

**ESTUDIO BIONÓMICO
DEL LUGAR DE
INTERÉS COMUNITARIO (LIC)
SEBADALES DEL SUR DE TENERIFE**



ESTUDIO BIONÓMICO DEL LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC) SEBADALES DEL SUR DE TENERIFE

ELABORADO POR:

**CENTRO DE INVESTIGACIONES
MEDIOAMBIENTALES DEL
ATLÁNTICO S.L.**



PROMOTOR:

**AUTORIDAD PORTUARIA DE S/C
DE TENERIFE**



Autores:

Lcda. Myriam Rodríguez García del Castillo
Dr. Rodrigo Riera Elena
Lcdo. Óscar Monterroso Hoyos
Dr. Óscar Pérez Martínez
Lcda. Eva Ramos Rodríguez
Lcda. Judit Sánchez Comas
Dra. Alicia Sacramento Trujillo

Colaboradores:

Lcda. Almudena Díaz González

La Laguna, noviembre de 2008

Este informe debe ser citado como:

M. Rodríguez, R. Riera, Ó. Monterroso, Ó. Pérez, E. Ramos, J. Sánchez y A. Sacramento. *Estudio Bionómico del Lugar de Interés Comunitario (LIC) Sebadales del Sur de Tenerife*. C.I.M.A - Informe Técnico (36): 85 pp.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	1
1.2. OBJETIVOS	4
1.3. ZONA DE ESTUDIO.....	5
2. METODOLOGÍA	8
2.1. CARTOGRAFÍA BIONÓMICA.....	9
2.2. CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DEL ESTADO DE LAS PRADERAS DE <i>CYMODOCEA NODOSA</i>	11
2.2.1 Transectos de Buceo en Sebadales.....	11
2.2.2 Análisis de Sedimentos (dragados)	12
Granulometría	12
Materia Orgánica	13
Comunidades de infauna	13
2.2.3 Análisis de los datos	15
3. RESULTADOS	17
3.1. CARTOGRAFÍA BIONÓMICA.....	17
3.1.1 Caracterización General de las Comunidades Bentónicas.....	17
3.1.2 Caracterización Particular de las Comunidades Bentónicas	21
Pradera de <i>Cymodocea nodosa</i> (sebadal)	21
Pradera de <i>Caulerpa prolifera</i> (caulerpales).....	27
Biocenosis de <i>Lithothamnion</i> (Mäerl)	29
Poblamientos de anguila jardinera (<i>Heteroconger longissimus</i>).....	31
Poblamientos de Sabélidos.....	33
Comunidad de blanquizal	34
Comunidad de Halófila	37
Comunidad de algas (algas fotófilas y esciáfilas).....	38
Biocenosis de arenas sin vegetación	41
3.2. TRANSECTOS DE BUCEO	43
3.2.1 Transectos Individuales	44
Transecto BU2.....	44
Transecto BU4.....	45
Transecto BU5.....	46
Transecto BU6.....	47
Transecto BU7.....	49
Transecto BU8.....	50
Transecto BU9.....	51
Transecto BU10.....	53
3.2.2 Transectos por Zonas	55
3.2.3 Transectos en Conjunto	56
3.2.4 Consideraciones generales	58
Altura de la seba	58
Cobertura de la seba	59
3.3. GRANULOMETRÍA.....	61
3.4. MATERIA ORGÁNICA	72
3.5. INFAUNA	73
3.5.1 Estudio comparativo entre campañas	78
4. CONCLUSIONES	81

5. BIBLIOGRAFÍA..... 83

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Las fanerógamas son auténticas plantas marinas que crecen sobre fondos arenosos iluminados y de baja hidrodinámica. A diferencia de las algas, presentan la estructura de las plantas superiores, raíz, tallo rizomatoso y hojas, que constituyen los órganos vegetativos, mientras que para su reproducción tienen flores, frutos y semillas. Existen numerosos estudios que detallan la importancia de los ecosistemas de praderas de fanerógamas en el mantenimiento de la biodiversidad, de la productividad biológica y de los recursos pesqueros locales.

En las Islas Canarias se encuentran tres especies de fanerógamas marinas, *Cymodocea nodosa*, *Halophila decipiens* y *Zostera noltii* (Reyes *et al.*, 1995), siendo *Cymodocea nodosa* la que presenta una mayor distribución y abundancia. Comúnmente se le llama “seba” y es la que forma los sebadales o manchones. En Tenerife, se conocen la *Cymodocea nodosa* y la *Halophila decipiens* en la zona Este, Sur y Sudoeste, en la costa Norte no hay asentamientos debido a la elevada hidrodinámica marina (oleaje y corrientes) y la naturaleza rocosa de los fondos someros. Como en el resto de las islas, la fanerógama *Cymodocea nodosa* es la de mayor importancia, ya que, a pesar del alto valor de las comunidades de *Halophila decipiens*, las funciones ecológicas que desempeñan no pueden compararse con las que cumple el sebadal al presentar un inferior porte foliar, generalmente coberturas más bajas y un grado de epifitismo bajo.

Las praderas de fanerógamas son ecosistemas de lenta recuperación, muy sensibles a alteraciones antropogénicas (Mann, 2000). La mayoría de la pérdida de sebadales se atribuye a vertidos industriales, domésticos y a las construcciones costeras (Shepherd *et al.*, 1989; Short *et al.*, 1995). Los efluentes provenientes de actividades acuícolas, cargados principalmente de materia orgánica, también pueden tener un impacto negativo (Delgado *et al.*, 1997).

Por esta razón se ha llevado al establecimiento, por parte de los legisladores, de acciones para la conservación de estos frágiles e importantes ecosistemas marinos. Entre las normas legislativas cabe destacar:

- La Directiva 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre y su posterior adaptación al progreso técnico y científico a través de la Directiva 97/62/CEE del 27 de octubre de 1997.

- Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre que establece medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres (BOE nº 310 de 28.12.95) (Corrección de errores: BOE nº 129, de 28.05.96).
- En Canarias, la *Cymodocea nodosa* y la *Halophila decipiens* son especies de fanerógamas catalogadas como sensible a la alteración de su hábitat¹ y de interés especial², respectivamente (BOC, Decreto 151/2001, de 23 de julio, por el que se crea el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias).
- La Ley 17/2003, de 10 de abril, de Pesca de Canarias en sus directrices para la elaboración del Plan Regional de Ordenación de la Acuicultura, considera la fragilidad e importancia de los sebadales, y establece que “se recogerán como prohibidas todas aquellas zonas con fondos bionómicos del tipo de praderas de fanerógamas marinas o sebadales”.
- El Plan Insular de Ordenación del Territorio de Tenerife apunta que se establecerán medidas de protección y rehabilitación específicas sobre “espacios significativos”, donde se incluyen los “fondos arenosos colonizados por fanerógamas marinas” (directriz 5-D del artículo 2.3.4.2 sobre las Áreas de Protección Ambiental 3).

En la Tabla 1 se resume el estado de conocimiento actual sobre la distribución de *Cymodocea nodosa* en el archipiélago y en Tenerife, y dado que no existe otra información disponible, se usará ésta como área de ocupación de la especie. Esta información se ha obtenido a partir de informes técnicos (Espino *et al*, 2003), de las ecocartografías de la Dirección General de Costas de las áreas estudiadas realizadas entre los años 2001 y 2008, de la ecocartografía del litoral de la isla de Tenerife realizada por el Cabildo de Tenerife (2004-2006), de cartografías de los LICs sebadales del sur de Tenerife y Playa del Cabrón, así como de la información del seguimiento de las poblaciones de especies amenazadas realizadas por la Consejería de Medioambiente y Ordenación Territorial.

¹ Aquellas especies cuyo hábitat característico está particularmente amenazado, en grave regresión, fraccionado o muy limitado.

² Aquellas especies, que sin estar contempladas en ninguna de las otras categorías de protección (en peligro de extinción, sensibles a la alteración de su hábitat o vulnerables), sean merecedoras de una atención particular en función de su valor científico, ecológico, cultural o por su singularidad.

Tabla 1. Resumen de superficie de ocupación de <i>Cymodocea nodosa</i> en Canarias.		
ISLA	Nº SEBADALES	EXTENSIÓN (Km²)
LANZAROTE	18	20.7
FUERTEVENTURA	24	27.9
GRAN CANARIA	32	21.5
TENERIFE	30	10.5
LA PALMA	2	0.4
LA GOMERA	15	1.8
EL HIERRO	1	0.1
TOTAL	122	82.9

En Tenerife se localizan un total de 30 praderas de esta fanerógama marina, con una superficie total insular de 10.509.391 m². Entre las praderas cabe destacar la extensión del sebadal de Granadilla³, que corresponde al de mayor superficie de la isla, con 6.066.844 m². Otro sebadal importante es el de Igueste de San Andrés con una extensión de 1.125.845 m².

La mayor parte del sebadal de Granadilla está incluido dentro del Lugar de Interés Comunitario (LIC) denominado “Sebadales del Sur de Tenerife”, que según las informaciones contenidas en el formulario Natura 2000, caracterizan el lugar como “...una amplia plataforma arenosa que alberga una de las praderas de *Cymodocea nodosa* más extensas del archipiélago y con un mejor estado de conservación. Constituye un hábitat de gran importancia como zona de cría para muchas especies de interés pesquero, además de albergar una gran biodiversidad de organismos asociados a estos ecosistemas. Tiene poblaciones del alga verde endémica *Avranvillea canariensis* y de la fanerógama marina *Halophila decipiens*”.

El proyecto del futuro Puerto de Granadilla suscitó, a través del órgano sustantivo ambiental, la necesidad de realizar una cartografía temática del medio natural y en concreto de las biocenosis marinas más representativas del LIC “Sebadales del Sur de Tenerife”, que sirviese de instrumento útil para su valoración ecológica a la vez que para las futuras labores de planificación, gestión, seguimiento y conservación de este tramo costero. En respuesta de esta demanda la empresa Centro de Investigaciones Submarinas (CIS), en el año 2004, junto a personal que compone en la actualidad el equipo humano del Centro de Investigaciones Medioambientales del Atlántico (CIMA), realizó los trabajos pertinentes de dicha asistencia técnica. Entre los objetivos que se alcanzaron en este estudio destaca el cartografiado y valoración del estado de las praderas de *Cymodocea nodosa*.

³ Este sebadal incluye desde la Punta de Montaña Amarilla hasta la Punta de El Sordo.

Con posterioridad, el Cabildo Insular de Tenerife realizó el estudio bionómico de la isla de Tenerife. Este estudio se realizó en dos campañas, primero las vertientes Este y Oeste de la isla (año 2005) y posteriormente la vertiente Norte (año 2006). El diseño del trabajo de campo y posterior generación de cartografía bionómica, no fue específicamente estructurado para generar un cartografía y dar una valoración de las comunidades de la zona del LIC “Sebadales del Sur de Tenerife”, con igual o mayor a precisión que la anterior, por lo que no es posible su utilización como cartografía temática base.

Por lo tanto y debido al largo tiempo transcurrido desde la realización de la primera cartografía temática de la zona y las presiones ambientales que han suscitado el proyecto del futuro Puerto de Granadilla, el Observatorio Medioambiental del Puerto de Granadilla precisa de una cartografía actualizada así como una valoración del estado de las praderas de *Cymodocea nodosa* en el LIC “Sebadales del Sur de Tenerife”. Este estudio servirá como información base para las labores futuras de planificación, gestión, seguimiento y conservación de este tramo costero.

1.2. OBJETIVOS

El objeto de este estudio es la creación de una cartografía actualizada de las comunidades bentónicas del LIC denominado “Sebadales del Sur de Tenerife”, haciendo un especial énfasis en la caracterización y valoración de las comunidades de *Cymodocea nodosa* y su comparación con los datos obtenidos en el estudio del 2004, que sirva de información base para las futuras labores de planificación, gestión, seguimiento y conservación de este tramo costero.

Para conseguirlo, este estudio alcanzó los siguientes objetivos específicos:

- Diseño y ejecución de la campaña de muestreo.
- Cartografiado de las comunidades bentónicas.
- Cartografiado de las comunidades de *Cymodocea nodosa*.
- Valoración del estado de las praderas de *Cymodocea nodosa*.
- Comparación de los resultados obtenidos en este estudio con los del estudio del 2004.

1.3. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio corresponde con el área delimitada por el Lugar de Interés Comunitario (LIC) denominado “Sebadales del Sur de Tenerife” (Tabla 2). Éste se ubica al Sur de la isla de Tenerife, más concretamente entre la Puntilla de las Cuevas del Trigo en el municipio de Granadilla de Abona y Punta Salema en el municipio de Arona. El ámbito geográfico del presente estudio está referido a la franja litoral comprendida entre las isóbatas de 0 a -50 m.

El área de estudio principal se extendió por el Este hasta la zona donde se planea la construcción del futuro Puerto de Granadilla y por el Oeste unos 1.500 m ya que, aunque queda fuera del LIC “Sebadales del Sur de Tenerife” objeto de este trabajo, se pretende obtener información valiosa de las comunidades colindantes a este espacio. A este área se le denominará “zona de estudio extendida”.

Tabla 2. Descripción del LIC Sebadales del Sur de Tenerife (Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial del Gobierno de Canarias).	
Código	ES7020116
Nombre	Sebadales del Sur de Tenerife
Categoría	LIC
Documento ref.	Decisión de la Comisión 2002/11/CE (28/12/2001)
Fecha declaración	28-12-2001
Área	26.926.767 m ²
Perímetro	54.944,83 m
Características del lugar	Los fondos son someros, con suave pendiente, cubierto por un gran manto de arenas claras, organógenas en su mayor parte, siendo la cobertura vegetal de gran importancia.
Última actualización	Decisión de la Comisión de 25 de enero de 2008 por la que se aprueba, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, una primera actualización de la lista de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica macaronésica (Diario Oficial de la Unión Europea L 31/39 de 5 del 2 de 2008)

En la zona de estudio, la pradera de *Cymodocea nodosa* es una de las comunidades marinas más abundantes, con una extensión aproximada de 6.066.844 m² (ver Memoria de la Asistencia Técnica para la redacción del estudio bionómico Lugar de Interés Comunitario “Sebadales del sur de Tenerife”), caracterizándose por presentar un patrón discontinuo en términos de distribución (en parches) y cobertura (sebadal denso y escaso) a lo largo de la mayor parte de la costa. Las profundidades donde se localiza este sebadal se sitúan entre un mínimo de 8 m y un máximo de 22 m de profundidad, aunque a poca profundidad se caracteriza por encontrarse en forma de manchas, alcanzando una pradera homogénea a partir de los 15 metros. Las coberturas máximas de este sebadal se obtuvieron entre los 15 y 18 m de profundidad.

En términos de cobertura y a partir del estudio realizado por la empresa Centro de Investigaciones Submarinas S.L. (CIS), con la colaboración del personal de CIMA, en noviembre de 2004 se observó una cobertura media del sebadal del 40,8% ($\pm 17,5$ %), situándose entre un mínimo de 10% y un máximo de 90%. El sebadal de Granadilla se caracteriza por la presencia de praderas de cobertura heterogénea: baja (41% del total), media (56,5%) y alta (2,5%). La densidad de sebas por metro cuadrado varió entre un mínimo de 147 haces/m² y un máximo de 844 haces/m², registrándose una media de 417,3 haces/m² (± 139 haces/m²) que en este estudio se clasifica como un sebadal de cobertura media y que siguiendo la clasificación de Espino *et al.* (2003) se valoraría como sebadal poco denso. La altura de las sebas mostró variaciones importantes, oscilando entre un mínimo de 12,3 cm y un máximo de 34,7 cm, con una media de 25,4 cm ($\pm 4,7$ cm).

El estudio anterior resalta la presencia de diferencias en la altura con la profundidad, registrándose un aumento de la longitud de los haces en las áreas más someras, con una media de 27 cm. Sin embargo, la variabilidad en la densidad de haces presenta otra tendencia, siendo más alta la cobertura en el centro del sebadal (500 haces/m²) y disminuye en los extremos de la pradera (350 haces/m²).

A nivel genético, Alberto *et al* (2006) establecieron que la pradera presente en el área de El Médano, al sur del sebadal de Granadilla, se caracteriza por presentar la diversidad genética más alta de las 10 praderas muestreadas en 4 islas del archipiélago, debido a que se encuentra sujeta a una deriva genética menor con respecto al resto de praderas analizadas en ese estudio. Estos datos son corroborados por Manent & González-Henríquez (2008) en su informe para la Autoridad Portuaria sobre el “Análisis genético sobre la viabilidad del sebadal de Granadilla como pradera donante y posibles sebadales receptores en Canarias”, indican la presencia de unos niveles elevados de riqueza alélica en este caso en el sebadal de Granadilla, en comparación con el resto de localidades analizadas en el archipiélago canario (Playa Blanca (Lanzarote), Gran Tarajal, Punta Jandía (Fuerteventura), Las Canteras,

Taliarte, Arinaga, Bahía Feliz (Gran Canaria), Las Teresitas y San Juan (Tenerife). Estos autores observaron 5 variaciones alélicas exclusivas en la pradera de Granadilla de los 51 alelos detectados para los 8 loci analizados que hacen que sea la población con mayor potencial evolutivo de las praderas muestreadas.

2. METODOLOGÍA

La consecución los diferentes objetivos marcados en este estudio, comenzó con el diseño y ejecución de una campaña de muestreo para tal fin. Con el fin de poder comparar los resultados de este estudio con los obtenidos en el estudio anterior “Asistencia técnica para la redacción del estudio bionómico lugar de interés comunitario sebadales del sur de Tenerife” realizados por el CIS en el 2004, se replicó el diseño (número y ubicación de transectos) de muestreo de dicho estudio.

La Figura 1 muestra la distribución de los diferentes transectos de vídeo, transectos de buceo y dragados realizados en este estudio. Los transectos de vídeo se utilizaron para la generación de la cartografía bionómica, mientras que los transectos de buceo y los dragados (granulometría, materia orgánica e infauna) tuvieron como finalidad la caracterización y valoración del estado de las praderas de *Cymodocea nodosa*.



Fig. 1: Distribución de los transectos y muestras de la campaña de muestreo realizada en este estudio.

2.1. CARTOGRAFÍA BIONÓMICA

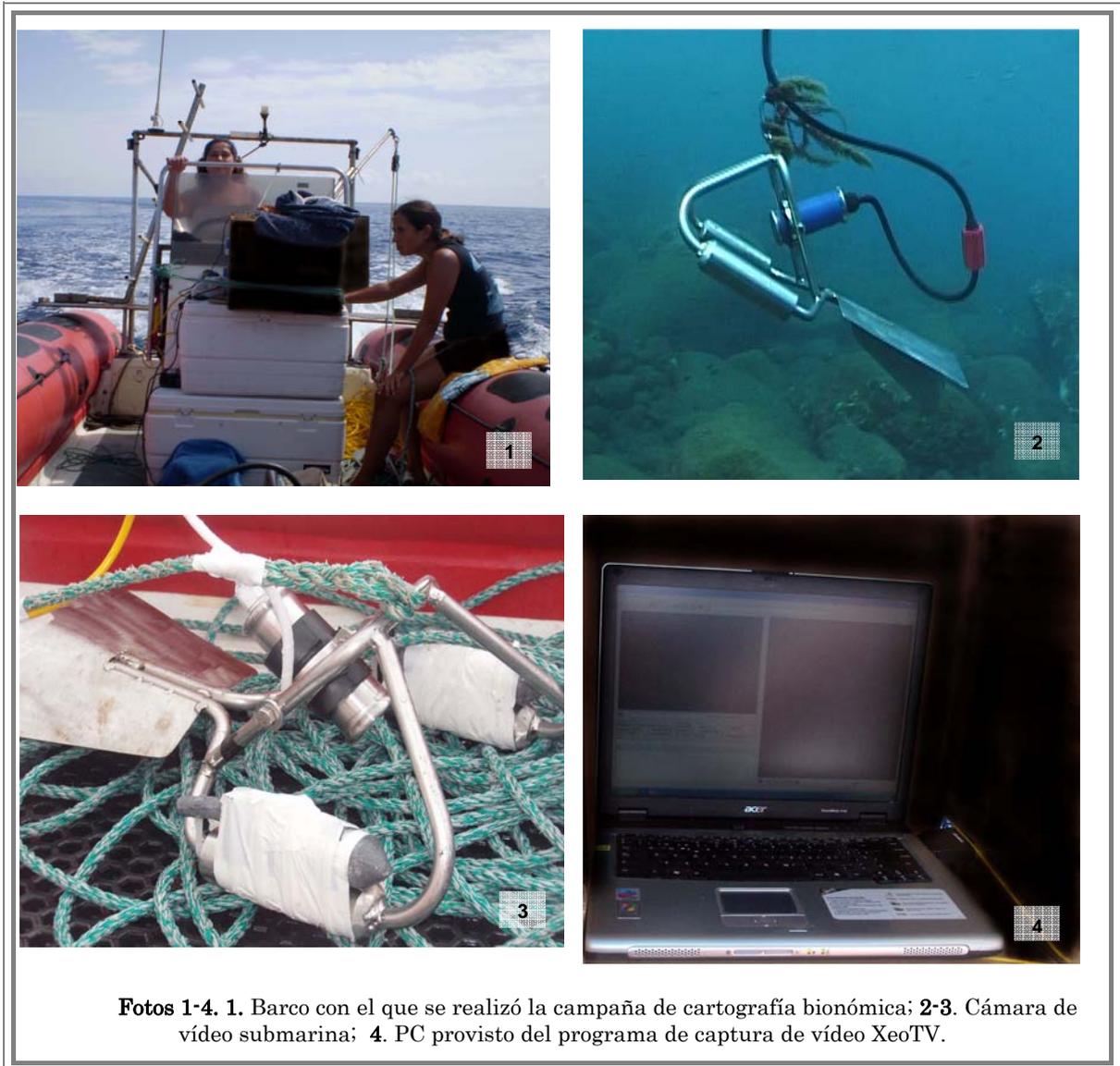
Se realizaron sesenta y dos (62) transectos de vídeo submarino, en formato digital, en la zona de estudio durante los meses de agosto y septiembre de 2008 (Fotos 1-4).

Los transectos se llevaron a cabo mediante el arrastre georreferenciado de una cámara de vídeo submarina para determinar el tipo de fondo y las comunidades presentes. La grabación de las imágenes proporcionadas por la cámara se realizó en un ordenador portátil provisto del programa de edición de vídeo y navegación XeoTV, que es capaz de integrar simultáneamente la información que le proporciona la cámara de vídeo, los datos emitidos por el GPS (posición, hora, fecha y velocidad del barco), y actuar como navegador para facilitar el correcto desarrollo de la ruta prefijada en los transectos.

Esta campaña de recogida de datos se realizó desde una embarcación provista con el siguiente equipo:

- Equipo de filmación, consistente en una cámara submarina de color (Mod. TV Tower), provista de cable coaxial para la observación en tiempo real de la imagen en un ordenador portátil con un sistema de grabación georreferenciado y Receptor GPS (Haicom) con conexión USB al ordenador portátil utilizado para la grabación de la filmación.
- Sonda.

Una vez realizados los transectos se procedió en el gabinete a la visualización de los vídeos, esta información junto con los datos recogidos en las inmersiones efectuadas y la información batimétrica y cartográfica de la zona, se introdujo en el Sistema de Información Geográfica (SIG), y a continuación se procedió a las tareas de digitalización, generación de la cartografía, cálculo de las áreas y elaboración del mapa bionómico.



2.2. CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DEL ESTADO DE LAS PRADERAS DE *CYMODOCEA NODOSA*

2.2.1 TRANSECTOS DE BUCEO EN SEBADALES

Una vez conocida la localización y extensión general de las praderas de fanerógamas (transectos de vídeo), se procedió a la cuantificación y caracterización de los sebadales por muestreo directo, mediante la realización de 9 transectos con buceadores dotados de escafandra autónoma, con el objetivo de evaluar los parámetros escogidos como descriptores de la comunidad.

En cada transecto se realizaron 4 muestreos: uno en el inicio del sebadal, dos en la zona central y el último, el más profundo, en su límite inferior. Los muestreos se realizaron con la ayuda de una cuadrícula de 25 x 25 cm, que era lanzada 5 veces al azar. Los parámetros estimados fueron los siguientes:

- Densidad: número de pies (plantas) contenidos en la cuadrícula de 25 x 25 cm (Foto 5).
- Cobertura: porcentaje de ocupación de sustrato de las manchas de pradera contenidos en la cuadrícula de 25 x 25 cm.
- Altura media: obtenida midiendo un número suficiente de haces (entre 10-15) elegidos al azar (Foto 6).



2.2.2 ANÁLISIS DE SEDIMENTOS (DRAGADOS)

En cada una de las cinco estaciones de muestreo se realizarán análisis químico (materia orgánica), físico (granulometría) y de fauna (infauna). En los análisis de fauna se determinará el número de especies o grupos taxonómicos y sus abundancias.

Los fondos sedimentarios se muestrearon desde una embarcación con una Draga tipo Can-Foster, recogiendo un volumen de unos 8.000 cm³ (Fotos 7-9). La elección de esta draga viene dada por permitir la penetración en el sustrato entre 15 y 25 cm. obteniéndose muestras de volumen representativo. Las muestras se recolectarán por triplicado, con el fin de disminuir la variabilidad a pequeña escala que presenta la infauna. Cada punto de muestreo se caracterizó a través de datos de posicionamiento (GPS), profundidad y observaciones de interés que se recogen en las fichas de campo.

Todos los análisis de laboratorio de parámetros correspondientes a las muestras de sedimentos y fauna, se realizarán mediante métodos oficiales y normalizados (normas UNE, ISO, Standard Methods, EPA, etc.). Se garantiza también la calidad de los resultados ya que se contrastan los métodos periódicamente con la utilización de materiales de referencia y supervisión continua de los responsables de las diferentes fases del trabajo.



Granulometría

El tamaño de las partículas de los sedimentos es uno de los factores clave en la descripción de los hábitats de la infauna, ya que éste determina directamente las condiciones espaciales y estructurales, e indirectamente los factores químicos y físicos del sedimento como medio (Giere, 1993). Para la determinación del análisis granulométrico se tomará una muestra de 100 gr, que se secará a temperatura

ambiente y se pasará de forma manual por una columna de 6 tamices metálicos C.I.S.A., cuya luz de malla sigue la escala de Wentworth (Buchanan, 1984) con los siguientes tamaños: 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,2 mm, 0,1 mm y 0,063 mm. Estos tamices determinan las siguientes fracciones sedimentarias, propuestas por la Sección de Petrología Sedimentaria de la Universidad Complutense de Madrid y el Instituto Lucas Mallada del C.S.I.C: gravas (>2 mm), arena muy gruesa (2-1 mm), arena gruesa (1-0,5 mm), arena media (0,5-0,2 mm), arena fina (0,2-0,1 mm), arena muy fina (0,1-0,063 mm) y fangos (< 0,063 mm). Una vez finalizado el tamizado, se pesarán cada una de las fracciones retenidas, en una balanza digital Scout-Pro 400 con ajuste a la décima de gramo.

