

Comunidades bentónicas del Abra de Bilbao y su entorno (N. España)

A. Rallo, J.M. Gorostiaga, J.I. Saiz, I. Isasi y J.M. Limia

Departamento de Biología. Facultad de Ciencias.

Universidad del País Vasco, E - 48080 Bilbao, Apdo. 644, (España).

Résumé : Au cours des années 1983-84, des estimations générales sur les communautés algales et animales ont été réalisées dans les habitats littoraux et sublittoraux de l'Abra de Bilbao (Espagne du Nord). L'étude, faite dans le cadre d'une recherche océanographique dans cet estuaire, a pour but d'expliquer leur comportement en fonction des conditions de l'environnement et de l'influence de la pollution. Une vingtaine de communautés benthiques sont étudiées.

Abstract : A general survey of plant and animal communities from littoral and sublittoral rocky and soft bottom habitats was carried in Bilbao Harbour (N. Spain) during the years 1983-84. The study was part of an oceanographic project of research in this estuary, whose aim was to provide the basis for an explanation of their behaviour in relation to environmental conditions and pollution of this area. After the description of the methodology used, twenty different communities are characterized and discussed in relation to these conditions.

INTRODUCCIÓN

Durante los años 1983 y 1984 se llevó a cabo un estudio oceanográfico del Abra de Bilbao (N. España). Para el bentos quedó definida una estrategia de trabajo que permitiera obtener de forma extensiva una información de la realidad biológica existente en el estuario del Nervión, susceptible quizás de ser explicada, en términos muy generales en este primer contacto, por las condiciones físicoquímicas del medio estuarino. Se han abordado así tres aspectos : estudio de la zona litoral rocosa, estudio de los fondos rocosos sublitorales y estudio de los fondos sobre sustrato blando.

El área de estudio corresponde al estuario exterior de la Ría del Nervión, desde el Puente Colgante hacia el mar, lugar conocido como Abra de Bilbao (ver figura 1). Su superficie se cifra aproximadamente en 17,8 km² y sus cotas batimétricas oscilan entre 0 y 32 m ; la amplitud máxima de marea es de 4,5 m.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer : la metodología empleada y los resultados preliminares del estudio de las comunidades halladas. La metodología responde a necesidades posibilistas que han pretendido obtener una serie de resultados ambiciosos sobre el estado actual de la macroflora y macrofauna en el área de influencia de la ría, dentro de un marco infraestructural determinado. Se han estudiado los siguientes grupos taxonómicos : Chlorophyta, Rhodophyta, Phaeophyta, Porifera, Cnidaria, Polychaeta, Sipuncula, Crustacea, Mollusca, Phoronida, Bryozoa, Echinodermata y Ascidiacea. Los resultados taxonómicos y de abundancias, y los de análisis numérico de los datos, así como otros conducentes a conclusiones más detalladas serán objeto de publicaciones ulteriores.

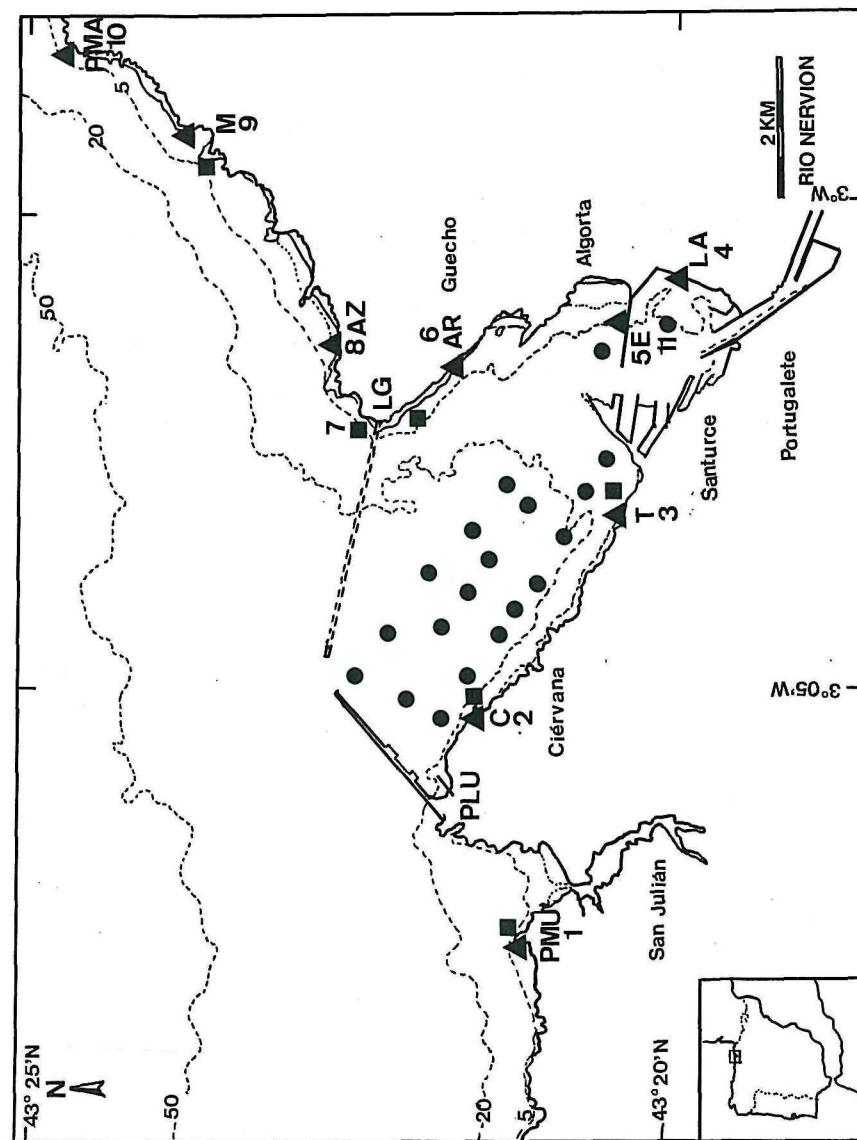


Fig. 1 - Situación de las estaciones de muestreo en el Abra de Bilbao y su entorno. ● Estaciones del sublitoral sobre fondos blandos. ■ Estaciones del sublitoral sobre fondo rocoso, estaciones en la zona litoral rocosa.
 (1) PMU = Punta Muskes. (2) C = Ciérvana. (3) T = Térmica. (4) LA = Las Arenas, (5) E = Ereaga, (6) AR = Arrigúnaga. (7) LG = La Galea. (8) AZ = Azcorri, (9) M = Meñacoz, (10) PMA = Punta Matxilando.

