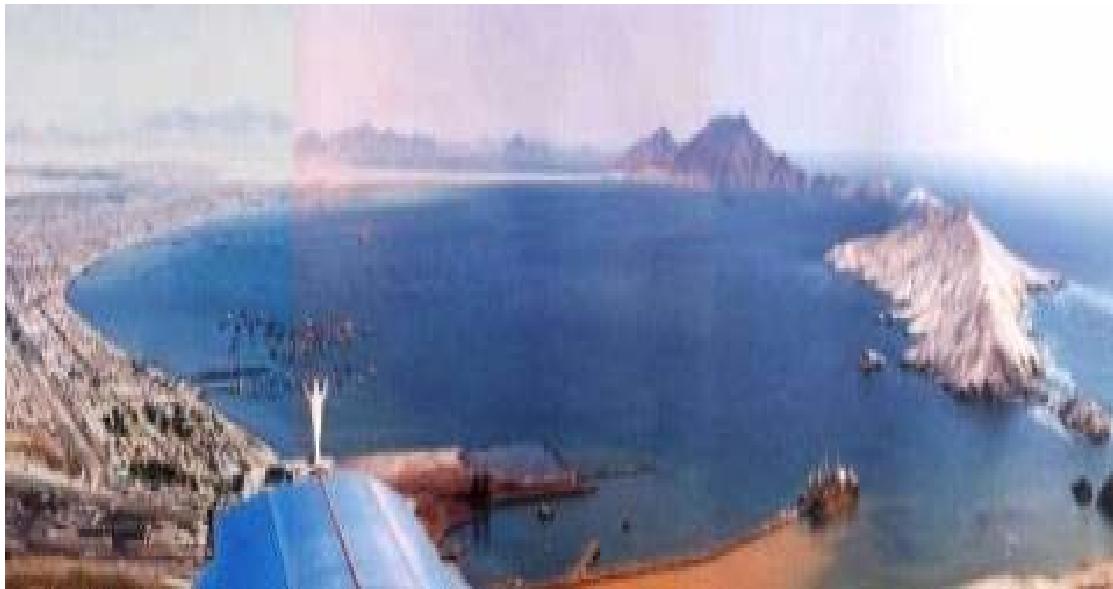




## INFORME FINAL

ESTUDIO DE LÍNEA BASE EN EL ÁMBITO MARINO DEL AREA SUR DE  
BAHIA EL FERROL  
6 - 17 NOVIEMBRE 2008



CHIMBOTE, ENERO DEL 2009

## CONTENIDO

### Resumen

1. Introducción
2. Metodología
  - 2.1 Plan general de muestreo
  - 2.2 Descripción general del área de estudio
  - 2.3 Geomorfología y ecosistemas
  - 2.4 Cartografía
  - 2.5 Meteorología y climatología
  - 2.6 Batimetría
  - 2.7 Sedimentos y materia orgánica
  - 2.8 Variables oceanográficas y calidad acuática
  - 2.9 Plancton marino
  - 2.10 Macrobióticos
  - 2.11 Recursos que sustentan la pesca artesanal y bancos naturales
3. Resultados
  - 3.1 Geomorfología y ecosistemas
    - 3.1.1 Ecosistema terrestre
    - 3.1.2 Ecosistema marino
  - 3.2 Cartografía
  - 3.3 Meteorología y climatología
  - 3.4 Batimetría
  - 3.5 Sedimentos superficiales y materia orgánica
    - 3.5.1 Sedimentos
    - 3.5.2 Materia orgánica
  - 3.6 Variables oceanográficas y calidad acuática
    - 3.6.1 Temperatura
    - 3.6.2 Oxígeno disuelto
    - 3.6.3 Salinidad
    - 3.6.4 Corrientes marinas
    - 3.6.5 Turbidez
    - 3.6.6 Vientos locales
    - 3.6.7 Transparencia
    - 3.6.8 Mareas
    - 3.6.9 Nutrientes
    - 3.6.10 Potencial de iones hidronio
    - 3.6.11 Sólidos suspendidos totales
    - 3.6.12 Material orgánico extractable en hexano, MOEH-aceites y grasas
    - 3.6.13 Demanda bioquímica de oxígeno
    - 3.6.14 Coliformes
    - 3.6.15 Metales pesados en sedimentos
  - 3.7 Plancton marino
    - 3.7.1 Fitoplancton
    - 3.7.2 Zooplancton
  - 3.8 Macrobióticos
  - 3.9 Recursos que sustentan la pesca artesanal y bancos naturales
    - 3.9.1 Recursos hidrobiológicos
    - 3.9.2 Banco natural de concha de abanico
    - 3.9.3 Pradera de *Chondracanthus chamussoi* "yuyo"

- 3.10 Aspectos poblacionales
  - 3.10.1 Densidad
  - 3.10.2 Estructura de tallas
  - 3.10.3 Relación Longitud-Peso

4. Conclusiones

Referencias bibliográficas

Anexos

## RESUMEN EJECUTIVO

Se describen los resultados del Estudio de Línea Base (ELBA) realizado por el Instituto del Mar del Perú en el área sur de bahía Ferrol ubicada en la Provincia de Santa de la Región Ancash, del 6 al 17 de noviembre del 2008; que comprendió el procesamiento y análisis de antecedentes bibliográficos, toma de información por mar y reconocimiento del borde costero.

El objetivo central fue realizar un levantamiento integral de información geográfica, física, química, microbiológica, biológica y meteorológica a fin de constituir un informe-instrumento de gestión para orientar el desempeño de los interesados en actividades acuáticas.

El área evaluada no presentó mayor impacto en su medio marino, presentando condiciones térmicas frías asociadas al afloramiento costero. La concentración promedio de sólidos suspendidos totales no superó lo permitido por la Ley General de Aguas.

Los indicadores de contaminación orgánica y microbiana fueron bajos y adecuados a los criterios de calidad acuática, no sobrepasando lo permitido por la LGA para las clases IV, V y VI.

En sedimentos superficiales los metales pesados como plomo y cinc no superaron los valores estipulados por la Tabla de Protección Costera y Restauración de los EE.UU para su Probable Nivel de Efecto.

La diversidad de Shannon varió de 0,335 a 3,063 bits/ind, rango en el cual el 28,2% de las estaciones presentaron valores medios a compatibles ( $>2$ ) según el Protocolo para Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor del Ministerio de la Producción.

La mayoría de especies del fitoplancton fueron aparentes para la alimentación de moluscos bivalvos.

Los recursos que sustentan la pesca artesanal en el área de estudio son los peces, invertebrados marinos y macroalgas de consumo humano.

Se delimitó el banco natural de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” y sus áreas de expansión complementándose con información actualizada del 2008.

Las densidades poblacionales de concha de abanico disminuyeron de 4,12 ind./m<sup>2</sup> en marzo del 2007 a 0,98 ind./m<sup>2</sup> en marzo del 2008, luego del cual un nuevo reclutamiento de baja magnitud de baja magnitud incrementó la población hasta una densidad de 2,0 ind./m<sup>2</sup>.

## 1 INTRODUCCION

En el litoral marino de la Región Ancash, las actividades de maricultura han tomado mucho auge en los últimos años. Tanto empresarios como organizaciones de pescadores solicitan concesiones marinas para orientarlas al cultivo de organismos. En este contexto, los bancos naturales de invertebrados bentónicos juegan un rol importante, no solamente como fuente de recursos para los pescadores extractores, sino también, como fuente para la captación de larvas.

Tras la aprobación del Reglamento de Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura en julio del 2001 y posteriormente del Reglamento de las Normas Técnicas Complementarias para Autorizaciones de Repoblamiento en áreas Acuáticas a cargo de Organizaciones Sociales de Pescadores Artesanales en el 2006, los pescadores artesanales vienen solicitando áreas acuícolas con fines de repoblamiento.

Uno de los requisitos administrativos para acceder a dichas áreas es la elaboración del Estudio de Línea Base (ELBA), por lo que es necesario contar con información actualizada de todas las variables que conlleva dicho estudio, a fin de que los pescadores artesanales con bajos recursos puedan acceder a dicha información para la elaboración de Plan de Monitoreo de Extracción de Recursos Bentónicos (PMER) y así cumplir con parte de los requisitos que exige la norma.

Aspectos actualizados acerca de la geografía, climatología, batimetría, sedimentos, variables oceanográficas, variables de la calidad del medio acuático, plancton, macrobentos, recursos y aspectos poblacionales son muy importantes para lograr los objetivos que demanda un estudio de línea base.

El estudio de línea base es un instrumento administrativo de gestión y evaluación que contiene toda la situación de inicio de las principales variables socio productivas y de la zona de influencia al área del proyecto a realizarse.

Por tal motivo, y teniendo como formato la Guía Para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental elaborado por la Dirección Nacional del Medio Ambiente, se efectuó dicho estudio en el área sur de Bahía El Ferrol, con el objetivo de contar con un levantamiento integral de información respecto a la geografía, medio ambiente y sus recursos.

## 2 MATERIALES Y METODOS

### 2.1 PLAN GENERAL DE MUESTREO

Los trabajos de campo se efectuaron del 6 al 17 de noviembre con tres grupos de trabajo; el primero realizó barridos batimétricos a través de sondeos acústicos, el segundo grupo obtuvo información en 42 estaciones de muestreo sobre aspectos oceanográficos, ambientales, biológicos y sedimentos, y el tercer grupo georreferenció el borde costero e hizo una descripción geomorfológica, a bordo de una chalana en áreas inaccesibles, y caminando en áreas accesibles (Fig. 1).

La ubicación de las estaciones se realizó con un GPS Garmin Etrex, con coordenadas referidas al DATUM 84.

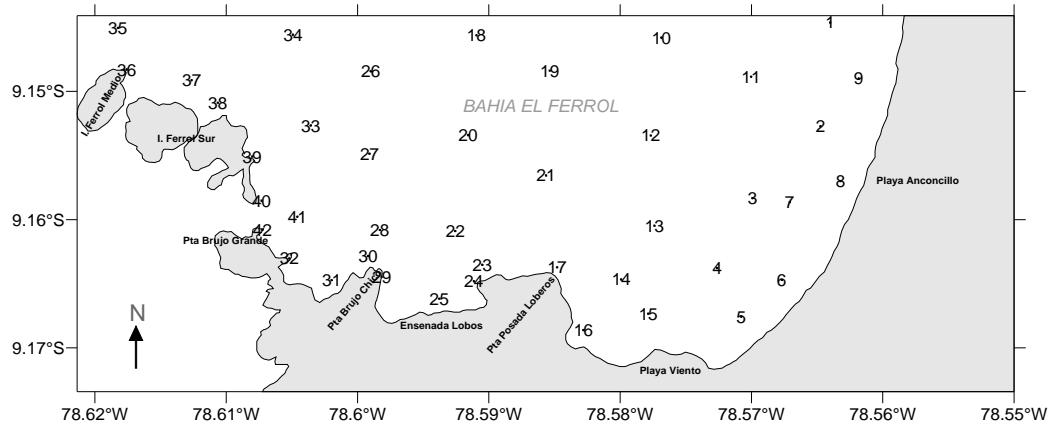


Fig. 1. Estaciones biológicas de muestreo. Área sur de Bahía El Ferrol

## 2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

La Bahía El Ferrol se encuentra ubicada en la costa norte del Perú entre los  $09^{\circ}05'$  y  $09^{\circ}09'$  LS, Provincia de Santa, Departamento de Ancash; limitando al norte con la Isla Santa-Bahía Coishco y Bahía Samanco al sur (Fig. 2).

Según Brack y Mendiola (2000), la bahía se encuentra ubicada en la Eco-Región del mar frío de la Corriente Peruana, aguas que debido al sistema de afloramientos son consideradas sistemas biológicos altamente productivos.

Se trata de una bahía semicerrada, que por su configuración permite un mayor tiempo de residencia de sus aguas, lo que propicia que en ciertas áreas se acumule material contaminante y sedimentario.

La Bahía El Ferrol se ha visto afectada por más de cuatro décadas por actividades industriales, especialmente pesqueras, y vertimientos de aguas residuales domésticas, mostrando indicios de eutrofización y episodios de hipoxia y anoxia.

Es considerada como una de las bahías más contaminadas del Perú, como producto de la industria de harina de pescado que se desarrolla desde los años 60, actividades minero-metalúrgicas y el crecimiento poblacional.

Sin embargo, algunas zonas del margen sur de la bahía presentan áreas libres de contaminación, o menos contaminadas, que permiten el asentamiento y desarrollo de especies comerciales como *Argopecten purpuratus* “concha de abanico”, *Semele* sp. “almeja”, *Stramonita chocolata* “caracol negro”, *Octopus mimus* “pulpo”, *Cancer porteri* “jaiva”, *C. setosus* “cangrejo peludo” y macroalgas como *Chondracanthus chamaissoid* “yuyo” (Berrú 2007).

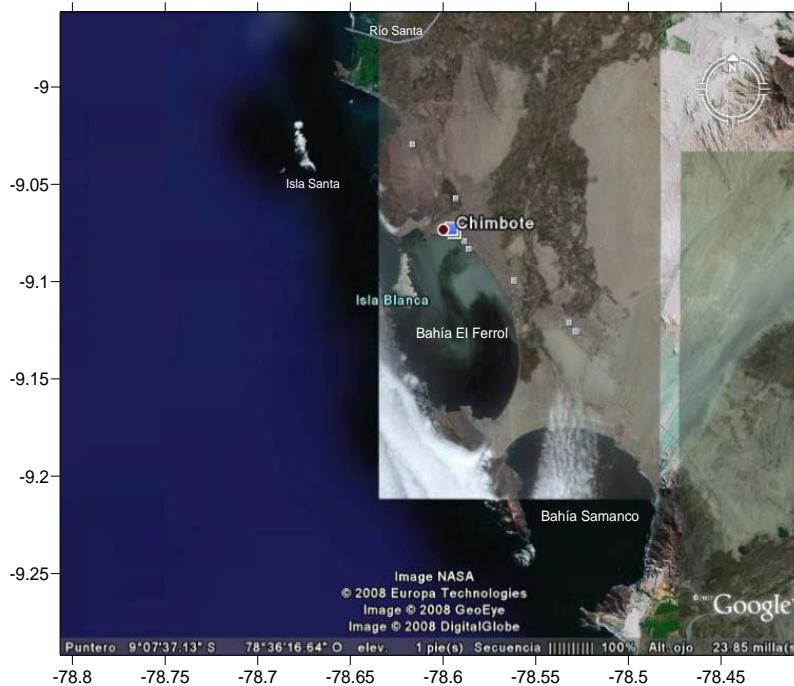


Fig. 2. Ubicación geográfica de Bahía El Ferrol

### 2.3 GEOMORFOLOGÍA Y ECOSISTEMAS

Se realizó un análisis y síntesis de la geomorfología y ecosistemas de la bahía Ferrol y en particular del área de estudio; para lo cual se recurrió a trabajos nacionales y regionales, textos, libros, estudios especializados y documentos disponibles en internet.

### 2.4 CARTOGRAFÍA

Se describen los procedimientos efectuados para obtener la cartografía de la bahía Ferrol a una escala de 1/20 000, utilizando cartas del IGN, DHNM e imágenes satelitales del Gateway to Astronaut Photography de la NASA.

De igual forma se tomó y utilizó información georeferenciada “in situ” de la zona de estudio con la finalidad de convalidar la información generada.

Para la obtención de la cartografía digital se emplearon 2 cartas nacionales del Instituto Geográfico Nacional (copias de las cartas originales) a una escala de 1/25 000. Las cartas utilizadas fueron “Chimbote” (Hoja 19f I NE) y “Cerro Península” (Hoja 19f I SE) elaboradas con la proyección Transversal de Mercator y el Datum PSAD 56.

De igual forma se adquirió la carta PERU HIDRONAV 2123 de la Bahía Ferrol, a una escala 1/20 000, con el sistema de referencia DATUM WGS 84 (Fig. 3).

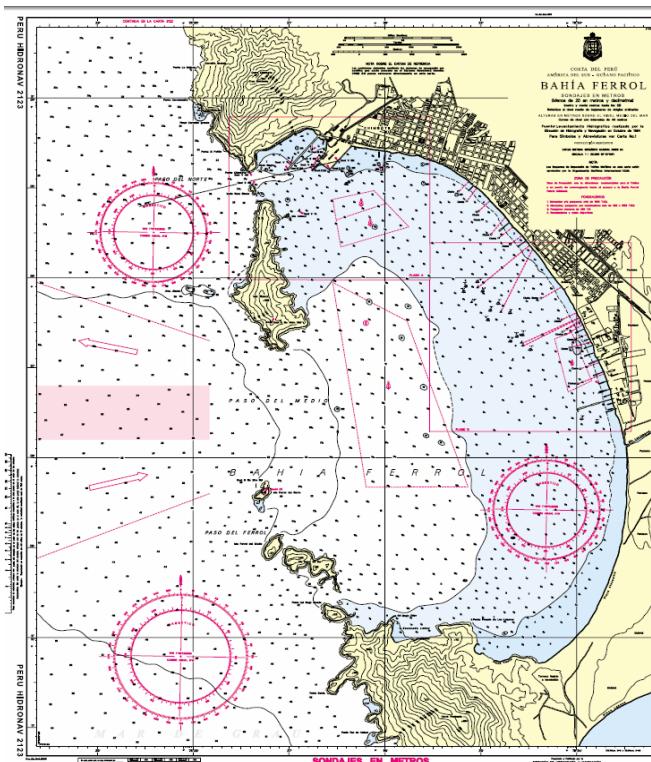


Fig. 3. Carta PERU HIDRONAV 2123

Las 2 cartas del IGN fueron escaneadas a una resolución de 600 dpi y grabadas en el formato Tiff. De estas fueron extraídos puntos de control y en el programa ArcGis se realizó la conversión de coordenadas del PSAD56 al WGS84. Una vez obtenidos los puntos en el Sistema de Coordenadas Geográficas y Datum WGS84, se procedió a georreferenciar las cartas escaneadas en el mismo programa ArcGIS.

Luego, sobre estas imágenes georreferenciadas, se realizó la digitalización de la línea costera de la Bahía Ferrol a una escala de 1/5 000 y después se grabó en el formato Shp del ArcGis.

La carta satelital de la Bahía ISS014-E-1038 de Gateway to Astronaut Photography de la NASA, fue georeferenciada y digitalizada en el entorno ArcGis.

Finalmente, como el ArcGis presenta compatibilidad con el programa Surfer ya que este puede leer directamente el formato Shp, la línea costera fue llevada al entorno Surfer para luego trabajar en la zona de estudio.

## 2.5 METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

Se procesó la información del año 2007 proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), obtenidos en la estación oceanográfica automática ubicada en el área de Chimbote en las coordenadas 09°04'23"S-78°37'39"W.

Así mismo, se dispuso de información adicional presentada por Walsh Perú S.A (2006), en la Evaluación del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y Social del Proyecto de Prospección Sísmica 2D y 3D, gravimetría y muestreo de fondo marino en el lote Z-36, correspondiente a la Región Ancash.

## 2.6 BATIMETRIA

El sondeo acústico se desarrolló a bordo de una embarcación de madera de 7.6 m de eslora, 3 m de manga y 1.5 m de puntal, con un motor fuera de borda de 40 HP de potencia marca YAMAHA Modelo Enduro. Se utilizó una ecosonda monocroma marca HUMMINBIRD modelo 150 SX de 50 KHz de emisión de sonido y un GPS Marca Garmin modelo ETREX Summit HC.

Se planificó cubrir en detalle el área de estudio en sentido este a oeste y de sur a norte con un muestreo sistemático paralelo cubriendo la totalidad del área sur de la bahía (Fig. 4).

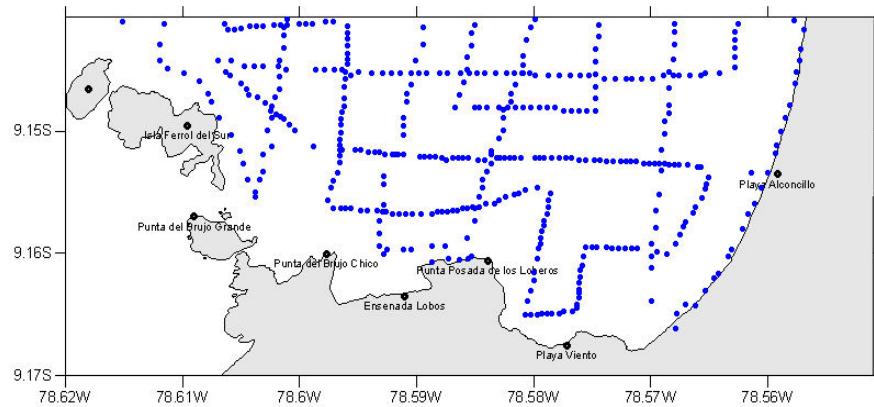


Fig. 4. Trayectoria de la toma de información batimétrica en área sur de bahía Ferrol

Debido a la velocidad variable entre 3 y 5 nudos, como unidad de muestreo se consideró períodos entre 30 segundos y un minuto. En total se obtuvo 629 UBM de profundidad con su respectiva posición geográfica.

La información fue tomada en una bitácora acústica, luego procesada en una hoja de cálculo en el Programa Excel, de ahí se transfirieron al programa Surfer 8.0 con un sistema de interpolación de datos, para la generación de la carta batimétrica empleando el método de interpolación denominado “Kriging”. La resolución ó espacio de interpolación que se utilizó fue de 0.5 mn, es decir 73 líneas en dirección del eje X y 100 líneas en dirección del eje Y.

## 2.7 SEDIMENTOS Y MATERIA ORGÁNICA

Se colectaron y analizaron 27 muestras de sedimentos superficiales empleando una draga Van Veen. Las muestras rotuladas a bordo fueron mantenidas en congelación para su posterior análisis.

El análisis granulométrico de sedimentos por tamizado se basa en las normas ASTM D422 y AASHTO T 88, las que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este modo operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Las muestras de sedimentos superficiales fueron analizadas en el laboratorio de la empresa INDUCONS.EIRL, siguiendo los procedimientos descritos en el Manual de Ensayos de Materiales (EM 2000) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC E 106-107-109-2000).

Las muestras descongeladas fueron descritas visualmente empleando una carta de colores de suelos Munsell. La fracción fina (limo y arcilla) fue reportada como una sola.

El análisis de materia orgánica en sedimentos (pérdida por ignición) está basado en las normas AASHTO T 267, que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este modo operativo esta sujeto a revisión y actualización continua. Las muestras fueron analizadas siguiendo los procedimientos descritos el Manual de Ensayos de Materiales (EM 2000) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC E 106-118-2000).

## 2.8 VARIABLES OCEANOGRÁFICAS Y CALIDAD ACUÁTICA

Se determinaron 26 estaciones hidrográficas con muestreos en superficie y a 1 m del fondo (Fig. 5). Para la colecta de muestras en superficie se empleó un balde de plástico de 10 litros, y para las de fondo en una botella Niskin de 5 litros de capacidad con portatermómetro.

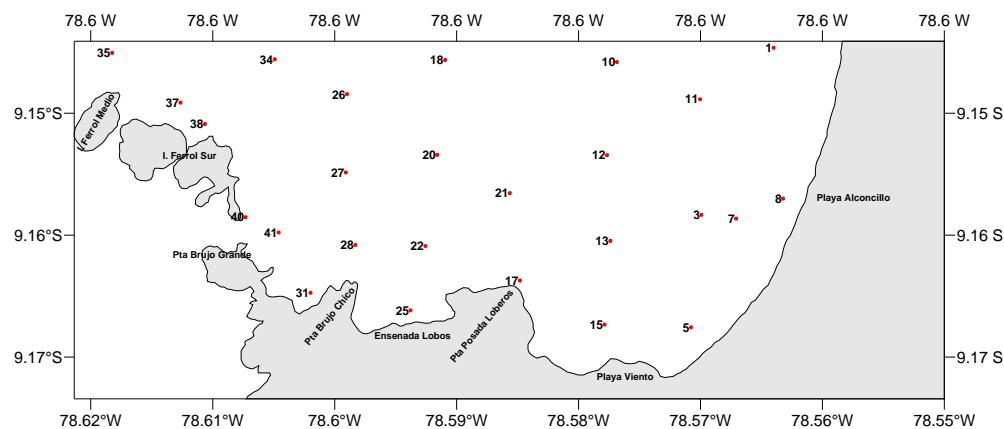


Fig. 5. Estaciones hidrográficas realizadas en área sur de bahía Ferrol.  
Noviembre 2008

En cada nivel se registró la temperatura del mar empleando un termómetro de mercurio, determinándose el oxígeno disuelto y pH “in situ” y colectándose muestras para salinidad, nutrientes, sólidos suspendidos totales, aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno e indicadores de contaminación microbiológica.

La transparencia se midió con un disco Secchi y la circulación marina (velocidad y dirección de corrientes) y turbidez se registraron en un correntómetro tipo Aanderaa RCM-9.

A bordo todas las muestras fueron preservadas con hielo, a excepción de aquellas para determinación de oxígeno y salinidad.

Las determinaciones físico-químicas se basaron en los siguientes métodos:

- La temperatura superficial se registró con un termómetro superficial y la de fondo con un termómetro de inversión kahlsico.
- Método titulométrico de WINKLER modificado por CARRIT y CARPENTER (1966) para la determinación de oxígeno disuelto.
- Método de inducción usando el Portasal Guildline 8410A, para la determinación de salinidad.
- La transparencia se midió con un disco Secchi de 30 cm de diámetro.
- La dirección y velocidad de las corrientes marinas se registraron con un correntómetro Aanderaa RCM-9.
- Método Strickland y Parson (1972) para la determinación de nutrientes empleando un espectofotómetro Hach DR-4000.
- Método potenciométrico por medio del EXTECH para la determinación del pH.
- Método gravimétrico de la USEPA, 1986 para la determinación de sólidos suspendidos totales.
- Método gravimétrico para la determinación de aceites y grasas (Environment Water Resources Service, 1976).
- Método de la International Standard Organization 5815, 1983 para la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>).
- Método de tubos múltiples (Número Más Probable) según el Standard Methods for Examination of Water and Waste water (Apha 1995).

Para el caso de **metales pesados en sedimentos marinos**, se procesó la información obtenida durante los estudios de calidad ambiental efectuados en bahía Ferrol en el periodo 2005-2008 y que corresponde a metales pesados en sedimentos marinos en el área sur de bahía Ferrol.

Después de la liofilización (secado en frío) se le tamizó el sedimento haciéndolo pasar por una malla Nytal N° 100 (149 micras).

Para el tratamiento químico de **sedimentos** se empleó el Sistema de Digestión por Microondas MSP-1000, cuyo procedimiento es el siguiente:

Se pesa aproximadamente 0,1 g de muestra liofilizada en los tubos ACV (Advanced Composite Vessel), enseguida se adicionan 10 ml de agua bidestilada, 5 ml de ácido nítrico, 2 ml de ácido fluorhídrico y 1 ml de ácido clorhídrico todos concentrados; luego se cierran los tubos herméticamente y se programa en el sistema de digestión por microondas.

## 2.9 PLANCTON

En 21 estaciones se obtuvieron muestras de plancton mediante arrastres superficiales durante 5 minutos, con una red estándar de fitoplancton (75 micras) y a 3 nudos de velocidad.

Las muestras preservadas con formaldehído neutralizado al 2% fueron centrifugadas a 2400 RPM durante 5 minutos, obteniéndose el volumen filtrado mediante la siguiente fórmula:

$$V = Vc / K$$

Donde:  $V$  = volumen de plancton

$Vc$  = volumen de plancton centrifugado (ml)

$K = 6,6273 \text{ m}^3$ , constante que indica el agua filtrada por la red

Los resultados finales fueron expresados en mililitros de plancton por metro cúbico de agua de mar filtrada ( $\text{ml/m}^3$ ). Las muestras fueron analizadas semi-cualitativamente, considerando la proporción de los principales grupos o especies de plancton, otorgándoles la siguiente categoría (método estandarizado): ausente (0), presente (1), escaso (2), abundante (3) y muy abundante (4).

El análisis cuantitativo se realizó con el recuento celular de los componentes del fitoplancton en base a las recomendaciones de UNESCO (1981). Los resultados fueron expresados en  $\text{N}^\circ \text{ cel} \times 10^3 / \text{L}$ .

Se empleó la cámara de Neubauer donde fueron contados los organismos en un espacio que representa 0.001 ml de la muestra colectada con aumento de 400x; en tanto que los organismos mayores a 50  $\mu\text{m}$  y los poco abundantes fueron contados con un aumento de 100x en toda la cámara.

Los organismos fueron determinados hasta especie, en algunos casos como las Pennatas fueron clasificados hasta género.

Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (1963), cuyos resultados fueron expresados en bits  $\text{cel}^{-1}$

$$H' = - \sum [(n_i/N) * \log^2(n_i/N)]$$

Donde:

$H'$  = Índice de diversidad

$n_i$  = Número total de organismos en la muestra

$N$  = Número de especies en la muestra

Así mismo se efectuó el análisis de riqueza de especies:  $d = (S-1)/\log(N)$

Donde:

$d$  = Riqueza especiológica

$S$  = Número total de especies

$N$  = Número total de individuos

Para hallar la diversidad ( $H'$ ) y el análisis de riqueza ( $d$ ) se utilizó el software PRIMER v.5 para Windows y para las cartas de distribución el programa SURFER v. 8.

Para la determinación de los diferentes organismos, se consultaron los trabajos de HUSTED (1930), SCHILLER (1937), CUPP (1943), HENDEY (1964), SOURNIA (1967), BALECH (1988), HASLE Y SYVERTSEN (1996), STEIDINGER & TANGEN (1997) Y OCHOA Y GOMEZ (1997).

Para la estimar la abundancia larval de moluscos, se colectaron 21 muestras de agua mediante arrastres verticales con una red de 100  $\mu\text{m}$  de abertura de malla, haciendo un recorrido desde  $\frac{1}{2}$  metro del fondo hasta la superficie. Las muestras fueron fijadas en formaldehído al 5% para su análisis respectivo.

Para la estimación de la abundancia, se calculó el volumen de agua filtrada mediante la siguiente fórmula:

$$Vf = Ah$$

Donde  $Vf$  = volumen de agua filtrada

$A$  = área de la boca de la red

$h$  = profundidad en la estación de muestreo

## **2.10 MACROBENTOS**

Se colectaron 24 muestras con una draga tipo Van Veen de 0,05 m<sup>2</sup> de superficie de colecta, y 18 muestras con un cuadrado metálico de un metro de lado, tomándose una réplica por estación.

El contenido de la draga fue tamizado con una malla de 500 µm y preservado con formol al 10% neutralizado con boráx y teñido con rosa de bengala para una mejor determinación de los organismos; mientras que en el caso del cuadrado, las muestras fueron colectadas en una malla sintética de 1000 µm y analizadas en fresco en el Laboratorio Costero de Chimbote.

El análisis biológico consistió en determinar la composición de la comunidad macrozoobentónica hasta el menor nivel taxonómico posible, con ayuda de bibliografía especializada. La densidad (número de individuos) y la biomasa (peso húmedo en g) de los organismos se expresaron al metro cuadrado.