Materia Orgánica

El contenido de los sedimentos en materia orgánica es de gran importancia para las comunidades que habitan estos ambientes, ya que supone la base de la alimentación de un elevado número de organismos. La materia orgánica (MO) se encuentra relacionada directamente con la presencia de elementos finos en el sedimento, los cuales actúan como enriquecedores de ésta dada su gran capacidad de absorción. Las aguas tranquilas con poca dinámica facilitan la sedimentación de la MO, originando un sedimento no sólo de textura fina sino también rico en contenido orgánico.

La determinación de la MO se realiza a partir del contenido en carbono orgánico (Método de Walkley y Blanck), que consiste en destruir la materia orgánica contenida en una muestra, oxidándola por medio de la adición de una mezcla de ácido sulfúrico, ácido fosfórico y dicromato de potasio, dejándola digerir por un período de tiempo, para luego realizar una determinación volumétrica con sulfato ferroso amónico del material no oxidado y así determinar la cantidad de materia orgánica en la muestra. El análisis de este valor incluye los restos vegetales y animales sin descomponer, además de las sustancias húmicas y las formas inertes de carbono vegetal, tales como carbón, grafito, etc., que a veces se presentan en los suelos en grandes cantidades.

Comunidades de infauna

Los estudios de las comunidades de infauna como elemento bioindicador, son imprescindibles para valorar y diagnosticar el estado de calidad ambiental de la zona, ya que la infauna es de considerable interés como indicador potencial de los cambios y perturbaciones que se producen en los ecosistemas marinos (Pearson & Rosenberg, 1978).

Las muestras de sedimento se etiquetaron almacenándolo en botes de plástico hasta su transporte en tierra, donde son tamizadas por una malla de 0,5 mm de diámetro, considerada idónea para el estudio de la comunidad macrofaunal en el archipiélago canario. El material retenido en el tamiz se pasa a bandejas de base ancha, y los organismos son separados a niveles de grandes grupos taxonómicos (poliquetos, moluscos, crustáceos, equinodermos, poríferos, cnidarios, etc.) en botes de menor porte (Fotos 10-13).

En el laboratorio se procederá a la identificación de todos los ejemplares a nivel específico bajo una lupa binocular de gran potencia, cuantificando el número de ejemplares para cada especie. Los ejemplares enteros o partes de ellos de relevancia taxonómica, serán preparados en gel de glicerina para su estudio con un microscopio óptico LEICA DMLB, dotado de contraste interferencial de Nomarski.



Fotos 10-13. 10-11 Proceso de triado de las muestras; 12. Separación de la fauna; 13. Identificación de los ejemplares.

2.2.3 ANÁLISIS DE LOS DATOS

Con los resultados obtenidos de los análisis anteriores (granulometría, materia orgánica e infauna), se confeccionaron bases de datos y hojas de cálculo con las abundancias de las especies tanto de la infauna

Los análisis de los datos que se realizarán mediante el uso de estadística univariante y multivariante. La estadística univariante engloba a los descriptores de la comunidad (abundancia, riqueza, diversidad, equitatividad, dominancia, entre otros). La estadística multivariante está formada por diferentes análisis que comparan las estaciones entre sí para establecer la presencia o ausencia de diferencias significativas. Algunos ejemplos de este tipo de análisis son los dendogramas de afinidad (Cluster), ordenamientos bidimensionales (MDS), Ordenación de Componentes Principales (PCA), que disponen a nivel espacial las estaciones analizadas. Otros análisis constan únicamente de un estadístico y de una probabilidad de significación (ANOSIM, Kruskal-Wallis, Mann-Whitney, ANOVA, etc.).

Se confeccionarán bases de datos y hojas de cálculo con las abundancias de las especies para cada muestra. Las listas sistemáticas y su presencia en las muestras son sometidas a análisis de los siguientes parámetros descriptores de la comunidad para cada muestra: riqueza, abundancia, diversidad de Shannon (H') y equitatividad de Pielou (J'). También se incluyeron los parámetros ambientales propios del sedimento (granulometría y materia orgánica) para los reagrupamientos finales en biocenosis.

Las variaciones espaciales de los parámetros anteriores se compararán mediante ANOVAs de una vía empleándose el test de significación de Tukey, tras verificar la normalidad de los datos con el test de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de las varianzas con el test de Barlett. En caso de no cumplirse las condiciones de normalidad y homocedasticidad se empleará el test no parámetro de Kruskal-Wallis cuando los grupos de muestras a comparar sean superior a dos y el test no paramétrico de Mann-Whitney en el caso de que los grupos sean dos.

La estructura de las comunidades se estudiará inicialmente mediante análisis multivariante de clasificación Cluster y de Ordenación Multidimensional no paramétrica MDS (Clarke, 1993). Se realizarán análisis de similitud, para comprobar si existían diferencias significativas a nivel de las estaciones o comunidades teniendo en cuenta los factores abióticos (Clarke & Warwick, 1994).

El análisis de la varianza ANOVA se llevó a cabo con el programa estadístico GMAV-5, desarrollado por la Univesidad de Sidney. Este tipo de análisis se considera idóneo para muestreos balanceados y con un número alto de réplicas y factores de

dispersión (año de muestreo, área geográfica y praderas estudiadas) (Underwood, 1997).

3. RESULTADOS

3.1. CARTOGRAFÍA BIONÓMICA

3.1.1 CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS

Las figuras 2 y 3 muestran la distribución espacial de las comunidades bentónicas presentes en el sublitoral de la zona de estudio (LIC “Sebadales del Sur de Tenerife”) y las de zona de estudio extendida (LIC “Sebadales del Sur de Tenerife” más zonas adyacentes), respectivamente.

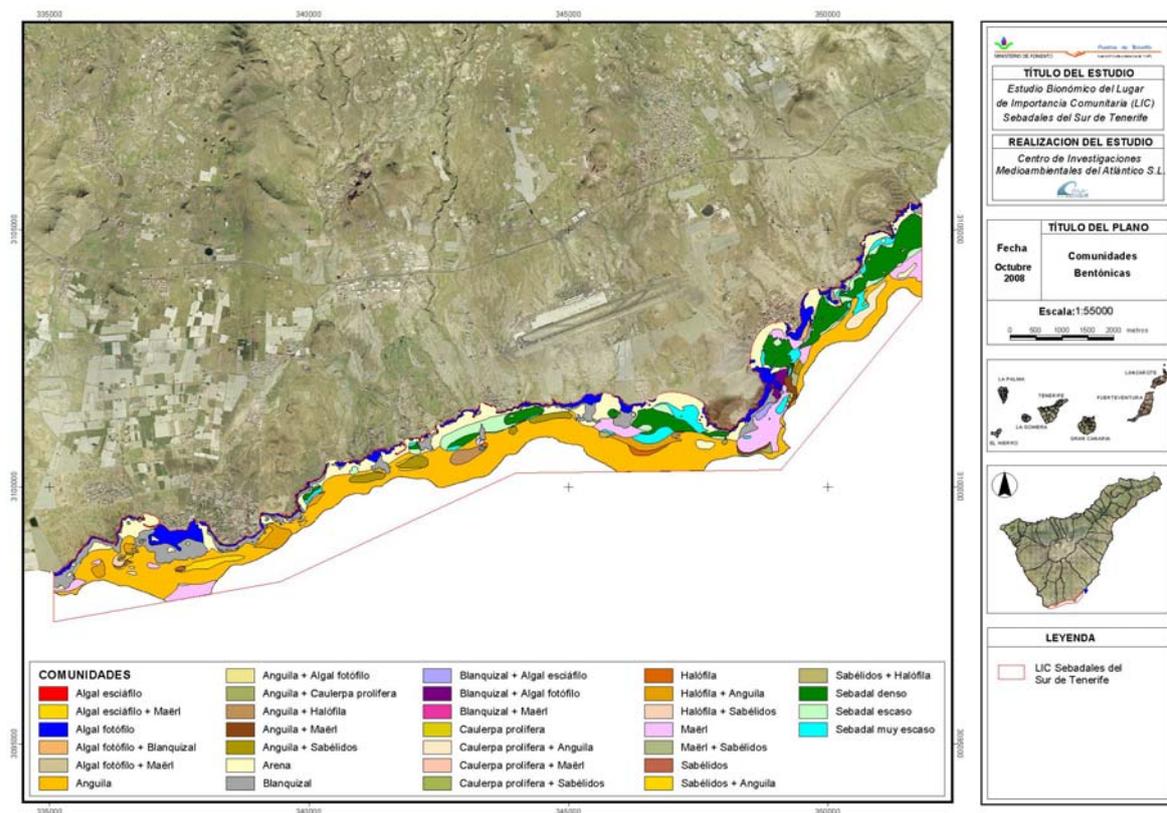


Fig. 2: Comunidades presentes en el área de estudio (LIC “Sebadales del Sur de Tenerife”).

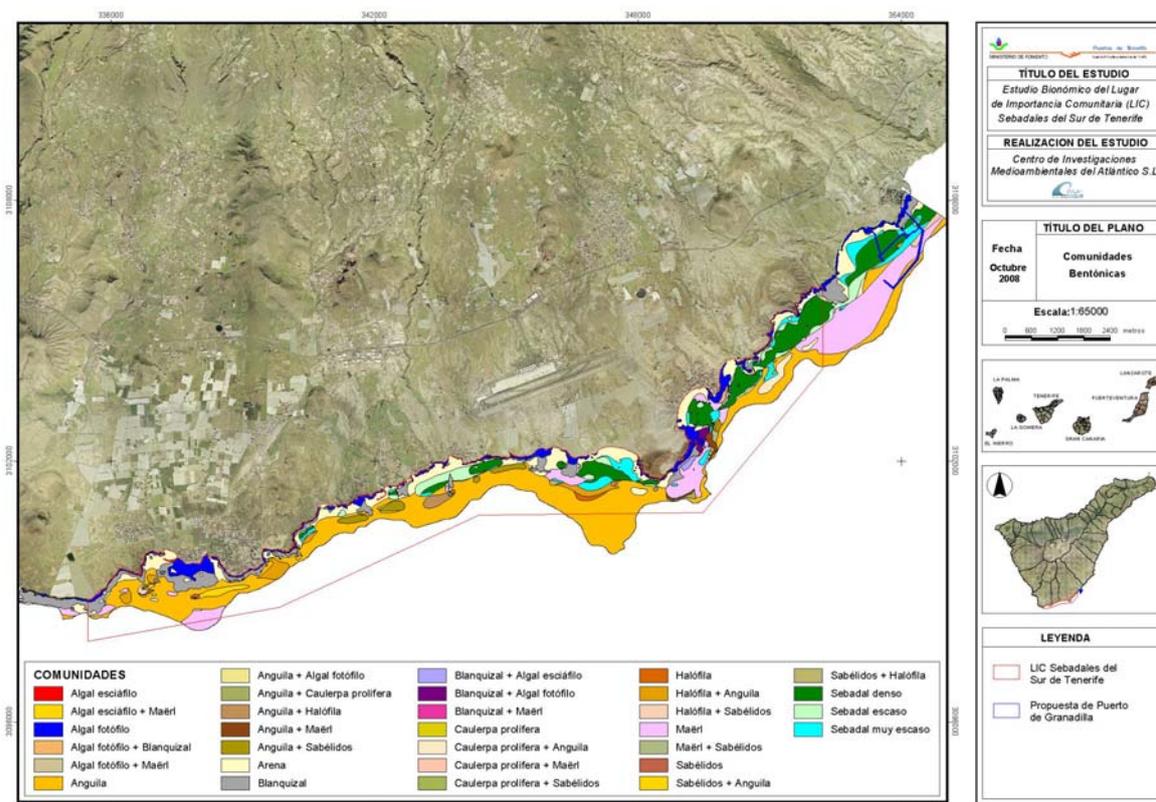


Fig. 3: Comunidades presentes en el sublitoral del área de estudio extendida (LIC “Sebadales del Sur de Tenerife” más zonas adyacentes).

La Tabla 3 muestra el área total que ocupa cada una de las comunidades bentónicas presentes en el sublitoral de la zona de estudio (LIC “Sebadales del Sur de Tenerife”) y las de zona de estudio extendida (LIC “Sebadales del Sur de Tenerife” más zonas adyacentes).

En la zona de estudio del LIC “Sebadales del Sur de Tenerife” se cuantificó la presencia de 31 comunidades, en un área total de 18.471.791 m², estando principalmente ocupada por poblamientos de anguila jardinera (*Heteroconger longissimus*) con un 35,85%. Otras comunidades importantes son los fondos de arena sin vegetación con un 14,07 % y las praderas densas de *Cymodocea nodosa* (sebadales) densas con un 10,58%. La zona de estudio extendida muestra un patrón de distribución de especies igual al mencionado con anterioridad.

Tabla 3. Área de ocupación de las comunidades presentes en el área de estudio.				
COMUNIDAD	Zona del LIC		Zona de estudio extendida	
	(m ²)	(%)	Área (m ²)	(%)
Anguila	6.621.703	35,85	8.346.472	32,77
Arena	2.599.376	14,07	3.198.513	12,56
Sebadal denso	1.953.547	10,58	2.846.008	11,17
Blanquizal	1.422.186	7,70	2.033.176	7,98
Algal fotófilo	1.328.324	7,19	1.568.696	6,16
Mäerl	1.309.933	7,09	3.461.123	13,59
Sebadal muy escaso	707.577	3,83	1.180.289	4,63
Sebadal escaso	616.268	3,34	827.640	3,25
Halófila + Anguila	473.318	2,56	473.318	1,86
Anguila + Sabélidos	344.558	1,87	344.558	1,35
Sabélidos + Anguila	202.190	1,09	202.190	0,79
<i>Caulerpa prolifera</i> + Anguila	196.072	1,06	196.072	0,77
Anguila + Halófila	148.200	0,80	148.200	0,58
Anguila + Maerl	104.259	0,56	104.259	0,41
Blanquizal + Algal fotófilo	88.217	0,48	88.217	0,35
Halófila	67.769	0,37	67.769	0,27
Anguila + <i>Caulerpa prolifera</i>	51.665	0,28	51.665	0,20
Blanquizal + Algal esciáfilo	48.481	0,26	48.481	0,19
Algal fotófilo + Blanquizal	44.312	0,24	44.312	0,17
Halófila + Sabélidos	33.045	0,18	33.045	0,13
Mäerl + Sabélidos	29.867	0,16	29.867	0,12
Sabélidos	24.206	0,13	24.206	0,10
Sabélidos + Halófila	21.226	0,11	21.226	0,08
Anguila + Algal fotófilo	11.432	0,06	11.432	0,04
<i>Caulerpa prolifera</i>	5.559	0,03	5.559	0,02
Algal esciáfilo + Maerl	5.511	0,03	5.511	0,02
Blanquizal + Maerl	4.068	0,02	4.068	0,02
<i>Caulerpa prolifera</i> + Maerl	3.816	0,02	96.774	0,38
Algal esciáfilo	2.303	0,01	2.303	0,01
Algal fotófilo + Maerl	1.419	0,01	1.419	0,01
<i>Caulerpa prolifera</i> + Sabélidos	1.384	0,01	1.384	0,01
TOTAL	18.471.791	100	25.467.752	100

En la zona de estudio del LIC “Seadales de Tenerife”, el 96,23% de las comunidades presentes están representadas por 12 categorías (Fig. 4), que corresponden con los siguientes 9 grupos: anguilas, arena sin vegetación, sebadal, blanquizal, algal fotófilo, mäerl, halófila, sabélidos y *Caulerpa prolifera*. El porcentaje restante, perteneciente a la categoría “otros”, incluye 23 comunidades.

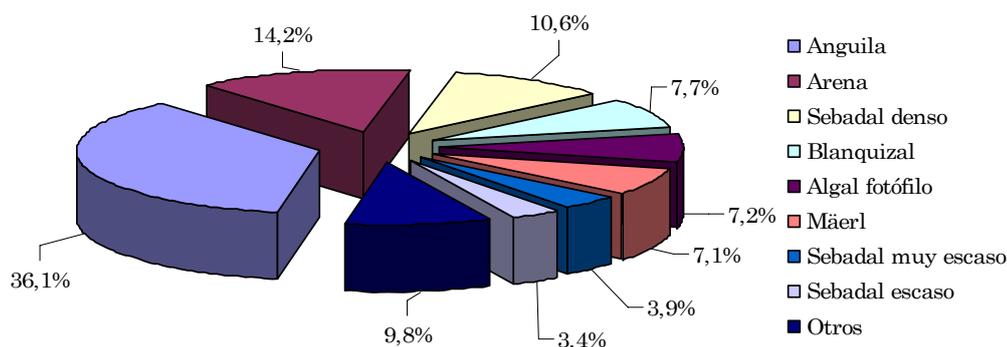


Fig. 4: Comunidades más representativas presentes en el área de estudio.

La comunidad del área de estudio en los primeros metros de profundidad es generalmente un fondo de roca cubierto por comunidades de algas fotófilas caracterizada por el alga parda *Cystoseira abies-marina* (S.G. Gmelin). A continuación, a partir de los -5 metros se desarrolla la comunidad del blanquizal, seguido por arenales sin vegetación, aunque este patrón se ve interrumpido por las numerosas playas y calas existentes, donde las comunidades comienzan con sustratos de arena sin vegetación.

A más profundidad comienzan las praderas de *Cymodocea nodosa*, una de las comunidades marinas más abundantes, caracterizándose por presentar un patrón discontinuo en términos de distribución (en parches) y cobertura (sebadal denso, escaso y muy escaso) a lo largo de la mayor parte de la costa. Los sebadales presentan un rango de distribución que se sitúa entre los 5 m y los 30 m de profundidad, aunque a poca profundidad se caracteriza por encontrarse en forma de manchas, alcanzando una pradera homogénea a partir de los 15 metros. Las coberturas máximas de este sebadal se obtuvieron entre los 15 y 18 m de profundidad.

A continuación de los sebadales o en las zonas donde éstos no existen, se encuentra un conglomerado de comunidades como los caulerpales, los fondos de mäerl, las comunidades de halófilas y los sabélidos. Los campos de anguila jardinera suelen ubicarse a mayor profundidad, aunque también suele aparecer conjuntamente con otras comunidades a menores cotas batimétricas.

3.1.2 CARACTERIZACIÓN PARTICULAR DE LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS

A continuación, se describirán y cuantificarán aquellas comunidades con mayor relevancia desde un punto de vista ecológico y espacial en la zona de estudio LIC “Sebadales del Sur de Tenerife”, entre las que se incluyen las siguientes:

- Pradera de *Cymodocea nodosa* (sebadal)
- Pradera de *Caulerpa prolifera* (caulerpales)
- Biocenosis de *Lithothamnion* (Mäerl)
- Poblamientos de anguila jardinera (*Heteroconger longissimus*)
- Poblamientos de Sabélidos
- Comunidad de blanquizal
- Comunidad de Halófila
- Comunidad de algas (algas fotófilas y esciáfilas)
- Biocenosis de arenales sin vegetación

Pradera de *Cymodocea nodosa* (sebadal)

Cymodocea nodosa es una fanerógama (plantas que se reproducen por semillas) marina, perenne y con tallo subterráneo (o rizoma) nudoso y largamente rampante de hasta 5 mm de diámetro, el cual se fija al medio sedimentario por fuertes raíces que nacen aisladamente en los nudos. Del tallo parten hojas acintadas, crecen agrupadas en haces pudiendo alcanzar los 60 cm. de longitud y 4,5 mm de ancho. La nerviación es paralela y presenta de siete a nueve nervios en la hoja que convergen en la porción apical, siendo los ápices redondeados y con pequeños dientes marginales.

Las flores son desnudas (carecen de pétalos) protegidas por las vainas de las hojas; es una especie dioica, es decir las flores masculinas y las femeninas se distribuyen en individuos (o plantas) diferentes, siendo el fruto tipo drupáceo. La floración suele tener lugar a finales de invierno o principios de primavera, época en la que se produce un incremento de temperatura en el agua que se mantiene hasta el mes de julio; apareciendo los frutos desde finales de abril hasta diciembre, si bien en otoño la proporción de los frutos en el sedimento es mayor que en las plantas.

Esta planta presenta una variación estacional marcada, la biomasa disminuye durante los meses de otoño e invierno donde el número de haces es menor y las hojas son más cortas y menos anchas, siendo máxima en los meses de verano.

Estas comunidades forman un ecosistema extremadamente dinámico, con cambios importantes a lo largo del año. Una manifestación muy notoria de estos cambios es la variación en los límites de los sebadales o de los parches o manchas que lo conforman (Reyes, 1993).

Las praderas de *Cymodocea nodosa* tienen una elevada capacidad de colonización de sustratos debido a su intensa actividad de crecimiento clonal. Si existe un sustrato adecuado, los sebadales se extenderán a profundidades donde la penetración de la luz es suficiente para mantener un balance positivo entre la fotosíntesis y la respiración, por lo general entre los 5 a los 35 m (Reyes *et al.*, 1995). En las primeras fases de formación de una pradera, las plantas son más vulnerables ante cualquier alteración en el medio y a las corrientes; ya que la falta de densidad impide un sistema efectivo de rizomas y rizoides que retengan el sedimento y estabilicen el medio. En definitiva, las praderas dispersas son mucho más frágiles que las densas.

Se trata de una especie que requiere medios protegidos para su asentamiento y desarrollo, como calas o bahías resguardadas, siendo sensible a la contaminación. Las praderas de *C. nodosa* pueden encontrarse hasta una profundidad de -35 m, aunque en Tenerife las mayores densidades se consiguen en batimetrías menores (entre -8 y -22 m).

Este hecho indica que se trata de una especie con unas necesidades de luminosidad elevadas; cualquier fenómeno de turbidez si se mantiene de forma continuada, conlleva la regresión de la pradera hasta su desaparición en la zona; pudiendo no obstante soportarla si ésta es temporal, dado que las arenas sobre las que se asienta suelen poseer elementos finos y éstos se resuspenden con los temporales y otras alteraciones.

Las praderas de *Cymodocea nodosa* están consideradas con un elevado interés florístico y ecológico y se dice que por albergar una biodiversidad importante. Tanto en lo referente al epifitismo (fauna y flora que viven en las hojas de la planta) como en el número de especies. Su crecimiento en los fondos arenosos permite el desarrollo de un ecosistema con características peculiares y muy distintas al de los fondos arenosos desprovistos de vegetación.

Los sebadales sirven de hábitat a numerosas especies de vertebrados (peces) e invertebrados, principalmente, cnidarios, anélidos poliquetos, crustáceos, moluscos y equinodermos, fijan y estabilizan los sedimentos arenosos, fijan el carbono y el nitrógeno y permiten el desarrollo de comunidades asociadas. De hecho, los sebadales cumplen una importante función como zona de cría y refugio para los juveniles de muchas especies de peces de importancia económica, tales como, salmonetes (*Mullus surmuletus*), viejas (*Sparisoma cretense*), chopas (*Spondyllosoma cantharus*), besugos

(*Pagellus acarne*), bocinegros (*Pagrus pagrus*), sargos (*Diplodus spp.*), bogas (*Boops boops*), gueldes (*Atherina presbyter*), cabrillas (*Serranus spp.*), samas (*Dentex sp.*), etc. (Espino, 2001).

Referente a la fauna asociada al sustrato se encuentra mayormente constituida por organismos que viven enterrados en el sedimento (infauna), si bien son importantes las poblaciones de misidáceos (*Siriella armata*) que habitan sobre el sedimento y son fuente de alimentación de los peces.

La *Cymodocea nodosa* puede encontrarse formando praderas monoespecíficas, constituidas únicamente por esta especie, o bien acompañada por poblaciones de algas verdes pertenecientes al género *Caulerpa* (*C. prolifera* y *C. racemosa*). En una misma pradera pueden coexistir zonas de densidad variable, con áreas muy densas y poco densas, por tanto, las características de los sebadales son específicas para cada pradera.

La figuras 5, 6 y 7 muestran la distribución de las praderas de *Cymodocea nodosa* (sebadal) presentes en el sublitoral del área de estudio, según la cartografía elaborada por el CIS en el 2004 (Fig. 5), por el Cabildo de Tenerife en el 2005 (Fig. 6) y por este estudio en el 2008 (Fig. 7), respectivamente. Se aprecia una gran similitud en el área total y la distribución de sebadal estimada en las cartografías de cada uno de los estudios. Por el contrario, entre los tres estudios cartográficos se registran grandes diferencias en el área de sebadal perteneciente a cada una de las categorías (sebadal denso, escaso y muy escaso).

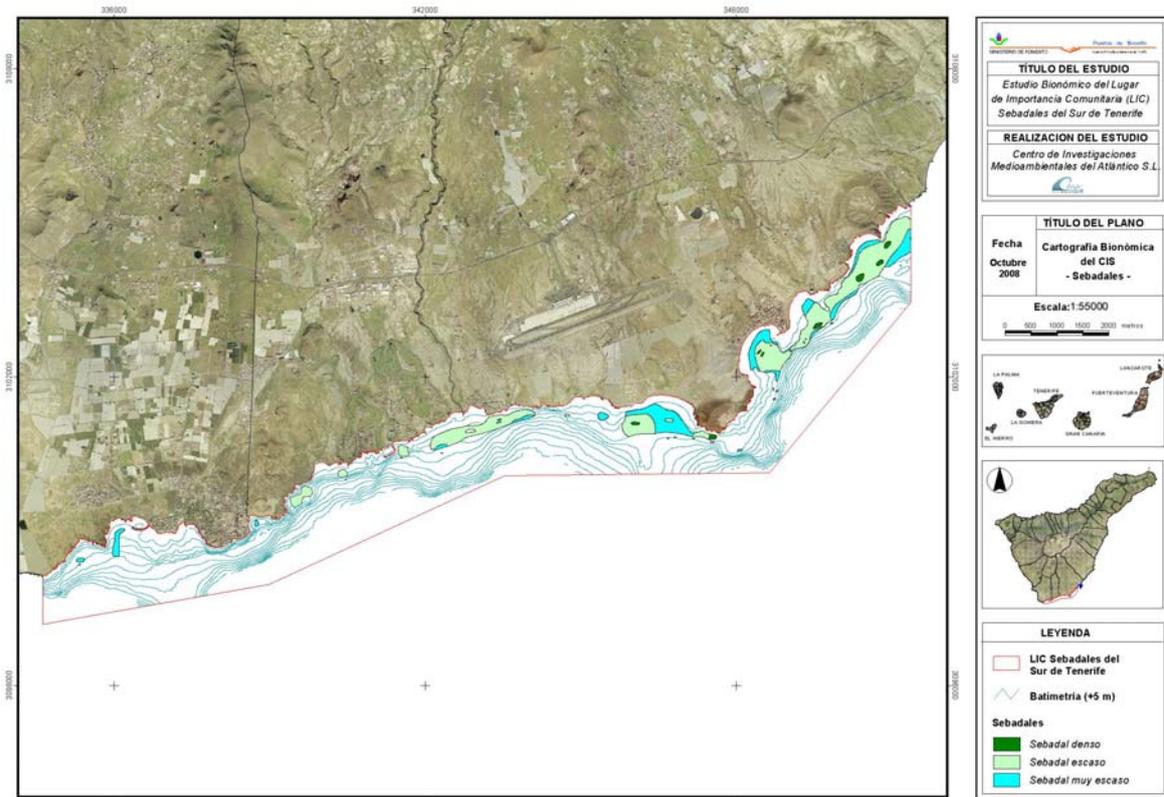


Fig. 5: Distribución de las praderas de *Cymodocea nodosa* (sebadal) presentes en el área de estudio, según la cartografía elaborada por el CIS en el 2004.