MATERIAL Y METODOS

Durante un ciclo anual completo (1983-84) se han recogido trimestral o semestralmente muestras en 9 estaciones del litoral rocoso, 6 de sublitoral rocoso y en 21 estaciones sublitorales de fondo blando (Fig. 1). La terminología utilizada para el sistema litoral y para la determinación del grado de hidrodinamismo corresponde a la propuesta por Lewis (1964). Para cada una de las citadas fases del estudio llevadas a cabo se han delimitado modalidades diferentes de muestreo que se describen a continuación :

MODALIDAD DE MUESTREO EN LA ZONA LITORAL ROCOSA :

El acceso relativamente fácil a esta zona, que presenta una amplitud máxima de marea de 4'5 m, permitió realizar un muestreo directo y a la vez extensivo siguiendo un transecto perpendicular a la línea de costa entre los niveles superior e inferior de marea, marcado con una cuerda de nilón. A partir de esta situación se esbozó un perfil topográfico empleando el material descrito por Jones (1980). Visualmente se fueron anotando los nombres de todas las especies que integraban las comunidades de algas y animales todo a lo largo del transecto delimitando, en la medida de lo posible, los diferentes horizontes observados. A ambos lados del transecto se hicieron apreciaciones visuales sobre la continuidad de los horizontes. Paralelamente se recopilaron datos abióticos sobre el habitat. Se recogieron también muestras cualitativas de las especies no conocidas, para su posterior identificación en el laboratorio. Tras este procedimiento se representó un perfil bionómico. A continuación se llevó a cabo un muestreo complementario de tipo puntual, recogiéndose la totalidad de la biomasa de la superficie de cuadrados de 20 x 20 cm por cada uno de los horizontes observados, con lo que se obtuvo una serie de muestras cuantitativas. Finalmente se procedió a realizar un muestreo de tipo fotográfico, obteniéndose un material susceptible de ser posteriormente utilizable en conteos objetivos a la vez que pasa a formar parte de un registro documental del estado actual de los recubrimientos sobre superficie rocosa.

MODALIDAD DE MUESTREO EN EL SUBLITORAL ROCOSO

El empleo de la escafandra autónoma permitió llevar a cabo un tipo de muestreo directo en un medio difícil para la observación. En síntesis la metodología corresponde a la descrita en el apartado anterior salvo algunas particularidades inherentes al tipo de medio muestreado. La elaboración del perfil topográfico se realizó gracias a una cuerda de nilón de 100 m de longitud, lastrada a cada metro, y colocada por dos buceadores siguiendo una dirección perpendicular a la línea de costa. Tanto el punto inicial como el final fueron fijados por dos bloques de hormigón. Un tercer buceador procedió a obtener una serie de fotografías cada 3 m

todo a lo largo del transecto, así como con la ayuda de un profundímetro a registrar todas las cotas batimétricas. De esta forma se obtuvo un registro mediante un muestreo fotográfico. Posteriormente fueron colocados cuadrados con cuerda plomada de 4 m de perímetro (1 x 1 m), dentro del cual fueron inventariados visualmente todos los organismos acompañados de sus correspondientes valores de cobertura-abundancia tal como aconsejan Peres & Picard (1964) según la escala de Braun-Blanquet (1932). Los datos del biotopo corresponden a diferentes apreciaciones de inclinación, orientación, sedimentación y turbidez según la escala de John (1968). De esta forma se completó el muestreo visual, obteniéndose datos sobre 34 cuadrados a lo largo del transecto. El muestreo generó una serie de muestras cualitativas utilizadas para la determinación de las especies no reconocidas durante el muestreo y para el dibujo del perfil bionómico. Asimismo se procedió a realizar un estudio intensivo mediante un muestreo puntual, seleccionando una serie de puntos que correspondieran a facies o comunidades observadas a lo largo del transecto, y se obtuvieron muestras cuantitativas de 20 x 20 cm de lado utilizando cincel y martillo.

Respecto a la metodología general empleada, quizá sea discutible el punto de elección de tamaño de área para muestreos de tipo intensivo sobre sustrato duro, que en todo caso debía ser igual o mayor que la mínima, calculada en trabajos previos semejantes en el litoral Cantábrico (Niell, 1977; Miyares y Anadon, 1981; Borja *et al.* 1982; Borja, 1986), y aplicada en trabajos anteriores en costa vasca (Rallo, 1981a y b; Muñoz-Cobo, 1982; Gutierrez *et al.*, 1982; Borja *et al.*, 1982). Basados en las diferentes propuestas de la literatura (cf. Boudouresque, 1971) y concediendo "a priori" una mayor relevancia al muestreo de tipo extensivo, se eligieron las ya citadas dimensiones de 20 x 20 cm en muestra cuantitativa y 1 x 1 m en cualitativa visual, optando por una solución de compromiso que permitiera conocer tendencias generales como base de comparación para futuros trabajos en la zona o con trabajos semejantes en otras, dentro de un marco infraestructural determinado y con un esfuerzo mínimo del personal.

MODALIDAD DE MUESTREO EN EL SUBLITORAL SOBRE FONDOS BLANDOS

La toma de muestras se realizó mediante una draga de cuchara, de tipo "Van Veen", de aproximadamente 10 litros de capacidad. La apertura de la boca es de 900 cm², valor aceptable por ajustarse a los del área mínima para este tipo de muestreos en la zona (Anadon, 1980 b). La draga se lanzaba desde cubierta y una vez alcanzado el fondo blando, se izaba, con lo que el mecanismo de cierre actúa recogiendo una fracción del sedimento. Una vez a bordo se abría sobre una bandeja adecuada, y allí se midió el volumen de muestra recogida, después de haber separado rápidamente una pequeña parte de la superficie del sedimento para análisis microbiológicos y medidas de temperatura y potencial redox en su caso. El sedimento se tamizó a través de mallas, la última de 1 mm de luz, y los animales retenidos en los tamices se pusieron en botes de 1 litro de capacidad con agua de

mar y cloruro magnésico en hielo picado para evitar la elevación de la temperatura. Tras dos horas de relajación se procedió a la fijación de la muestra con formol al 5 u 8 por ciento.

También fueron recogidas muestras ocasionales con draga de arrastre o por inmersión.

Posteriormente en el laboratorio se completaron los perfiles bionómicos con los datos del muestreo visual y los procedentes del estudio de las diapositivas. Las muestras cuantitativas fueron separadas a la lupa y sus componentes entregados a especialistas para su identificación, recuento y estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio de las diferentes muestras ha proporcionado un inventario taxonómico que incluye 171 especies de algas y 474 especies de animales identificadas. Estudiando los valores de cobertura-abundancia, datos del biotopo, disposición espacial de las poblaciones de las distintas especies y comparación entre muestras, se ha podido observar la presencia de 26 comunidades principales (22 sobre sustrato duro y 4 sobre blando), entendiendo "comunidad" en el sentido amplio de Hiscock & Mitchell (1980). Para la clasificación de las mismas se han consultado los trabajo de Peres & Picard (1964) y de Glemarec (1973) siguiendo los trabajos de Petersen (1913) y Thorson (1955). Los datos de localización de las comunidades así como la delimitación de sus rangos de distribución vertical se recogen en la tabla 1 (sustrato rocoso) y en la figura 2 (sustrato blando).

