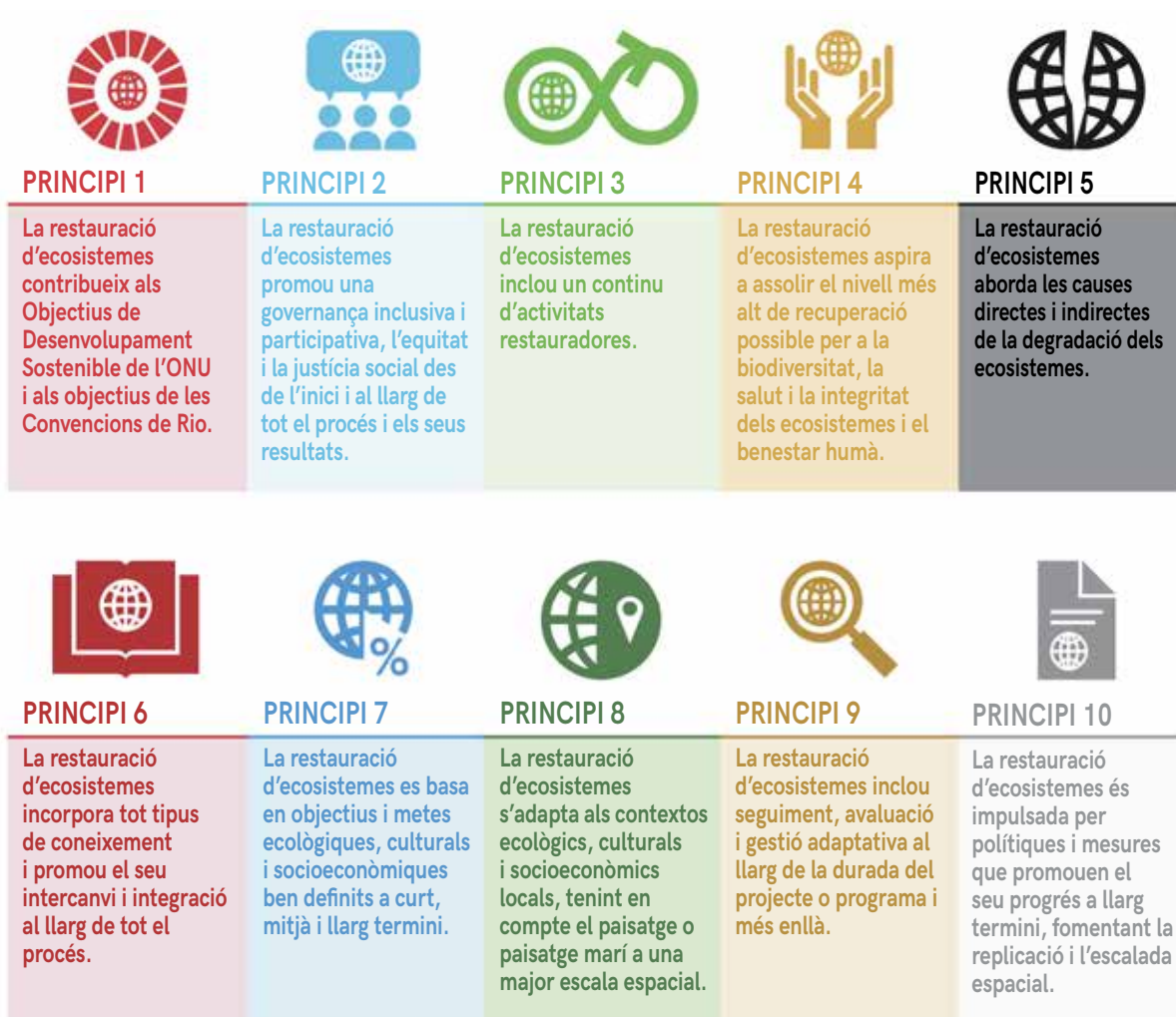


Figura 5. Els Estàndards de Pràctica (The Standards of Practice; FAO, IUCN CEM i SER, 2021) proporcionen recomanacions clau per a l'aplicació dels deu principis de restauració d'ecosistemes.
Font: FAO, IUCN CEM i SER, 2021.

Els Estàndards de Pràctica de l'ONU es poden organitzar en les diferents etapes del procés de restauració dels ecosistemes (*ecosystem restoration*; Figures 3 i 5). En el procés de restauració, tot i no ser lineal, es poden diferenciar **cinc components**, etapes o fases (Figura 6; Nelson *et al.*, 2024), que veurem a continuació.

El component d'**avaluació** inclou la identificació i l'avaluació de l'extensió i l'escala de degradació, tenint en compte el lloc i el seu context dins del paisatge. El component de **planificació i disseny** se centra a determinar les activitats de restauració adequades tenint en compte el context ecològic, cultural i socioeconòmic, així com les limitacions financeres. S'identifiquen objectius i indicadors de restauració i els desenvolupen activament de manera participativa totes les parts interessades (professionals, experts i comunitats locals). La planificació organitza el treball previst, que es durà a terme durant la implementació del projecte, mentre que el component de **gestió en curs** considera les necessitats del projecte a curt i llarg termini. Finalment, el component de **seguiment i d'avaluació** se centra a mesurar el progrés cap a la recuperació dels objectius i la consecució dels objectius i els indicadors de restauració, així com l'avaluació de resultats per determinar possibles correccions i millores i compartir les lliçons apreses (Figura 6).



Figura 6. Els cinc components del procés de restauració amb els subcomponents transversals que s'apliquen al llarg del procés (compromís, transferència de coneixement i gestió adaptativa).

Font: Nelson *et al.*, 2024.

3.3 The Global Biodiversity Standard

A més, per avaluar l'augment de la biodiversitat que es podria produir durant un procés de restauració, The Global Biodiversity Standard (TGBS) proporciona un **estàndard global**, accessible i equitatiu, basat en la metodologia científica i el coneixement local, que reconeix i promou la protecció, la restauració i la millora de la biodiversitat. L'estàndard TGBS es basa en **vuit criteris** que verifiquen si els projectes implementen activitats que milloren i assegurin una gestió a llarg termini de la biodiversitat en el lloc on es duu a terme el projecte. A més, s'ajusta als Principis i Estàndards Internacionals de la SER (Gann *et al.*, 2019), promou bones pràctiques de restauració ecològica d'acord amb el Decenni de les Nacions Unides per la Restauració i contribueix als ODS.

Els vuit criteris TGBS són els següents (Bartholomew i Mosyftiani *et al.*, 2024):

- 1. La selecció adequada de llocs per millorar la biodiversitat nativa.** Els llocs se seleccionen per potenciar o protegir la biodiversitat nativa, reduir les amenaces i millorar les condicions físiques, la composició d'espècies, la diversitat estructural, les funcions ecosistèmiques i la connectivitat entre hàbitats. La biodiversitat preexistent no desapareix i la integritat de l'ecosistema no es veu degradada.
- 2. La millora en la protecció dels hàbitats i la biodiversitat existent.** Es millora el nivell de protecció no sols a partir de la protecció legal, sinó també a través de la gestió d'activitats o impactes.
- 3. La protecció, la restauració i la gestió de la biodiversitat conjuntament amb les comunitats locals i altres parts interessades.** Les parts interessades són consultades i es veuen beneficiades de la protecció, la restauració i la gestió.
- 4. La recuperació de la biodiversitat mitjançant la restauració dels ecosistemes.** Es maximitza la biodiversitat nativa mitjançant intervencions de regeneració natural, regeneració natural assistida i reintroducció d'espècies natives.
- 5. La reducció d'espècies invasores o potencialment invasores.** Les espècies invasores o potencialment invasores s'eviten durant la restauració; si ja estan presents, es redueixen o erradiquen.
- 6. La priorització d'espècies natives, amenaçades i rares.** Es millora la presència natural d'espècies natives, amenaçades i rares, i també d'espècies localment extintes. A causa del canvi climàtic, els límits de distribució dels ecosistemes i de les espècies poden canviar amb el temps.

7. La promoció de la biodiversitat i de la capacitat d'adaptació. Es facilita la biodiversitat, a tots els nivells, d'ecosistemes, d'espècies i de genètica per millorar la capacitat d'adaptació en condicions ambientals canviants, com el canvi climàtic.

8. El monitoratge, l'avaluació i la gestió adaptativa de la biodiversitat. Es basen en objectius i indicadors clars per garantir la viabilitat i la sostenibilitat a llarg termini de les intervencions de restauració, amb els recursos, la freqüència i la programació adequats.