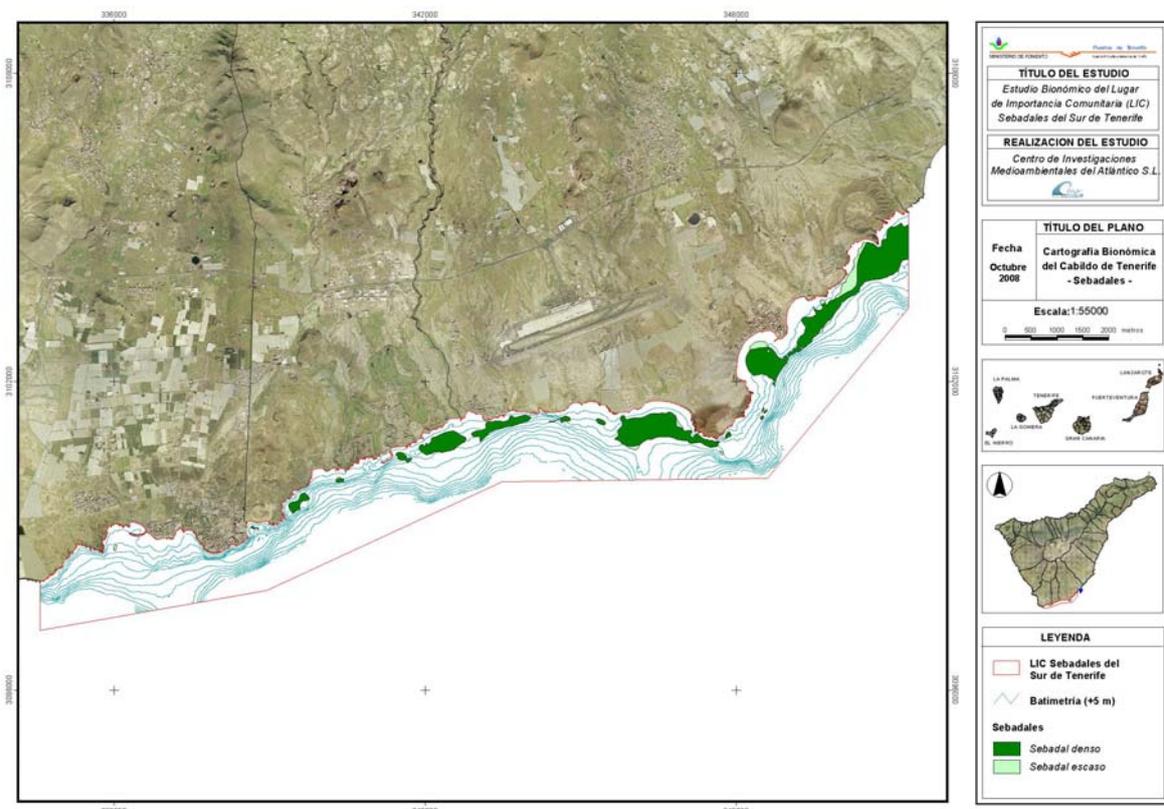


Fig. 6: Distribución de las praderas de *Cymodocea nodosa* (sebadal) presentes en el área de estudio, según la cartografía elaborada por el Cabildo de Tenerife en el 2005.

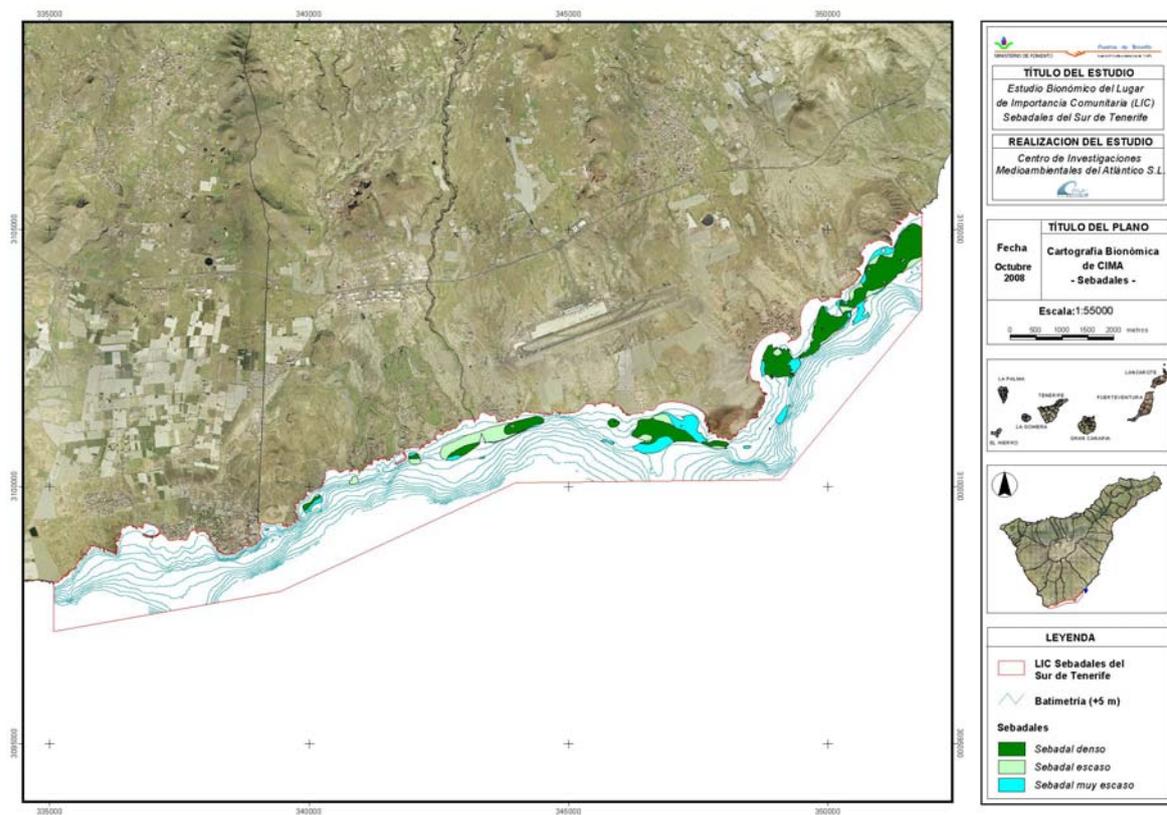


Fig. 7: Distribución de las praderas de *Cymodocea nodosa* (sebadal) presentes en el área de estudio, según la cartografía elaborada por CIMA en este estudio (2008).

La Tabla 4 y la Figura 8 muestran en área de sebadal (denso, escaso y muy escaso) estimada en las cartografías del Estudio Bionómico del LIC sebadales del sur de Tenerife, realizado por el Centro de Investigaciones Submarinas (CIS) en el 2004, del Estudio de bionomía del litoral de Tenerife, realizado por el Cabildo Insular de Tenerife (CIT) en el 2005 y la de este estudio (CIMA). El área total de sebadal estimada en las diferentes cartografías es muy similar, siendo la mayor la de este estudio ($\approx 3.28 \text{ Km}^2$) y la mínima la del estudio del Cabildo de Tenerife ($\approx 2.90 \text{ Km}^2$). Las grandes diferencias entre las tres cartografías se encuentran en el área de sebadal perteneciente a cada una de las categorías de sebadal (sebadal denso, escaso y muy escaso).

Tabla 4.
Área de sebadal (denso, escaso y muy escaso) estimada para las cartografías existentes.

	Sebadal denso		Sebadal escaso		Sebadal muy escaso		TOTAL
	(m ²)	%	(m ²)	Área %	(m ²)	%	
Cartografía Bionómica del CIS (2004)	916.507	29,62	2.101.447	67,92	76.043	2,46	3.093.997
Cartografía Bionómica del CIT (2005)	2.684.407	92,59	214.972	7,41	0	0	2.899.379
Cartografía Bionómica de CIMA (2008)	1.953.547	59,61	616.268	18,80	707.577	21,59	3.277.392

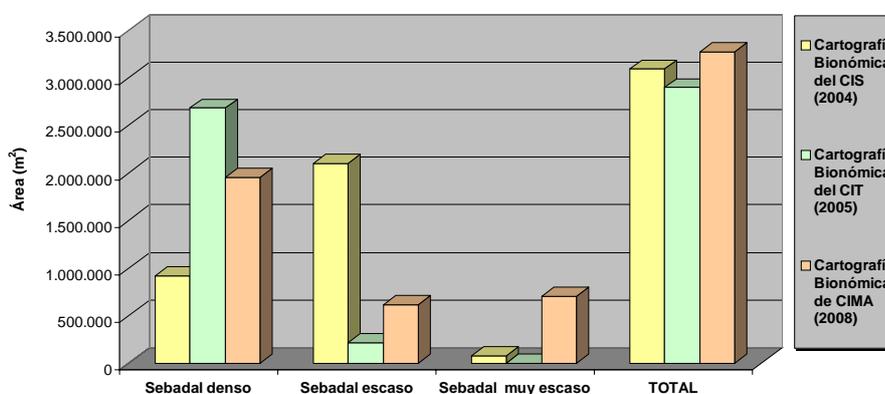


Fig. 8: Área de sebadal (denso, escaso y muy escaso) estimada para las cartografías existentes.

El estudio del CIS identificó como sebadal denso un porcentaje de área ($\approx 30\%$), aproximadamente dos veces menor que la de CIMA ($\approx 60\%$) y tres veces menor que la del CIT ($\approx 93\%$). Inversamente, el área de sebadal escaso cuantificada por el CIS ($\approx 68\%$) es aproximadamente cuatro veces mayor que la de CIMA ($\approx 19\%$) y nueve veces mayor que la del CIT ($\approx 7\%$). El área de sebadal muy escaso en cada una de las cartografías también presenta grandes diferencias, en la cartografía del CIT no existe esta categoría en la zona de estudio, mientras que el área delimitada por CIMA ($\approx 22\%$) es aproximadamente nueve veces mayor que la del CIS ($\approx 3\%$).

Estas diferencias pueden explicarse, por un lado, a las diferentes épocas del año en que se realizaron los muestreos de cada una de los estudios y por otro, a la subjetividad en la interpretación de la información proveniente de los transectos de vídeo que posteriormente se utiliza para elaborar la cartografía.

El estudio del CIS realizó los muestreos en los meses de abril y mayo, mientras que los muestreos realizados en este estudio se hicieron en los meses de agosto y

septiembre. Sin duda, esta diferencia estacional tendrá repercusiones en el estado de las praderas de *Cymodocea nodosa*, tanto en distribución espacial de la población (área de ocupación, límites del sebadal, etc.) como en su caracterización (coberturas, densidades, alturas, etc.)

Pradera de *Caulerpa prolifera* (caulerpales)

El género *Caulerpa* presenta unas 60 especies repartidas por los mares tropicales y subtropicales del mundo y conforme se va entrando en aguas más templadas, el número de especies disminuye. En este sentido el archipiélago canario, ubicado en la región florística templado – cálida – africana, alberga 7 especies que colonizan diferentes sustratos: arenas, arenas fangosas y rocas.

Es un alga de color verde con una gran diferenciación morfológica entre las especies. Se encuentra constituida por la parte rizoidal, con la que se fija al sustrato, constituida por penachos de rizoides que parten del rizoma o tallo rastrero y del cual salen a su vez los filoides o frondes, que es la parte erecta de la planta y asimiladora de nutrientes. Estos filoides son los que presentan gran variedad de formas en las distintas especies. No obstante existen variaciones entre plantas de la misma especie, atendiendo al ambiente en el que se desarrollen; así en zonas muy expuestas los ejemplares son pequeños y robustos, mientras que en medios protegidos los talos (planta) son más largos y ramificados.

Ecológicamente se trata de un alga que coloniza diferentes sustratos y medios; desde el intermareal rocoso hasta el infralitoral rocoso y sedimentario. En estos fondos arenosos llegan a formar densas praderas y pueden sobrepasar la batimetría de los – 70 m. Las necesidades ecológicas son menos estrictas que en el caso de la fanerógama *Cymodocea*; habitan aguas más o menos tranquilas, si bien algunas especies lo hacen en zonas batidas por el oleaje o semiexpuestas. Asimismo son menos exigentes en la calidad del medio, soportando ciertos índices de contaminación. De hecho se la considera como una especie oportunista capaz de colonizar zonas alteradas medioambientalmente.

La especie encontrada en el área de estudio es la *Caulerpa prolifera*, con frondes de aspecto alargado y ovalados de color verde amarillento. Esta especie habita el medio arenoso formando praderas monoespecíficas o mixtas y el tamaño de los frondes presenta variaciones en relación al tipo de medio donde se desarrolle. Su distribución batimétrica abarca desde pocos metros hasta unos - 40 m.

Esta comunidad no se encuentra bien representada, ocupando sólo un 1,4% del área de estudio (Tabla 5) y distribuyéndose mayoritariamente en la zona norte (Fig.

9). Los caulerpales se presentan mayoritariamente mezclados con poblamientos de anguila jardinera (*Heteroconger longissimus*).

Tabla 5. Área de ocupación de las comunidades de <i>Caulerpa prolifera</i> (puras y mixtas) presentes en el área de estudio.		
COMUNIDAD	Área	
	(m ²)	(%)
<i>Caulerpa prolifera</i> + Anguila	196.072	1,06
Anguila + <i>Caulerpa prolifera</i>	51.665	0,28
<i>Caulerpa prolifera</i>	5.559	0,03
<i>Caulerpa prolifera</i> + Mäerl	3.816	0,02
<i>Caulerpa prolifera</i> + Sabélidos	1.384	0,01
TOTAL	258.496	1,40



Fig. 9: Distribución de las comunidades de *Caulerpa prolifera* (puras y mixtas) presentes en el área de estudio.

Biocenosis de *Lithothamnion* (Mäerl)

Los fondos de mäerl, rodolitos, confites o anises como se le conoce en Canarias por el aspecto y color rosado, se trata de una comunidad caracterizada por la presencia de algas calcáreas libres, formada principalmente por *Lithothamnion corallioides*, creando grandes depósitos que permiten el asentamiento de otras algas rojas y pardas en profundidades donde no son habituales por falta de un sustrato adecuado. Esta comunidad, protegida por la DOCE 206-22-07-1992, se desarrolla en fondos entre 30 y 90 metros, ocupando grandes extensiones. Entre las diversas especies vegetales que se han identificado asociadas a los fondos de mäerl se encuentran: *Sargassum vulgare*⁴, *Sargassum filipendula*⁵, *S. desfontainesii*, *Halopteris filicina*, *Sporochnus pedunculatus*, *Padina pavonica*, *Dictyopteris plagiograma*, *Lophocladia trichoclados*, *Cottoniella filamentosa*, *Hypnea spinella*, *Gracillaria sp*⁶, *Phyllocladon pulcherrimum* y *Avrainvillea canariensis*⁷.

La característica fundamental de estos ecosistemas es la cantidad de microhábitats que crea y en los que se albergan desde gran cantidad de invertebrados de pequeño tamaño, hasta equinodermos de mayor tamaño como estrellas y holoturias, así como erizos de púas cortas (*Spharaechinus granularis*). También pueden desarrollarse algunas esponjas de formas incrustantes (*Prosuberites longispina*, *Acanthacarnus souriei*) y formas aglomerantes (*Spongia virgultosa*, *Cacospongia mollior*) (Cruz, 2002). Consecuentemente, la multitud de hábitats y fauna existentes en estos fondos sirven como zona de cría, refugio y alimentación de numerosas especies de vertebrados. Este tipo de fondos es muy conocido por los pescadores, ya que son propicios para el desarrollo de importantes poblaciones de peces de interés pesquero como, por ejemplo, samas, bocinegros, brecas, sargos, seifias, mojarras, etc. En Canarias nunca han sido bien estudiados, pero se sabe que también son lugares idóneos para pequeñas especies de anguiliformes y góbidos, entre otras. La destrucción de hábitats necesarios para el alevinaje, refugio o fuente de alimento de fases juveniles y adultas de muchos organismos marinos, es la causa primaria de la reducción de algunas de sus poblaciones (Langton *et al.* 1996).

Esta comunidad está bien representada, ocupando aproximadamente un 8% del área de estudio (Tabla 6) y distribuyéndose mayoritariamente en la zona norte (Fig. 10). Los fondos de mäerl se presentan mayoritariamente puros, aunque también encuentran mezclados con otras poblaciones tales como las anguilas, sabélidos, algas, etc.

⁴ Especie de Interés Especial en el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias.

⁵ Especie de Interés Especial en el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias.

⁶ Especie Vulnerable en el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias.

⁷ Especie Sensible a la Alteración de su Hábitat en el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias. Endemismo Canario.

Tabla 6.
Área de ocupación de los fondos de mäerl (puros y mixtos) presentes en el área de estudio.

COMUNIDAD	Área	
	(m ²)	(%)
Mäerl	1.309.933	7,09
Anguila + Mäerl	104.259	0,56
Mäerl + Sabélicos	29.867	0,16
Algal esciáfilo + Mäerl	5.511	0,03
Blanquizal + Mäerl	4.068	0,02
<i>Caulerpa prolifera</i> + Mäerl	3.816	0,02
Algal fotófilo + Mäerl	1.419	0,01
TOTAL	1.458.873	7,89

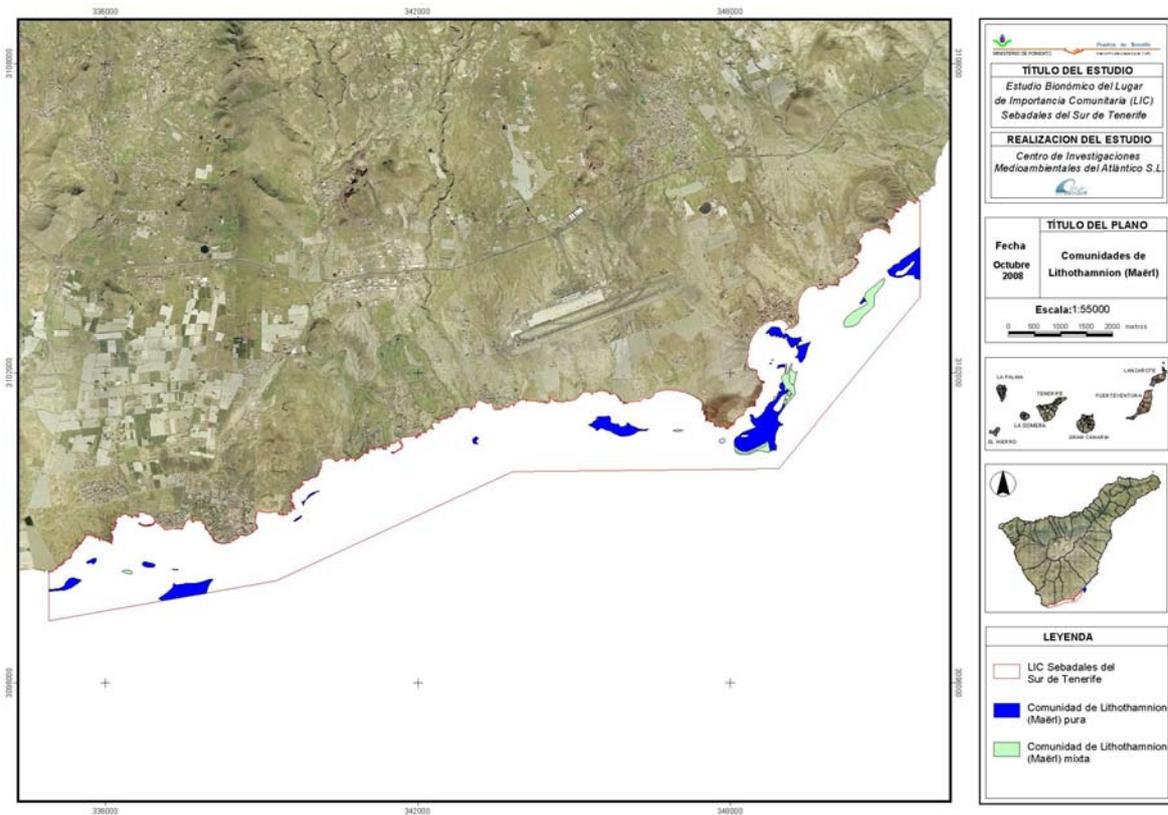


Fig. 10: Distribución de los fondos de mäerl (puros y mixtos) presentes en el área de estudio.

Poblamientos de anguila jardinera (*Heteroconger longissimus*)

La anguila es un pez de la familia Congridae que puede llegar a alcanzar una longitud de unos 50 cm. Su hábitat natural son sustratos sedimentarios donde vive enterrado en agujeros que ellos mismos excavan con su cola, formando profundas galerías que les sirven de refugio. Esta especie llega a formar densas poblaciones en áreas con sustrato estabilizado y con corrientes, porque necesitan un flujo unidireccional de agua que les transporte el alimento. Durante el día se encuentran con parte de su cuerpo emergido para capturar los organismos planctónicos, que es la base de su alimentación.

Representa una comunidad típica de los fondos arenosos en Canarias a partir de los 12 m de profundidad, teniendo una amplia distribución y manteniendo un patrón en cuanto a su estructura espacial, variando en el número de individuos por m² y superficie total del poblamiento.

Esta comunidad está muy bien representada, ocupando aproximadamente un 44% del área de estudio (Tabla 7) y distribuyéndose mayoritariamente en la zona Sur (Fig. 11). Los fondos con poblamientos de anguila jardinera se presentan mayoritariamente puros (36%) aunque también se encuentran con otras poblaciones tales como halófila, sabélidos, *Caulerpa*, etc.

Tabla 7. Área de ocupación de los fondos de anguila jardinera (puros y mixtos) presentes en el área de estudio.		
COMUNIDAD	Área	
	(m²)	(%)
Anguila	6.621.703	35,85
Halófila + Anguila	473.318	2,56
Anguila + Sabélidos	344.558	1,87
Sabélidos + Anguila	202.190	1,09
<i>Caulerpa prolifera</i> + Anguila	196.072	1,06
Anguila + Halófila	148.200	0,80
Anguila + Mäerl	104.259	0,56
Anguila + <i>Caulerpa prolifera</i>	51.665	0,28
Algal fotófilo + Mäerl	1.419	0,01
TOTAL	8.143.384	44,08

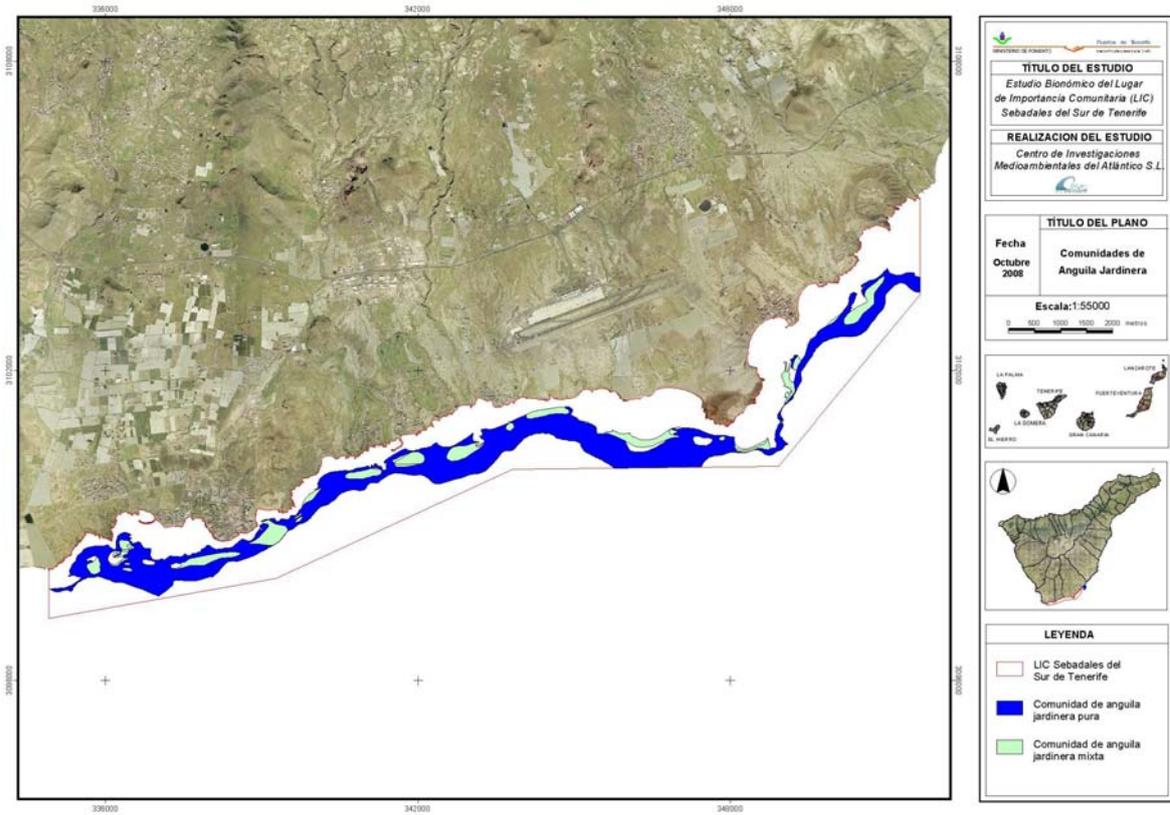


Fig. 11: Distribución de los poblamientos de anguila jardinera (puros y mixtos) presentes en el área de estudio.

Poblamientos de Sabélidos

Se trata de unas grandes poblaciones de sabélidos pertenecientes a los géneros *Bispira* y *Chone*. Este tipo de asociación es poco conocida y no existen referencias en la literatura sobre ella en Canarias, a pesar de ser bastante común en zonas abrigadas. Aparentemente, son zonas donde la tasa de sedimentación es elevada.

Esta comunidad está poco representada, ocupando aproximadamente un 4% del área de estudio (Tabla 8) y distribuyéndose mayoritariamente en la zona Sur (Fig. 12). Los fondos con poblamientos de sabélidos se presentan mayoritariamente mezclados con otras poblaciones tales como las anguilas, halófilas, mäerl, etc.

Tabla 8. Área de ocupación de los fondos de sabélidos (puros y mixtos) presentes en el área de estudio.		
COMUNIDAD	Área	
	(m ²)	(%)
Anguila + Sabélidos	344.558	1,87
Sabélidos + Anguila	202.190	1,09
Halófila + Sabélidos	33.045	0,18
Mäerl + Sabélidos	29.867	0,16
Sabélidos	24.206	0,13
Sabélidos + Halófila	21.226	0,11
<i>Caulerpa prolifera</i> + Sabélidos	1.384	0,01
TOTAL	656.476	3,55



Fig. 12: Distribución de las comunidades de sabélidos (puras y mixtas) presentes en el área de estudio.

