

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DRAGADO PARA LA EXTENSIÓN DEL CANAL DE ACCESO HASTA PUERTO CUATREROS, PROVINCIA DE BUENOS AIRES.

## CAPÍTULO 4 – LÍNEA DE BASE AMBIENTAL

### INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>2. MEDIO FÍSICO</b>	<b>8</b>
<b>2.1 CLIMATOLOGÍA</b>	<b>8</b>
2.1.1 Clima regional	8
2.1.2 Análisis Climatológico del Área de Estudio	9
<b>2.2 GEOLOGÍA DEL ESTUARIO Y SECTORES ALEDAÑOS</b>	<b>21</b>
2.2.1 Estratigrafía	21
2.2.2 Estructuras	24
2.2.3 Geomorfología	24
2.2.4 Peligrosidad Geológica	40
<b>2.3 OCEANOGRAFÍA</b>	<b>41</b>
2.3.1 Hidrodinámica del Estuario	41
2.3.2 Corrientes	41
2.3.3 Mareas	43
2.3.4 Viento	45
2.3.5 Dinámica de los Sedimentos	48
<b>2.4 CALIDAD DEL AGUA Y DE LOS SEDIMENTOS DEL ESTUARIO</b>	<b>62</b>
2.4.1 Introducción	62

2.4.2	Análisis de Tendencias de los Contaminantes en el Interior del Estuario	64
2.4.3	Análisis de Calidad de Agua y Sedimentos en el Área de Influencia Directa	80
<b>2.5</b>	<b>HIDROLOGÍA</b>	<b>108</b>
<b>2.6</b>	<b>HIDROGEOLOGÍA</b>	<b>113</b>
2.6.1	Acuíferos Principales	113
2.6.2	Sedimentología y Estratigrafía	114
2.6.3	Régimen Hidráulico	116
2.6.4	Hidrodinámica del Agua Subterránea	116
<b>2.7</b>	<b>PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO</b>	<b>118</b>
2.7.1	Caracteres Distintivos de los Depósitos Continentales en la Zona de Bahía Blanca	118
2.7.2	Caracteres Distintivos de los Depósitos Marinos del Estuario de Bahía Blanca	118
<b>3.</b>	<b>MEDIO BIÓTICO</b>	<b>120</b>
<b>3.1</b>	<b>COMUNIDADES BIOLÓGICAS</b>	<b>120</b>
3.1.1	Vegetación	120
3.1.2	Bentos	127
3.1.3	Plancton	137
3.1.4	Recursos de Importancia Biológica (Peces y Crustáceos Pelágicos)	150
3.1.5	Reptiles	171
3.1.6	Aves	174
3.1.7	Mamíferos	182
<b>3.2</b>	<b>ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS</b>	<b>185</b>
<b>4.</b>	<b>MEDIO ANTRÓPICO</b>	<b>188</b>
<b>4.1</b>	<b>JURISDICCIONES Y ASENTAMIENTOS INVOLUCRADOS</b>	<b>188</b>
<b>4.2</b>	<b>ASPECTOS SOCIODEMOGRÁFICOS</b>	<b>189</b>
4.2.1	Población y Densidad	189
4.2.2	Estructura de la Población según Sexo y Edad	191
4.2.3	Migración	193
4.2.4	Aspectos Educativos	194
4.2.5	Cobertura de Salud	195
4.2.6	Aspectos Habitacionales	196

4.2.7	Pobreza	200
<b>4.3</b>	<b>ASPECTOS ECONÓMICOS</b>	<b>203</b>
4.3.1	Mercado de Trabajo	203
4.3.2	Estructura Productiva	205
<b>4.4</b>	<b>ASPECTOS TERRITORIALES</b>	<b>209</b>
4.4.1	Usos del Espacio	209
4.4.2	Ordenamiento Territorial	221
4.4.3	Modelo Territorial Deseado	222
<b>4.5</b>	<b>INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTOS</b>	<b>231</b>
4.5.1	Infraestructura de Transporte	231
4.5.2	Infraestructura de Servicios	235
4.5.3	Equipamientos Urbanos	237
<b>4.6</b>	<b>PATRIMONIO HISTÓRICO, ARQUEOLÓGICO Y/O CULTURAL</b>	<b>242</b>
4.6.1	Introducción	242
4.6.2	Metodología	244
4.6.3	El Patrimonio del Área: Antecedentes	245
4.6.4	Relevamiento de campo	256
<b>5.</b>	<b>ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL</b>	<b>268</b>
<b>5.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>268</b>
<b>5.2</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>268</b>
<b>5.3</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS SENSIBLES</b>	<b>270</b>
5.3.1	Perspectiva Biológica	270
5.3.2	Perspectiva Antrópica	279
5.3.3	Zonas Ambientalmente Sensibles	283
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>284</b>

## CAPÍTULO 4 – LÍNEA DE BASE AMBIENTAL

### 1. INTRODUCCIÓN

El área de estudio está ubicada en el extremo sur de la provincia de Buenos Aires, formando un intrincado conjunto de tierras planas poco elevadas, desatancándose la presencia de islas y bancos, entre los cuales se desarrollan planicies y canales de marea generalmente de poca profundidad. También incluye playas de arena en algunos sectores con mayor influencia marina, salinas, dunas costeras y bañados de agua salobre (Di Giacomo, 2005).



**Figura 1.** Estuario de Bahía Blanca, Bahía Falsa y Bahía Verde. Definida como AII (Ver Anexo II – Mapa Área de Influencia Indirecta) en el Capítulo 2.

El Derrotero Argentino (Servicio de Hidrografía Naval, 2000) define este sector como un brazo angosto de mar comprendido entre Punta Pehuén-Có al NE y Punta Laberinto al SO. Tal como se mencionó anteriormente, la zona se caracteriza por una densa red de canales, separados por islas y llanuras de mareas. En esta zona se encuentran las bahías Blanca, Falsa y Verde, las cuales forman una gran cantidad de bancos e islas bajas y anegadizas rodeadas de pantanos y cangrejales.

De estas islas, la Trinidad es la más alta (no sobrepasa los 20 m). Entre esta y Monte Hermoso existen una serie de bancos y bajo fondos que son los que forman la barra situada a la entrada de Bahía Blanca. Las Bahías Falsa y Verde que la siguen hacia el sur están también limitadas por bancos e islas bajas con contornos poco precisos; los bancos de la Isla Verde son tan poco profundos que hacen que durante las bajamares la isla se convierta en una península. Lo mismo ocurre con los bancos y los litorales de las islas que desaparecen durante las pleamares (Carvalloto, consultado en 2011).