Una síntesi molt general que podria servir per donar llum verda a la restauració ecològica i/o maximitzar el seu èxit podria ser la següent:

- L'espècie o hàbitat a restaurar ha d'existir (ara o en el passat) de forma natural a l'àrea de restauració.
- L'espècie o hàbitat a restaurar ha de presentar o haver sofert una regressió a nivell local.
- La raó que ha causat la regressió a nivell local ha de ser un impacte que es pot i es pretén controlar, disminuir o *remediar*, o bé que ja s'ha solucionat o no existeix en el present.
- El lloc de restauració es troba sota alguna figura de protecció o bé és viable crear una figura de protecció.
- S'han fet experiments pilot previs a la restauració completa per avaluar-ne la viabilitat.
- Es garanteix un seguiment o monitoratge de l'àrea restaurada a llarg termini, adient a les característiques de l'ecosistema i a les espècies objectiu i al seu cicle vital.

4 Governança i societat: el valor de la participació i la cogestió

4.1 Marc normatiu

La restauració marina s'emmarca en un context normatiu europeu i estatal cada vegada més exigent que estableix obligacions clares de planificació, execució i seguiment. El **Reglament Europeu de Restauració de la Natura (EU Nature Restoration Law)** obliga els estats membres a elaborar **Plans Nacionals de Restauració**, definir objectius quantificats per hàbitats, establir mesures i calendaris, i garantir mecanismes de seguiment, participació pública i coordinació administrativa (Reglament [UE] 2024/1991). A més, els Plans Nacionals de Restauració han d'incloure un llistat d'hàbitats i de grups d'espècies de restauració prioritària (Annex 1).

En l'àmbit marí, la **Directiva Marc sobre l'Estratègia Marina** proporciona el marc per avaluar l'estat ambiental, definir les línies base i justificar les prioritats de restauració, assegurant la coherència entre restauració, conservació i gestió dels usos marins (Directiva 2008/56/CE). Aquest marc es complementa amb altres instruments com la Directiva Hàbitats, la Directiva Aus, la Política Pesquera Comuna i les Estratègies de Biodiversitat i Canvi Climàtic (Comissió Europea, 2020).

A escala estatal, el **Pla Nacional de Restauració Ecològica** ha de garantir la coherència territorial i sectorial de les actuacions, integrar criteris tècnics comuns i assegurar la coordinació entre administracions, especialment en espais costaners i marins regulats també per la Llei de costes (MITERD, 2022).

4.2 Participació i cogestió: actors del sector marítim que s'hi poden implicar

La restauració marina és un **procés social, a més d'ecològic**. Perquè sigui efectiva i duradora, cal garantir mecanismes de **participació real i continuada** que permetin implicar els actors des de la definició d'objectius fins al seguiment de les actuacions. Aquesta participació s'ha de mantenir durant tot el cicle del projecte, inclosos el seguiment i l'avaluació, sempre que les característiques de les intervencions ho permetin.

Alguns dels principals actors del sector marítim que s'hi poden implicar són els següents:

- El **sector pesquer i mariscador** professional i recreatiu, especialment en hàbitats bentònics i costaners.
- El **sector nàutic** professional i recreatiu.
- El **sector energètic marí**, en coordinació amb la planificació d'energies renovables.
- Les **administracions públiques** a diferents escales, especialment les autonòmiques.
- Les **comunitats locals**, el teixit associatiu i la societat en general.
- La **comunitat científica**.

Per implicar de manera efectiva i coherent aquests actors es promouen **models de cogestió i espais estables de diàleg multiactor** que permetin anticipar conflictes, integrar coneixement local i científic, i reforçar la legitimitat i la continuïtat dels projectes (FAO, 2015; Comissió Europea, 2020).

4.3 Finançament i sostenibilitat econòmica dels projectes

La restauració marina requereix una **planificació econòmica sòlida** que vagi més enllà del finançament inicial de les actuacions. Cal garantir els recursos per al seguiment, el manteniment i les accions de participació i de comunicació, tal com estableixen tant el Reglament Europeu de Restauració de la Natura com el futur Pla Nacional de Restauració (Reglament [UE] 2024/1991; MITERD, 2022). Es destaca la necessitat de **prioritzar actuacions ben dimensionades**, amb alta probabilitat d'èxit, i d'avaluar els costos i els beneficis socioeconòmics, especialment els associats a serveis ecosistèmics com la protecció costanera, la mitigació del canvi climàtic i la conservació de la biodiversitat (IPBES, 2019; MITERD, 2022).

5 Hàbitats i espècies prioritàries per a la protecció i la restauració a la mar Balear

La restauració marina ha de centrar-se en aquells hàbitats i grups d'espècies que, pel seu estat de conservació, la seva funció ecològica, la seva extensió o la seva vulnerabilitat, són essencials per mantenir o recuperar la biodiversitat i la funcionalitat dels ecosistemes marins. Identificar aquests hàbitats clau permet orientar les accions de restauració cap a zones i espècies on la intervenció tindrà **més impacte ecològic** i contribuirà a la resiliència de l'ecosistema.

El Reglament Europeu de Restauració de la Natura prioritza especialment la restauració dels ecosistemes degradats que tenen un potencial més gran per **capturar i segrestar carboni** i prevenir i reduir l'impacte de desastres naturals.

A continuació, s'enumeren els hàbitats, **les espècies i les zones prioritàries de la mar Balear** que, a més de requerir conservació i protecció, són candidats principals per a intervencions de restauració ecològica:

1. **Praderies de fanerògames** de *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa* i *Zostera noltii* que formen hàbitats clau per a la biodiversitat, estableixen sediments i absorbeixen nutrients. Tenen un paper essencial en la producció primària, el segrest de carboni, la protecció del litoral i com a hàbitat de cria i alimentació de nombroses espècies. Aquestes praderies són especialment vulnerables a una mala qualitat de l'aigua, a un augment de la terbolesa i a les espècies invasores.
2. **Boscs de macroalgues** o formacions d'algues estructurals principalment per espècies de *Cystoseira sensu lato*, que creen complexitat tridimensional sobre fons rocosos somers i profunds. Aquests boscos concentren molta biodiversitat i proporcionen multitud de serveis ecosistèmics. Per exemple, proporcionen refugi, zones de cria i alimentació a nombroses espècies d'interès comercial, i contribueixen a la connectivitat ecològica. Són hàbitats especialment vulnerables a la sobrepesca, a la proliferació d'herbívoros i a una disminució en la qualitat de l'aigua.
3. **Fons sedimentaris** d'arena, fang i llims, especialment aquells afectats per contaminants, pesca d'arrossegament, dragatge o ancoratge. Aquests hàbitats ocupen grans extensions del medi marí i són fonamentals per als cicles biogeoquímics, per a moltes espècies demersals i peixos i invertebrats que hi troben aliment.
4. **Coral·ligen, hàbitats bentònics estructurals i biogènics**, incloent-hi esculls, formacions coral·lígenes, hàbitats de maèrl, *trottoirs*, tenasses i altres estructures creades per organismes vius. Aquests espais actuen com a punts calents de biodiversitat i són especialment vulnerables a pertorbacions físiques com l'arrossegament, la pesca destructiva i el turisme submarí.
5. **Hàbitats marins profunds** de coralls i esponges, com *Corallium rubrum* (corall vermell), altres coralls profunds (*Leptopsammia*, *Dendrophyllia*) i gorgònies (*Eunicela*, *Paramuricea*). Són hàbitats estructurals clau que creen complexitat tridimensional i augmenten la connectivitat entre fons rocosos profunds. Associats sovint a fons rocosos profunds amb alta heterogeneïtat estructural, són punts calents de biodiversitat i donen refugi a peixos, invertebrats i macroalgues profundes (com les Laminarials).
6. **Muntanyes submarines, esculls** o zones elevades del fons marí, sovint amb corrents que aporten nutrients i afavoreixen la concentració de fauna bentònica i peixos, que inclouen espècies biogèniques de gran valor. Actuen com a hàbitats refugi per a espècies comercials i vulnerables, i són estratègiques per a la connectivitat ecològica, especialment entre reserves marines i fons profunds en bon estat.
7. **Badies somes** o zones amb poca profunditat i protegides parcialment de la mar oberta i amb baixa energia hidrodinàmica. Aquestes zones actuen com a hàbitats de cria i refugi per a juvenils de peixos i invertebrats bentònics, i com a punts de connectivitat entre praderies de fanerògames, boscos de macroalgues i fons de roca i arena. A més, aquestes zones costaneres solen concentrar multitud d'impactes (ancoratges, ports, destrucció de l'hàbitat, baixa qualitat de l'aigua a causa d'una poca renovació i una sobrefreqüentació d'usuaris). Són especialment sensibles a l'ancoratge, la navegació i les activitats recreatives, i per això poden ser prioritàries per a la restauració i la millora de l'hàbitat.