Comunidad de blanquizal

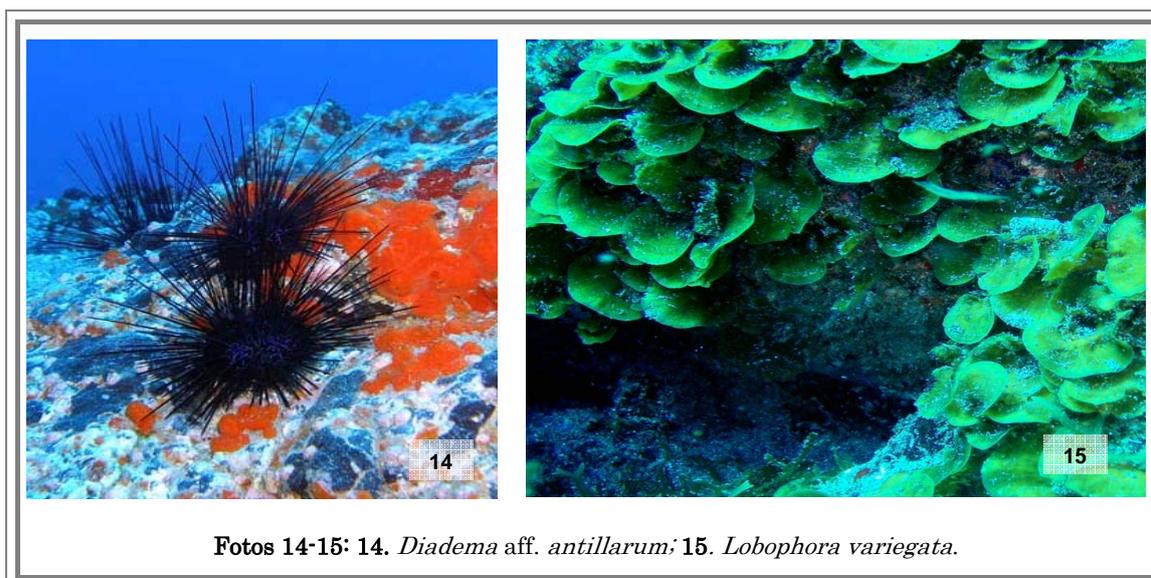
Los blanquizales son fondos rocosos desprovistos de vegetación macroscópica (o con coberturas muy bajas), de color típicamente blanquecino, producido por el depósito de carbonato cálcico que dejan las coralináceas costrosas al sufrir el intenso ramoneo del erizo de púas largas *Diadema aff. antillarum* Philippi, 1845 (Foto 14) y en ocasiones en fondos someros por el erizo cachero, *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758). Uno de los principales factores limitantes que presenta este erizo para su distribución, es la hidrodinamia, siendo sensible a la turbulencia del agua; por ello suele asentarse a partir de la batimetría de los – 5 m, donde normalmente el oleaje pierde efectividad.

El *Diadema aff. antillarum* es un erizo de color negruzco, forma esférica, ligeramente aplanado oro-aboralmente y con largas púas finas y muy frágiles, que pueden llegar a medir más de 20 cm. Presenta una elevada capacidad devoradora y una vez agotadas las existencias algales se alimenta de algunos invertebrados sésiles o larvas que se fijan en la roca, hasta dejarla totalmente pulida. Las únicas especies que consiguen sobrevivir, aparte de las algas costrosas, lo hacen en grietas u oquedades al abrigo de los erizos, y son especies con carácter esciáfilo como *Lobophora variegata* (J.V. Lamouroux) Womersley ex E.C. Oliveira (Foto 15), *Dictyota* spp., o la

clorofícea *Pseudochlorodesmis furcellata* (Zanardini) Børgesen, característica de este tipo de ambientes.

Es por tanto una comunidad muy pobre en diversidad específica y con densidades variables de *Diadema antillarum*. Junto a esta especie las rocas suelen estar colonizadas por briozoos *Reptadeonella violacea*, *Schizomavella auriculata*, entre otros y las esponjas *Batzella inops*, *Anchinoe fictitius* y *Aplysina aerophoba*. También son frecuentes las amplias extensiones de algas calcáreas, la presencia del cangrejo araña (*Stenorhyncus lanceolatus*) y el crustáceo lady escarlata (*Hippolysmata grabhami*). Entre las púas del erizo se suelen refugiar alevines y juveniles de peces, las fulas (*Abudefduf luridus* y *Chromis limbatus*), pejeverdes (*Thalassoma pavo*) y doncellas (*Coris julis*);

La colonización continua de nuevas zonas por parte del blanquizal supone una degradación de las comunidades algales en el litoral de Canarias. En la actualidad se están llevando a cabo estudios que permitan tener un mayor conocimiento de la especie causante de esta sucesión ecológica (*Diadema antillarum*) con la finalidad de poder tomar las medidas oportunas que aminoren o solventen este problema. En un primer análisis se piensa que la causa podría estar en la sobrepesca que ha reducido el número de depredadores como el tamboril espinoso (*Chilomycterus atringa*), especie muy escasa que es uno de los pocos predadores efectivos con el consecuente desequilibrio depredador – presa hacia un desarrollo desmesurado de ésta última.



Esta comunidad está bien representada, ocupando aproximadamente un 9% del área de estudio (Tabla 9) y distribuyéndose mayoritariamente en la zona Sur (Fig. 13). Los blanquizales se presentan mayoritariamente puros (8%) aunque también se encuentran con otras poblaciones tales como las algales fotófilos y esciáfilos, y los fondos de mäerl.

Tabla 9. Área de ocupación de los fondos de blanquizal (puros y mixtos) presentes en el área de estudio.		
COMUNIDAD	Área	
	(m ²)	(%)
Blanquizal	1.422.186	7,70
Blanquizal + Algal fotófilo	88.217	0,48
Blanquizal + Algal esciáfilo	48.481	0,26
Algal fotófilo + Blanquizal	44.312	0,24
Blanquizal + Mäerl	4.068	0,02
TOTAL	1.607.264	8,70

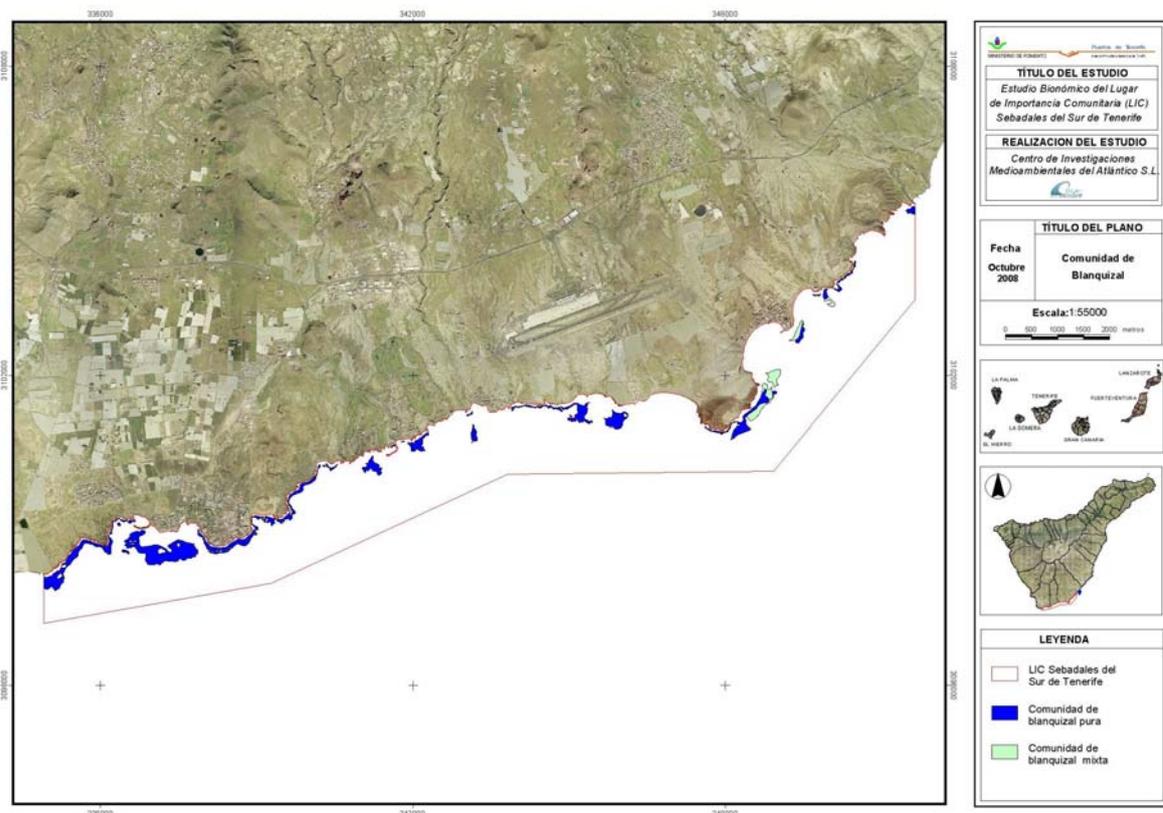


Fig. 13: Distribución de las comunidades de blanquizal (puras y mixtas) presentes en el área de estudio.

Comunidad de Halófila

Halophila decipiens es una fanerógama marina con estolones delgados y de hasta 3 cm de alto. Las hojas alcanzan entre 1 y 2,5 cm. de longitud y de 3 a 6 mm. de ancho; son opuestas, elípticas y pecioladas, con el margen ligeramente aserrado. Sus flores y frutos son pequeños e inconspicuos.

Esta especie se encuentra formando pequeñas manchas localizadas de forma dispersa entre otras comunidades como sebadales y caulerpales. Actualmente está incluida en el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias con la categoría “de interés especial” (BOC nº 97 de 1 de Agosto de 2001).

Esta comunidad está poco representada, ocupando aproximadamente un 4% del área de estudio (Tabla 10) y distribuyéndose exclusivamente en la zona Sur (Fig. 14). Las comunidades de halófila se presentan mayoritariamente mezcladas con poblaciones de anguilas y sabélidos.

Tabla 10. Área de ocupación de los fondos de halófila (puros y mixtos) presentes en el área de estudio.		
COMUNIDAD	Área	
	(m²)	(%)
Halófila + Anguila	473.318	2,56
Anguila + Halófila	148.200	0,80
Halófila	67.769	0,37
Halófila + Sabélidos	33.045	0,18
Sabélidos + Halófila	21.226	0,11
TOTAL	743.558	4,02



Fig. 14: Distribución de las comunidades de halófila (puras y mixtas) presentes en el área de estudio.

Comunidad de algas (algas fotófilas y esciáfilas)

En esta categoría se incluyen comunidades más o menos diversificadas de algas en cantiles, roquedos y cantos estables. Estas comunidades pueden formar un cinturón casi continuo que se ensancha en las costas rocosas del Norte, siendo interrumpido por los fondos inestables de las salidas de barranco y los arenales.

Se trata de una comunidad en orla⁸ que marca el límite entre el intermareal y el submareal, de desarrollo y extensión muy variable. En ocasiones, se desarrolla una comunidad vegetal que atiende a fenómenos estacionales y estas formaciones poseen un importante valor ecológico dentro de los ecosistemas. El comienzo de esta comunidad submareal está marcado por las especies de carácter fotófilo, en roquedos, cantos y parte superior de cantiles. Los algales fotófilos están formados por una densa banda de algas que puede ser monoespecífica (*Cystoseira abies-marina*) o más diversificada (*Cystoseira* spp. y *Sargassum* spp.). En las costas occidentales apenas alcanza varios metros de profundidad debido a la presión que ejerce el ramoneo exhaustivo del erizo de lima *Diadema* aff. *antillarum*. En las costas expuestas al

⁸ El término "orla" hace referencia a la disposición en una "banda" más o menos constante, ya sea de la comunidad de *C. abies-marina*, como de la comunidad de Gelidiales (*Gelidium* spp.)

Norte esta banda algal, dominada por otras especies (*Gelidium* spp., *Pterocladia* spp. y *Corallina elongata*) puede alcanzar hasta los 15-20 metros de profundidad.

También cabe destacar la presencia de comunidades algales de sustratos poco expuestos a la luz, como paredes, bordes, oquedades, etc. Los algales esciáfilos pueden ser monoespecíficos de *Lobophora variegata*, o mixtos formados por varias especies de *Dictyota*. La comunidad de algas rojas filamentosas se encuentran en fondos arenosos con callaos o bioclastos, dominada por algas rojas filamentosas (por ej. *Lophocladia trichoclados* y *Cottoniella filamentosa*). La comunidad de Dictyotales son algales mixtos formados por varios géneros de dicho grupo.

El constante incremento en Tenerife, y en Canarias en general, de las zonas urbanas e industrias costeras, junto con el crecimiento de las poblaciones de erizos de púas largas, son los responsables directos de la severa regresión observada en las comunidades de *Cystoseira abies-marina* durante los últimos años (Medina *et. al.* 1995). También se han visto seriamente afectadas las comunidades algales que potencialmente dominarían sobre fondos rocosos poco profundos y bien iluminados.

En general, la producción generada por la cubierta de algas desempeña un papel esencial en el funcionamiento de los ecosistemas litorales. Estos fondos rocosos albergan gran cantidad de especies animales y vegetales con categorías de protección⁹, así como especies de distribución restringida (endémicas de Canarias y de la región macaronésica). También es un hábitat para muchas especies singulares de gran valor ecológico y multitud de otras sin categoría de protección (por ej. *Nereia* spp., *Sporochnus* spp. *Halymenia* spp., *Lithothamnium* sp.). Por tanto, los fondos rocosos colonizados por algas son enclaves de alta biodiversidad y de gran importancia productiva, jugando un papel fundamental como zonas de reproducción, refugio y criadero para multitud de especies de interés comercial (viejas, samas, sargos, salemas, etc.). En base a la fragilidad e importancia de dichos ecosistemas y a la Directriz 5-D del artículo 2.3.4.2 del PIOT que clasifica a los fondos rocosos o pedregosos intensamente colonizados por algas como “espacios significativos”, éstos serán excluidos de toda actividad acuícola.

Las comunidades algales (fotófilos y esciáfilos) están bien representadas, ocupando aproximadamente un 8% del área de estudio (Tabla 11) y distribuyéndose prácticamente de forma uniforme entre las zonas Sur y Norte (Fig. 15). La comunidad de algas fotófilas es claramente dominante sobre las algas esciáfilas, cuya distribución es casi inexistente. Las algas fotófilas se presentan mayoritariamente en comunidades puras (7%) aunque también se localizan con otras poblaciones tales como los

⁹ Ej. Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias: Especies Vulnerables (*Cystoseira abies-marina*, *Gelidium* spp., *Gracilaria cervicornis*); Especies de Interés Especial (*Acetabularia* spp., *Laurencia* spp., *Sargassum* spp.), etc.

blanquizales, anguilas y los fondos de mäerl. De igual manera las algas esciáfilas se presentan en comunidades puras y mixtas.

Tabla 11.
Área de ocupación de los fondos de algas (puros y mixtos) presentes en el área de estudio.

COMUNIDAD	Área	
	(m ²)	(%)
Algal fotófilo	1.328.324	7,19
Blanquizal + Algal fotófilo	88.217	0,48
Blanquizal + Algal esciáfilo	48.481	0,26
Algal fotófilo + Blanquizal	44.312	0,24
Anguila + Algal fotófilo	11.432	0,06
Algal esciáfilo + Mäerl	5.511	0,03
Algal esciáfilo	2.303	0,01
Algal fotófilo + Mäerl	1.419	0,01
Subtotal algal fotófilo	1.473.704	7,98
Subtotal algal esciáfilo	56.295	0,30
TOTAL	1.529.999	8,28

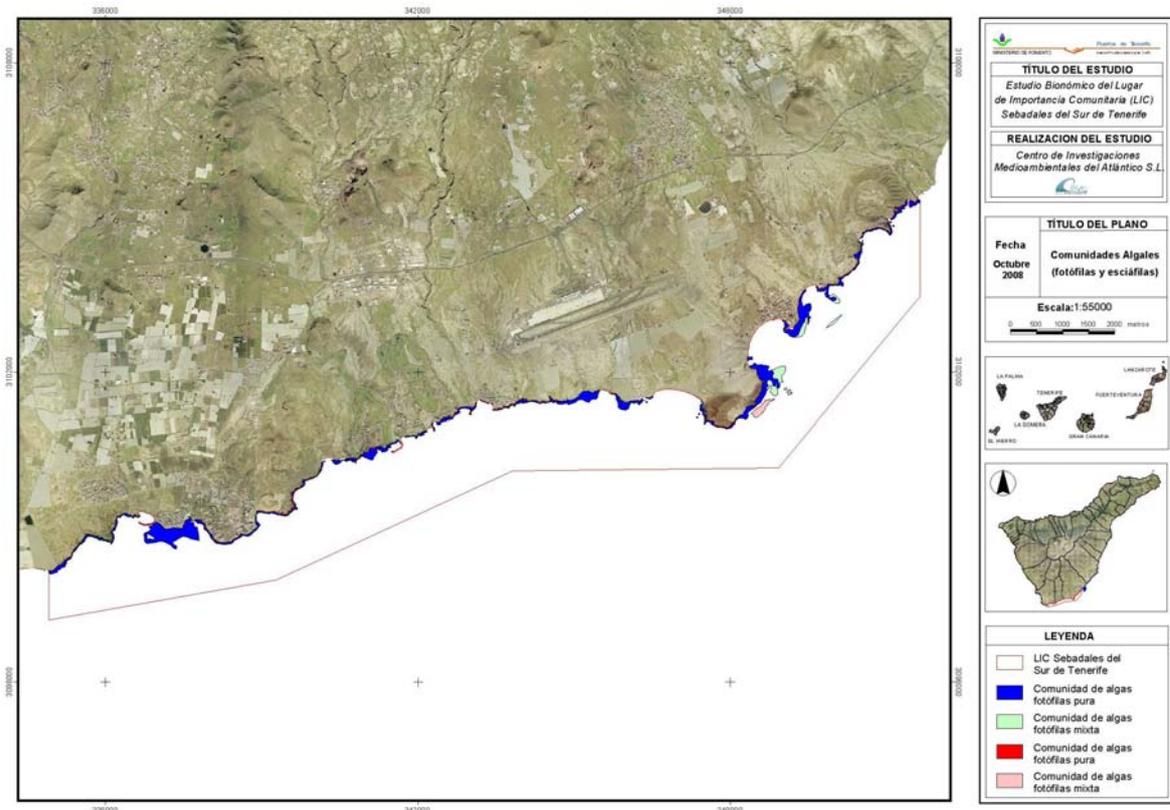


Fig. 15: Distribución de las comunidades de algal fotófilas y esciáfilas (puras y mixtas) presentes en el área de estudio.

Biocenosis de arenas sin vegetación

El sustrato de estos fondos en el infralitoral suele ser arenoso, dependiendo de las zonas, la arena puede ser basáltica o sedimentaria, de color grisáceo u oscuro y con granulometría variable. En otros lugares se presentan bancos de arena de origen orgánico, compuestas por la descomposición de restos de organismos marinos, son arenas claras y de mayor granulometría.

Son sustratos más inestables y con un contenido de materia orgánica bajo. En las zonas sometidas a la influencia del oleaje las arenas son muy inestables esto hace que la infauna sea muy pobre, a mayor profundidad y con mayor estabilidad en el sedimento aparece una infauna característica, cuya abundancia está relacionada con la cantidad de materia orgánica presente. Los moluscos bivalvos están bien representados, con especies como *Mactra corallina*, *Cardium* spp, *Venus verrucosa* y *Callista chione*; equinodermos como los erizos irregulares *Echinocardium cordatum*, *Brissus unicolor* y *Plagiobrissus costai*. El pequeño cangrejo *Cryptosoma cristatum* es característico de estos ambientes y también existen anélidos poliquetos como *Ditrupa arietina* y *Diopatra neapolitana*, así como crustáceos anfípodos y copépodos.

La epifauna es también característica, sobre estos fondos se desplaza la estrella de mar *Astropecten aurantiacus* que permanece enterrada durante el día. Entre los peces destacan el pejepeine (*Xyrichtys novacula*), el tapaculo (*Bothus podas*), diversas especies de lenguados y las arañas (*Trachinus* spp.).

Estos fondos sin vegetación están muy bien representados, ocupando aproximadamente un 14% del área de estudio (Tabla 12) y distribuyéndose prácticamente de igual manera entre las zonas Sur y Norte (Fig. 16).

Tabla 12. Área de ocupación de los fondos de arenas (puros y mixtos) presentes en el área de estudio.		
COMUNIDAD	Área	
	(m ²)	(%)
Arena	2.599.376	14,07

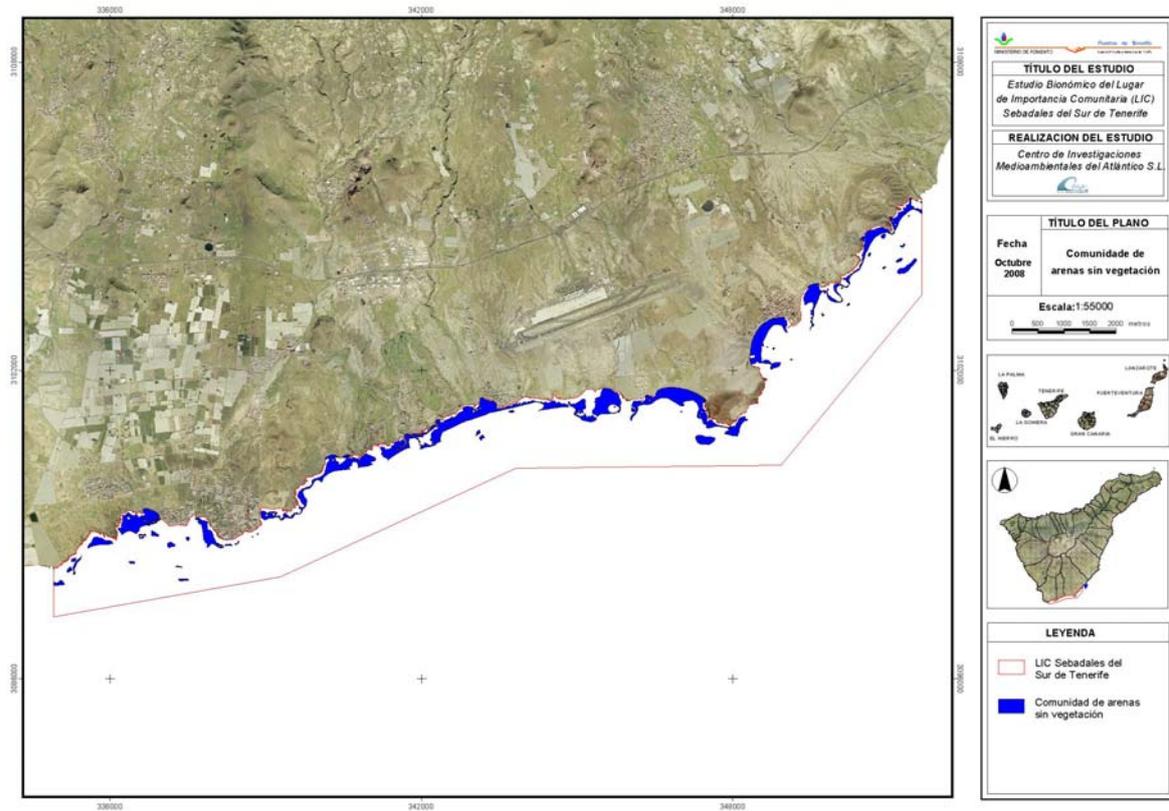


Fig. 16: Distribución de las comunidades de arenas sin vegetación (puras y mixtas) presentes en el área de estudio.

3.2. TRANSECTOS DE BUCEO

En los siguientes apartados se analizarán las alturas y coberturas de los transectos de buceo en sebadales de forma individual, agrupados por zonas (Sur y Norte) y finalmente en conjunto.

En el transecto BU-1 no se constató la presencia de sebadal, por lo que éste no ha sido incluido en los análisis. El transecto de buceo BU-3 se solapó sobre el BU-4, y por esta razón en este estudio se consideró como un transecto individual (BU-4).

La Figura 17 muestra la distribución de los transectos de buceo individualmente, los incluidos en las zona Sur (BU2, BU4, BU5, BU6) y Norte (BU7, BU8, BU9 y BU10).

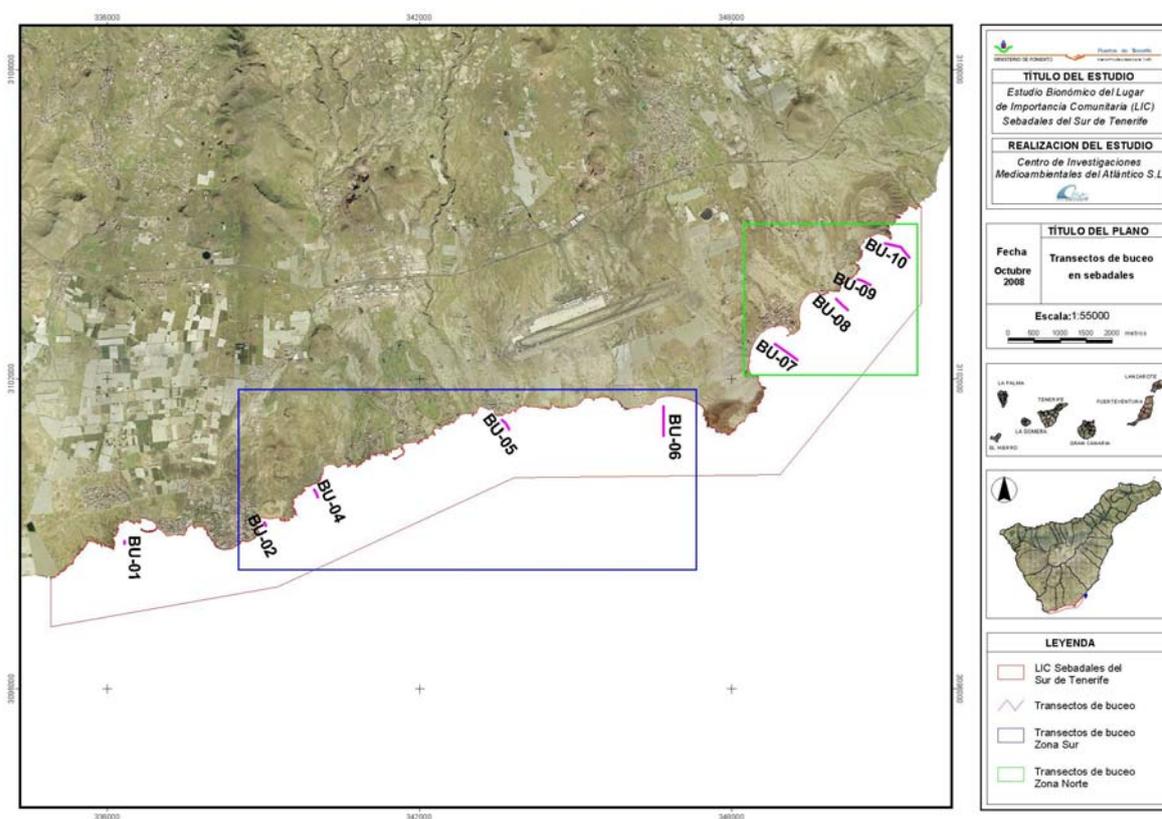


Fig. 17: Transectos de buceo en sebadales individuales y por zonas (Sur y Norte).