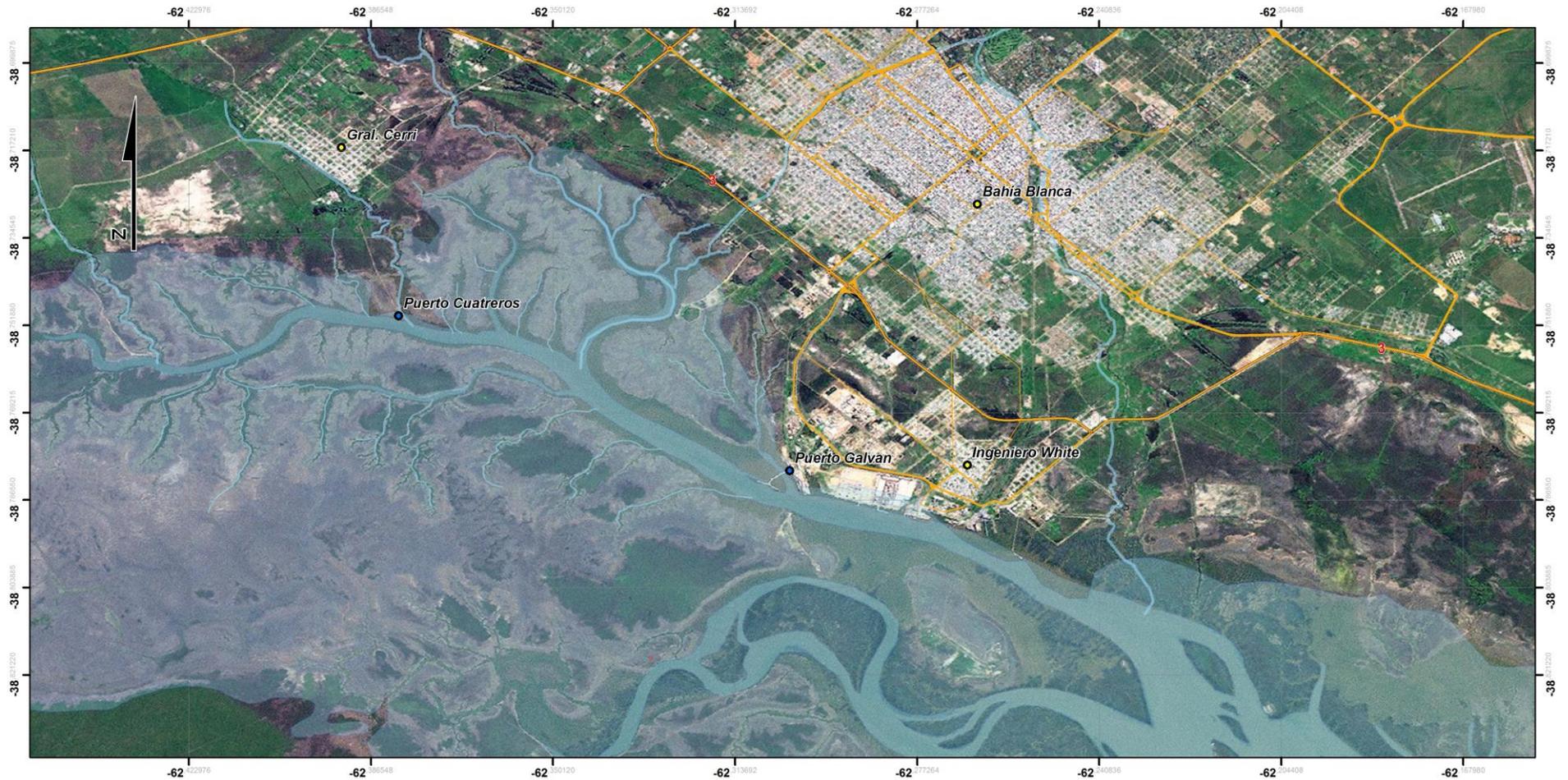
Según Carvalloto (consultado en 2011), Teruggi et al. (1959) describen a esta zona como una costa en construcción, sin barrancas, fangosa, anegadiza, y sin depósitos arenosos, constituida por un limo arcilloso gris oscuro en el que se han desarrollado grandes cangrejales. Perillo (1989) menciona que el área de Bahía Blanca se encuentra en un avanzado estado de retroceso debido a la falta de aportes sedimentarios, tanto de los ríos como desde la plataforma interior. Sin embargo, Kokot (2004) señala a este sector como un área de acumulación marina.

Toda esta zona forma parte de la Reserva de Usos Múltiples Bahía Blanca, Bahía Falsa y Bahía Verde, perteneciente a los Departamentos Bahía Blanca, Villarino y Coronel de Marina L. Rosales. La misma fue declarada mediante la Ley N° 12101/98 y funciona desde el año 1998 como reserva provincial costera-marino incluyendo las aguas alrededor de las tierras emergentes.

El litoral norte del sistema, puntualmente donde se ubica el proyecto (Figura 2), queda por fuera de la reserva, y allí se ubican los puertos Cuatros, Galván, Ingeniero White, General Belgrano y Rosales, desde los cuales se desarrollan actividades de pesca artesanal, petroquímica e hidrocarburos, carga y descarga de cereales y maniobras de las Armada Argentina. Bordeando a la costa norte corre el Canal principal de Navegación que es utilizado para el acceso a dichos puertos y posee profundidades que permiten la navegación de barcos de hasta 45' de calado.

Las playas de estas tierras tienen intermareales fangosos que alternan cangrejales (*Chasmagnathus granulata* y *Cyrtograpsus spp.*) y espartillos (*Spartina spp.*) y jume (*Sarcocornia perennis*).

En tierras más altas aún con influencia de las mareas extremas, se desarrolla una estepa salobre compuesta por jumes, cachiyuyo (*Atriplex montevidensis*) y matas de falsa vidriera (*Allenrolfea vaginata*) entre otras. En zonas altas sin influencia de las mareas se desarrollan matorrales dominados por el palo azul (*Cyclolepis genistoides*) o fruto de víbora (*Licium chilense*), y ejemplares aislados de molle (*Shinus longifolius*) y chirriador (*Chuquiraga erinacea*). También se desarrollan pastizales de cola de zorro (*Pappophorum subbulbosum*), flechillas (*Stipa papposa*) y en suelos muy salobres de pelo de chancho (*Distichlis spp.*).



**Figura 2.** Sector interior del estuario de Bahía Blanca. Definida como AID (Ver Anexo II – Mapa Área de Influencia Directa) en el Capítulo 2.

Respecto de los asentamientos poblacionales contenidos dentro del AID se identifican la localidad de General Daniel Cerri, la localidad de Ingeniero White y, a más de 10 km al noreste del Puerto Cuatrerros, la localidad de Bahía Blanca (Figura 2).

El puerto Cuatrerros, integra el Área Portuaria Bahía Blanca, también denominada Puerto Bahía Blanca. En el marco del proceso ligado a la descentralización y desestatización del sistema portuario argentino a comienzos de la década del 90 se sanciona la Ley Nacional N° 24.093. Esta norma estableció, además de la transferencia de los puertos del estado nacional al orden provincial correspondiente, que los puertos de Buenos Aires, Bahía Blanca, Quequén, Rosario y Santa Fe debían constituirse en sociedades de derecho privado o entes públicos no estatales (artículo 12). Así, a través de la Ley Provincial N° 11.414, la administración y explotación del área portuaria Bahía Blanca queda bajo la órbita del creado Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca, ente de derecho público no estatal, constituyéndose en el primer puerto autónomo del país en 1993. Según lo reclama la normativa, en la organización del grupo gestor deben participar todos los sectores ligados a la temática portuaria. Sin embargo, en la práctica el CGPBB no tiene injerencia sobre las actuaciones del muelle de Cuatrerros, estando el mismo ocupado por el Club de Pesca y Náutica General Daniel Cerri.

## **2. MEDIO FÍSICO**

El medio físico, es la componente del medio natural que engloba los elementos abióticos, es decir, que no forman parte de los seres vivos. En este sentido, para la descripción de los ecosistemas resulta fundamental la descripción de los factores abióticos, los cuales están asociados con la influencia de los componentes físico-químicos del medio, y en última instancia condicionan el desarrollo de los componentes bióticos.

De este modo, en el presente punto se lleva a cabo la descripción del clima, la geología, la geomorfología, la edafología, la hidrogeología y la hidrología. Dado que una parte fundamental del proyecto se realizará en el estuario de Bahía Blanca, las características hidrológicas y sedimentológicas del mismo han sido descriptas en detalle.