Els esforços de cartografia, seguiment i avaluació de l'estat ecològic dels ecosistemes marins són la base per a una gestió informada i adaptativa dels ecosistemes, i proporcionen informació clau per a la

seva conservació. Tanmateix, **la manca de coneixement complet o exhaustiu no ha de frenar la implementació de mesures de conservació**, incloent-hi la restauració ecològica. Quan hi ha indicis sòlids que una intervenció de conservació com la restauració pot contribuir a la recuperació de funcions ecològiques, a la continuïtat de l'ecosistema o a la millora de la seva resiliència, la restauració ha de considerar-se una eina legítima i necessària (Gann *et al.*, 2019). En aquest sentit, la combinació de recerca científica, seguiment continu i acció sobre el territori és clau per avançar cap a una conservació efectiva dels hàbitats marins de la mar Balear.

6 Iniciatives i exemples de projectes de restauració: de la investigació a l'acció local

La restauració ecològica és un procés complex que depèn de múltiples factors, com l'ecosistema, l'escala, el «punt de partida», la natura dels impactes i la disponibilitat de recursos. Per això, resulta essencial analitzar bones pràctiques i exemples d'altres projectes, els quals permeten identificar estratègies eficaces, metodologies contrastades i lliçons apreses en contextos similars. La revisió d'iniciatives i de projectes passats i en curs, a més de promoure la transferència de coneixement entre científics, gestors i actors locals, és imprescindible per a la identificació de criteris d'èxit, metodologies, indicadors de seguiment i estratègies de monitoratge.

En aquest sentit, recopilem diferents **projectes de restauració nacionals i internacionals** enfocats en diferents hàbitats que tenen com a objectiu restaurar o explorar diverses metodologies de restauració activa i passiva. A continuació exposem alguns exemples d'avanços i iniciatives en aquest sentit.

6.1 Praderies de *Posidonia oceanica*

Moltes iniciatives científiques, com per exemple **SEPOSSO** (www.lifeseosso.eu/en/), **MERCES** (www.merces-project.eu/), **REEForest** (www.reeforest.eu/), **ARTEMIS Project-Interreg Euro-MED** (www.artemis.interreg-euro-med.eu/), **RESPOSCY** (www.resposcy.com/) o **Mediterranean Posidonia Network** (www.medposidonianetwork.com/), s'han orientat a testar diferents tècniques i procediments per restaurar praderies de *P. oceànica*, i han publicat **guies per orientar la restauració i maximitzar-ne els resultats**.

En general, aquestes guies evidencien la importància de la correcta selecció de les poblacions donants i del lloc de restauració, així com la necessitat de monitorar a llarg termini l'àrea restaurada considerant diferents indicadors (Terrados *et al.*, 2023; Pergent-Martini *et al.*, 2024; Pansini *et al.*, 2025; Hernán *et al.*, 2026). Tot i tractar-se d'una restauració lenta, a causa de les característiques de l'espècie, i amb **resultats que només poden avaluar-se a llarg termini** (dècades en molts de casos), diverses experiències demostren que quan la restauració activa s'integra amb la reducció prèvia de les pressions i amb mesures de gestió i protecció, és possible recuperar parcialment l'estructura i la funcionalitat d'aquest hàbitat clau (Boudouresque *et al.*, 2021; Astruch *et al.*, 2026).

Metaanàlisis recents demostren l'efectivitat de la restauració per revertir la regressió de les praderies de fanerògames (Pansini *et al.*, 2025), així com la viabilitat de la restauració passiva com a estratègia viable i eficaç i amb taxes de recuperació sorprenents també a llarg termini, superiors a altres intervencions actives existents (Astruch *et al.*, 2026).

En conjunt, la literatura científica coincideix en la viabilitat de la restauració d'aquests ecosistemes, destacant la **viabilitat i la superioritat de la restauració passiva** quan s'eliminen les pressions antropogèniques que causaven la degradació (Astruch *et al.*, 2026). També coincideix en què la restauració activa

és significativament més efectiva quan se seleccionen llocs amb condicions adequades —on la praderia era present i no substituint altres hàbitats, amb substrat estable, hidrodinàmica moderada i qualitat de l'aigua adequada—, s'utilitzen materials adients a les característiques del lloc de restauració i **es combina amb mesures de conservació passiva** (com la regulació de fondejos, la millora de la qualitat de l'aigua i la protecció eficaç dels espais). Així mateix, evidencia una elevada variabilitat espacial i la necessitat de dur a terme **seguiments a llarg termini** per avaluar l'èxit ecològic real (Boudouresque *et al.*, 2021; Astruch *et al.*, 2026; Escandell-Westcott *et al.*, 2023).

A la mar Balear, l'interès per la restauració activa de *P. oceanica* ha crescut notablement en els darrers anys i ha donat lloc a nombroses iniciatives públic-privades i projectes pilot. Entre d'altres, destacam el projecte **Bosque Marino** (Red Eléctrica de España-IMEDEA, CSIC-UIB); la **restauració al port de Fornells** (Menorca), impulsada per PortsIB amb l'assessorament científic de l'IMEDEA (CSIC-UIB); la restauració a **cala Blanca** (Ciutadella, Menorca) en el marc del projecte INTERREG ARTEMIS de l'OBSAM i l'IMEDEA; la del **Parc Natural de ses Salines d'Eivissa-Formentera**, impulsada per l'Associació Vellmarí, MSC Foundation i Mission Blue, amb l'assessorament de l'IMEDEA; i les accions al **puig dels Molins** (Eivissa) realitzades per Fundación Blue Life amb assessorament de l'IMEDEA. A més, cal mencionar a Mallorca els **projectes comunitaris MedGardens** de CleanWave, **Racons Marins** d'Arrels Marines i **AccPosidonia I i II** (Programa Pleamar, finançats per Fundación Biodiversidad) de la Fundació Ecomar i FEDAS, amb la col·laboració de l'IMEDEA (CSIC-UIB); en aquests projectes, entre d'altres coses, s'avalua la viabilitat de restaurar praderies de posidònia amb l'ajuda de voluntaris. Actualment, a les Illes Balears la restauració de *P. oceanica* es planteja principalment com a eina complementària a la conservació, amb un valor demostratiu i metodològic rellevant, però sempre condicionada a la reducció efectiva de les pressions que han causat la degradació inicial.

6.2 Praderies de *Cymodocea nodosa*

En els darrers anys, l'interès per la restauració de fanerògames marines ha incorporat progressivament *Cymodocea nodosa* dins projectes de recerca nacionals i internacionals com, per exemple, **RECOMAR** (Programa Pleamar), **CLI-MAREST** (www.climarest.eu/), **LIFE TRANSFER** (www.lifetransfer.eu/), **GRASS-REC** i **SEASTORE** o el projecte comunitari **Racons Marins** d'Arrels Marines a Mallorca. L'èxit de la restauració activa continua estant fortament **condicionat per la qualitat de l'aigua**, l'estabilitat del sediment i la reducció prèvia de les pressions que han provocat la regressió de la praderia (Zarranz *et al.*, 2010; Da Ros *et al.*, 2021; Sfriso *et al.*, 2023; Gambi *et al.*, 2024). A més, recentment alguns resultats suggereixen que el transplantament de *C. nodosa* podria accelerar la recolonització natural de *P. oceanica* (Montefalcone *et al.*, 2024). L'evidència científica indica que *C. nodosa* és una espècie amb un clar potencial de recuperació i restauració ecològica, però que el seu èxit depèn fortament de la selecció d'estratègies adaptatives, de la gestió prèvia de les pressions ambientals i de l'aplicació de tècniques experimentals ben ajustades per maximitzar la supervivència i l'establiment de les noves praderies (Da Ros *et al.*, 2021; Sfriso *et al.*, 2023).

Respecte a la restauració de les praderies de fanerògames, l'ESRA (Grovers *et al.*, 2026) o Aliança Europea per a la Restauració de les Praderies de Fanerògames, de l'anglès **European Seagrass Restoration Alliance** (www.esra-europe.eu/) proposa un consens d'actuació basat en la recerca científica i l'experiència pràctica per recuperar les fanerògames marines a Europa, inclosa la regió mediterrània. Aquests són els punts clau de les seves recomanacions, en línia amb els principis de la SER:

- **Protegir les praderies existents.** La prioritat màxima ha de ser la conservació, perquè les praderies madures ofereixen beneficis ecològics (com el segrest de carboni) molt superiors als de les àrees recentment restaurades.
- **Reduir les pressions abans de qualsevol intervenció de restauració.** L'èxit depèn d'identificar i elimi-

nar primer les causes de la degradació, com la contaminació, l'ancoratge d'embarcacions o l'eutrofització, per permetre la recuperació natural o crear les condicions adequades per a la recuperació i la supervivència de les espècies.