3.2.1 TRANSECTO INDIVIDUALES

Transecto BU2

En esta campaña se ha observado que el sebadal existente en el transecto BU2 se ha reducido a una pequeña mancha situada en la zona central del mismo. Por este motivo, solamente se comparan los datos de la estación central.

La altura de las sebas descendió significativamente pasando de 31 cm en la campaña de 2004 a 14,3 cm en el 2008 (Fig. 18). De igual manera, la cobertura media de la estación central del transecto BU2 disminuyó de forma significativa en la presente campaña (12,4 haces/ cuadrícula) (Fig. 19).

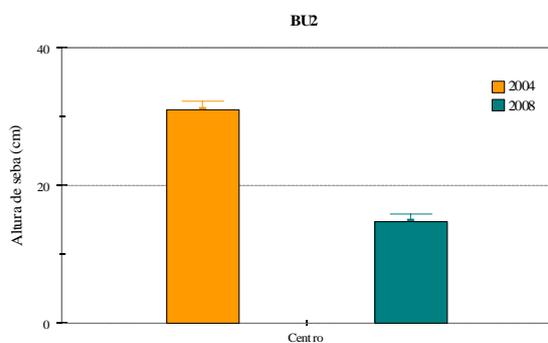


Fig. 18: Altura media (\pm error típico) de seba en el transecto BU2.

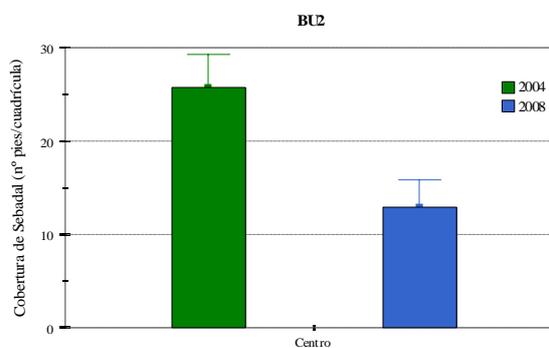
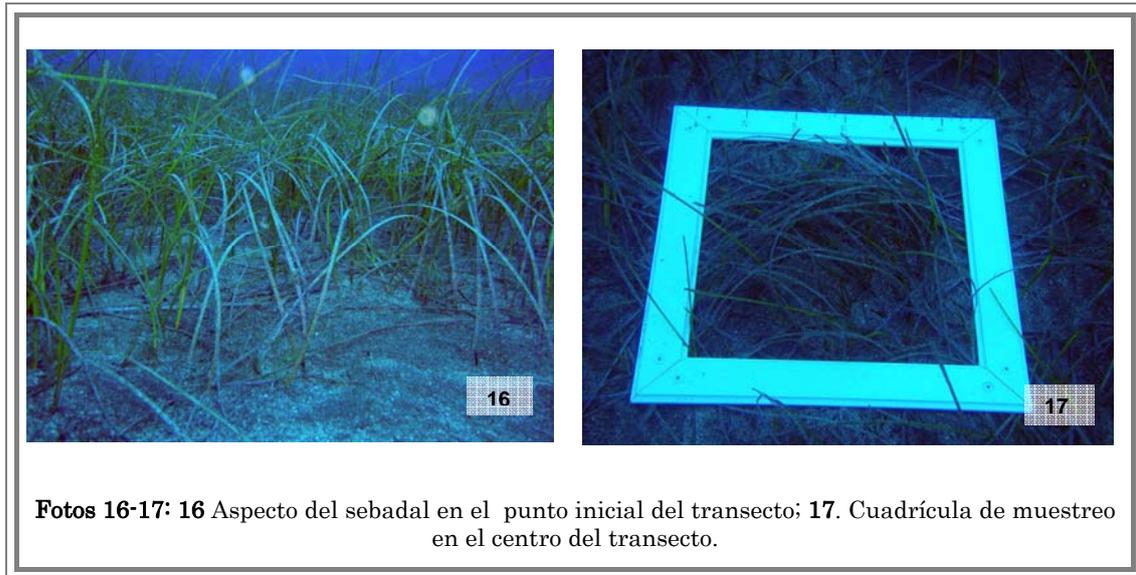


Fig. 19: Cobertura media (\pm error típico) de seba en el transecto BU2.

Transecto BU4

Al inicio del transecto se encuentra un sebadal denso con pocos calvero y sebas muy largas. En el punto central, el sebadal es menos denso pero no se observan calveros. Al final del transecto el sebadal es muy laxo y hay muchas sebas muertas (Fotos 16-17).



La altura máxima se alcanzó en el inicio del transecto, obteniéndose un valor medio de 31,6 cm. Por el contrario, la altura mínima se registró al final con 6,6 cm.

La altura media de las sebas fue similar al inicio y centro del transecto en ambos años, mientras que el punto final descendió significativamente en el año 2008 (Fig. 20).

La cobertura media de sebas de la estación de inicio y centro registró valores similares, 23,3 y 23,4 pies de sebas, respectivamente. En cambio, en el punto final la cobertura obtuvo un valor medio de 3,6 haces/cuadrícula.

Comparando los resultados obtenidos en el estudio realizado en 2004 y 2008 se observa un acusado descenso de la cobertura en la estación central y final. Por el contrario, la cobertura media presenta un ligero aumento en el punto inicial (Fig. 21).

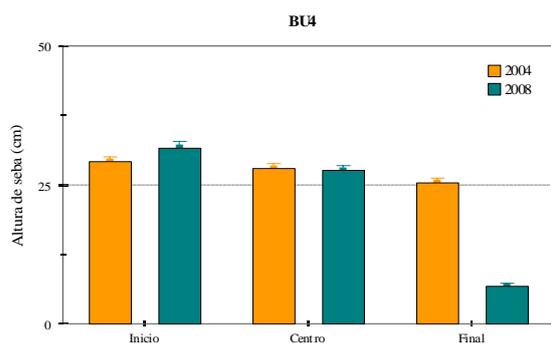


Fig. 20: Altura media (\pm error típico) de seba en las estaciones del transecto BU4.

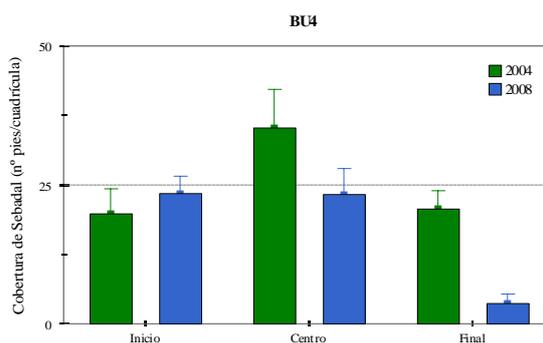


Fig. 21: Cobertura media (\pm error típico) de seba en las estaciones del transecto BU4.

Transecto BU5

En el punto inicial del transecto se observa un sebadal parcheado. En el punto central, el sebadal es denso pero con calveros. En este punto se ha observado un gran número de bogas (*Boops boops*) y arañas (*Trachinus draco*). Al final del transecto el sebadal es denso, con anguilas en los calveros.

El inicio del transecto presentó las sebas más cortas, con una altura media de 14,7 cm. En cambio, la altura máxima se obtuvo al final del mismo con un valor medio de 24,8 cm. Comparando los valores obtenidos con los datos del año 2004 se observa una disminución en los tres puntos de muestreo (Fig. 22).

La cobertura máxima se alcanzó en la estación central con una media de 59 pies de sebas, superior a la obtenida en 2004. En el inicio y final del transecto los valores fueron similares en ambas campañas (Fig. 23).

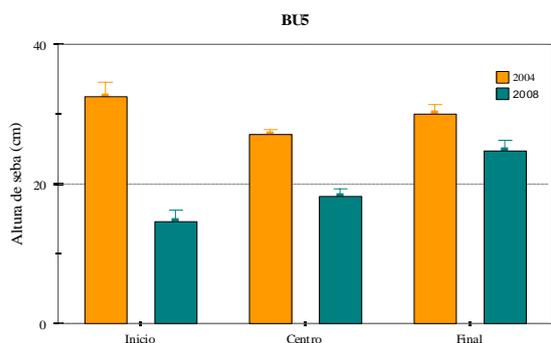


Fig. 22: Altura media (\pm error típico) de seba en las estaciones del transecto BU5.

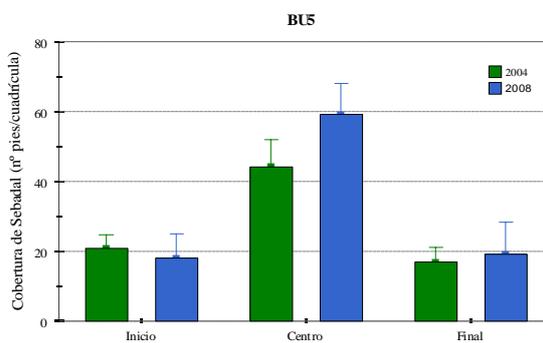
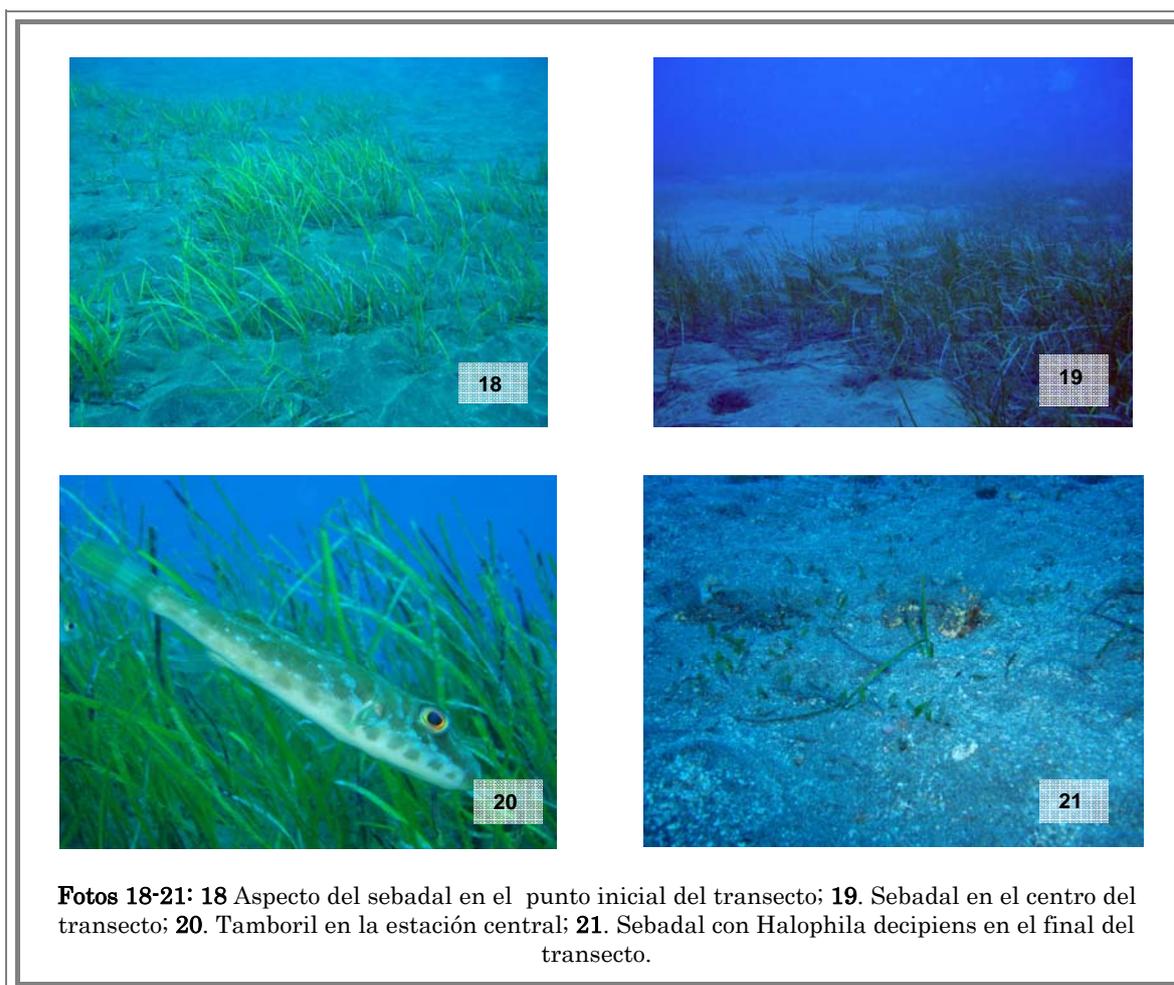


Fig. 23: Cobertura media (\pm error típico) de seba en las estaciones del transecto BU5.

Transecto BU6

En el punto inicial del transecto se observan manchas de sebadal poco denso. En el punto central, el sebadal es denso pero con calveros. En este punto se ha observado un gran número de bogas (*Boops boops*) y tamboriles (*Sphoeroides marmoratus*). Al final del transecto el sebadal es muy laxo y aparece acompañado de *Halophila decipiens* (Fotos 18-21).



La altura máxima en el transecto BU6 se registró en el punto central con una media de 25 cm. El valor mínimo fue de 9,2 cm, obteniéndose en la estación final.

En el estudio comparativo realizado entre los resultados obtenidos en la presente campaña y la del 2004 se observa un descenso en la altura de las sebas en las distintas estaciones de muestreo (Fig. 24).

En el transecto BU6 la cobertura máxima se obtuvo en la estación central con un valor medio de 43,9 haces/cuadrícula. En cambio, la cobertura mínima se registró en el final con una media de 5,4 haces/cuadrícula.

Comparando los datos obtenidos en la campaña de 2008 con los registrados en el 2004, se observa un aumento de la cobertura en el inicio y centro del transecto. Por el contrario, se produce un descenso significativo de la cobertura media en la estación final (Fig. 25).

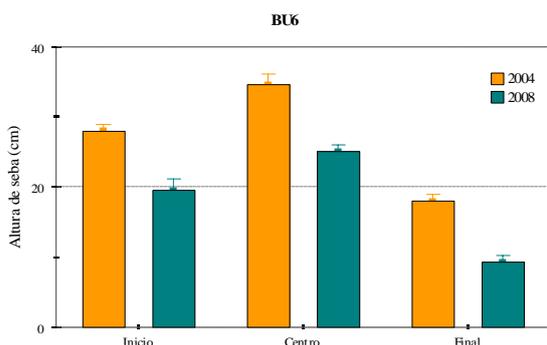


Fig. 24: Altura media (\pm error típico) de seba en las estaciones del transecto BU6.

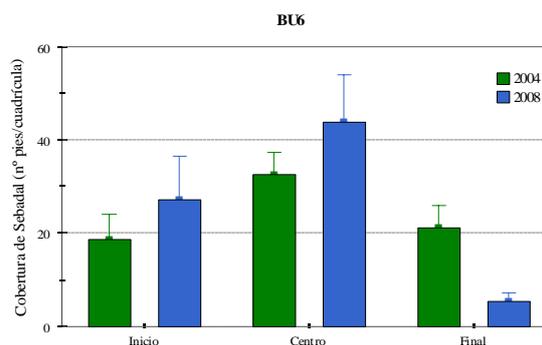
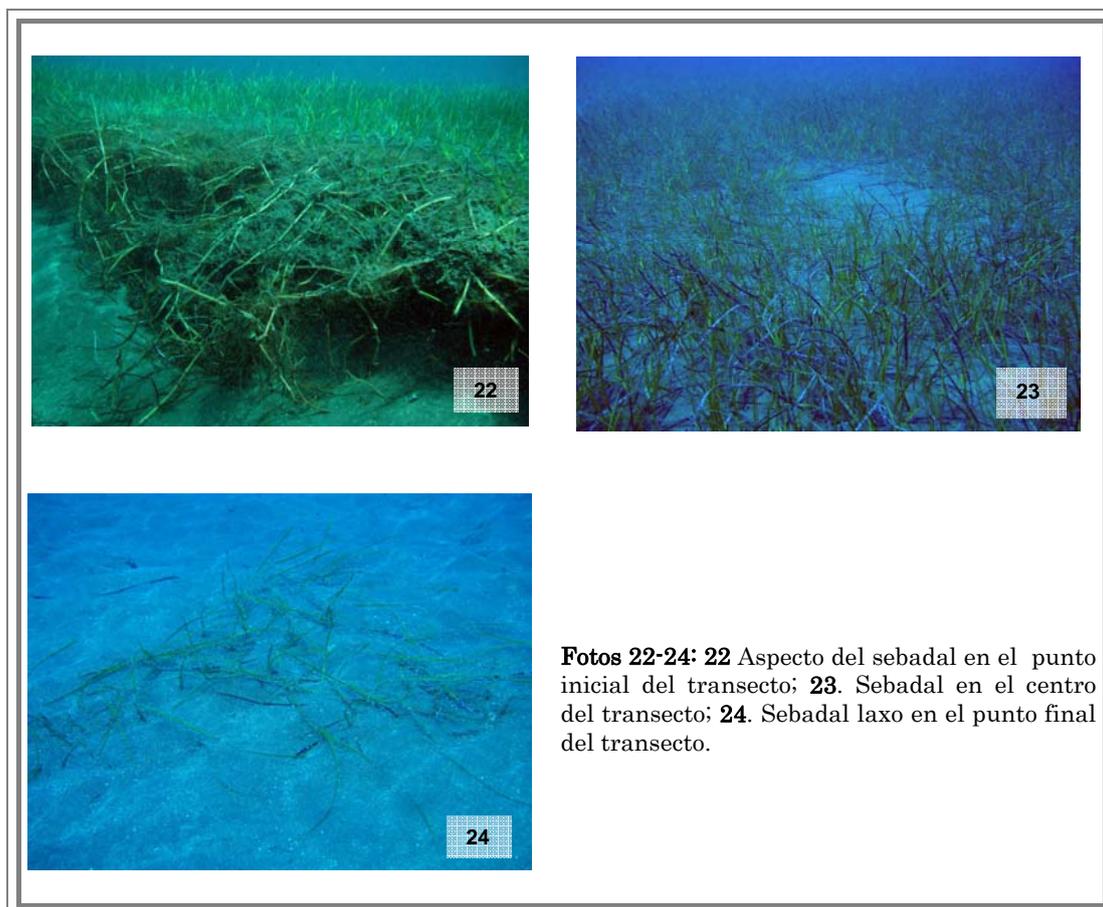


Fig. 25: Cobertura media (\pm error típico) de seba en las estaciones del transecto BU6.

Transecto BU7

En el punto inicial del transecto se observa un sebadal parcheado. En el punto central, el sebadal es denso con pocos calveros. Al final del transecto el sebadal es muy laxo y se encuentra acompañado por anguilas. (Fotos 22-24).



La altura de las sebas fue similar en el punto central y final del transecto, obteniéndose una media de 24,2 y 23,1 cm, respectivamente.

Comparando los resultados obtenidos en el estudio realizado en 2004 y 2008 se observa un acusado descenso de las alturas en la estación inicial y final. En cambio, en el punto central los valores fueron similares (Fig. 26).

La cobertura máxima se registró en la estación central con un valor medio de 36,9 haces/cuadrícula, similar al obtenido en la campaña realizada en el 2004 (37,7 pies de sebas). En cambio, la cobertura mínima se alcanzó en el final del transecto con una media de 14,6 pies de sebas. Los datos obtenidos en el punto inicial y final fueron inferiores a los registrados en el 2004 (Fig. 27).

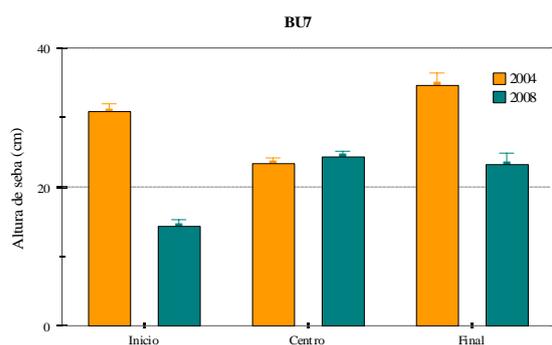


Fig. 26: Altura media (\pm error típico) de seba en las estaciones del transecto BU7.

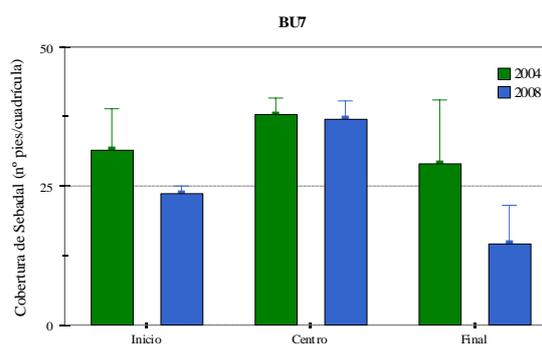


Fig. 27: Cobertura media (\pm error típico) de seba en las estaciones del transecto BU7.

Transecto BU8

Al inicio del transecto se observa un sebadal laxo, pasando a ser denso en el punto central. Al final del transecto el sebadal es muy laxo y se encuentra acompañado por anguilas. También se observan muchas sebas muertas.

La altura máxima se obtuvo en el punto central con una media de 22,9 cm, siendo incluso ligeramente superior que en el 2004. Por el contrario, las alturas registradas en los puntos inicial y final fueron inferiores en el 2008, obteniéndose un mínimo de 14,3 cm en la estación final (Fig. 28).

En el transecto BU8 la cobertura máxima se obtuvo en la estación central con un valor medio de 31,9 haces/cuadrícula. En cambio, la cobertura mínima se registró en el final con una media de 6,6 pies de sebas.

Comparando los resultados obtenidos en el estudio realizado en 2004 y 2008 se observa un acusado descenso de las coberturas en las tres estaciones del transecto (Fig. 29).

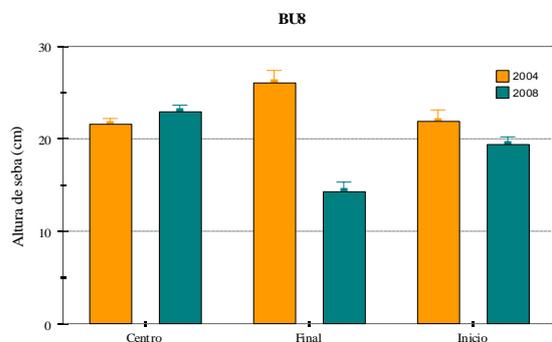


Fig. 28: Altura media (\pm error típico) de seba en las estaciones del transecto BU8.

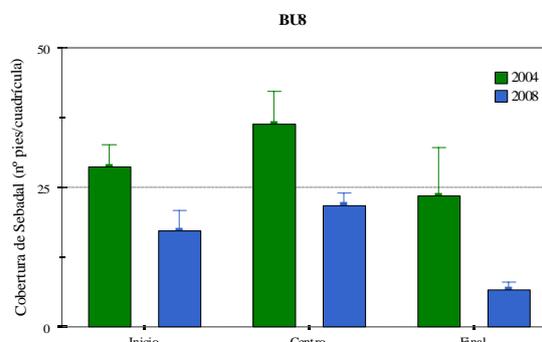


Fig. 29: Cobertura media (\pm error típico) de seba en las estaciones del transecto BU8.

Transecto BU9

Al inicio del transecto se localiza un sebadal parcheado. En el punto central el sebadal es denso con la presencia de varios calveros. Al final del transecto el sebadal es parcheado y se encuentra acompañado por anguilas. (Fotos 25-27).



La altura de las sebas en BU9 fue similar en los tres puntos de muestreo, siendo máxima en el inicio del transecto con un valor medio de 23,7 cm. La altura mínima se registró en el punto central con una media de 20,9 cm.

Comparando los datos con los obtenidos en 2004 se observa un ligero descenso de las alturas de las sebas a lo largo del transecto (Fig. 30).

La cobertura máxima se obtuvo en el inicio del transecto con una media de 29,4 haces/cuadrícula, seguida por el punto central con 28,8 pies de sebas. La cobertura mínima se registró al final del transecto con un valor medio de 24,2 haces/cuadrícula.

En el estudio comparativo realizado entre los resultados obtenidos en la presente campaña y la del 2004 se observa un aumento de la cobertura en el inicio y centro del transecto. En cambio, en el punto final se produce un ligero descenso (Fig. 31).

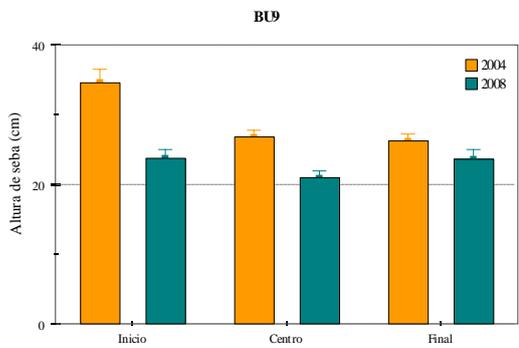


Fig. 30: Altura media (\pm error típico) de seba en las estaciones del transecto BU9.

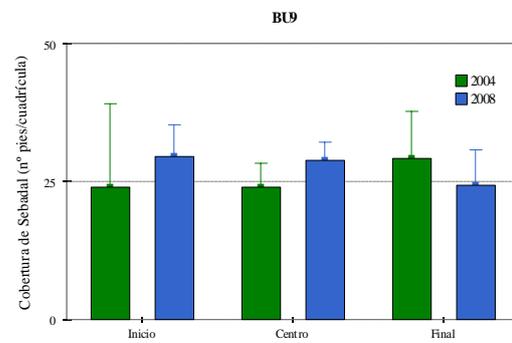
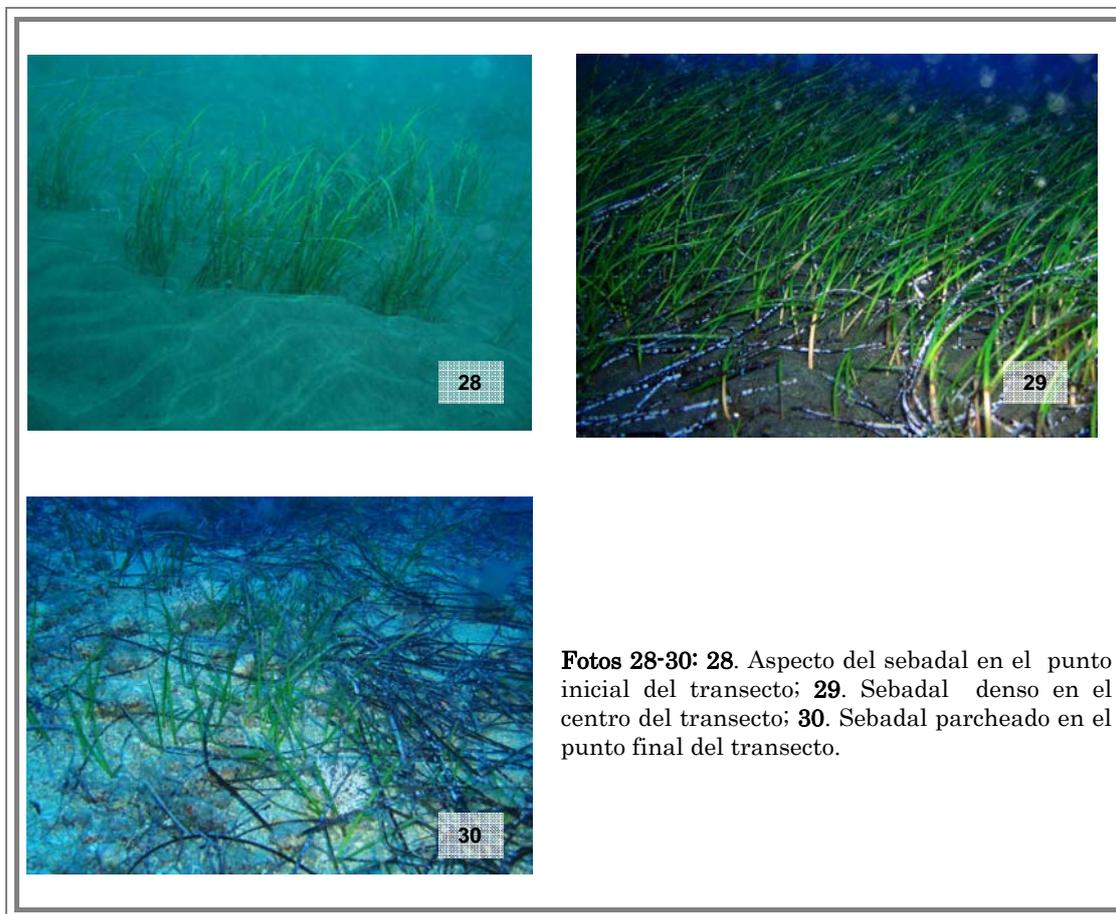


Fig. 31: Cobertura media (\pm error típico) de seba en las estaciones del transecto BU9.

