

Praderas de angiospermas marinas de las Islas Canarias

Manuel Ruiz de la Rosa ¹

Fernando Tuya ²

Rogelio Herrera ³

Leopoldo Moro Abad ³

Fernando Espino ³

Ricardo Haroun ²

Pablo Manent ⁴

¹ *ECOS Estudios Ambientales y Oceanografía S.L.*

² *BIOCON-ECOQUA. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.*

³ *Viceconsejería de Medio Ambiente, Gobierno de Canarias.*

⁴ *Departamento de Biología. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.*

Descripción general del área

Las islas Canarias están situadas en el sector oriental del Atlántico norte, aproximadamente entre los 27° y 29° de latitud norte, y los 14° y 18° de longitud oeste, encontrándose a una distancia mínima de 95 km al continente africano y a unos 1.400 km de la península Ibérica. El archipiélago, de origen volcánico, está constituido por siete islas mayores (por orden de superficie): Tenerife, Fuerteventura, Gran Canaria, Lanzarote, La Palma, La Gomera y El Hierro; cuatro islas menores (La Graciosa, Alegranza, Lobos y Montaña Clara) y diversos islotes, ocupando en total una superficie de 7.447 km², con una longitud de costa de 1.545 km. A pesar de tener un origen volcánico común, las islas presentan una gran diferenciación entre ellas; las diversas edades geológicas del archipiélago influyen en la topografía y batimetría de las islas, siendo las islas más orientales las que presentan un menor relieve y mayor plataforma insular, estando caracterizadas por la presencia de sustratos blandos formados por arenas de origen biogénico. Las islas más occidentales son más escarpadas y con una plataforma submarina menor.

El archipiélago canario da nombre a la corriente marina que lo recorre, la corriente de Canarias, que compone la rama oriental de la corriente del Golfo, con dirección suroeste y domina la circulación en el Atlántico nororiental. Además de la corriente de Canarias, el régimen de vientos que influye en el archipiélago, los vientos alisios con dirección predominante NE, son los responsables de las principales corrientes que se generan en la zona. Estos patrones comunes que influyen en el archipiélago, confieren unas propiedades hidrológicas excepcionales, permitiendo el asentamiento y desarrollo de un gran número de especies de ámbito marino. Otro de los factores que influyen directamente en el asentamiento de especies en el medio marino es el oleaje. Las

olas que llegan a las costas de Canarias son de dos tipos y dan lugar a sendos estados de la mar: mar de viento y mar de leva. En el mar de viento, el oleaje se encuentra bajo la acción del viento que lo genera; mientras que en el mar de leva, también denominado mar de fondo, mar tendida y mar sorda, las olas producidas en las zonas generadoras, al transmitirse, llegan a un lugar determinado en ausencia de viento.

En otoño, el debilitamiento del anticiclón de las Azores genera periodos de poco oleaje, frecuentemente interrumpidos por borrascas que, al atravesar el océano Atlántico norte en su camino hacia Europa, suelen afectar a Canarias, especialmente en otoño e invierno. A medida que la primavera avanza, la situación anticiclónica en la zona de Canarias se refuerza; la influencia de las borrascas disminuye y el oleaje tiende a ser exclusivamente generado por los vientos alisios. En verano, bajo la acción de los alisios, Canarias se ve afectada por olas de viento del noreste, por lo que las costas a barlovento de dichos vientos están sometidas a un oleaje casi persistente, que no suele alcanzar los 3 m de altura, mientras que en las zonas de sotavento quedan más resguardadas del oleaje.

A estas peculiaridades oceanográficas hay que sumarle ciertos aspectos físico-químicos responsables de la productividad pelágica del área. Las islas Canarias están bañadas por aguas oceánicas de carácter oligotrófico, generalmente pobres en nutrientes, que aumentan ligeramente su riqueza en nutrientes en las islas orientales: Fuerteventura y Lanzarote, gracias a la cercanía de un afloramiento de aguas profundas situado en la costa noroccidental de África. Esta combinación de factores hace que las temperaturas superficiales del agua en las islas sean más bajas que las que realmente les corresponderían por su situación geográfica. La temperatura superficial de las aguas oscila entre los 16-18°C en invierno y los 23-25°C en verano, existiendo un gradiente térmico de este a oeste, por influen-



Sebadal en isla de la Gomera
 Fotografía:
 Rogelio Herrera

cia del afloramiento de la costa noroccidental africana próxima, registrando las islas orientales valores ligeramente más bajos que las islas occidentales (Figura 1). No obstante, se pueden presentar fenómenos estacionales de temperaturas un poco más extremas localmente, debido a afloramientos costeros restringidos a las zonas de barlovento de algunas islas.

En cuanto a la salinidad, los valores que presentan las aguas superficiales de Canarias oscilan entre 36,7-36,9 UPS, siendo ligeramente más altos los valores de las islas occidentales que los de las orientales. En relación a los nutrientes que podemos encontrar en las aguas superficiales, el carácter oligotrófico de la corriente de Canarias determina el contenido de nutrientes, encontrando concentraciones de fosfatos que van desde cantidades no detectables hasta los 0,18 μg

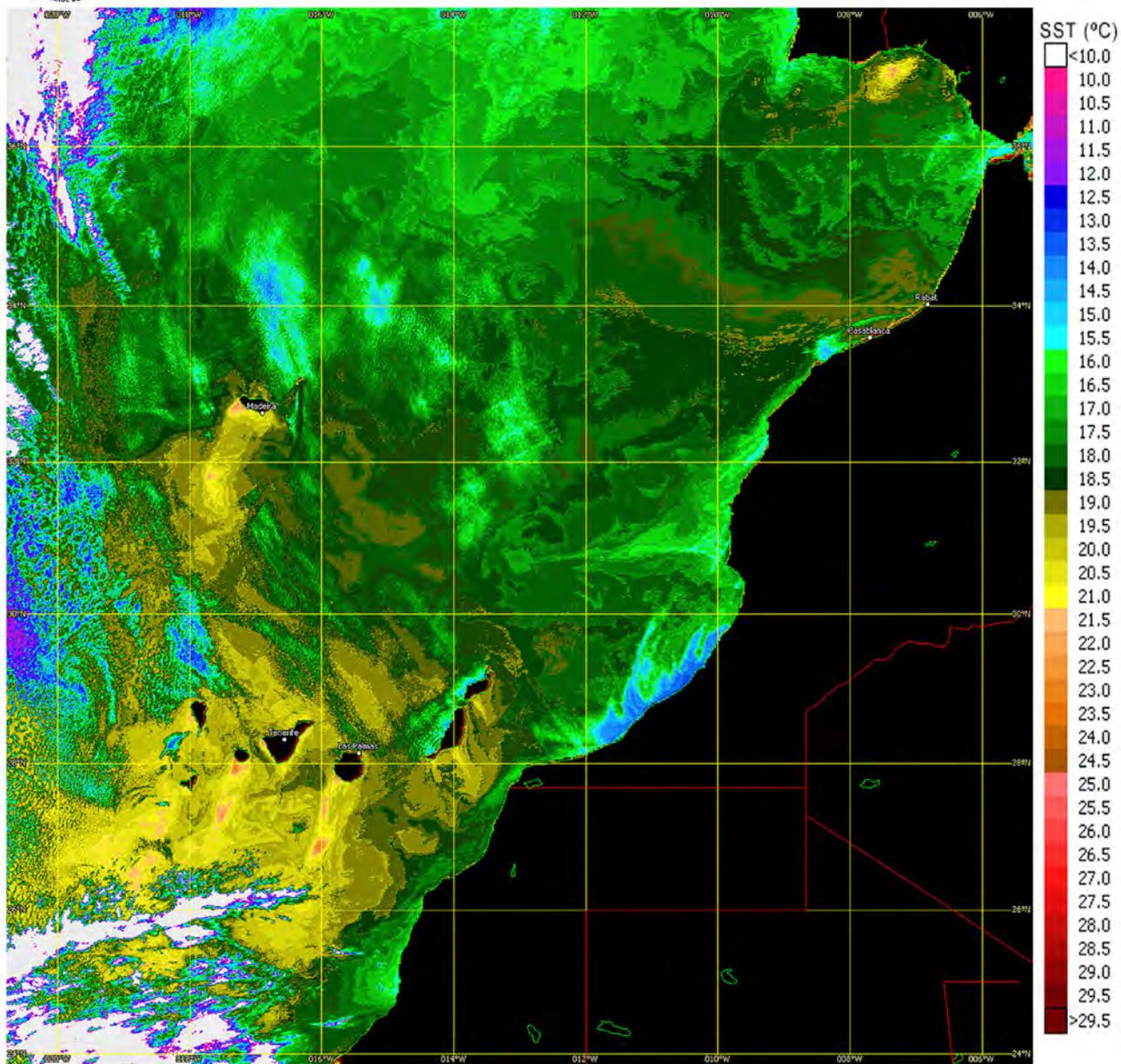
$\text{P-PO}_4/\text{l}$. Las concentraciones de nitratos varían desde cantidades no detectables hasta los 2,5 $\mu\text{g N-NO}_3/\text{l}$, y las de silicatos oscilan desde cantidades no detectables hasta los 2,0 $\mu\text{g Si-SiO}_4/\text{l}$, siendo menor la concentración de otras sales como los nitritos.



TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR

2014/05/03 - 14:42h (GMT +0:00).
Sensor AVHRR (NOAA-19)

IEO-Centro Oceanográfico de Santander
Departamento de Teledetección Espacial



Temperatura superficial del océano en el mes de mayo de 2014. Fuente: Imágenes SST elaboradas por el Departamento de Teledetección Oceanográfica de la Estación de Recepción de Imágenes de Satélite del Instituto Español de Oceanografía-Centro Oceanográfico de Santander (ERIS-IEO-SANT).

Figura 1

Ecología y extensión de las praderas marinas

Cymodocea nodosa

De las angiospermas marinas presentes en Canarias, la más representativa, por su abundancia y papel ecológico, es *Cymodocea nodosa*. En Canarias, esta planta se denomina popular-

mente “seba¹” y a las praderas que forma “sebadales” (Figura 2), mientras que cuando su estructura es fragmentada, formando parches, recibe el nombre de “manchones”.

En Canarias, *C. nodosa* puede presentar algunas particularidades regionales, influenciadas tanto por las condiciones oceanográficas así como por las características ecológicas, lo que ha permitido adquirir un rol importante en los procesos ecológicos costeros.

Pradera de *Cymodocea nodosa*, conocida en Canarias como “Sebadal” o “Seba”. Detalle de la “mata” basal de una pradera compuesta de un entramado compacto de raíces y rizomas.

Fotografía: Fernando Espino.

Figura 2



¹ La palabra seba procede de una derivación de la palabra “ceiba”, de origen portugués, con la que se denominaban, de forma general, a los vegetales marinos de morfología acintada (Academia Canaria de la Lengua).



El crecimiento vertical de los rizomas favorece el desarrollo vertical de esta mata, formando escalones o terrazas similares a la que forma *Posidonia oceanica* en el Mediterráneo. Fotografía: Fernando Espino.

Además, las zonas de distribución de las praderas, ligadas en muchos casos a zonas de desembocaduras de barrancos, han conferido a la planta una enorme plasticidad ecológica y fenológica que le permite adaptarse a los cambios generados por fenómenos meteorológicos y oceanográficos adversos. Esta plasticidad hace que las plantas muestren una fuerte variación morfológica a lo largo del año, lo que se traduce en un amplio rango de longitud de hojas, que van desde los 10 cm hasta más de 70 cm, aunque los valores medios varían entre 14 y 35 cm, mientras que la anchura varía entre 1 y 4 mm. En general, en primavera y verano muestran una mayor vitalidad, alcanzando los valores más altos en longitud y anchura de las hojas, número de hojas por haz y en la densidad de haces. También, se alcanzan valores máximos en biomasa y en producción primaria. Por el contrario, en otoño e invierno, todos estos parámetros decrecen. Estas variaciones estacionales de los parámetros biométricos son regulares, al menos en los estudios realizados en sebedales de Tenerife (Reyes *et al.*, 1995a) y Lanzarote (Tuya *et al.*, 2006). Por tanto, el comportamiento estacional de *C. nodosa* en las islas Canarias es similar al

del Mediterráneo (Caye & Meinez, 1985; Peduzzi & Vukovic, 1990; Pérez & Romero, 1994; Cancemi *et al.*, 2002; Agostini *et al.*, 2003) y en el suroeste de la Península Ibérica (Cunha & Duarte, 2007), aunque las variaciones son menos acusadas en Canarias, debido a que la fluctuación térmica del agua de mar en Canarias es de 18° a 24 °C, mientras que en el Mediterráneo es de 12° a 26°C.

La densidad de haces de *C. nodosa* en Canarias puede variar desde haces dispersos hasta los 5.000 haces/m² (Espino *et al.*, 2003a,b) descritos para una pradera de Fuerteventura. La densidad de haces, al igual que la cobertura, es un descriptor que ha mostrado una alta variabilidad espacial en las islas Canarias (Pavón-Salas *et al.*, 2000, Barberá *et al.*, 2005). Estos autores encontraron una variación entre 164 y 710 haces/m² (media±error estándar=403,6±17) en 10 praderas del archipiélago, señalando que existe una fuerte variabilidad espacial a pequeña (sitios separados por distancias del orden de 100 m) y a mediana escala (praderas separadas por 10 km dentro de islas), en contraste con una ausencia de variabilidad entre islas.

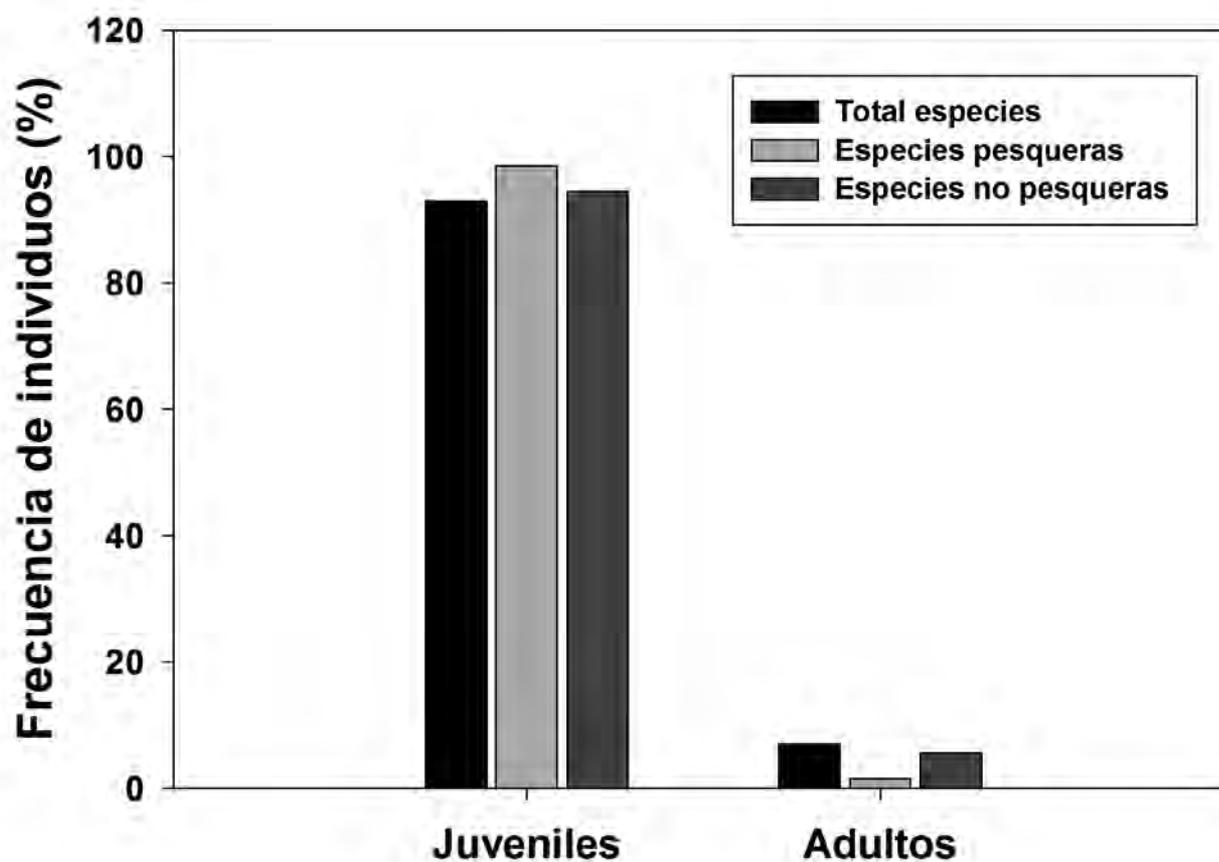
CUADRO TEMÁTICO 1

EL PAPEL DE LAS PRADERAS DE *CYMODOCEA NODOSA* COMO ZONA DE ALEVINAJE

Las praderas de *Cymodocea nodosa* son, en Canarias, el principal hábitat de alevinaje de especies de interés comercial en los fondos blandos. Ejercen la función de “guardería” para los primeros estadios de vida de muchas especies de peces; de hecho, la mayoría de los asociados a praderas de *C. nodosa* son juveniles; es decir, con una talla inferior a la talla de primera madurez (Figura 1.1. Espino *et al.*, 2011).