### **2.1 CLIMATOLOGÍA**

El clima está compuesto por la interacción de una serie de factores, tales como la temperatura, humedad, luz solar, viento y presión atmosférica. A su vez, estas variables atmosféricas se encuentran condicionadas en mayor o menor medida por diferentes aspectos de la zona analizada, entre los que se destacan la ubicación geográfica, la topografía, la proximidad a zonas montañosas, la proximidad a grandes cuerpos de agua, las corrientes oceánicas, los suelos y la vegetación, entre otros. El clima, aun en estado relativamente estático es, por lo tanto, sumamente complejo y varía ampliamente de un lugar a otro.

Para una primera revisión breve del clima en el área del Proyecto se describirán las características generales esperadas en el sitio dada su ubicación geográfica (clima Regional). Luego, se presenta un análisis climático local detallado del área a partir de datos provistos por el Servicio Meteorológico Nacional.

#### **2.1.1 Clima regional**

El estuario de Bahía Blanca está emplazado en el Suroeste de la provincia de Buenos Aires. Por su posición latitudinal (entre 30° S y 40° S) el estuario está incluido en la zona de clima templado, con valores anuales medios de temperatura comprendidos entre 14 y 20 °C y estaciones térmicas bien diferenciadas (Capelli de Steffens y Campo de Ferreras, 2004). Ello implica que los veranos e inviernos son rigurosos y las estaciones intermedias más benignas. Sin embargo, en este área se encuentran dos masas de aire diferentes: una marítima, cálida y húmeda del atlántico sur; y otra fría, que llega desde el pacífico sur y se vuelve seca al pasar por la región Patagónica (Bróndolo y Bazan, 2000). Así, esta circulación de aire define un clima de transición entre el clima cálido y húmedo del este de la provincia de Buenos Aires y el clima frío y seco que predomina en la Patagonia (Bróndolo et al., 1994), confiriéndole al área una alta variabilidad.

El clima de la región está dominado por los centros anticiclónicos semipermanente del Atlántico y Pacífico Sur, a ambos lados del sur de Sudamérica. Particularmente, el estuario de Bahía Blanca está afectado por diversos estados de tiempo, que se manifiestan con caracteres netamente diferenciados según su origen. Se identifican en la región el Pampero, la Sudestada y el viento Norte. Estos flujos de aire dominantes de distintas direcciones e intensidad influyen en forma directa en el oleaje y la altura de las mareas que se observan en el estuario (Capelli de Steffens y Campo de Ferreras, 2004).

Sin embargo, la acción del anticiclón del Atlántico es la que afecta más directamente la región de estudio, provocando que si bien los fenómenos antes mencionados pueden ocurrir, los vientos en la región son marcadamente predominantes del Norte y el Oeste (Scian, 2010).

A escala Regional y según la clasificación que le concede el sistema de Köppen (Bs) el área corresponde a un “clima seco de estepa de latitudes medias con limitantes hídricas”. La característica particular de presentar limitantes hídricas implica que los valores anuales de pérdida de agua por las plantas (evapotranspiración) son superiores a la incorporación de agua en el sistema a través de las precipitaciones (Scian, 2010). Las precipitaciones presentan un descenso marcado de Oeste a Este que se hace más leve y vuelve a subir al acercarse a la costa. En este último sector, que incluye al área de estudio del Proyecto, las precipitaciones van desde los 400 a los 800 mm anuales siguiendo un gradiente creciente desde el sudoeste hacia el noreste (Scian, 2010).

### 2.1.2 Análisis Climatológico del Área de Estudio

Para el presente análisis se utilizaron los datos provenientes de la estación meteorológica del aeropuerto de Bahía Blanca (Bahía Blanca Aero), ubicada a 38,44° de latitud sur y 62,1° de longitud oeste, 12 km al este de la ciudad de Bahía Blanca y aproximadamente a unos 15 km del área de estudio. Si bien las condiciones climáticas analizadas en el presente informe y las operantes en la zona del Proyecto pueden no ser idénticas, dada la cercanía de las áreas es procedente extrapolar los resultados de dicho análisis a la zona de influencia.

En base a los datos extremos y medios mensuales registrados en la estación meteorológica durante el período 1991 - 2000, se analizaron las siguientes variables:

- **Temperatura.** Análisis de datos promedio con información mensual y anual; máxima y mínima extremas (mensuales).
- **Precipitación.** Análisis de datos promedios con información de frecuencias; distribución; períodos de sequía; variaciones del régimen pluvial; precipitación anual; precipitación promedio mensual (expresada en mm); intemperismos severos (frecuencia de tormentas, heladas, granizadas y nevadas).
- **Humedad Relativa.** Análisis de datos promedios con información mensual; máxima y mínima extremas.
- **Presión Atmosférica.** Análisis de datos promedios con información mensual.
- **Eventos críticos.** Análisis de datos promedio con información mensual.
- **Velocidad y dirección del viento.** Análisis de datos promedio anuales (frecuencia, orientación y velocidad media); frecuencia de calmas.
- **Cielos.** Cantidad de días medios (anuales y mensuales) con cielo cubierto y claro.
- **Evapotranspiración y balance hídrico.** En base a los datos de temperaturas y precipitaciones se calculó la evapotranspiración (potencial y real) y se confeccionó un balance hídrico.

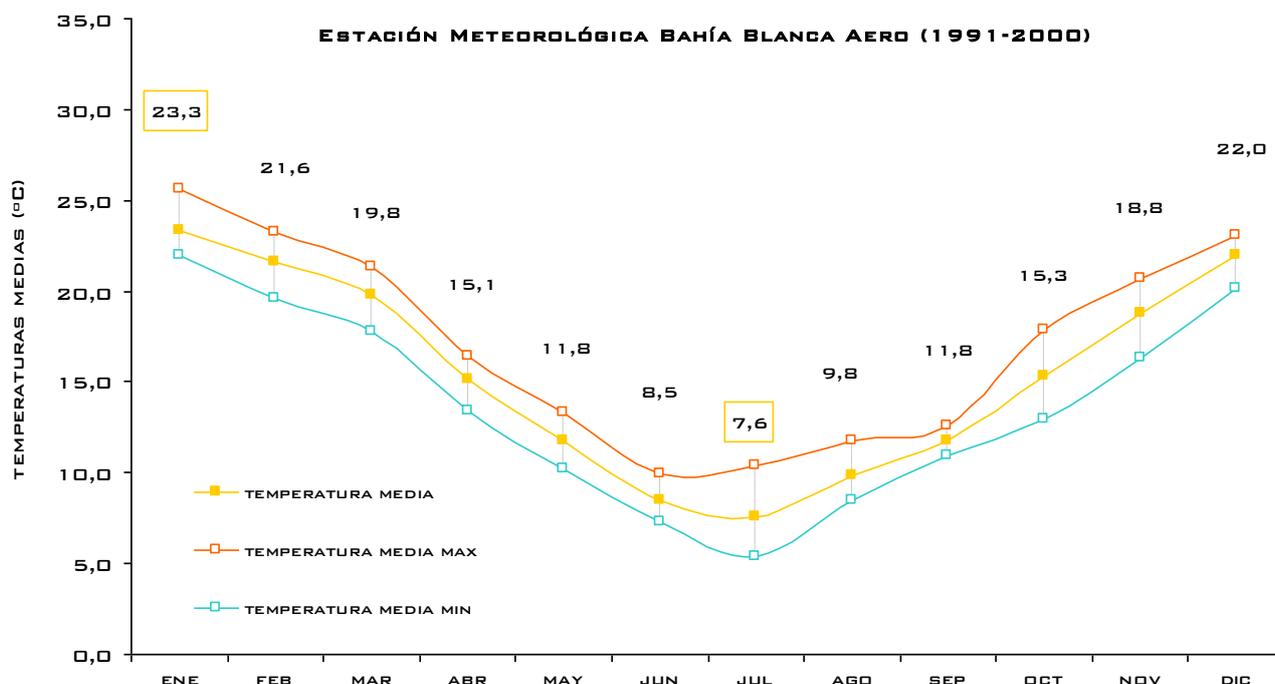
A partir de análisis de los datos anteriores se clasificará el clima del área de estudio en base a los criterios de Thornthwaite y de Köppen.