- **Seleccionar els llocs on es vol intervenir a partir de dades.** Conèixer la localització històrica de les praderies i on tenen més potencial de prosperar en el futur sota les condicions del canvi climàtic.
- **Realitzar un monitoratge a llarg termini.** És essencial fer un seguiment de com a mínim deu anys per avaluar realment l'èxit del projecte i permetre una gestió adaptativa.
- **Enfocament ètic i intercanvi de coneixements.** Es promou compartir tant els èxits com els fracassos per millorar els estàndards del sector, integrant el coneixement ecològic local i la participació comunitària.
- **Sostenibilitat i principi de no-destrucció en l'obtenció de material donant.** L'obtenció de material donant, com ara llavors o plàntules destinades al trasplantament, s'ha de dur a terme de manera sostenible i sense comprometre l'estat de conservació de les poblacions donants. Això implica evitar-ne el dany o l'esgotament, preservar la seva diversitat genètica i minimitzar els riscos de bioseguretat associats al moviment de material biològic.
- **Alineació política i financera.** Es reclama harmonitzar les regulacions europees per facilitar els permisos de restauració i augmentar el finançament a llarg termini per a projectes a gran escala.

Les recomanacions de l'ESRA (Grovers *et al.*, 2026) subratllen que no hi ha una metodologia única i que les estratègies s'han d'adaptar a les condicions específiques del lloc i de les espècies.

«El nostre principi rector és clar: primer hem de conservar i protegir. La restauració no és una llicència per destruir els hàbitats existents, ni tampoc una simple eina per a la compensació ambiental».

(ESRA, 2026)

6.3 Boscs de macroalgues

Pel que fa a la restauració de boscs de macroalgues, principalment d'espècies de *Cystoseira sensu lato* a la Mediterrània, diverses institucions de la UE han fet esforços en els darrers anys per investigar noves eines de restauració per a boscs somers i profunds, com els projectes **MERCES** (www.merces-project.eu/), **AFRIMED** (www.afrimed-project.eu/), **ROCPop-Life** (www.rocpoplif.eu/), **REEForest** (www.reeforest.eu/) i **FORESCUE** (www.forescue-project.eu/). Aquests projectes han permès proposar tècniques efectives per restaurar aquests hàbitats i mantenir poblacions autosuficients. Les investigacions més recents indiquen que la recuperació dels boscos de macroalgues requereixen un ampli espectre de mesures, que van des de la mitigació dels impactes humans fins a la restauració de les poblacions i els hàbitats més degradats, i que la viabilitat de les grans accions de restauració es veu compromesa per les pressions humanes contínues (per exemple, la contaminació, el sobrepasturatge per un excés d'herbívors i el canvi climàtic). Com a resultat de diferents projectes s'han publicat *roadmaps* o **recomanacions** per guiar la restauració d'aquests hàbitats (com a Gianni *et al.*, 2020; Cebrian *et al.*, 2021; i Smith *et al.*, 2023).

En general, els estudis mostren, a més de la importància de l'elecció de diferents tècniques adaptades a les condicions del lloc de restauració (Falace *et al.*, 2018; de la Fuente *et al.*, 2019; Verdura *et al.*, 2018, Cebrian *et al.*, 2021), la importància d'assegurar unes condicions adequades per garantir la supervivència de les poblacions restaurades (Fraschetti *et al.*, 2021), principalment **la qualitat de l'aigua** (de Caralt *et al.*, 2020; Papadakis *et al.*, 2021), el control dels herbívors (Gianni *et al.*, 2017, 2018 i 2020; Monserrat *et al.*, 2023), la temperatura de l'aigua (Gianni *et al.*, 2017; Verdura *et al.*, 2021; Monserrat *et al.*, 2022) i els impactes humans (Gianni *et al.*, 2013). A les Illes Balears, l'interès per la restauració de boscs de macroalgues està creixent, i estan sorgint iniciatives com **MedGardens** de la Fundació CleanWave.

6.4 Hàbitats marins profunds

La restauració d'hàbitats profunds dominats per gorgònies, coralls, esponges i estructures bioconstruïdes, com el coral·ligen i els fons de maèrl, representa un dels grans reptes actuals de la restauració marina a la Mediterrània (UN Environment/MAP, 2017; Da Ros *et al.*, 2019; Strong *et al.*, 2023). En l'àmbit europeu i estatal diversos projectes, com **REDRESS** (www.redress-project.eu/), **MERCES** (www.merces-project.eu), **LIFE ECOREST** (www.life-ecorest.cat/), **CABALGA (MSCA-COFUND)** i **ATLAS Project** (www.eu-atlas.org/), han inclòs actuacions de restauració experimental o reforç poblacional de gorgònies i coralls profunds, així com el desenvolupament de protocols per a la recuperació de comunitats coral·lígenes afectades per pertorbacions físiques o mortalitats massives associades a onades de calor.

Les actuacions desenvolupades fins ara s'han centrat principalment en la **recol·locació o fixació de fragments vius trencats** (també obtinguts de xarxes de pescadors), especialment en gorgònies (*Paramuricea clavata*, *Eunicella* spp.) i octocoralls com *Corallium rubrum* (Linares *et al.*, 2008; Montero-Serra *et al.*, 2018; Montseny *et al.*, 2020; Cassoli *et al.*, 2021). Estudis recents consideren que la restauració activa d'octocoralls pot ser eficient, amb una alta supervivència i un alt potencial reproductiu de les colònies trasplantades a curt termini, però destaquen que es necessitarien **entre 30 i 40 anys per tenir poblacions totalment funcionals** (Montero-Serra *et al.*, 2017; Strong *et al.*, 2023; Zentner *et al.*, 2025). Aquestes iniciatives subratllen, un cop més, que **la restauració activa només és viable si es combina amb una gestió efectiva de les pressions locals** i amb mesures d'adaptació al canvi climàtic, i que la conservació preventiva i la reducció de pertorbacions continuades són les eines més eficaces per garantir la persistència d'aquests sistemes d'elevat valor ecològic i funcional (Linares *et al.*, 2008; Van Dover *et al.*, 2014; Da Ros *et al.*, 2019; Cassoli *et al.*, 2021).

6.5 Esculls d'ostres

Les ostres formen autèntics esculls vius al fons marí, creant refugi i aliment per a moltes altres espècies. La restauració d'ostres a la Mediterrània se centra principalment en l'ostra plana europea, *Ostrea edulis*. Aquesta espècie és considerada una enginyera de l'ecosistema, perquè forma estructures biogèniques complexes que incrementen l'heterogeneïtat del fons marí i proporcionen hàbitat, refugi i aliment a nombrosos organismes bentònics. Els bancs d'ostres creen hàbitats tridimensionals que afavoreixen la biodiversitat local, estableixen els sediments i contribueixen a funcions ecosistèmiques clau com la filtració de l'aigua i el reciclatge de nutrients.

Històricament, aquests hàbitats eren més extensos a la Mediterrània, però moltes poblacions han disminuït dràsticament a causa de la sobreexplotació, la degradació, la contaminació i les malalties. En els darrers anys, l'interès científic per aquesta espècie ha augmentat considerablement, sobretot en relació amb la restauració ecològica i les solucions basades en la natura. Tot i que els estudis a la Mediterrània encara són més limitats que a les costes atlàntiques europees, la recerca actual se centra cada vegada més en la connectivitat larvària, els processos d'assentament, la idoneïtat de l'hàbitat i les tècniques de restauració destinades a recuperar els esculls d'ostres i els serveis ecosistèmics associats (Thurstan *et al.*, 2024; NORA, www.noraeurope.eu).

6.6 Espais marins protegits com a estratègia de restauració

A més de projectes de restauració, cal recordar també altres estratègies de conservació basades en la protecció efectiva de recursos, com els espais marins protegits (EMP). En aquest sentit, especialment aquells amb zones de protecció integral o amb usos fortament regulats, ja que són estratègies de conservació que, a més de complementar iniciatives de restauració, han demostrat per si soles augments significatius de la biomassa, l'abundància i la talla d'espècies d'interès per a la conservació i la recuperació d'hàbitats i comunitats marines (Lester *et al.*, 2009; Claudet i Fraschetti, 2010; García-Rubies *et al.*, 2013; Frid *et al.*, 2023).

Així mateix, estudis recents assenyalen la importància d'integrar activitats de restauració ecològica en la gestió d'espais marins protegits, no només per incrementar l'efectivitat de les accions de restauració, sinó també perquè la protecció a vegades no és suficient per si sola per permetre la regeneració dels ecosistemes. Quan això passa, és necessària la implementació de mesures de restauració ecològica, sobretot quan es tracta d'ecosistemes fortament degradats, aïllats i que sofreixen múltiples impactes (Possingham *et al.*, 2015; Manea *et al.*, 2023, Puig *et al.*, 2024).