La estructura comunitaria es descrita teniendo en cuenta la densidad, biomasa y número de especies por estación de muestreo. La abundancia por especie y estación de muestreo se empleó para calcular el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y el índice de equidad ( $J'$ ) de Pielou, calculados usando Log en base 2.

Para determinar el grado de similitud entre estaciones se realizó un análisis multivariado de clasificación numérica, usando el método de clasificación jerárquica aglomerativa en la media ponderada (grupo par no ponderado con promedio aritmético UPGMA) (Sneath y Sokal, 1973) con el índice de Bray-Curtis.

## **2.11 RECURSOS QUE SUSTENTAN LA PESCA ARTESANAL Y BANCOS NATURALES**

Para el análisis de los recursos hidrobiológicos se procesó y analizó la información correspondiente al periodo 2004-2007 obtenida por un observador de campo del Instituto del Mar del Perú en los caladeros y bancos naturales asociados al área de estudio.

La delimitación del banco de concha de abanico y sus áreas de expansión se realizó en febrero del 2007, empleando toda la data histórica existente respecto a las evaluaciones poblacionales realizadas en dicha área.

La delimitación de las áreas de expansión del banco de concha de abanico, se hicieron bajo un análisis “**ecosistémico**” empleando variables poblacionales del recurso e índices comunitarios.

La delimitación de la pradera de *Chondracanthus chamussoi* “yuyo” se realizó georreferenciando su presencia, abundancia y amplitud a través de observaciones de buceo.

## **3 RESULTADOS**

### **3.1 GEOMORFOLOGÍA Y ECOSISTEMAS**

La diversidad de ecosistemas ha sido estudiada generalmente a nivel macroespacial y con diferentes criterios, tanto desde el punto de vista climático, geológico, edáfico e hídrico, como teniendo en cuenta las regiones naturales, formaciones vegetales, provincias biogeográficas y zonas de vida, entre otros.

### 3.1.1 Ecosistema terrestre

#### Clasificación ecológica de la Costa Peruana

La fauna y flora del Perú han sido estudiadas en forma general y regional. Estudiosos como H.W. y M. Koepcke (1951, 1952) establecieron una división ecológica de la Costa Peruana con los siguientes grupos:

- Biocenosis marinas cercanas a la costa
- Biocenosis de transición entre el mar y la tierra
- Biocenosis terrestres cercanas al mar
- Antropocenosis

Los ambientes naturales de la vida en la costa han sido objeto de estudio por H. W. y M. Koepcke (1953); correspondiendo en su esquema el área de estudio a **vegetación escasa o nula**, que comprende:

- **Desierto:** ambientes rocosos, de derrubio, arcilla, salina, grava, laderas empinadas de cerros y áreas cubiertas de guano.
- **Lítorea:** partes secas de los acantilados del mar, de las playas de ripio del mar, riberas fluviales áridas y arramblamientos arcillosos en las desembocaduras de los ríos.
- Terrenos y paisajes alterados por la acción humana (Fig. 6).



Fig. 6. Alteración del paisaje por acción antropogénica en Bahía El Ferrol. Noviembre 2008

Respecto a las formaciones vegetales, las que en lo pertinente a la costa peruana están representadas en el “mapa fitogeográfico de los andes peruanos” de Weberbauer (1923), se observa un desierto subtropical en el área de estudio.

El desierto subtropical constituye un área de extrema aridez, ocupando una faja entre el litoral y el límite occidental de las lluvias anuales en la vertiente andina. El desierto subtropical pone de manifiesto el ambiente de las llanuras con arenas que se desplazan en forma de capas o a manera de dunas aisladas o agrupadas. Su vegetación es escasa y esporádica, dependiendo esencialmente de la humedad atmosférica que procede de la alta nubosidad en las cercanías del mar.

Dentro de esta zona de vida se distribuyen ecosistemas menores de segundo orden, tales como: Áreas Agrícolas, Pampas Eriazas, Humedales o Áreas Hidromórficas, Colinas Muy Áridas y Área Urbana.

Cada uno de estos ecosistemas presenta una serie de procesos interrelacionados. Las áreas agrícolas cuentan con sistemas de riego inadecuados, vertiéndose grandes volúmenes de agua al dren Lacamarca, incrementando la napa freática en las partes bajas del dren, creando zonas con problemas de licuefacción.

El **ecosistema de humedales o áreas hidromórficas** presenta una problemática severa, debido a su disminución por el emplazamiento de zonas urbanas. Este ecosistema es importante por presentar una rica diversidad biológica, existiendo en ella totorales, juncos, carrizo, plantas medicinales, que a su vez sirven de albergue a un importante número de aves. En cuanto al factor paisajístico, el humedal de Villa María presenta un enorme potencial turístico como centro de recreación y esparcimiento (NJS, 2004)

La caracterización del humedal es consecuencia de la influencia de factores hidrológicos, geomorfológicos, químicos o biológicos, cuya convergencia han generado la presencia de cuatro de los cinco tipos de sistemas que podrían encontrarse en un humedal: ribereño, palustrino, estuarino y marino. Además, se ha identificado un quinto sistema, el artificial.

Entre la vegetación característica del **sistema ribereño** figura el *Scirpus californicus*, *Typha angustifolia*, *Scirpus conglomeratus*, *Phragmites sp.*, *Tamarix sp.* y *Bocopa sp.* con predominancia de *Paspalum vaginatum*, la cual mantiene una fauna propia de dicho hábitat.

En la fauna acuática se destaca la presencia de los camarones nativos *Cryphiops caementarius* "camarón de río", *Macrobrachium inca* "camarón gigante" y *Macrobrachium gallus*; peces como *Mugil sp* y entre las aves se registra a *Gallinulla chloropus*.

El **sistema palustrino** es un ecosistema que no se encuentra influenciado por las mareas. En el humedal de Villa María éste sistema es el más extenso y es el que a su vez presenta mayor variabilidad de biotopos.

En los diferentes biotopos de este sistema destacan por su abundancia peces como *Dormitator latrifrons* "monengue", *Poecilia reticulata*, *P. velifera*, *Gambusia sp.*, *Lebiasina sp.* y *Mugil sp.*; flora como *Scirpus californicus*, *Tyfa angustifolia* y *T. latifolia*, *Potamogeton pectinatus*, *Ceratophyllum sp.*, *Ruppia marítima*, *Salicornia fruticosa* y *Distichlis spicata*; aves como *Anas sp.* "pato colorado", *Gallinula*, *Fulica* e *Himantopus*.

El biotopo de pantano, dentro del **sistema palustrino**, se encuentra ubicado al suroeste, muy próximo al sistema marino; debido a que presenta un suelo mayormente del tipo turboso y completamente saturado, ha desarrollado una vegetación predominante de Salicornia. Sin embargo, hacia la margen derecha del río Lacamarca, se desarrolla un área de pantanos con menor grado de saturación, en donde se pueden encontrar las siguientes especies *Scirpus conglomeratus* "juncos" y también *Phragmites* "carrizillo".

El **sistema estuarino** formado por el río Lacamarca en la bahía El Ferrol es reciente (desde 1972), pequeño y semi cerrado por la presencia de los cerros División y Península y las islas Ferrol e isla Blanca, que restringen sustancialmente su relación directa con el mar abierto.

En épocas de avenidas se extiende aproximadamente unos 500-700 m hacia el mar, exhibiendo unos 500 m de ancho, dimensiones que en la época de estiaje se reducen aproximadamente en un 30%.

Corresponde al tipo mixohalino, ya que allí podemos encontrar salinidad, se trata de un sistema frágil, debido a su tamaño reducido lo que hace que sus características físicas y químicas puedan variar bruscamente y con ello la estructura y funcionamiento de la biocenosis.

El suelo del sistema estuarino (lecho del río y zona submareal) en época de estiaje es franco - arenoso en la desembocadura y arenoso - fangoso hacia el interior, en tanto que en época de avenida la desembocadura cambia a arenoso – limoso.

El río Lacramarca arrastra palizadas, debido a su mayor flujo, que de paso transporta más arena, hace reingresar a la bahía la arena que salió de ella, la que por deriva se dirige hacia el lado norte del estuario, y que al encontrarse con el muelle SIMACH, origina arenamiento en esta barrera. Esto ocasiona que la empresa SIMA - CHIMBOTE pratique dragados permanentes en la zona de operaciones del muelle y, como estrategia para mitigar el impacto por arenamiento, construya barras para desviar la desembocadura del río hacia el sur.

Las características hidrológicas del río Lacramarca en el humedal, permiten que se constituya un corredor muy importante en el ciclo biológico de dos tipos de organismos la “lisa” *Mugil* sp. y tres especies nativas de “camarón de río” *Macrobrachium americanum*, *Macrobrachium gallus* y *Cryphiopterus caementarius*.

En el lecho estuarial del río Lacramarca destaca la presencia del anfípodo *Eusirus* sp. En momentos de marea baja y mayor temperatura, estos organismos salen de sus galerías y se les puede observar saltando en cantidades considerables constituyéndose en la base de la alimentación de muchas aves, fundamentalmente marinas.

El humedal de Villa María se caracteriza por carecer de vegetación macrofitica. Comprende una frontera oceánica de aproximadamente 3 km con la bahía El Ferrol, cuya delimitación es el límite superior de la zona supralitoral, la isóbata de 6 m, en la zona submareal, la frontera estuarino-marina y, la frontera marino-antropogénica. Este sistema se desarrolla en un ambiente semicerrado, por la presencia de las islas Ferrol Norte, Ferro Medio, Ferrol Sur e Isla Blanca.

Dentro del sistema marino del humedal de Villa María, se han desarrollado tres tipos de hábitats bien marcados, la zona supralitoral, habitada por *Ocypode gaudichaudii* "carretero", la zona intermareal y la zona submareal, que comprende desde el nivel de baja marea, hasta los 6 m de profundidad.

La zona intermareal se caracteriza por presentar una pendiente muy suave; de suelo arenoso, de color dorado y blanquecino. Entre las especies que pueden encontrarse figuran *Emerita analoga* "muy muy" y *Callianasa islagrande* "langostino", típicos del área, y *Ocypode gaudichaudii* "carretero", habitante de la zona supralitoral pero que permanentemente llega en busca de alimento. También se encuentran muchas aves, entre las que destaca la visita periódica de "chorlito" o "playero" *Calidris alba*, ave migratoria de la Región Holártica.

El suelo de la zona submareal es franco-arenoso, presenta una pendiente muy suave, oleaje muy moderado y aguas claras. La conformación de la biocenosis está dada por peces como *Mugil* sp. "lisa", *Odontesthes regia regia* "pejerrey", *Paralichthys adspersus* "lenguado", *Loligo gahi* "calamar", entre otras especies.

### **3.1.2 Ecosistema marino de bahía El Ferrol**

Por razones metodológicas, se ha dividido el ecosistema de la Bahía El Ferrol en ecosistema de fondo marino, de playas arenosas, de orillas rocosas, de aguas abiertas y de islas.

#### **Ecosistema de Playas Arenosas**

Las especies que predominan en las playas arenosas son insectos de los órdenes Diptera, Coleoptera, Himenoptera y algunos individuos del isópodo *Exirolana brasiliensis*. Se puede encontrar también especies no propias de estos ecosistemas tales como el gasterópodo *Nassarius dentifer* y el poliqueto *Hemipodus triannulatus*. La densidad de estas especies depende fuertemente del grado de contaminación de las aguas marinas.

El crustáceo *Exirolana brasiliensis* está generalmente en la zona de secado, en tanto que el *Haustorius sp.* puede presentarse en la zona de retención aunque en bajas magnitudes.

También se registran el crustáceo *Emerita analoga* “muy muy”, una especie típica de las playas arenosas, en bajas densidades. Otras especies presentes fueron los poliquetos *Dispio sp.* y *Nephtys impressa*, ambas representadas por individuos adultos.

En la zona de secado los sedimentos muestran alta presencia de escamas de peces y otros restos orgánicos, además de muchos desechos no reciclables, lo que produce color negruzco y olor desagradable. Por épocas se puede observar aumento en las densidades de nemátodes, principalmente en aquellos lugares próximos a las empresas productoras de harina de pescado.

Al sur de la bahía se nota una composición de especies más diversa, apareciendo, además de las ya mencionadas, el poliqueto del género *Glycera* y el crustáceo *Blepharipoda occidentalis* “muy muy chino” en la zona de secado y retención respectivamente. La mayor diversidad sugiere que en la zona sur de la bahía, el grado de contaminación sería menor.

#### **Ecosistema de Orillas Rocosas**

En este ecosistema y enmarcado al área de estudio (parte sur entre Isla Ferrol Sur y Playa el Viento) se registraron 6 especies de macroalgas como *Enteromorpha sp.*, *Ahnfeltia durvillaei*, *Coralina officinalis*, *Ulva sp.*, *Cryptopleura cryptoneuron* y *Chondracanthus chamisoii* “yuyo”; siendo esta última de suma importancia por ser una especie comercial que representa una fuente de trabajo para un grupo de extractores.

Los crustáceos registrados fueron *Grapsus grapsus* “cangrejo de las rocas”, *Jehlius cirratus*, *Megabalanus psitacus* y *Balanus laevis*.

Dentro del grupo de los equinodermos se registro *Heliaster helianthus* “sol de mar”, *Sticaster striatus* “estrella colorada”, *Tetrapigus niger* “erizo negro” y *Caenocentrotus gibbosus* “erizo”.

Entre los moluscos figuran *Brachidontes granulata*, *Enoplochiton niger* “chitón marrón”, *Scurria scurra* y *Crepidula aculeata*.

En el grupo de los celentéreos se registró a *Anthotoe chilensis* “cola de caballo”, a cuyo contacto los pescadores sufren reacciones alérgicas debido a sus células urticantes.

Las especies dominantes en este ecosistema rocoso fueron *Jehlius cirratus* presente en casi toda el área formando parches de gran densidad; *Brachidontes granulata* al mismo nivel de la especie anterior y codominante formó cinturones continuos y/o alternos de 10 a 40 cm de alto (Fig. 7a).

Como macroalga dominante y por debajo del espacio ocupado por *J. cirratus* y *B. granulata* se registró a *Ch. chamisoii* “yuyo”, observada con mayor densidad en la primera mitad este de la zona evaluada (Fig. 7b).



Fig. 7. Fauna (a) y flora (b) asociadas a sustrato rocoso en el margen sur de bahía El Ferrol. Noviembre 2008

### **Ecosistema de Fondo Marino**

La diversidad de los tipos de fondos marinos en la Bahía El Ferrol depende considerablemente de las características del oleaje. En el fondo de la zona de estudio existen diversos grupos taxonómicos como Actiniaria, Brachiopoda, Annelida, Mollusca, Equinodermata y Crustácea.

Los moluscos son los más representativos en la bahía El Ferrol y dentro este grupo, predominan los gasterópodos. Entre los poliquetos, la especie *Diopatra rhizoicola* es la más frecuente.

Sin embargo, en la isla Blanca y en la Punta Posada de los Loberos, se evidencia una baja densidad de cirrípedos y gasterópodos, lo cual puede ser atribuido al proceso de contaminación de las aguas y a su baja velocidad de recambio.

Entre los equinodermos se presentó con mayor frecuencia el “pepino” *Cucumaria d uviosa* y entre los crustáceos el pagúrido “cangrejo ermitaño”. Solamente en la Isla Ferrol del norte se registró el actiníario *Phymactis clematis* “anémona”, además del braquiópodo *Discinisca lamellosa*.

La bahía también alberga a especies como *Hepatus chilensis* “cangrejo”, *Hiatella solida*, *Semilytilus algosus* “choritos”, *Discinisca lamellosa*, *Crassilabrum crassilabrum* “caracol”, *Thais biserialis* “caracol” y *Phymactis clematis* “anémona”.

En Punta Posada de los Loberos, la especie dominante es *Cucumaria d uviosa* “pepino” a profundidades entre 3 y 7.5 metros y *Aplysia nigra* “liebre de mar” en zonas más próximas a la orilla.

Se debe recalcar que las características del fondo marino están en función de la formación geológica del litoral. Por ello, los fondos marinos presentan grandes líneas de acantilados con estructuras rocosas, lo que forma ecosistemas peculiares, muchos de los cuales aún no han sido estudiados, ni analizados a cabalidad.

### **Ecosistema de Aguas Abiertas**

La gran variedad de especies del mar peruano, similar para el caso de El Bahía El Ferrol, hace que la principal actividad económica de la población local se base en su explotación. La configuración de las aguas, donde convergen aguas cálidas y frías, ha conformado un ecosistema peculiar donde la cadena alimenticia de las especies se vio favorecida por la mayor disponibilidad de fitoplancton, zooplancton, macrobentos e ictiofauna, lo cual soporta la base de vida marina. Entre las principales especies se puede mencionar a las siguientes: *Engraulis ringens* “anchoveta”, *Mugil cephalus* “lisa”, *Sciaena deliciosa* “lorna”, *Ethmidium maculatum* “machete” y *Odonthestes regia regia* “pejerrey”.

### **Ecosistema de Islas**

Las aguas de la Bahía El Ferrol en conjunto se encuentran influenciadas por las aguas frías de la Corriente Peruana. Esto aunado a la presencia de soluciones de minerales, silicatos, nitratos y fosfatos, elementos esenciales para la proliferación de plantas y animales microscópicos, permite generar y mantener una larga cadena alimenticia de cerca de 600 especies de animales mayores, que incluye aves guaneras y lobos de mar entre otras.

Las especies que habitan en el ecosistema de islas, se encuentran interrelacionadas con las otras anteriormente descritas (playas arenosas, orillas rocosas, fondo marino y aguas abiertas) debido a que es ahí donde consiguen su fuente de alimento, lo que crea una dependencia.

En este ecosistema existe una gran variedad de aves guaneras como pelícano (*Pelicanus occidentalis*), alcatraz (*Pelicanus thagus*), pingüino (*Spheniscus humboldti*), piquero (*Sula variegata*), chuita (*Phalacrocorax gaimardi*), potoyunco (*Pelecanoides garnotii*) y guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*). Actualmente la mayoría de las mencionadas se encuentran en situación vulnerable, en tanto que el pingüino y el potoyunco están en vías de extinción.

En la actualidad, el camanay (*Sula nebouxii*) representa la especie más abundante entre las aves guaneras (47%), seguido del guanay (41%), que anteriormente representó cerca del 82%. Además, existe el zarcillo (*Larosterna inca*), camaronero (*Cathartes aura*), tijereta de mar (*Fregata magnificens*), gaviotas (*Larus pepixcan*), gaviota peruana (*Larus belcheri*), entre otras.

Otras especies que entran en competencia con las aves guaneras, son los lobos marinos (*Otaria byronia* y *Arctocephalus australis*), debido a que comparten casi las mismas dietas alimenticias, en especial la anchoveta.

Las islas sirven de albergue permanente o transitorio a las aves marinas, cuyas excretas acumuladas y extraídas son utilizadas como un excelente fertilizante en la agricultura.

Bahía el Ferrol se encuentra flanqueada por un sistema de islas que bloquean parcialmente su entrada. Por el norte se ubica Isla Blanca que con el borde costero forma lo que se conoce como bocana chica. Por el sur se encuentran las islas Ferrol Norte, Ferrol Centro y Ferrol Sur, que con el margen sur de isla Blanca conforman lo que se conoce por bocana grande. Ambas bocanas o entradas permiten el recambio de agua de la bahía y el transito marítimo de pequeño y gran calaje (Fig. 8).

Isla blanca es una de las principales islas con mayor extensión superficial (4,0 km<sup>2</sup>).

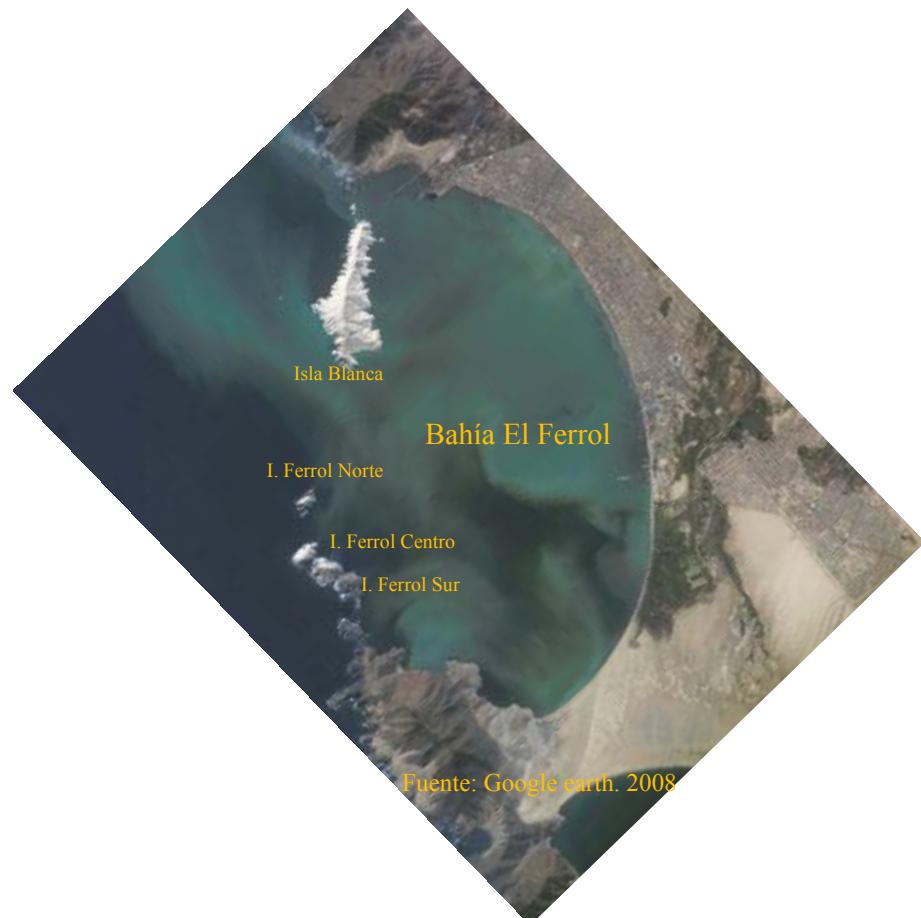


Fig. 8. Sistema de islas en bahía El Ferrol. Noviembre 2008

### Borde costero

La Bahía El Ferrol se caracteriza por presentar bordes rocosos subverticales en sus flancos norte y sur oeste, donde se ubican las islas y parte del borde continental. Presenta así mismo una gran extensión de playa arenosa de aproximadamente unos 12 km de longitud ubicada en el margen este de la bahía.

### 3.2 CARTOGRAFIA

Se obtuvo la línea costera de la Bahía Ferrol en formato digital a una escala de 1/20 000 en base a las cartas nacionales del IGN, en diferentes formatos: \*.srf, \*.shp, \*.txt, etc, para utilizarlas en diversos programas.

Mediante mediciones de GPS “in situ”, se logró mejorar el perfil costero, especialmente en las zonas cercanas a los acantilados y a pequeños islotes.

Como producto final se obtuvo la línea costera de la bahía Ferrol y del área de estudio en formato surfer (Fig. 9).

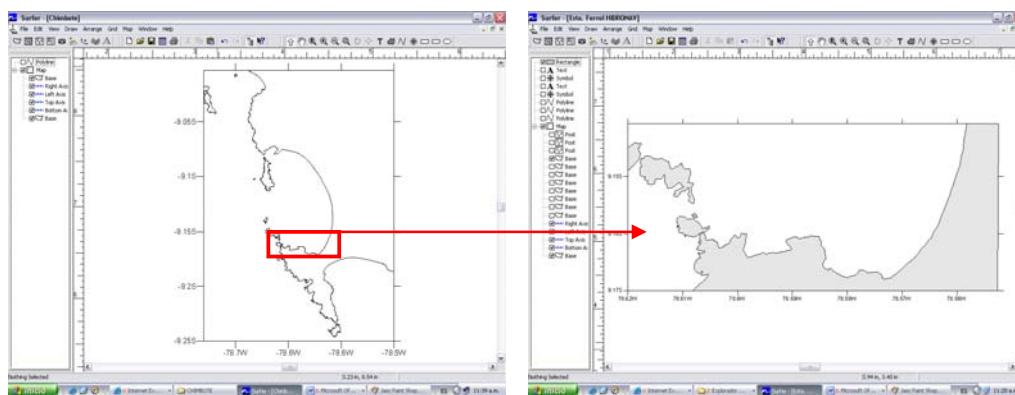


Fig. 9. Bahía Ferrol y área de estudio en el entorno Surfer

### 3.3 METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

#### Presión atmosférica

En la zona, el rango promedio anual es de 4,4 hPa, ocurriendo los valores medios más bajos los meses en enero, febrero y marzo, y los más altos en agosto-setiembre. El rango diario alcanza valores de 3 hPa, mostrando el comportamiento horario (en 24 horas) que el valor más alto ocurre a las 10 de la mañana y el más bajo a las 04 de la tarde; sobre el océano abierto este rango no existe o es muy pequeño (Tabla 1).

En verano, especialmente en marzo, ocurre el debilitamiento de los vientos Alisios ocasionados por el debilitamiento y desplazamiento hacia el sur del núcleo del Anticiclón del Pacífico Sur, por lo que disminuyen los afloramientos costeros y el agua superficial incrementa su temperatura. En algunos días en que la presión atmosférica baja a valores próximos a 1005 hPa, es bastante probable la ocurrencia de lluvias ligeras vespertinas así como la ocurrencia de los trasvases durante la tarde y noche.

Por otro lado, ocurren incrementos importantes de la presión en invierno, coincidiendo con los menores registros térmicos del mar; ocasionalmente cuando hay fuertes incursiones de masas de aire frías procedentes de latitudes medias y altas que llegan al lugar y que barren todo el mar peruano, en Chimbote los valores de presión superan los 1018 hPa.

En estas situaciones el centro del anticiclón alcanza valores de 1035 hPa o más, y es cuando se presentan neblinas o nieblas y/o lloviznas matinales, cielo nublado o cubierto generalmente todo el día y disminución de temperaturas diurnas y nocturnas; en el mar costero el viento incrementa, favoreciendo los procesos de intercambio de energía y masa entre atmósfera y océano.

Tabla 1. Presión atmosférica promedio mensual (hPa) para Chimbote. Año 2007

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	oct	Nov	Dic
2007	1011,9	1012,8	1012,0	1013,6	1014,6	1015,2	1015,9	1016,3	1016,0	1015,9	1014,0	1014,8

Fuente: SENAMHI

### Temperatura

La temperatura del aire sobre la superficie del mar incrementa desde la línea de costa hacia el oeste y presenta oscilaciones diurnas, mensuales y anuales, mucho más pequeñas que en el continente, siendo hasta la altura de la base de la inversión (1000 msnm) casi constante; en períodos de fuerte viento toda la capa de mezcla se uniformiza térmicamente. En verano la temperatura del aire en la línea de costa es de aproximadamente 19°C e incrementa hasta 22°C a la longitud 90°W, observándose que los mayores gradientes se encuentran cerca de la línea de costa. En invierno la temperatura del aire en la orilla es de aproximadamente 15°C y de 20° a 90°W (en términos generales frente a la costa del Perú).

Las temperaturas máximas del aire dependen principalmente de la TSM, de la intensidad de la brisa marina, de la cobertura nubosa, de la estabilidad atmosférica, de las características del suelo y de la cantidad de radiación solar que incide sobre la superficie. Es así que en meses de verano ocurren las temperaturas más altas, alcanzando valores máximos de 22,6°C en enero del 2007. Los valores más bajos ocurren durante la estación de invierno, coincidiendo con el periodo en el cual la superficie del mar y la capa de mezcla alcanzan los valores más bajos de temperatura y el cielo tiene la mayor cobertura nubosa, registrándose valores de 16,5°C en setiembre y octubre (Fig. 10).

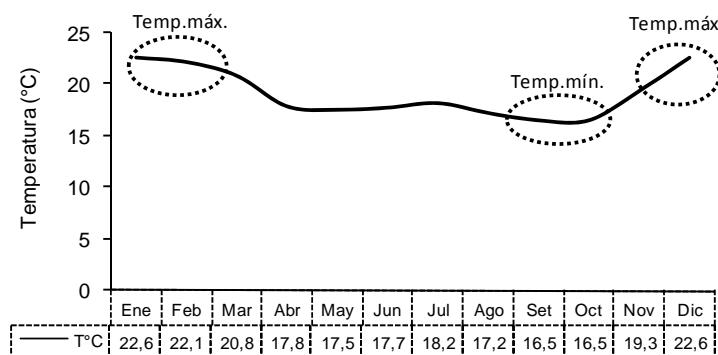


Fig. 10. Temperatura (°C) del aire para el área de Chimbote. Año 2007

Fuente: SENAMHI

## Humedad relativa

La humedad relativa en el área de estudio, por ser colindante con la gran fuente de humedad que es el océano, siempre es alta durante todo el año, favorecida por la dirección predominante del viento de componente sur.

La fluctuación anual fue de 83,2 a 94,7%, presentando valores mensuales más altos en otoño; mientras que en primavera y verano los valores mensuales promedio fueron más bajos llegando a mínimos registros el mes de enero. Los días de invierno y otoño la humedad relativa durante las 24 horas del día es relativamente alta, lo cual es favorable para el desarrollo de neblinas y nubosidad estratiforme baja durante la noche y primeras horas de la mañana en localidades cercanas al mar. En primavera y verano, durante la noche la humedad relativa es alta, bajando significativamente hacia el mediodía del periodo diurno, alcanzando valores próximos a 65% (Fig. 11).

Sobre el océano la humedad relativa en general disminuye desde el litoral hacia el suroeste, dirección en la que se encuentra el centro del anticiclón; en la línea de costa el valor siempre está entre 90 a 100%, mientras que el centro del anticiclón puede llegar a 70% o menos cuando el aire está en absoluta calma.

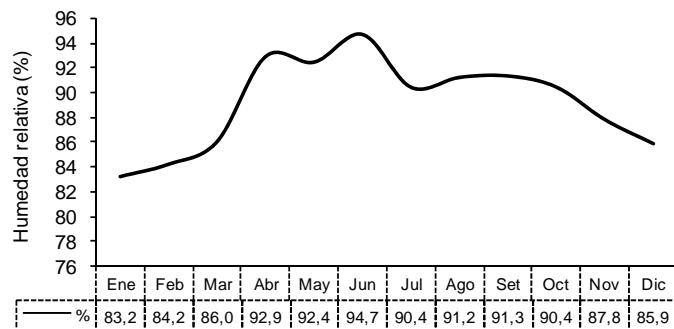


Fig. 11. Humedad relativa (%) registrada en Chimbote. Año 2007.

Fuente SENAMHI

## Precipitación y nubosidad

Las lluvias son muy escasas en un año normal o en periodos de enfriamiento superficial del agua de mar, no obstante que la zona de estudio es colindante con una gran fuente de humedad; ello se debe a la predominancia de la estabilidad atmosférica, es decir los movimientos verticales ascendentes están limitados a centenas de metros (hasta 1000 msnm) por lo cual sólo se desarrolla nubosidad estratiforme (estratos y estratos-cúmulos).