SUSTRATO DURO

Franja litoral

- Comunidad de *Verrucaria maura*-*Littorina neritoides*.
- Comunidad de *Blidingia minima*.

Zona eulitoral

- Comunidad de *Chthamalus stellatus*.
- Comunidad de *Fucus spiralis*.
- Comunidad de *Gelidium pusillum*. Se trata de una comunidad cespitosa con la presencia de *Pachygrapsus marmoratus* y *Actinia equina* en gran abundancia.
- Comunidad de *Corallina officinalis*-*Mytilus edulis*.
- Comunidad de *Corallina officinalis*.
- Comunidad de *Bachelotia antillarum*-*Bowerbankia gracilis*.

Zona sublitoral

- Comunidad de *Pterosiphonia*-*Plocamium*-*Corallinaceae* incrustantes. Se trata de una comunidad importante en los niveles inferiores de la zona litoral, en una

TABLA 1 - Localización y rango de distribución vertical en metros de las diversas comunidades sobre sustrato duro en el área de estudio. (*) = Zona no cubierta por el transecto. (1) = Comunidades de profundidad. (2) = Zona no cubierta por el transecto, en la que se apreció la existencia de la comunidad de *Mytilus-Ceramiaceae* a poca profundidad y de *Ostreae-Ceramiaceae* a profundidad mayor.

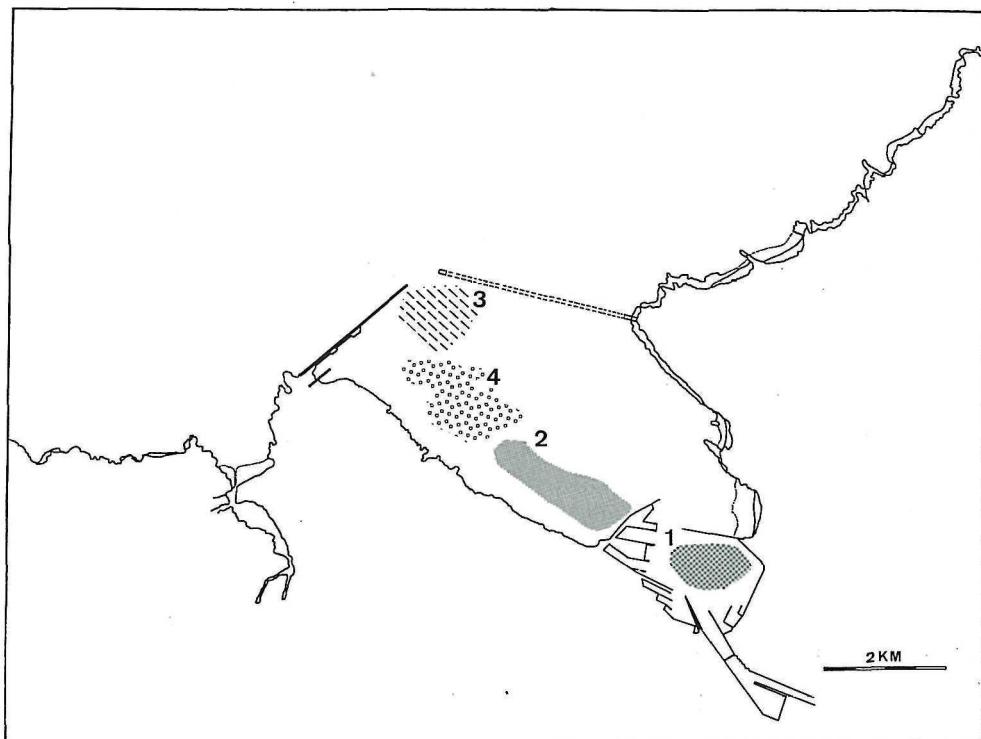


Fig. 2 - Distribución de las comunidades observadas sobre sustrato blando. 1 = Comunidad de *Cerianthus membranaceus* - *Polydora Polybranchia*. 2 = Comunidad de *Pherusa plumosa* - *Magellona alleni*. 3 = comunidad de *Ampharete acutifrons* - *Pectinaria belgica*. 4 = Comunidad de *Sternaspis scutata* - *Nucula nucleus*.

estación de topografía abrupta y muy expuesta. *Pt. complanata* y *Pl. cartilagineum* forman recubrimientos importantes junto a algas calcáreas incrustantes.

- Comunidad de *Mytilus edulis*-*Ceramiaeae*. Es una comunidad visible en los niveles inferiores de la zona litoral, y que se continúa en profundidad.
- Comunidad de *Ostrea edulis*-*Ceramiaeae*. Sustituye a la comunidad anterior al aumentar la profundidad.
- Comunidad de *Mesophyllum-Zanardinia-Ceramiaeae*. *M. Lichenoides* forma un estrato basal sobre el que se asienta *Z. prototypus* y mechones filamentosos de *Ceramiaeae*. Son típicas y abundantes las perforaciones del bivalvo *Gastrochaena dubia*, que en la estación 7 se presentan junto con *Phoronis hippocrepia* y *Cirriformia tentaculata*.

- Comunidad de *Mesophyllum-Rhodymenia*. *Rhodymenia pseudopal matta* forma un recubrimiento cespitoso en las prominencias rocosas y superficies de fuerte inclinación. Es una comunidad de tendencia esciáfila y generalmente de profundidad, en donde como en el caso anterior, las perforaciones de *Gastrochaena dubia* son abundantes.
- Comunidad de *Mesophyllum-Zanardinia-Ceramium*. La feofícea *Z. prototypus* junto a *C. diaphanum* forman importantes recubrimientos con *M. lichenoides*.
- Comunidad de *Mesophyllum-Pterosiphonia-Zanardinia*. *P. complanata* y *Z. prototypus* son especies abundantes junto a *M. lichenoides*.
- Comunidad de *Mesophyllum-Pterosiphonia-Zanardinia-Chondria*. Similar a las anteriormente descritas con la adición de *C. coerulescens*.
- Comunidad de *Gelidium sesquipedale*. Estructurada en diferentes estratos, sobre uno basal de algas incrustantes donde se implanta el bivalvo perforador *Gastrochaena dubia*, con recubrimientos notables del briozoo *Turbicellepora magnicostata*, de cirrípedos y del poliqueto serpúlido *Pomatoceros triqueter*. Sobre dicho estrato basal se encuentra otro de tendencia esciáfila, seguido de otro epífito de briozoos, entre los que dominan *Electra pilosa* y *Aetea anguina*, acompañados de varias especies de algas.
- Comunidad de *Pterosiphonia complanata*. Presenta una fauna epífita compuesta principalmente por hidrozoos y briozoos entre los que destacan *Orthopyxis crenata* y *Aetea anguina*. En el estrato inferior son importantes los recubrimientos de *Mesophyllum lichenoides* con *Pomatoceros triqueter* y *Gastrochaena dubia*.
- Comunidad de *Actinotoe sphyrodeteta-Phoronis hippocrepia*.
- Comunidades de grutas semioscuras. Observadas sólo en ciertos lugares sombríos (paredes verticales, superficies de extraplomos, etc.), en sublitoral, si bien se consideran comunidades pertenecientes a niveles más profundos del circalitoral. De clara dominancia animal, constituidas por recubrimientos de diversas especies de invertebrados sésiles, presentan valores de diversidad específica altos, y abundancias proporcionadas. Estas comunidades se pueden presentar estructuradas en diferentes estratos, aunque lo más típico es la distribución en mosaico según la superficie. Son importantes en la estación 1 los recubrimientos en mosaico de esponjas (*Halichondria panicea*, *Antho involvens* y *Stelletta hispida*), de briozoos ci clostomados (*Crisia eburnea* y *C. denticulata*), del poliqueto *Pomatoceros triqueter*, de las ascidias coloniales *Botryllus sp.*, del hidrozoo *Laomedea calceolifera*, los antozoos *Corynactis viridis* y *Caryophyllia smithi*, los moluscos *Setia (Crisilla) semistriata*, *Histella rugosa* y *Gregariella semigranata* y de diferentes especies de cirrípedos. Por su parte en la estación 7 los recubrimientos de zonas esciáfilas están caracterizados por la presencia del briozoo *Chartella papyracea* que llega a recubrir hasta el 80 % de la superficie.
- Comunidades de profundidad. De relativa abundancia animal, caracterizada por la presencia de gorgonarios (*Lophogorgia lusitanica*, *Eunicella verrucosa* y *E. gazella*). En zonas de sedimentación fuerte se encuentra el ceriantario *Pachycerianthus*