Pel que fa a les reserves marines, aquestes han mostrat consistentment **incrementos de biomassa, abundància i mida dels organismes**, així com millores en l'estructura tròfica i el funcionament dels ecosistemes marins, després de la implementació de mesures de protecció estricta, també a les Balears (Guidetti *et al.*, 2014; Sala *et al.*, 2012; Edgar *et al.*, 2014; Sala i Giakoumi, 2018; Grorud-Colvert *et al.*, 2021; Gouraguine *et al.*, 2024; Figura 7). En el context de la Mediterrània, les reserves marines podrien constituir una **eina estratègica dins les polítiques de restauració ecològica**, especialment per a hàbitats vulnerables i espècies de recuperació lenta. L'evidència científica disponible mostra que la protecció efectiva de l'espai pot generar millores ecològiques substancials i sostingudes en el temps, i contribuir de manera directa als objectius de conservació i de restauració marina (UNEP/MAP, 2019).

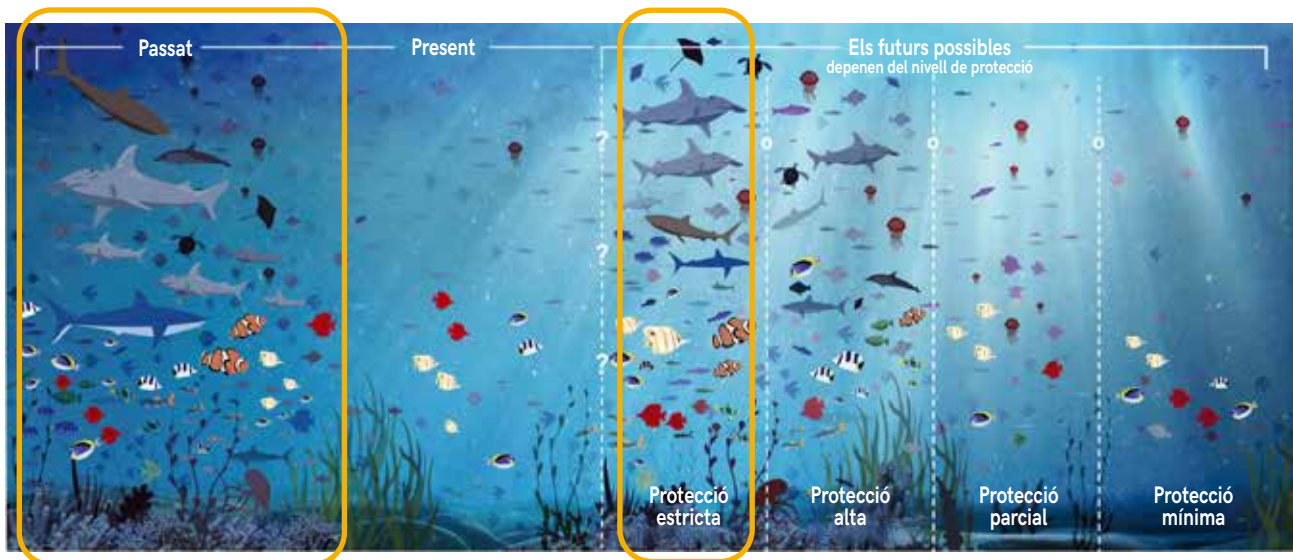


Figura 7. L'eficàcia de l'espai marí protegit per mantenir o recuperar un bon estat de l'ecosistema depèn del seu nivell de protecció. Destacat en color taronja: una protecció estricta, amb el pas del temps, pot tornar un ecosistema al seu estat anterior a ser degradat o danyat. **Font:** Modificat de Grorud-Colvert *et al.*, 2021.

7 Conclusions i recomanacions

Aquest document analitza la restauració ecològica marina en el context de la mar Balear, destacant-la com una eina científica crucial per revertir la degradació d'hàbitats clau. S'exposen diversos estàndards internacionals i es detalla el marc normatiu europeu, especialment la Llei de Restauració de la Natura, que exigeix plans concrets per recuperar la biodiversitat i potenciar els serveis ecosistèmics. A més, s'enumeren hàbitats prioritaris a les Illes Balears i diferents projectes i iniciatives de restauració marina, també a escala local.

El document posa de manifest que la restauració d'ecosistemes ha de ser entesa com un procés continu, basat en l'evidència científica, integrat en la planificació i la governança, i orientat a la recuperació mesurable de la funcionalitat dels ecosistemes. Destaca la importància de la planificació, subratllant que l'èxit depèn, en la majoria de casos, d'eliminar primer els impactes i de fer un seguiment científic a llarg termini.

Principals conclusions i missatges clau per a la restauració ecològica a la mar Balear

- 1. La gestió de les pressions és prioritària.** L'eliminació o la reducció de les causes que han provocat la degradació (com la mala qualitat de l'aigua, el fondeig o la sobrepesca) és una condició indispensable anterior a qualsevol intervenció activa per a tots els ecosistemes a restaurar. Sense aquest pas previ, les probabilitats d'èxit de la restauració i de què els ecosistemes restaurats puguin mantenir-se i evolucionar per si mateixos, sense necessitat d'intervencions addicionals, són molt limitades.
- 2. Diferenciació de conceptes.** No totes les accions poden considerar-se restauració ecològica, sinó només aquelles que cerquin recuperar l'ecosistema original degradat, incloent-hi la seva estructura, composició biològica i funcionalitat ecològica, i prenent com a referència un estat previ o un ecosistema. Idealment han d'estar integrades en una planificació coherent que combini mesures actives i passives (*i. e.* gestió d'impactes) dins el context socioecològic.
- 3. Necessitat de models de referència i indicadors.** Qualsevol projecte de restauració ecològica ha de basar-se en una diagnosi rigorosa que inclogui una línia base (*baseline*), la definició d'un ecosistema de referència, i un monitoratge continu de l'ecosistema en restauració i del de referència, per detectar canvis i nous o futurs impactes i adaptar les accions. També és requisit indispensable l'ús d'indicadors mesurables apropiats a l'ecosistema segons la literatura científica més recent (i estàndards, pràctiques internacionals i guies adaptades a cada ecosistema) disponible, per quantificar l'èxit de la intervenció.
- 4. Complementarietat, no substitució.** La restauració ecològica no substitueix la protecció efectiva de la mar. Mai s'ha d'utilitzar la capacitat de restaurar com una justificació per danyar ecosistemes nadius existents o per mantenir usos insostenibles dels recursos. Les accions de protecció i de restauració s'han de combinar per a una adequada conservació i el bon estat dels ecosistemes marins a llarg termini.
- 5. Visió a llarg termini i gestió adaptativa.** La restauració marina és un procés lent. Recuperar la funcionalitat completa d'alguns ecosistemes pot tardar dècades. Per això és essencial un seguiment mitjançant indicadors i una gestió capaç d'adaptar-se als resultats obtinguts i als possibles nous impactes.
- 6. Dimensió social i cogestió.** La restauració és un procés tant social com ecològic. L'èxit i la durabilitat dels projectes depenen de la participació real dels actors locals (usuaris, pescadors, sector turístic, administracions) i de la integració del coneixement científic amb el local i el tradicional.
- 7. Nou marc legal obligatori a la Unió Europea.** Amb el Reglament Europeu de Restauració de la Natura, la restauració ja no és opcional. Els estats membres han de restaurar almenys el 20 % dels ecosistemes degradats per al 2030 i el 100 % per al 2050. Això exigeix una planificació rigorosa, consensuada i sostenible a escala estatal de forma urgent.