### 2.1.2.1 Temperatura

La temperatura es una medida de la intensidad del calor y la misma juega un papel fundamental como condicionante para el desarrollo de los organismos vivos, determinando en parte la presencia o no en una determina zona de una comunidad específica.

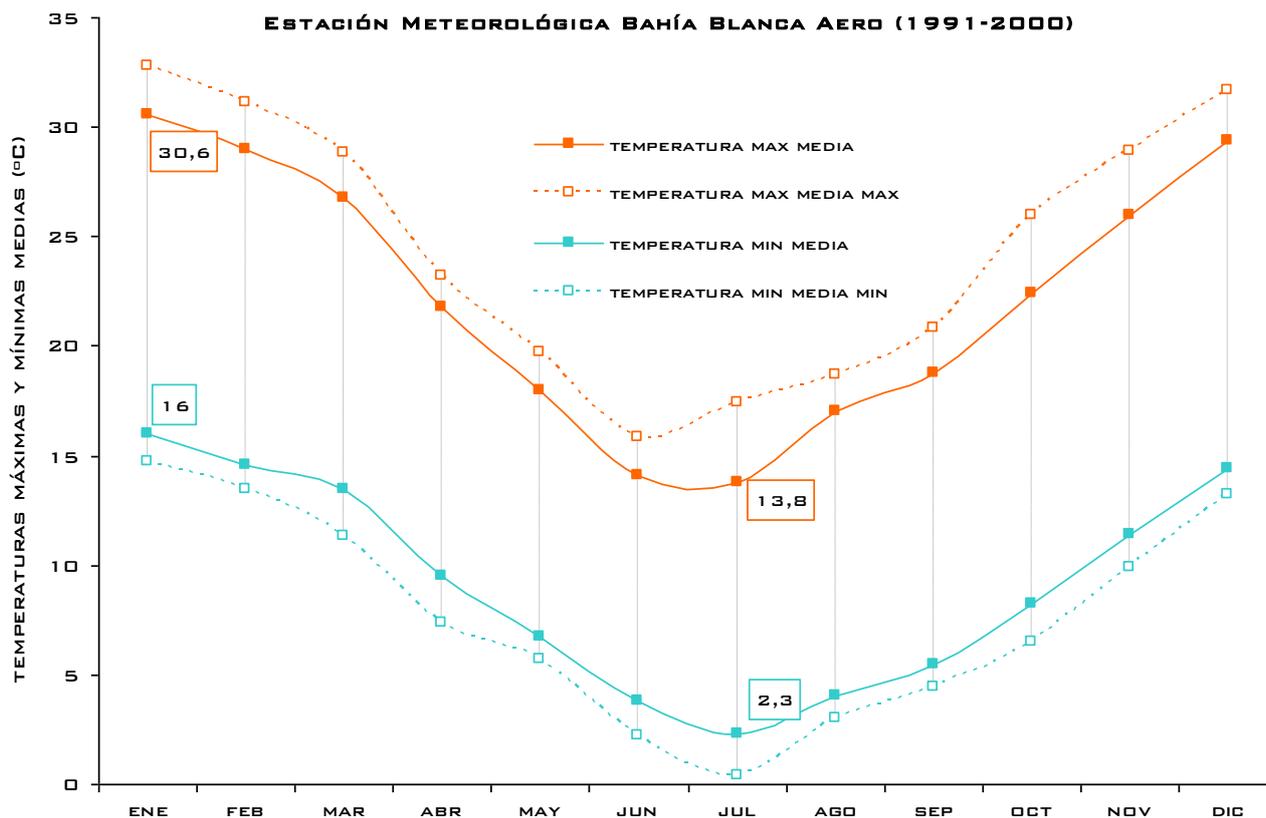
La cantidad de energía solar recibida, en cualquier región del planeta, varía con la hora del día, con la estación del año y con la latitud. Estas diferencias de radiación originan, principalmente, las variaciones de temperatura. Por otro lado, la temperatura puede variar debido a la distribución de distintos tipos de superficies y en función de la altura.

En la Figura 3 puede observarse la marcha mensual de la temperatura media, destacándose que la misma sigue un ritmo estacional, el cual es típico de las zonas templadas. La temperatura media del mes de enero se encuentra en el entorno de los 23 °C, siendo este el mes más cálido. La menor temperatura media se alcanza en el mes de julio y es cercana a los 8 °C.



**Figura 3.** Marcha mensual de las temperaturas medias, medias máximas y medias mínimas. Se indican los valores para las temperaturas medias mensuales y se resaltan los valores más alto y más bajo. Fuente: Elaboración propia en base a datos del SMN para la estación Bahía Blanca Aero en el período 1991-2000.

En cuanto a las temperaturas máximas y mínimas medias se observa que siguen el mismo patrón estacional que las temperaturas medias siendo enero el mes con mayor temperatura máxima media, con un valor de 30,6 °C y julio el mes con menor temperatura mínima media con 2,3 °C (Figura 4). También puede observarse que en ningún mes del año se registran temperaturas mínimas medias con valores bajo cero (Figura 4).



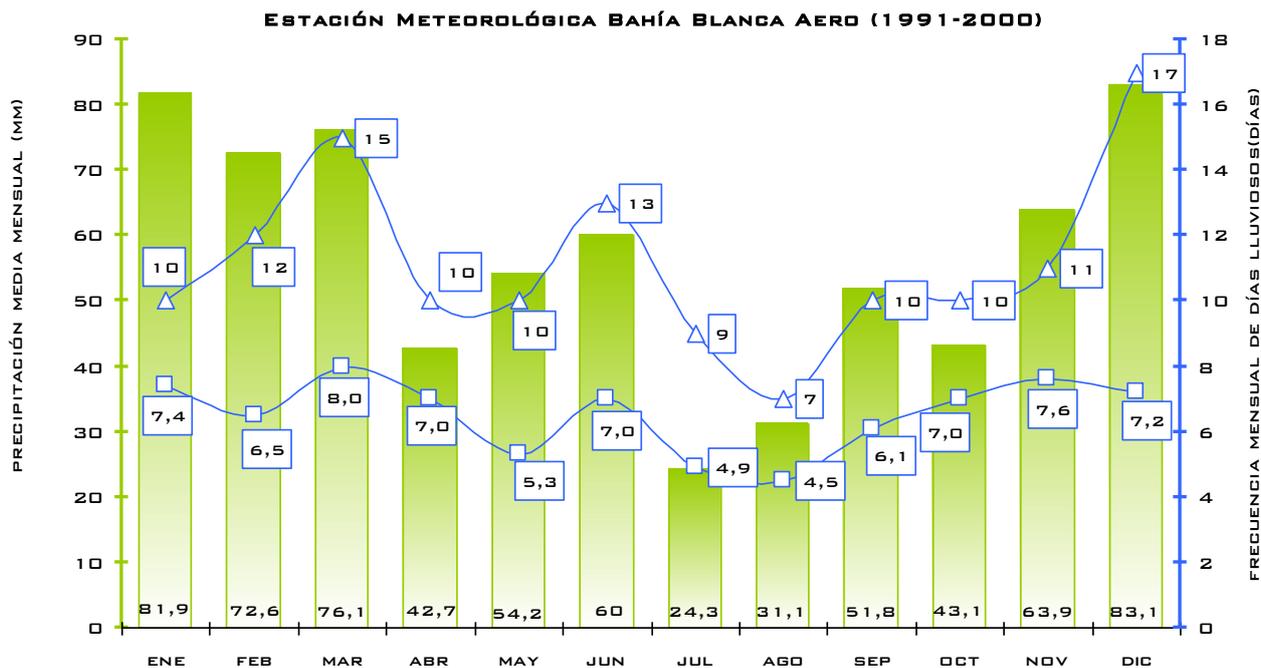
**Figura 4.** Marcha mensual de las temperaturas máximas y mínimas (medias y máximas para las temperaturas máximas; y medias y mínimas para las temperaturas mínimas). Se resaltan los valores más altos y más bajos para las temperaturas mínimas medias y máximas medias. Fuente: Elaboración propia en base a datos del SMN para la estación Bahía Blanca Aero en el período 1991-2000.