sp., y recubriendo las rocas el alga *Stenogramme interrupta*. Observada a partir de los 22 m en la estación 1, remonta a los 10-12 m en la 2, debido a la turbidez. Ante las escasas inmersiones realizadas por debajo de los 13 m es aventurada su catalogación como perteneciente al circalitoral costero.

SUSTRATO BLANDO

- Comunidad de arenas fangosas de *Pherusa plumosa-Magellona allenii*. Observada a una profundidad que oscila entre los 5 y 15 m, es característica de un sustrato arenoso, compactado, ofreciendo zonas rocosas entre las cuales se sitúan depósitos fangosos y con buena oxigenación. Estas especies y gran número de las que les acompañan han sido caracterizadas como detritívoras cosechadoras en zonas donde las aguas superficiales están relativamente limpias, aunque parecen tolerantes a condiciones esporádicas de problemas en la concentración de oxígeno.

- Comunidades de arenas fangosas de *Ampharete acutifrons-Pectinaria belgica*. Se ha encontrado en una profundidad entre los 15 y 25 m. Es característica de fondos arenosos de granulometría pequeña con mezcla de algo de fango, y en aguas limpias. Las condiciones físicoquímicas son parecidas a las de la comunidad anterior, aunque en ésta existe una mayor riqueza faunística y diversidad más alta. Es de aguas más profundas y de mayor hidrodinamismo.

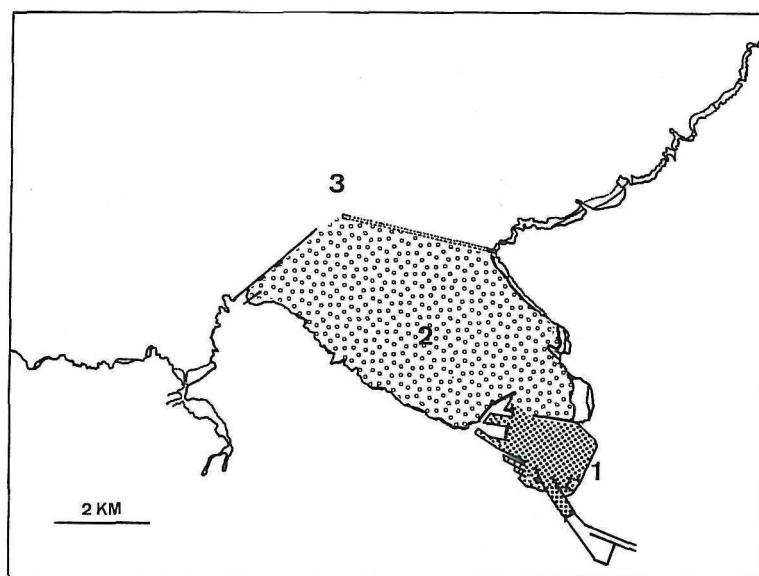


Fig. 3 - Zonas que se distinguen según las comunidades macrobentónicas en el Abra de Bilbao y su entorno.

- 1 = Zona interior (puerto de Bilbao).
- 2 = Zona intermedia (Abra de Bilbao).
- 3 = Zona exterior (costa abierta).

- Comunidad de fangos de *Sternaspis scutata-Nucula nucleus*. Observada entre los 15 y 25 m de profundidad. Es característica de fangos costeros con fuerte carga orgánica, con poco oxígeno y receptora de materiales terrígenos.
- Comunidad de fangos portuarios de *Cerianthus membranaceus-Polydora polybranchia*. Se ha encontrado alrededor de los 5 m de profundidad. Es característica de fangos negros, anaerobios, fuertemente alterados por emisarios urbanos o con carga orgánica de cualquier origen. Las especies recogidas en esta comunidad son eurihalinas, tolerantes a bajas salinidades.

La localización de estas comunidades en el Abra del Nervión permite distinguir tres zonas que siguen el eje longitudinal del estuario (Fig. 3):

Zona interior portuaria. Se han estudiado dos estaciones (4 y 11, Fig. 1), de condición muy protegida y sometidas a una contaminación intensa y permanente, con un grado de sedimentación extremo. Sobre sustrato rocoso es significativa la presencia de las comunidades de *Bachelotia-Bowerbankia* y de *Fucus spiralis*. *Bachelotia antillarum* ya ha sido citada en medios portuarios contaminados (Fernandez y Niell, 1982), mientras que la resistencia de *F. spiralis* a los agentes polucionantes ha sido señalada por diversos autores, como Bokn (1977) y Niell y Pazo (1978). *Bowerbankia gracilis* ha sido citada en estuarios con altas tasas de sedimentación y turbidez elevada (Occhipinti, 1981; Fernandez, 1982; Alvarez, 1985).

Sobre sustrato blando (Fig. 2, 1) se encuentra una comunidad caracterizada por la presencia de *Cerianthus membranaceus* y *Polydora (Boccardia) polybranchia*. Una especie de *Cerianthus* (*C. americanus*) caracteriza este tipo de habitats degradados en el estuario del Hudson (Nueva York) (Pearce, 1970). La bioindicación es reconocida en múltiples trabajos por autores diversos (cf. Bellan, 1984). Lo mismo puede decirse del género *Polydora* (Hily, 1984).