Entre las especies que destacan por su abundancia como juveniles, encontramos a la vieja, *Sparisoma cretense*, icono de la gastronomía canaria, el salmonete (*Mullus surmuletus*) y diversos espáridos como la chopo (*Spondylisoma cantharus*).

La alta disponibilidad de recursos tróficos, entre los que destacan los crustáceos decápodos, los misidáceos y los anfípodos, y la protección frente a depredadores suministrada por la bóveda foliar, explica la gran cantidad de juveniles de peces. La distribución de estos juveniles es sumamente variable en el espacio y el tiempo, observándose picos de reclutamiento para ciertas especies de peces en ciertas épocas del año (Espino *et al.*, 2011).



Frecuencia de aparición de peces juveniles (talla inferior a la talla de primera madurez) y adultos (talla superior a la talla de primera madurez) en praderas de *Cymodocea nodosa* en Canarias.

Fuente: Espino *et al.*, 2011.

Figura 1.1



Juveniles de mojarra (*Diplodus vulgaris*) en una pradera mixta de *Cymodocea nodosa* y *Caulerpa prolifera*.

Fotografía: F. Espino.

Figura 1.2

C. nodosa está considerada como una especie de crecimiento rápido, cuya tasa de elongación media del rizoma en Canarias es de 2,2 m/m² año (Reyes *et al.*, 1995b) y una producción media de 13 hojas nuevas por año (Reyes, 1993).

El rizoma puede crecer de manera horizontal o vertical al sustrato. El primer tipo de crecimiento (a través del rizoma plagiotrópico) es utilizado para extenderse (Figura 3 inf.); el crecimiento vertical u ortótropo sirve para soportar las variaciones en la altura del sedimento (Figura 3

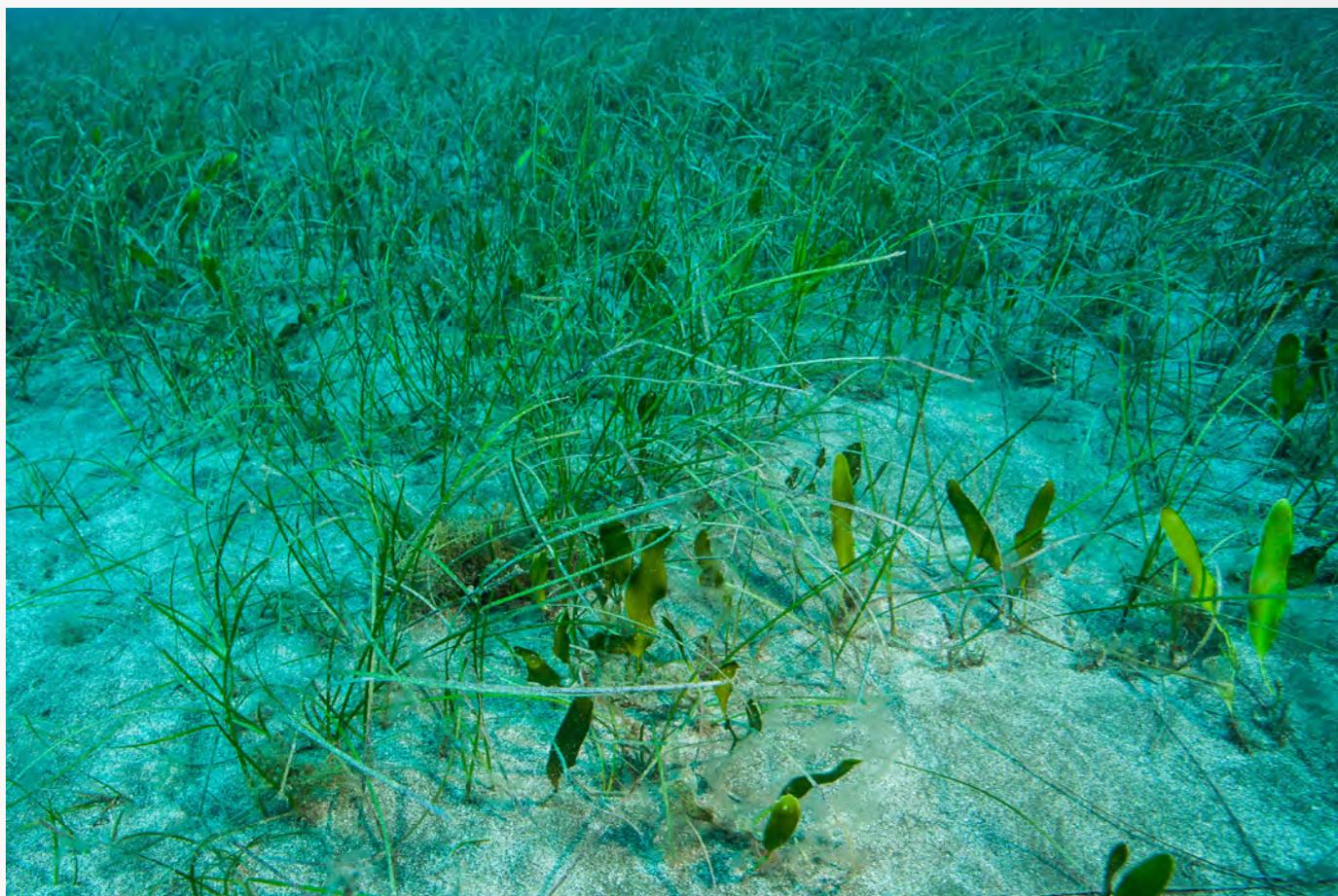


Pradera intensamente sepultada por los sedimentos tras un temporal (superior) y propagación de rizomas con crecimiento plagiotropo para recolonizar los sedimentos (inferior).

Fotografías: Rogelio Herrera.



Figura 3



Pradera mixta de *Cymodocea nodosa* con *Caulerpa prolifera*.

Fotografía: Rogelio Herrera.

Figura 4

sup.). Tras un temporal, grandes cantidades de sedimento pueden llegar a cubrir una pradera. A través de la elongación del rizoma mediante el crecimiento ortótropo, las plantas son capaces, hasta cierto punto, de mantener sus haces de hojas por encima del substrato (Tuya *et al.*, 2013b). Tanto uno como otro tipo de crecimiento son reversibles; es decir, un rizoma plagiotrópico puede transformarse en ortotrópico si las condiciones ambientales lo requieren, y viceversa. A diferencia del Mediterráneo, *C. nodosa* en Canarias es tanto una especie pionera como clímax. En referencia a la longevidad de las praderas, se estima que los clones de *C. nodosa* pueden vivir más de 10 años, mientras que la vida media de los ramets que los forman no supera el año (Marbá *et al.*, 2004).

En Canarias, la biomasa de *C. nodosa* experimenta variaciones estacionales y espaciales. En praderas bien conservadas, los valores de biomasa varían entre un mínimo de 236 g de peso seco/m² en otoño-invierno y un máximo de 634 g de peso seco/m² en primavera-verano. Por compartimentos, la biomasa del estrato foliar varía entre 55-249 g de peso seco/m², mientras que la de rizomas-raíces lo hace entre 181-385 g de

peso seco/m² para los mismos períodos. En praderas más laxas, estos valores descienden hasta 94 g de peso seco/m² en invierno y 270 g de peso seco/m² en verano (Reyes, 1993, Tuya *et al.*, 2006).

La primera estimación de la producción primaria de la comunidad *C. nodosa-Caulerpa prolifera* en Canarias fue realizada por Johnston (1969), estableciéndola en 1 g de C/m²·día a 3 m de profundidad y durante el verano. Los datos publicados para el sebadal de El Médano (Tenerife), indican una producción primaria de 780 g de peso seco/m²·año, de los cuales 752 g corresponden a las hojas y entre 30 y 37 g a los rizomas (Reyes *et al.*, 1995b). En Arinaga (Gran Canaria), la producción primaria, por la mañana (i.e. bajo condiciones óptimas de irradiancia), varía entre 1,44 y 3,12 g de C/m²·día para invierno y verano, respectivamente (Tuya *et al.*, 2014a).

La existencia de praderas mixtas de *C. nodosa* y del alga verde *C. prolifera* (Figura 4) puede generar competencia entre ambas especies. Tuya *et al.* (2013b) encuentran una relación inversa entre la densidad de *C. nodosa* y de *C. prolifera* indicando que el alga, bajo determinadas condiciones

Pradera de Caulerpa prolifera sustituyendo a la pradera de Cymodocea nodosa. Las Teresitas, Tenerife.

Fotografía: Rogelio Herrera.

Figura 5



ambientales puede tener ventaja sobre la angiosperma y llegar a desplazarla (Figura 5).

Otros factores que pueden estar relacionados con la competencia entre dichas especies son los relacionados con la capacidad de reproducción sexual de estas plantas y la supervivencia en los primeros estadios de vida tras la germinación, que son los que más pueden afectar a su conser-

vación. Diferentes estudios han documentado porcentajes de germinación relativamente bajos en la naturaleza, en torno al 6% anual (Balestri & Lardicci, 2012), por lo que se ha concluido que gran parte del germoplasma vegetal se pierde de forma irremediable en la naturaleza (Zarranz *et al.*, 2010). Además, las plántulas germinadas presentan, por lo general, una escasa supervivencia, siendo mayor en praderas bien establecidas que



en substratos desnudos (Caye & Meinesz, 1986; Buia & Mazzella, 1991; Terrados, 1993; Reyes *et al.*, 1995a).

En cuanto a la reproducción sexual, los escasos datos de floración que se han publicado en Canarias apuntan a que ocurre principalmente entre marzo y junio (Reyes *et al.*, 1995a). Los haces con inflorescencias masculinas alcanzan

densidades máximas de 353 ± 160 (media \pm desviación estándar) y un mínimo de 3 ± 4 inflorescencias por m^2 , mientras que la densidad de los haces con inflorescencias femeninas varía entre 55 ± 45 y 3 ± 4 inflorescencias por m^2 . Las flores se forman en plantas cuya edad mínima es de un año. En Canarias, la proporción de haces que producen flores puede alcanzar el 30%, mientras que en el Mediterráneo los valores más frecuentes no superan el 10% (Reyes *et al.*, 1995a).

Los frutos maduros se pueden observar unidos a la planta hasta diciembre, cuando finalmente se desprenden y caen al substrato liberando las semillas, las cuales pueden permanecer enterradas en el sedimento hasta el momento de su germinación, después de un periodo de 7 a 9 meses de latencia. Las praderas de El Médano (Tenerife) registraron un valor medio anual de 267 frutos/ m^2 en el sedimento, con valores máximos de 591 ± 416 (media \pm desviación estándar) y mínimos de 55 ± 54 frutos/ m^2 .

La reproducción sexual de *C. nodosa* parece ser un fenómeno muy común en el archipiélago canario. Sin embargo, un alto porcentaje de las plántulas que consiguen germinar, máximo de 64 germinaciones por m^2 durante el mes de abril, no sobrevive al primer año de su desarrollo (Reyes, 1993). Por tanto, aunque las plantas realizan un considerable esfuerzo reproductivo, el mecanismo de producción de nuevos parches por crecimiento clonal es más importante en la formación de nuevos seadales, así como en la producción de biomasa. Como el fruto se desarrolla en el interior del sedimento y las semillas tienen una densidad superior a la del agua de mar, estas suelen germinar cerca de la planta madre. Por tanto, las nuevas plantas originadas por reproducción sexual contribuyen más al mantenimiento de las praderas existentes que a la formación de nuevas praderas, salvo en el caso de que se produzcan fuertes movimientos del sedimento y de las semillas, por ejemplo por la acción de temporales. Es probable que la alta producción de semillas en Canarias sea un mecanismo para asegurar el éxito de la colonización de nuevos substratos.

Desde una perspectiva biogeográfica, la insularidad, la localización marginal próxima al límite meridional del rango de distribución y la dispersión extremadamente restringida de la especie *C. nodosa* han sido los factores clave que han condicionado su acentuado aislamiento genético en

Canarias. Esto se refleja en un flujo genético muy limitado con el resto de regiones biogeográficas, incluso con las más cercanas situadas en la costa atlántica del continente africano (Alberto *et al.*, 2008).

Este aislamiento reproductivo y el efecto fundador derivado de la colonización insular han determinado una evolución mayoritariamente independiente en Canarias. Como resultado de tal proceso de evolución cabe destacar: la presencia de alelos privados y la aparición de otros sólo compartidos con praderas atlánticas próximas al estrecho de Gibraltar, pero no con las del límite opuesto de distribución de la especie, en el Mediterráneo oriental. Estas características alélicas en Canarias indican su valor como región relictiva para *C. nodosa*, en donde las condiciones ambientales más estables durante el último periodo glacial, posibilitaron la recolonización de la región Atlántica peninsular (Alberto *et al.*, 2008). Estos refugios evolutivos marginales son importantes reservorios de diversidad genética (Hampe & Petit, 2005), que junto a la importancia de la reproducción sexual efectiva en el mantenimiento de las praderas de Canarias (reflejada en una elevada diversidad clonal) sugieren un elevado potencial evolutivo del archipiélago, que debería priorizar su conservación como una Unidad Significativa de Evolución (o sus siglas en inglés ESU, *sensu* Moritz, 2002), a nivel estatal y global.

La estructura genética de *C. nodosa* en el archipiélago es leve aunque muestra un patrón geográfico compuesto por tres grupos: islas orientales (Fuerteventura y Lanzarote), islas centrales (Tenerife y Gran Canaria) e islas occidentales (Gomera y Hierro) (Manent *et al.*, 2009). Los niveles de diferenciación genética y diversidad alélica entre estos grupos indican una mayor divergencia y menor diversidad de los grupos periféricos y una zona de mezcla y mayor diversidad del grupo central, el cual juega un papel importante en la diversificación y conectividad entre islas (Manent *et al.*, 2009).

Por último, las praderas de Canarias presentan una variación natural muy acusada, pudiendo existir grandes contrastes entre algunas praderas situadas en zonas más expuestas, entre la estación de verano y la de invierno. Este fenómeno se debe principalmente al efecto de las fuertes tormentas y escorrentías, que provocan cambios de salinidad y trasladan al mar grandes cantidades de sedimentos y nutrientes, pu-

diendo producir gran turbidez y reducción de la transparencia de las aguas durante semanas e incluso algunos meses. En estos casos, la turbidez y falta de penetración de la luz puede causar alteraciones en la actividad fotosintética de las plantas marinas, reduciendo su vitalidad y haciéndolas más vulnerables a otras presiones. Los sedimentos transportados por los barrancos pueden sepultar el lecho marino y las plantas en las áreas más resguardadas con limos y arcillas, modificando la granulometría del fondo. A finales de la primera década de este siglo, los frecuentes temporales producidos por borrascas tropicales



azotaron durante los inviernos la costa sur de las islas, provocando importantes modificaciones estructurales sobre las praderas a escala local, debido a que el movimiento del fondo arenoso, por acción del fuerte oleaje, puede producir el enterramiento de la planta o, al contrario, pueden dejar al descubierto las raíces y los rizomas (Figura 6). Según Ruiz de la Rosa *et al.* (2006), las condiciones meteorológicas adversas pueden cambiar la distribución de praderas de *C. nodosa*, como se reflejó en la pradera de Gran Tarajal en Febrero de 2004, dónde se cambió por completo la distribución de la pradera tras un temporal

de gran intensidad o la desaparición de lo que quedaba de la pradera de Pasito Blanco (Gran Canaria), que fue arrancada y depositada en la orilla de la playa cercana (Portillo, 2014). Sin embargo, este tipo de impacto está muy localizado en el tiempo, ocurriendo a intervalos irregulares y generalmente en tramos costeros concretos, de tal forma que su influencia sobre la distribución global de los seadales, a nivel del archipiélago, no parece ser un factor determinante (Espino *et al.*, 2008, 2013).