En cuanto a los valores extremos registrados en el área durante el período la menor temperatura absoluta corresponde al mes de julio de 1995 con un valor de  $-8,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mientras que la máxima absoluta se alcanzó durante el mes de enero de 1997, siendo de  $40,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 2.1.2.2 Precipitación

Las precipitaciones son cualquier tipo de agua recogida en la superficie terrestre, incluyendo por tanto la lluvia, el granizo y la nieve. El estudio de las precipitaciones es fundamental dentro de cualquier estudio climatológico, siendo además uno de los principales aspectos que pueden condicionar la realización de una obra en una zona determinada.

El valor medio anual de precipitaciones acumuladas es de  $684,9\text{ mm}$ , y la frecuencia media anual (la cantidad de días con precipitaciones mayores a los  $0,1\text{ mm}$ ) es de  $78,5$  días. Los valores de precipitaciones acumuladas presentan un patrón estacional bien marcado, siendo mayores para los meses más cálidos (entre noviembre y marzo) y menores para los meses más fríos (entre abril y octubre). Diciembre y enero son los meses más húmedos alcanzando un valor medio mensual de  $83,1$  y  $81,9\text{ mm}$ , respectivamente. Julio es el mes más seco con un valor medio de  $24,3\text{ mm}$ .



**Figura 5.** Precipitaciones medias mensuales acumuladas (barras, valores indicados en la base) y frecuencia mensual de días con precipitaciones (líneas, media indicada con cuadrados y máxima con triángulos). Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Bahía Blanca Aero. Período 1991-2000.

En cuanto a las frecuencias de días con precipitaciones, no se observa una estacionalidad clara (el rango de días lluviosos es de entre aproximadamente 5 y 8 días para todos los meses). Sin embargo, julio, el mes más seco, presenta la menor frecuencia media mensual (4,9 días), y marzo, uno de los meses más húmedos, la mayor (8,0 días) (Figura 5). Así mismo, puede verse que la máxima ocurrencia media de días lluviosos (17) se registra durante el mes más húmedo del año y es muy superior la de los otros meses (diciembre, Figura 5).

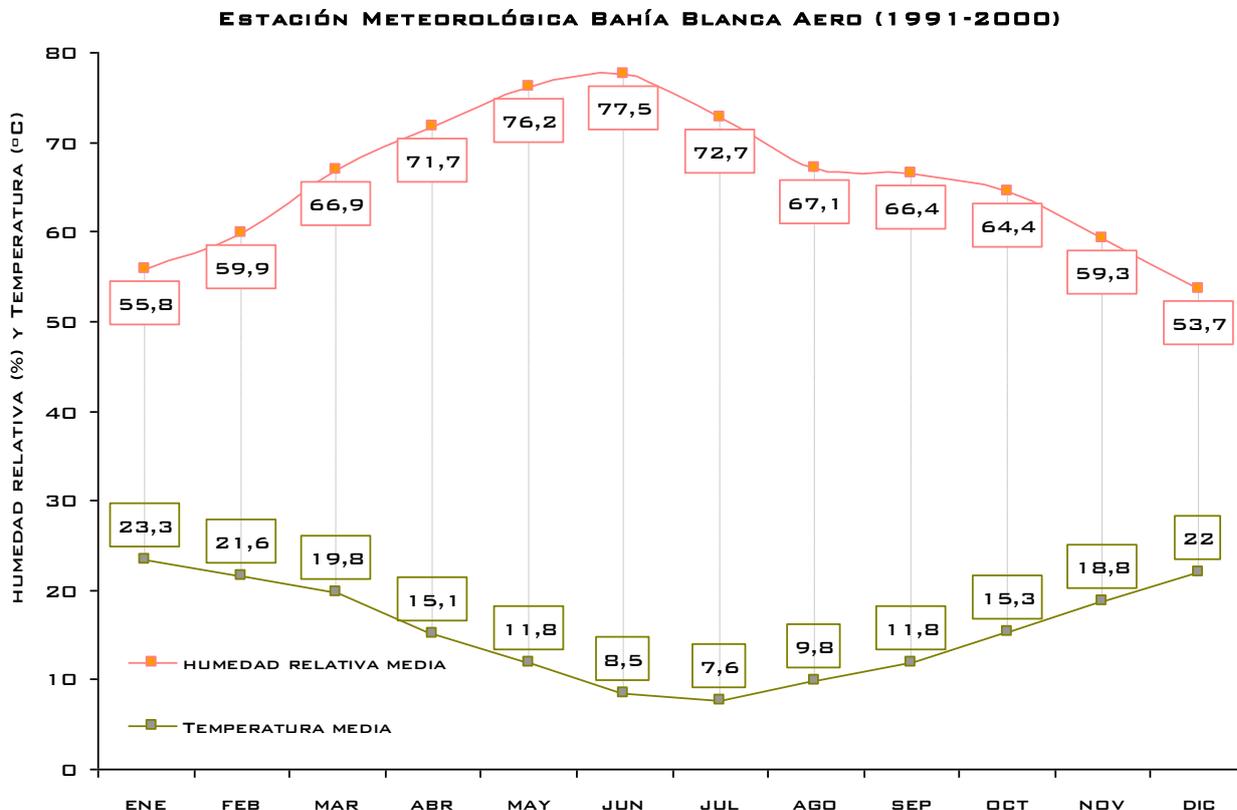
En cuanto a los valores extremos registrados en el área durante el período, el año 1992 fue el más húmedo (1001,2 mm anuales) y el año 1995 fue el más seco (471,3 mm anuales).

### 2.1.2.3 Humedad Relativa

La humedad atmosférica es la cantidad de vapor de agua contenida en el aire y varía según las condiciones climatológicas. El término humedad relativa (HR), se refiere también al contenido de agua en el aire y se define como el porcentaje de saturación del aire con vapor de agua. Es decir, es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene un metro cúbico de aire en unas condiciones determinadas de temperatura y presión y la que tendría si estuviera saturado a la misma temperatura y presión.

La humedad relativa del aire, en el área de estudio, tiene un valor medio anual de 66,0 %, intermedio entre las áreas más húmedas dentro de la región (Cnel. Suarez 73%, Scian, 2010) y las más secas (Patagones 62%, Scian 2010).

Los valores medios mensuales varían notablemente a lo largo de los distintos meses del año, manteniendo una relación inversa con la temperatura media (Figura 6). Durante los meses más cálidos (diciembre a febrero) los valores son siempre menores al 60%, mientras que en los más fríos (mayo a septiembre) siempre superan el 66 % (Figura 6).