Zona media (Abra de Bilbao). Donde se sitúan las estaciones de sustrato rocoso 2, 3, 5 y 6 y la mayoría de las de sustrato blando. Son estaciones de condición relativamente expuesta. Las más próximas a la margen derecha (5 y 6) están permanentemente sometidas al efecto de la pluma de agua contaminada procedente de la ría del Nervión. Por el contrario, las de la margen izquierda (2 y 3 de sustrato rocoso y la mayor parte de las de blando) están relativamente libres de este impacto.

El litoral rocoso de las estaciones 5 y 6 de la margen derecha presenta un amplio horizonte de *Gelidium pusillum* sometido a tasas de sedimentación muy acusadas. Este alga ha sido señalada en lugares contaminados (Littler & Murray, 1975; Fernandez & Niell, 1982; Thom, 1980; May, 1985). En las estaciones rocosas de la margen izquierda (estaciones 2 y 3) se encuentran comunidades muy diferentes, como las de *Corallina-Mytilus*, *Corallina* y *Chthamalus*. La presencia de *Corallina* ya ha sido detectada en medios contaminados (Belsher, 1977; Littler & Murray, 1977; Berner, 1979; Littler, 1980; Thom, 1980; May, 1985). Por otra parte, la proliferación de *Mytilus edulis* en medios de este tipo ha sido también repetidamente señalada (Bellan-Santini, 1968; Peres & Bellan, 1972; Kautsky *et al.*, 1986).

En sublitoral rocoso es llamativa la situación de la estación 6 donde, por diversas circunstancias relacionadas principalmente con la influencia de la pluma originada por la salida del agua fluvial, las condiciones son de máxima degradación. El sedimento cubre la casi totalidad del sustrato rocoso y la fracción algal está ausente, encontrándose sólo la comunidad de *Actinothoe-Phoronis*. *Phoronis hippocrepia* participa en el poblamiento de los sustratos duros contaminados del puerto de Nápoles (Emig, 1967). En contraste, las estaciones 2 y 3 situadas en la margen izquierda presentan una degradación menor a la vez que niveles de sedimentación notables, con abundancia de materia orgánica, siendo destacable la dominancia de organismos microfiltradores como *Ostrea edulis* y *Mytilus edulis*, junto con *Ceramiaeae*. La presencia de este tipo de algas se ha citado también en relación con contaminación (Belsher, 1977; Fernandez *et al.*, 1983). Por otra parte existe una comunidad de *Mesophyllum-Zanardinia-Ceramiaeae*, de composición muy homogénea y que soporta también un elevado grado de sedimentación. A profundidades mayores es frecuente observar la comunidad *Mesophyllum-Rhodymenia* sustituyendo a la anterior. Por último, en el tramo más profundo del transecto seguido en la estación 2 se encuentran gorgonias como *Lophogorgia lusitanica* y otras, y en zonas de depósito sedimentario se han apreciado manchas de *Stenogramme interrupta* y poblamientos de *Pachycerianthus sp.*

Las comunidades de sustrato blando de la zona han resultado estar definidas por sus faunas de poliquetos, principalmente, y de moluscos, junto con alguna especie muy concreta de cnidarios y equinodermos. El gradiente de alejamiento del río se traduce en un cambio en la granulometría, desde arenas relativamente compactas y con enriquecimiento orgánico en las estaciones situadas en la proximidad de la 3 de sustrato duro, hasta fangos con fuerte carga orgánica, anaerobios, frente a la 2. En sentido transverso, las arenas dominan progresivamente hacia el eje medio del estuario. La comunidad de *Pherusa plumosa-Magellona alleni* se encuentra en la primera situación (Fig. 2, 2) a profundidades entre los 6 y 12 m, y además de estos poliquetos presenta moluscos como *Hinia (Tritonella) incrassata* y el equinodermo *Ophiura albida*. Son todos ellos detritívoros y cosechadores de superficie de aguas limpias, si bien parecen tolerantes a condiciones esporádicas de déficit de oxígeno (Dales *et al.*, 1970). También sobre arenas, pero de grano más fino, se encuentra frente al morro del dique, en el extremo más alejado del estuario (Fig. 2, 3) otra comunidad algo similar a la anterior, pero de mayor riqueza y diversidad faunística, y que vive a profundidades de 30 m, con *Ampharete acutifrons* y *Pectinaria belgica* como especies características. La primera de ellas parece habitual en zonas exteriores de estuarios, y es de productividad altísima allá donde se encuentre bien asentada, sirviendo de presa preferida de peces demersales como la platija *Platichthys flesus* (Warwick & Price, 1975). Por último se define otra comunidad (Fig. 2, 4) muy típica y conocida en fangos de zona litoral europea, la de *Sternaspis scutata-Nucula nucleus*, acompañada aquí por el cnidario *Cavernularia pusilla* y la holoturia *Labidoplax digitata*. La presencia y discusión más detallada

sobre este tipo de comunidad puede verse en Bellan (1964) y Glemarec (1973), pero es aquí notable su presencia en aguas mucho menos profundas. Cabe señalar también una ausencia notable: el estuario del Nervión carece de sustratos arenosos lo suficientemente estables como para permitir el asentamiento de comunidades tan generales en estuarios próximos como son las de *Arenicola*, *Cerastoderma* y *Scrobicularia*.

Zona exterior (costa abierta). No practicable para sustrato blando con la metodología utilizada, aquí se sitúan las estaciones de sustrato rocoso 1, 7, 8, 9 y 10. Son muy expuestas, y en ellas se confirma de nuevo la situación de asimetría que presentan ambas márgenes.

En el litoral rocoso es significativa la presencia de la comunidad de *Gelidium pusillum* en la estación 7, ocupando una ancha banda, y que es sustituida por comunidades de *Corallina* y *Chthamalus* en las 1, 8 y 9.

Es en el sublitoral donde se hacen más ostensibles las diferencias entre las estaciones. Así la estación 7 es la de costa abierta más próxima al foco de contaminación, y de hecho se aprecian unos índices de turbidez y sedimentación muy elevados a pesar del alto grado de hidrodinamismo. Soló se encuentra una comunidad pobre de *Mesophyllum-Zanardinia*, siendo la presencia de *Ceramiaceae* menos conspicua que en el caso de las estaciones 2 y 3, quizás por el mayor grado de exposición o de impacto contaminante que presenta frente a estas últimas. La mayor parte del transecto estudiado en la estación 8 está ocupada por *Mesophyllum-Pterosiphonia-Zanardinia*, con un notable recubrimiento de *Pterosiphonia complanata* si se compara con la estación 7. A la profundidad menor se señala la presencia de otra comunidad diferente: *Mesophyllum-Zanardinia-Ceramium*, seguida de *Mytilus-Ceramiaceae* y *Ostrea-Ceramiaceae*. En la margen derecha, la estación más alejada de la salida de la ría es la 9, y queda caracterizada por la comunidad *Mesophyllum-Pterosiphonia-Zanardinia-Chondria*, presentando en general aportes arenosos visibles y un grado de sedimentación moderado. Es significativa la ausencia de organismos microfiltradores, y la disminución de *Ceramiaceae*.