Borde de pradera afectado por el oleaje. Fuerteventura.

Fotografía: Rogelio Herrera.

Figura 6

Zostera noltii (= *Nanozostera noltii*)

En Canarias *Zostera noltii* se conoce con el nombre común de “seba de mar estrecha” o “seba fina”. Dentro de la región Macaronésica sólo sobrevive, actualmente, en el litoral de Arrecife (Lanzarote) (Figura 7), al abrigo de los bajíos costeros, donde llegó a formar praderas densas en fondos arenoso-fangosos, con tallos erectos que quedan emergidos durante la bajamar. Actualmente, sólo quedan algunos pequeños parches ralos y dispersos.

Las características morfológicas no presentan particularidades con respecto al aspecto general de la especie, si bien esta población única de Canarias presenta algunas particularidades, como por ejemplo, un intervalo plastocrono que varía entre 4 y 14 días (Gil-Rodríguez *et al.*, 2012), ligeramente superior a los registrados habitualmente en esta especie.

A pesar de presentar una población de pequeño tamaño, recientemente se han aumentado los esfuerzos para conocer sus particularidades, así, a partir de algunos estudios (Rumeu *et al.*, 2007) que revelaron su mono-clonalidad en base a un reducido tamaño muestral. Zarranz y Manent (com. pers.) han detectado 24 genets o genotipos distribuidos entre la playa del Reducto (9) y en el islote del Castillo (19) sobre una muestra de 103 haces. Aunque este aumento notable de la diversidad clonal respecto a los resultados de Rumeu *et al.* (op. cit.) parezca indicar una recuperación genética de la pradera, más bien se debe a un mayor esfuerzo de muestreo, permitiendo detectar correctamente la representación de genets de la población actual. La baja diversidad alélica y clonal de la especie en la Marina de Lanzarote, y valores normales de heterocigosidad ha permitido a la especie adaptarse a las perturbaciones locales y desarrollar una estrategia basada en la supervivencia y mantenimiento de individuos heterocigotos.





Foto superior: Zostera noltii en la localidad de Arrecife en Lanzarote en 2012 durante emersión en la bajamar; Foto inferior: pradera en inmersión.

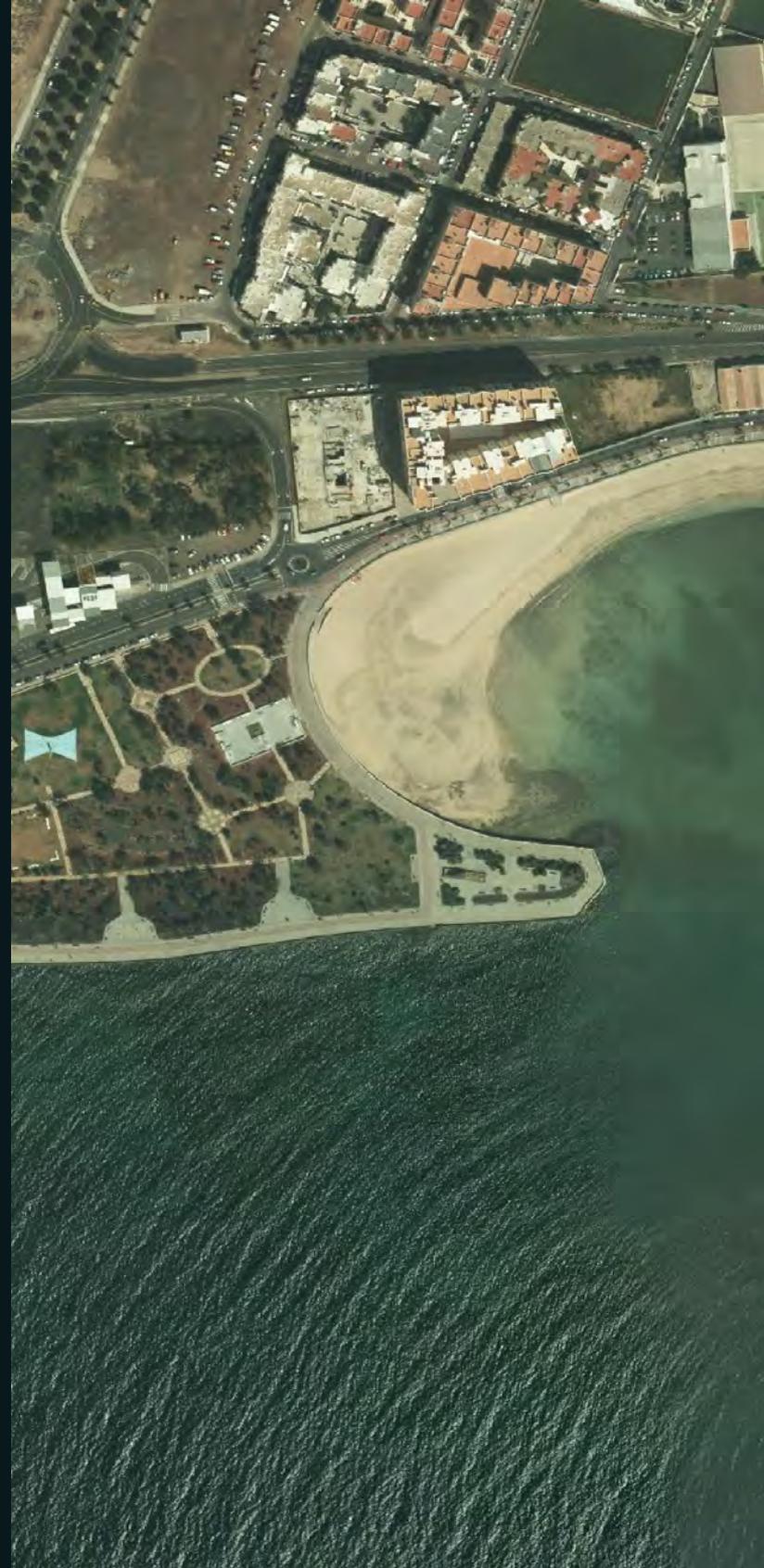
Fotografías: Rafael Mesa.

Figura 7

CUADRO TEMÁTICO 2

STATUS ACTUAL DE *ZOSTERA NOLTII*, UN CASO CRÍTICO

Las poblaciones de *Zostera noltii* en el litoral de Arrecife de Lanzarote presentan una gran discontinuidad; los parches supervivientes se encuentran en un grado de conservación crítico, con alto riesgo de desaparición, al igual que lo sucedido a finales de los años 70 con las poblaciones de la playa de Las Canteras (González-Henríquez, 1981), siendo sustituidas posteriormente por *C. nodosa*, lo que genera dudas en la identificación inicial y posteriormente con las existentes en otras localidades de la isla de Fuerteventura (Pavón-Salas *et al.*, 2000). En Lanzarote, los parches más extensos y con mayor densidad de haces son actualmente los existentes en la playa de El Reducto (Figura 2.1), mientras que son casi imperceptibles los parches del islote del Castillo o del Quemado, de Punta Pulita y el cercano a El Puente de Las Bolas (Gil-Rodríguez *et al.*, 2012). Esta especie está incluida dentro de la categoría 'Vulnerable', tanto para las costas canarias como las peninsulares en el Real Decreto 139/2011, publicado en el BOE 46/2011, que desarrolla el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. En el Catálogo Canario de Especies Protegidas su estatus es de "en peligro de extinción" (Ley 4/2010, de 4 de junio).





Playa de El Reducto: el área en verde indica la zona donde se encuentran las manchas de Zostera noltii.

Figura 2.1

*Detalle de las hojas de
Halophila decipiens.*

Fotografía: Rogelio Herrera.

Figura 8





Halophila decipiens

En Canarias, la especie *Halophila decipiens* se conoce con el nombre común de halófila o “raqueta de mar”, constituyendo la única región en el Atlántico oriental con poblaciones de esta especie. Esta especie crece en el submareal sobre fondos arenosos-fangosos (Figura 8), desde 12 hasta 40 m de profundidad (Pavón-Salas *et al.*, 2000).

Las poblaciones de *H. decipiens* en Canarias han experimentado una expansión paulatina desde su descubrimiento en dos localidades del litoral este de Tenerife en 1980 (Gil-Rodríguez *et al.*, 1982); posteriormente, Pavón-Salas *et al.* (2000) la citan en diversas localidades de las islas de La Palma, Tenerife y Gran Canaria, y más recientemente se ha registrado para los fondos arenosos-fangosos de La Gomera y El Hierro (Gil-Rodríguez *et al.*, 2007).

Distribución y extensión

Las cartografías de praderas de angiospermas marinas en el archipiélago canario son recientes, comenzando por lo general a partir del año 2000, y centradas en *C. nodosa*.

De forma oficial el Gobierno Regional ha llevado a cabo diversas cartografías relacionadas con el Seguimiento de Especies Amenazadas (SEGA), durante los años 2002-2003 (Espino *et al.*, 2003a,b). A las cartografías oficiales existentes, hay que sumar las realizadas por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, a través de sus Estudios Eco-cartográficos en diversas islas del archipiélago, como Lanzarote (2001), Fuerteventura (2006), Gran Canaria (2006-2008), La Palma (2003) y El Hierro y La Gomera (2005). Además, diversos estudios realizados por la Universidad de La Laguna y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, han permitido añadir nuevos datos a las cartografías oficiales existentes. Estas cartografías oficiales se han ido alimentando de trabajos que han desarrollado empresas privadas que han permitido actualizar datos de las praderas existentes en Canarias, dentro de estudios de impacto ambiental, planes de vigilancia o proyectos de investigación.

Para el presente atlas se ha analizado de forma escrupulosa la información cartográfica obtenida en los últimos 10 años, seleccionando las

capas y partes de las mismas que ofrecían información más fiable y precisa, de acuerdo con el criterio y dilatada experiencia de los autores de este capítulo. La cartografía resultante es la que se muestra en los mapas 1A a 7A que se muestran al final de este capítulo, a partir de los cuales se deduce que en Canarias las praderas de *C. nodosa* ocupan actualmente una superficie total de 80,02 km², *H. decipiens* 4,02 km² y *Z. noltii* 0,0049 km².

La especie *C. nodosa* está presente en prácticamente todo el archipiélago canario, menos en la isla de La Palma, dónde no existen registros actuales de su presencia. Por lo general, las praderas se encuentran mejor representadas en las islas centro-orientales, preferentemente en las costas de sotavento, semi-expuestas y abrigadas. Las praderas de *C. nodosa* comienzan sobre los 3 m de profundidad en zonas abrigadas y a partir de los 10 m de profundidad en las costas abiertas, y se distribuyen hasta los 25 metros de

profundidad aproximadamente. La planta puede crecer formando parches aislados o cordones. En otras ocasiones forma praderas extensas, cuya densidad puede ser muy variable, dependiendo de las condiciones ambientales de la zona (profundidad, exposición, tipo de sustrato, corrientes, materia orgánica en el sedimento, etc.) y de factores humanos. Estas características hacen que gran parte de los seadales se localicen en las islas orientales y centrales, desde La Graciosa hasta Tenerife, distribuyéndose por lo general en el sureste y suroeste de las islas, coincidiendo con áreas de gran desarrollo turístico. Existen también praderas en buen estado, aunque de pequeño tamaño, en el sur de La Gomera, y está registrada una pradera en la isla de El Hierro.

H. decipiens está presente en todo el archipiélago, formando pequeñas praderas de menor densidad (Figura 9), por lo general en zonas más profundas que *C. nodosa*, en la franja de los 12-



Ejemplares de boga (Boop boops) sobre pradera de *Cymodocea nodosa*. Fotografía: Manuel Ruiz de la Rosa.

40 m aproximadamente. Su mejor adaptación a ambientes más sombríos, con menor intensidad lumínica que *C. nodosa*, y su presencia en cotas más profundas, hace que se localice tanto en zonas abrigadas de la costa sur y este de las islas, como en la zona norte, apareciendo siempre en fondos de arena.

Z. noltii se localiza únicamente en la marina de Arrecife de Lanzarote, un reducto de población que se encuentra en condiciones críticas de conservación (ver Cuadro temático 2).

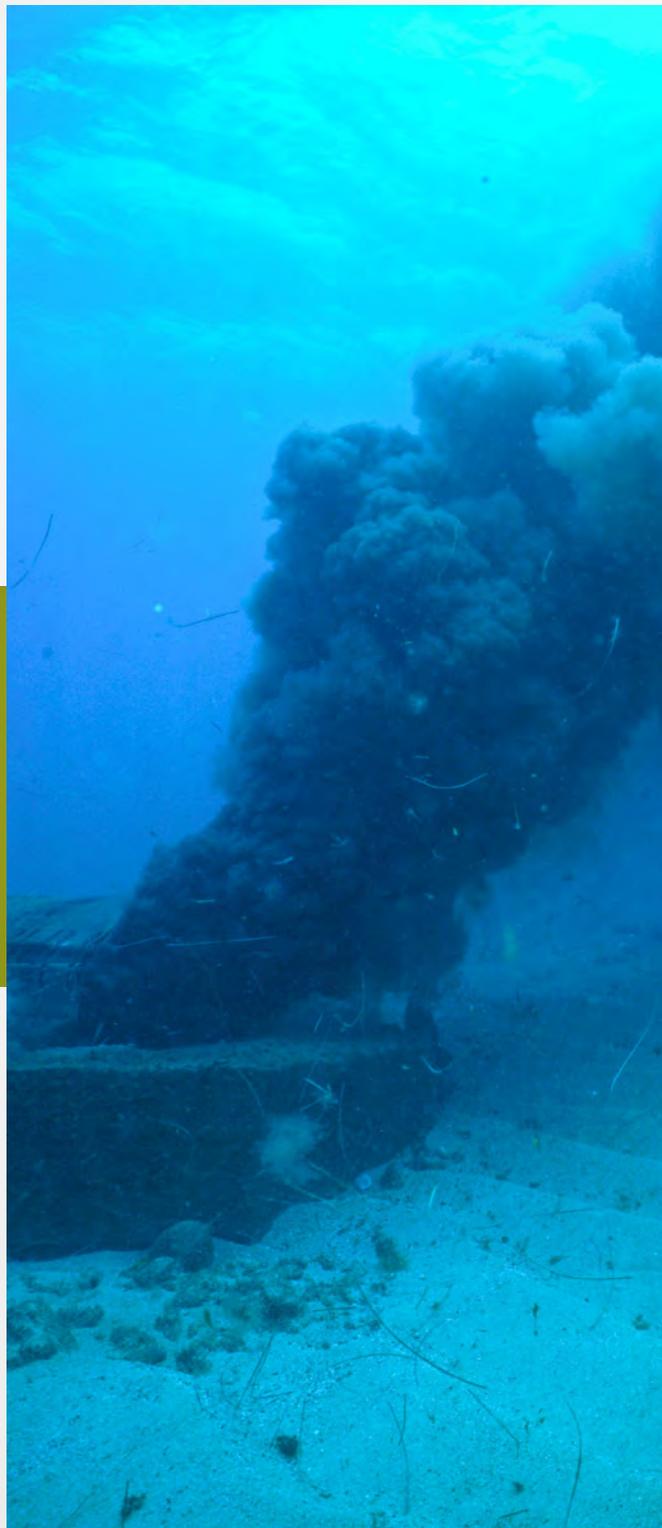


Mancha de Halophila decipiens sobre fondo arenoso.