Recursos pràctics

- 10 Key Principles for Effective Marine and Coastal Restoration: Setting the Scene for Success in the EU de WWF: https://www.wwf.es/informate/biblioteca_wwf/?69980/10-principios-clave-para-recuperar-mares-y-costas-en-la-UE
https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/250314_wwf_publication_restoration_dina4_digital.pdf
- Apartat de recursos de NORA (Native Oyster Restoration Alliance): <https://noraeurope.eu/>
- Apartat de recursos de la SER: <https://www.ser.org/page/Resources> i <https://www.ser.org/page/Standards-Tools>
- Apartat de recursos de The Global Biodiversity Standard: [Resources-Biodiversity Standard](#)
- Benjumea, T.; Royo, L.; Escaño, J.; Tomás, F.; Verdura, J.; Cefali, M. E.; Capdevila, P.; Reviriego, B.; Cebrian, E. (2025). Guía para la restauración de los bosques de *Cystoseira s.l.* de poca profundidad en las Islas Baleares. <https://doi.org/10.25607/OBP-2043>
- Castejón-Silvo, I.; Terrados, J.; Álvarez Enríquez, B. (2025). Guía Práctica (2a Edición). El Plantado de *Posidonia oceanica*. Redeia. <https://digital.csic.es/handle/10261/418755>
- European Seagrass Restoration Alliance (2026). European Seagrass Recommendations 2026. ESRA, Groningen. esra-europe.eu
- Mediterranean ecosystem restoration sites, Interreg Mediterranean Biodiversity Protection Community project (2022): https://planbleu.org/wp-content/uploads/2022/11/catalogue_Mediterranean-ecosystem-Restoration.pdf
- Mediterranean Posidonia Network: <https://medposidonianetwork.com/>
- Mediterranean quality status report. The state of the Mediterranean Sea and Coast from 2018-2023: <https://medqsr2023.info-rac.org/>
- MedPAN Ecological restoration efforts in Mediterranean MPAs-Review of existing literature: <https://medpan.org/en/resource-center/ecological-restoration-efforts-mediterranean-mpas-review-existing-literature>
- Nature Restoration Plan Development Process in EU Member States. Mid-term assessment: https://www.wwf.es/informate/biblioteca_wwf/?72563/Evaluacion-Intermedia-de-los-Planes-Nacionales-de-Restauracion
- Oportunitats d'aprenentatge i formació de la SER: <https://www.ser.org/page/learning>
- Pergent-Martini, C.; André, S.; Castejon, I.; Deter, J.; Frau, F.; Gerakaris, V.; Mancini, G.; Molenaar, H.; Montefalcone, M.; Oprandi, A.; Pergent, G.; Poursanidis, D.; Royo, L.; Terrados, J.; Tomasello, A.; Ventura, D.; Villers, F. (2024). Guidelines for *Posidonia oceanica* restoration. Report Cooperation agreement Mediterranean Posidonia Network (MPN). French Biodiversity Agency (OFB) & University of Corsica Pasquale Paoli (UCPP). <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.26679.84644>
- Principios para la restauración de los ecosistemas como guía para el Decenio de las Naciones Unidas 2021-2030: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cb6591es>
- Fundación Biodiversidad (2014). Restauración ecológica: ejemplos de bases técnicas y soluciones prácticas: <https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/recursos/restauracion-ecologica-ejemplos-de-bases-tecnicas-y-soluciones-practicas/>
- SoED-State of Environment and Development in Mediterranean: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/38057>
- United Nations Decade on Ecosystem Restoration 2021-2030: <https://www.decadeonrestoration.org/>
- United Nations Ocean Decade 2021-2030: <https://oceandecade.org/>

Referències

- Astruch, P.; Boudouresque, C.-F.; Ferrando-Demange, J.; Belloni, B.; Charbonnel, É.; Gravez, V., *et al.* (2026). Passive restoration of a Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadow: A 40-year survey. *Marine Environmental Research*, 217, 107965. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2026.107965>
- Bartholomew, D. C.; Mosyftiani, A.; Morgan, B.; Shah, T.; Shaw, K.; Stillman, C., *et al.* (2024). The Global Biodiversity Standard: Manual for assessment and best practices. BGCI, Richmond, UK; SER, Washington, DC, USA. [en línia]. <<https://www.biodiversitystandard.org/> (consultat el 5/2/2026)>.
- Boudouresque, C.-F.; Blanfuné, A.; Pergent, G.; Thibaut, T. (2021). Restoration of seagrass meadows in the Mediterranean Sea: A critical review of effectiveness and ethical issues. *Water*, 13, 1034. <https://doi.org/10.3390/w13081034>
- Casoli, E.; Ventura, D.; Mancini, G.; Cardone, S.; Farina, F.; Donnini, L., *et al.* (2022). Rehabilitation of Mediterranean animal forests using gorgonians from fisheries by-catch. *Restoration Ecology*, 30, e13465. <https://doi.org/10.1111/rec.13465>
- Cebrian, E.; Tamburello, L.; Verdura, J.; Guarnieri, G.; Medrano, A.; Linares, C., *et al.* (2021). A roadmap for the restoration of Mediterranean macroalgal forests. *Frontiers in Marine Science*, 8, 709219. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.709219>
- Claudet, J.; Fraschetti, S. (2010). Human-driven impacts on marine habitats: A regional meta-analysis in the Mediterranean Sea. *Biological Conservation*, 143, 2195-2206. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.06.004>
- Comissió Europea (2020). EU Biodiversity Strategy for 2030: Bringing nature back into our lives. Communication from the Commission, COM(2020) 380 final. Brussels: European Commission. [en línia]. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0380>>.
- Da Ros, Z.; Corinaldesi, C.; Dell'Anno, A.; Gambi, C.; Torsani, F.; Danovaro, R. (2021). Restoration of *Cymodocea nodosa* seagrass meadows: Efficiency and ecological implications. *Restoration Ecology*, 29, e13313. <https://doi.org/10.1111/rec.13313>
- Da Ros, Z.; Dell'Anno, A.; Morato, T.; Sweetman, A. K.; Carreiro-Silva, M.; Smith, C. J., *et al.* (2019). The deep sea: The new frontier for ecological restoration. *Marine Policy*, 108, 103642. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103642>
- De la Fuente, G.; Chiantore, M.; Asnaghi, V.; Kaleb, S.; Falace, A. (2019). First ex situ outplanting of the habitat-forming seaweed *Cystoseira amentacea* var. *stricta* from a restoration perspective. *PeerJ*, 7, e7290. <https://doi.org/10.7717/peerj.7290>
- De los Santos, C. B.; Krause-Jensen, D.; Alcoverro, T.; Marbà, N.; Duarte, C. M.; van Katwijk, M. M., *et al.* (2019). Recent trend reversal for declining European seagrass meadows. *Nature Communications*, 10, 3356. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-11340-4>

- Directiva 92/43/CEE del Consell, de 21 de maig de 1992, relativa a la conservació dels hàbitats naturals i de la fauna i flora silvestres. Diari Oficial de les Comunitats Europees L 206, 7-50. [en línia]. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:31992L0043>>.
- Directiva 2008/56/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 17 de juny de 2008, per la qual s'estableix un marc d'acció comunitària per a la política del medi marí (Directiva marc sobre l'estratègia marina). Diari Oficial de la Unió Europea L 164, 19-40. [en línia]. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32008L0056>>.
- Directiva 2009/147/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 30 de novembre de 2009, relativa a la conservació de les aus silvestres. Diari Oficial de la Unió Europea L 20, 7-25. [en línia]. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32009L0147>>.
- Edgar, G. J.; Stuart-Smith, R. D.; Willis, T. J.; Kininmonth, S.; Baker, S. C.; Banks, S., *et al.* (2014). Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *Nature*, 506, 216-220. <https://doi.org/10.1038/nature13022>
- Escandell-Westcott, A.; Riera, R.; Hernández-Muñoz, N. (2023). *Posidonia oceanica* restoration review: Factors affecting seedlings. *Journal of Sea Research*, 191, 102337. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2023.102337>
- European Seagrass Restoration Alliance. (2026). European Seagrass Recommendations 2026. ESRA, Groningen. [en línia]. <<https://esra-europe.eu>>.
- Falace, A., Kaleb, S., de la Fuente, G., Asnaghi, V., and Chiantore, M. (2018). Ex situ cultivation protocol for *Cystoseira amentacea* var. *stricta* (Fucales, Phaeophyceae) from a restoration perspective. *PLOS ONE*, 13, e0193011. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193011>
- FAO. (2015). Voluntary Guidelines for Securing Sustainable Small-Scale Fisheries in the Context of Food Security and Poverty Eradication. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. [en línia]. <<https://www.fao.org/voluntary-guidelines-small-scale-fisheries/en/>>
- FAO; IUCN CEM; SER. (2021). Principles for ecosystem restoration to guide the United Nations Decade 2021–2030. Rome: FAO; Gland: IUCN CEM; Washington, DC: SER. [en línia]. <<https://www.fao.org/documents/card/en/c/CB6591EN>>.
- Fraschetti, S.; McOwen, C.; Papa, L.; Papadopoulou, N.; Bilan, M.; Boström, C., *et al.* (2021). Where is more important than how in coastal and marine ecosystems restoration. *Frontiers in Marine Science*, 8, 626843. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.626843>
- Frid, O.; Malamud, S.; Di Franco, A.; Guidetti, P.; Azzurro, E.; Claudet, J., *et al.* (2023). Marine protected areas' positive effect on fish biomass persists across the steep climatic gradient of the Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ecology*, 60, 638-649. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14352>
- Gambi, C.; Corinaldesi, C.; Dell'Anno, A.; Danovaro, R. (2024). Effects of seagrass (*Cymodocea nodosa*) restoration on nematode biodiversity. *Marine Environmental Research*, 193, 106301. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2023.106301>