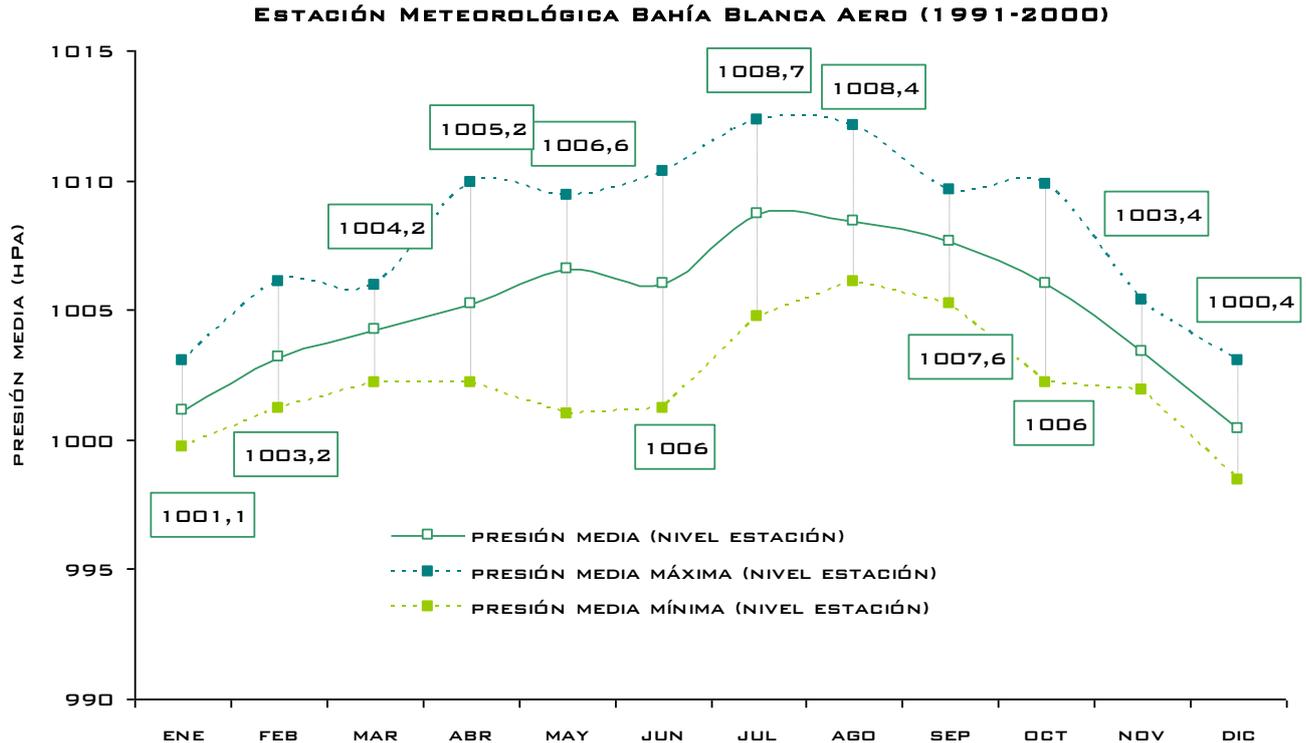


**Figura 6.** Humedad relativa y Temperatura media mensual. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Bahía Blanca Aero. Período 1991-2000.

**2.1.2.4 Presión**

A continuación se presenta la marcha anual de la presión atmosférica media mensual para el período considerado (Figura 7). El valor medio anual es de 1005,1 hPa.

Los valores de presión media mensual tienen una variación estacional inversa a la temperatura. Los meses más fríos son los meses con mayores valores de presión (julio registra la presión media mensual máxima de 1008,7 hPa), y los meses más cálidos son los meses donde se registran los valores de presión más bajos (diciembre presenta una presión media mensual mínima con 1000,4 hPa).



**Figura 7.** Presion atmosférica mensual. Se indican en un recuadro los valores medios registrados para el período. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Bahía Blanca Aero. Período 1991-2000.

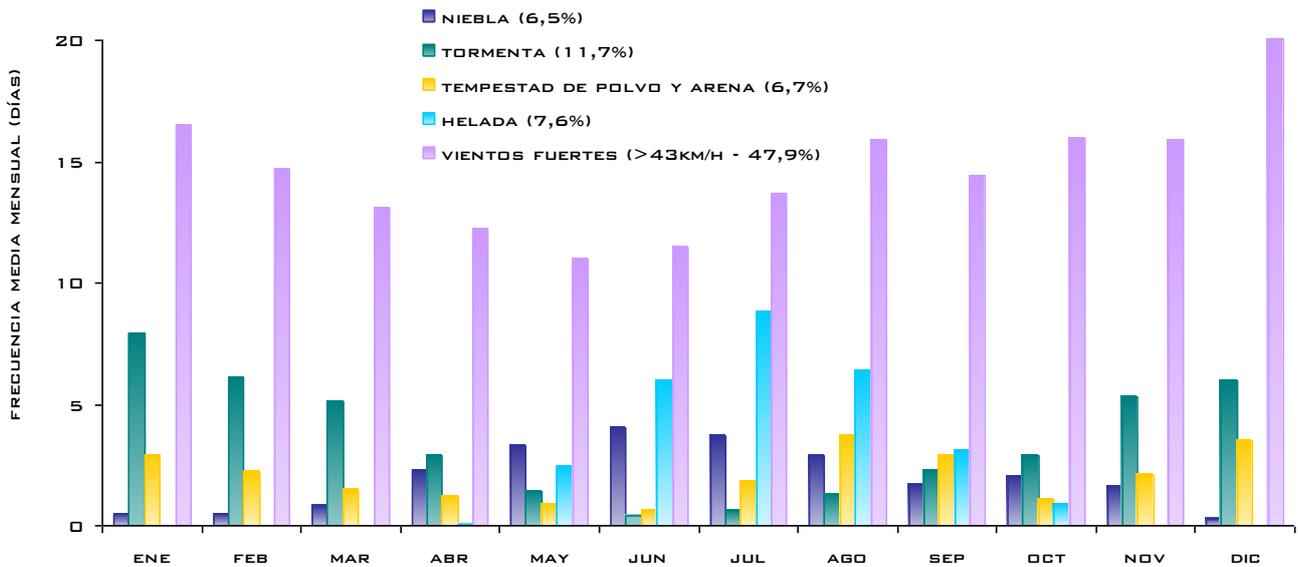
### 2.1.2.5 Eventos críticos

Existen distintos eventos meteorológicos críticos que se dan con mayor o menor frecuencia en la zona de influencia del Proyecto. El evento más común es el de los vientos superiores a los 43 km / h, registrándose cerca del 50% de los días de cada mes (media anual: 175 días, Figura 8).

Durante los meses más cálidos (noviembre-marzo) son frecuentes las tormentas (Figura 8). La frecuencia media anual alcanza los 42,2 días y enero es el mes con el valor medio máximo (7,9 días). Durante los meses más fríos, en cambio, son frecuentes las heladas y la niebla. El registro de heladas se extiende desde abril hasta octubre y su frecuencia media anual es de 27,7 días; siendo los meses de junio, julio y agosto los que registran las frecuencias medias más elevadas (6,0; 8,8 y 6,4 respectivamente, Figura 8). El registro de niebla se extiende durante todo el año pero es más frecuente entre los meses de mayo y agosto (Figura 8). La frecuencia media anual es de 23,6 días, con los valores más altos en junio y julio (4,0 y 3,7 días, respectivamente). Las tempestades de polvo y arena también son frecuentes (media anual: 24,4 días) pero se registran equitativamente a lo largo de todos los meses del año (Figura 8).