Fotografía: Rogelio Herrera.

Figura 9

Presiones y amenazas



Emisario de Arinaga. Bahía de Formas, Gran Canaria.

Fotografía: Rogelio Herrera.

Figura 10

Existen evidencias consistentes y significativas que indican que los Seadales canarios están experimentando una notable regresión de su estado y extensión (ver apartado Estado y tendencias de este capítulo), siendo el impacto de las diferentes actividades humanas en el medio la causa principal de esta pérdida de hábitat (Fabri *et al.*, 2015; Tuya *et al.*, 2014). Las áreas con mayor pérdida de superficie de pradera son, generalmente, las cercanas a áreas con importante desarrollo urbanístico o turístico en el litoral. Esta parte del litoral se corresponde con sectores de costa bajas, con fondos someros arenosos, abrigados del oleaje dominante y el viento alisio; las orientadas al sur y suroeste.

A continuación, se detallan las principales actividades humanas cuyas presiones afectan y amenazan a las praderas de angiospermas marinas en el archipiélago canario (ver Mapas 1B a 7B al final de este capítulo), y en particular a las praderas de *Cymodocea nodosa*, presentando además algunos ejemplos bien documentados de la regresión de este hábitat causada por estas actividades en determinadas zonas de las islas.

Vertidos de aguas residuales urbanas o industriales

Una de las presiones principales sobre praderas de angiospermas marinas la constituyen los vertidos de aguas residuales urbanas o industriales. Canarias vierte al mar de forma oficial más de 200.000 m³/día de aguas depuradas, repartidos en más de 400 puntos de vertido, de los cuales más de 250 vierten en zonas localizadas en la vertiente sur-este, zonas con gran densidad poblacional con vocación turística y con mayor presencia de praderas (Figura 10).

En los puntos de descarga de los emisarios se ha observado la desaparición de las praderas, tal y como documenta Martínez-Samper (2011) para las praderas del sur de Gran Canaria, afectadas por los vertidos de varios emisarios de la principal zona turística de la isla. Igualmente, la pradera de *Zostera noltii* localizada en Arrecife (Lanzarote) prácticamente desapareció por causa de vertidos incontrolados de aguas residuales y urbanas y los de la actividad industrial (fábricas conserveras y un taller de automóviles) en la década de los 70 y 80 (Aguilera *et al.*, 1994; Guadalupe *et al.*, 1996). Tras la paralización de la mayor parte de los vertidos y el derribo de una escollera, que ha mejorado la circulación del agua, la especie se ha extendido, apareciendo en 7 puntos del litoral de Arrecife, en forma de pequeñas manchas con una densidad de haces muy baja (Gil-Rodríguez *et al.*, 2012; ver Cuadro temático 2).

La afección de vertidos de salmuera sobre angiospermas marinas se ha documentado recientemente. Para la especie *C. nodosa*, diversos autores han establecido experimentalmente un umbral de tolerancia al incremento de la salinidad de 41 UPS, por encima del cual se observa efectos sub-letales y letales (Pagès *et al.*, 2010;

Fernández-Torquemada *et al.*, 2011; Sandoval-Gil *et al.*, 2012b). Sin embargo, en Canarias, recientes estudios sugieren valores umbrales de 39 UPS, produciéndose efectos negativos a largo plazo a plantas expuestas a vertidos de salmuera con salinidades superiores a 38 UPS (Portillo *et al.*, 2013; Ruiz de la Rosa *et al.*, 2012). Se desconocen las causas de esta posible mayor sensibilidad al incremento de la salinidad de las poblaciones canarias de *C. nodosa*. Estudios recientes demuestran la afección de amplias zonas de praderas situadas cerca de los vertidos de salmuera en el sur de la isla de Gran Canaria, en concreto, el área de pradera afectada por el vertido de salmuera situado en la playa de Las Burras, en el sur de Gran Canaria, está en torno a 9 hectáreas (Portillo *et al.*, 2014).

Instalaciones de acuicultura

Otro tipo de vertidos son los procedentes de las instalaciones de cultivos marinos. En Canarias, existen más de 15 concesiones de cultivos marinos, repartidos en las islas de La Palma, Tenerife, Gran Canaria y Lanzarote, localizándose el mayor número de granjas en las islas de Gran Canaria y Tenerife.



Jaulas de acuicultura sobre pradera de Caulerpa prolifera. Castillo de Romeral, Gran Canaria.

Fotografía: Rogelio Herrera.

Figura 11

Las granjas de cultivo se localizan en muchos de los casos en las costas sureste de las islas, zonas que coinciden con áreas de praderas (Figura 11). A pesar de esto, son pocas las concesiones de cultivo que han causado una afección directa a praderas de angiospermas marinas, limitándose a las concesiones más antiguas para las que las exigencias ambientales fueron menores. En este sentido, existen varios casos documentados. Un ejemplo de afección de jaulas de acuicultura es la regresión de la pradera de *C. nodosa* de la bahía de Melenara (Gran Canaria), la cual, tras su instalación en 1999, disminuyó significativamente la densidad de haces, la altura de las hojas y el porcentaje de cobertura tras dos años de seguimiento (Vergara Martín *et al.*, 2005). A su vez, las instalaciones de Salinetas (Gran Canaria), tras nueve meses de actividad, hicieron desaparecer completamente la pradera de sus inmediaciones (Espino *et al.*, 2008, 2013).

Infraestructuras costeras

La construcción de infraestructuras costeras, como puertos comerciales, industriales y deportivos, diques de abrigo, playas artificiales, etc. pueden ocupar amplias zonas de pradera o afectar a las más próximas durante la fase de construcción o funcionamiento, ya que atenúan la luz en la columna de agua por el aumento de la turbidez y reducen el crecimiento de las plantas (Figura 12). El impacto provocado por la construcción del puerto deportivo de El Berrugo (Yaiza, Lanzarote) fue estudiado por Tuya *et al.* (2002), ya que se construyó, en parte, sobre zonas con pradera de *C. nodosa*. El vertido de material fino incrementó la atenuación de la luz en la columna de agua, reduciéndose la densidad y biomasa de la planta significativamente al finalizar las obras de construcción (Tuya *et al.*, 2002). De la misma forma, el único sebadal conocido antiguamente en la isla de La Palma, que estaba situado dentro de la dársena del principal puerto de la isla, ha desaparecido tras las obras de mejora y ampliación realizadas en el mismo durante las últimas décadas (Espino *et al.*, 2008). En la isla de Gran Canaria, Monterroso *et al.* (2006) y Martínez-Samper (2011) han documentado la aguda regresión de praderas de *C. nodosa* en la bahía de Arinaga debido a la construcción del puerto en el año 2003, que supuso, entre otros, la generación de plumas de finos aguas arriba y abajo del dique.

El desarrollo urbanístico puede tener también un





*Puerto Rico, Gran Canaria.
Kaleff | Dreamstime.com*

Figura 12

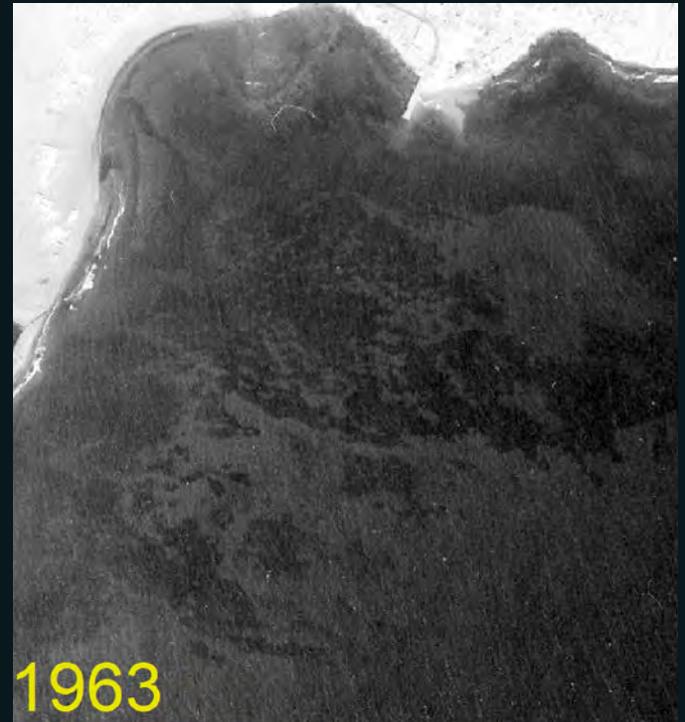
CUADRO TEMÁTICO 3

INCIDENCIA DE LAS GRANDES INFRAESTRUCTURAS COSTERAS SOBRE LOS SEBADALES: EL NUEVO PUERTO DE ARINAGA COMO CASO PARADIGMÁTICO

A mediados de la década de los noventa, las praderas de *Cymodocea nodosa* se extendían ampliamente por el litoral de la localidad de Arinaga (desde Punta del Negro hasta la Punta de La Gaviota). En 1998, las obras de construcción del nuevo puerto estaban avanzadas, aumentando la turbidez y sedimentación en la bahía de Arinaga (al norte del puerto) y en la bahía de Formas (al sur del puerto), por el material fino vertido. Además, el emisario submarino, visible en la foto aérea (ortofotomapas del Gobierno de Canarias), quedaba al sur del puerto, viéndose afectada la capacidad de dispersión de la pluma del efluente. En 2002 y 2003 ya se pudo comprobar como el puerto fragmentaba y asilaba las praderas de las dos bahías, los manchones reducían su superficie y la densidad de haces disminuía dramáticamente. (Figura 3.1).

En el 2006 (Monterroso *et al.*, 2006), la pradera mono-específica de *C. nodosa* se había reducido drásticamente en relación con su superficie inicial, a un 10,52% (5,42 ha). Estos datos se corroboraron en 2013 (Ruiz de la Rosa, *et al.*, 2013), registrando una pradera formada en parches con densidades de haces que fueron de 1.326,4 haces/m² en 2003 y 1.537 haces/m² en 2006, a valores de 284 haces/m² en invierno y 632 haces/m² en verano, y la altura de los haces descendió (45,8 cm frente a 32,5 cm en 2006, registrando valores en torno a 15 cm en 2013). Además, se detectaron 57,12 ha de fondos mixtos de *C. nodosa*, *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa cylindracea* y *Avrainvillea canariensis*.

Posteriormente, el puerto fue ampliado nuevamente y la medida correctora de prolongar el emisario al exterior de la dársena fue realizada en el 2012, tras más de una década de afección a las praderas de la bahía de Formas. En la actualidad, sólo existen manchones aislados y poco densos de lo que antiguamente eran una de las praderas más extensas y productivas de la isla.





Evolución de la construcción del puerto de Arinaga.

Figura 3.1



Cartografía de la pradera de la bahía de Arinaga (2003-2015).

Figura 3.2

Pradera de *Cymodocea nodosa* en retroceso. Playa de Las Canteras, Gran Canaria.

Fotografía: Rogelio Herrera.



Figura 13

efecto indirecto sobre los sebales, como es el caso de la urbanización sobre el istmo de la Isleta (Las Palmas de Gran Canaria), que ha impedido la libre circulación de arena, favoreciendo la deposición de arenas y el enterramiento progresivo de la pradera situada en la Playa de Las Canteras (Figura 13).

El estudio realizado por Copeiro *et al.* (2000), recogía, sobre la distribución de sebales en 1962 (González Barbuzano *et al.*, 2003), la existencia de 54.000 m² de praderas bien conservadas; en 1998 se encontraron tan sólo 6.000 m² (Pavón-Salas *et al.*, 1998) de sebadal degradado, mientras que en 2003 quedaban 3.437 m² (Espino *et al.*, 2003a,b) de sebadal en regresión, con muchos de los rizomas muertos y aflorando sobre el substrato (Espino *et al.*, 2013). En la actualidad, ha desaparecido casi por completo, a excepción de unas pequeñas manchas muy pequeñas y localizadas. Cuando las plantas son sepultadas por acumulación de sedimentos, se ha comprobado que *C. nodosa* tiene cierta capacidad de compensar el enterramiento, al menos temporalmente, modificando su tasas de crecimiento vertical y la longitud de las bases y los entrenudos (Tuya *et al.*, 2013b). Sin embar-

go, esto afecta a la fisiología de la planta y tiene ciertos límites biológicos, aumentando la mortalidad por encima de los 7 cm de enterramiento a largo plazo (Sánchez-Lizaso, 2004).

Fondeo de embarcaciones y pesca artesanal

Otras causas de regresión de las praderas son determinadas actividades que causan un impacto físico en las plantas, al ser arrancadas o sepultadas, como sucede con el fondeo de embarcaciones o determinadas modalidades de pesca. El fondeo incontrolado de las embarcaciones da lugar a la fragmentación y deterioro de las praderas, debido a la eliminación directa de la planta y la erosión del sedimento debido al arrastre de cadenas y anclas, como sucede en el sebadal de Puerto Lajas (Espino *et al.*, 2003a,b), que es el sebadal más denso y antiguo de Canarias.

Respecto al impacto de la pesca, en los años setenta, el uso del chinchorro (arte de pesca de arrastre desde costa) estaba muy extendido, utilizándose principalmente sobre praderas de *C. nodosa*, lo que producía su deterioro por abrasión



“Calva” dentro de un parche de Sebadal causada por la pérdida de una trampa (nasa) pesquera.

Fotografía: Rogelio Herrera.

Figura 14

y arranque de hojas y raíces. En la actualidad, es una modalidad prohibida y la actividad de la pesca artesanal que se realiza actualmente sobre las praderas les afecta en menor medida, pero no por ello de forma menos significativa. Tanto el arrastre sobre el fondo de artes de cerco (traíña) como el uso de nasas (artes de trampa que se depositan sobre el lecho marino para captura de peces, chocos y pulpos), producen “calvas” en las praderas (Figura 14) y las pueden fragmentar considerablemente. A su vez, la actividad pesquera actúa sobre las comunidades de peces y macroinvertebrados, alterando la estructura del ecosistema.

Cambio global

Por último, las praderas de angiospermas marinas se encuentran sometidas al impacto global del cambio climático. En las últimas 5 décadas, la temperatura media de las aguas de Canarias se ha ido incrementando (Hernández, 2006), lo que ha ido acompañado de la aparición de especies de mayor afinidad tropical en todo el archipiélago (Brito, 2008). Posiblemente, determinados cambios ambientales y la sinergia de algunos

factores (aumento de la temperatura media del mar, algunos inviernos más cálidos, periodos de calima con polvo sahariano en suspensión en la atmósfera, etc.) y la mayor productividad de las aguas de las islas más orientales, han permitido floraciones masivas de la cianobacteria *Lyngbya majuscula* (Figura 15), que algunos autores han relacionado con la recesión masiva de sebales en Canarias (Martín-García *et al.*, 2014), como es el caso de los sebales de La Graciosa, en el estrecho de El Río (entre Lanzarote y La Graciosa) (Figura 16).

Pradera de *Cymodocea nodosa* afectada por un desarrollo masivo de la cianobacteria *Lyngbya* spp. Risco del Paso, Jandía, Fuerteventura.

Fotografía: Rogelio Herrera.



Figura 15



Pradera de Cymodocea nodosa en Caleta del Sebo, La Graciosa. Foto superior: octubre de 2002; Foto inferior: junio de 2013.

Fotografía: Rogelio Herrera.