Las pocas lluvias durante el año, ocurren durante el verano, coincidiendo con los valores más bajos de presión atmosférica y los más altos de temperatura superficial del mar. Estas precipitaciones se originan en la humedad marina que asciende cuando los movimientos descendentes sobre la capa de inversión están ausentes (1500 msnm) y por la humedad transportada a través de los andes por los vientos fuertes del este. En los meses de otoño e invierno, las ligeras precipitaciones son de tipo llovizna (menor de 1 mm/mes) causadas por el enfriamiento nocturno del aire y viento superficial ligeramente incrementado (Tabla 2).

La lluvia acumulada durante el año 2006 fue de 16,4 mm/año para la estación de Chimbote.

Tabla 2. Precipitación acumulada mensual (mm) para Chimbote. Año 2006

Año 2006	Ene 1,3	Feb 4,1	Mar 5,0	Abr 0,0	May 0,0	Jun 0,0	Jul 1,0	Ago 0,0	Set 0,0	Oct 0,0	Nov 2,0	Dic 3,0
-------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

Fuente: HIDRONAV

### Vientos

El área costera de Ancash se caracteriza por ser un desierto estrecho con relieve mayormente rugoso. La velocidad media mensual de los vientos para el año 2007 varió de 2,3 a 3,4 m/s.

El calentamiento diferencial del océano y desierto, sumado a las características topográficas, crea condiciones locales para que esta área tenga una dirección de viento predominante del sureste. Los valores más bajos ocurrieron en los meses de enero a junio con registros mínimos de 2,3 m/s para los meses de febrero y abril. La velocidad media del viento se incrementa desde inicios de año hasta finales del mismo, encontrándose mayores valores en agosto con 3,4 m/s (Tabla 3).

Tabla 3. Velocidad (m/s) y dirección media del viento para Chimbote. Año 2007

2007	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	oct	Nov	Dic
Veloc.	2,4	2,3	2,4	2,3	2,4	2,4	2,8	3,4	3,3	3,3	3,0	2,4
Direcc.	S	S	E	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Fuente: SENAMHI

### 3.4 BATIMETRÍA

Se obtuvo un levantamiento de la morfología del fondo marino, las isobatas variaron desde 3,5 a 32 m de profundidad aproximadamente, en el área prospectada cercana a la costa.

Se observó un relieve submarino casi uniforme en la zona este del área. Frente a Punta Posada de los Loberos y a partir de la isobata de 10 m, la variación de la profundidad se hizo más notoria, incrementándose marcadamente hacia el nor oeste (Fig. 12).

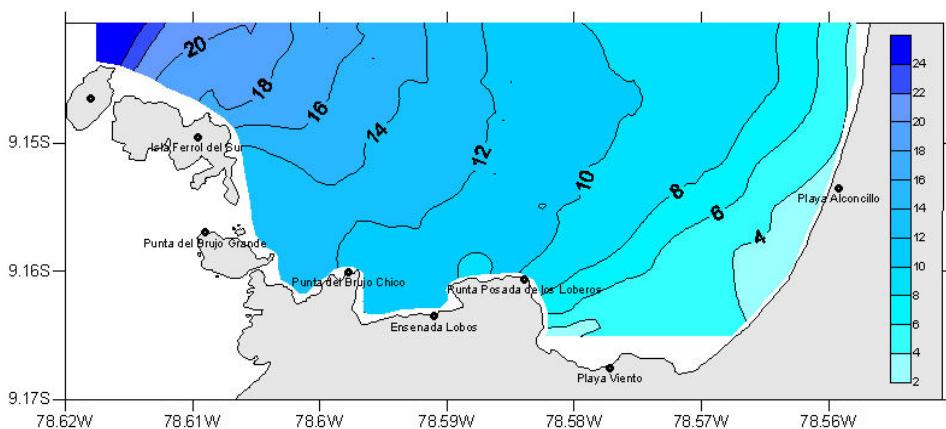


Fig. 12. Carta batimétrica del área de estudio. Noviembre 2008

En la zona nor oeste entre las islas Ferrol Centro y Ferrol Sur, las isóbatas presentaron mayor gradiente, variando de 18 a 32 m. En la carta en 3D se puede observar algunas zonas muy profundas.

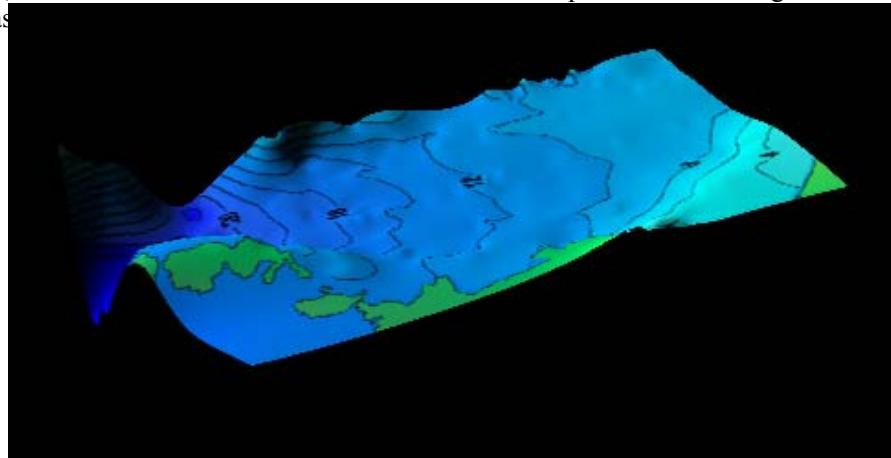


Fig. 13. Carta batimétrica en 3D del área de estudio. Noviembre 2008

Las isobatas en áreas cercanas a las islas presentan cambios notorios de menor a mayor profundidad por la propia configuración insular.

### 3.5 SEDIMENTOS SUPERFICIALES Y MATERIA ORGANICA

#### 3.5.1 Sedimentos

La calidad textural del sedimento en el área sur de bahía Ferrol estuvo representada por grava, arena y finos (limo y arcilla) (Anexo 1).

La composición de “**grava**” fue poco representativa, variando de 0 a 39,62% con un valor medio de 3,15%, encontrándose en un pequeño núcleo cerca a las islas Ferrol (Fig. 14).

La tipología “**arena**” fue la que predominó en el área evaluada, con valores de 59,67 a 99,23% y un valor medio de 93,92%; estando representada por arena propiamente dicha, arena limosa y en menor importancia por arena gravillosa. En términos generales la arena se distribuyó en casi toda la superficie del fondo marino del área evaluada. (Fig. 11).

La tipología “**finos**”, se encontró conformada por una mezcla de limo y arcilla, asociada a arena fina conformando un sedimento limo arenoso. Este tipo de sustrato presentó valores de 0 a 10,95% con un valor medio de 2,93% y se distribuyó formando pequeños parches ubicados frente a islas Ferrol, Punta Brujo Grande, Punta Brujo Chico y Ensenada Lobos (Fig. 14).

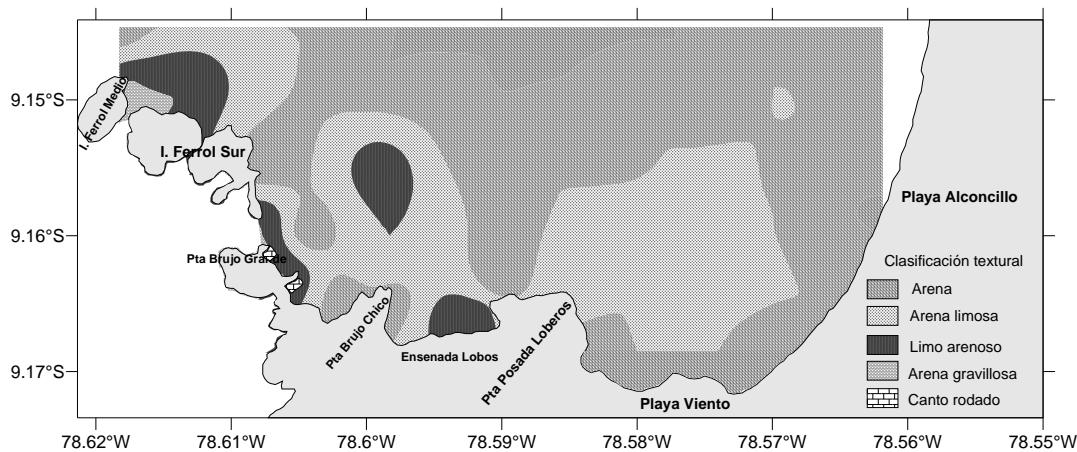


Fig. 14. Tipología de sedimentos en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

### 3.5.2 Materia orgánica

La fracción de materia orgánica en sedimentos superficiales varió de 2,20 a 21,60 %, con un valor medio de 10,86 % (Anexo 1).

Valores menores a 10 % fueron registrados cerca al borde costero frente a Islas Ferrol y Playa Alconcillo; mientras que valores mayores a 10% se focalizaron al centro del área evaluada, frente a Punta Brujo Grande y Ensenada Lobos (Fig. 15).

Mayores concentraciones de materia orgánica en el área de estudio estarían asociadas, entre otras causas, a la alta productividad marina que se revela en los altos registros de plancton obtenidos (Fig. 15).

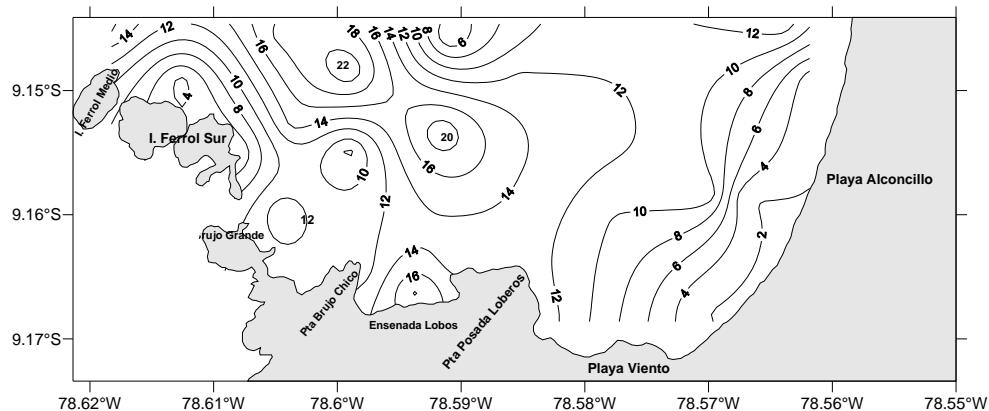


Fig. 15. Materia orgánica en sedimentos superficiales en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

### 3.6 VARIABLES OCEANOGRÁFICAS Y CALIDAD ACUATICA (Anexos 2, 3, 4 y 5)

#### 3.6.1 Temperatura

La temperatura **superficial** varió de 14,8 a 17,8 °C, con un promedio de 16,0 °C observándose un incremento de este a oeste. Mayores valores se apreciaron al nor oeste, en áreas de influencia de Islas Ferrol Centro y Sur. Al este, frente a las playas Anconcillo y El Viento, se encontró un núcleo de 15,0 °C (Tabla 4, Fig. 16a).

En el **fondo** la temperatura fluctuó entre 14,4 y 16,0 °C con un promedio de 14,7 °C. En este nivel se observó un menor gradiente térmico que en superficie, localizándose el ingreso de las aguas frías por la zona norte del área evaluada. Por la parte central se localizó la isoterma de 14,5 °C, mientras que temperaturas mayores se registran cerca al borde costero asociadas a menores profundidades (Tabla 4, Fig. 16b).

Tabla 4. Parámetros físicos-químicos en área sur de Bahía El Ferrol. Noviembre 2008

Nivel	Valor	Temperatura (°C)	Salinidad (ups)	Transparencia (m)	Oxígeno (mL/L)	Corrientes marinas Vel (cm/s)	Turbidez (NTU)	Viento Vel (m/s)	Viento Dir (°)
Superficie	Promedio	16,0	34,931	2,0	4,29	6,5	217	2,13	3,2
	Mínimo	14,8	34,827	1,1	1,60	0,8	24	1,03	0,0
	Máximo	17,8	34,999	3,2	8,12	16,3	360	5,81	9,7
Fondo	Promedio	14,7	34,963	...	1,22	4,3	132	5,73	...
	Mínimo	14,4	34,821	...	0,26	0,6	12	1,15	...
	Máximo	16,0	34,989	...	5,42	16,5	357	12,01	...

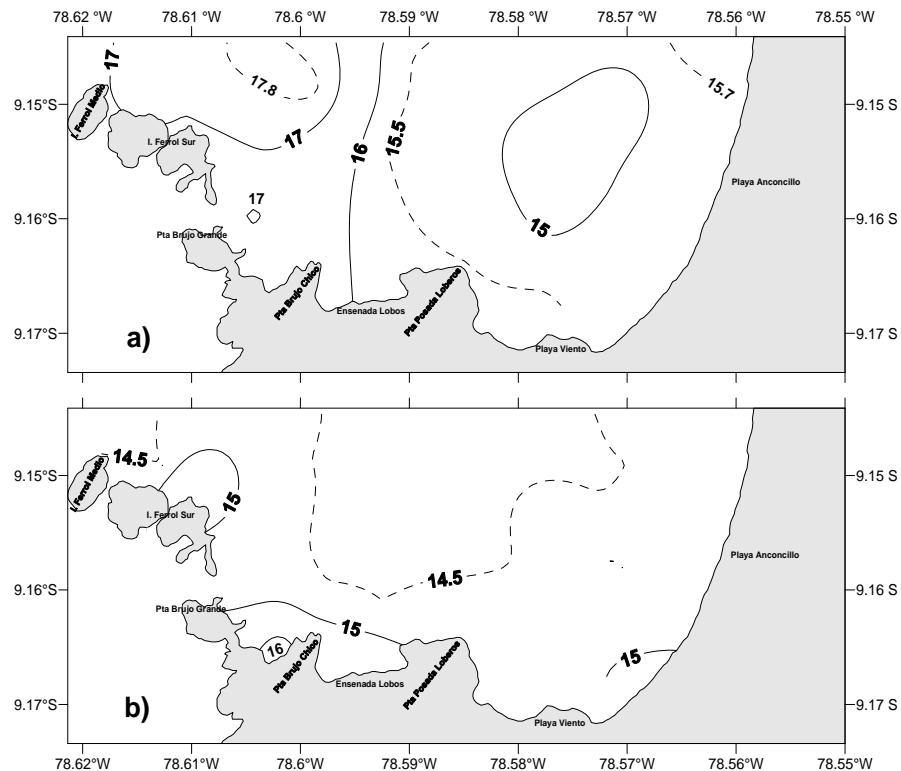


Fig. 16. Distribución de temperatura (°C): a) superficie y b) en el fondo. Noviembre 2008

### **3.6.2 Oxígeno disuelto (mL/L)**

En la superficie el oxígeno fluctuó entre 1,60 y 8,12 mL/L con un promedio de 4,29 mL/L; la distribución registró una disminución de su concentración hacia el este, encontrándose valores próximos a 2,00 mL/L en las inmediaciones de Playa El Viento; mientras que en las cercanías de Islas Ferrol Centro y Sur se presentaron concentraciones mayores a 7,00 mL/L (Tabla 4, Fig. 17a).

En el fondo el oxígeno varió de 0,26 a 5,42 mL/L con un promedio de 1,22 mL/L, las concentraciones menores a la mínima de oxígeno (0,50 mL/L) se encontraron frente a Isla Ferrol Centro y Playa El Viento asociadas a mayores profundidades y turbidez respectivamente. Valores mayores a 4,00 mL/L se presentaron por Punta Brujo Chico, muy cercanas al borde costero (tabla 4, Fig. 17b).

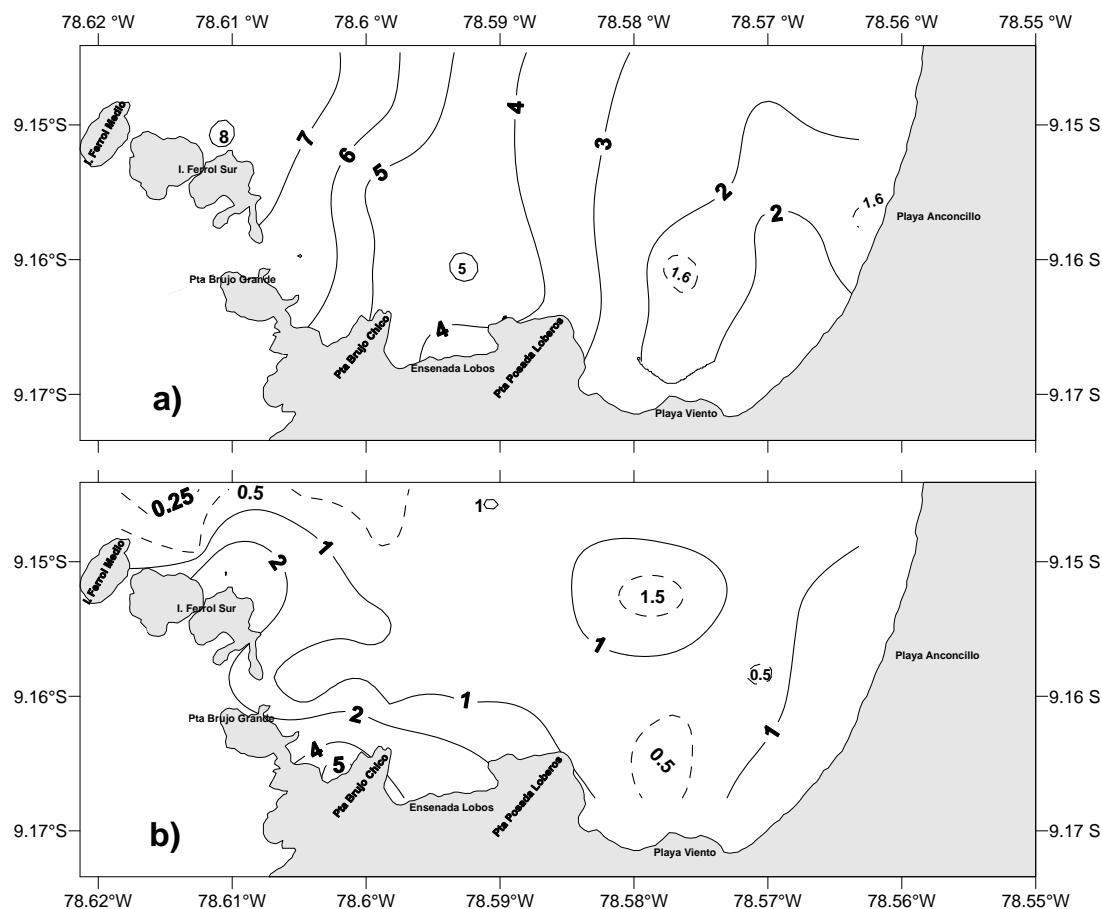


Fig. 17. Distribución de oxígeno disuelto (mL/L): a) superficie y b) en el fondo. Noviembre 2008

### 3.6.3 Salinidad (ups)

A nivel **superficial** la concentración de sales varió de 34,827 a 34,999 ups con un promedio de 34,931 ups, incrementando sus valores hacia el este. Menores registros se ubicaron al oeste del área, asociados a un mayor recambio de agua (Tabla 4, Fig. 18a).

En el **fondo** la distribución halina presentó valores homogéneos de 34,821 a 34,989 ups con un promedio de 34,963 ups, encontrándose menores registros muy cerca de Playa Alconcillo (Tabla 4, Fig. 18b).

La salinidad al igual que la temperatura presentó características propias de Aguas Costeras Frías asociadas al afloramiento costero.

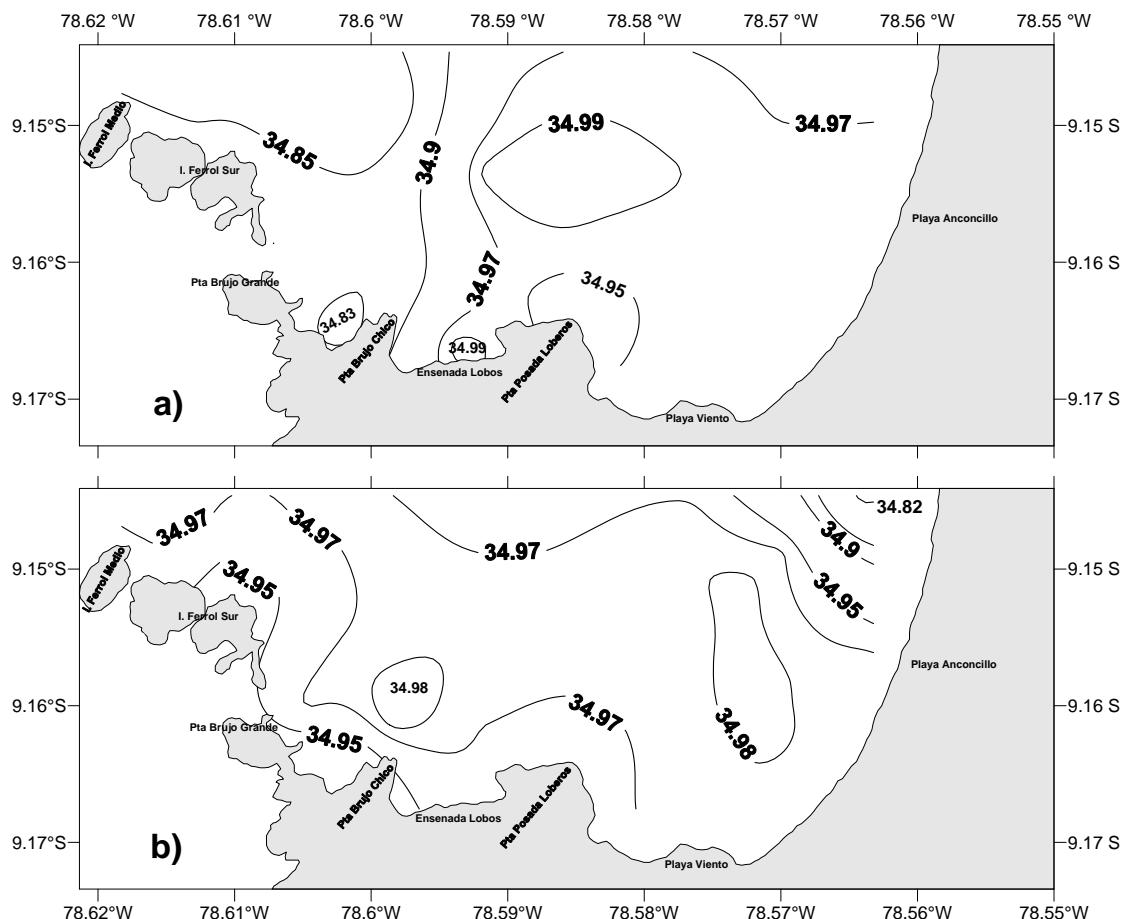


Fig. 18. Distribución de salinidad (ups): a) superficie y b) en el fondo. Noviembre 2008

### 3.6.4 Corrientes marinas (cm/s)

La velocidad de las corrientes en **superficie** presentó valores de 0,80 a 16.3 cm/s con un promedio de 6,5 cm/s; la circulación mostró intensidades de débiles a moderadas, observándose flujos predominantes en sentido antihorario dentro del área en estudio. Flujos débiles se presentaron en la parte central del área evaluada (Tabla 4, Fig. 19a).

A 1 m del fondo, la circulación marina fluctuó entre 0,60 y 16,50 cm/s con un promedio de 4,3 cm/s. En este nivel se observó el ingreso de las masas de aguas frías por la bocana chica entre Isla Ferrol Sur y Punta Brujo Grande con intensidades moderadas; mientras que al sur este frente a Playa El Viento las intensidades fueron bajas (Tabla 4, Fig. 19b).

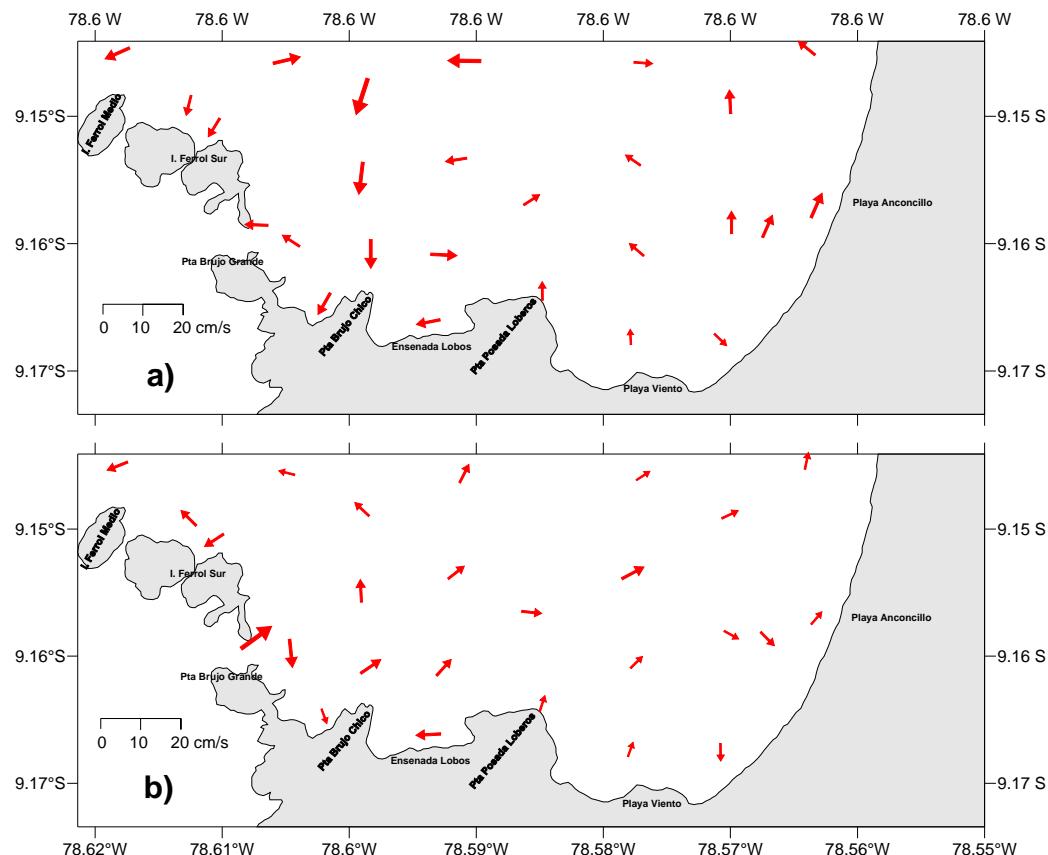


Fig. 19. Circulación marina (cm/s): a) superficie y b) en el fondo. Noviembre 2008

### 3.6.5 Turbidez (NTU)

En la capa **superficial** la turbidez fluctuó entre 1,03 y 5,81 NTU con un promedio de 2,13 NTU. La distribución presentó tendencia homogénea y con poca actividad sedimentaria, registrándose núcleos de mayor turbidez entre Punta Posada de Loberos y Playa Alconcillo. Menores valores estuvieron asociados a áreas más distantes del borde costero (Tabla 4, Fig. 20a).

En el **fondo** las concentraciones variaron de 1,15 a 12,01 NTU con un promedio de 5,73 NTU. En este nivel se observó actividad sedimentaria activa por la condición dinámica que ejerce la bahía, encontrándose valores más altos que en la capa superficial. (Tabla 4, Fig. 20b).

La turbidez mantiene estrecha relación con la temperatura donde las partículas suspendidas absorben mayor calor de la luz del sol, incrementando el comportamiento térmico y por consiguiente las aguas turbias aumentan su calor.

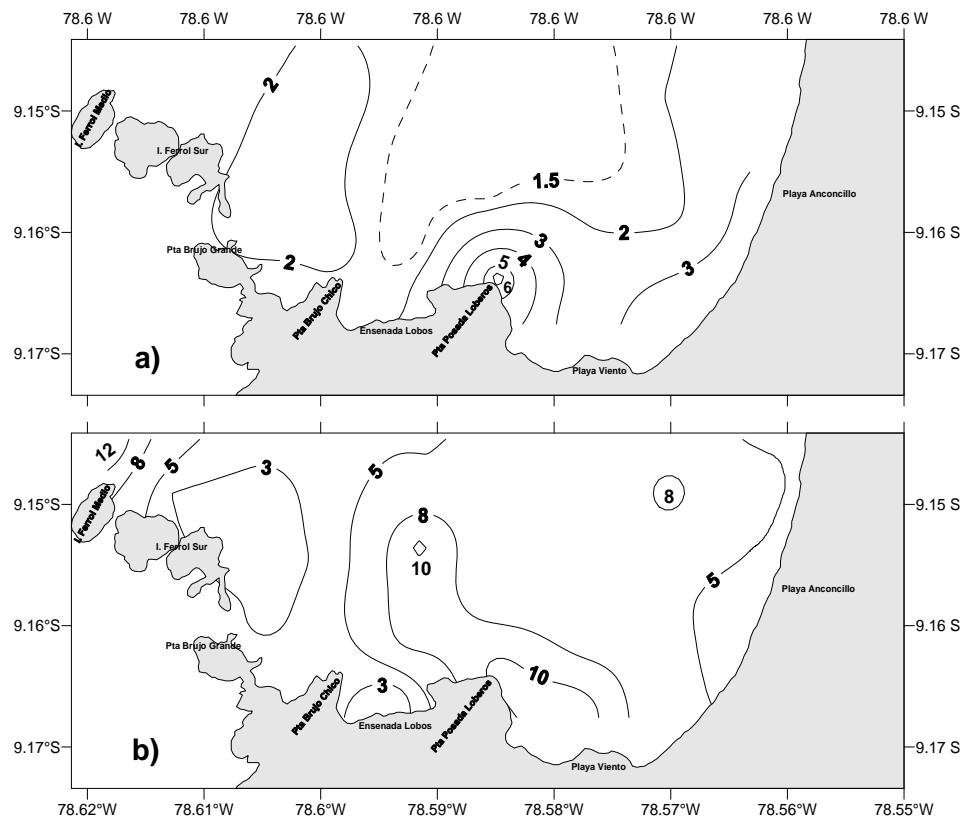


Fig. 20. Distribución de turbidez (NTU): a) superficie y b) en el fondo. Noviembre 2008

### 3.6.6 Vientos locales (m/s)

Las velocidades de los vientos en la superficie variaron de 0,00 a 9,70 m/s con un promedio de 3,20 m/s. Se observaron flujos con direcciones variables N, NW, NE y E, encontrándose mayores intensidades cerca a Isla Ferrol Sur. Menores intensidades dan lugar a un estancamiento de las masas de aguas, las cuales se relacionan con los parámetros estudiados de corrientes marinas, temperatura y turbidez (Tabla 4, Fig. 21).