Transecto BU10

En el punto inicial del transecto se observa un sebadal laxo. En el punto central, el sebadal es denso sin presencia de calveros. Al final del transecto se localiza un sebadal laxo acompañado con mäerl y numerosas sebas muertas (Fotos 28-30).



Fotos 28-30: 28. Aspecto del sebadal en el punto inicial del transecto; 29. Sebadal denso en el centro del transecto; 30. Sebadal parcheado en el punto final del transecto.

Las alturas de sebas del transecto BU10 son muy similares a las obtenidas en la campaña del 2004. En esta campaña, la altura máxima fue de 29 cm y la mínima de 15,7 cm (Fig. 32).

En el transecto BU10 la cobertura máxima se obtuvo en la estación central con un valor medio de 29,4 haces/cuadrícula. En cambio, la cobertura mínima se registró en el inicio con una media de 10 pies de sebas.

Comparando los resultados obtenidos en el estudio realizado en 2004 y 2008 se observa un descenso significativo de las coberturas en la estación inicial, mientras que en el centro se produce un aumento. Las coberturas obtenidas al final del transecto son similares en ambos años (Fig. 33).

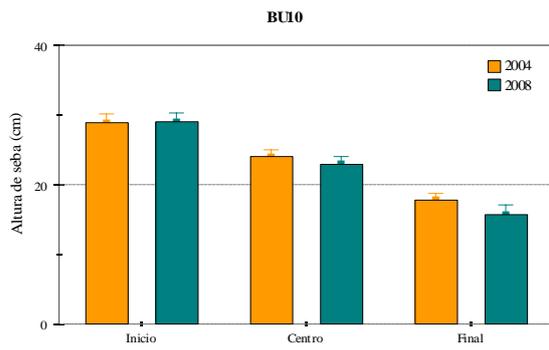


Fig. 32: Altura media (\pm error típico) de seba en las estaciones del transecto BU10.

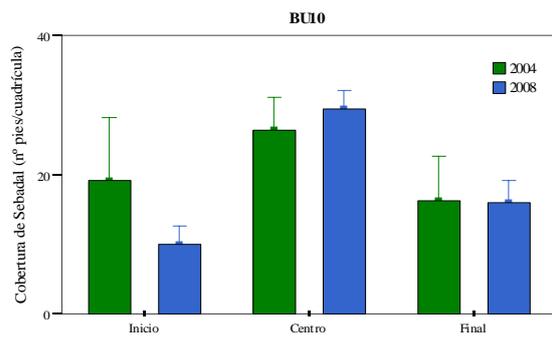


Fig. 33: Cobertura media (\pm error típico) de seba en las estaciones del transecto BU10.

3.2.2 TRANSECTOS POR ZONAS

Los diferentes transectos de buceo se agruparon en dos zonas:

- Zona Sur, situados entre Punta Roja y Punta del Callao (BU2, BU4, BU5 y BU6).
- Zona Norte, situados entre la Punta del Tanque del Vidrio y Punta Roja (BU7, BU8, BU9 y BU10).

Las alturas de sebas fueron similares en las dos zonas de muestreo de la campaña de 2008, ligeramente superior en la zona Norte.

Comparando los datos obtenidos en ambas campañas se observa un descenso de la altura de las sebas en las dos zonas de estudio. Las alturas de la zona Sur registraron una media de 19,8 cm en 2008, mientras que en 2004 fueron 29,1 cm. En la zona Norte se alcanzaron unas alturas de 21,2 cm en 2008 y 25,7 cm en 2004 (Fig. 34).

En el presente estudio la zona Sur alcanzó la máxima cobertura con una media de 26,9 haces/cuadrícula, mientras que en la zona Norte el valor medio fue de 23,6 pies de sebas. Comparando con los datos obtenidos en la campaña de 2004 se observa un ligero descenso de la cobertura en la zona Norte, mientras que en la zona Sur son muy similares (Fig. 35).

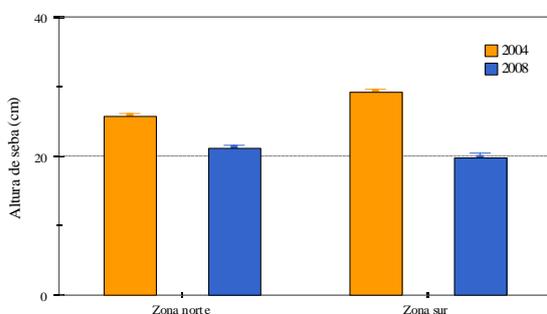


Fig. 34: Altura media (\pm error típico) de seba en las zonas de estudio (Zona Sur: BU2, BU4, BU5 y BU6; Zona Norte: BU7, BU8, BU9 y BU10).

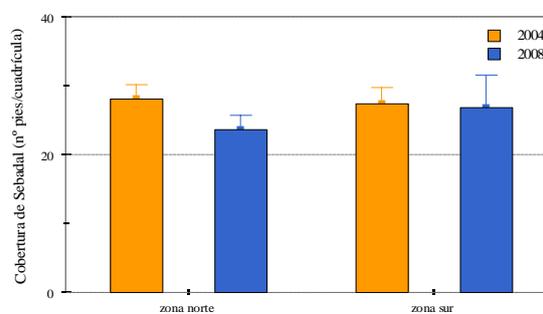


Fig. 35: Cobertura media (\pm error típico) de seba en las zonas de estudio (Zona Sur: BU2, BU4, BU5 y BU6; Zona Norte: BU7, BU8, BU9 y BU10).

3.2.3 TRANSECTOS EN CONJUNTO

Comparando los datos obtenidos en las campañas de 2004 y 2008 se observa un descenso de la cobertura de los sebadales presentes en los transectos BU2, BU4, BU7, BU8 y BU10. Por el contrario, la cobertura media ha aumentado en BU5, BU6 y BU9.

La cobertura máxima se registró en el transecto BU5 durante la campaña realizada en el 2008 con un valor medio de 38,7 haces/cuadrícula. En cambio, la cobertura mínima se obtuvo en el transecto BU2 de la misma campaña con una media de 12,9 pies de sebas (Fig. 36).

La altura media de las sebas ha disminuido en todos los transectos de la campaña 2008, siendo inferiores a 35 cm. En cambio, las alturas medias tomadas durante la campaña de 2004 eran todas superiores a 30 cm (Fig. 37).

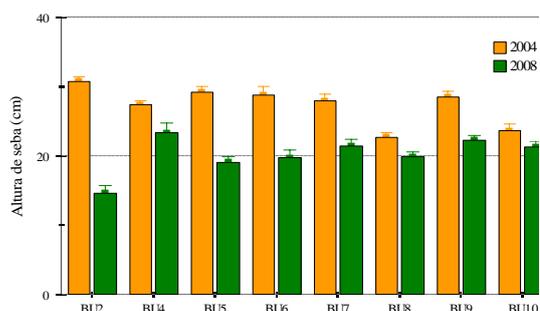
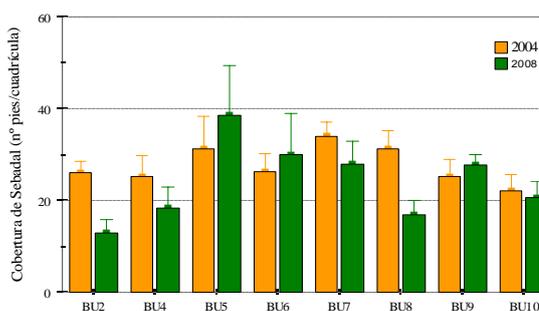


Fig. 36: Cobertura media (\pm error típico) de seba en los transectos de buceo.

Fig. 37: Altura media (\pm error típico) de seba en los transectos de buceo.

Comparando las coberturas medias de las distintas zonas de los transectos se observa una disminución en los puntos iniciales y finales. En cambio, las coberturas obtenidas en las zonas centrales son similares en ambos años (Fig. 38).

En el caso de las alturas medias, como se ha comentado anteriormente, se produce una disminución en las tres zonas de los transectos (Fig. 39)

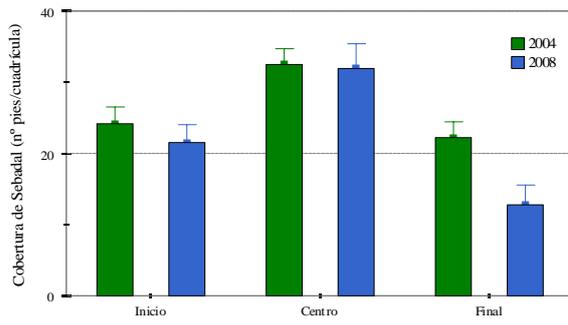


Fig. 38: Cobertura media (\pm error típico) de seba en las zonas de los transectos de buceo.

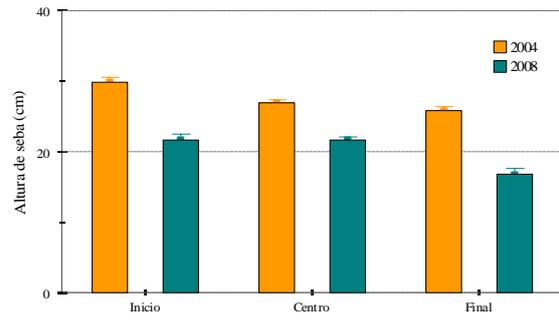


Fig. 39: Altura media (\pm error típico) de seba en las zonas de los transectos de buceo.

3.2.4 CONSIDERACIONES GENERALES

En términos generales, se ha observado una regresión en el sebadal de Granadilla a nivel de los dos parámetros descriptores analizados (altura y cobertura); con el fin de comparar la variabilidad temporal de estos parámetros se han utilizado los datos de ocho transectos seleccionados y muestreados en 2004 y 2008 (transectos BU2, BU4, BU5, BU6, BU7, BU8, BU9 y BU10).

Se ha utilizado un modelo anidado de análisis de varianza (ANOVA) para comprobar la hipótesis nula de que no existen diferencias significativas en los parámetros estudiados (altura y cobertura) entre las campañas realizadas (2004 y 2008), las dos áreas de muestreo (Norte y Sur), y dentro de la misma pradera (inicio, centro y final). Este modelo está compuesto por tres factores: (1) campaña, que es un factor fijo con dos niveles, (2) área, que es un factor fijo con dos niveles y (3) praderas, que es un factor anidado dentro del factor área, aleatorio y con cuatro niveles. Para este análisis se utilizaron únicamente los datos de altura y cobertura de las cuadrículas muestreadas en la parte central de los sebedales, porque en el transecto BU2 ha desaparecido casi por completo la pradera presente en el año 2004 y en la actualidad se trata de un sebadal disperso y acantonado a la parte media del transecto. También de esta forma se disminuye la variabilidad espacial de los sebedales y el análisis se centra en establecer la presencia o ausencia de diferencias significativas entre las dos campañas de muestreo (2004 y 2008), así como los dos grupos de transectos establecidos (Norte y Sur) y anidado a esta variable se analizan las diferencias entre los transectos seleccionados (BU2, BU4, BU5, BU6, BU7, BU8, BU9 y BU10).

Altura de la seba

La altura media en los transectos analizados en el año 2004 fue de 27,39 cm, que se redujo a una media de 20,18 cm en el año 2008. A primera vista, las diferencias son evidentes en este parámetro entre las dos campañas de estudio (2004 y 2008), sin embargo, al incluir en el análisis la totalidad de factores a analizar (campaña, área geográfica y pradera) las diferencias NO son significativas (Test de Cochran de homogeneidad de varianzas, $C = 0,2167$ $p < 0,01$) y, por tanto, no se puede llevar a cabo ningún análisis de varianza (ANOVA). La ausencia de diferencias significativas son debidas principalmente a la altura de las sebas del transecto BU6 durante la campaña de 2004, que en algunos casos superó los 45 cm de longitud de haz.

Cobertura de la seba

En términos de cobertura, también se observaron diferencias en esta variable, con una media de 27,68 haces por cuadrícula analizada. En 2008, la cobertura disminuyó hasta un valor medio de 24,32 haces.

La cobertura media del sebadal en los años de muestreo se considera media (608,75 haces/m² y 692 haces/m²) y se localiza dentro del intervalo de coberturas analizadas por diferentes autores para las Islas Canarias (Barberá *et al.*, 2005, Tuya *et al.*, 2002).

Los datos de cobertura fueron transformados al $\ln(x+1)$ con el fin de homogeneizar las varianzas (Test de Cochran, $C = 0,2167$, $p =$ no significativo (ns)). Se analizaron conjuntamente todos los factores expuestos con anterioridad (año, área geográfica y sebadal) y no se encontraron diferencias significativas entre ninguno de los factores analizados. La variable pradera se analizó de forma anidada dentro del factor área geográfica y las diferencias tampoco fueron significativas (ANOVA dos vías anidada, $F = 2,25$; $p = 0,1734$).

Las variables analizadas (altura de los haces y cobertura/densidad) no constituyen *per se* factores bioindicadores, únicamente se refieren al estado en el que se encuentran las praderas analizadas. Los resultados obtenidos pueden mostrar fluctuaciones interanuales de la productividad de la pradera debido a variaciones climáticas a la misma escala temporal (luz, época de lluvias, temporales, etc.). En el caso de un impacto de origen antropogénico, la reducción temporal de estas variables (altura y cobertura) podría ser debido a la reducción del crecimiento y productividad o bien al incremento de la mortalidad de esta especie. Sin embargo, es necesario un estudio exhaustivo de las praderas de fanerógamas marinas a lo largo de varios años y con muestreos estacionales en el mismo año.

En diversos estudios llevados a cabo con otras especies de fanerógamas marinas se ha observado que en períodos de eutrofización, los haces de las plantas pueden llegar a reducir su tamaño debido a la acción de los herbívoros. Sin embargo, no se ha observado este proceso en el caso de la especie en estudio *Cymodocea nodosa*, debido a que se trata de una planta muy plástica que puede adaptar su morfología a diferentes circunstancias.

La causa de esta regresión puede ser debida a diferentes motivos, pero posiblemente es causada por el incremento de las actividades antrópicas en la zona (creación de muelles deportivos y espigones, esorrentías procedentes de barrancos, vertidos incontrolados de industrias, emisarios submarinos, entre otros). Sin embargo, con los datos de este estudio NO es posible identificar las causas principales de la disminución de las praderas presentes en el sebadal de Granadilla, por tanto, las

variaciones observadas pueden ser debidas a factores de origen natural y/o antropogénico.

3.3. GRANULOMETRÍA

En las siguientes figuras se muestran los resultados de los análisis granulométricos de cada una de las cinco muestras analizadas (Fig. 40). Se representan los porcentajes de las diferentes fracciones sedimentarias, donde la proporción del tipo sedimentario se obtiene a partir del porcentaje retenido en cada uno de los tamices utilizados. Con estos valores se han realizado las curvas acumulativas, obteniéndose los valores de D_{16} , D_{50} y D_{84} (valor medio del diámetro del 16%, 50% y 84% de las partículas respectivamente) que caracterizan los tipos sedimentarios.

A partir del análisis granulométrico de las muestras de sedimentos se caracterizaron tres tipos de sedimentos: arenas medias, arenas finas y arenas muy finas. Las arenas medias constituyeron el tipo sedimentario dominante en la muestra GR-1, caracterizada por encontrarse bien representada las fracciones de arenas medias y arenas finas. Las arenas finas dominaron en las muestras GR-2, GR-3 y GR-5, caracterizadas por encontrarse bien representadas las fracciones de arenas muy finas y arenas muy finas. Las arenas muy finas constituyeron el tipo sedimentario dominante en la muestra GR 4, que presentó porcentajes importantes de arenas muy finas.

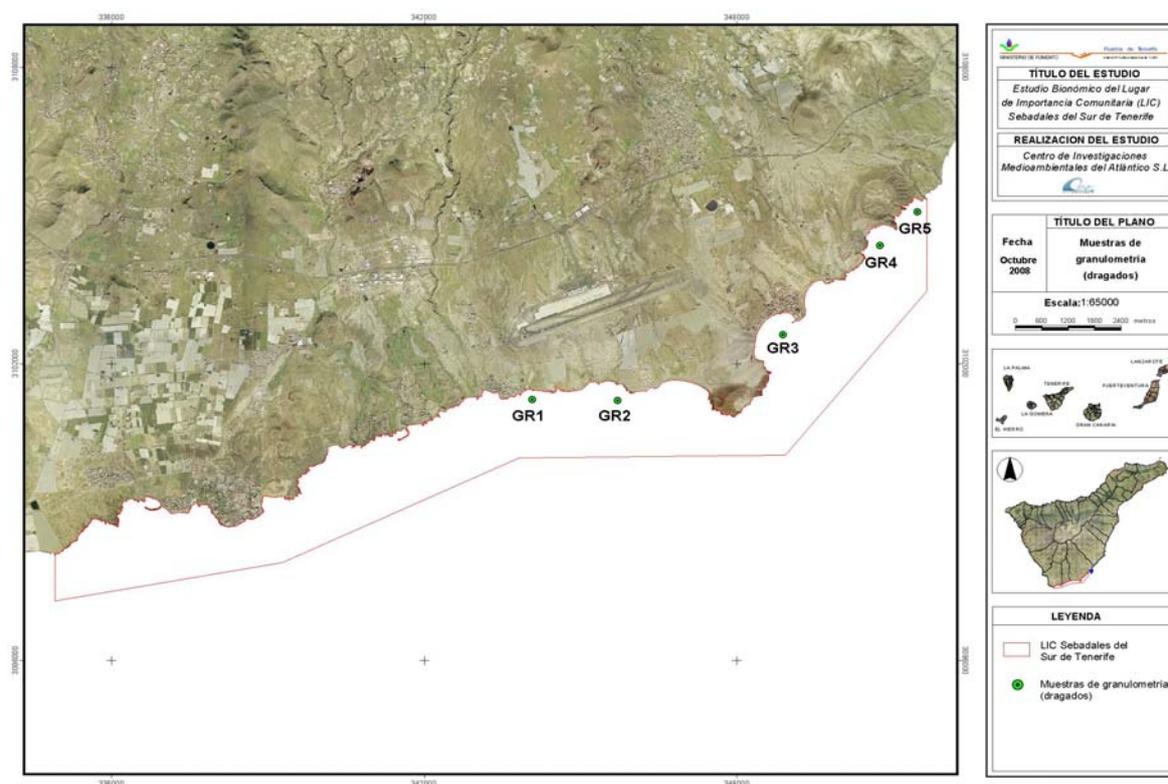


Fig. 40: Puntos de muestreo (dragados) para los análisis granulométricos.

En los resultados obtenidos tras los análisis granulométricos en la estación GR-1, se observa que predominan las arenas medias (50,6%) y finas (30,7%), además destaca con valores medios las arenas gruesas (11,2%). El sedimento analizado ha sido caracterizado como arenas medias (Fig. 41).

Muestra 1: GR 1

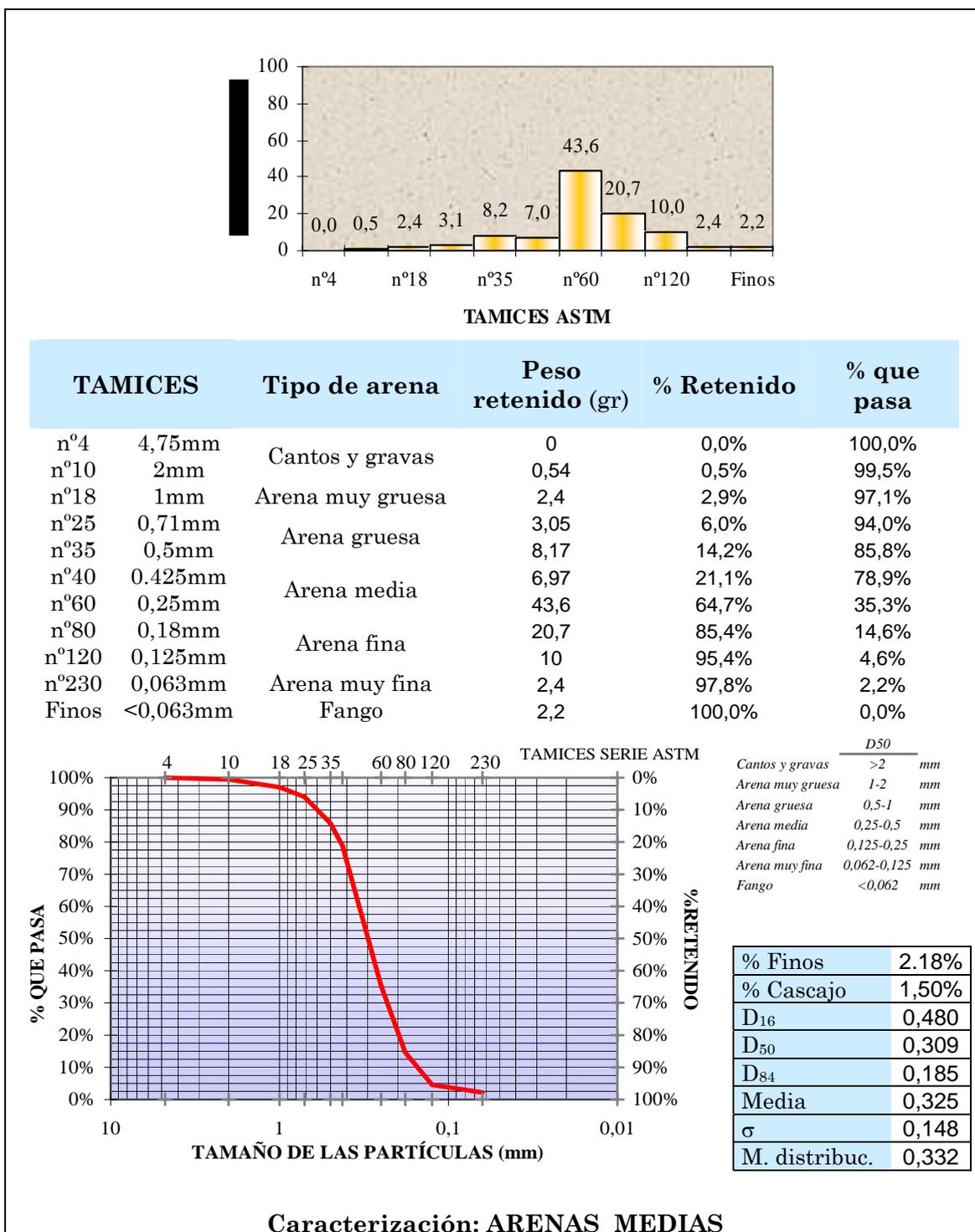


Fig. 41: Análisis granulométrico de la muestra 1.

La estación GR-2 presenta una composición sedimentaria con valores altos de arenas finas (54,5%). Los porcentajes medios corresponden a las fracciones de arenas medias (26,3%) y arenas muy finas (11,8%), mientras que el resto de tipos sedimentarios son poco representativos. El sedimento analizado ha sido caracterizado como arenas finas (Fig. 42).

Muestra 2: GR 2

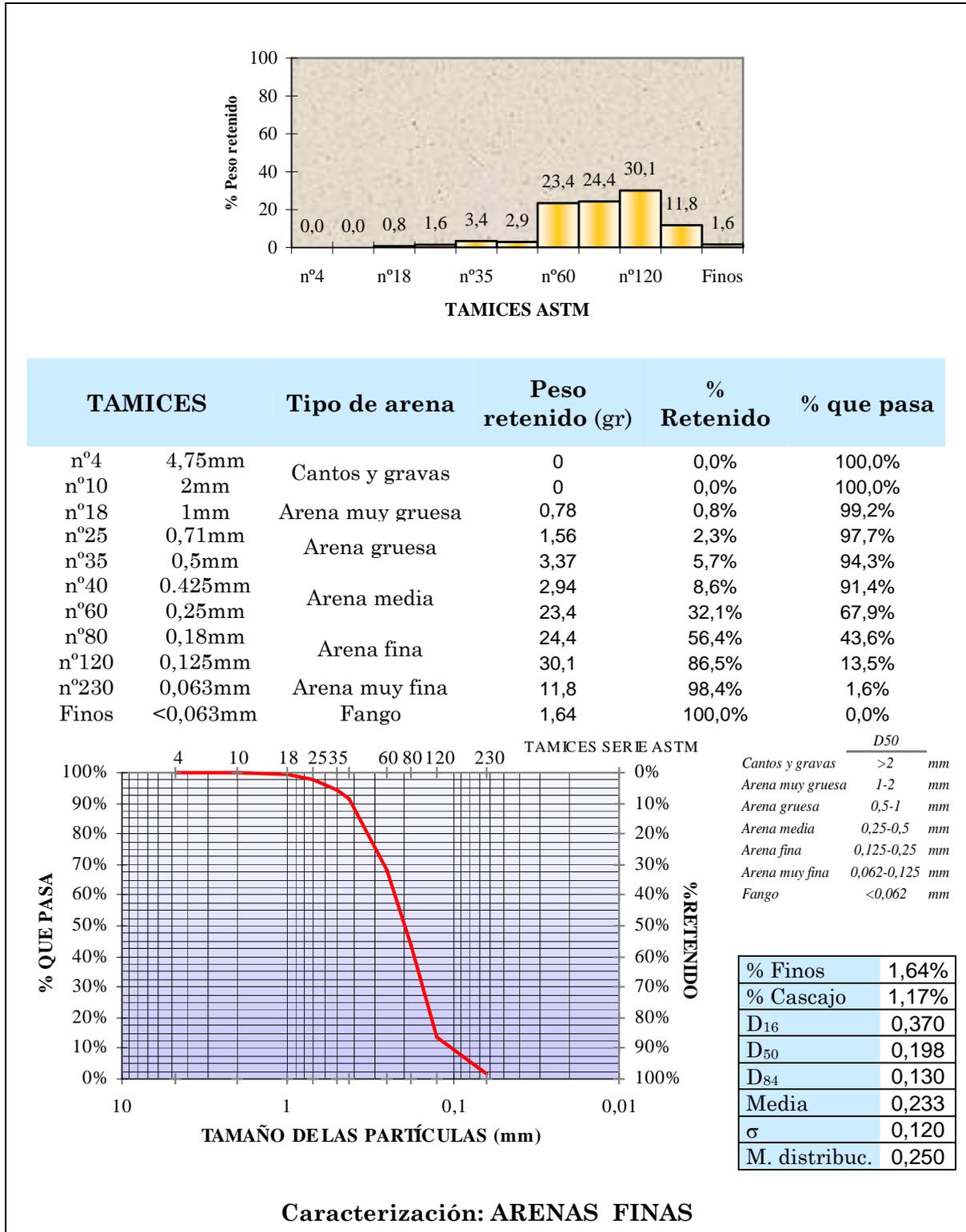


Fig. 42: Análisis granulométrico de la muestra 2.