Cabe destacar que no se registraron días con ventisca para la zona durante el período considerado. Así mismo, la frecuencia media anual de días con caída de nieve (0,3) y de granizo (1,0) fueron muy bajas.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA BAHÍA BLANCA AERO (1991-2000)



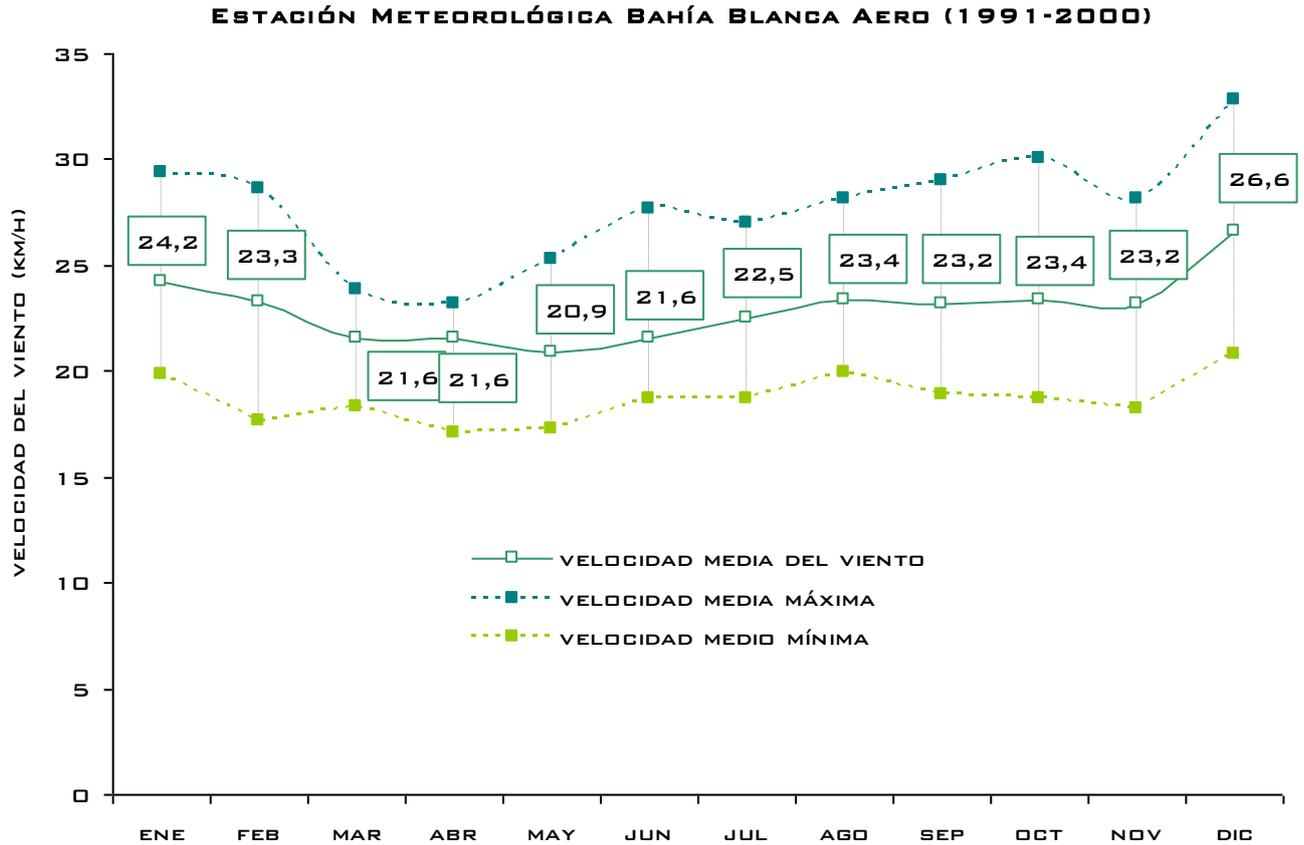
**Figura 8.** Frecuencias medias mensuales de eventos meteorológicos críticos. En las referencias se indica el porcentaje anual de días en los que se registran los eventos en base a la media anual. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Bahía Blanca Aero. Período 1991-2000.

### 2.1.2.6 Vientos

El viento es la variable de estado de movimiento del aire. Es causado por las diferencias de temperatura existentes al producirse un desigual calentamiento de las diversas zonas de la Tierra y de la atmósfera. Las masas de aire más caliente tienden a ascender, y su lugar es ocupado entonces por las masas de aire circundante, más frío y, por tanto, más denso. Se denomina propiamente "viento" a la corriente de aire que se desplaza en sentido horizontal, reservándose la denominación de "corriente de convección" para los movimientos de aire en sentido vertical.

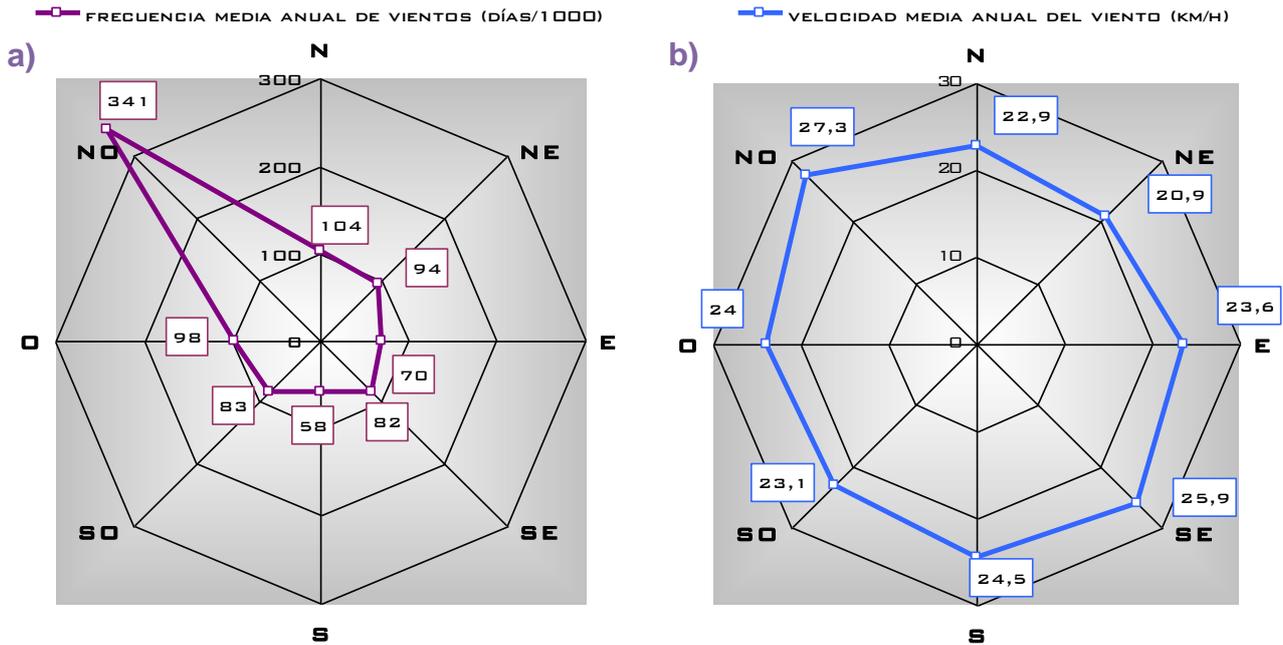
En la sección anterior (Eventos críticos) se hizo mención a la ocurrencia de vientos fuertes (mayores a 43 km/h). En esta sección se caracterizará la ocurrencia de vientos en general. La velocidad media anual de los vientos en la zona es de 23 km/h, con un valor medio mensual máximo de 26,6 km/h registrado para diciembre y un valor mínimo de 20,9 km/h registrado para mayo. Dado que los vientos influyen sobre la dinámica del estuario, en el Punto 2.3.4 se incluye un análisis en mayor detalle de los mismos.

En la Figura 9 se observa que los vientos son relativamente constantes a lo largo del año, aunque presentan valores algo más altos durante los meses de verano (diciembre a febrero), tal como pudo observarse con los vientos de velocidades mayores a los 43 km/h.