Figura 16

Estado y tendencias

En Canarias, *Cymodocea nodosa* es considerada como una especie indicadora de buena calidad ambiental, pues es sensible a la contaminación del agua o del substrato. Su afección conlleva la regresión de las praderas, su sustitución por otras especies más resistentes, de carácter más oportunista o generalista (Tuya *et al.*, 2013a). La contaminación del sedimento o del agua, su pérdida de transparencia, el enterramiento de las plantas y la ocupación o destrucción del hábitat son las principales causas de regresión de las angiospermas marinas en el mundo; estas se consideran causa de la paulatina reducción de los sebadales en Canarias, perdiendo su antigua área de distribución (Pavón-Salas *et al.*, 2000; Tuya *et al.*, 2002; Vergara-Martín *et al.*, 2005; Espino *et al.*, 2008, Leite *et al.*, 2011; Martínez-Samper, 2011; Espino *et al.*, 2013; Fabbri *et al.*, 2015). Estudios recientes han demostrado la regresión de la superficie ocupada por praderas de *C. nodosa*, comparando datos históricos de algunas zonas de la isla de Gran Canaria durante el periodo 1984-2011, pasando de 601,73 ha de praderas en el año 1984, a 120 ha a partir del año 2000 (Martínez-Samper, 2011). En Tenerife, Leite *et al.* (2010) llevaron a cabo un estudio sobre la distribución histórica de praderas de *C. nodosa*, para lo cual compararon la cartografía histórica resultante del análisis del conocimiento ecológico local con la "Cartografía Bionómica del Borde Litoral de Tenerife", realizada por Gil-Rodríguez & Barquín (2006). Digitalizaron un total de 45 mapas, donde obtuvieron 208 manchas de praderas, de las cuales 73 fueron identificadas como desaparecidas y 98 como en regresión; únicamente, 31 manchas se registraron como estables.

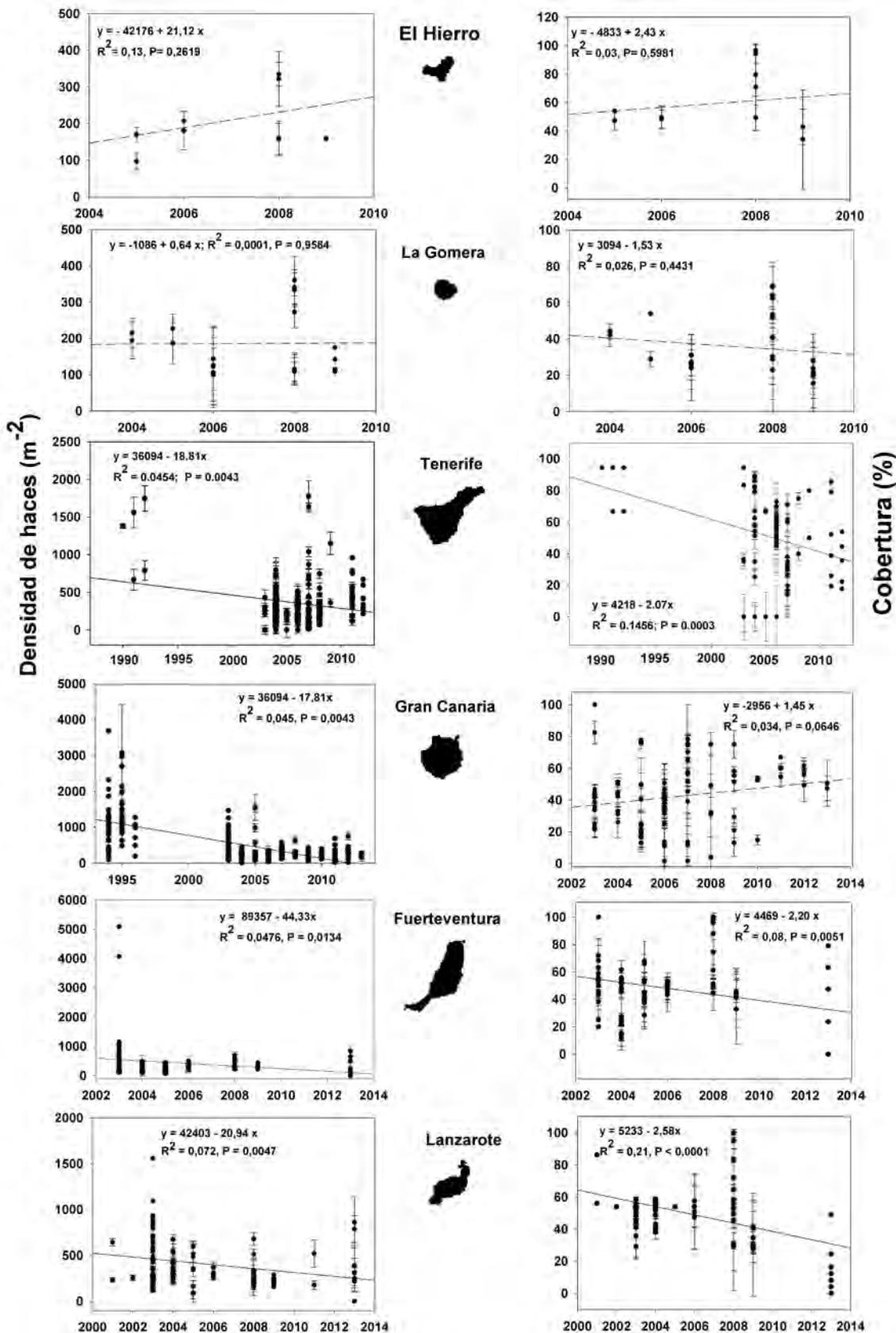
Para *Halophila decipiens* no existen datos suficientes para poder estimar el estado de conservación de las praderas y su tendencia. En el caso de *Zostera noltii*, como se vio anteriormente (Cuadro te-

mático 2), su situación es crítica, con una única población en la marina de Arrecife en Lanzarote, comenzándose en los últimos años estrategias dirigidas a la recuperación de la pradera.

El gran registro de datos existente para *C. nodosa* permitió sintetizar en una base de datos todos los registros disponibles de la especie para Canarias, publicados tanto a través de los canales tradicionales de publicación científica (revistas especializadas nacionales e internacionales, libros y capítulos de libro) como de literatura gris (informes técnicos), así como registros no publicados. Éstos se limitaron a dos descriptores demográficos: densidad de haces y cobertura; ambos se han mostrado como eficientes para caracterizar la variabilidad espacial de praderas de *C. nodosa* en Canarias (Barberá *et al.*, 2005). Tras proceder a su normalización (estandarización por unidad de área y suavizado en función de la estacionalidad de los datos), se ajustaron modelos de regresión lineal para contrastar el grado de significación de las tendencias temporales de densidad de haces y cobertura para cada isla (Figura 17).

Los resultados muestran claramente que las islas orientales y centrales han sufrido una regresión en las últimas dos décadas. Por el contrario, las islas con menor presión demográfica y desarrollo muestran patrones temporalmente estables (p.ej. El Hierro y La Gomera). Estos resultados, además, refuerzan la idea de una regresión de *C. nodosa* en Gran Canaria, donde recientemente se ha demostrado una merma en la presencia de esta especie en 5 praderas de la costa este y sur (Tuya *et al.*, 2013a, 2014b). Esta regresión de *C. nodosa* en Gran Canaria, además, se ha visto acompañada por un aumento en la presencia del alga verde *Caulerpa prolifera*, típicamente ligada a fondos más profundos al tratarse de una planta de sombra, es decir, adaptada a ambientes poco iluminados, que sin embargo, parece haber tomado parte del área previamente ocupada por *C. nodosa*, al menos en algunos sectores de Gran Ca-

naria (Martínez-Samper, 2011; Tuya *et al.*, 2013a, 2014b), tal y como se ha observado en algunas zonas del Mediterráneo y el Atlántico (Lloret *et al.*, 2005; Hendriks *et al.*, 2009; García-Sánchez *et al.*, 2012).



Evolución de la densidad de heces y cobertura de Cymodocea nodosa en Canarias. Se presentan las ecuaciones de regresión lineal para cada descriptor e isla. Líneas continuas muestran regresiones estadísticamente significativas ($P < 0,05$), mientras que las líneas discontinuas muestran regresiones estadísticamente no significativas ($P > 0,05$).

Figura 17

Gestión y conservación

Como se ha descrito en capítulos anteriores, las praderas de angiospermas marinas, principalmente *Cymodocea nodosa* por ser la especie más abundante en Canarias, presentan un gran interés ambiental y socioeconómico, constituyendo una pieza clave en la calidad de los fondos de Canarias. Por esta razón, en Canarias, las angiospermas marinas se incluyeron en el Catálogo de Especies Amenazadas, regulado por el Decreto 151/2001 de 23 de julio, presentando *C. nodosa* la categoría de "sensible a la alteración del hábitat", *Zostera noltii* como "en peligro de extinción" y *Halophila decipiens*, como "de interés especial", donde era de obligado cumplimiento el desarrollo y ejecución de Planes de Conservación, que nunca fueron ejecutados.

En junio de 2010, el Decreto 151/2001 fue derogado por la Ley 4/2010, de 4 de junio, del Catálogo Canario de Especies Protegidas. En este nuevo catálogo se cambió la categoría de protección de *C. nodosa*, a "de interés para los ecosistemas canarios", donde se rebajó su estatus de protección, contando con un régimen jurídico de protección tan solo las plantas que estuvieran dentro de los espacios de la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos o de la Red Natura 2000. El nuevo catálogo mantuvo en la categoría de "en peligro de extinción" *Z. noltii*, y de "interés para los ecosistemas canarios" *H. decipiens*. Los criterios utilizados por el Gobierno de Canarias para la modificación de la categoría de protección de *C. nodosa* fueron que mostraba, tras la recopilación bibliográfica y cartográfica realizada, una superficie muy por encima de los umbrales mínimos requeridos para que la especie pudiera considerarse como amenazada.

La tendencia, a nivel internacional, ha sido establecer medidas legales que reconozcan la importancia de las praderas de angiospermas marinas. En este sentido, *C. nodosa* se encuentra incluida dentro del Anexo I del Convenio de Berna de 1979, según la Decisión 82/72/CEE del Consejo, de 3 de diciembre de 1981, Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa, donde se protegen las praderas de *C. nodosa* el Mediterráneo, no incluyendo Canarias. Por este motivo, las poblaciones mediterráneas y de la costa atlántica peninsular de *C. nodosa* se encuentran incluidas en el Listado de Especies en Régimen de Protección Especial (Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.).

Por otro lado, la Directiva Hábitats (Directiva 92/43/CEE), relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres, incluye dentro de su anexo I, el hábitat con código 1110, denominado "bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda", donde se ha incluido en Canarias, el hábitat de *C. nodosa*.

Una gran parte de las Zonas de Especial Conservación (ZEC, Figura 18) delimitadas en Canarias, originalmente LICs o Lugares de Importancia Comunitaria (Orden ARM/3521/2009, de 23 de diciembre), incluyen fondos de angiospermas marinas (hábitat 1110) (Tabla 1; ver también Mapas 1B a 7B al final del capítulo):



Localización de las ZEC en Canarias.

Fuente: Gobierno de Canarias.

Figura 18

En Tenerife: Franja Marina Teno-Rasca (ES7020017)
Sebadales del Sur de Tenerife (ES7020116)
Sebadales de San Andrés (ES7020120)
Sebadales de Antequera (ES7020128)

Algunas de estas ZECs presentan alguna peculiaridad que se contrapone con la inclusión de los sebadales en esta figura de protección, como la que encontramos en la ZEC de la Franja Marina de Mogán, que comienza a una distancia aproximada de 300 metros de costa, dejando fuera gran parte de los sebadales que recorren esta franja.

En Gran Canaria: Franja Marina de Mogán (ES7010017)
Bahía del Confital (ES7010037)
Bahía de Gando (ES7010048)
Playa del Cabrón (ES7010053)
Sebadales de Playa del Inglés (ES7010056)
Sebadales de Güi-güi (ES7011005)

En Canarias, a partir de los datos generados en las cartografías bentónicas recopiladas para este atlas, y según el marco legal expuesto, *C. nodosa* sólo queda amparada por la mencionada figura de protección del Catálogo Canario de Especies Protegidas en 59,23 km², lo que representa un 55,93% de su área de distribución, mientras que *H. decipiens*, en 2,54 km².

En Fuerteventura: Sebadales de Corralejo (ES7010022)
Playa de Sotavento de Jandía (ES7010035)

Por otro lado, la Ley 17/2003, de 10 de abril, de Pesca de Canarias, en su artículo 10.3, declara como protegidos, con fines pesqueros, los fondos en los que existan praderas de angiospermas marinas, en particular, sebadales, pero sin especificar el tipo de protección.

En Lanzarote: Sebadales de La Graciosa (ES7010020)
Sebadales de Güasimeta. (ES7010021)

En Canarias, el cambio de categoría de protección de *C. nodosa* se lleva a cabo en una época donde el esfuerzo de estudio sobre la especie ha aumentado considerablemente, pasando de apenas 10 publicaciones entre los años 70 y 90, a unas 25 entre el año 2000 y 2009 y a más de 15 desde el 2010 hasta la actualidad (en sólo 3 años). Esto ha aumentado el conocimiento sobre la especie y su hábitat, recomendando, en todos los foros de expertos, la necesidad de proteger y conservar este tipo de hábitats. Esta apuesta por

En La Gomera: Franja Marina Santiago-Valle Gran Rey (ES7020123)

Porcentaje del área de distribución de las praderas de cada especie de angiosperma incluido en espacios de la Red Natura 2000².

Isla	<i>C. nodosa</i>	<i>H. decipiens</i>	<i>Z. noltii</i>
El Hierro	-	?	-
La Palma	-	-	-
La Gomera	55,28%	?	-
Tenerife	60,54%	63,85%	-
Gran Canaria	70,45%	?	-
Fuerteventura	51,45%	-	-
Lanzarote	38,24%	-	0%

Tabla 1

el conocimiento ha generado nuevas herramientas para la gestión de las praderas de angiospermas marinas basadas en dicho conocimiento, como la importancia de la conservación genética de la especie, fundamental para una correcta gestión y conservación del hábitat o las técnicas de propagación *in vitro*.

La importancia de conservar *C. nodosa* en el archipiélago va más allá de asegurar un hábitat singular y necesario para el desarrollo local. La "seba", *C. nodosa*, se encuentra en el límite occidental de distribución de la especie y muy cerca de su límite sur, con praderas que presentan elevados valores de riqueza genotípica, estadístico que estima el balance entre la reproducción sexual y la propagación clonal de una población (Alberto *et al.*, 2006; Alberto *et al.*, 2008, Manent *et al.*, 2007), con una importante presencia de reproducción sexual en el mantenimiento poblacional de las praderas de Canarias. Esta riqueza genotípica es menor en poblaciones con mayor grado de fragmentación y menor tamaño (Alberto, 2006), siendo fundamental la conservación de este tipo de hábitats para la conservación de la especie. Este tipo de estudios de índole genética permiten generar herramientas de conservación basadas en estructuras genéticas, que pueden aumentar la objetividad y eficiencia de las medidas de gestión.

Otros estudios, útiles para la gestión y conservación, están dirigidos a la obtención de nuevas herramientas para la generación de plantas, a partir de la germinación de semillas o el cultivo *in vitro* (Zarranz *et al.*, 2010), que abre una ventana a nuevas herramientas de gestión y conservación, basadas en la recuperación de praderas. Estos

estudios se han visto complementados con nuevas estrategias de gestión y recuperación de hábitats degradados, mediante técnicas de reintroducción de *C. nodosa* en hábitats degradados. Estudios recientes han avanzado en las técnicas necesarias para la reintroducción de plantas, mejorando la supervivencia respecto a estudios anteriores y pudiendo ser en el futuro herramientas para la recuperación de sebedales (Ruiz de la Rosa *et al.*, 2006a,b, 2011, 2014), en este sentido, destaca la necesidad de una correcta elección del lugar, utilizar métodos de trasplante adecuados, o que el estado actual de la zona a recuperar esté libre de aquellos impactos que forzaron la regresión de las praderas. Estudios focalizados a optimizar las técnicas de restauración siguen siendo líneas necesarias que aporten herramientas viables para la conservación de los sebedales. Este tipo de técnicas y estrategias de gestión y conservación requieren de un elevado componente de difusión y concienciación, tareas que son necesarias para implicar a la sociedad en la conservación del medio marino, siendo también necesarias campañas específicas sobre angiospermas marinas a nivel regional.