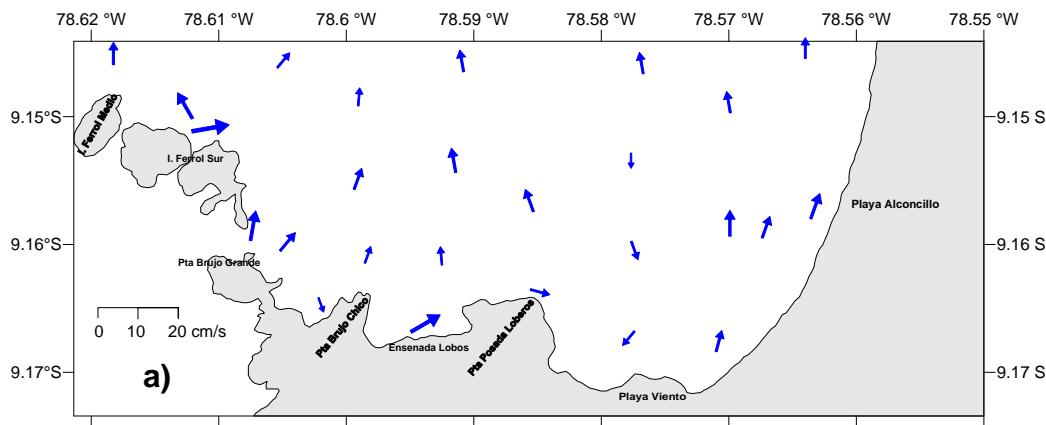


Fig. 21. Dirección e intensidad del viento superficial en área sur de bahía El Ferrol. Noviembre 2008

### 3.6.7 Transparencia (m)

En la columna de agua la penetración de la luz medida como transparencia presentó valores de 1,1 a 3,2 m con un promedio de 2,0 m. Los valores menores a 2,0 m se localizaron de Isla Ferrol Centro y Sur hacia la zona denominada Ensenada Lobos y los valores mayores a 2,5 m se presentaron por la parte central donde se encontró un núcleo de 3,0 m; por inmediaciones de Playa Alconcillo se encontraron valores próximos a 2,0 m (Tabla 4, Fig. 22).

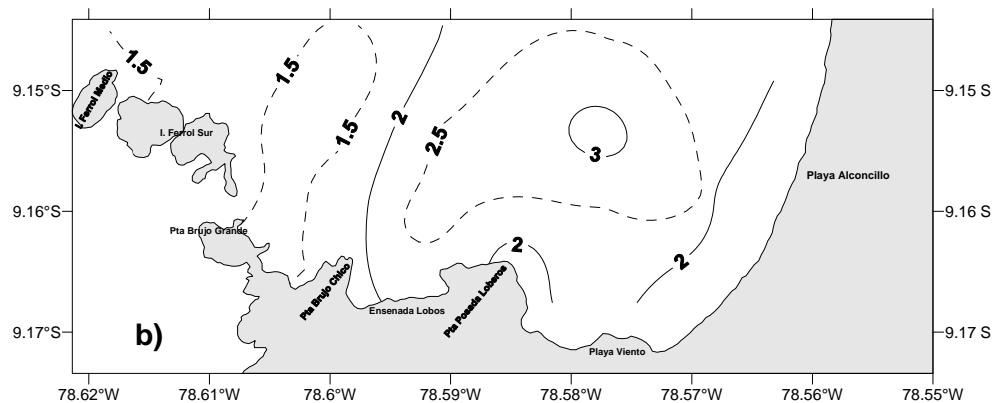


Fig. 22. Distribución de transparencia del mar en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

### 3.6.8 Mareas

Al sur de los 9° LS, en áreas de influencia de la zona de estudio, las mareas son de tipo mixtas preponderantemente semidiurnas, con amplitud promedio del orden de 0,72 m; las de sicigias alcanzan promedios del orden de 1,17 m. (HIDRONAV-5023, 2008) (Tabla 5).

Tabla 5. Características dominantes de las mareas en la Costa del Perú\*

Lugar	latitud	longitud	Pleamar		Bajamar		Amplitud	
			Máxima (m)	Media (m)	Mínima (m)	Media (m)	Media (m)	Sicilia (m)
Malabriga	07° 41,4' S	79° 26,4' W	1,33	0,91	-0,21	0,13	0,82	1,07
Salaverry	08° 13,5' S	79° 58,9' W	1,36	0,94	-0,15	0,19	0,76	1,01
Chimbote	09° 04,4' S	79° 36,6' W	1,39	0,97	-0,03	0,31	0,72	1,17
Huarmey	10° 05,6' S	78° 10,3' W	1,18	0,77	-0,21	0,13	0,67	0,88
Huacho	11° 07,1' S	77° 36,9' W	1,09	0,68	-0,24	0,10	0,61	0,79

Fuente: Hidronav, 2008.

\* Las alturas se encuentran referidas al plano local. Se pueden encontrar pequeñas variaciones de las indicadas en la tabla según la predicción de cada año.

### 3.6.9 Nutrientes ( $\mu\text{mol/L}$ ) (anexo 3)

Los fosfatos en la superficie variaron de 1,12 a 4,11  $\mu\text{mol/L}$  con un promedio de 2,46  $\mu\text{mol/L}$ , con tendencia a incrementar hacia el este del área evaluada. Concentraciones menores a 2,00  $\mu\text{mol/L}$  se presentaron cerca a las bocanas de ingreso de agua a la bahía, mientras que valores mayores a 3,00  $\mu\text{mol/L}$  se registraron al este del área, donde la tasa de recambio de agua es menor (Tabla 6, Fig. 23a).

En el **fondo** la concentración de fosfatos fue de 2,25 a 4,50  $\mu\text{mol/L}$  con un promedio de 3,35  $\mu\text{mol/L}$ , las concentraciones más altas se localizaron frente a Playa El Viento y las menores a 3,00  $\mu\text{mol/L}$  de Ensenada Lobos a Isla Ferrol Sur (Tabla 6, Fig. 23b).

Tabla 6. Concentración de nutrientes en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

Nivel	Valor	Fosfatos ( $\mu\text{mol/L}$ )	Silicatos ( $\mu\text{mol/L}$ )	Nitratos ( $\mu\text{mol/L}$ )	Nitritos ( $\mu\text{mol/L}$ )	Clorofila "a" ( $\mu\text{g/L}$ )
Superficie	Promedio	2,46	25,68	3,90	4,50	8,49
	Mínimo	1,12	1,88	0,74	0,10	0,26
	Máximo	4,11	47,17	13,74	9,51	27,64
Fondo	Promedio	3,35	30,25	3,72	8,80	4,65
	Mínimo	2,25	5,80	0,20	2,63	0,62
	Máximo	4,50	54,08	9,15	11,58	18,60

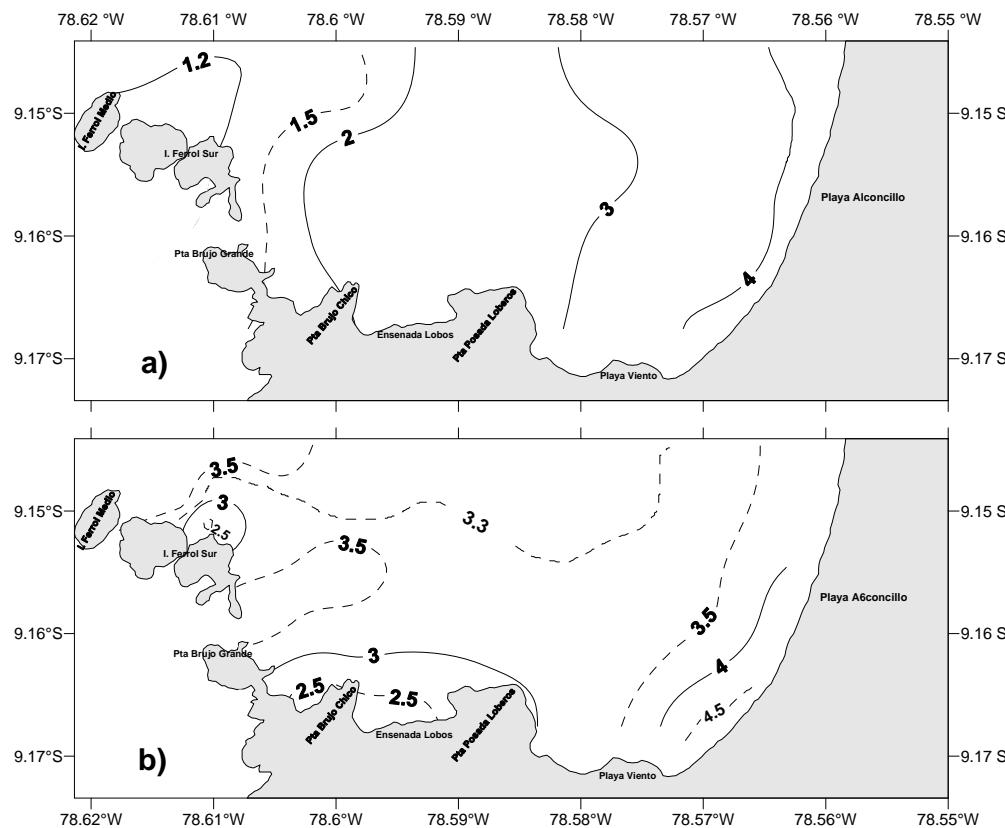


Fig. 23. Distribución de fosfatos ( $\mu\text{mol/L}$ ) en superficie (a) y fondo (b). Noviembre 2008

### Silicatos

En **superficie** los silicatos fluctuaron entre 1,88 y 47,17  $\mu\text{mol/L}$  con un promedio de 25,68  $\mu\text{mol/L}$ . Concentraciones menores a 10,00  $\mu\text{mol/L}$  se presentaron Frente a Islas Ferrol Centro y Sur; mientras que núcleos de concentraciones mayores a 30  $\mu\text{mol/L}$  se registraron frente a Punta Brujo Chico y Ensenada Lobos (Tabla 6, Fig. 24a).

En el **fondo** variaron de 5,80 a 54,08  $\mu\text{mol/L}$  con un promedio de 30,25  $\mu\text{mol/L}$ , encontrándose registros mayores muy cerca del borde costero (Tabla 6, Fig. 24b).

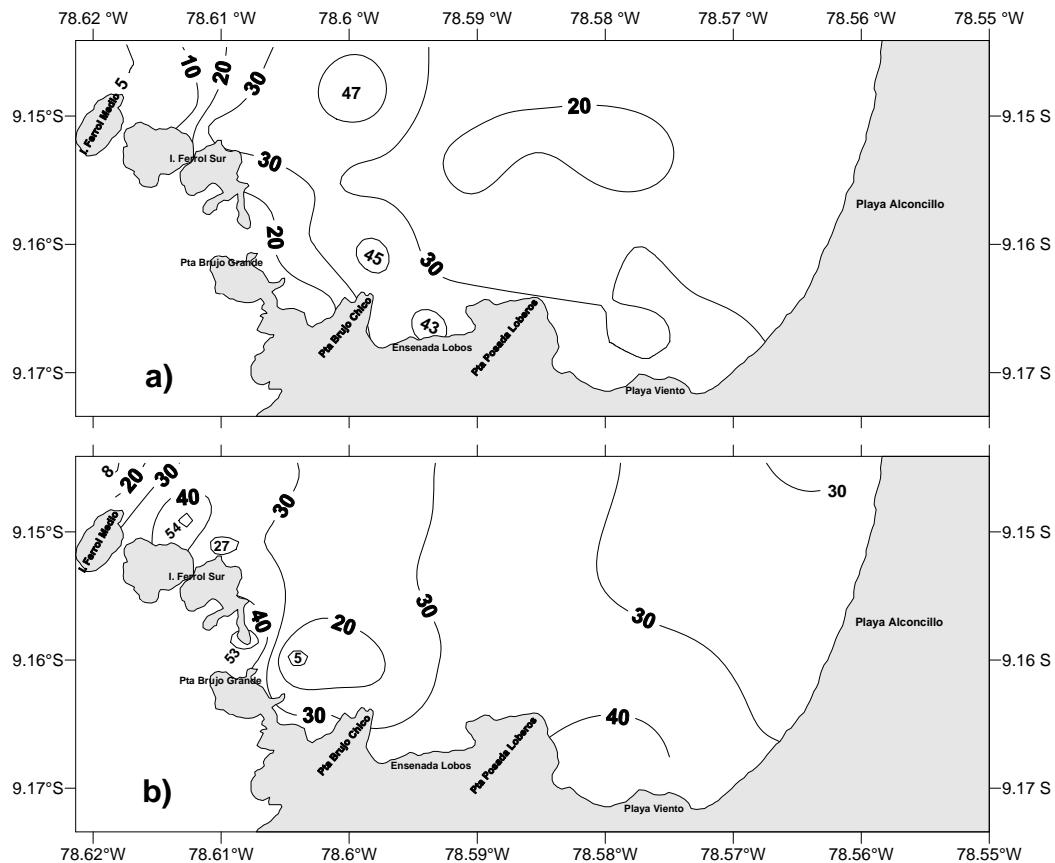


Fig. 24. Distribución de silicatos ( $\mu\text{mol/L}$ ) en superficie (a) y fondo (b). Noviembre 2008

### Nitratos

En la **superficie** los nitratos variaron entre 0,74 y 13,74  $\mu\text{mol/L}$  con promedio de 3,90  $\mu\text{mol/L}$ , registrándose dos áreas de máximas concentraciones ( $> 5,0 \mu\text{mol/L}$ ): una al nor oeste distante del borde costero y otra en área de influencia de Ensenada Lobos y cerca al borde costero (Tabla 6, Fig. 25a).

En el **fondo** fluctuaron entre 0,20 y 9,15  $\mu\text{mol/L}$  con promedio de 3,72  $\mu\text{mol/L}$ , siguiendo las mayores concentraciones similar tendencia que en superficie (Tabla 6, Fig. 25b).

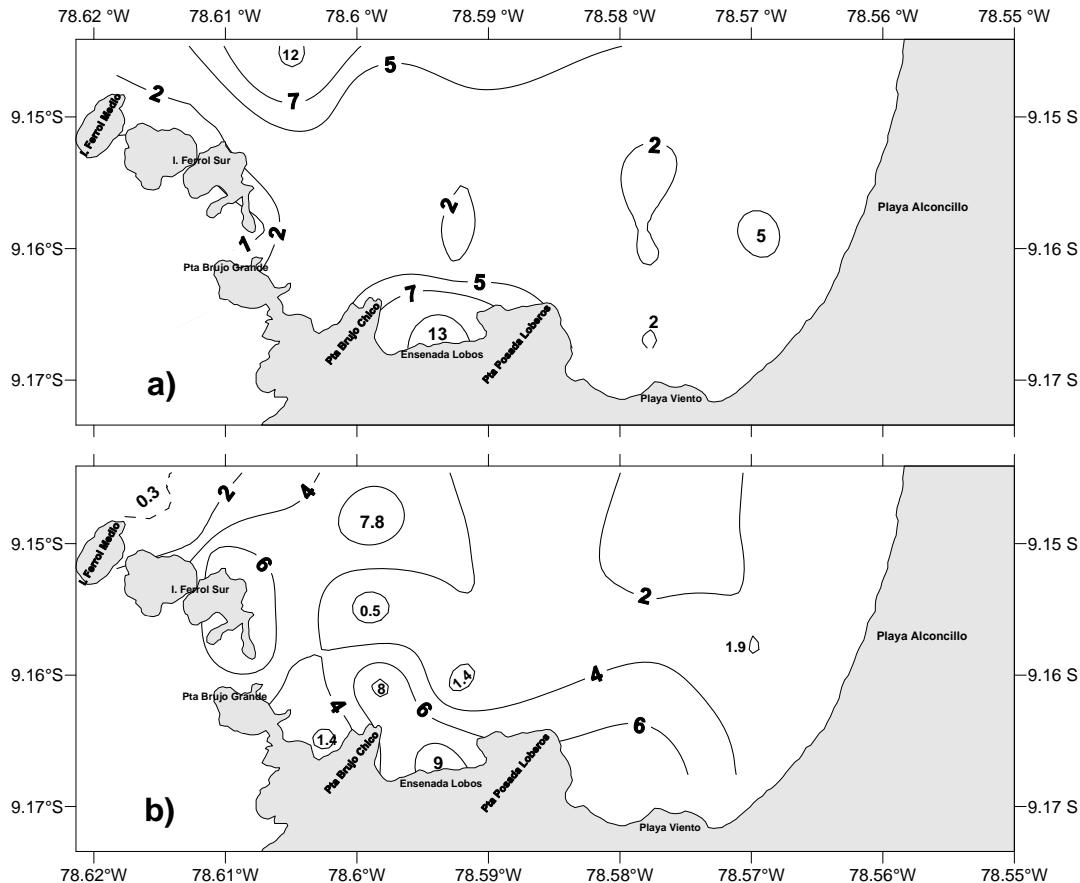


Fig. 25. Distribución de nitratos ( $\mu\text{mol/L}$ ) en superficie (a) y fondo (b). Noviembre 2008

### Nitritos

En la **superficie** presentaron concentraciones de 0,10 y 9,51  $\mu\text{mol/L}$  con un promedio de 4,50  $\mu\text{mol/L}$ , con tendencia a incrementar hacia el este del área evaluada (Tabla 6, Fig. 26a).

En el **fondo** variaron de 2,63 a 11,58  $\mu\text{mol/L}$  con promedio de 8,80  $\mu\text{mol/L}$ . Registros mayores estuvieron ubicados más lejos de la costa a mayores profundidades; mientras que valores menores se localizaron muy cerca a la costa en ensenadas como Punta Brujo Chico y Ensenada Lobos (Tabla 6, Fig. 26b).

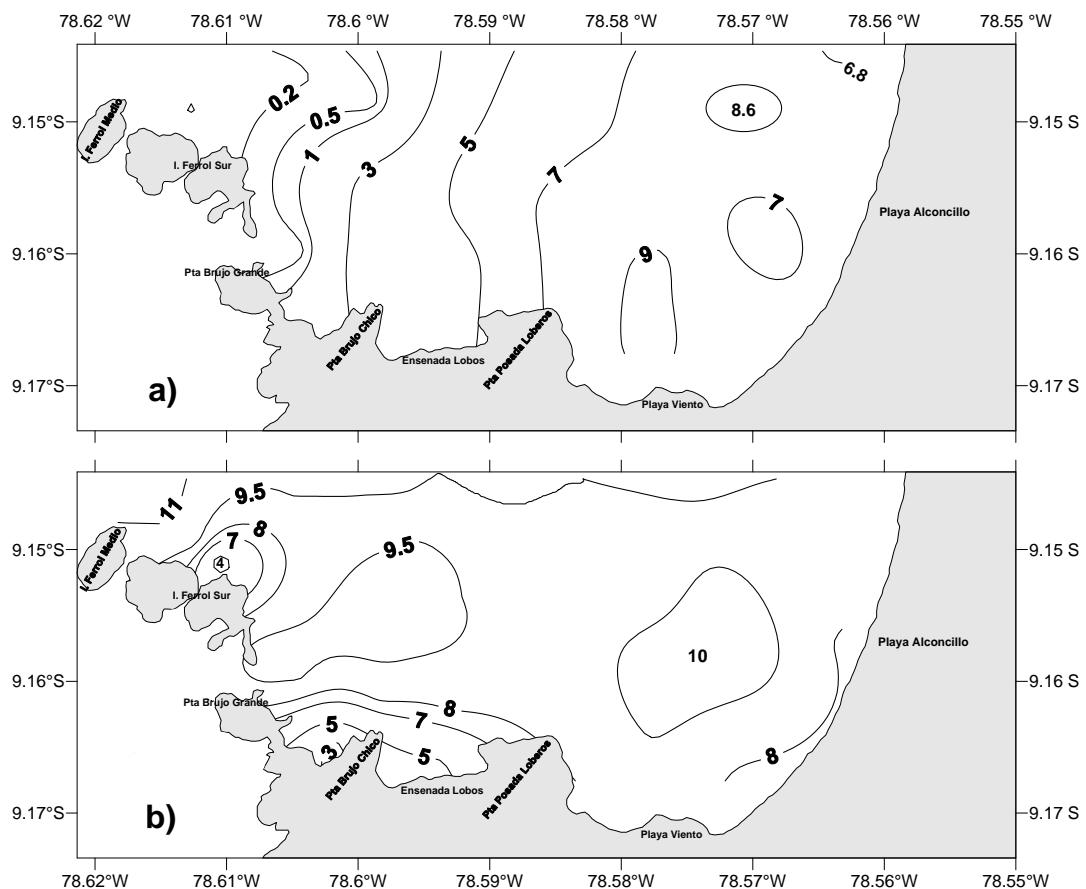


Fig. 26. Distribución de nitritos ( $\mu\text{mol/L}$ ) en superficie (a) y fondo (b). Noviembre 2008

En términos generales, los nutrientes se encontraron en mayores concentraciones asociados a núcleos de alta productividad primaria (clorofila a).

#### Clorofila "a"

A nivel **superficial** la clorofila "a" fluctuó entre 0,26 y 27,64  $\mu\text{g/L}$  con promedio de 8,49  $\mu\text{g/L}$ . Valores mayores estuvieron asociados a zonas de mayor recambio de agua al oeste del área de estudio y viceversa (Tabla 6, Fig. 27a).

En el **fondo** la concentración de clorofila "a" fue de 0,62 a 18,60  $\mu\text{g/L}$  con promedio de 4,65  $\mu\text{g/L}$ , con una distribución de similar tendencia que en superficie (Tabla 6, Fig. 27b).

Se presentó un gran núcleo de alta producción primaria en la parte exterior de la bahía, que abarcó toda la columna de agua, que sería un buen indicador de la oferta alimenticia para los moluscos filtradores.

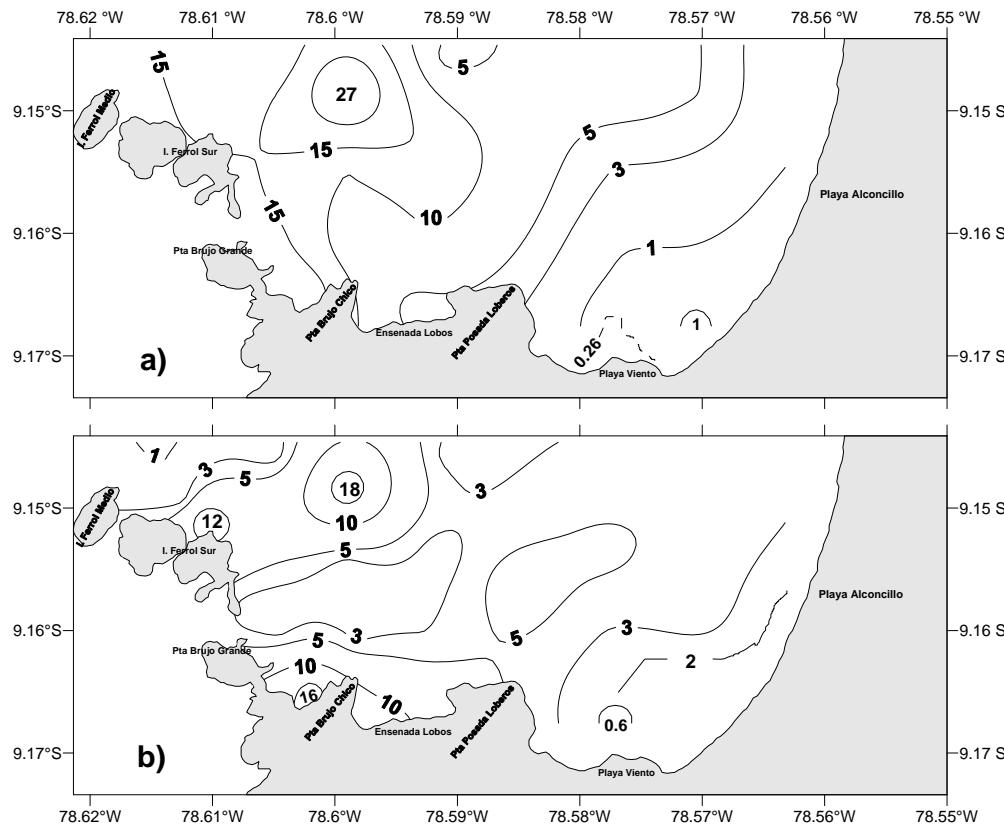


Fig. 27. Distribución de clorofila "a" ( $\mu\text{g/L}$ ) en superficie (a) y fondo (b). Noviembre 2008

### 3.6.10 POTENCIAL DE IONES HIDRONIO (pH)

En la superficie la concentración de iones de hidronio (pH) variaron de 7,64 a 8,21, con tendencia a disminuir hacia el este del área de estudio (Tabla 7, Fig. 28a).

En el fondo el pH fue de 7,62 a 7,97; las concentraciones próximas a 7,80 se encontraron de Islas Ferrol Centro hacia Ensenada Lobos en tanto que en el resto del área evaluada se presentaron valores menores a 7,70 (Tabla 7, Fig. 28b).

Tabla 7. Registro de contaminantes en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

Nivel	Valor	pH	SST *	Aceites y grasa
			(mg/L)	(mg/L)
Superficie	Promedio	...	35,92	0,45
	Mínimo	7,64	14,00	0,10
	Máximo	8,21	65,50	1,20
Fondo	Promedio	...	34,31	
	Mínimo	7,62	14,00	
	Máximo	7,97	80,00	

\* SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

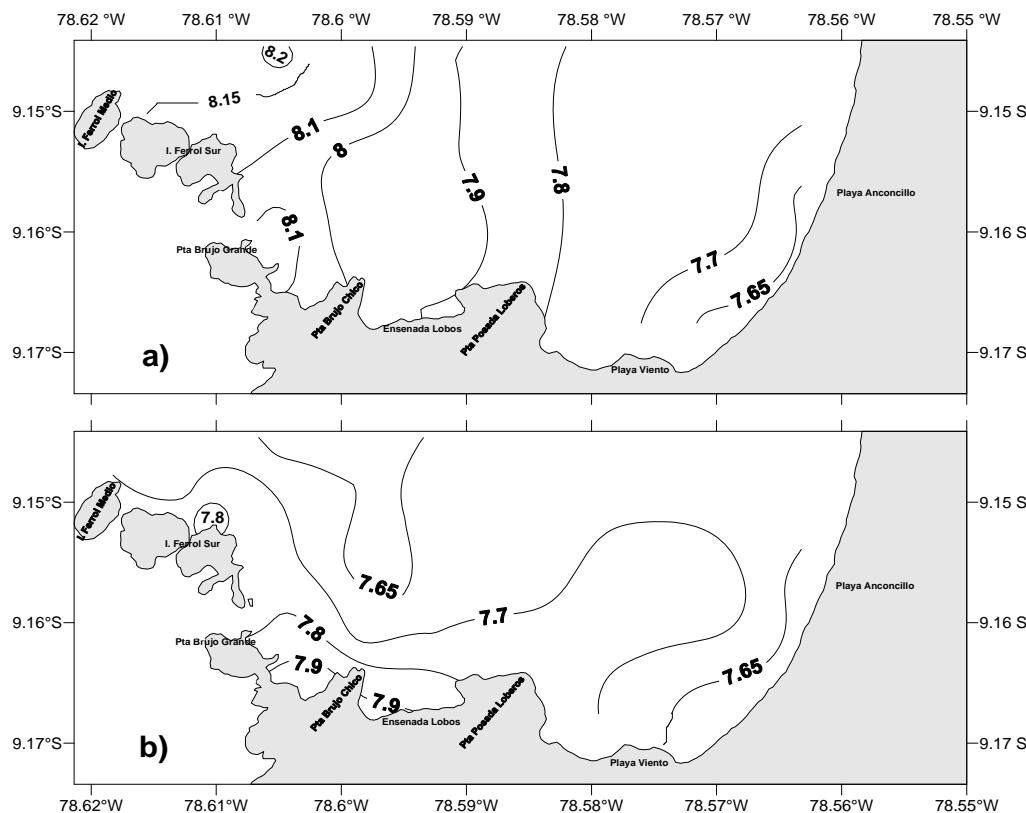


Fig. 28. Distribución de pH en superficie (a) y fondo (b). Noviembre 2008

### 3.6.11 SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/L)

En la **superficie** los sólidos suspendidos totales variaron de 14,00 a 65,50 mg/L con un promedio de 35,92 mg/L, encontrándose mayores valores en áreas muy conspicuas frente a Isla Ferrol Sur, Punta Brujo Chico, Ensenada Lobos y Playa Alconcillo cerca al borde costero (Tabla 7, Fig. 29a).

En el **fondo** las concentraciones fueron de 14,00 a 80,00 mg/L con un promedio de 34,31 mg/L, en este nivel se observó un incremento de la concentración hacia el este del área en estudio, donde se localizaron valores mayores a 40,00 mg/L (Tabla 7, Fig. 29b).

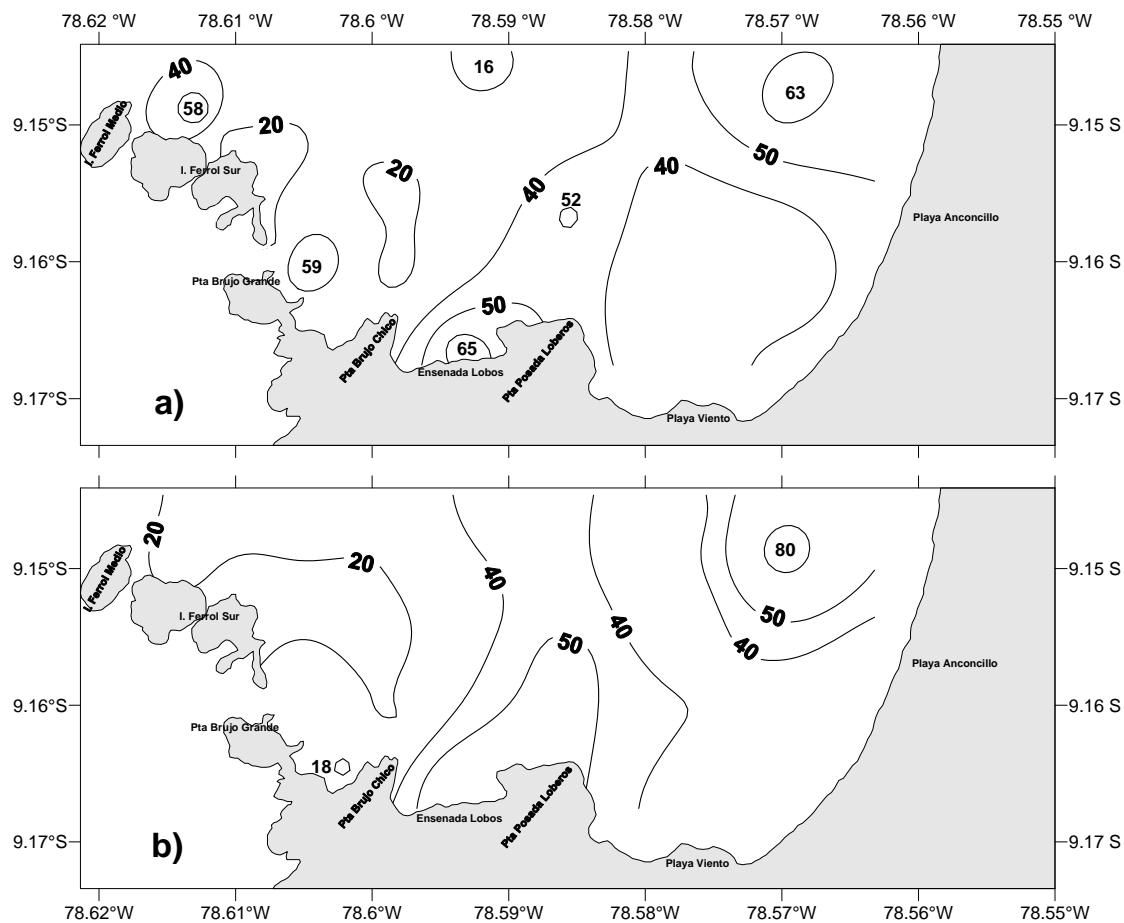


Fig. 29. Sólidos suspendidos totales (mg/L) en superficie (a) y fondo (b). Noviembre 2008

### 3.6.12 MATERIAL ORGANICO EXTRACTABLE EN HEXANO, MOEH-ACEITES Y GRASAS (mg/L)

Las concentraciones de aceites y grasas a nivel superficial fluctuaron entre 0,10 y 1,20 mg/L con un promedio de 0,45 mg/L, localizándose al nor este del área un núcleo de mayor concentración con valores mayores a 0,80 mg/L. (Tabla 7, Fig. 30).