- Gann, G. D.; McDonald, T.; Walder, B.; Aronson, J.; Nelson, C. R.; Jonson, J., *et al.* (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology*, 27, S1-S46. <https://doi.org/10.1111/rec.13035>
- García-Rubies, A.; Hereu, B.; Zabala, M. (2013). Long-term recovery patterns and limited spillover of large predatory fish in a Mediterranean MPA. *PLOS ONE*, 8, e73922. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073922>
- Gianni, F.; Bartolini, F.; Airoidi, L.; Ballesteros, E.; Francour, P.; Guidetti, P., *et al.* (2013). Conservation and restoration of marine forests in the Mediterranean Sea and the potential role of Marine Protected Areas. *Advances in Oceanography and Limnology* 4, 83-101. <https://doi.org/10.1080/19475721.2013.845604>
- Gianni, F.; Bartolini, F.; Pey, A.; Laurent, M.; Martins, G. M.; Airoidi, L., *et al.* (2017). Threats to large brown algal forests in temperate seas: The overlooked role of native herbivorous fish. *Scientific Reports*, 7, 6012. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-06394-7>
- Gianni, F.; Bartolini, F.; Airoidi, L.; Mangialajo, L. (2018). Reduction of herbivorous fish pressure can facilitate focal algal species forestation on artificial structures. *Marine Environmental Research*, 138, 102-109. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2018.04.007>
- Gianni, F.; Mačić, V.; Bartolini, F.; Pey, A.; Laurent, M.; Mangialajo, L. (2020). Optimizing canopy-forming algae conservation and restoration with a new herbivorous fish deterrent device. *Restoration Ecology*, 28, 750-756. <https://doi.org/10.1111/rec.13143>
- Gouraguine, A.; Barrientos, N.; Vaquer-Sunyer, R. (2024). Reserves marines d'interès pesquer. A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N.; Gouraguine, A. (eds.). *Informe Mar Balear 2024*. <https://doi.org/10.62135/SYCM6258>
- Grorud-Colvert, K.; Sullivan-Stack, J.; Roberts, C.; Constant, V.; Horta e Costa, B.; Pike, E. P., *et al.* (2021). The MPA Guide: A framework to achieve global goals for the ocean. *Science*, 373, eabf0861. <https://doi.org/10.1126/science.abf0861>
- Govers, L., Fauvel, T., Mayot, N., Lilley, S. J., & Lilley, R. (2026). European Seagrass Recommendations 2026 - On the future of seagrass restoration in Europe (Version 2026). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20055164>
- Guidetti, P.; Baiata, P.; Ballesteros, E.; Di Franco, A.; Hereu, B.; Macpherson, E., *et al.* (2014). Large-scale assessment of Mediterranean marine protected areas effects on fish assemblages. *PLOS ONE*, 9, e91841. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091841>
- Hernán, G.; Royo, L.; Benjumea, T.; Escaño, J.; Tomas, F. (2026). Comparison of different anchoring techniques for seagrass (*Posidonia oceanica*) restoration. *Marine Pollution Bulletin*, 222, 118746. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2025.118746>
- IMEDEA (CSIC-UIB) (2021-2023). El Bosque Marino: Informes técnicos de seguimiento. Institut Mediterrani d'Estudis Avançats.
- IPBES (2018). The IPBES assessment report on land degradation and restoration. Montanarella, L.; Scholes, R.; Brainich, A. (eds.). Bonn: IPBES secretariat. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3237392>

- IPBES (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services. Brondízio, E. S.; Settele, J.; Díaz, S.; Ngo, H. T. (eds.). Bonn: IPBES secretariat. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- IPCC (2023). Sections. In Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team: Lee, H.; Romero, J. (eds.). Geneva: IPCC, pp. 35-115. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Lester, S. E.; Halpern, B. S.; Grorud-Colvert, K.; Lubchenco, J.; Ruttenberg, B. I.; Gaines, S. D., *et al.* (2009). Biological effects within no-take marine reserves: A global synthesis. *Marine Ecology Progress Series*, 384, 33-46. <https://doi.org/10.3354/meps08029>
- Linares, C.; Coma, R.; Zabala, M. (2008). Restoration of threatened red gorgonian populations: An experimental and modelling approach. *Biological Conservation*, 141, 427-437. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.10.012>
- Manea, E., Agardy, T.; Bongiorni, L. (2023). Link marine restoration to marine spatial planning through ecosystem-based management to maximize ocean regeneration. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 33, 1387-1399. <https://doi.org/10.1002/aqc.3999>
- MERCES (2020). Marine Ecosystem Restoration in Changing European Seas: Findings from the Field. A Summary for Policy Makers. [en línea]. <<https://cordis.europa.eu/project/id/689518/results>>.
- MITERD (2026). Directrices y criterios para la restauración ecológica en España. Madrid: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. [en línea]. <https://libreria.miteco.gob.es/libro/directrices-y-criterios-para-la-restauracion-ecologica-en-espana_4632/>.
- Monserrat, M.; Comeau, S.; Verdura, J.; Alliouane, S.; Spennato, G.; Priouzeau, F., *et al.* (2022). Climate change and species facilitation affect the recruitment of macroalgal marine forests. *Scientific Reports* 12, 18103. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22845-2>
- Monserrat, M., Verdura, J., Comeau, S., Cottalorda, J. M., Priouzeau, F., Romero, G., *et al.* (2023). The role of grazers in early-life stages of *Cystoseira sensu lato* can be crucial in the restoration of marine forests. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1176780. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1176780>
- Montefalcone, M. (2024). Challenges in restoring Mediterranean seagrass ecosystems in the Anthropocene. *Environments*, 11, 86. <https://doi.org/10.3390/environments11050086>
- Montero-Serra, I.; Garrabou, J.; Doak, D. F.; Figuerola, L.; Hereu, B.; Ledoux, J.-B., *et al.* (2018). Accounting for life-history strategies and timescales in marine restoration. *Conservation Letters*, 11, e12341. <https://doi.org/10.1111/cons.12341>
- Montseny, M.; Linares, C.; Viladrich, N.; Capdevila, P.; Ambroso, S.; Díaz, D., *et al.* (2020). A new large-scale and cost-effective restoration method for cold-water coral gardens. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 30, 977-987. <https://doi.org/10.1002/aqc.3303>

- Nelson, C. R.; Hallett, J. G.; Romero Montoya, A. E.; Andrade, A.; Besacier, C.; Boerger, V., *et al.* (2024). Standards of practice to guide ecosystem restoration: A contribution to the United Nations Decade on Ecosystem Restoration 2021–2030. Rome: FAO; Washington, DC: SER; Gland: IUCN CEM. <https://doi.org/10.4060/cc9106en>
- Pansini, A.; Berlino, M.; Mangano, M. C.; Sarà, G.; Ceccherelli, G. (2025). Meta-analysis reveals the effectiveness and best practices for the iconic Mediterranean seagrass restoration. *Science of the Total Environment*, 976, 179325. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179325>
- Papadakis, O.; Tsirintanis, K.; Lioupa, V.; Katsanevakis, S. (2021). The neglected role of omnivore fish in the overgrazing of Mediterranean rocky reefs. *Marine Ecology Progress Series*, 673, 107–116. <https://doi.org/10.3354/meps13810>
- Pergent-Martini, C.; André, S.; Castejon, I.; Deter, J.; Frau, F.; Gerakaris, V., *et al.* (2024). Guidelines for *Posidonia oceanica* restoration. Report Cooperation Agreement Mediterranean *Posidonia* Network (MPN), French Biodiversity Agency (OFB); University of Corsica Pasquale Paoli (UCPP) N°OFB-22-1310. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26679.84644>
- Possingham, H. P.; Bode, M.; Klein, C. J. (2015). Optimal conservation outcomes require both restoration and protection. *PLOS Biology*, 13, e1002052. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002052>
- Preston, J.; Debney, A.; Gamble, C. *et al.* (2025). Seascape connectivity: evidence, knowledge gaps and implications for temperate coastal ecosystem restoration practice and policy. *npj Ocean Sustain*, 4, 33. <https://doi.org/10.1038/s44183-025-00128-3>
- Puig, P.; Ben Lamine, E.; Cavaliere, F. (2024). Best practices and future directions on ecosystem and species restoration for Mediterranean Marine Protected Areas: A literature review. Gallon, S.; Vignes, P. (eds.). MedPAN. Funded by the Rest-Coast project. [en línia]. <<https://medpan.org>>
- Reglament (UE) 2024/1991 del Parlament Europeu i del Consell, de 24 de juny de 2024, relatiu a la restauració de la natura i pel qual es modifica el Reglament (UE) 2022/869. Diari Oficial de la Unió Europea L 2024/1991, 29.7.2024. [en línia]. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32024R1991>>.
- Sala, E.; Ballesteros, E.; Dendrinis, P.; Di Franco, A.; Ferretti, F.; Foley, D., *et al.* (2012). The structure of Mediterranean rocky reef ecosystems across environmental and human gradients, and conservation implications. *PLOS ONE*, 7, e32742. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032742>
- Sala, E.; Giakoumi, S. (2018). No-take marine reserves are the most effective protected areas for fish biomass and ecosystem structure. *ICES Journal of Marine Science*, 75, 1166–1173. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsx059>
- Sfriso, A. A.; Sciuto, K.; Mistri, M.; Munari, C.; Juhmani, A.-S.; Buosi, A., *et al.* (2023). Where, when, how and what seagrass to transplant for long lasting results in transitional water systems: The cases of *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina*, *Zostera noltei* and *Ruppia cirrhosa*. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1299428. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1299428>