En los comienzos del siglo XXI, desde el Gobierno de Canarias se llevaron a cabo programas de Seguimiento de Especies Amenazadas de Canarias, dónde se realizó un exhaustivo trabajo para conocer el estado de las praderas de Canarias que presentaban alguna categoría de protección dentro del Catálogo de Especies Protegidas de Canarias. Este trabajo no tuvo continuidad en programas de seguimiento para evaluar la tendencia de las poblaciones a partir del Gobierno Regional, y más aún desde la aparición del nuevo Catálogo de Especies Protegidas.

² La carencia de cartografías insulares completas y recientes de las angiospermas marinas de Canarias y la constatación de importantes pérdidas de praderas en la última década, hace suponer que las cifras presentadas tan sólo sirven como orientación de la superficie de las áreas que dichas praderas han ocupado, en algún momento, desde el año 2000. Por tanto, solo pueden ser empleadas de forma aproximada y general, ya que los valores reales son sin duda muy inferiores. Por otra parte, si bien se tiene constancia de la presencia de *Halophila decipiens* en El Hierro, La Gomera y Gran Canaria, no se cuenta con datos acerca de la superficie que ocupan.



Los estudios e investigación sobre la biología y ecología de los Seadales son fundamentales para la gestión de las áreas marinas protegidas de Canarias.

Fotografía: Fernando Espino Rodríguez.

Futuras direcciones

Administrativamente, y dada la alarmante situación actual de *Cymodocea nodosa*, es necesario revisar su figura de protección en la legislación autonómica, requiriendo la adopción de diversas medidas, tanto de protección y gestión de las praderas como las de índole científica, dirigidas a incrementar el conocimiento sobre determinados aspectos de su biología, ecología y fisiología. Estas medidas deben ir enfocadas a garantizar la conservación de las praderas y su hábitat, con el fin de revertir la tendencia regresiva que existe actualmente.

Desde el punto de vista científico, resulta esencial, primero, entender los mecanismos involucrados en alteraciones sobre la fisiología y morfología de la planta, como consecuencia de distintos estresores ambientales, algunos de índole natural (como los temporales y la competencia con otros macrófitos) y otros facilitados por acciones humanas, y conocer qué mecanismos (p.ej. diversidad genética, estructura de las praderas, edad de las manchas, etc.) pueden explicar su vulnerabilidad y resiliencia a distintas perturbaciones ambientales. En segundo lugar, resulta clave entender las interacciones entre *C. nodosa* y algas cianofíceas, p.ej. *Lyngbya* spp., cuyas proliferaciones parece afectar negativamente el bienestar de la planta y la salud de las praderas. De igual forma, resultará importante conocer que procesos desencadenan las floraciones masivas de dichas cianobacterias, para poder atajar posibles explosiones demográficas y proteger de forma más estricta las praderas más resistentes. En tercer lugar, es fundamental la optimización de protocolos que permitan garantizar la recuperación del hábitat a través de la

reintroducción de plántulas germinadas *in vitro*, focalizando los estudios a la obtención de plántulas de forma sostenible y el aumento de la supervivencia de las plantas en el medio mediante técnicas de reintroducción. Finalmente, resultaría notable la evaluación económica de los bienes y servicios suministrados por las praderas de *C. nodosa*, como herramienta de gestión ambiental en la toma de decisiones por parte de las Administraciones competentes.

Estudios recientes han demostrado el efecto de la eutrofización (Tuya *et al.*, 2013c) o del vertido de salmuera (Ruiz de la Rosa, 2012) sobre plantas de *C. nodosa*, estableciendo umbrales de tolerancia menores a los detectados para la misma especie en el mar Mediterráneo, por lo que es necesario implementar este tipo de estudios, que establezcan los límites que soportan las angiospermas marinas en Canarias y que permitan establecer herramientas de gestión fiables.

En cuanto a *Zostera noltii*, los resultados de Zarranz & Manent (2013 y datos sin publicar) advierten del riesgo elevado de extinción actual de la especie en Canarias, por ser la única población de tamaño poblacional efectivo crítico, sin capacidad de reproducirse sexualmente (Aldanondo-Aristizabal *et al.*, 2005), sin posibilidad de colonizar nuevos hábitats óptimos para su desarrollo, y aislada tanto demográficamente como genéticamente. Así, para su conservación y gestión genética en Canarias por un lado, y ante las prioridades y particularidades de este caso, podrían valorarse dos estrategias que necesariamente incorporan acciones de restauración. En primer lugar, una replicación del pool genético local (*sensu* Falk *et al.*, 2001) a través de la germinación *in vitro* de semillas y/o inducción del crecimiento en laboratorio de la bioma-

sa vegetativa a partir de fragmentos de rizomas y de esta forma prevenir los efectos genéticos deletéreos (depresión exogámica) que pudieran ocasionar genotipos externos. En segundo lugar, las praderas de la costa marroquí podrían ser viables como praderas donantes de semillas, tanto por sus niveles elevados de diversidad genética como por la multitud de inflorescencias con semillas y plántulas detectadas. Además, los primeros avances en este sentido han conseguido germinar semillas africanas *in vitro* hasta el desarrollo de las primeras hojas y raíces (Zarranz *et al.*, datos no publicados).

Desde el punto de vista de la protección y gestión, como especie incluida en el Catálogo Canario de Especies Protegidas, es clave disponer de un sólido plan de conservación, que incorpore su continuo seguimiento o monitoreo por parte de las Administraciones competentes; un compromiso clave, tal y como la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias desarrolló durante los años 2002-2004 y que podría involucrar a las áreas de Medio Ambiente de los Cabildos insulares. Estos datos son claves para estimar la evolución temporal de las praderas y la adopción de medidas rápidas de respuesta. A su vez, este plan debe incorporar medidas contundentes de gestión de las principales afecciones a las praderas de esta especie, especialmente en relación a las zonas de fondeo de embarcaciones y a las zonas con vertidos de aguas residuales y salmueras.

Por otro lado, es fundamental recopilar la información existente, no sólo la información ecológica de las diferentes especies, sino a nivel genético para poder definir estrategias de conservación a largo plazo, definiendo que praderas deben de tener un especial interés en función de su diversidad ecológica y genotípica.

Por último, el incremento de información para el resto de las especies de angiospermas marinas presentes en Canarias es fundamental para poder evaluar su estado de conservación y definir con mayor precisión sus estrategias de conservación.

Gobiesocidae.

Fotografía: Fernando Espino Rodríguez.



Cartografías

Islas Canarias

MAPAS DE DISTRIBUCIÓN DE LAS
PRADERAS MARINAS, PRESIONES Y
MEDIDAS DE GESTIÓN

MAPA 1A

El Hierro

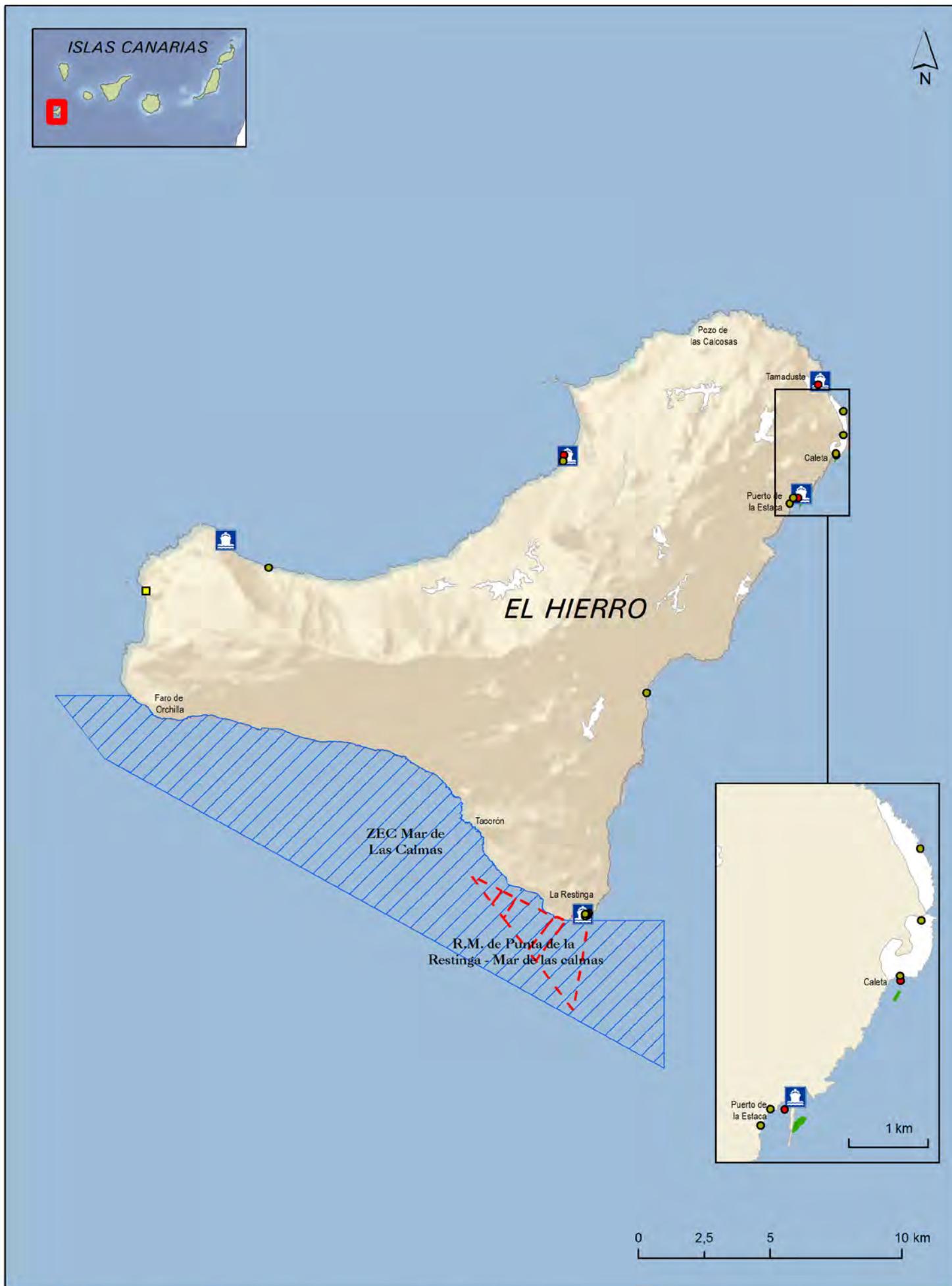
Distribución de praderas marinas en el litoral de El Hierro



Elaboración: IEO.

Fuentes: varios autores y entidades (ver texto), Ecocartografías del MAGRAMA. Mapa Base Marino: IEO. Mapa Base Terrestre: Word Shaded Relief-Esri, Proyecto Corine Land Cover-IGN/ Agencia Europea de Medio Ambiente, BCN 500- IGN.

Escala: 1:180000



- | | | | |
|----------|---------------------|----------------------|-----------------|
| Puertos | Fondeaderos | Tejido urbano | Red Natura 2000 |
| Vertidos | Playas intervenidas | Angiospermas Marinas | Reserva Marina |

MAPA 1B

El Hierro

Presiones y medidas de gestión en el litoral de El Hierro

Elaboración: IEO.

Fuentes: Gobierno de Canarias, MAGRAMA, Proyecto Corine Land Cover-IGN/ Agencia Europea de Medio Ambiente. Mapa Base: World Shaded Relief-Esri, BCN 500- IGN.

Escala: 1:180000

MAPA 2A

La Palma

Distribución de praderas marinas en el litoral de La Palma

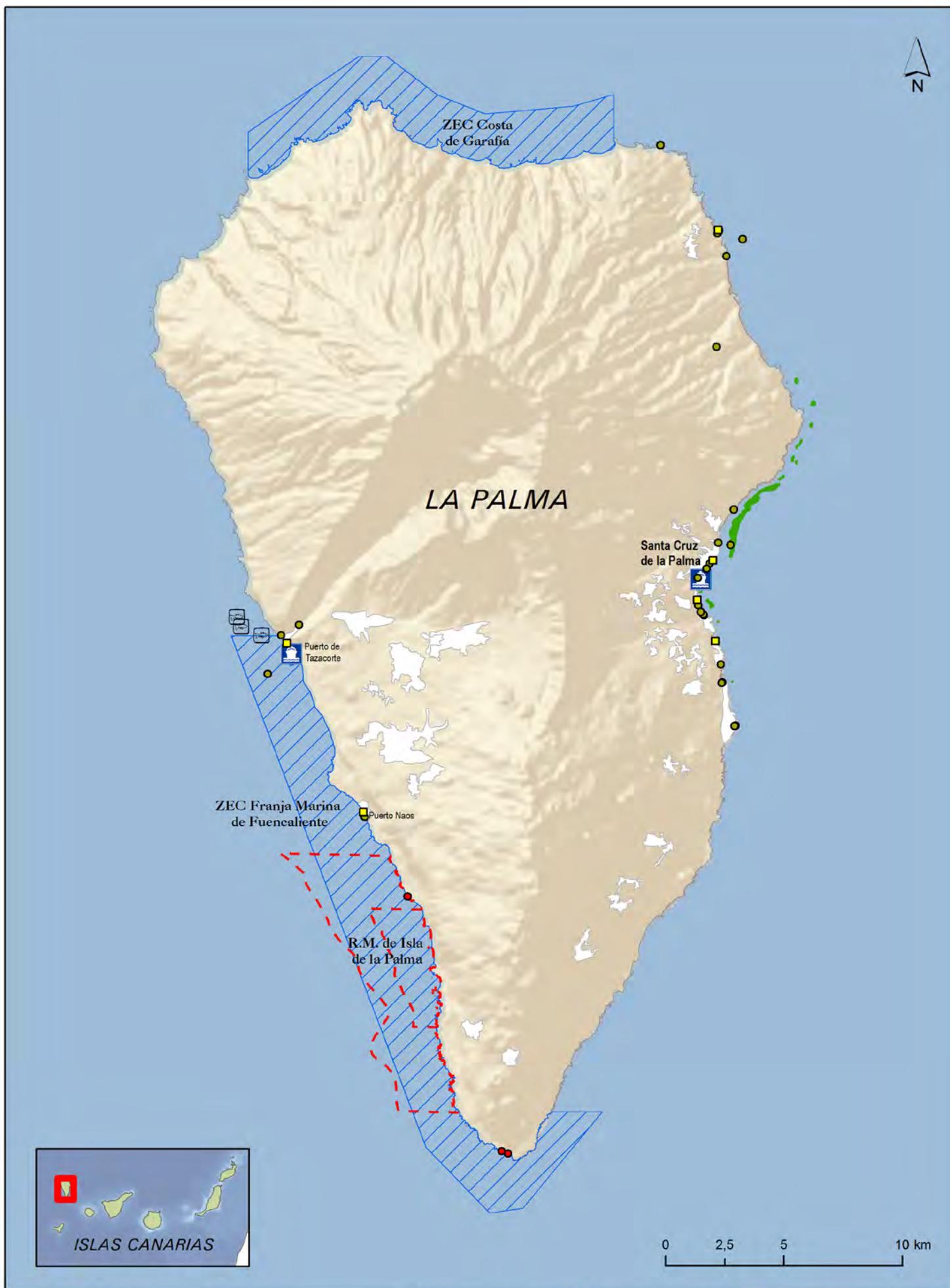


Elaboración: IEO.

Fuentes: varios autores y entidades (ver texto),
Ecocartografías del MAGRAMA Mapa Base Marino: IEO. Mapa Base Terrestre: Word Shaded Relief-Esri, Proyecto Corine Land Cover-IGN/ Agencia Europea de Medio Ambiente, BCN 500- IGN.

Escala: 1:200000

 *Halophila decipiens*



MAPA 2B

La Palma

Presiones y medidas de gestión en el litoral de La Palma

Elaboración: IEO.

Fuentes: Gobierno de Canarias, MAGRAMA, Proyecto Corine Land Cover-IGN/ Agencia Europea de Medio Ambiente. Mapa Base: World Shaded Relief-Esri, BCN 500- IGN.

-  Puertos
-  Vertidos
-  Granjas marinas
-  Red Natura 2000
-  Angiospermas Marinas
-  Fondeaderos
-  Playas intervenidas
-  Tejido urbano
-  Reserva Marina

Escala: 1:200000

MAPA 3A
La Gomera
Distribución de praderas marinas en el litoral de La Gomera



Elaboración: IEO.