Los análisis granulométricos realizados en la estación GR-3 han dado como resultado una arena con dos tipos dominantes y baja representación del resto de las fracciones. Los niveles más elevados corresponden a las arenas finas (44,5%) y medias (38,3%). El sedimento se ha caracterizado como arenas finas (Fig. 43).

Muestra 3: GR 3

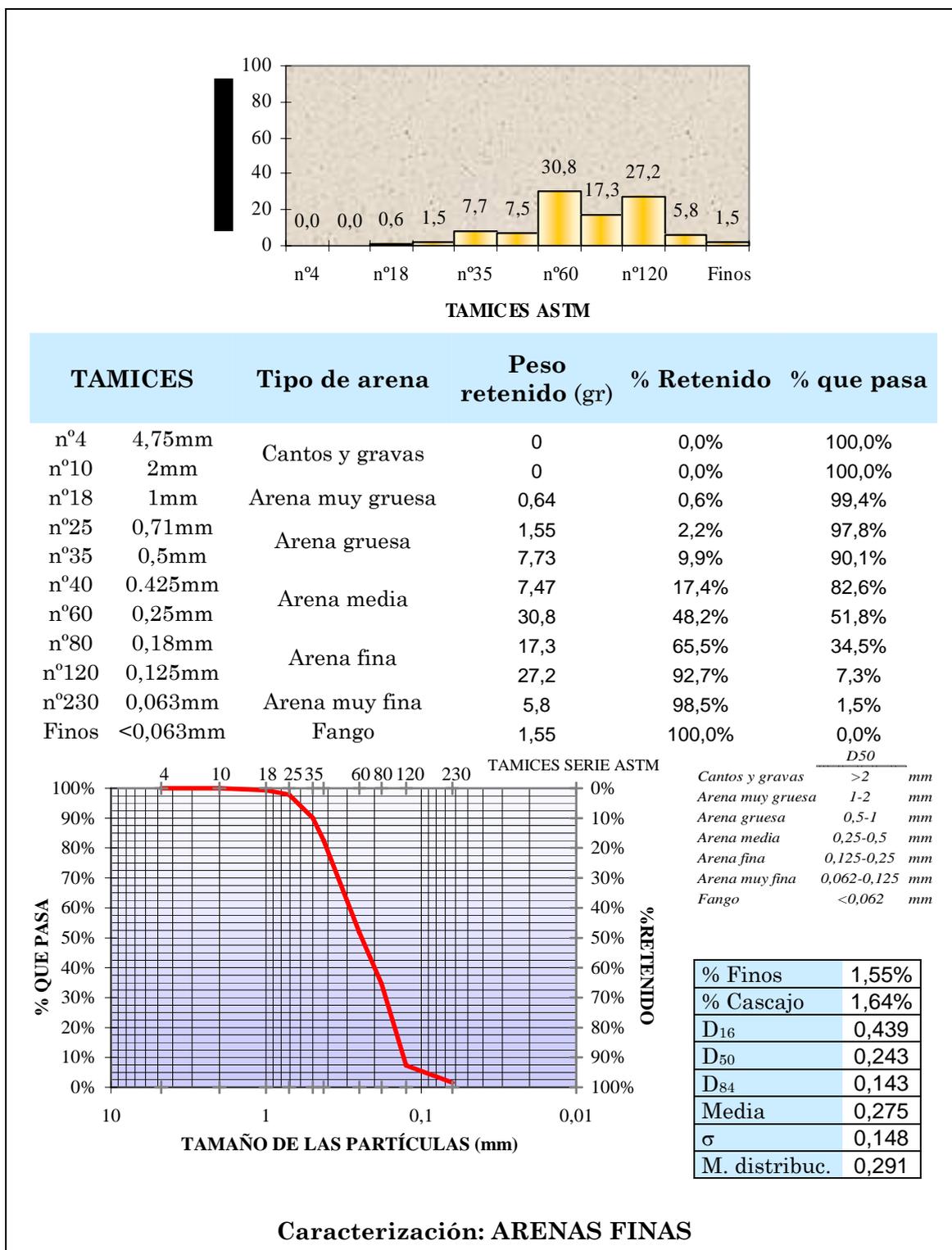


Fig. 43: Análisis granulométrico de la muestra 3.

El análisis granulométrico de la estación GR-4 refleja un dominio de la fracción de arenas muy finas (61,9%) sobre el resto de tipos sedimentarios. Otra fracción bien representada fueron las arenas finas con el 33,9%. En cambio, los tipos sedimentarios peor representados fueron los cantos y gravas, arenas muy gruesas y arenas gruesas, con un 0%. El sedimento se ha caracterizado como arenas muy finas (Fig. 44).

Muestra 4: GR 4

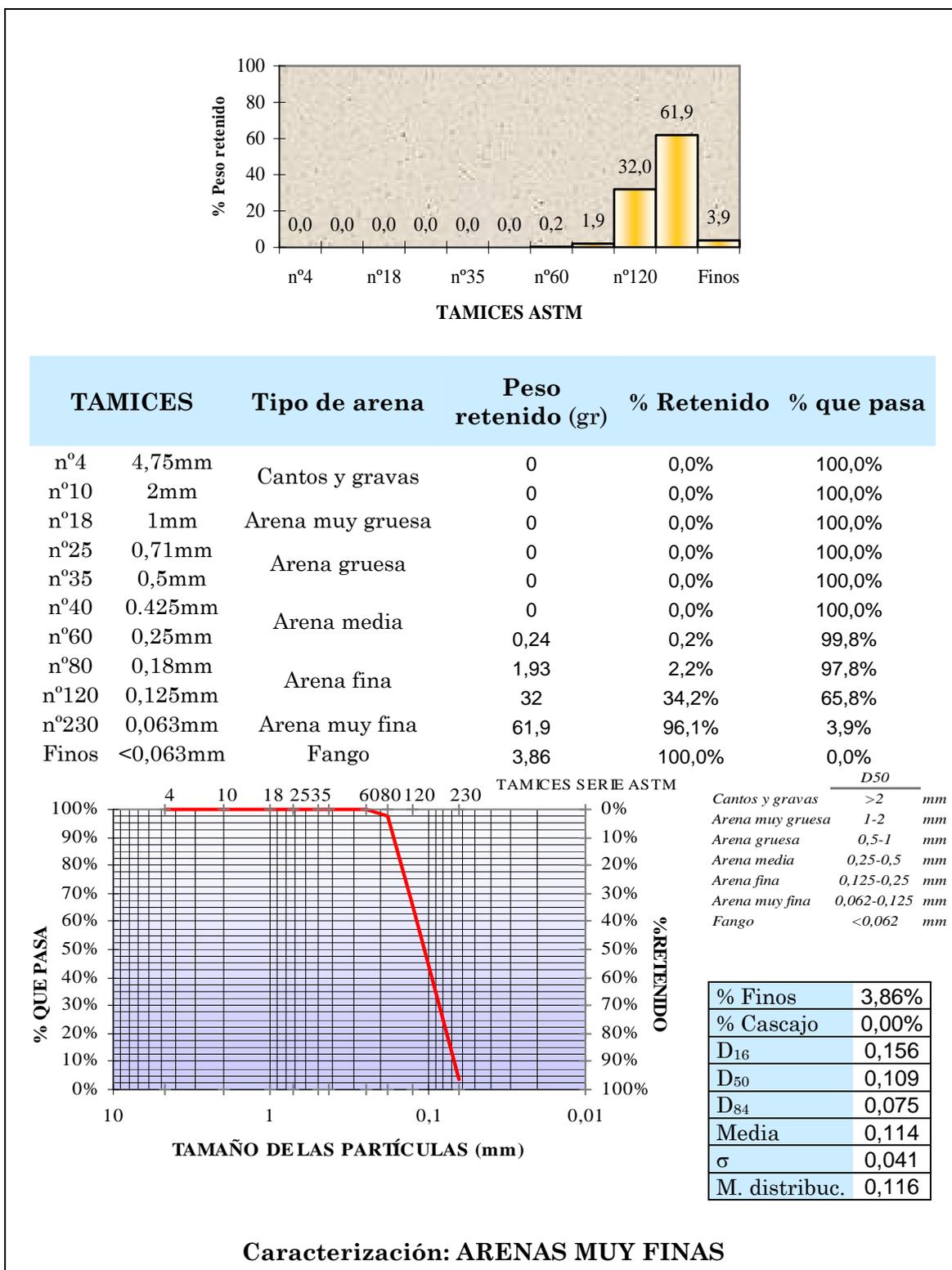
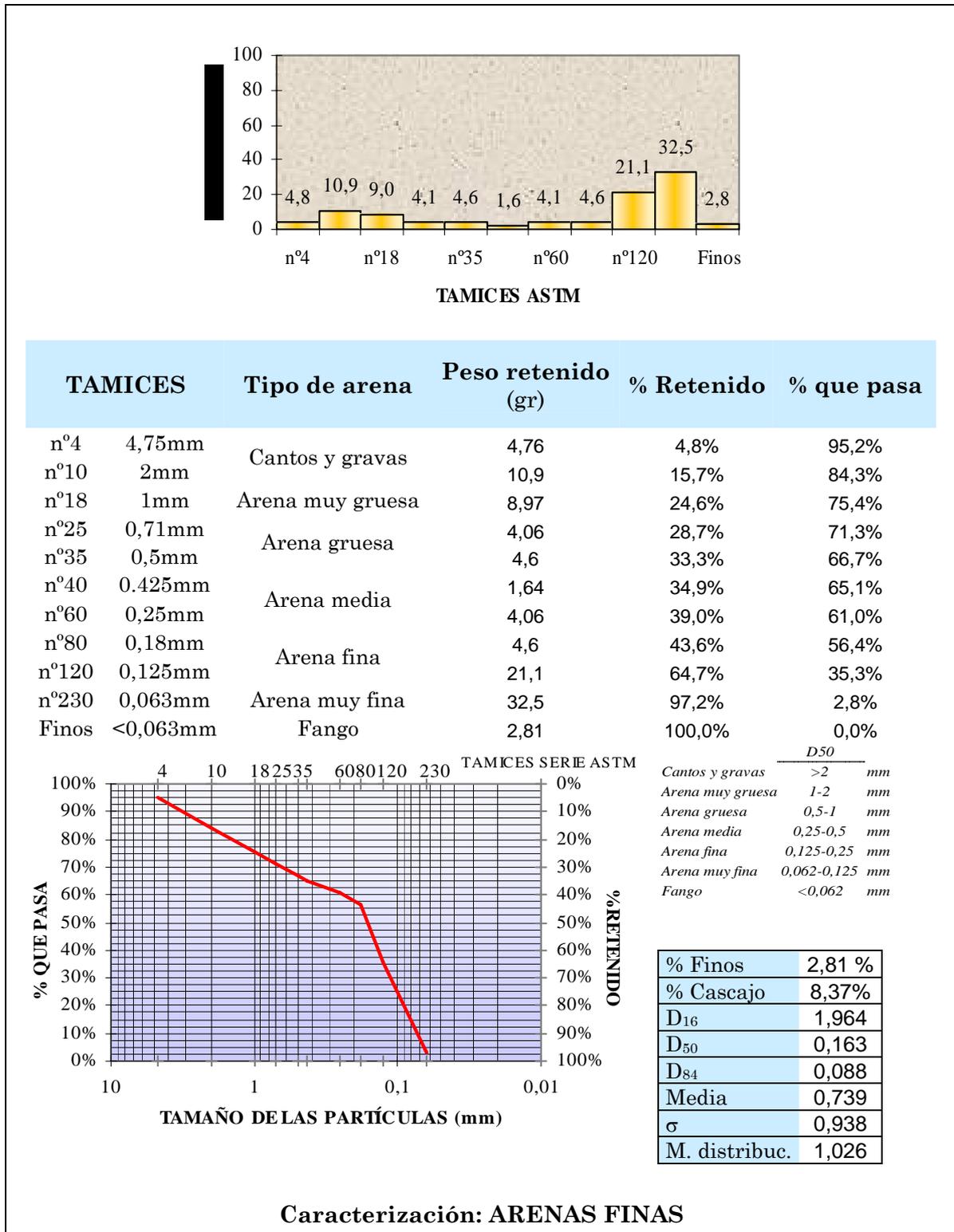


Fig. 44: Análisis granulométrico de la muestra 4.

En los resultados obtenidos tras los análisis granulométricos en la estación GR-5, se observa que predominan las arenas muy finas (32,5%) y finas (25,7%), además destaca con valores medios los cantos y gravas (15,7%). El sedimento analizado ha sido caracterizado como arenas finas (Fig. 45).

Muestra 5: GR 5



Caracterización: ARENAS FINAS

Fig. 45: Análisis granulométrico de la muestra 5.

3.4. MATERIA ORGÁNICA

En la Tabla 13 se resumen los resultados de los análisis realizados a las cinco muestras de sedimentos recogidas en los mismos puntos que los utilizados en los dragados para granulometría (Fig. 46). Estos valores se encuentran dentro del rango de valores normales de los fondos submareales arenosos de Canarias (0.05-1.5%).

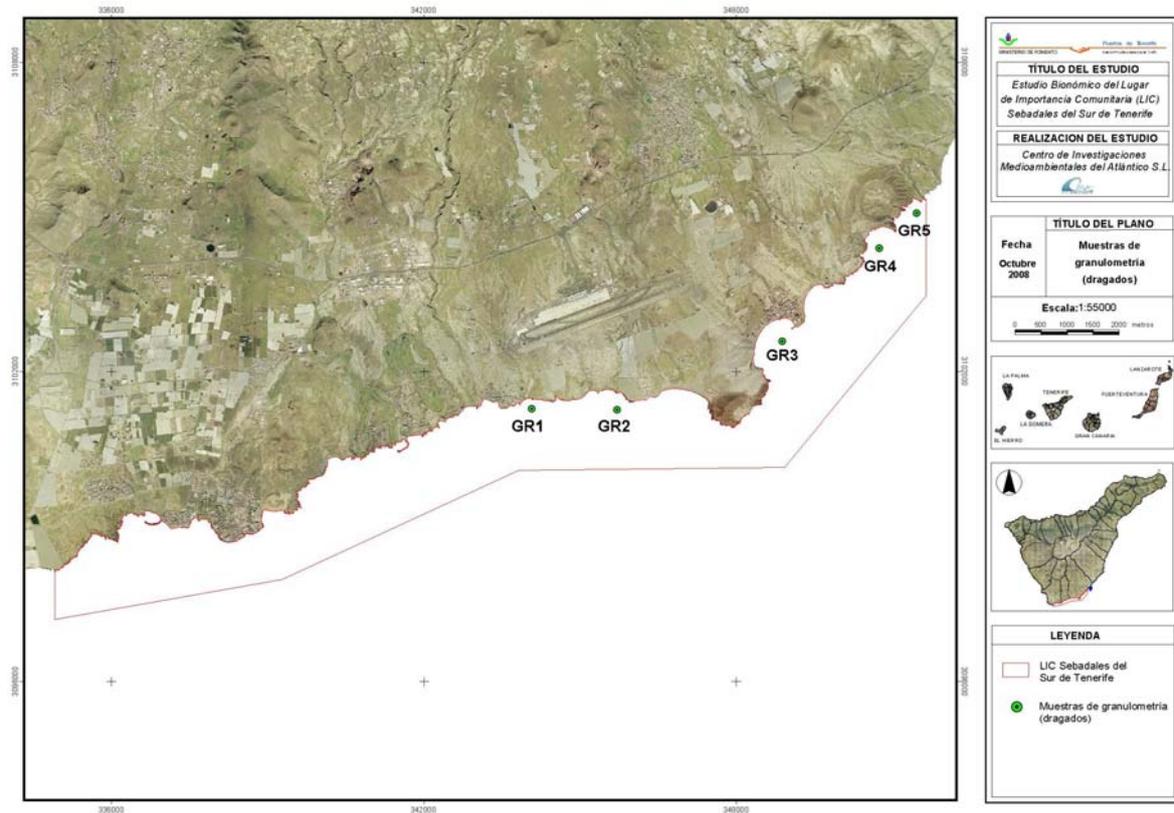


Fig. 46: Puntos de muestreo (dragados) para los análisis de materia orgánica.

Tabla 13.					
Resultados de materia orgánica de las muestras analizadas.					
Parámetro	GR-1	GR-2	GR-3	GR-4	GR-5
Materia Orgánica (%)	0.2	0.4	0.15	0.35	0.15

3.5. INFAUNA

Para el estudio de la comunidad macrofaunal de fondos blandos se recolectaron un total de cinco estaciones de muestreo (M-23, M-26, M-47, M-71 y M-84), dos en arenales y tres en sebadales. Estos puntos coinciden con los muestreados en el año 2004 (Fig. 47).

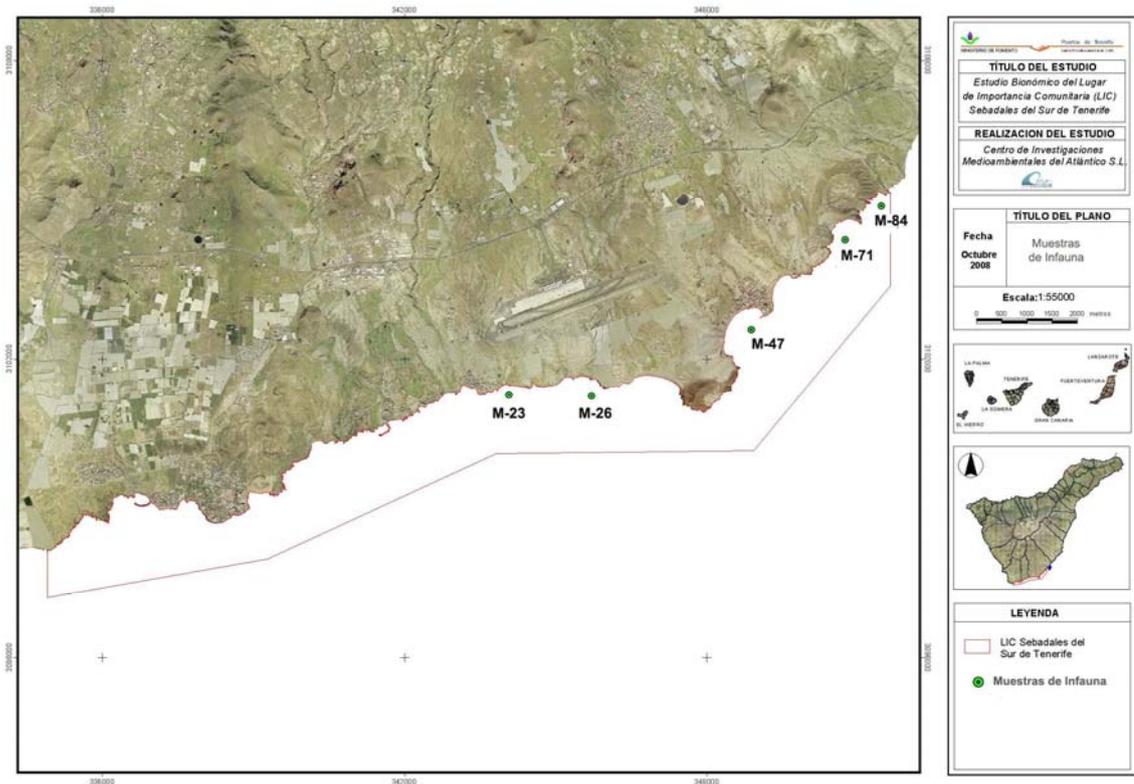


Fig. 47: Puntos de muestreo (dragados) para el estudio de infauna.

En esta campaña se contabilizaron un total de 617 ejemplares de 12 grupos taxonómicos que correspondieron a 50 especies (Tabla 14). El taxon más abundante fue el anfípodo *Ampelisca brevicornis* con 272 ejemplares (44,1% de la abundancia total) seguido por el anfípodo *Bathyporeia elegans* con 68 individuos (11%). Por el contrario, 22 especies estuvieron representadas por un único ejemplar.

Tabla 14.
Listado de especies y sus abundancias en las estaciones de fondos blandos

GRUPO	ESPECIE	M-23	M-26	M-47	M-71	M-84	TOTAL
Amphipoda	<i>Ampelisca brevicornis</i>	141	78	0	16	37	272
Amphipoda	<i>Ampithoe rubricata</i>	1	1	0	0	0	2
Amphipoda	<i>Bathyporeia elegans</i>	4	19	33	6	6	68
Amphipoda	<i>Corophium</i> sp.	4	0	0	0	0	4
Amphipoda	<i>Harpinia antennaria</i>	0	4	2	2	0	8
Amphipoda	<i>Hyale perieri</i>	0	0	0	0	1	1
Amphipoda	<i>Photis longicaudata</i>	0	1	0	0	0	1
Amphipoda	<i>Pontocrates arenarius</i>	4	2	0	3	5	14
Amphipoda	<i>Urothoe marina</i>	1	5	1	0	0	7
Amphipoda	<i>Urothoe pulchella</i>	0	0	1	0	1	2
Cumacea	<i>Bodotria arenosa</i>	5	2	0	0	2	9
Cumacea	<i>Iphinoe canariensis</i>	19	6	1	2	18	46
Decapoda	<i>Athanas nitescens</i>	0	0	0	0	1	1
Decapoda	<i>Liocarcinus arcuatus</i>	0	0	0	1	0	1
Decapoda	<i>Pisa nodipes</i>	0	0	0	0	1	1
Decapoda	<i>Portunus hastatus</i>	0	0	0	1	0	1
Echinodermata	<i>Brissus unicolor</i>	0	1	0	0	0	1
Echinodermata	<i>Echynocyamus pusillus</i>	1	0	0	0	0	1
Isopoda	<i>Eurydice pulchra</i>	4	0	2	0	0	6
Misidacea	<i>Gastrosaccus sanctus</i>	1	0	2	5	1	9
Mollusca	<i>Atys macandrewi</i>	0	1	0	0	0	1
Mollusca	<i>Bela ornata</i>	0	0	0	0	1	1
Mollusca	<i>Bittium latreillii</i>	0	0	4	2	0	6
Mollusca	<i>Callista chione</i>	1	0	0	0	0	1
Mollusca	<i>Cylichna propeccylindracea</i>	0	0	1	0	0	1
Mollusca	<i>Gouldia minima</i>	2	0	0	0	0	2
Mollusca	<i>Hastula lepida</i>	0	0	0	1	0	1
Mollusca	<i>Nassarius cuvierii</i>	0	1	0	2	0	3
Mollusca	<i>Parvicardium exiguum</i>	0	0	1	0	0	1
Nematoda	Nematoda sp.1	0	2	0	0	0	2
Ostracoda	<i>Cypridina mediterranea</i>	0	0	2	11	1	14
Ostracoda	<i>Cypridina norvergica</i>	0	0	0	0	1	1
Polychaeta	<i>Aonides oxycephala</i>	0	0	0	0	1	1
Polychaeta	<i>Aponuphis bilineata</i>	0	0	2	2	0	4
Polychaeta	<i>Armandia cirrosa</i>	0	2	0	0	0	2
Polychaeta	<i>Demonax brachychona</i>	1	0	0	0	0	1
Polychaeta	<i>Dispio uncinata</i>	0	0	2	7	0	9
Polychaeta	<i>Glycera dayi</i>	0	2	0	0	0	2
Polychaeta	<i>Glycera</i> sp.	1	0	0	0	0	1
Polychaeta	<i>Lumbrineris</i> sp.	0	0	1	0	0	1
Polychaeta	<i>Nephtys caeca</i>	0	0	1	0	0	1
Polychaeta	<i>Polyopthalmus pictus</i>	0	1	0	0	0	1
Polychaeta	<i>Prionospio steenstrupii</i>	0	2	0	0	0	2
Polychaeta	<i>Schoeredella laubieri</i>	1	9	3	10	6	29
Polychaeta	<i>Sigalion squamatum</i>	0	0	1	1	1	3
Polychaeta	<i>Spio filicornis</i>	0	0	0	1	0	1

Continuación Tabla 14. Listado de especies y sus abundancias en las estaciones de fondos blandos							
Polychaeta	<i>Streptosyllis bidentata</i>	3	0	0	0	0	3
Stomatopoda	Stomatopoda sp.	1	1	0	0	0	2
Tanaidacea	<i>Apseudes talpa</i>	3	55	1	4	0	63
Tanaidacea	<i>Leptochelia dubia</i>	1	0	0	1	0	2
TOTAL		199	195	61	78	84	617

El grupo taxonómico más abundante fue el de los anfípodos, que constituyeron el 61,4% de la comunidad macrofaunal. El segundo grupo más importante en términos de abundancia fueron los tanaidáceos que conformaron el 10,5% de la densidad total. Por el contrario, los grupos taxonómicos peor representados fueron los equinodermos, los nematodos y los estomatópodos (Fig. 48).

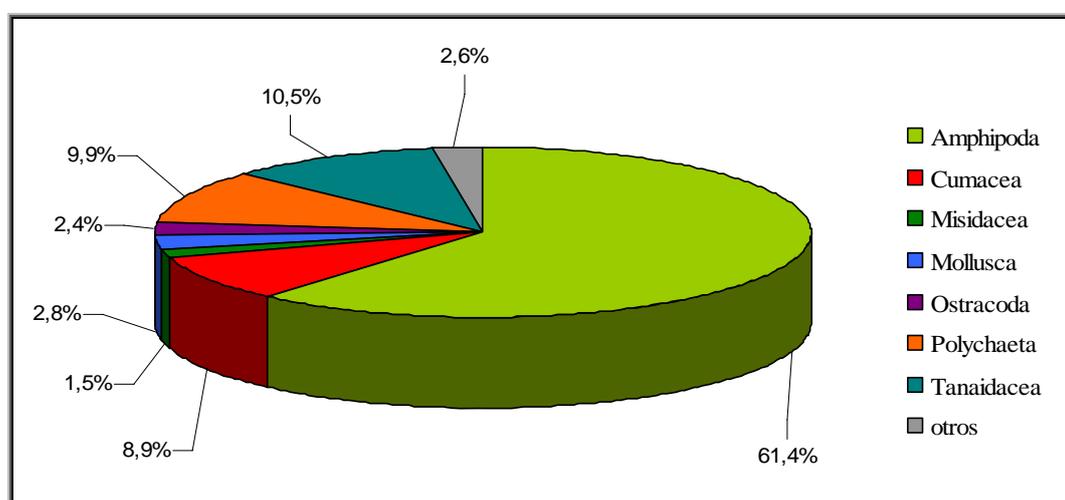


Fig. 48. Abundancia en porcentaje de los grupos taxonómicos en las estaciones de fondos blandos. Dentro de la categoría “otros” se incluyen: Isopoda, Decapoda, Echinodermata, Nematoda y Stomatopoda.