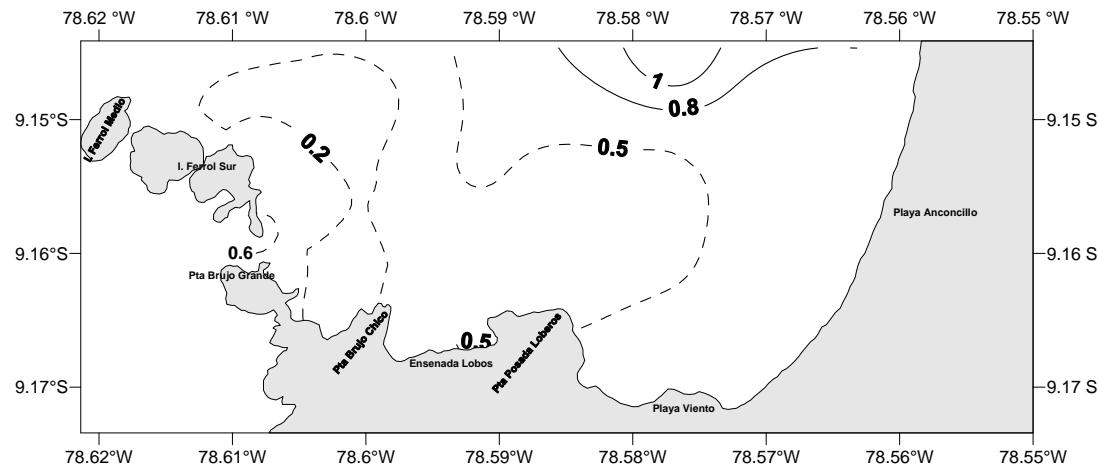


Fig. 30. Aceites y grasas superficiales en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

### 3.6.13 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO - DBO<sub>5</sub> (mg/L)

En la **superficie** la concentración de DBO<sub>5</sub> fue de 0,57 a 5,47 mg/L con un promedio de 2,87 mg/L, la concentración más baja se encontró por Playa Alconcillo en tanto que la más alta se localizó por inmediaciones de Ensenada Lobos donde se presentó la isolínea de 5,00 mg/L; al frente de Isla Ferrol sur se encontró un núcleo de 4,00 mg/L (Tabla 8, Fig. 31).

Estos valores no sobrepasaron los 10 mg/L permitidos por la Ley General de Aguas (2003) para las clases IV, V y VI.

Tabla 8. Parámetros microbiológicos en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

Nivel	Valor	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	Coliformes totales (NMP/100 mL)	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)
Promedio	2,87	10,3 x 10	5,0 x 10	
Superficie Mínimo	0,57	3,0 x 10	3,0 x 10	
Máximo	5,47	93,0 x 10	23,0 x 10	

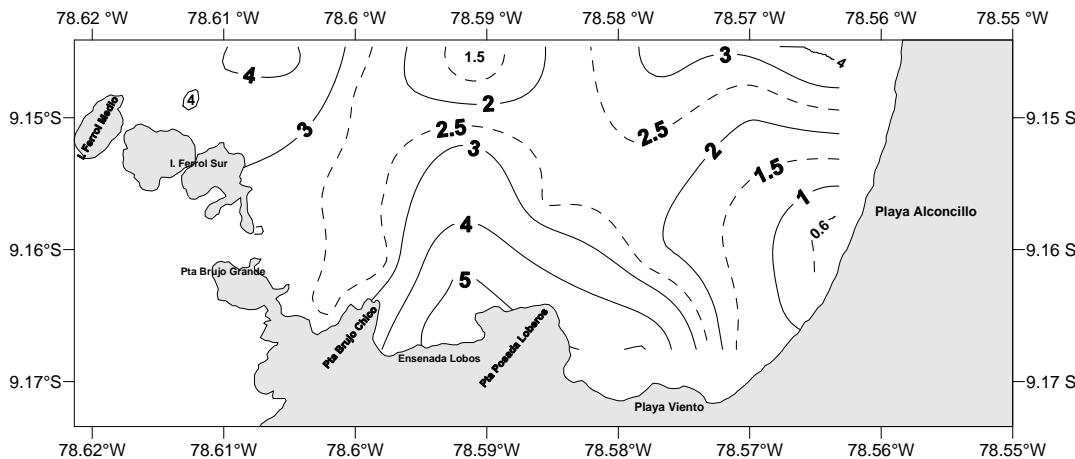


Fig. 31. Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en superficie. Noviembre 2008

### 3.6.14 COLIFORMES

En la **superficie** los coliformes totales presentaron concentraciones de 3,0 x 10 a 93,0 x 10 NMP/100mL, valores que no sobrepasaron los límites permisibles establecidos por la Ley General de Aguas para las clases IV, V y VI (Tabla 8, Fig. 32a).

La concentración **superficial** de coliformes termotolerantes fue de 3,0 x 10 a 23,0 x 10 NMP/100mL; éstos, al igual que los coliformes totales, cumplieron con los requisitos de calidad acuática (Tabla 8, Fig. 32b).

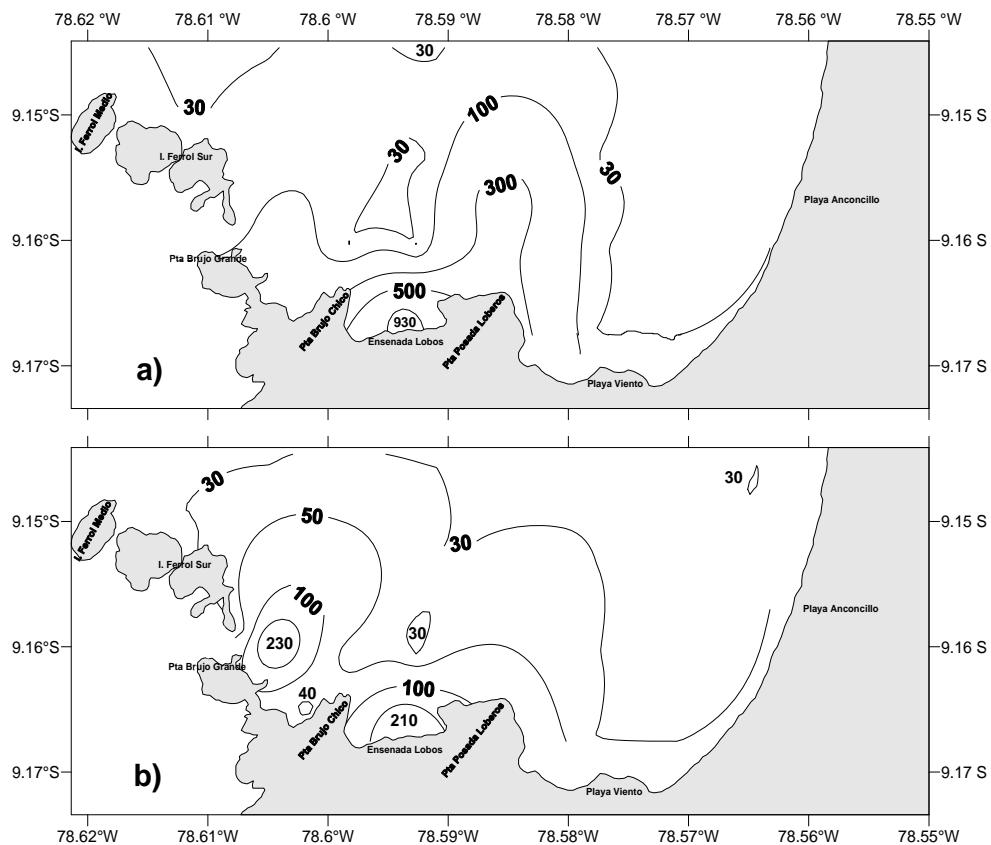


Fig. 32. Concentración de coliformes totales (NMP/100 mL) (a) y coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) (b) en superficie. Noviembre 2008

### 3.6.15 METALES PESADOS EN SEDIMENTOS

#### Cadmio ( $\mu\text{g/g}$ )

La concentración promedio de cadmio en el sedimento marino superficial disminuyó de 13,28  $\mu\text{g/g}$  en febrero del 2005 a 4,96  $\mu\text{g/g}$  en abril del 2008. En general, se presentaron concentraciones por encima de lo permitido (4,21  $\mu\text{g/g}$ ) de la tabla de Protección Costera y Restauración de los EE.UU en su nivel de Probable Nivel de Efecto (Tabla 9, Fig. 33).

Tabla 9. Metales pesados en área sur de bahía Ferrol. Durante los años 2005 – 2008

Año Mes	Nivel f = fondo	Cadmio ( $\mu\text{g/g}$ )	Pbomo ( $\mu\text{g/g}$ )	Cobre ( $\mu\text{g/g}$ )	Cinc ( $\mu\text{g/g}$ )	Fierro (%)	Manganese ( $\mu\text{g/g}$ )
2005 Febrero	f	13,28	13,66	45,05	171,57	...	...
2006 Abril	f	8,34	6,15	113,46	109,94	...	...
2007 Marzo	f	9,66	8,77	30,46	32,04	1,62	16,81
2008 Abril	f	4,96	6,44	20,44	50,68	1,63	90,27

### **Plomo ( $\mu\text{g/g}$ )**

La concentración promedio de plomo varió de 6,15 a 13,66  $\mu\text{g/g}$ , registrándose menores valores durante abril del 2006 y 2008. En forma general, los valores registrados durante el periodo 2005-2008 no sobrepasaron (30,24  $\mu\text{g/g}$ ) el valor estipulado en la Tabla de Protección Costera y Restauración de los EE.UU para el Nivel Umbral (Tabla 9, Fig. 33).

### **Cobre ( $\mu\text{g/g}$ )**

La concentración promedio de cobre varió de 20,44 a 113,46  $\mu\text{g/g}$ , registrándose menores valores en marzo del 2007 y abril del 2008. El 100 % de los valores superó el valor estipulado (18,70  $\mu\text{g/g}$ ) en la Tabla de Protección Costera y Restauración de los EE.UU para el nivel de Efecto de Rango Bajo (Tabla 9, Fig. 33).

### **Cinc ( $\mu\text{g/g}$ )**

Las concentraciones promedio de cinc fluctuaron entre 32,04  $\mu\text{g/g}$  en Marzo 2007 a 171,57  $\mu\text{g/g}$  en Febrero 2005. El 100 % de los valores no superaron el valor de 271,00  $\mu\text{g/g}$  estipulado por la Tabla de Protección Costera y Restauración de los EE.UU para su Probable Nivel de Efecto (Tabla 9, Fig. 33).

### **Fierro (%)**

Presentó valores medios de 1,62 y 1,63  $\mu\text{g/g}$  para marzo del 2007 y abril del 2008 respectivamente (Tabla 9, Fig. 33).

### **Manganeso ( $\mu\text{g/g}$ )**

Las concentraciones promedio de manganeso fueron de 16,81  $\mu\text{g/g}$  en Marzo 2007 y 90,27  $\mu\text{g/g}$  en Abril 2008 (Tabla 9, Fig. 33).

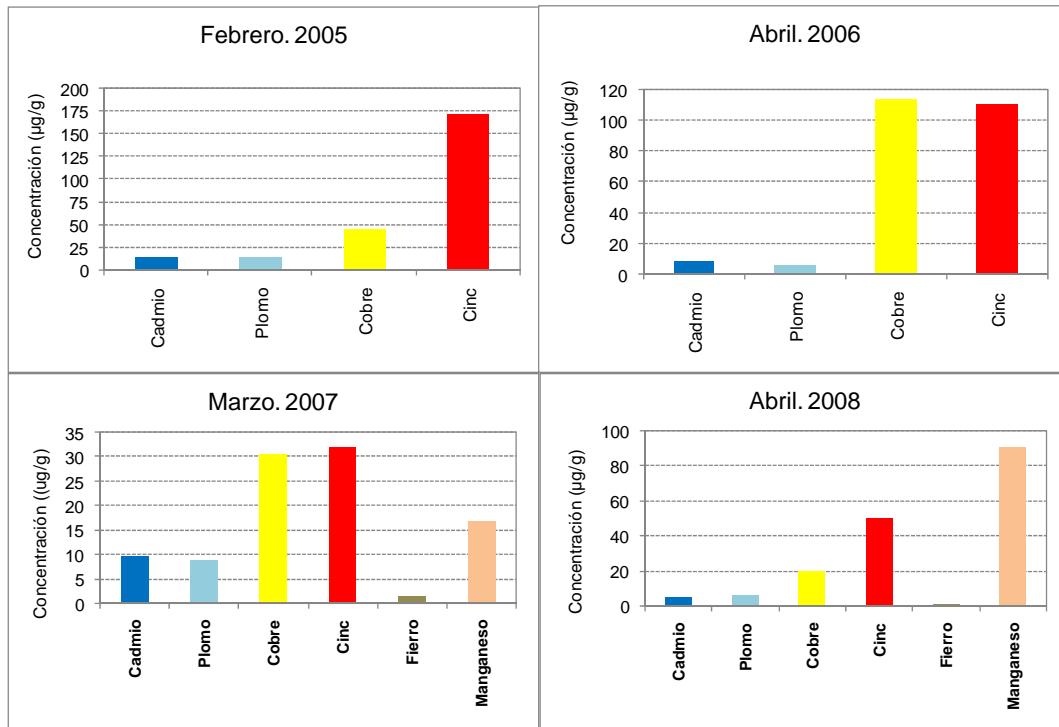


Fig. 33. Variación de metales pesados en sedimento marino en área sur de bahía Ferrol.  
Periodo 2005-2008

### 3.7 PLANCTON

Los volúmenes de plancton variaron de 0,4 a 1,8 mL/m<sup>3</sup> y un valor medio de 1,1 mL/m<sup>3</sup>, asociados a temperaturas entre 14,8 y 17,8 °C y presentándose una dominancia por parte del fitoplancton (89%) sobre el zooplancton (11%).

La concentración de plancton disminuyó hacia el este del área evaluada, encontrándose registros menores en la mitad este, inferiores a 1,3 mL/m<sup>3</sup>. Valores mayores a 1,3 mL/m<sup>3</sup> se encontraron en la mitad oeste del área, asociados a mayores recambios de agua en las cercanías de la boca de la bahía (Fig. 34).

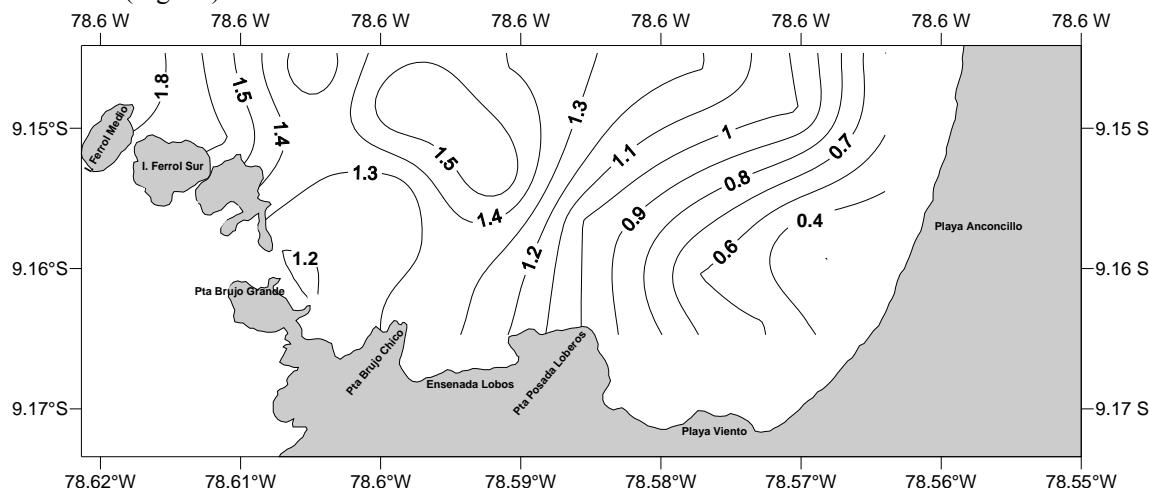


Fig. 34. Concentración de plancton (mL/m<sup>3</sup>) en el área sur de bahía El Ferrol.  
Noviembre 2008

Evaluaciones poblacionales realizadas en el área, reportaron volúmenes medios de plancton de 0,55 mL/m<sup>3</sup> (marzo 2007), 0,33 mL/m<sup>3</sup> (octubre 2007), 0,15 mL/m<sup>3</sup> (marzo 2008) y 1,20 mL/m<sup>3</sup> (octubre 2008), siendo el último valor ligeramente superior al encontrado en el presente estudio.

#### 3.7.1 Fitoplancton

La composición fitoplanctónica estuvo conformada por 76 especies, correspondiendo 50 a diatomeas, 24 a dinoflagelados y 2 a silicoflagelados (Anexos 6 y 7).

Se alcanzaron valores medios de  $14 \times 10^3$  cel/L, con menores concentraciones en la mitad este del área; mientras las concentraciones mayores fueron registradas en la parte central (Anexo 7).

El grupo dominante fueron las diatomeas, tanto en número de células como de especies, guardando estrecha relación con la distribución del fitoplancton total, seguidas del grupo de dinoflagelados. Los silicoflagelados estuvieron representados por especies poco frecuentes.

En la comunidad fitoplanctónica conformada por diatomeas de afloramiento con alta tasa de reproducción típicas de las primeras fases de sucesión destacaron *Thalassiosira subtilis* ( $45 \times 10^3$  cel/L), *Skeletonema costatum* ( $32 \times 10^3$  cel/L), *Chaetoceros decipiens* ( $28 \times 10^3$  cel/L), *Ch. Didymus* ( $28 \times 10^3$  cel/L), *Ch. lorenzianus* ( $27 \times 10^3$  cel/L), *Ch. affinis* ( $25 \times 10^3$  cel/L), *Ch. curvisetus* ( $12 \times 10^3$  cel/L) y *Ch. debilis* ( $22 \times 10^3$  cel/L). En el grupo de diatomeas neríticas en fases avanzadas de sucesión fitoplanctónica o de segunda fase de sucesión destacaron *Detonula pumila* ( $43 \times 10^3$  cel/L), *Ditylum brightwellii* ( $42 \times 10^3$  cel/L), *Leptocylindrus danicus* ( $33 \times 10^3$  cel/L), *Lithodesmiun undulatum* ( $25 \times 10^3$  cel/L), *Thalassionema nitzchioides* ( $23 \times 10^3$  cel/L), *Pseudo-nitzchia pungens* ( $21 \times 10^3$  cel/L) y *Coscinodiscus centralis* ( $19 \times 10^3$  cel/L).

En el grupo de los dinoflagelados cosmopolitas figuraron como representantes *Ceratium furca* ( $11 \times 10^3$  cel/L), *C. tripos* ( $2 \times 10^3$  cel/L), *C. fusus var. fusus* ( $1 \times 10^3$  cel/L), *Dinophysis caudata* ( $2 \times 10^3$  cel/L), *Protoperidinium depresum* ( $22 \times 10^3$  cel/L), *P. conicum* ( $20 \times 10^3$  cel/L), *P. pentagonum* ( $16 \times 10^3$  cel/L), *P. leonis* ( $13 \times 10^3$  cel/L), *P. pellucidum* ( $10 \times 10^3$  cel/L), *P. subinerme* ( $14 \times 10^3$  cel/L) y *P. crassipes* ( $7 \times 10^3$  cel/L).

Como indicador de Aguas Costeras Frías se registró a *Protoperidinium obtusum* ( $21 \times 10^3$  cel/L).

### Diversidad de Shannon

El análisis de diversidad de Shannon – Wiener ( $H'$ ) presentó valores de 4,03 a 4,96 bit/cel, observándose valores mayores en la parte nor este del área evaluada (Fig. 35).

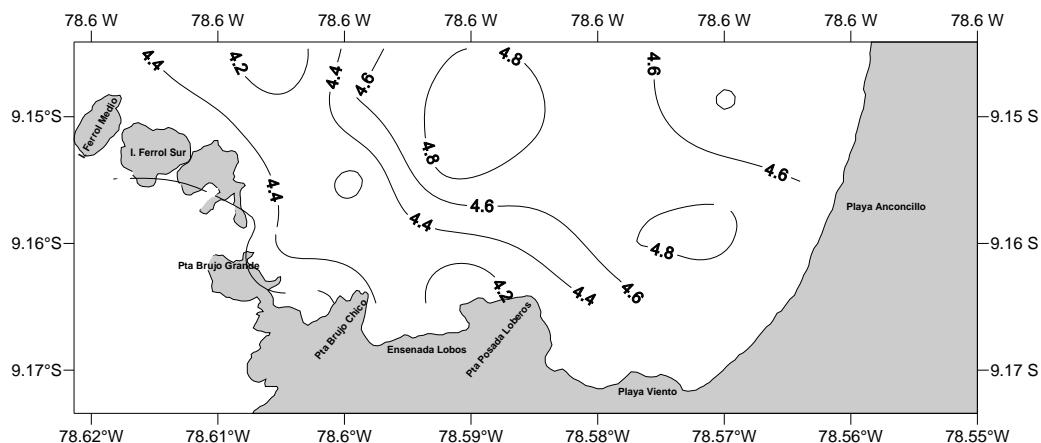


Fig. 35. Isolíneas de diversidad de Shannon de la comunidad fitoplanctónica en el área evaluada. Noviembre 2008

### 3.7.2 Zooplancton

La concentración zooplánctonica varió de 1 077 a 14 695 ind./m<sup>3</sup> con un valor medio de 4 280 ind./m<sup>3</sup> (Tabla 12). La concentración se incrementó hacia el este del área, registrándose un gran núcleo de concentración de zooplanctones al nor este con valores mayores a 7 000 ind/m<sup>3</sup>. Concentraciones menores de zooplanctones se registraron en la mitad oeste del área asociados a mayores profundidades (Fig. 36).

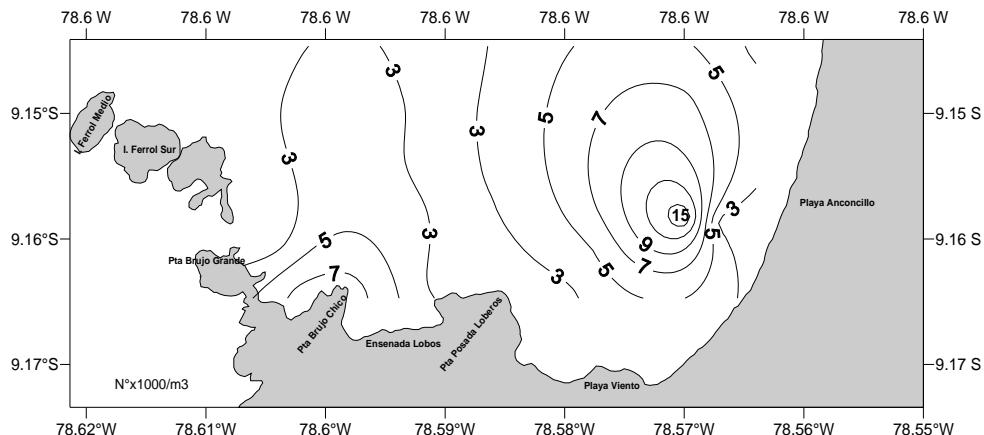


Fig. 36. Concentración (Nº miles/m<sup>3</sup>) de zooplancton marino en área de estudio. Noviembre 2008

La composición estuvo representada por larvas de bivalvos, de concha de abanico, gasterópodos, crustáceos, copépodos, balanus, poliquetos y cladóceros. El grupo más significativo fue el de los copépodos (Tabla 10).

Tabla 10. Concentración de zooplancton ( $N^o/m^3$ ) por grupos taxonómicos en área sur de Bahía El Ferrol

Estación	LUB	LCA	LdC	LG	LCR	LCO	LBA	LPOL	Total
1	67	0	33	102	0	2076	189	50	2518
3	159	0	0	281	0	13955	222	78	14695
4	179	10	71	182	0	4887	293	40	5662
7	71	3	0	37	0	2263	54	13	2442
10	20	0	13	9	3	5780	30	27	5882
11	19	0	0	0	10	7346	58	14	7446
13	70	0	0	0	0	5190	41	0	5300
14	56	0	0	12	0	2355	79	12	2515
18	25	0	0	15	0	1926	35	15	2017
20	46	4	0	0	0	2319	58	0	2426
21	17	0	0	0	0	3032	88	0	3136
23	64	0	0	0	0	2148	74	0	2286
26	185	1	6	14	0	4509	129	14	4858
27	74	1	0	0	0	4041	209	0	4325
29	138	0	0	0	0	7722	452	0	8311
31	158	0	0	0	0	7673	289	0	8120
34	34	2	12	9	0	1820	68	9	1955
35	17	0	2	1	0	1566	23	1	1611
38	30	0	0	0	0	1832	21	0	1883
40	21	0	0	0	0	1040	16	0	1077
41	0	0	0	0	0	1410	11	0	1420

LUB	Larvas umbonadas de otros bivalvos	LCO	Larvas de copépodos
LCA	Larvas de concha de abanico	LBA	Larvas de balanus
LG	Larvas de gasterópodos	LPOL	Larvas de poliquetos
LCR	Larvas de crustáceos	LdC	Larvas de Cladóceros

### 3.8 MACROBENTOS

Las muestras obtenidas con draga registraron densidades de 20 a 5 260 ind./m<sup>2</sup>, siendo las mayores densidades aportadas por los poliquetos *Magelona phyllisae*, *Cucumaria duviosa* y *Diopatra rhizoicola*; mientras que con el método del cuadrado las densidades variaron de 2 a 3 876 ind./m<sup>2</sup>, representado principalmente por *Ophiocoma* sp, *D. rhizoicola* y *C. duviosa* (Tabla 11, Fig. 37a, Anexos 8 y 9).

La biomasa obtenida con draga varió de 0,014 g/m<sup>2</sup> a 1 928,014 g/m<sup>2</sup> y sus mayores aportes se debieron a las especies *Cucumaria duviosa*, *Ophiocoma* sp. y *D. rhizoicola*; mientras que con el cuadrado las biomassas variaron de 63,20 g/m<sup>2</sup> a 2 118,54 g/m<sup>2</sup>, siendo sus mayores aportes representados por *C. duviosa*, *Ophiocoma* sp. y *D. rhizoicola* (Tabla 11, Fig. 37b, anexos 10 y 11).

Tabla 11. Parámetros comunitarios de la macrofauna bentónica obtenidos con draga y cuadrado. Noviembre 2008

Método	Estación	Profundidad m	Densidad ind/m <sup>2</sup>	Biomasa g/m <sup>2</sup>	Especies N°
DRAGA	1	6,5	280	7,470	2
	2	4,8	5260	1928,014	18
	3	6,5	1440	166,014	4
	4	4,2	1020	259,276	9
	7	4,2	3420	1086,246	10
	10	9,0	1340	4,734	4
	11	8,3	1020	492,710	7
	12	8,8	800	817,320	5
	13	7,3	600	227,814	8
	14	6,8	80	75,894	4
	18	12	40	0,014	1
	19	11	140	69,524	6
	20	12	200	89,840	6
	21	10	380	218,130	8
	22	10	60	0,634	3
	26	15	20	0,024	1
	27	13	260	0,632	4
	28	11	4340	30,574	11
	33	13	100	0,638	4
	34	18	40	41,624	2
	35	30	380	0,928	4
	37	19	3620	8,848	10
	40	20	980	171,578	8
	41	17	500	15,018	10
Cuadrado	5	3,5	500	676,670	10
	6	3,5	1500	1894,710	8
	8	3,6	3876	1543,980	3
	9	5,2	1369	1935,000	7
	15	5,2	401	116,930	7
	16	2,5	292	632,620	7
	17	4,5	911	2118,540	8
	23	7,5	1194	717,570	12
	24	5,5	1034	514,120	12
	25	5,8	844	590,610	10
	29	3,6	1412	763,260	22
	30	7,2	1058	437,960	12
	31	5	398	322,960	18
	32	2	2	63,200	1
	36	15	206	77,480	7
	38	10	1000	116,660	9
	39	3,8	1026	1067,050	15
	42	4,8	4	125,800	1
	Draga	Mínimo	4,2	20	0,014
		Máximo	30	5260	1928,014
	Cuadrado	Mínimo	2	2	63,20
		Máximo	15	3876	2118,54

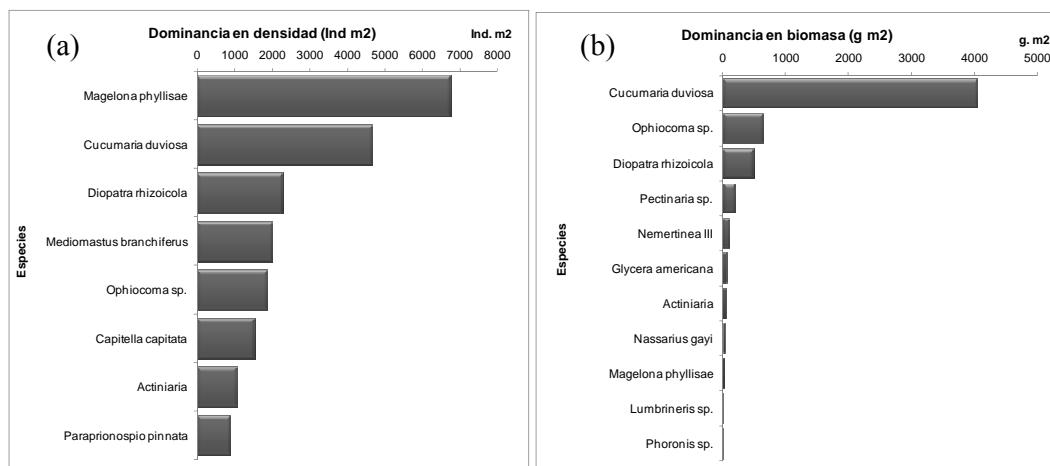


Fig. 37. Dominancia en densidad (a) y biomasa (b) de principales especies en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

En el muestreo con draga, el grupo Polychaeta dominó numéricamente con un 66,8 % seguido de los Echinodermata, con un 24,8 %; mientras que en el muestreo con cuadrado los grupos predominantes fueron Echinodermata, con un 46,7 % y Polychaeta con 26,1% (Fig. 38a y 38b).