Fuentes: varios autores y entidades (ver texto), Ecocartografías del MAGRAMA. Mapa Base Marino: IEO. Mapa Base Terrestre: Word Shaded Relief-Esri, Proyecto Corine Land Cover-IGN/ Agencia Europea de Medio Ambiente, BCN 500- IGN.

Escala: 1:170000

 *Cymodocea nodosa*



- | | | |
|---|--|---|
|  Puertos |  Playas intervenidas |  Red Natura 2000 |
|  Vertidos |  Tejido urbano | |
|  Fondeaderos |  Angiospermas Marinas | |

MAPA 3B

La Gomera

Presiones y medidas de gestión en el litoral de La Gomera

Elaboración: IEO.

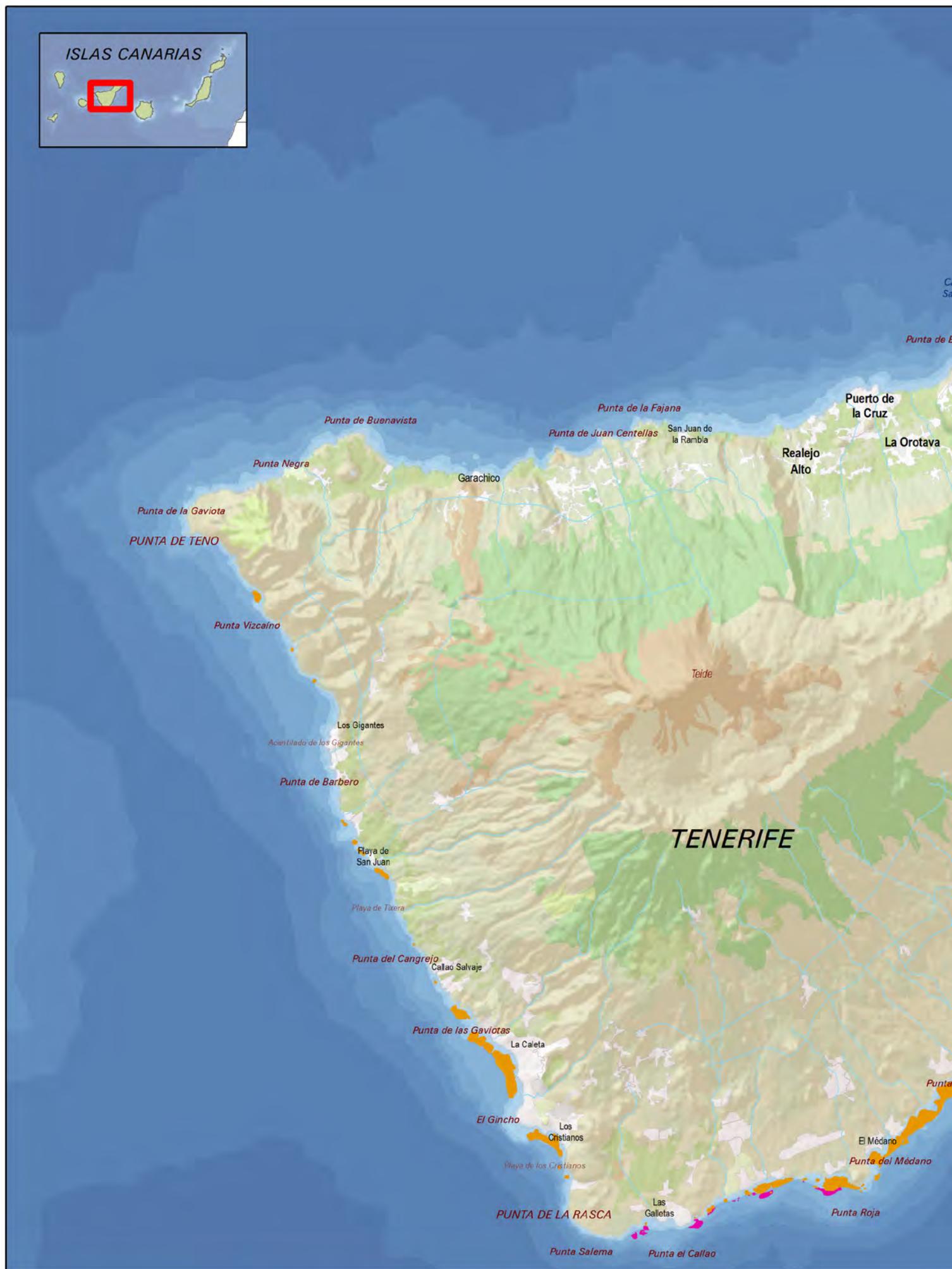
Fuentes: Gobierno de Canarias, MAGRAMA, Proyecto Corine Land Cover-IGN/ Agencia Europea de Medio Ambiente. Mapa Base: World Shaded Relief-Esri, BCN 500- IGN.

Escala: 1:170000

MAPA 4A

Tenerife

Distribución de praderas marinas en el litoral de Tenerife



Elaboración: IEO.

Fuentes: varios autores y entidades (ver texto), Ecocartografías del MAGRAMA. Mapa Base Marino: IEO. Mapa Base Terrestre: Word Shaded Relief-Esri, Proyecto Corine Land Cover-IGN/ Agencia Europea de Medio Ambiente, BCN 500- IGN.

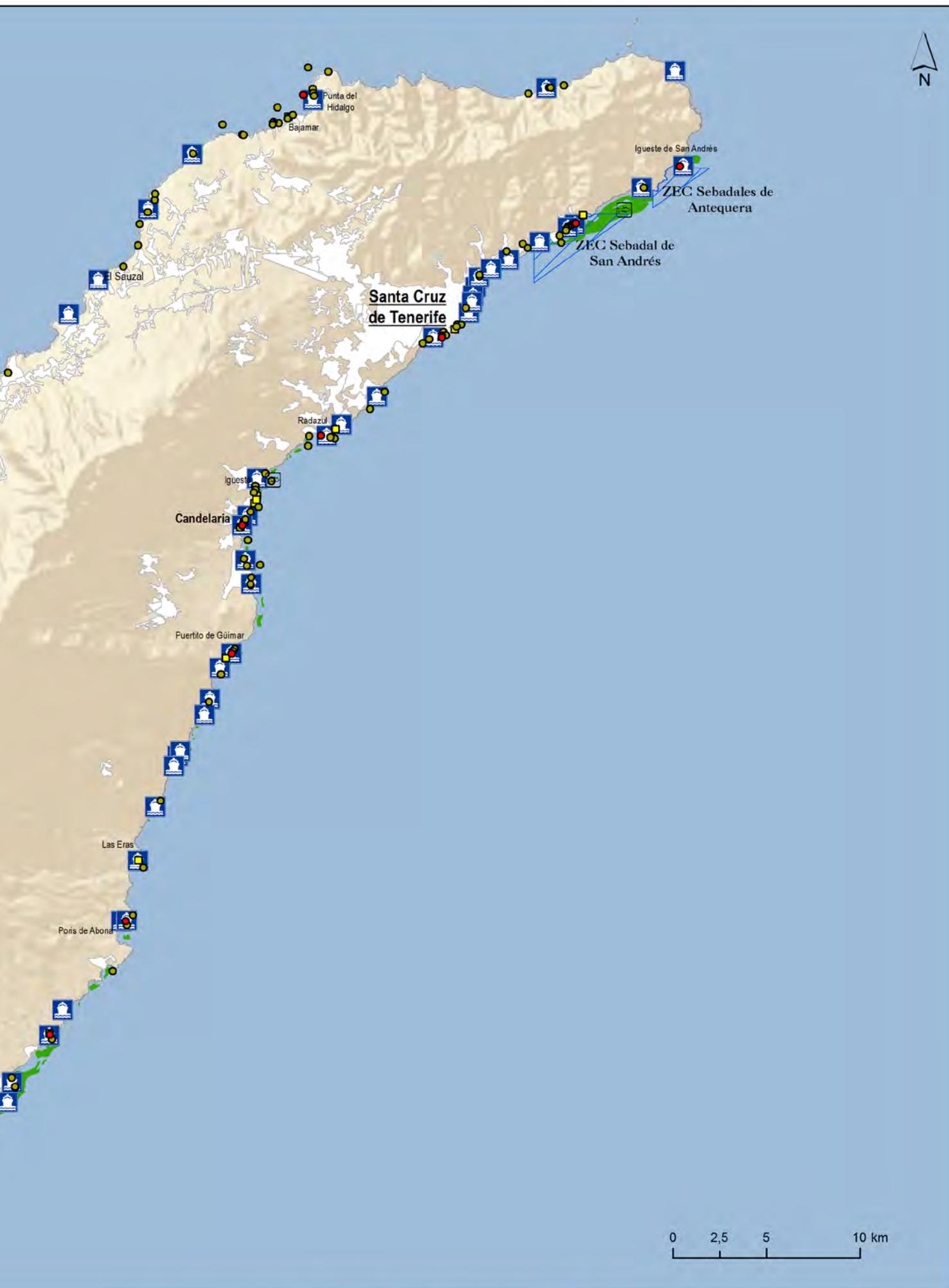
Escala: 1:250000

 *Cymodocea nodosa*  *Halophila decipiens*





- Puertos
- Vertidos
- Fondeaderos
- Playas intervenidas
- Granjas Marinas



MAPA 4B

Tenerife

Presiones y medidas de gestión en el litoral de Tenerife

Elaboración: IEO.

Fuentes: Gobierno de Canarias, MAGRAMA, Proyecto Corine Land Cover-IGN/ Agencia Europea de Medio Ambiente. Mapa Base: World Shaded Relief-Esri, BCN 500- IGN.

Escala: 1:250000

 tejido urbano e industrial

 Red Natura 2000

 Angiospermas Marinas

MAPA 5A
Gran Canaria
Distribución de praderas marinas en el litoral de Gran Canaria

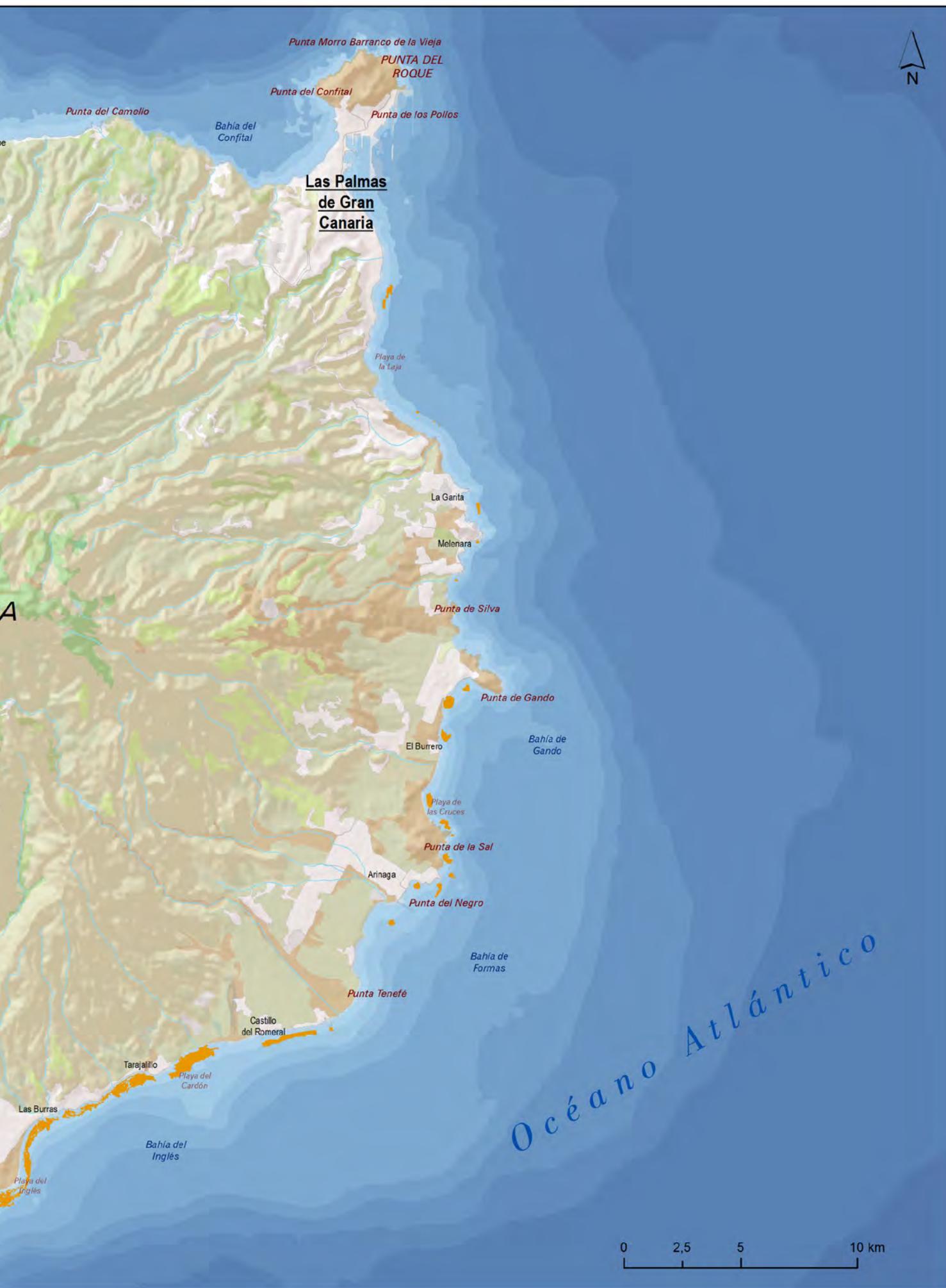
Elaboración: IEO.

Fuentes: varios autores y entidades (ver texto), Ecocartografías del MAGRAMA. Mapa Base Marino: IEO. Mapa Base Terrestre: Word Shaded Relief-Esri, Proyecto Corine Land Cover-IGN/ Agencia Europea de Medio Ambiente, BCN 500- IGN.

Escala: 1:200000



 *Cymodocea nodosa*





ISLAS CANARIAS



ZEC Costa de Sardinia del Norte

San Felipe

Agate

La Aldea

ZEC Sabadales de Güigüi

GRAN CANARIA

Veneguera

Puerto de Mogán

Tauro

Puerto Rico

ZEC Franja marina de Mogán

Arguineguin

Faro de Maspalomas



Puertos



Vertidos



Playas intervenidas



Fondeaderos



Granjas marinas



MAPA 5B

Gran Canaria

Presiones y medidas de gestión en el litoral de Gran Canaria

Elaboración: IEO.

Fuentes: Gobierno de Canarias, MAGRAMA, Proyecto Corine Land Cover-IGN/ Agencia Europea de Medio Ambiente. Mapa Base: World Shaded Relief-Esri, BCN 500-IGN.