La única estación situada en el exterior del estuario en la margen izquierda del mismo, relativamente libre de su efecto al estar protegida por el dique y ser las corrientes dominantes contrarias es la 1. De hecho es significativamente diferente. Presenta una comunidad de *Pterosiphonia-Plocamium-Corallinaceae incrustantes* en los niveles inferiores de la zona litoral, lo que contrasta con la que en situaciones equivalentes se encontró en la otra margen (*Mytilus* y *Ceramiaceae*). Por debajo se extiende una densa pradera de *Gelidium sesquipedale*, que define una comunidad de elevada complejidad estructural que no soporta aportes de sedimento y es muy sensible a la contaminación. En la zona profunda del transecto se encuentra la comunidad de *Pterosiphonia complanata* en las zonas donde el menor hidrodinamismo permite cierto depósito sedimentario.

Actualmente, el conocimiento de la fauna y flora bentónicas de la costa Vasca española es escaso, lo que es especialmente cierto respecto a los diferentes tipos de comunidades que se asientan en sus fondos. Los escasos trabajos previos realizados sobre el bentos han sido de naturalezas muy diversas. Renoux-Meunier ofrece, en 1965, una lista cronológica de los estudios sobre algas de la zona hasta la fecha. Otros trabajos sobre vegetación algal son los de Hoek & Donze (1966), Gorostiaga (1981), Fernandez (1982), Gorostiaga *et al.* (1987) y Limia y Gorostiaga (1987 a). En el resto de la cornisa cantábrica son destacables los trabajos en Asturias, donde los inició Miranda (1931) y hasta los recientes de Fernandez (1980), Fernandez & Niell (1982), Fernandez *et al.* (1983), Weberpenkert & Schnetter (1982). Otros trabajos no limitados a algas, sino generales sobre el bentos de la costa Vasca son los de Beauchamp (1948), Angulo *et al.* (1978), Rallo (1979 a y b), Ibañez *et al.* (1980), Borja *et al.* (1982), Gutierrez *et al.* (1982) e Ibañez *et al.* (1984). De otras partes de la cornisa cantábrica, o refiriéndose a toda ella en conjunto deben citarse los trabajos de Fischer-Piette (1935, 1955, 1963), Anadon (1980 a y b), Anadon *et al.* (1982), Lopez-Cotelo *et al.* (1982) y Lombas y Anadon (1985).

Para el caso particular del Abra de Bilbao, la no existencia de trabajos previos impide comparar los resultados de este trabajo con datos precedentes. Sin embargo, el conocimiento histórico de los avatares sufridos por el estuario debidos al intenso crecimiento industrial y urbano en los últimos 50 años, hacen sospechar con toda certeza que la composición del bentos ha debido sufrir cambios muy notables.

En conjunto, como resultados globales del presente estudio, puede ser esbozada una serie de características de índole general del Abra de Bilbao. En primer lugar cabe señalar que en la zona investigada se han encontrado solamente organismos marinos, pertenecientes todos a la zona I que define Perkins (1974) : de aguas marinas de salinidad no menor que la oceánica. En éste un efecto evidente de la limitación de la zona de estudio, que ha comprendido el estuario exterior, incluyendo también los fondos próximos de costa abierta. El agua dulce aportada por el Nervión no tiene efecto sobre las comunidades de fondo, ya que se desliza sobre la superficie, y en las litorales, por efecto del batido, parece lo suficientemente mezclada con la marina. En todo caso, donde quizás pudiera esperarse encontrar algún efecto (fauna litoral en las playas de Las Arenas y Ereaga) los problemas de contaminación son de tal magnitud que sobrepasan con mucho los efectos que, en condiciones naturales en la ría, provocaría la salinidad rebajada por dilución.

Por otro lado se ha observado que la distribución de los organismos en el estuario parece ajustarse a dos condiciones, aparte de la naturaleza del sustrato : una primera, de esquema simétrico, que distribuye las distintas comunidades en un gradiente de alejamiento de la ría del Nervión y a la que por lo tanto se pueden atribuir los puntos de mayor o menor semejanza entre las estaciones de las márgenes derecha e izquierda, y otra segunda, que sigue un modelo de distribución

asimétrico justificado por factores geomorfológicos e hidrodinámicos principalmente, que precisamente inducen las diferencias entre dichas márgenes. En el caso del estuario estudiado el segundo tipo de factores inductores de asimetrías parecen ser dominantes, y su efecto se ve potenciado por los impactos antropogénicos en la cuenca y estuario del Nervión, con efectos especialmente marcados en la margen derecha.

Como resumen a lo anteriormente expuesto, se puede afirmar que en el área de estudio la contaminación afecta en grado diverso a la fisionomía de las comunidades bentónicas. Las aguas procedentes de la ría transportan materiales sólidos en suspensión, en gran parte constituidos por residuos urbanos, lo que origina un aumento de la turbidez y una mayor acumulación de sedimentos sobre el fondo así como una demanda de oxígeno para oxidar los materiales biodegradables. Según el grado en que se presenten estos fenómenos, así se altera la composición de las comunidades produciéndose la desaparición de especies sensibles y la sustitución de unas por otras más tolerantes o adaptadas a las nuevas condiciones ambientales. En casos, la existencia de sustancias tóxicas procedentes de residuos industriales puede producir impactos graves en la bionomía de los fondos del Abra.