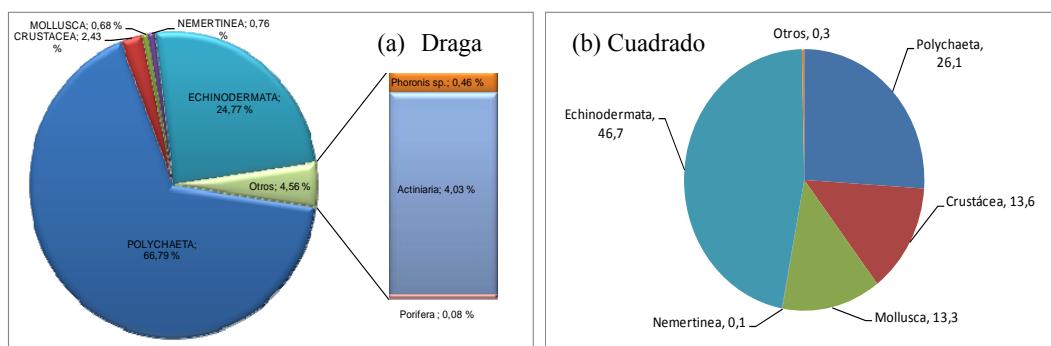


Fig. 38. Fracción porcentual de la abundancia por grupo taxonómico obtenido con draga (a) y cuadrado (b). Noviembre 2008

Respecto a la biomasa en muestras obtenidas con draga, el mayor aporte fue registrado por los grupos Echinodermata con el 82,1 % y Polychaeta con un 14,3 %, mientras que con la técnica del cuadrado el grupo Echinodermata fue el más importante con el 65,2% (Fig. 39a y 39b).

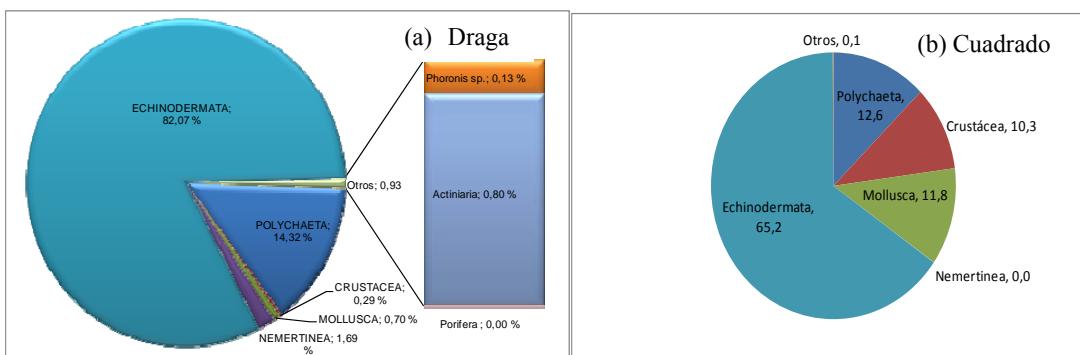


Fig. 39. Fracción porcentual de la biomasa por grupo taxonómico obtenido con draga (a) y cuadrado (b). Noviembre 2008

Se registraron 78 taxa de la macrofauna, de ellas 46 fueron colectadas con draga y 32 por buceo; distribuyéndose en 5 grandes grupos: 30 de la Clase Polychaeta (Phylum Annelida), 16 Crustacea (Phylum Arthropoda), 19 Mollusca, 03 Nemertinea, 04 Echinodermata y 06 clasificados como ‘Otros’, que agrupó a diferentes phyla como, Phoronida, Actiniaria, Porifera y Cephalochordata. Se registró la presencia de bacterias filamentosas del género *Thioploca* spp. en la E20 a 10 m de profundidad, las que presentaron vainas vacías sin tricomas (anexos 8 y 9).

Las especies *Ophiocoma* sp., *Magelona phyllisae* y *Cucumaria duviosa* y *Diopatra rhizoicola* fueron las más abundantes y al mismo tiempo las mas frecuentes entre estaciones; mientras que en estaciones cercanas al borde costero predominaron algunos crustáceos como *Eurypanopeus transversus*, *Pagurus* sp. y el caracolito *Nassarius gayi* (Fig. 40).

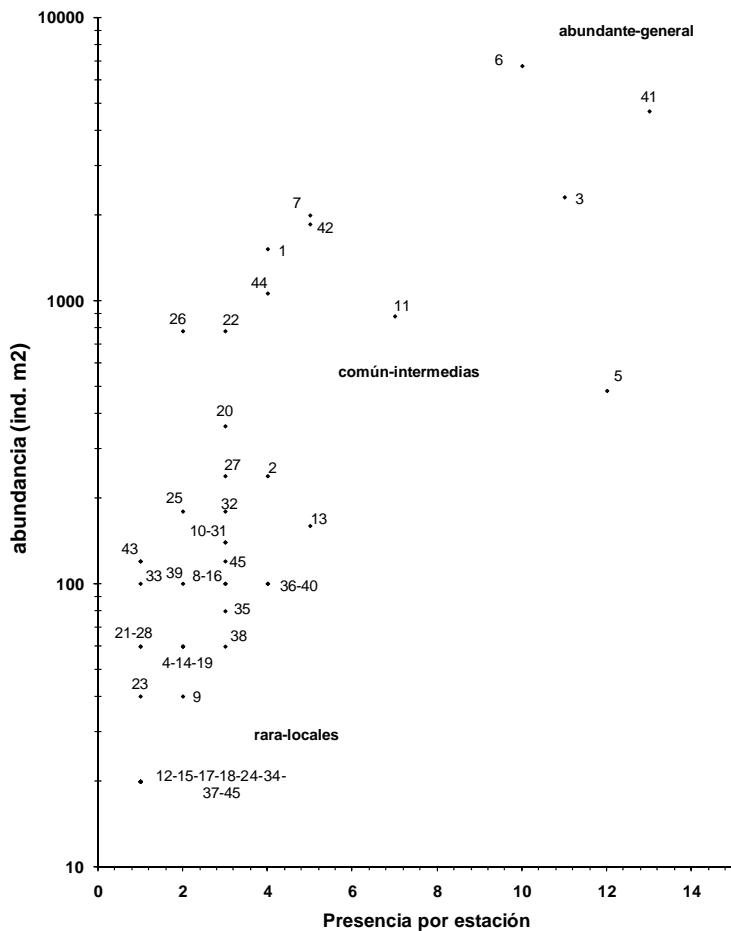


Fig. 40. Diagrama de incidencia de especies por estación y su abundancia total

La distribución de los parámetros biológicos indica núcleos densos frente a playa Alconcillo (E2, E7), Pta. Brujo Chico (E28) y frente a Ferrol Sur (E37), encontrándose mínimos valores al centro del área evaluada (Fig. 41). Respecto a la biomasa, los núcleos de concentración se registraron frente a playa Anconcillo (E2) y frente a Pta. Posada Loberos (E28), con tendencia a disminuir de este a oeste (Fig. 42).

El número de especies fue igualmente mayor frente a playa Alconcillo (E2) y en Pta. Brujo Chico (E29 y E31) guardando relación con lo observado en la abundancia.

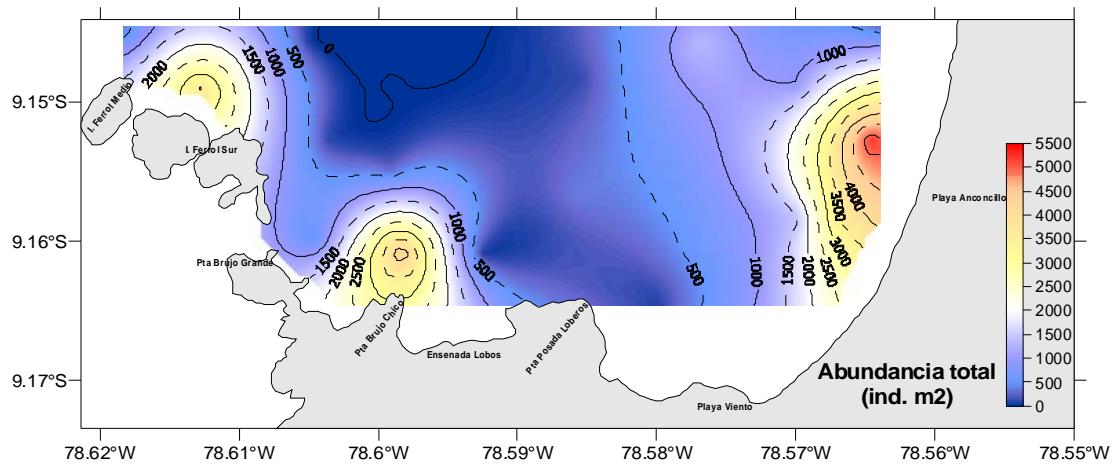


Fig. 41. Distribución de la abundancia del macrobentos en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

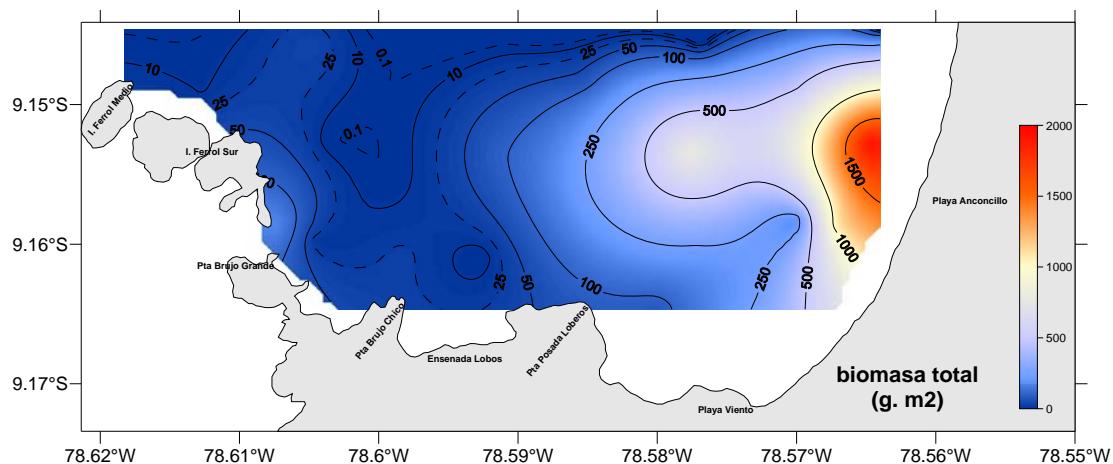


Fig. 42. Distribución de la biomasa del macrobentos en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

La distribución de la abundancia total por grandes taxa muestra al grupo Polychaeta como el de mayor concordancia con la distribución total; resaltando además el gran aporte a la densidad total del grupo de los equinodermos (Fig. 43 y Fig.44).

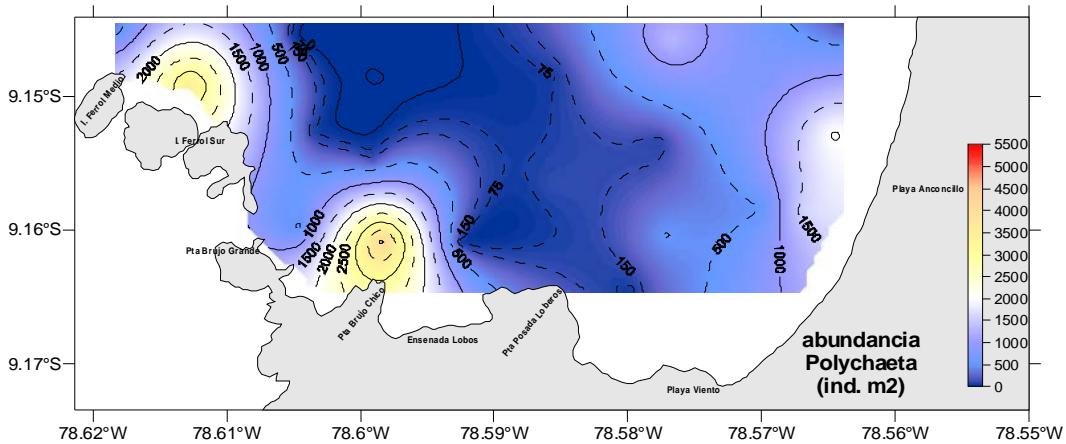


Fig. 43. Distribución de la abundancia del grupo Polychaeta en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

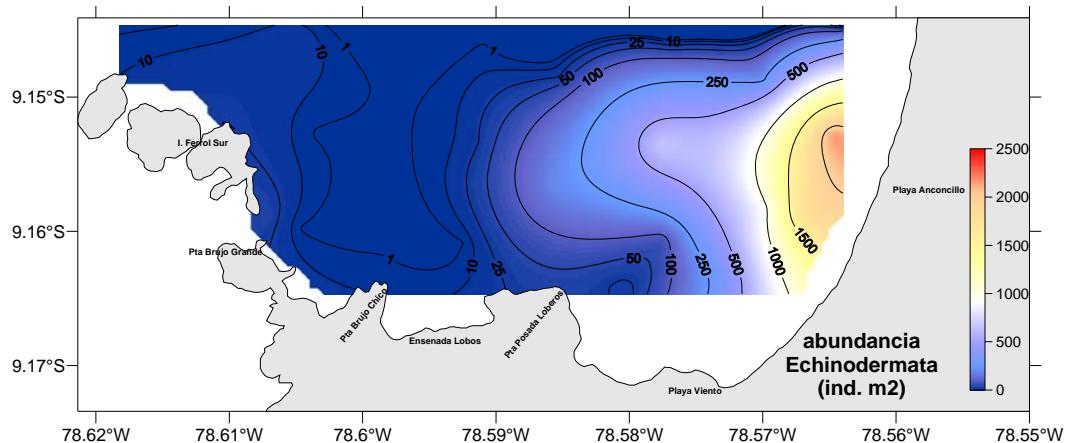


Fig. 44. Distribución de la abundancia del grupo Echinodermata en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

El índice de diversidad de Shannon varió de 0,335 a 3,063 bits/ind, registrando áreas de mayor diversidad ( $\geq 2,00$ ) frente a playa Alconcillo, entre Punta Brujo Grande y Brujo Chico y en la parte central del área evaluada (Fig. 45).

En términos de uniformidad las estaciones E1, E20, E27 y E41 resaltan por presentar una mejor distribución de su abundancia entre su número de especies (2 y 8 especies) (Fig. 46).

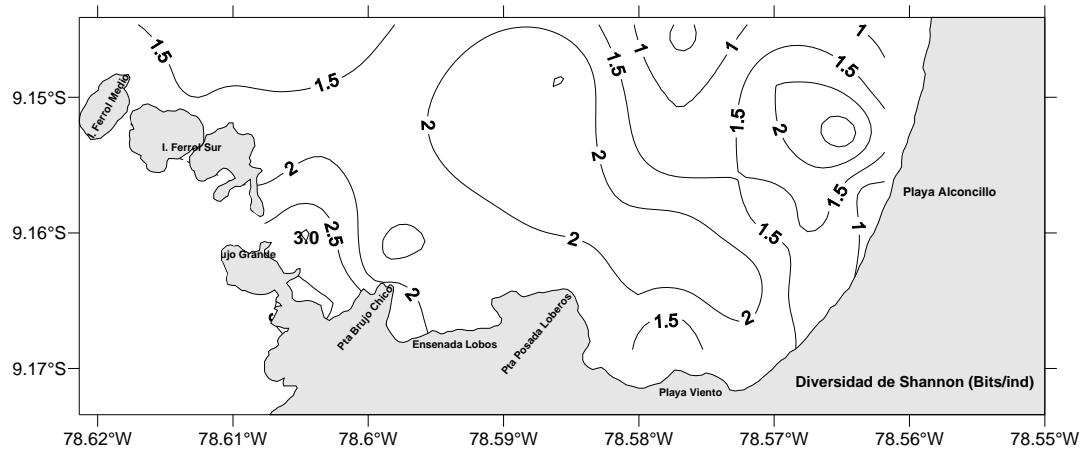


Fig. 45. Isolíneas de diversidad de Shannon en área sur de bahía Ferrol.  
Noviembre 2008

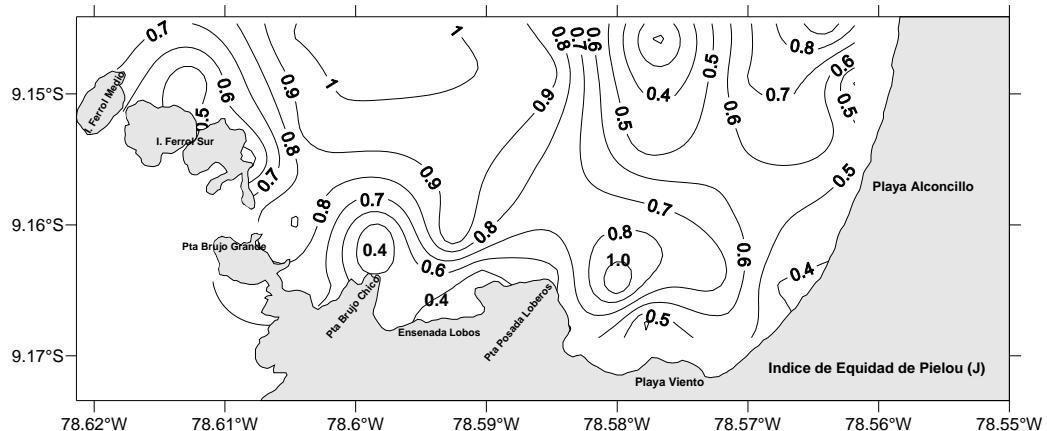


Fig. 46. Isolíneas de equidad en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

El análisis de Cluster entre estaciones permitió diferenciar al 32 % de similitud, es decir con una disimilaridad del 68 %, la formación de 03 grupos de muestras (GM) (Fig. 47).

Así el GM1 conformado por las estaciones E20, 37, 28 y 41; un GM2 por E21, 11, 3, 12, 13 y 14 y el GM3 por E18, 10 y 19.

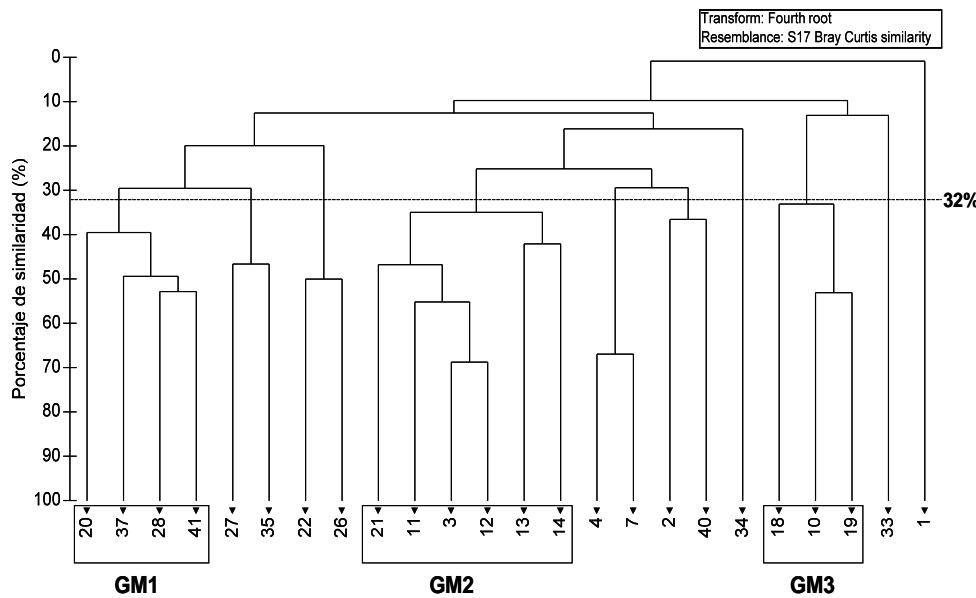


Fig. 47. Dendrograma de similitud entre estaciones en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

El cluster obtenido respecto a las especies halladas con un índice de disimilitud entre cada uno de los grupos de especies (GE) del 85% establece tres grupos. El GE1 caracterizado por *Mediomastus branchiferus* y *Ophiocoma* sp. El GE2 con los taxa Actiniaria, *Lumbrineris* sp. Syllidae. El GE3 con *Magelona phyllisae*, *Parapriionospio pinnata*. *Cucumaria duviosa* y *Diopatra rhizoicola* (Fig. 48).

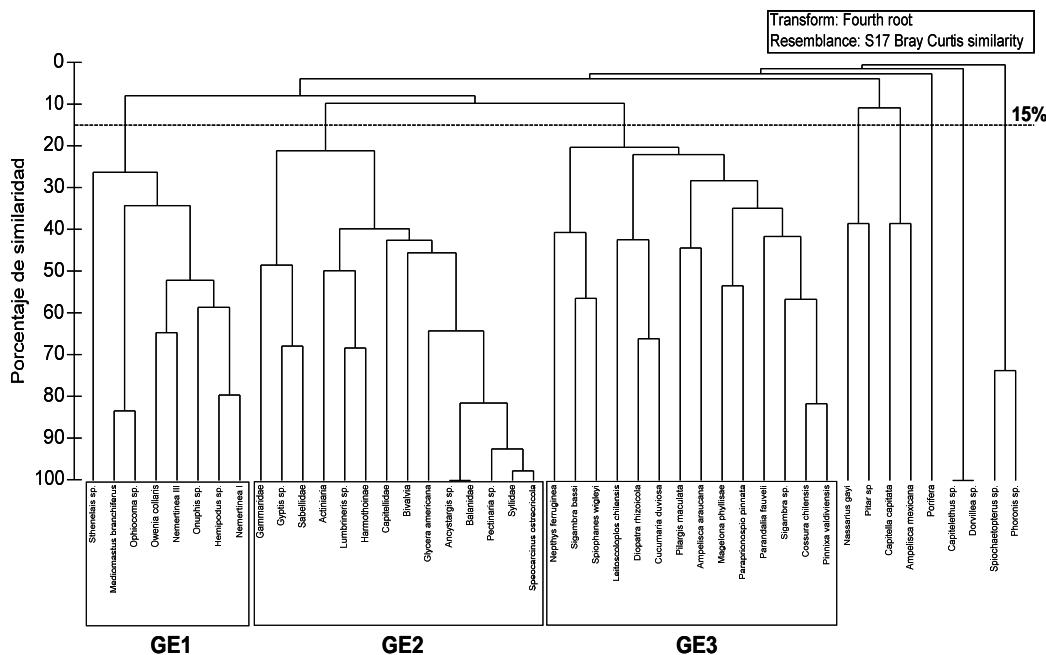


Fig. 48. Dendrograma de similitud entre especies en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

Teniendo como referencia Punta Posada Loberos podemos diferenciar claramente los grupos formados de acuerdo a su ubicación dentro del área de estudio.

Un posterior reordenamiento tanto en especies como en muestras mediante un análisis nodal indica que el GM1 se caracteriza por presentar en conjunto la mejor diversidad y mayor índice de riqueza de Margalef. El GM2 que reúne a las estaciones comprendidas entre Playa Viento y Alconcillo presenta diversidad media pero con mejor índice de uniformidad. El GM3 reúne estaciones con índice de dominancia mayor a los grupos anteriores, del mismo modo que menor diversidad y menor riqueza específica (Tabla 12, anexo 12).

Tabla 12. Índices de diversidad de la macrofauna bentónica en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

Método	Estación	Profundidad m	Riqueza Margalef	Equidad Pielou	Diversidad Shannon	Dominancia Simpson
DRAGA	1	6,5	0,177	0,985	0,985	0,015
	2	4,8	1,984	0,692	2,887	0,308
	3	6,5	0,413	0,556	1,113	0,444
	4	4,2	1,155	0,774	2,453	0,226
	7	4,2	1,106	0,520	1,726	0,480
	10	9,0	0,417	0,167	0,335	0,833
	11	8,3	0,866	0,708	1,989	0,292
	12	8,8	0,598	0,427	0,991	0,573
	13	7,3	1,094	0,791	2,372	0,209
	14	6,8	0,685	1,000	2,000	
	18	12				1,000
	19	11	1,012	0,976	2,522	0,024
	20	12	0,944	0,946	2,446	0,054
	21	10	1,178	0,763	2,289	0,237
	22	10	0,488	1,000	1,585	
	26	15				1,000
	27	13	0,540	0,880	1,760	0,120
	28	11	1,194	0,393	1,358	0,607
	33	13	0,651	0,961	1,922	0,039
	34	18	0,271	1,000	1,000	
	35	30	0,505	0,789	1,578	0,211
	37	19	1,098	0,396	1,315	0,604
	40	20	1,016	0,786	2,359	0,214
	41	17	1,448	0,922	3,063	0,078
Cuadrado	5	3,5	1,448	0,572	1,900	0,428
	6	3,5	0,957	0,389	1,167	0,611
	8	3,6	0,242	0,498	0,789	0,502
	9	5,2	0,831	0,384	1,077	0,616
	15	5,2	1,001	0,385	1,080	0,615
	16	2,5	1,057	0,632	1,776	0,368
	17	4,5	1,027	0,572	1,715	0,428
	23	7,5	1,553	0,488	1,748	0,512
	24	5,5	1,585	0,428	1,534	0,572
	25	5,8	1,336	0,483	1,606	0,517
	29	3,6	2,895	0,536	2,392	0,464
	30	7,2	1,580	0,446	1,597	0,554
	31	5	2,840	0,712	2,968	0,288
	32	2				1,000
	36	15	1,126	0,683	1,918	0,317
	38	10	1,158	0,573	1,815	0,427
	39	3,8	2,019	0,448	1,749	0,552

Finalmente en la Tabla 13 se presentan los porcentajes de contribución de cada grupo de especies GE en relación a los GM formados y su grado de asociación a estos.

En el GM1 y GM2 la mayor densidad relativa estuvo dada por el aporte de GE3 con el 98 % y 78 %. El GM3 presentó mayor densidad relativa por aporte de otros GM con un 92 %. En el

GM4 la mayor abundancia por GE3 y GE1 con el 40% y 35% respectivamente. Del mismo modo los GE1-GE2 estuvieron asociados a otros GM con el 96 y 80 % respectivamente. El GE3 tuvo mejor asociación con GM1 en un 50. Otros GE se asociaron al GM3 con un 65 % (Tabla 13).

Tabla 13. Densidad relativa y grado de asociación de los grupos de especies y grupos de muestras. Noviembre 2008

	Densidad Relativa					Grado de Asociación			
	GM1	GM2	GM3	GM4	otros	GM1	GM2	GM3	otros
GE1	0,7	1,9	0,0	34,9	34,9	1,4	1,9	0,0	96,7
GE2	0,2	13,0	2,6	20,8	20,8	0,6	18,2	1,3	79,9
GE3	98,8	78,2	5,3	40,8	40,8	50,8	20,1	0,5	28,6
otros	0,2	6,9	92,1	3,6	3,6	0,9	14,0	65,4	19,6

### 3.9 RECURSOS QUE SUSTENTAN LA PESCA ARTESANAL Y BANCOS NATURALES

#### 3.9.1 Recursos hidrobiológicos

Se registraron 49 especies de peces, 13 invertebrados y 1 macroalga en los desembarques que se realizan en el Muelle Artesanal de Chimbote (Tabla 14).

El 81% de la captura total (2004-2007) estuvo representado por el grupo peces, el 18,9% por invertebrados y el 0,1% por macroalgas.

Entre los peces, las especies más importantes fueron pejerrey, lorna, lisa y cabinza; en invertebrados predominó la concha de abanico y caracol negro, mientras que la principal macroalga fue la especie *Chondracanthus chamussoi* "yuyo".

Las capturas anuales variaron de 462 a 565 t, incrementando en los años 2006 y 2007. La curva de captura del grupo peces mostró similar tendencia que la captura total anual; mientras el grupo de invertebrados registró una tendencia inversa llegando a mínimos valores durante los años 2005, 2006 y 2007 (Tabla 14, Fig. 49).