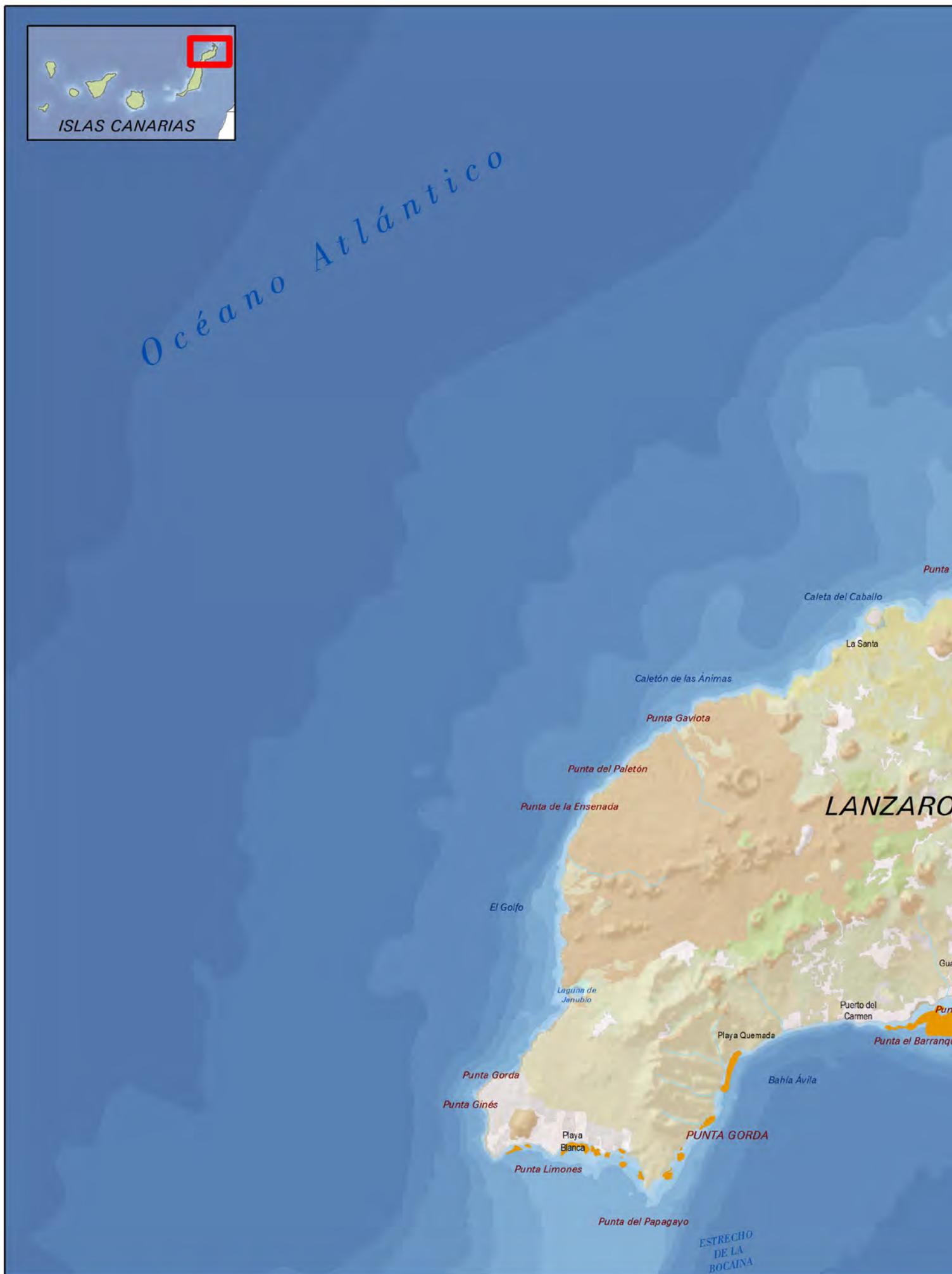
Tejido urbano e industrial

Angiospermas Marinas

Red Natura 2000

Escala: 1:200000

MAPA 6A
Lanzarote
Distribución de praderas marinas en el litoral de Lanzarote

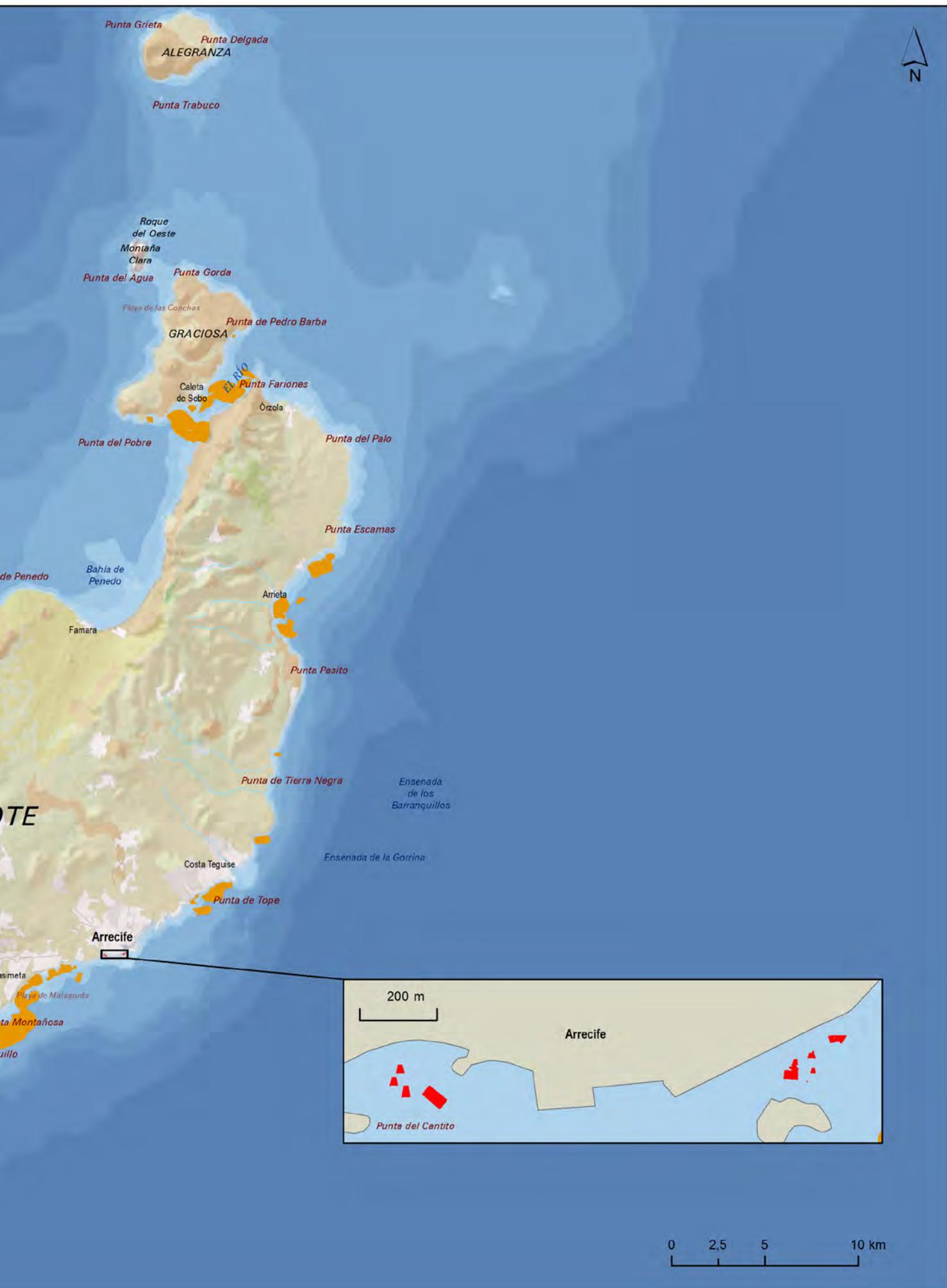


Elaboración: IEO.

Fuentes: varios autores y entidades (ver texto), Ecocartografías del MAGRAMA. Mapa Base Marino: IEO. Mapa Base Terrestre: Word Shaded Relief-Esri, Proyecto Corine Land Cover-IGN/ Agencia Europea de Medio Ambiente, BCN 500- IGN.

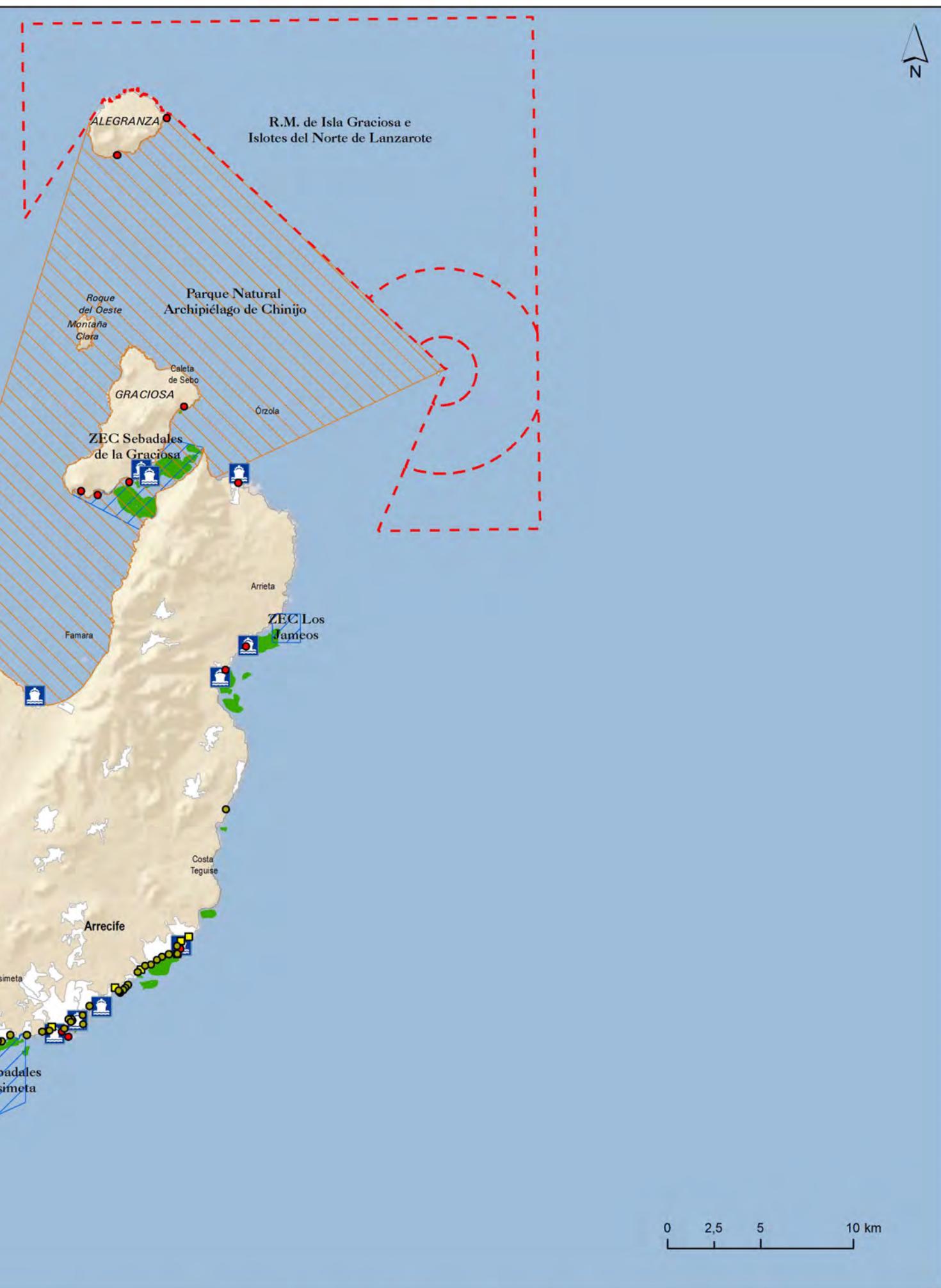
Escala: 1:250000

■ *Cymodocea nodosa* ■ *Zostera noltii*





-  Puertos
-  Vertidos
-  Fondeaderos
-  Playas intervenidas
-  Granjas marinas



MAPA 6B

Lanzarote

Presiones y medidas de gestión en el litoral de Lanzarote

Elaboración: IEO.

Fuentes: Gobierno de Canarias, MAGRAMA, Proyecto Corine Land Cover-IGN/ Agencia Europea de Medio Ambiente. Mapa Base: World Shaded Relief-Esri, BCN 500- IGN.



MAPA 7A

Fuerteventura

Distribución de praderas marinas en el litoral de Fuerteventura



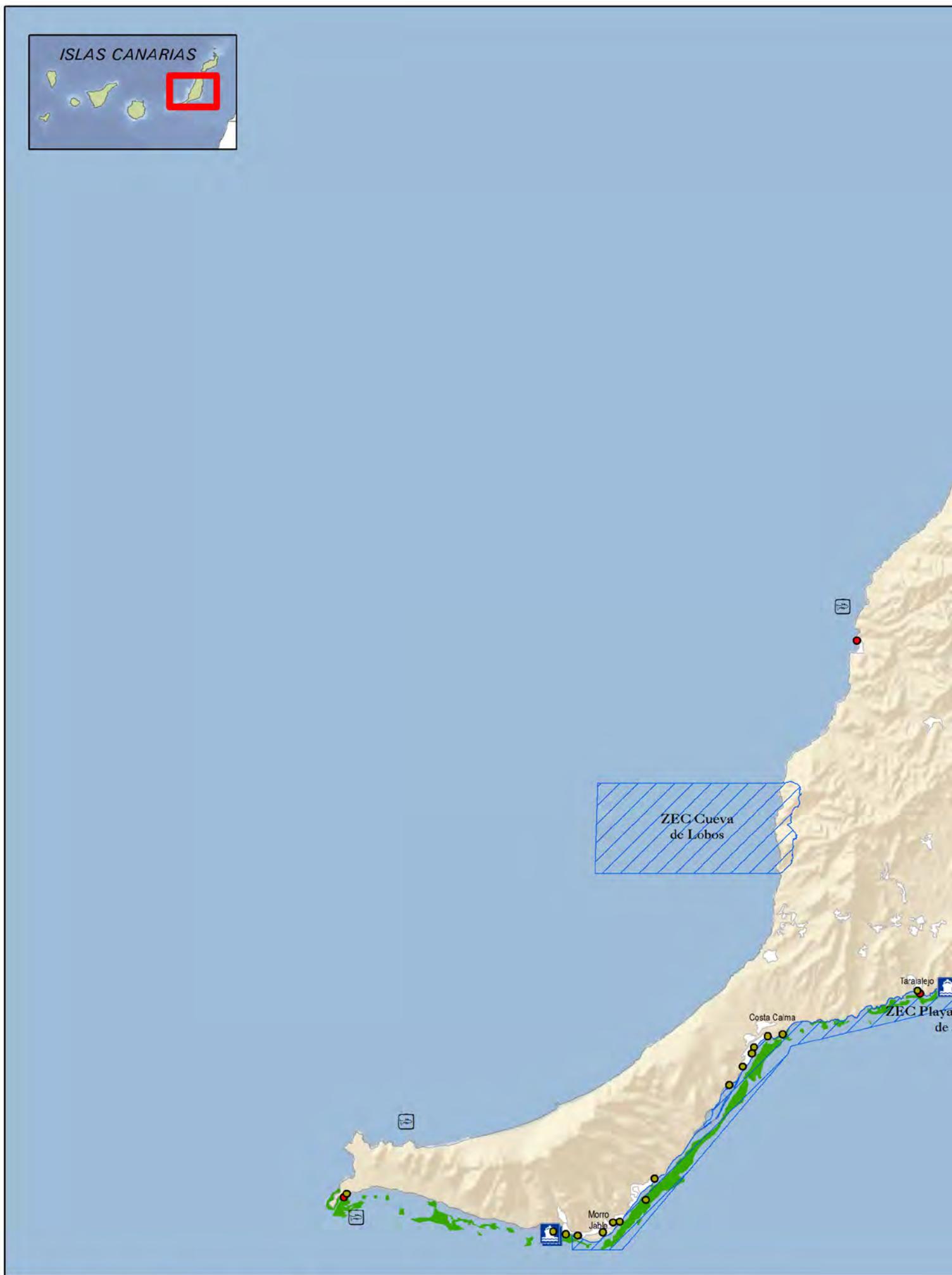
Elaboración: IEO.

Fuentes: varios autores y entidades (ver texto), Ecocartografías del MAGRAMA. Mapa Base Marino: IEO. Mapa Base Terrestre: Word Shaded Relief-Esri, Proyecto Corine Land Cover-IGN/ Agencia Europea de Medio Ambiente, BCN 500- IGN.

Escala: 1:300000

 *Cymodocea nodosa*





-  Puertos
-  Vertidos
-  Fondeaderos
-  Playas intervenidas
-  Granjas marinas



MAPA 7B

Fuerteventura

Presiones y medidas de gestión en el litoral de Fuerteventura

Elaboración: IEO.

Fuentes: Gobierno de Canarias, MAGRAMA, Proyecto Corine Land Cover-IGN/ Agencia Europea de Medio Ambiente. Mapa Base: World Shaded Relief-Esri, BCN 500-IGN.