Finalmente, podemos añadir que el estudio realizado nos ha abierto la posibilidad de detectar y evaluar los posibles cambios que pudieran producirse en las comunidades presentes en el Abra de Bilbao, y es indudable que el mayor interés tanto científico como de tipo social y práctico, reside en el estudio de la sucesión ecológico-temporal de estas comunidades. Para ello se debería trazar un plan de "monitoring", es decir de seguimiento de la evolución progresiva (de recuperación) o regresiva (de degradación) de las comunidades citadas. A juicio de los firmantes y dentro de un plan más ambicioso, sería necesario a través de estudios intensivos profundizar en el conocimiento de la estructura de las comunidades y explicarlas en función de los posibles factores ecológicos que las condicionan, y por otra parte, ampliar la zona de estudio a otros habitats de la costa vizcaína o adyacentes a través de estudios extensivos, de tal forma que todos los datos obtenidos se puedan integrar en un modelo dinámico de funcionamiento del bentos cantábrico.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ha realizado dentro del programa titulado "Estudio oceanográfico del Abra de Bilbao y su entorno", promocionado por el Gobierno Vasco, Diputación de Vizcaya y Consorcio de Aguas del Gran Bilbao. Son de agradecer las identificaciones de briozoos realizadas por J.A. Alvarez, de equinodermos y esponjas por I. Arteche, de moluscos por S. Bernas y J.M. Ruiz de la Rosa y de crustáceos por M. Gutiérrez y A. Arresti.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, J.A., J.I. SAIZ & A. RALLO, 1985. Ctenostomata (Ectoprocta) del Abra de Bilbao (España). *Cuad. Invest. Biol. (Bilbao)* 8 : 77-90.
- ANADON, R., 1980 a. Estructura y dinámica del sistema litoral rocoso de las costas de Asturias. *Mem. Pol. Fund. J. March, Madrid*, 251 pp.
- ANADON, R., 1980 b. Estudio ecológico de la macrofauna del estuario de La Foz (NO de España) : I. Composición, estructura, variación estacional y producción de las comunidades. *Inv. Pesq.*, 44 : 407-444.
- ANADON, R., C. GILI, E. GUASCH, I. OLIVELLA & J. ROS, 1982. Distribución del poblamiento bentónico en una zona intermareal de la costa gallega. *Actas I Simp. Ibér. Estud. Bentos. Mar.*, 2 : 673-710.
- ANGULO, R., A. CAMPOY & M. IBÁÑEZ, 1978. Ecología de la costa guipuzcoana. *Bull. Cent. Estud. Rech. Sci. Biarritz*, 12 : 157-184.
- BEAUCHAMP, P. de, 1948. La faune de la zone des marées sur la côte Basque. *C. R. Somm. Soc. Biogéogr.*, 25 : 10-14.
- BELLAN, G., 1964. Contribution à l'étude systématique, bionomique et écologique des Annélides Polychètes de la Méditerranée. Thèse. Université d'Aix-Marseille. 363 pp.
- BELLAN, G., 1984. Indicateurs et indices biologiques dans le domaine marin. *Bull. Ecol.* 15 : 13-20.
- BELLAN-SANTINI, D., 1968. Influence de la pollution sur les peuplements benthiques. *Rev. Intern. Oceanoogr. Med.* 10 : 27-53.
- BELSHER, T., 1977. Analyse des répercussions de pollutions urbaines sur le macrophytobenthos de Méditerranée (Marseille, Port-Vendres, Port-Cros). Thèse. Marseille-Luminy. Université d'Aix-Marseille II. 289 pp.
- BERNER, L., 1979. Note sur *Corallina officinalis*. *Nova Hedwigia*, 31 : 977-991.
- BOKN, T., 1977. Pollution effects on the fucoids in the inner Oslofjord. *J. Phycol. (Suppl.)*, 13 : 1-7.
- BORIA, A., 1986. Estudio del área mínima de muestreo en una población intermareal de pequeños moluscos. *Inv. Pesq.*, 50 : 5-22.
- BORIA, A., J.A. FERNÁNDEZ & E. ORIVE, 1982. Aplicación de métodos numéricos al estudio de la distribución de los organismos bentónicos del intermareal rocoso de Vizcaya. *Oecologia aquatica*, 6 : 147-157.
- BOUDORESQUE, C.F., 1971. Méthodes d'étude qualitative et quantitative du Benthos (en particulier du Phytobenthos). *Téthys*, 3 : 79-104.
- BRAN-BLANQUET, J., 1932. Plant sociology : The study of plant communities. McGraw Hill, N.Y. (Traducido de *Pflanzensociologie*, 1a. ed. 1928).
- DALES, R.P., C.P. MANGUM & J.C. TICHY, 1970. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 50 : 365-380. Citado en E.J. Perkins (1974). The biology of estuaries and coastal waters. Academic Press.
- EMIG, C.C., 1967. Considerations sur la systématique des Phoronidiens. I. *Phoronis hippocrepia* Wright, 1856. *Act. Soc. linn. Bordeaux, ser. A*, 104 : 1-10.
- FERNÁNDEZ, C., 1980. Estudios estructurales y dinámica del fitobentos intermareal (facies rocosa) de la región de Cabo Peñas, con especial atención a la biología de *Saccorhiza polyschides* (Le Jol) Batt. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo.
- FERNÁNDEZ, C. & F.X. NIELL, 1982. Zonación del fitobentos intermareal de la región de cabo Peñas (Asturias). *Inv. Pesq.* 46 : 121-141.
- FERNÁNDEZ, C., F.X. NIELL & R. ANADON, 1983. Comparación de dos comunidades de horizontes intermareales con abundancia de *Bifurcaria bifurcata* Ros. en las costas N y NO de España. *Inv. Pesq.* 47 : 435-455.
- FERNÁNDEZ, E., 1982. Faunas briozoológicas litorales de las rías de Vigo y Ribadeo. Estudio sistemático y comparativo. Tesis doctoral, Universidad de Santiago de Compostela. 464 pp.
- FERNÁNDEZ, J.A., 1982. Distribución de macrofitobentos en el intermareal rocoso del entorno de la desembocadura del Nervión. *Kobie*, 12 : 87-99.
- FISCHER-PIETTE, E., 1935. Quelques remarques bionomiques sur la côte basque française et espagnole. *Bull. Lab. Saint Servan*, 14 : 1-14.
- FISCHER-PIETTE, E., 1955. Répartition le long des côtes septentrionales de l'Espagne des principaux organismes intercotidaux peuplant les rochers. *Ann. Inst. Ocean.*, 31 : 37-124.
- FISCHER-PIETTE, E., 1963. La distribution des principaux organismes intercotidaux Nord-Ibériques, en 1954-55. *Ann. Inst. Ocean.*, 40 : 165-312.