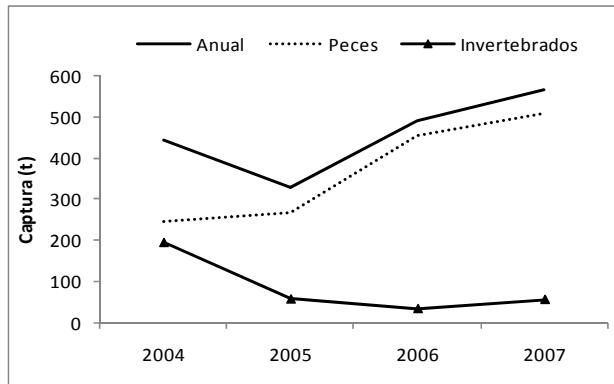


Fig. 49. Evolución de las capturas anuales y principales grupos hidrobiológicos en área de estudio. 2004-2007

Tabla 14. Captura (kg) de recursos hidrobiológicos en área de estudio. 2004-2007

Nombre común	Nombre científico	2004	2005	2006	2007	TOTAL
	PECES	246813	269165	454049	507555	1477582
Pejerrey	<i>Odontesthes regia regia</i>	101987	89732	334632	299806	826157
Lorna	<i>Sciaena deliciosa</i>	52184	45292	20119	58740	176335
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	30492	21542	32440	41258	125732
Cabinza	<i>Isacia conceptionis</i>	21734	22399	24965	37537	106635
Machete	<i>Ethmidium maculatum</i>	21020	4238	28585	35506	89349
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	1630	72450	2010	1290	77380
Caballa	<i>Scomber japonicus</i>	118	65	812	15101	16096
Mojarrilla	<i>Stellifer minor</i>	3705	2491	1438	4727	12361
Coco	<i>Paralonchurus peruanus</i>	7228	712	678	1457	10075
Pintadilla	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	2832	2342	415	974	6563
Misho	<i>Menticirrhus ophicephalus</i>	1097	489	459	2469	4514
Merluza	<i>Merluccius gayi peruanus</i>			10	4376	4386
Congrio rojo	<i>Brotula clarkeae</i>		972	2354	484	3810
Jurel	<i>Trachurus picturatus murphyi</i>	14	4	3118	536	3672
Bagre	<i>Galeichthys peruvianus</i>	23	2500			2523
Cabrililla	<i>Paralabrax humeralis</i>	291	908	183	656	2038
Chilindrina	<i>Stromateus stellatus</i>	471	472	237	85	1265
Raya aguila	<i>Myliobatis peruviana</i>		700	20	400	1120
Cachema	<i>Cynoscion analis</i>	124	40	39	891	1094
Congrio moreno	<i>Genypterus maculatus</i>	514	543			1057
Cherlo	<i>Acanthistius pictus</i>	159	539	90	150	938
Lenguado	<i>Paralichthys adspersus</i>	266	162	108	218	754
Bonito	<i>Sarda chilensis</i>	12	8	670	25	715
Aguja	<i>Strongylura exilis</i>	74	173	288	47	582
Palometa	<i>Peprilus snyderi</i>	177		72	246	495
Cojínova	<i>Seriolella violacea</i>	5	49	59	297	410
Camotillo	<i>Diplectrum conceptione</i>	349			2	351
Chita	<i>Anisotremus scapularis</i>	157	65	42	54	318
Trambollo	<i>Labrisomus philippii</i>	14	92	27	90	223
Burro	<i>Siaena fasciata</i>		77	22	95	194
Raya espinosa	<i>Psamobatis caudispina</i>	19	24	130		173
Guitarra	<i>Rhinobatos planiceps</i>	60	9			69
Morena	<i>Muraena sp.</i>	29	30	9		68
Corvina	<i>Cilus gilberti</i>		22	11	4	37
Borracho	<i>Startichthys gigas</i>	8	6		14	28
Pez loro	<i>Oplegnathus insignis</i>		10		5	15
Mero	<i>Mycteroptera xenarcha</i>				8	8
Viña	<i>Menticirrhus sp.</i>	8				8
Peje blanco	<i>Caulolatilus affinis</i>	5			2	7
Castañuela	<i>Chromis crusma</i>		5	5		10
Lengüeta	<i>Sympodus sp.</i>	4				4
Anguila común	<i>Ophicthus sp.</i>		2			2
Ojo de uva	<i>Hemilutjanus macrophthalmos</i>			2		2
Pargo	<i>Lutjanus jordani</i>				2	2
Pez diablo	<i>Scorpaena plumieri</i>	2				2
Viuda	<i>Lobotes pacificus</i>				2	2
Doncella	<i>Halichoeres dispilus</i>		1			1
Peje sapo	<i>Sicyases sanguineus</i>				1	1
Tapadera	<i>Urotrygon sp.</i>	1				1
	INVERTEBRADOS	194425	58391	35121	56970	344907
Concha de abanico	<i>Argopecten purpuratus</i>	149948	5722	482	4633	160785
Caracol	<i>Stramonita chocolata</i>	34583	45588	28464	42080	150715
Cangrejo jaiva	<i>Cancer porteri</i>	6664	4710	2513	2855	16742
Almeja	<i>Semele sp.</i>	175	633	1806	3165	5779
Cangrejo peludo	<i>Cancer setosus</i>	1433	589	649	1449	4120
Pulpo	<i>Octopus mimus</i>	1158	383	1206	212	2959
Ancoco	<i>Patallus mollis</i>		510		1805	2315
Calamar	<i>Loligo gahi</i>	233	112		436	781
Chanque	<i>Concholepas concholepas</i>	96	47		252	395
Bábosa	<i>Sinun cymba</i>	63	53	1	53	170
Chiton	<i>Acanthopleura echinata</i>	70			30	100
Lapa	<i>Fissurela sp.</i>		36			36
Cangrejo violáceo	<i>Platyxanthus orbignyi</i>	2	8			10
	MACROALGAS	334	280	380	145	1139
Yuyo	<i>Chondracanthus chamissoi</i>	334	280	380	145	1139
		441572	327836	489550	564670	1823628

### 3.9.2 Banco natural de concha de abanico

En febrero del 2007, bajo una perspectiva ecosistémica, se procesó y analizó la información histórica del banco natural de “concha de abanico” y de la fauna asociada, delimitándose en dicho banco el núcleo, el área de expansión media y el área de expansión máxima (Tabla 15, Fig. 50).

Tabla 15. Delimitación de las áreas de expansión del banco de concha de abanico en área sur de Bahía El Ferrol.

Área	Vértice	Latitud	Longitud
Núcleos	1	09° 09.643'	78° 36.431'
	2	09° 09.543'	78° 36.400'
	3	09° 09.849'	78° 36.021'
	4	09° 10.067'	78° 35.801'
	5	09° 09.834'	78° 35.801'
	6	09° 09.834'	78° 35.460'
	7	09° 09.766'	78° 35.460'
	8	09° 09.766'	78° 35.253'
	9	09° 09.866'	78° 35.253'
	10	09° 09.817'	78° 34.661'
	11	09° 09.703'	78° 34.168'
	12	09° 09.825'	78° 34.044'
	13	09° 10.217'	78° 34.393'
Expansión media	14	09° 09.484'	78° 36.467'
	15	09° 09.484'	78° 36.391'
	16	09° 09.737'	78° 36.111'
	17	09° 09.737'	78° 35.110'
	18	09° 09.856'	78° 35.110'
	19	09° 10.224'	78° 34.510'
	20	09° 09.905'	78° 34.797'
	21	09° 09.446'	78° 34.243'
	22	09° 09.773'	78° 33.832'
Expansión máxima	23	09° 08.898'	78° 37.118'
	24	09° 08.791'	78° 37.118'
	25	09° 08.758'	78° 37.029'
	26	09° 09.084'	78° 36.365'
	27	09° 09.474'	78° 36.332'
	28	09° 09.675'	78° 35.925'
	29	09° 09.675'	78° 34.657'
	30	09° 09.033'	78° 33.928'
	31	09° 09.033'	78° 33.562'

Los tres núcleos determinados, fueron registrados en el borde sur de la bahía, circundados por dos áreas de expansión media y una de expansión máxima. El área ocupada por los núcleos representa aproximadamente 1/5 del área total delimitada para en banco de concha de abanico (Fig. 50).

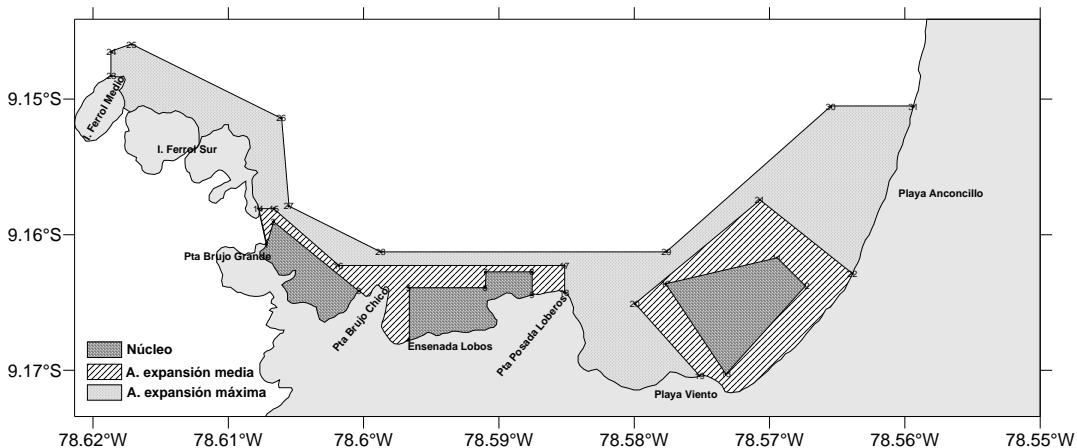


Fig. 50. Delimitación de las áreas de expansión del banco natural de “concha de abanico” al sur de bahía El Ferrol. Febrero 2007

### 3.9.3 Pradera de *Chondracanthus chamussoi* “yuyo”

La macroalga *Chondracanthus chamussoi* “yuyo, cochayuyo” es una rodofita del orden de las gigartinales y constituye una de las algas rojas más abundantes de la Costa Peruana, que viene siendo utilizada como parte de la dieta alimenticia desde la época preinca por los pobladores de las zonas costeras y andinas consumiéndose en estado fresco y/o seco.

En el área de estudio se encuentra habitando las zonas rocosas del intermareal en una extensión aproximada de 5 km (Fig. 51).

Las estadísticas de extracción del recurso en el área de estudio registraron valores de 145 a 380 kg/año en el periodo 2004-2006. Sin embargo, las cifras estarían subestimadas por cuanto existe un grupo importante de buzos pulmoneros que extraen diariamente entre 50 y 80 kg/buzo, información que no es registrada debido a que sus desembarques se realizan por playa.

Como macroalgas acompañantes a *Ch. chamussoi* y que no figuran como especies comerciales se puede citar a *Ahnfeltia durvillaei*, *Ulva* sp., *Cryptopleura cryptoneuron*, *Enteromorpha* sp. y *Coralina officinalis*.

Se destaca la importancia ecológica de *Ch. chamussoi* por ser considerada como un “ingeniero ecosistémico” por ser sustrato, refugio y alimento de una gran variedad de organismos bentónicos y epífitos en un complejo nexo biocenótico. Juveniles de *Argopecten purpuratus* fueron observados entre sus frondas, en sus tallas refugiales dando sustento a lo antedicho.

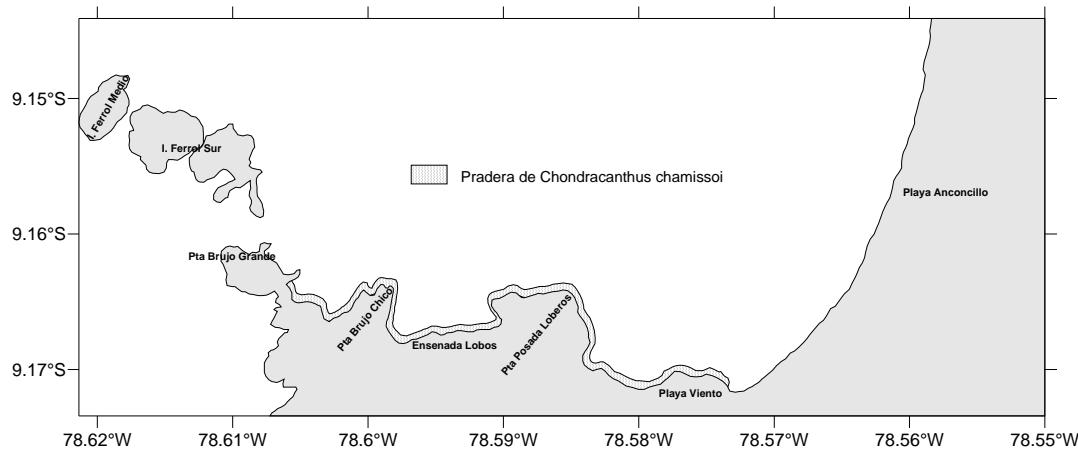


Fig. 51. Delimitación de la pradera de *Ch. chamussoi* “yuyo” en área de estudio.  
Noviembre 2008

### 3.10 ASPECTOS POBLACIONALES

#### 3.10.1 Densidades

Las densidades de concha de abanico en el área de estudio disminuyeron de 4,12 ind./m<sup>2</sup> en marzo del 2007 a 0,98 ind./m<sup>2</sup> en marzo del 2008, luego de lo cual incrementó a 2,03 ind./m<sup>2</sup> en octubre del 2008 debido a un reclutamiento de menor magnitud, encontrándose en la presente evaluación muy disperso y focalizado en pequeñas áreas ubicadas entre Isla Ferrol Sur y Punta Posada de Loberos (Tabla 16).

En almeja y caracol se registraron densidades de 2,00 ind./m<sup>2</sup>, encontrándose la almeja en áreas muy discretas en Punta Brujo Grande y el caracol se encontró en forma muy dispersa y asociado a sustratos de tipo rocosos (Tabla 16).

Tabla 16. Densidad (ind./m<sup>2</sup>) de principales invertebrados comerciales en área sur de bahía Ferrol

Fecha	Concha de abanico	Almeja	Caracol
Mar-07	4,12		
Oct-07	2,51		
Mar-08	0,98		
Oct-08	2,03		
Nov-08	1,61	2,0	2,0

#### 3.10.2 Estructura de tallas

En concha de abanico el rango varió de 4 a 84 mm de altura valvar, presentando una estructura de tallas polimodal con moda importante en 40 mm. La fracción comercial fue de 2,6% (Tabla 17, Fig. 49).

Las tallas de almeja variaron de 31 a 108 mm de longitud valvar, presentando una estructura de tallas polimodal con moda principal en 64 mm. La fracción comercial fue de 16,9% (Tabla 17, Fig. 52).

En caracol las tallas variaron entre 29 y 69 mm de altura peristomial, presentando una estructura de tallas polimodal con moda importante en 43 mm. La fracción comercial fue de 5,4% (Tabla 17, Fig. 49).

Tabla 17. Parámetros bioestadísticos en principales invertebrados del área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

Especie	Rango	Media	Moda	% ≥ TME*
Concha de abanico	4-84	36,6	40	2,6
Almeja	31-108	63,2	64	16,9
Caracol	29-69	45,5	43	5,4

\*TME = talla mínima de extracción

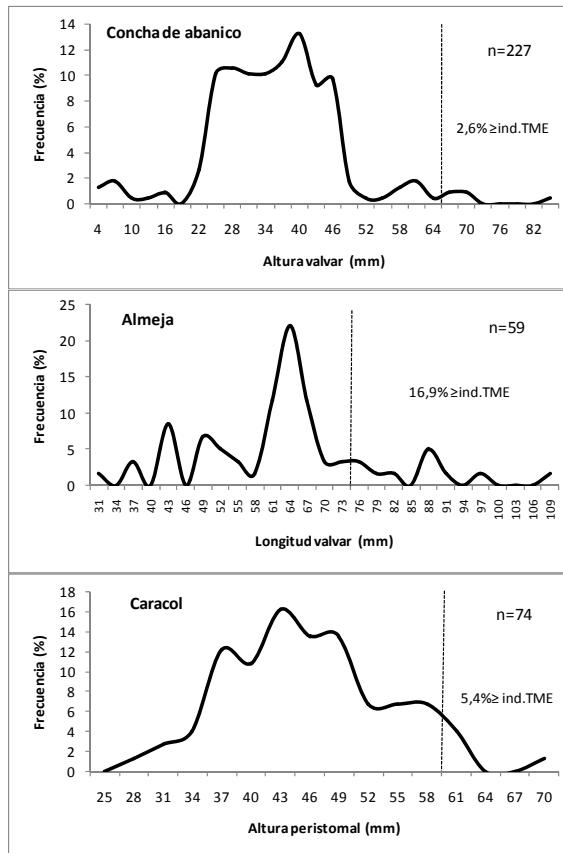


Fig. 52. Estructura de tallas en invertebrados comerciales Noviembre 2008

### 3.10.3 Relación Longitud-Peso

Las funciones que describen la relación Peso-longitud en concha de abanico, almeja y caracol registraron un buen ajuste al modelo potencial, con valores del coeficiente de determinación ( $r^2$ ) mayores que 0,97 (Tabla 18, Fig. 53).

Tabla 18. Constantes de la relación longitud-peso en invertebrados comerciales de área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

Relación	Peso total-talla			
	Especie	a	b	$r^2$
	Concha de abanico	0,000221	2,99311	0,991498
	Almeja	0,000126	3,15159	0,990131
	Caracol	0,000254	2,90547	0,974153

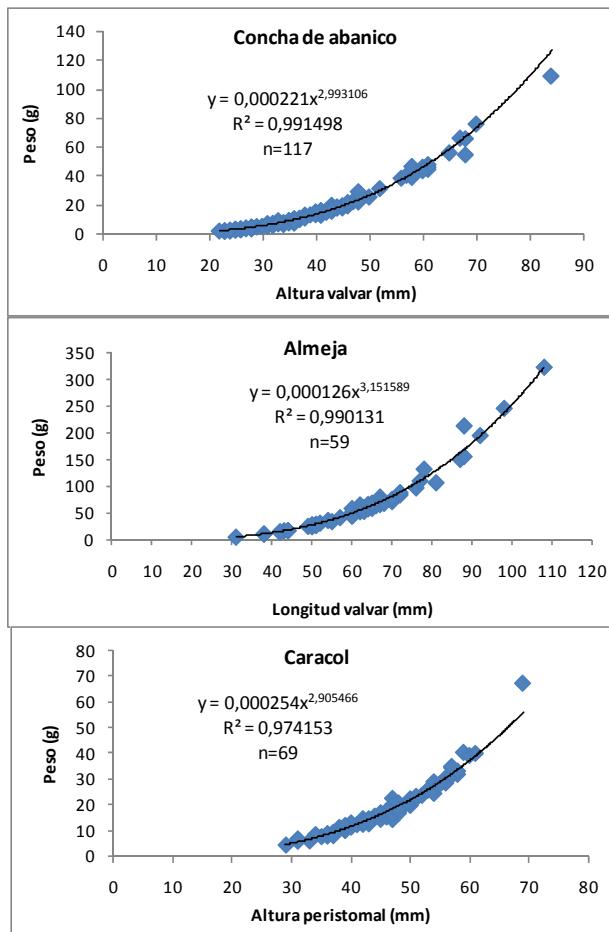


Fig. 53. Relación longitud-peso en invertebrados comerciales del área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

#### 4. CONCLUSIONES

- El área de estudio registra escazas precipitaciones en un año normal, temperaturas del aire dependientes de la TSM y vientos predominantes sur sureste y velocidad que se incrementa hacia finales de año.
- Batimétricamente el relieve del fondo marino presentó un declive suave de este a oeste, mientras que al nor oeste y desde los 10 m se encontró un fuerte declive, conformando dos pequeñas áreas de mayor profundidad.
- El fondo marino presentó sedimentos compuestos principalmente por arena y arena limosa.
- Concentraciones de materia orgánica menores a 10 % se registraron cerca al borde costero frente a Islas Ferrol y Playa Alconcillo; mientras que valores mayores a 10% se focalizaron al centro del área evaluada, frente a Punta Brujo Grande y Ensenada Lobos asociadas a una alta productividad marina registrada en dichas áreas.
- La dirección y velocidad de las corrientes mostró que el agua ingresa a la bahía cerca al fondo y sale por la superficie, flujo que es común en bocanas estrechas como las de bahía El Ferrol.
- A micro escala se presentan vientos locales que influencian en la circulación del agua.
- Los valores medios de oxígeno disuelto en el fondo fueron mayores a 1,0 mL/L; encontrándose valores próximos a 0,5 mL/L debido a la gran turbidez registrada frente a playa El Viento, área donde se distribuye la concha de abanico.
- La concentración promedio de sólidos suspendidos totales no superó lo permitido por la Ley General de Aguas.
- Los indicadores de contaminación orgánica y microbiana fueron bajos y adecuados a los criterios de calidad acuática, no sobrepasaron lo permitido por la LGA para las clases IV, V y VI.
- Los niveles de concentración de plomo y cinc en sedimentos superficiales no superaron los valores estipulados en la Tabla de Protección Costera y Restauración de los EE.UU.
- Los niveles de concentración de cadmio y cobre en sedimentos superficiales superaron los valores estipulados en la Tabla de Protección Costera y Restauración de los EE.UU.
- Las comunidades de la macrofauna benthica presentaron una distribución longitudinal y batimétrica de acuerdo a su ubicación dentro del área, encontrándose menor diversidad y dominancia en las partes costeras y a la inversa en las comunidades que habitan la parte central del área; mientras las partes costeras presentaron una mayor riqueza.
- Los grupos Polychaeta y Echinodermata fueron los de mayor dominancia numérica y en biomasa en las estaciones analizadas.
- Las especies *Ophiocoma* sp., *Magelona phyllisae* y *Cucumaria duviosa* y *Diopatra rhizoicola* fueron las más abundantes y al mismo tiempo las más frecuentes entre estaciones.
- Los recursos que sustentan la pesca artesanal en el área de estudio son pejerrey, lorna, lisa, concha de abanico, caracol y yuyo.
- La densidad media de concha de abanico fue de 1,61 ind./m<sup>2</sup>, y en almeja y caracol fue de 2,0 ind./m<sup>2</sup>.

## REFERENCIAS

- APHA AWWA W. 1995. Stándar methods for the examination of water and wastewater. 17th Edic. Washington. USA.
- BRACK Y MENDIOLA, 2000. Enciclopedia virtual. “Ecología del Perú”. Recuperado el 5 de julio 2007. <http://www.peruecologico.com.pe/libro.htm>
- BALECH, E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Public. Espec. Inst. Español de Oceanogr. España. 310 pp.
- BERRU, P. 2007. Biodiversidad del macrozoobentos asociado a bancos naturales de *Argopecten purpuratus* (Lamarck 1819) y su relación a variables ambientales, en bahía El Ferrol durante marzo y setiembre del 2006. Tesis MsC. UNT. 54 p.
- BERRU, P; A. TRESIERRA y V. GARCÍA. 2007(a). Evaluación poblacional de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” en Isla Santa, Bahía El Ferrol, Bahía Samanco, Los Chimus, Las Salinas y Bahía Tortuga. Marzo 2007. Inf. Int.. Inst. Mar Perú. 61p.
- BERRU, P; A. TRESIERRA y V. GARCÍA. 2007(b). Evaluación poblacional de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” en Isla Santa, Bahía El Ferrol, Bahía Samanco y Bahía Tortuga. Noviembre 2007. Informe interno. Inst. Mar Perú. 67p.
- BERRU, P; A. TRESIERRA y V. GARCÍA. 2008(c). Evaluación poblacional de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” en Isla Santa, Bahía El Ferrol, Bahía Samanco y Bahía Tortuga. Marzo 2008. Informe interno. Inst. Mar Perú. 63p.
- BERRU, P; A. TRESIERRA y V. GARCÍA. 2008(d). Evaluación poblacional de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” en Isla Santa, Bahía El Ferrol, Bahía Samanco y Bahía Tortuga. Octubre 2008. Informe interno. Inst. Mar Perú. 73p.
- CARRIT, D; J. CARPENTER. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in seawater; NASCD report. Journal of Marine Research 24, 286-318.
- CUPP, E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 5:1-237.
- HASLE, G. Y E. E. SYVERTSEN. 1996. Marine diatoms. In: Tomas C. (ed.). Identifying. Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. San Diego. 1-383 pp.
- HENDEY, I. 1964. An introductory account of the smaller algae of British Coastal waters. Part. V. Bacillariophyceae (Diatoms). Her Majesys Stationery Office, London: 317 pp.
- HIDRONAV-5023. 2008 Tablas de mareas. Puertos de la costa del Perú. 115 p.
- HUSTEDT, F. 1930. Die Kieselalgen Deutschlands. Österreichs und der Schweiz mit Becksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeressgebiete. En: L. Rabenhorst (ed). Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 1 Teil. Akat. Verlagsges. Leipzig, Reprint Johnson Rep. Goop, New York 1971: 920 pp.
- KOEPCKE, H.-W & M. 1951. División ecológica de la costa peruana. Ser. Div. Ci. (Dir. “Pesquería y Caza” del Ministerio de Agricultura). 3. pág. 3-23 (de “Pesca y Caza” Nr. 3); Lima.

- KOEPCKE, H.-W & M. 1952. Sobre el proceso de transformación de la materia orgánica en las playas arenosas marinas del Perú. *Publ. Mus. Hist. Natural "Javier Prado"*, Ser. A, 8, 24 pp.; Lima.
- KOEPCKE, H.-W & M. 1953. Die warmen Feuchtwüsten Perus (Eine Einteilung in Lebensstätten unter besonderer Berücksichtigung der Vogel). *Bonn. zool. Beitr.* 4, 1-2, pág. 79-146; Bonn.
- LEY GENERAL DE AGUAS. 2003. Reglamento de los titulos I, II y III del 17752 y sus modificaciones al año 2003 (DSN 003-2003 SA).
- LONG, E.R., D.D. McDONALD, S.L. SMITH, and F.D. CALDER. 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environmental Management* 19(1):81-97.
- MTC E-107. 2000. Manual de ensayo de materiales: análisis granulométrico de suelos por tamizado (EM 2000).
- MTC E-118. 2000. Manual de ensayo de materiales: materia orgánica en suelos (pérdida por ignición) (EM 2000).
- NJS Consultora. 2004. Plan de Recuperación Ambiental de la Bahía El Ferrol. Informe N° 4.
- OCHO A, N. y O. GOMEZ. 1997. Dinoflagelados del mar peruano como indicadores de masas de agua durante los años 1982 a 1985. *Bol. Inst. Mar Perú Vol. 16 N° 2*.
- SCHILLER, J. 1937. Dinoflagellatae (Peridinidae) in Monographischer Behandlung. Rabenhorst, Kryptogamen-Flora 10(3) parte 2. 589 pp.
- SHANNON, C. y M. WEAVER. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press Urbana. 125 pp.
- SOURNIA, A. 1967. Le genre Ceratium (Peridinien Planctonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution à une révision mondiale. *Vie et Milieu*. 18 (2A-A): 375-580 pp.
- STEIDINGER, K. y K. TANGEN. 1997. Dinoflagellates. In: Tomas C. (ed.). Identifying Marine Phytoplankton: Chapter 3. Academic Press, Inc. San Diego. 387-584 pp.
- STRICKLAND J. AND T. PARSON. 1972. Practical Handbook of Seawater Analysis. Fisheries Board of Canada Ottawa. Bulletin 167.
- UNESCO. 1981. Programa de plancton para el Pacífico Oriental. Informes de la UNESCO sobre ciencias del mar. Callao 11 :25-26.
- WALSH PERÚ S.A. 2006. Evaluación del estudio de impacto ambiental (EIA) y social del proyecto de prospección sísmica 2D y 3D, gravimetría y muestreo de fondo marino en el lote Z-36.
- WEBERBAUER, A. 1923. Mapa fitogeográfico de los Andes Peruanos, entre 5 y 17 grados de L.S. Lima. (Übersetzung aus Petermanns Geog.. mitt., Gotha 1922).

## **PARTICIPANTES**

Coordinación general	Juan Rubio Rodríguez Pedro Berrú Paz
Geomorfología y ecosistemas	Pedro Berrú Paz
Cartografía Meteorología y climatología Bativetría Sedimentos y materia orgánica	Luis Escudero Pedro Berrú Paz Jairo Calderón Pedro Berrú Paz
Variables oceanográficas -Temperatura, oxígeno, salinidad -Corrientes marinas -Mareas -Turbidez, vientos, transparencia, nutrientes	Víctor García Nolazco Luis Pizarro, Armando Crispín Pedro Berrú Paz Víctor García Nolazco
Calidad acuática -pH, sólidos suspendidos, aceites y grasas -DBO, coliformes -Metales pesados en sedimentos	Víctor García Nolazco Rita Orozco Moreyra Manuel Guzmán Roca
Plancton	Pedro Berrú Paz
Macrobentos	Luis Quipuzcoa Pedro Berrú Paz
Recursos que sustentan la pesca	Pedro Berrú Paz
Bancos naturales	Pedro Berrú Paz
Aspectos poblacionales	Pedro Berrú Paz

# ANEXOS

Anexo 1. Análisis de sedimentos en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

ESTACION	FECHA	TIPO DE SUELO ANALIZADO	CANTIDAD DE MAT. ORG (%)	GRANULOMETRIA		
				GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)
E-01	NOV 2008	Arena limosa mal graduada color Gris verdoso claro 6/10y (gley 1) Presenta restos de algas	13,44	0,00	93,53	6,47
E-03	NOV 2008	Arena Limosa mal graduada color Gris verdoso oscuro 4/10y (gley 1) Presenta restos de algas	11,31	0,00	89,05	10,95
E-05	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso oscuro 4/10y (gley 1) Presenta restos calcáreos	2,18	0,00	98,61	1,39
E-07	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos calcáreos	2,22	1,13	98,80	0,07
E-08	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	2,92	0,00	98,80	1,20
E-09	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso oscuro 4/10y (gley 1) Presenta restos de algas	2,95	0,00	98,47	1,53
E-10	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso oscuro 4/10y (gley 1) Presenta restos de algas	11,46	0,00	98,13	1,87
E-11	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	10,42	0,00	96,05	3,95
E-12	NOV 2008	Arena Limosa mal graduada Color Gris verdoso 5/ 5GY (gley 1) Presenta restos de algas	12,45	0,00	94,77	5,23
E-13	NOV 2008	Arena Limosa mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	9,72	0,00	90,15	9,85
E-16	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	12,55	0,00	97,41	2,59
E-18	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos calcáreos	4,00	0,40	98,59	1,01
E-19	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	11,87	0,00	97,01	2,99
E-20	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	19,67	0,00	98,49	1,51
E-21	NOV 2008	Arena Limosa mal graduada Color Gris verdoso 5/ 5GY (gley 1) Presenta restos de algas	14,16	0,00	94,75	5,25
E-23	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	12,65	0,00	97,55	2,45
E-25	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso oscuro 3/10y (gley 1) Presenta restos calcáreos y de algas	18,29	5,54	94,46	0,00
E-26	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	21,65	0,00	98,52	1,48
E-27	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso oscuro 4/10y (gley 1) Presenta restos calcáreos y de algas	7,43	38,30	59,76	1,94
E-29	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso oscuro 4/10y (gley 1) Presenta restos de algas	10,62	0,00	98,26	1,74
E-31	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso oscuro 4/10y (gley 1) Presenta restos de algas	11,28	0,00	97,77	2,23
E-33	NOV 2008	Arena Limosa mal graduada Color Gris verdoso claro 6/10y (gley 1) Presencia de material orgánico	14,71	0,00	94,65	5,35
E-34	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso oscuro 4/10y (gley 1) Presencia de material orgánico	18,38	0,00	98,02	1,98
E-35	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/ 5GY (gley 1) Presencia de material orgánico	16,28	0,00	97,66	2,34
E-37	NOV 2008	Arena Limosa mal graduada Color Gris verdoso claro 6/10y (gley 1) Presenta restos calcáreos	3,37	39,62	59,67	0,71
E-39	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/ 5GY (gley 1) Presenta restos calcáreos	4,00	0,00	99,23	0,77
E-41	NOV 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	13,40	0,00	97,67	2,33