La riqueza de especies experimentó ligeras fluctuaciones entre las cinco estaciones de estudio, con máximos en M-26 (15,5 especies) y M-23 (14 especies). Por el contrario, la diversidad específica mínima se registró en el punto M-84 que registró un valor medio de 9 taxones (Fig. 49).

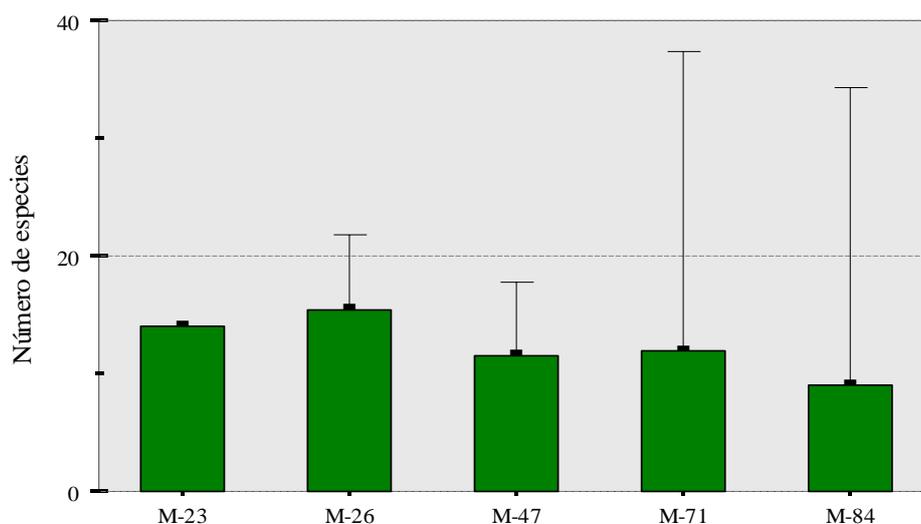


Fig. 49. Número de especies (\pm error típico) en las estaciones de fondos blandos.

La abundancia de ejemplares varió bastante entre las cinco estaciones de muestreo, siendo máxima en M-23 con un valor medio de 99,5 ejemplares, seguida de M-26 con 97,5 individuos. En cambio, las densidades mínimas se obtuvieron en el punto M-47 con 30 ejemplares (Fig. 50).

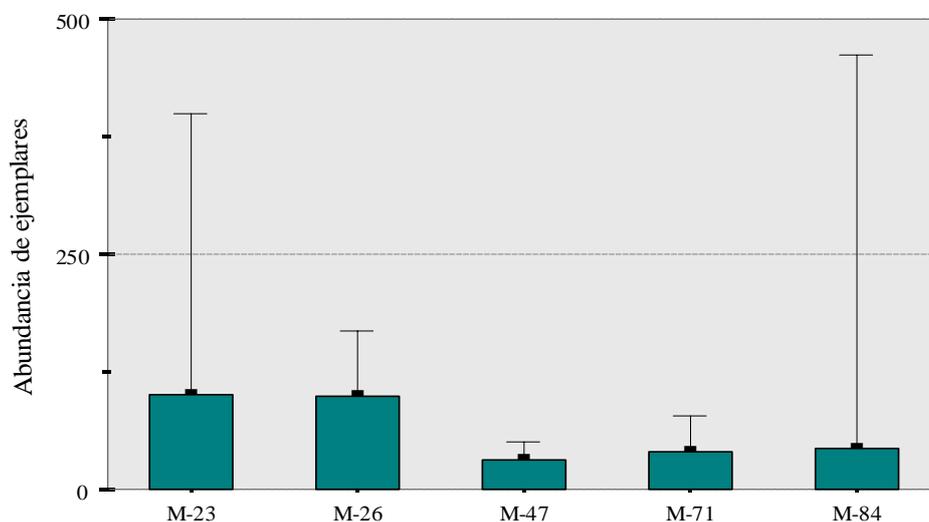


Fig. 50. Abundancia de ejemplares (\pm error típico) en las estaciones de fondos blandos.

Los valores de equitatividad de Pielou (J') experimentaron ligeras variaciones entre las estaciones de muestreo de fondos blandos, con valores máximos en M-71 (0,87) y M-84 (0,81). Por el contrario, la equitatividad mínima se obtuvo en M-23 con un valor medio de 0,4 (Fig. 51).

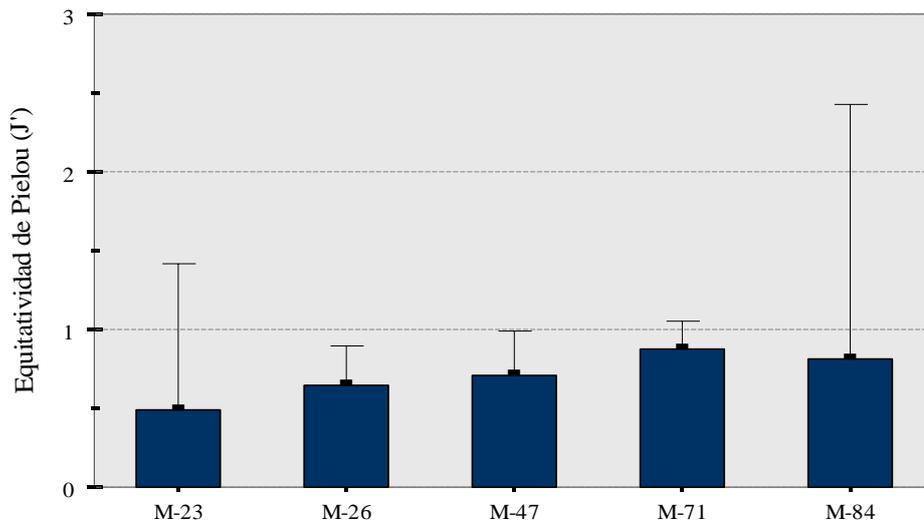


Fig. 51. Equitatividad de Pielou (J') (\pm error típico) en las estaciones de fondos blandos.

La diversidad de Shannon (H') experimentó importantes variaciones entre las estaciones de estudio, destacando los máximos alcanzados en M-71 (2,2). En cambio, la diversidad mínima se registró en la estación M-23 con 1,3 (Fig. 52).

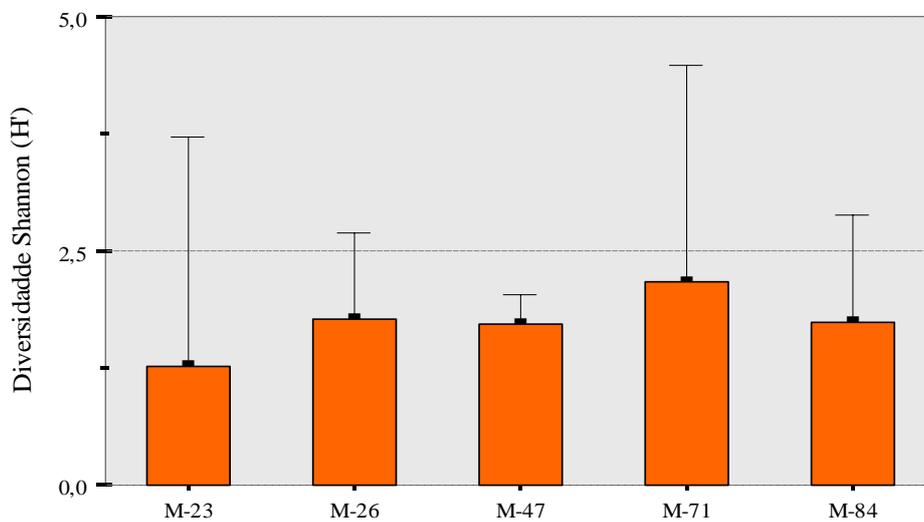


Fig. 52. Diversidad de Shannon (H') (\pm error típico) en las estaciones de fondos blandos.

3.5.1 ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE CAMPAÑAS

Comparando los resultados obtenidos en las campañas de 2004 y 2008 se observa un aumento del número de especies en las estaciones M-71 y M-84. En el resto de estaciones los valores son similares (Fig. 53).

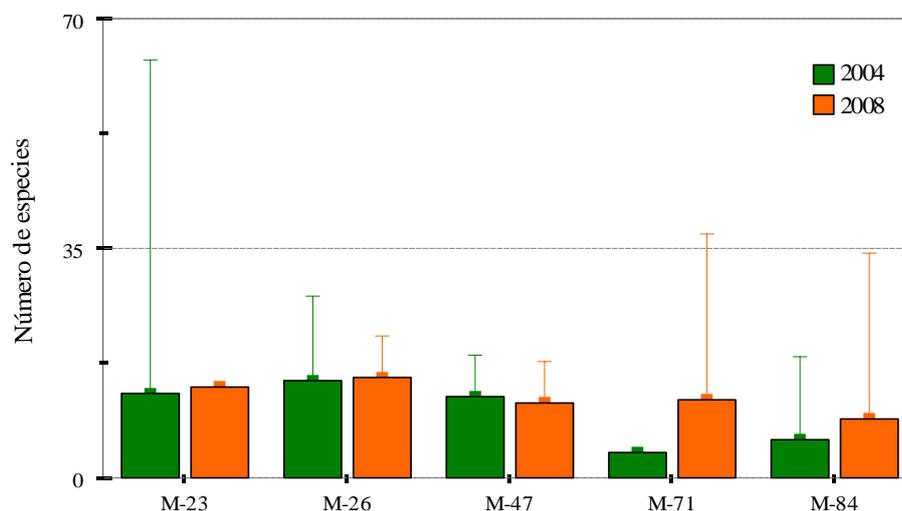


Fig. 53. Número de especies (\pm error típico) en las estaciones de fondos blandos en las campañas realizadas en 2004 y 2008.

Los resultados obtenidos en la campaña de 2004 y 2008 indican un aumento de la abundancia de ejemplares en todas las estaciones, salvo en M-47 que presentan densidades similares (Fig. 54).

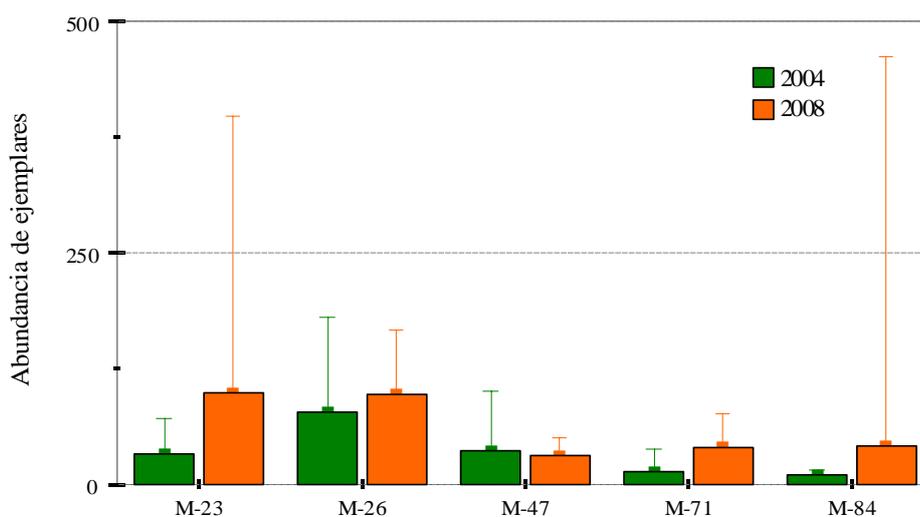


Fig. 54. Abundancia de ejemplares (\pm error típico) en las estaciones de fondos blandos en las campañas realizadas en 2004 y 2008.

En el estudio comparativo realizado entre los resultados obtenidos en la presente campaña y la del 2004 se observa un descenso en los valores de equitatividad en las estaciones M-23, M-47 y M84. En cambio, la equitatividad aumenta en la estación M-71 y se mantiene en M-26 (Fig. 55).

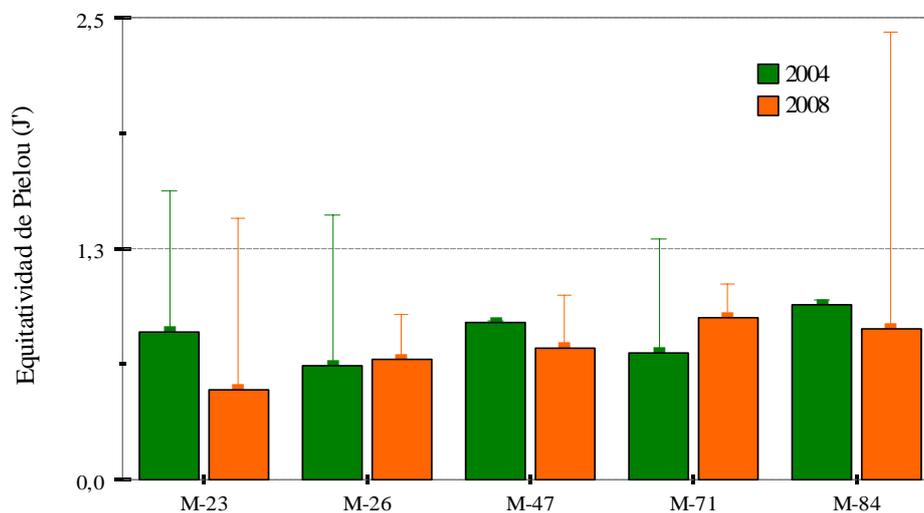


Fig. 55. Equitatividad de Pielou (J') (\pm error típico) en las estaciones de fondos blandos en las campañas realizadas en 2004 y 2008.

Comparando los resultados obtenidos en el estudio realizado en 2004 y 2008 se observa una disminución de la diversidad en las estaciones M-23 y M-47. En cambio, en la estación M-71 se produce un aumento de la diversidad, mientras que en el resto de estaciones los valores fueron similares (Fig. 56).

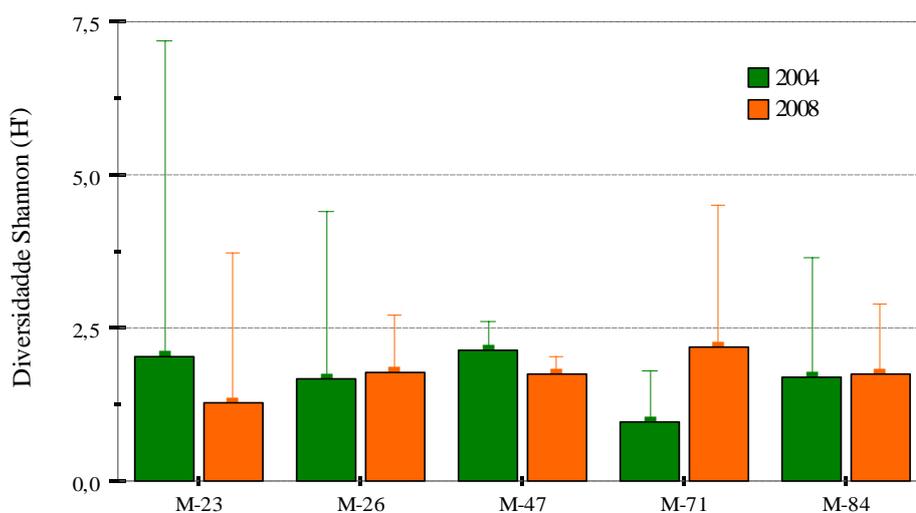


Fig. 56. Diversidad de Shannon (H') (\pm error típico) en las estaciones de fondos blandos en las campañas realizadas en 2004 y 2008.

En el dendograma de la figura 57 se observa la alta heterogeneidad existente entre las estaciones de fondos blandos de los distintos años, con una similitud del 11,4%. Al 19,7% de similitud se segregan las estaciones muestreadas en el año 2004, en concreto M-71 y M-84 caracterizadas por presentar las menores abundancias y menor número de especies. El resto de estaciones del año 2004 están dominadas por el tanaidáceo *Apseudes talpa*. Al nivel del 35,3 % de similitud se separan las estaciones del año 2008, en este caso primero se segregan M-71 y M-47, siendo las estaciones que presentan una menor abundancia. Las estaciones M-23, M-26 y M-84 se caracterizan por la dominancia del anfípodo *Ampelisca brevicornis*.

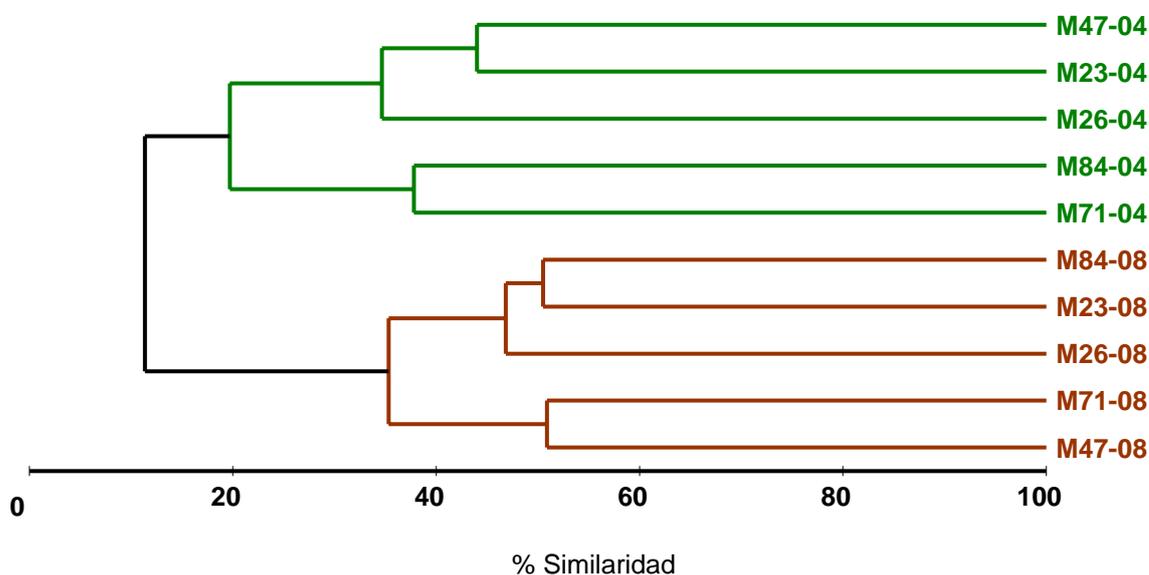


Fig. 57. Dendrograma de afinidad de las estaciones de fondos blandos en las campañas realizadas en 2004 y 2008.

4. CONCLUSIONES

Este trabajo consiste en la realización de un estudio bionómico del LIC “Sebadales del Sur de Tenerife”, para lo cual se han llevado a cabo una serie de metodologías (Cartografía Bionómica, transectos de buceo, recolección de muestras de fauna y sedimento, caracterización de las praderas de *Cymodocea nodosa*, entre otras) y los resultados obtenidos se han comparado con la información procedente de diferentes fuentes (Cabildo de Tenerife, Informes de Autoridad Portuaria de S/C de Tenerife, etc...).

En cada uno de los apartados de Resultados se han identificado las diferencias más importantes entre el presente estudio y la documentación analizada (por ej. Cartografía Bionómica del Cabildo, Cartografía Bionómica de la empresa CIS). En cada apartado se realiza una explicación detallada de las variaciones encontradas y se establecen las posibles causas de estas diferencias.

El área de estudio ha sufrido un incremento del número de perturbaciones ambientales en los últimos años que han producido variaciones puntuales en las praderas de *Cymodocea nodosa* que conforma el sebadal de Granadilla (Puerto de Las Galletas, Puerto de Montaña Amarilla, urbanizaciones costeras, emisarios submarinos). En general, se observa una regresión de las praderas que conforman el sebadal de Granadilla, con una disminución de la altura de los haces de la seba, así como de sus coberturas. Sin embargo, estas diferencias no han sido significativas y, por tanto, NO se pueden establecer conclusiones sobre una disminución temporal y/o espacial de los haces y de las coberturas de los sebadales analizados a nivel estadístico.

A partir de este estudio NO es posible establecer conclusiones concluyentes sobre la dinámica de las praderas que componen el sebadal de Granadilla, se considera indispensable llevar a cabo un análisis de las praderas a largo plazo que proporcionen datos sobre la variabilidad estacional en un mismo año e interanual. Este tipo de trabajos permitirá conocer el grado de perturbación ambiental a la que se encuentran sometidos estos ecosistemas, así como establecer con exactitud el nivel de influencia de la actividad humana y de los procesos naturales (temporales, dinámica sedimentaria, etc.).

La regresión de las praderas de fanerógamas marinas es un proceso que está ocurriendo a nivel mundial (Duarte, 2002), siendo transformadas por arenales sin vegetación o algas cuyo crecimiento se ve favorecido por el enriquecimiento orgánico que hasta ahora se considera una de los principales factores de la regresión de las praderas. Ésta constituye una de las causas prioritarias por las cuales esta especie se ha incluido dentro del Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias (Real Decreto 151/2001, de 23 de julio).

Lo que certifico en San Cristóbal de La Laguna a 20 de Noviembre de 2008



Fdo. Óscar Monterroso Hoyos

Director técnico

5. BIBLIOGRAFÍA

- Alberto F., S. Arnaud-Haond, CM. Duarte & E. Serrao. 2006. Genetic diversity of a clonal angiosperm near its range limit: the case of *Cymodocea nodosa* at the Canary Island. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 309:117-129.
- Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife. *Asistencia técnica para la redacción del estudio bionómico lugar de interés comunitario sebadales del sur de Tenerife* (2004).
- Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife. *Asistencia técnica para el estudio de Plantación de sebadales: Análisis genético sobre la viabilidad del sebadal de Granadilla como pradera donante y posibles sebadales receptores en Canarias* (2008).
- Barberá, C., F. Tuya, A. Boyra, P. Sánchez-Jerez, I. Blanch & R. Haroun. 2005. Spatial variation in the structural parameters of *Cymodocea nodosa* seagrass meadows in the Canary Islands: a multiscaled approach. *Botanica Marina*, 48: 122-126.
- Buchanan, J.B. 1984. *Sediment analysis*, pp 41-65 in Holme, N.A. & A.D. McIntyre (eds.). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell, Oxford.
- Cabildo Insular de Tenerife. *Estudio Bionómico del litoral de Tenerife* (2004-2006).
- Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.*, 18: 17-143.
- Clarke, K.R. & R. Warwick. 1994. *Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, UK.
- Cruz T. 2002. *Esponjas marinas de Canarias*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. S/C de Tenerife, 260 pp.
- Delgado, O., A. Grau, S. Pou, F. Riera, C. Massutí, M. Zabala & E. Ballesteros. 1997. Seagrass regression caused by fish cultures in Fornells Bay (Menorca, Western Mediterranean). *Oceanologica Acta*, 20(3): 557-563.
- Duarte, CM. 2002. The future of seagrass meadows. *Environmental Conservation*, 29 (4): 509-518.

- Espino, F. 2001. Las praderas de fanerógamas marinas en Canarias y su diversidad. *Medio Ambiente Canarias*, 21: 6-12.
- Espino, F., M. Garrido, R. Herrera & Ó. Tavío. 2003. *Seguimiento de las poblaciones de especies amenazadas*, Gobierno de Canarias. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial. *Cymodocea nodosa*.
- Giere, O. 1993. *Meiobenthology. The microscopic fauna in Aquatic sediments*. Springer-Verlag, Berlin, 328 pp.
- Gobierno de Canarias. Consejería de Medio Ambiente, Dirección General del Medio Natural. *Evaluación de especies amenazadas de Canarias (Cymodocea nodosa)* (2004).
- Gobierno de Canarias. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial. *Plan de Conservación del Hábitat de la seba (Cymodocea nodosa), Documento de Avance* (2007).
- Gobierno de Canarias. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial. *Seguimiento de las poblaciones de especies amenazadas, Islas de Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote* (2003).
- Langton, R.W., RS. Steneck, V. Gotceitas, F. Juanes & P. Lawton. 1996. The interface between fisheries research and habitat management. *North American Journal of Fisheries Management* 16(1):1-7.
- Manent, P. & N. González-Henríquez. 2008. *Asistencia técnica para el estudio de plantación de sebadales: Análisis genético sobre la viabilidad del sebadal de Granadilla como pradera donante y posibles sebadales receptores en Canarias*. Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, 24pp.
- Medina, M., RJ Haroun & W. Wildpret. 1995. Phytosociological study of the *Cystoseira abies-marina* community in the Canarian Archipelago. *Bull. Museum. Funchal, Sup. 4*: 433-439.
- Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Costas. *Estudio Ecocartográfico de la isla de Lanzarote y Archipiélago Chinijo* (2001).
- Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Costas. *Estudio Ecocartográfico de las islas de Fuerteventura y Lobos* (2006).
- Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Costas. *Estudio Ecocartográfico de la isla de Gran Canaria* (2006-2008).
- Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Costas. *Estudio Ecocartográfico de la isla de La Palma* (2003).

- Pearson T.H. & R. Rosenberg, 1978. Macrobenthic Succession in relation to Organic Enrichment and Pollution of the Marine Environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 16: 229-311.
- Mann, K.H. 2000. *Ecology of coastal waters. With implications for management.* Blackwell Sciences, Massachusetts (USA).
- Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Costas. *Estudio Ecocartográfico de las islas de El Hierro y La Gomera* (2005).
- Reyes, J. 1993. *Estudio de las praderas de Cymodocea nodosa (Cymodoceaea, Magnoliophyta) y su comunidad de epífitos en El Médano (Tenerife, Islas Canarias).* Tesis Doctoral. Departamento de Biología Vegetal (Botánic), Universidad de La Laguna, 424 pp.
- Reyes, J., M. Sansón & J. Afonso-Carrillo. 1995. Distribution and reproductive phenology of the seagrass *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson in the Canary Islands. *Aquatic Botanica*, 50:171–180
- Shepherd, S.A., A.J. McComb, D.A. Bulthuis, V. Neverauskas, D.A. Steffensen, & R. West. 1989, 'Decline of seagrasses', in *Biology of seagrasses: a treatise on the biology of seagrasses with special reference to the Australian region*, (eds) A.W.D. Larkum, A.J. McComb, and S.A. Shepherd, Elsevier, Amsterdam, pp. 346-93.
- Short, F.T., D.M. Burdick & J. E. Kaldy. 1995. Mesocosm experiments quantify the effects of coastal eutrophication on eelgrass, *Zostera marina* L. *Limnology and Oceanography*, 40:740-749.
- Tuya, F., J.A. Martín & Á. Luque. 2002. Impact of a marina construction on a seagrass bed at Lanzarote (Canary Islands). *Journal of Coastal Conservation*, 8: 157-162.
- Underwood, A.J. 1997. *Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance.* Cambridge University Press, Cambridge, 504 pp.