- Smith, C. J.; Papadopoulou, K. N.; Carballo-Cárdenas, E.; van Tatenhove, J. P. M. (2021). Marine restoration in the Mediterranean: Red coral and fan mussel discourses, uncertainty and reaching restoration targets. *Marine Policy*, 128, 104488. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104488>
- Strong, J. A.; Piechaud, N.; De Clippele, L. H.; Bett, B. J.; Horton, T.; Corbera, G., *et al.* (2023). Recovery and restoration potential of cold-water corals: Experience from a deep-sea marine protected area. *Restoration Ecology*, 31, e13970. <https://doi.org/10.1111/rec.13970>
- Terrados, J.; Marín, A.; Celdrán, D. (2013). Use of *Posidonia oceanica* seedlings from beach-cast fruits for seagrass planting. *Botanica Marina*, 56, 185-195. <https://doi.org/10.1515/bot-2012-0200>
- Thurstan, R. H.; McCormick, H.; Preston, J.; Ashton, E. C.; Bennema, F. P.; Cetinić, A. B., *et al.* (2024). Records reveal the vast historical extent of European oyster reef ecosystems. *Nat Sustain*, 7, 1719-1729. <https://doi.org/10.1038/s41893-024-01441-4>.
- UNEP/MAP (2012). State of the Mediterranean Marine and Coastal Environment. Athens: UNEP/MAP. [en línea]. <<https://www.unep.org/unepmap/resources/all-working-documents/state-mediterranean-marine-and-coastal-environment-report-2012>>.
- UNEP/MAP (2017). Action Plan for the Conservation of the Coralligenous and Other Calcareous Bio-concretions in the Mediterranean Sea. Athens: UN Environment/MAP. [en línea]. <https://www.rac-spa.org/sites/default/files/action_plans/pa_coral_en.pdf>.
- Van Dover, C. L.; Aronson, J.; Pendleton, L.; Smith, S.; Arnaud-Haond, S.; Moreno-Mateos, D., *et al.* (2014). Ecological restoration in the deep sea: Desiderata. *Marine Policy*, 44, 98-106. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.07.006>
- Verdura, J.; Sales, M.; Ballesteros, E.; Cefali, M. E.; Cebrian, E. (2018). Restoration of a canopy-forming alga based on recruitment enhancement: Methods and long-term success assessment. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1832. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01832>
- Verdura, J.; Santamaría, J.; Ballesteros, E.; Smale, D. A.; Cefali, M. E.; Golo, R., *et al.* (2021). Local-scale climatic refugia offer sanctuary for a habitat-forming species during a marine heat-wave. *Journal of Ecology*, 109, 1758-1773. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13599>
- Zarranz, M. E.; González-Henríquez, N.; García-Jiménez, P.; Robaina, R. R. (2010). Restoration of *Cymodocea nodosa* seagrass meadows through seed propagation: Germination in vitro, seedling culture and field transplants. *Botanica Marina*, 53, 173-181. <https://doi.org/10.1515/BOT.2010.019>
- Zentner, Y.; Garrabou, J.; Margarit, N.; Rovira, G.; Gómez-Gras, D.; Linares, C. (2025). Active restoration of a long-lived octocoral drives rapid functional recovery in a temperate reef. *Science Advances*, 11, eado5249. <https://doi.org/10.1126/sciadv.ado5249>

Annex 1.

Hàbitats i espècies marines prioritàries per a la restauració

Taula A. Hàbitats marins prioritàries segons la definició de criteris i directrius per a la restauració ecològica a Espanya.

Tipus d'hàbitat	Descripció i abast	Rellevància ecològica i criteris de prioritització	Consideracions clau per al PNR
Praderies marines (fanerògames marines)	Praderies de fanerògames marines presents en l'àmbit costaner.	Hàbitats clau pel seu elevat valor ecològic, contribució a la biodiversitat, a la producció primària i a la regulació de processos ecosistèmics.	La restauració ha d'anar associada a la reducció de les pressions que han causat la seva degradació per garantir l'èxit a llarg termini.
Fons sedimentaris tous	Fons sedimentaris, especialment aquells degradats per alteracions físiques del substrat, contaminació o pressions extractives.	Hàbitats extensos amb funcions ecològiques essencials, especialment vulnerables a perturbacions físiques i activitats extractives.	Imprescindible reduir les pressions físiques, contaminants i extractives prèvies o simultànies a les actuacions de restauració.
Hàbitats bentònics estructurals i biogènics	Esculls, formacions coral·lígenes, hàbitats de maèrl i altres estructures creades per organismes vius.	Hàbitats d'elevada complexitat estructural, claus per a la biodiversitat i la funcionalitat dels ecosistemes bentònics.	La restauració ha d'assegurar la protecció davant impactes mecànics i la recuperació de les condicions ambientals adequades.
Hàbitats marins profunds	Hàbitats situats en zones marines profundes.	Ecosistemes sensibles, amb processos ecològics lents i elevada vulnerabilitat a les perturbacions.	Prioritzar la prevenció de noves pressions i la restauració basada en el coneixement científic disponible.
Estuaris, llacunes costaneres i sistemes de transició	Espais de transició entre el medi marí i el continental.	Àrees clau de connectivitat ecològica, amb elevada productivitat i funció com a zones de cria i alimentació.	La restauració ha d'integrar la gestió de pressions d'origen marí i continental.
Hàbitats costaners associats	Maresmes, aiguamolls costaners, sistemes dunars i zones intermareals.	Hàbitats essencials per a la protecció costanera, la biodiversitat i els serveis ecosistèmics.	Cal una visió integrada terra-mar i la reducció de pressions antròpiques per garantir la recuperació funcional.

Taula B. Espècies i grups d'espècies prioritaris. La prioritització d'espècies s'estableix en coherència amb l'enfocament ecosistèmic del Reglament Europeu de Restauració de la Natura i amb els criteris desenvolupats per l'elaboració del Pla Nacional de Restauració, que identifiquen grups d'espècies especialment vulnerables, protegides o funcionalment rellevants.

Grup d'espècies	Marc normatiu i de referència	Justificació de la prioritització	Funció ecològica i criteris d'avaluació
Elasmobranquis (taurons i rajades)	Reglament Europeu de Restauració de la Natura; criteris del Pla Nacional de Restauració.	Elevada vulnerabilitat biològica, mal estat de conservació i alta sensibilitat a les pressions antròpiques.	Reguladors clau de les xarxes tròfiques marines i indicadors del bon funcionament ecosistèmic.
Peixos demersals i espècies associades al fons marí	Directiva Marc sobre l'Estratègia Marina (2008/56/CE).	Grups clau per avaluar l'estat ecològic del medi marí, especialment vinculats a fons sedimentaris i hàbitats bentònics complexos.	Espècies estretament lligades a la qualitat del fons marí i a la integritat dels hàbitats bentònics.
Mamífers marins (cetacis i pinnípedes)	Directiva Hàbitats (92/43/CEE), annexos II i IV; Directiva Marc sobre l'Estratègia Marina (2008/56/CE).	Grups d'interès prioritari: diverses espècies incloses als annexos II i IV, amb obligació de garantir un estat de conservació favorable	Elements clau en l'avaluació de l'estat ambiental; la seva conservació depèn de la qualitat dels hàbitats d'alimentació i de la reducció de pressions acumulatives.
Tortugues marines	Directiva Hàbitats (92/43/CEE), annexos II i IV; Directiva Marc sobre l'Estratègia Marina (2008/56/CE).	Espècies protegides incloses als annexos II i IV, que requereixen mesures específiques de conservació i protecció estricta.	Grup biològic utilitzat per avaluar l'estat ambiental del medi marí.
Aus marines	Directiva Aus (2009/147/CE); Directiva Hàbitats (per a algunes espècies); Directiva Marc sobre l'Estratègia Marina (2008/56/CE).	Especialment les depenents d'àrees costaneres productives, estuaris i zones de transició; protegides per la Directiva Aus i, en alguns casos, també per la Directiva Hàbitats.	Indicadors de la qualitat ambiental i del funcionament dels ecosistemes marins i costaners, utilitzats tant en la planificació estatal com en l'avaluació de l'estat ambiental.