**Anexo 2. Variables geográficas y físico-químicas del área sur de bahía  
Ferrol. Noviembre 2008**

Estación	Hora	Fecha	Coordenadas		Fondo (m)	Nivel (m)	Salinidad (ups)	Transparencia (m)	Corrientes marinas		Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	Oxígeno (mL/L)	Vientos	
			Latitud	Longitud					v (cm/s)	Dir (°)				v (cm/s)	Dir (°)
1	08:10	10-11-08	9° 08' 40,7"	78° 33' 50,4"	6,5	0	34,962	2,1	5,2	309	15,7	2,41	2,63	2,3	360
3	09:25	10-11-08	9° 09' 30,0"	78° 34' 11,7"	6,5	0	34,979	2,8	5,7	360	15,1	1,72	2,06	4,5	360
5	10:35	10-11-08	9° 10' 03,2"	78° 34' 14,8"	3,5	0	34,984	1,7	2,0	134	15,3	3,93	2,43	2,8	15
7	11:10	10-11-08	9° 09' 31,1"	78° 34' 01,5"	4,2	0	34,985	1,6	6,9	24	15,4	2,54	2,12	3,2	20
8	11:47	10-11-08	9° 09' 25,2"	78° 33' 47,6"	3,5	0	34,981	1,7	8,7	24	15,3	3,22	1,65	4,9	20
10	07:51	11-11-08	9° 08' 44,9"	78° 34' 36,7"	9,0	0	34,973	2,5	3,2	94	15,2	1,30	2,51	2,7	350
11	08:34	11-11-08	9° 08' 55,9"	78° 34' 12,1"	8,3	0	34,968	2,3	6,5	357	14,8	2,07	1,93	2,7	350
12	09:17	11-11-08	9° 09' 12,4"	78° 34' 39,6"	8,8	0	34,991	3,2	2,8	305	14,9	1,21	2,42	0,0	180
13	09:52	11-11-08	9° 09' 37,7"	78° 34' 38,6"	7,3	0	34,980	2,4	3,4	311	14,9	2,16	1,60	1,8	160
15	10:46	11-11-08	9° 10' 02,4"	78° 34' 40,3"	5,2	0	34,981	2,2	0,8	357	15,6	2,23	1,63	1,4	220
17	11:30	11-11-08	9° 09' 49,4"	78° 35' 05,3"	4,5	0	34,948	1,8	3,1	359	15,5	5,81	3,82	2,1	105
18	07:40	12-11-08	9° 08' 44,3"	78° 35' 27,4"	12,0	0	34,956	2,0	13,1	271	15,6	1,52	4,35	2,9	350
20	08:38	12-11-08	9° 09' 12,3"	78° 35' 29,7"	12,0	0	34,998	2,5	5,1	261	15,4	1,13	4,41	4,0	350
21	09:18	12-11-08	9° 09' 23,6"	78° 35' 08,3"	10,0	0	34,995	2,7	3,3	57	15,2	1,19	3,46	3,6	340
22	10:04	12-11-08	9° 09' 39,2"	78° 35' 33,2"	10,0	0	34,955	2,7	8,3	93	15,7	1,03	5,24	1,4	355
25	11:20	12-11-08	9° 09' 58,2"	78° 35' 37,6"	5,8	0	34,999	2,2	6,9	259	15,9	1,72	3,59	8,0	60
26	07:35	13-11-08	9° 08' 54,4"	78° 35' 56,4"	15,0	0	34,843	1,1	16,3	198	17,8	2,48	6,32	1,2	5
27	08:22	13-11-08	9° 09' 17,5"	78° 35' 56,7"	13,0	0	34,865	1,5	12,4	187	16,6	2,13	4,57	3,1	20
28	09:04	13-11-08	9° 09' 38,9"	78° 35' 53,9"	11,0	0	34,852	1,8	10,0	180	16,3	2,36	4,63	1,0	20
31	10:18	13-11-08	9° 09' 53,0"	78° 36' 07,1"	5,0	0	34,833	1,5	7,1	210	16,5	1,77	5,57	0,1	160
34	11:39	13-11-08	9° 08' 44,1"	78° 36' 17,7"	18,0	0	34,827	1,8	9,5	77	17,7	1,82	7,63	1,8	40
35	07:40	14-11-08	9° 08' 42,2"	78° 37' 05,7"	30,0	0	34,847	1,5	8,7	246	16,9	1,87	7,21	3,0	360
37	09:05	14-11-08	9° 08' 56,9"	78° 36' 45,5"	19,0	0	34,847	1,5	4,4	194	17,4	1,89	7,82	6,2	330
38	09:39	14-11-08	9° 09' 03,2"	78° 36' 38,3"	10,0	0	34,857	1,6	5,2	212	17,0	1,78	8,12	9,7	80
40	10:35	14-11-08	9° 09' 30,7"	78° 36' 26,3"	20,0	0	34,901	1,6	6,3	272	16,2	2,06	6,82	6,3	10
41	11:14	14-11-08	9° 09' 35,2"	78° 36' 16,5"	17,0	0	34,890	1,4	4,5	303	17,1	2,13	7,04	3,6	40
Superficie				Promedio	34,931	2,0	6,5	217	16,0	2,13	4,29	3,2	179		
Fondo				Mínimo	34,827	1,1	0,8	24	14,8	1,03	1,60	0,0	5		
				Máximo	34,999	3,2	16,3	360	17,8	5,81	8,12	9,7	360		

Anexo 3. Concentración de nutrientes en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

Estación	Latitud			Longitud			Nivel (m)	Fosfatos (µmol/L)	Silicatos (µmol/L)	Nitratos (µmol/L)	Nitritos (µmol/L)	Clorofila "a" (µg/L)
	g	mm	ss	g	mm	ss						
1	9° 08'	40,7		78° 33'	50,4"		0	4,06	26,61	3,88	6,86	1,45
					6		3,57	30,88	2,33	9,45	3,49	
3	9° 09'	30,0"		78° 34'	11,7"		0	3,28	27,81	5,74	6,23	1,34
					6		3,37	29,09	1,94	10,24	3,69	
5	9° 10'	03,2"		78° 34'	14,8"		0	4,11	30,54	4,30	7,46	1,16
					3		4,50	31,39	3,80	7,61	1,70	
8	9° 09'	25,2"		78° 33'	47,6"		0	4,11	26,19	3,23	7,65	0,65
					3		4,21	26,78	3,07	7,80	1,76	
10	9° 08'	44,9"		78° 34'	36,7"		0	3,42	26,27	4,67	7,52	8,58
					8		3,28	29,60	1,88	9,51	3,44	
11	9° 08'	55,9"		78° 34'	12,1"		0	3,33	26,53	2,13	8,69	4,88
					7,5		3,18	28,75	2,06	9,36	4,73	
12	9° 09'	12,4"		78° 34'	39,6"		0	2,84	13,99	1,36	7,04	3,36
					8		3,37	28,58	1,78	9,24	5,50	
13	9° 09'	37,7		78° 34'	38,6"		0	3,18	30,71	1,89	9,34	1,27
					6,5		2,98	32,50	4,81	9,78	2,63	
15	9° 10'	02,4"		78° 34'	40,3"		0	3,28	29,17	1,81	9,51	0,26
					4		3,33	46,32	7,68	9,41	0,62	
18	9° 08'	44,3"		78° 35'	27,4"		0	2,30	23,54	6,54	4,31	3,49
					11		3,08	33,18	3,32	9,26	2,22	
20	9° 09'	12,3"		78° 35'	29,7"		0	2,40	17,15	2,04	5,41	14,67
					11		3,42	35,23	4,19	9,45	1,99	
21	9° 09'	23,6"		78° 35'	08,3"		0	2,64	24,05	3,51	7,29	7,31
					9		3,47	31,39	2,01	9,24	6,61	
22	9° 09'	39,2"		78° 35'	33,2"		0	1,96	22,52	1,71	4,18	9,76
					9		3,08	31,05	1,41	8,86	3,31	
25	9° 09'	58,2"		78° 35'	37,6"		0	2,20	43,25	13,74	4,03	3,77
					5		2,35	33,86	9,15	4,85	9,51	
26	9° 08'	54,4"		78° 35'	56,4"		0	1,27	47,17	2,38	0,21	27,64
					14		3,23	19,87	7,80	9,30	18,60	
27	9° 09'	17,5"		78° 35'	56,7"		0	2,64	27,04	4,54	3,78	10,07
					12		3,67	26,95	0,59	10,16	1,50	
28	9° 09'	38,9"		78° 35'	53,9"		0	2,54	45,46	3,64	4,79	5,48
					10		3,23	16,55	8,91	8,72	2,82	
31	9° 09'	53,0"		78° 36'	07,1"		0	1,71	15,01	3,97	2,53	18,03
					4		2,25	33,10	1,44	2,63	16,53	
34	9° 08'	44,1"		78° 36'	17,7"		0	1,22	33,27	12,06	0,19	10,95
					17		3,67	31,90	3,01	9,63	1,65	
35	9° 08'	42,2"		78° 37'	05,7"		0	1,27	4,78	2,46	0,19	16,79
					29		3,72	8,44	0,25	11,58	1,45	
37	9° 08'	56,9"		78° 36'	45,5"		0	1,17	1,88	1,93	0,21	14,72
					18		3,72	54,08	0,20	10,76	1,42	
38	9° 09'	03,2"		78° 36'	38,3"		0	1,12	34,46	1,94	0,10	14,21
					9		2,35	27,04	7,15	4,16	12,97	
40	9° 09'	30,7"		78° 36'	26,3"		0	1,32	11,09	0,74	0,33	16,27
					19		3,91	53,74	7,10	10,49	1,78	
41	9° 09'	35,2"		78° 36'	16,5"		0	1,61	27,72	3,41	0,19	15,50
					16		3,52	5,80	3,39	9,63	1,73	
Promedio Superficie							2,46	25,68	3,90	4,50	8,49	
Mínimo Fondo							1,12	1,88	0,74	0,10	0,26	
Máximo Fondo							4,11	47,17	13,74	9,51	27,64	
Promedio Máximo							3,35	30,25	3,72	8,80	4,65	
Mínimo Máximo							2,25	5,80	0,20	2,63	0,62	
Promedio Máximo							4,50	54,08	9,15	11,58	18,60	

Anexo 4. Algunos indicadores de la calidad del agua marina en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

Estación	Latitud			Longitud			Nivel (m)	Temperatura (°C)	pH	SST* (mg/L)	Aceites y grasa (mg/L)
	g	mm	ss	g	mm	ss					
1	9° 08'	40,7"		78° 33'	50,4"		0	15,7	7,76	58,50	0,80
							6	14,9	7,68	53,00	
3	9° 09'	30,0"		78° 34'	11,7"		0	15,1	7,76	32,50	0,70
							6	14,5	7,74	36,00	
5	9° 10'	03,2"		78° 34'	14,8"		0	15,3	7,64	43,50	0,71
							3	15,1	7,62	28,50	
7	9° 09'	31,1"		78° 34'	01,5"		0	15,4	...	...	...
							3,5	14,9	...	...	
8	9° 09'	25,2"		78° 33'	47,6"		0	15,3	7,64	46,00	0,70
							3	14,6	7,63	26,50	
10	9° 08'	44,9"		78° 34'	36,7"		0	15,2	7,74	49,50	1,20
							8	14,4	7,66	32,00	
11	9° 08'	55,9"		78° 34'	12,1"		0	14,8	7,74	63,50	0,61
							7,5	14,5	7,68	80,00	
12	9° 09'	12,4"		78° 34'	39,6"		0	14,9	7,74	38,50	0,40
							8	14,6	7,71	26,50	
13	9° 09'	37,7"		78° 34'	38,6"		0	14,9	7,74	24,00	0,40
							6,5	14,5	7,72	41,00	
15	9° 10'	02,4"		78° 34'	40,3"		0	15,6	7,72	30,00	0,70
							4	14,5	7,68	33,00	
17	9° 09'	49,4"		78° 35'	05,3"		0	15,5	...	...	...
							4	14,8	...	...	
18	9° 08'	44,3"		78° 35'	27,4"		0	15,6	7,90	16,50	0,62
							11	14,4	7,66	49,00	
20	9° 09'	12,3"		78° 35'	29,7"		0	15,4	7,91	28,00	0,60
							11	14,4	7,67	36,50	
21	9° 09'	23,6"		78° 35'	08,3"		0	15,2	7,85	52,00	0,20
							9	14,4	7,68	55,50	
22	9° 09'	39,2"		78° 35'	33,2"		0	15,7	7,99	39,00	0,40
							9	14,5	7,70	46,00	
25	9° 09'	58,2"		78° 35'	37,6"		0	15,9	7,90	65,50	0,50
							5	15,4	7,89	68,50	
26	9° 08'	54,4"		78° 35'	56,4"		0	17,8	8,16	28,00	0,10
							14	14,5	7,65	21,50	
27	9° 09'	17,5"		78° 35'	56,7"		0	16,6	7,91	16,50	0,20
							12	14,5	7,64	14,00	
28	9° 09'	38,9"		78° 35'	53,9"		0	16,3	7,90	14,00	0,20
							10	14,6	7,65	19,50	
31	9° 09'	53,0"		78° 36'	07,1"		0	16,5	8,08	20,00	0,10
							4	16,0	7,97	18,50	
34	9° 08'	44,1"		78° 36'	17,7"		0	17,7	8,21	20,50	0,20
							17	14,8	7,64	25,50	
35	9° 08'	42,2"		78° 37'	05,7"		0	16,9	8,13	25,50	0,30
							29	14,4	7,69	16,00	
37	9° 08'	56,9"		78° 36'	45,5"		0	17,4	8,16	58,50	0,20
							18	14,5	7,67	25,00	
38	9° 09'	03,2"		78° 36'	38,3"		0	17,0	8,13	15,50	0,20
							9	15,7	7,85	16,00	
40	9° 09'	30,7"		78° 36'	26,3"		0	16,2	8,08	17,00	0,60
							19	14,5	7,69	21,50	
41	9° 09'	35,2"		78° 36'	16,5"		0	17,1	8,15	59,50	0,20
							16	14,7	7,83	34,00	
Promedio							16,0		...	35,92	0,45
Superficie		Mínimo					14,8	7,64	14,00	0,10	
Máximo							17,8	8,21	65,50	1,20	
Fondo		Promedio					14,7		...	34,31	
Fondo		Mínimo					14,4	7,62	14,00		
Fondo		Máximo					16,0	7,97	80,00		

**Anexo 5. Indicadores de contaminación microbiológica en muestreo por mar del área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008**

ESTACIÓN	LATITUD g mm ss	LONGITUD g mm ss	NIVEL (m)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	COLIFORMES TOTALES (NMP/100 mL)	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP/100 mL)
1	9° 08' 40,7"	78° 33' 50,4"	0	4,00	3,0 x 10	3,0 x 10
3	9° 09' 30,0"	78° 34' 11,7"	0	1,22	3,0 x 10	3,0 x 10
5	9° 10' 03,2"	78° 34' 14,8"	0	1,39	3,0 x 10	3,0 x 10
8	9° 09' 25,2"	78° 33' 47,6"	0	0,57	3,0 x 10	3,0 x 10
10	9° 08' 44,9"	78° 34' 36,7"	0	3,18	3,0 x 10	3,0 x 10
11	9° 08' 55,9"	78° 34' 12,1"	0	2,12	3,0 x 10	3,0 x 10
12	9° 09' 12,4"	78° 34' 39,6"	0	2,45	3,0 x 10	3,0 x 10
13	9° 09' 37,7"	78° 34' 38,6"	0	2,12	4,0 x 10	3,0 x 10
15	9° 10' 02,4"	78° 34' 40,3"	0	5,06	3,0 x 10	3,0 x 10
18	9° 08' 44,3"	78° 35' 27,4"	0	1,06	3,0 x 10	3,0 x 10
20	9° 09' 12,3"	78° 35' 29,7"	0	3,51	3,0 x 10	3,0 x 10
21	9° 09' 23,6"	78° 35' 08,3"	0	2,45	43,0 x 10	4,0 x 10
22	9° 09' 39,2"	78° 35' 33,2"	0	4,98	3,0 x 10	3,0 x 10
25	9° 09' 58,2"	78° 35' 37,6"	0	5,47	93,0 x 10	21,0 x 10
26	9° 08' 54,4"	78° 35' 56,4"	0	2,20	7,0 x 10	4,0 x 10
27	9° 09' 17,5"	78° 35' 56,7"	0	2,29	9,0 x 10	9,0 x 10
28	9° 09' 38,9"	78° 35' 53,9"	0	2,12	3,0 x 10	3,0 x 10
31	9° 09' 53,0"	78° 36' 07,1"	0	2,45	15,0 x 10	4,0 x 10
34	9° 08' 44,1"	78° 36' 17,7"	0	4,24	3,0 x 10	3,0 x 10
35	9° 08' 42,2"	78° 37' 05,7"	0	3,02	4,0 x 10	3,0 x 10
37	9° 08' 56,9"	78° 36' 45,5"	0	4,08	3,0 x 10	3,0 x 10
38	9° 09' 03,2"	78° 36' 38,3"	0	3,43	3,0 x 10	3,0 x 10
40	9° 09' 30,7"	78° 36' 26,3"	0	2,45	3,0 x 10	3,0 x 10
41	9° 09' 35,2"	78° 36' 16,5"	0	2,94	23,0 x 10	23,0 x 10
Promedio				2,87	10,3 x 10	5,0 x 10
Mínimo				0,57	3,0 x 10	3,0 x 10
Máximo				5,47	93,0 x 10	23,0 x 10

Anexo 6. Abundancia relativa de la comunidad fitoplanctónica en área sur de bahía Ferrol.  
Noviembre 2008

Estación	1	3	4	7	10	11	13	14	18	20	21	23	26	27	29	31	34	35	38	40	41
Volumen (ml/m <sup>3</sup> )	0,6	0,4	0,6	0,4	1,2	1,0	0,6	0,8	1,4	1,6	1,0	1,2	1,6	1,2	1,4	1,2	1,2	1,8	1,6	1,2	1,2
TSM(°C)	15,7	15,1	14,8	15,4	15,2	14,8	14,9	15,1	15,6	15,4	15,2	15,8	17,8	16,6	16,0	16,5	17,7	16,9	17,0	16,2	17,1
<b>Silicoflagelado</b>																					
<i>Dichyota fibula</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Distephanus crux</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	2	1	0	1	3	2	3	3	3	3	2	3	3
<b>DIATOMAS</b>																					
<i>Actinophtychus splendens</i>	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Actinocyclus octonarius</i>	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amphora ovalis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	0	1	1	0	0	0	2	0	2	2	2	2	2	2	2	0	3	0	2	2	2
<i>Asteromphalus heptactis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aulacodiscus kittoni</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bacteriadrum delicatulum</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0
<i>Biddulphia alternans</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caliprella robusta</i>	0	1	2	1	2	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus centralis</i>	2	3	4	3	3	3	3	3	2	1	1	0	2	2	2	0	2	2	0	0	1
<i>Coscinodiscus granii</i>	2	2	1	0	0	2	0	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0
<i>Chaetoceros affinis</i>	0	1	0	0	0	1	2	1	2	3	2	0	2	3	2	2	0	3	2	2	1
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	2	1	2	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0
<i>Chaetoceros debillis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros decipiens</i>	2	0	3	2	2	2	4	3	3	3	2	1	1	2	2	2	0	3	1	1	0
<i>Chaetoceros didymus</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	2	3	2	2	1	2	2	2	2	3	0	0	0	0	2	0	2	2	3	2	0
<i>Chaetoceros simplex</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyclotella sp.</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cylindrotheca closterium</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>Detonula pumila</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Ditylum brightwellii</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Entomoneis alata</i>	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eucampia zooidiacus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2	0	2	0	1	2	0	0	0	0	1
<i>Gosslerella tropica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0
<i>Grammatophora marina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Guinardia delicatula</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gyrosigma hippocampus</i>	1	3	0	1	2	2	0	0	1	0	1	2	1	1	0	2	2	2	1	1	1
<i>Gyrosigma balticum</i>	0	0	4	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lauderia anulata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leptocylindrus danicus</i>	0	0	0	0	2	2	1	0	2	3	1	2	3	4	3	3	2	3	2	3	2
<i>Lithodesmium undulatum</i>	3	4	3	1	0	3	2	3	2	1	2	0	1	0	3	2	0	3	3	0	2
<i>Navicula sp.</i>	0	2	1	1	1	1	1	1	1	2	0	1	1	1	0	2	0	2	0	3	2
<i>Planktoniella sol</i>	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pleurosigma angulatum</i>	0	3	3	3	2	0	2	1	1	0	2	2	2	1	1	2	2	0	2	2	2
<i>Podosira stilligera</i>	0	0	0	0	3	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Pseudonitzschia c.f. pungens</i>	0	2	2	1	0	0	2	1	1	1	0	0	0	2	0	3	0	0	1	2	0
<i>Proboscia alata</i>	1	2	2	1	1	2	2	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>	0	0	3	1	0	2	0	3	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Rhizosolenia setigera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Rhizosolenia stolterfothi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Roperia tesellata</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stephanopyxis turris</i>	0	1	3	1	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Skeletonema costatum</i>	3	4	3	0	4	2	4	0	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	0	3	0
<i>Thalassiosira rotula</i>	3	4	3	2	2	2	3	1	3	3	3	3	0	2	0	2	2	2	3	1	3
<i>Thalassiosira subtilis</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Thalassionema nitzschioideum</i>	0	2	3	3	2	0	2	1	2	2	2	1	2	3	2	3	2	3	2	1	2
<b>DINOFLAGELADOS</b>																					
<i>Ceratium buceros</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium falcatum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium furca</i>	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	2	2	2	1	1	2
<i>Ceratium fusus</i>	2	2	2	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ceratium tripos</i>	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
<i>Ceratium dens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dimophysia caudata</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gonyaulax sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Protoceratium micans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium conicum</i>	2	2	3	2	1	1	2	1	1	2	0	1	1	2	2	0	2	0	3	0	1
<i>Protoperidinium claudicans</i>	2	2	0	1	0	1	0	0	2	1	1	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0
<i>Protoperidinium crassipes</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium depressum</i>	2	0	1	2	2	0	3	0	0	0	1	0	1	1	2	1	1	1	3	1	1
<i>Protoperidinium divergens</i>	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium leonis</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium longipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium oceanicum</i>	1	3	1	0	0	0	0	1	2	1	0	1	2	0	0	3	2	1	2	2	0
<i>Protoperidinium obtusum</i>	2																				

## Anexo 7. Análisis cuantitativo de la comunidad fitoplanctónica en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

Estación	1	3	4	7	10	11	13	14	18	20	21	23	26	27	29	31	34	35	38	40	41
Volumen (m³/m³)	0,6	0,4	0,6	0,4	1,2	1,0	0,6	0,8	1,4	1,6	1,0	1,2	1,6	1,2	1,4	1,2	1,2	1,8	1,6	1,2	1,2
TSM(°C)	15,7	15,1	14,8	15,4	15,2	14,8	14,9	15,1	15,6	15,4	15,2	15,8	17,8	16,6	16,0	16,0	16,5	17,5	16,9	17,0	16,2
<b>Silicoflagelado</b>																					
Dichyota fibula	0	0	0	0	2717	0	0	0	0	6037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11772	9961
Distephanus crux	0	0	0	0	3924	0	2415	0	17507	7848	0	6641	22638	10564	17507	19922	16601	23544	12375	8452	16601
<b>DIATOMAEAS</b>																					
<i>Actinophycus splendens</i>	3622	0	0	3622	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Actinococcus octonarius</i>	3924	0	0	0	0	0	0	6641	0	0	4226	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amphora ovalis</i>	0	0	2717	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22638	0	0	0	0	0	0
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	0	2717	3320	0	0	0	7244	0	13583	18110	11470	12677	13583	12375	15394	9357	0	28977	0	13583	9659
<i>Asteromphalus heptactis</i>	0	0	0	0	0	0	0	2717	0	4528	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aulaciscus kittori</i>	906	0	0	0	0	0	0	0	5735	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bacterium delicatulum</i>	0	0	4829	0	0	0	0	0	7546	3520	10564	0	6339	0	0	0	0	0	15696	0	0
<i>Biardia alternans</i>	1207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calyptraea robusta</i>	0	2113	3622	2415	13583	4829	5433	2415	4226	0	5735	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus centralis</i>	7546,03	8452	15959,7	6641	19318	19620	9659	5433	16299	6641	5131	0	16601	6942	15956	0	11470	19620	0	0	6641
<i>Coscinodiscus granii</i>	9055	6037	3622	0	0	12677	0	7546	6339	0	0	10564	0	0	0	0	11168	0	0	0	7848
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0	1811	0	0	0	0	0	0	7848	0	6339	6037	0	0	5735	0	12375	0	0	0	0
<i>Chaetoceros affinis</i>	0	1811	0	0	0	6037	6339	4226	7546	25657	12375	0	18714	19620	15092	10866	0	25657	19016	13583	6339
<i>Chaetoceros curvatus</i>	0	0	4226	0	6339	0	0	0	5433	5735	12074	6339	0	0	14488	6641	0	0	0	9357	0
<i>Chaetoceros debile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22638	10564	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros decipiens</i>	7244	0	12677,3	6942	12979	10564	12375	11470	25657	24751	12677	6641	10866	13583	14790	12375	0	28977	9961	6037	0
<i>Chaetoceros diptymus</i>	0	5433	0	0	0	0	0	0	17205	16601	0	0	0	0	0	0	25355	28977	0	0	0
<i>Chaetoceros lorenzenianus</i>	6339	5131	7546,03	6339	5433	9659	6942	6942	16903	27468	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros simplex</i>	0	4528	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5433	6942
<i>Cyclotella sp.</i>	0	0	6037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7848	4528
<i>Cylindrotheca closterium</i>	0	1811	0	0	0	0	0	6641	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8150	4528	0
<i>Detonula pumila</i>	20525,2	12677	17808,6	11168	28071	26864	14187	15696	35919	93293	25657	28373	43163	29580	32023	28373	27468	42256	38363	27769	26864
<i>Ditylum brightwelli</i>	16601,3	12074	10866	25657	25657	13885	15394	35611	38636	24449	28071	42560	28675	30184	27468	25657	40749	37730	27166	26260	12979
<i>Entomoneis alata</i>	0	0	17205	16601	0	15696	0	0	4226	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eucampia zooidicus</i>	0	0	0	0	5131	0	0	0	8150	3520	10564	0	19620	0	4528	10564	0	0	0	0	4226
<i>Glossierella tropica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13885	0	4226	
<i>Grammatophora marina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4528	0	9357	0	11470	0	0	6037	0	0	6339	0	0
<i>Guinardia delicatula</i>	0	0	0	0	0	0	0	4226	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Gyrosigma hippocampus</i>	4528	5433	0	1811	9357	12074	0	0	9055	0	4226	12375	9055	5735	0	12375	11470	11772	5735	3924	6037
<i>Gyrosigma balticum</i>	0	0	16601,3	3320	0	0	0	3924	0	0	10263	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lauderia annulata</i>	0	0	0	2717	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27669	0	0	0	0	0	0
<i>Leptocyclidium danicum</i>	0	0	0	0	13583	11772	3622	0	17507	19318	6339	10564	30184	26260	24449	20827	12979	33504	16903	16601	12979
<i>Lithodesmium undulatum</i>	17205	7546	11168,1	2415	0	18412	6942	8753	16299	9659	11470	0	10564	0	22638	13583	0	25355	22336	0	10866
<i>Navicula sp.</i>	0	3622	3924	2717	6339	5433	3230	3230	7244	18110	0	11772	9659	5433	0	12979	0	19016	0	0	11168
<i>Planktoniella sol</i>	2717	1811	0	1811	0	0	0	3018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pleurosigma angulatum</i>	0	6037	9659	7848	10654	0	6942	2717	0	17507	10564	12074	9357	4629	15394	9357	0	15996	16903	12375	0
<i>Podosira stilligera</i>	0	0	0	91	0	2415	0	0	9055	0	0	5735	0	0	0	0	0	0	0	0	3520
<i>Pseudonitzschia c.f. pungens</i>	0	3924	8150	2717	0	0	5433	3924	6942	9357	0	0	0	1056	0	21129	0	0	9357	11772	0
<i>Proboscia alata</i>	2415	3320	6339	1509	5131	12375	5131	2415	0	0	4226	0	0	7546	8753	0	0	0	0	0	
<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>	0	0	10262,6	1811	0	60	0	11470	3200	8150	0	0	8452	0	0	5433	0	0	3924	0	
<i>Rhizosolenia setigera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4528	0	0	0	7546	5131	
<i>Rhizosolenia stolterfothi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5735	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	0	1509	0	0	0	0	0	7848	0	0	0	0	0	0	7546	0	0	0	0	0	
<i>Roperia tessellata</i>	5734,98	0	0	0	4528	0	2113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stephanopix palmeriana</i>	0	4226	0	0	0	0	5735	0	0	21166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stephanopix turris</i>	0	1207	9357	1207	1814	0	0	7244	0	0	0	0	0	0	0	14790	0	0	0	0	0
<i>Skeletonema costatum</i>	15967,03	12735	9659	0	26864	11772	13583	0	25657	28675	24147	19318	32297	27468	28373	24751	19620	26664	0	0	20526
<i>Thalassiosira rotula</i>	14790,2	11470	12735,5	3924	11772	11470	10564	3924	23845	28977	18412	0	20525	0	13885	12375	1207	25657	9659	19620	0
<i>Thalassiosira subtilis</i>	23543,6	12677	17808,6	10238	27669	25657	14484	15696	36221	25053	23737	43767	28977	34712	28675	27468	46275	40749	27468	25657	0
<i>Thalassionema nitzschioidea</i>	0	5433	9961	7848	9659	0	6641	3622	13885	17205	11168	6339	14790	19620	9659	20827	4528	23242	14488	6641	12375
<b>DIINFLAGELADOS</b>																					
<i>Ceratium buceros</i>	0	906	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1811	0	0	0	0	0
<i>Ceratium falcatum</i>	0	604	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium furca</i>	7546,03	2415	4528	3320	4226	3320	906	1811	3320	4226	4528	0	3320	0	5735	7546	7546	11772	3320	3018	9357
<i>Ceratium fusus</i>	6339	2113	4829	906	2415	4528	1207	0	0	3320	0	0	4528	0	0	0	0	0	0	6339	
<i>Ceratium tripos</i>	0	1509	1207	0	1811	0	0	1509	0	0	0	0	0	0	0	2717	0	0	0	0	0
<i>Dimorpha caudata</i>	0	0	0	1207	2113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gonyaulax sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2415	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Procentrum micans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4528	3622	0
<i>Protoperidinium concum</i>	6037	5131	1207	4528	2717	4829	6641	1811	2717	6641	0	4226	2415	12677	10866	0	8753	0	20525	0	
<i>Protoperidinium claudicans</i>	6942	4528	0	2717	0	3622	0	0	4829	4829	0	3924	0	0	12375	0	0	0	0	3924	0
<i>Protoperidinium crassipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	7848	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Protoperidinium depressum</i>	7244	0	1811,05	3924	9357	0	9357	0	0	0	3018	0	4829	3320	9357	5433	5735	3622	22034	3320	4829
<i>Protoperidinium divergens</i>	27769,4	0	906	1207	0	0	0	3320													

## Anexo 8. Densidad ( $N^{\circ}/m^2$ ) de macrobentos muestreado con draga en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

## Anexo 9. Densidad ( $N^{\circ}/m^2$ ) de macrobentos muestreado con cuadrado en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

Anexo 10. Biomasa ( $\text{g/m}^2$ ) de macrobentos muestreado con draga en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

Anexo 11. Biomasa ( $\text{g/m}^2$ ) de macrobentos muestreado con cuadrado en área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

## Anexo 12. Análisis nodal para el reordenamiento de especies y muestras obtenidas del área sur de bahía Ferrol. Noviembre 2008

## Flora y fauna representativa del área de estudio



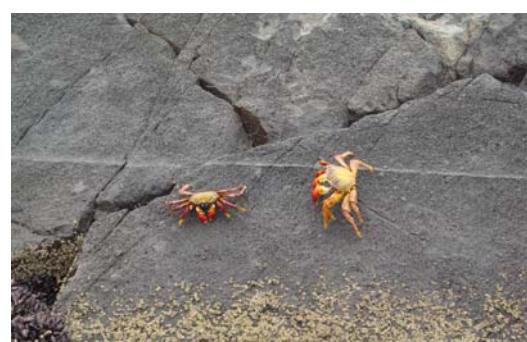
*Numenius phaeopus* “zarapito trinador”



*Phalacrocorax olivaceus* “cuervo de mar”



Gaviotas y garzas compartiendo hábitat



*Grapsus grapsus* “cangrejo de las rocas”



*Cucumaria duviosa* “pepino”



*Argopecten purpuratus* “concha de abanico”



*Chondracanthus chamussoi* “yuyo”



*Rhodymenia flabellifolia* “algas rojas”