- GILI, C., R. ANADON, J. CARBONELL, I. OLIVELLA & J. ROS, 1982. Comunidades bentónicas submarinas del litoral de Lugo. I. Resultados preliminares. *Actas I Simp. Ibér. Estud. Bentos-Mar.*, 2 : 711-750.
- GLÉMAREC, M., 1973. The benthic communities of the european north atlantic continental shelf. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 11 : 263-289.
- GOROSTIAGA, J.M., 1981. Contribución al estudio biogeográfico de las algas de S. Juan de Gaztelugatxe (costa de Vizcaya). *Lurralde*, 2 : 711-750.
- GOROSTIAGA, J.M., J.M. LIMIA & D. BENGOCHEA, 1987. Flora bentónica litoral de un área sometida a intensa polución : el estuario del Abra de Bilbao y su entorno (N. de España). I. Zonación. *Actas VI Simp. Nac. Bot. Cript.*, 57-69.
- GUTIERREZ, M.E., A. RALLO, J.I. SAIZ & F. RODRIGUEZ, 1979 ; publicado en 1982. Resultados preliminares del estudio de las comunidades bentónicas de sustrato duro establecidas en el litoral de Vizcaya. *Actas I Simp. Ibér. Estud. Bentos Mar.*, 2 : 643-656.
- HILY, C., 1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hyperthrophiques de la rade de Brest. *Thèse Doct., Univ. Bretagne Occ.* 359 + 337 pp.
- HISCOCK, K. & R. MITCHELL, 1980. The description and classification of sublittoral epibenthic ecosystems. En : "The shore environment ecosystems", vol. 2, Price, J.H., D.E.G. Irvine & W.F. Farnham Eds. Academic Press. Pp. 323-370.
- HOEK, C., van der & M. DONZE, 1966. The algal vegetation of the rocky côte Basque (SW France). *Bull. Cent. Etud. Rech. sci. Biarritz*, 6 : 289-319.
- IBÁÑEZ, M., R. ANGULO & X. IRIBAR, 1980. Biogeografía de la costa vasca. (En :) *Geografía de Euskal Herria* (Vol. 6). Donostia : Luis Haranburu Ed., 284 pp.
- IBÁÑEZ, M., A. ROMERO, J. FELIU, A. BORJA, A. ALTUNA & F. AGUIRREZABALAGA, 1984. Consideraciones sobre la biogeografía de la costa vasca. *Actas IV Simp. Ibér. Estud. Bentos Mar.*, 1 : 47-55.
- JOHN, D.M., 1968. Studies on littoral and sublittoral Ecosystems. Durham. Thesis. University Science Laboratories. 168 pp.
- JONES, W.E., 1980. Field teaching methods in shore ecology. En : The shore environment. Methods. vol. 1. Price, J.H., D.E. Irvine & W.F. Farnham Eds. Academic Press., 19-44.
- KAUTSKY, N., H. KAUTSKY, V. KAUTSKY & M. WAERN, 1986. Decreased depth penetration of *Fucus vesiculosus* (L.) since the 1940's indicated eutrophication of the Baltic Sea. *Mar. Ecol. prog. Ser.*, 28 : 1-8.
- LEWIS, J.R., 1964. The ecology of rocky shores. London : English Univ. Press.
- LIMIA, J.M. & J.M. GOROSTIAGA, 1987. Flora marina bentónica sublitoral del tramo de costa comprendido entre Pta. Covarón y Pta. Muskes (Vizcaya, N. España). *Actas VI Simp. Nac. Bot. Cript.*, 81-88.
- LITTLER, M.M., 1980. Southern California rocky intertidal ecosystems : Methods, community, structure and variability. En : The shore environment, Ecosystems. Vol. 2. Price, J.H., D.E.G. Irvine & W.F. Farnham Eds. Academic Press, London. pp, 506-608.
- LITTLER, M.M. & S.N. MURRAY, 1975. Impact of sewage on the distribution, abundance and community structure of rocky intertidal macroorganisms. *Mar. Biol.*, 30 : 277-291.
- LITTLER, M.M. & S.N. MURRAY, 1977. Influence of domestic wastes on the structure and energetics of intertidal communities near Wilson cove, San Clemente Island. Calif. Wat. Res. Center, Univ. California, Davis, contr. no. 164. 88 pp.
- LOMBAS, I & R. ANADON, 1985. Estudio de la fauna de microhabitats esciáfilos intermareales en Luanco (Asturias). *Rev. biol. Univ. Oviedo*, 3 : 107-120.
- LOPEZ-COTELO, I., J.M. VIEITEZ & F. DIAZ-PINEDA, 1982. Tipos de comunidades bentónicas de la playa del Puntal (Bahía de Santander). *Cah. Biol. Mar.*, 23 : 53-69.
- MAY, V., 1985. Observations on algae floras close to two sewage outlets. *Cunninghamia*, 1 : 385-394.
- MIRANDA, F., 1931. Sobre las algas y cianofíceas del Cantábrico, especialmente de Gijón. *Trab. Mus. Nac. Ciencias nat. ser. Bot.*, 25 : 1-106.
- MIRAYES, P. & R. ANADON, 1981. Área mínima de muestreo en poblaciones animales de los niveles superiores del intermareal : ejemplo en poblaciones de *Patella spp.* *Oec. Aquat.*, 5 : 185-194.
- MUÑOZ-COBO, A., 1979 (publicado en 1982). Estudios de área mínima en comunidades de anfípodos. *Actas 1^{er} Simp. Ib. est. Bentos Mar.*, 2 : 561-574.
- NIELL, F.X., 1977. Método de recolección y área mínima de muestreo en estudios estructurales del macrofitobentos rocoso intermareal de la ría de Vigo. *Inv. Pesq.*, 41 : 509-521.
- NIELL, F.X. & J.P. PAZO, 1978. Incidencia de vertidos industriales en la estructura de las poblaciones intermareales. II. Distribución de la biomasa y de la diversidad específica de comunidades de macrófitos de facies rocosas. *Inv. Pesq.*, 42 : 213-239.
- OCCIPINTI, A., 1981. Guida per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane. AQ/1/126. VII. Briozi Lagunari. Consigl. Naz. Ric., 146 pp.

- PEARCE, J.B., 1970. En "FAO Technical Conference on Marine Pollution and its effects on Living Resources and Fishing. FIR : MP/70/E-99. Roma, diciembre 1970.
- PERES, J.M. & G. BELLAN, 1972. Aperçu sur l'influence des pollutions sur les peuplements benthiques. En : Marina Pollution and Sea Life. Ruivo, M. Ed. FAO Fishing News (Books) Ltd : 375-386.
- PERES, J.M. & J. PICARD, 1984. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stn. Mar. Endoume*. 31 : 1-247.
- PERKINS, E.J., 1974. The biology of Estuaries and Coastal Waters. Academic Press, London. 678 pp.
- PETERSEN, C.G.J., 1913. Valuation of the sea. II. The animal communities of the sea bottom and their importance for marine zoogeography. *Rep. Danish Biol. Stat.*, 21 : 1-44.
- RALLO, A., 1981 a. Estudio integral de las Playas de Vizcaya. Descripción del medio físico y biótico. Estudio zoológico de la zona intermareal. Mem. Pol., Exma. Diput. Vizcaya, Bilbao.
- RALLO, A., 1981 b. Aportaciones al conocimiento de la fauna litoral de la costa vizcaína. V Reunión Bien. R. Soc. esp. Hist. Nat., Oviedo.
- RENOUX-MEUNIER, A., 1965. Étude de la végétation algale du Cap Saint-Martin (Biarritz). *Bull. cent. Rech. sci., Biarritz*, 5 : 379-557.
- THOM, R.M., 1980. A gradient in benthic intertidal algal assemblages along the southern Californian coast. *J. Phycol.*, 16 : 102-108.
- THORSON, G., 1957. Bottom communities. *Mem. Geol. Soc. America*, 67 : 461-534.
- WARWICK, R.M. & R. PRICE, 1975. Macrofauna production in an estuarine mud-flat. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 55 : 1-18.
- WEBERPENKERT, G & R. SCHNETTER, 1982. Floristic and ecological studies on benthic seaweed communities of the Asturias coast (Spain). 1. A contribution to the Phytogeography of the Iberic North Coast. *Nova Hedwigia*, 36 : 65-80.