**Figura 9.** Velocidades mensuales del viento. Se indica en un recuadro el valor de la media mensual para el período. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Bahía Blanca Aero. Período 1991-2000.

En la Figura 10 se pueden observar las frecuencias y las velocidades medias anuales de los vientos segregadas en las direcciones posibles. Tal como se observa a escala regional los vientos son predominantemente del Noroeste, con una frecuencia media anual de 341 días. Sin embargo, estos vientos más frecuentes no son más intensos que los provenientes de otras direcciones (Figura 10b). Los vientos provenientes de NO registran una velocidad media anual de 27,3 km/h, un valor solo levemente superior a los provenientes de otros cuadrantes.

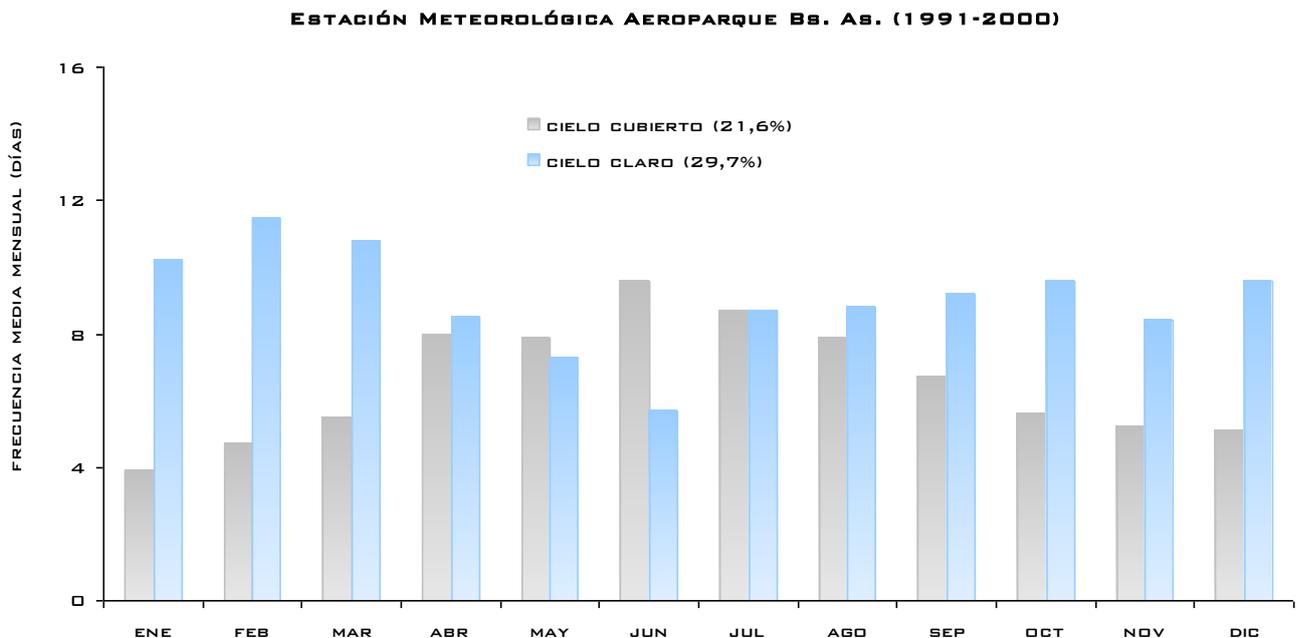


**Figura 10.** a) Frecuencias medias anuales y b) velocidades medias anuales de los vientos, en función de su dirección. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Bahía Blanca Aero. Período 1991-2000.

En cuanto a la frecuencia de días calmos, el valor medio anual es solamente de 70, siendo el máximo mensual en junio (106 días) y el mínimo en diciembre (43 días).

### 2.1.2.7 Cielo

Con respecto al estado del tiempo, la zona de influencia del Proyecto registra una frecuencia media anual de 78,8 días cubiertos y 108,3 días con cielo claro, para el período considerado.



**Figura 11.** Frecuencias medias mensuales de días cubiertos y con cielo claro. Datos del Servicio Meteorológico Nacional. Estación meteorológica Bahía Blanca Aero. Período 1991-2000.

En cuanto a los valores medios mensuales, en la Figura 11 se observa que la frecuencia de días con cielo claro presentan una leve estacionalidad, con un mayor número de días claros durante el verano. En cambio, las frecuencias de días nublados son más estacionales, presentando mayores valores durante los meses fríos y menores durante los meses cálidos. Diciembre, enero, febrero y marzo son los meses que registran mejor tiempo, presentando más días con cielo claro que días con cielo cubierto.

### 2.1.2.8 Evapotranspiración y balance hídrico

La evapotranspiración es la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación, expresada en mm. Se define como evapotranspiración potencial (ETP) a la evapotranspiración que se produciría si la humedad del suelo fuera siempre suficiente. Por el contrario, la evapotranspiración real (ETR) es la que realmente se produce en las condiciones existentes en cada caso. De este modo resulta evidente que la ETR en todos los casos será igual o menor a la ETP. La humedad que se pierde mediante la transpiración proviene de las precipitaciones y el agua propia del tejido de las plantas, pero como la evapotranspiración y la precipitación son dos elementos climáticos independientes, sus marchas anuales difícilmente coincidan, por lo que en algunas situaciones se dan períodos en los cuales la necesidad de agua está ampliamente satisfecha por las lluvias y otros en los que se carece de una cantidad suficiente. De esta manera, habrá meses en los que se registre exceso o déficit hídrico.

A través del balance hídrico (Tabla 1), es posible conocer la cantidad de agua que realmente se evapora (ETR) y la cantidad de agua que se almacena en el suelo. En el área de estudio se observa que los valores de ETR son menores a los de ETP durante varios meses al año (Tabla 1). Esto indica que durante esos meses el agua que llega por las precipitaciones no alcanza para cubrir el agua que se pierde por evapotranspiración.

**Tabla 1.** Balance Hídrico. Datos del Servicio Meteorológico Nacional, Estación Bahía Blanca Aero. Período (1991-2000). Acrónimos: ETP: Evapotranspiración potencial, ETR: Evapotranspiración real.

	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
<b>Precipitaciones (PP)</b>	24,3	31,1	51,8	43,1	63,9	83,1	81,9	72,6	76,1	42,7	54,2	60,0
<b>ETP</b>	15,7	25,8	37,3	64,2	93,0	127,4	137,4	102,3	90,8	51,3	32,4	17,7
<b>PP-ETP</b>	8,6	5,3	14,5	-21,1	-29,1	-44,3	-55,5	-29,7	-14,7	-8,6	21,8	42,3
<b>Agua Almacenada</b>	72,6	78,0	92,5	71,4	42,3						21,8	64,1
<b>Déficit Hídrico</b>						2,0	55,5	29,7	14,7	8,6		
<b>Exceso Hídrico</b>												
<b>ETR</b>	15,7	25,8	37,3	22,0	34,8	40,8	81,9	72,6	76,1	42,7	32,4	17,7

Observando la tabla en detalle se puede ver que durante los meses de octubre y noviembre el agua de las precipitaciones no alcanza a cubrir la demanda por evapotranspiración, pero se utiliza el agua almacenada en el suelo (período de utilización) para saldar el déficit. En cambio, a partir del mes de diciembre el agua que llega al suelo como resultado de las precipitaciones ya no es suficiente para cubrir las demandas de humedad requeridas por la evapotranspiración, produciéndose un déficit hídrico que dura hasta el mes de mayo. No existe para la zona un período de exceso de agua, ya que la capacidad de almacenaje del suelo nunca supera el 100% (el valor más elevado llega a 92,5).

### 2.1.2.9 Clasificación climática

La clasificación climática de Thornthwaite (1949), ampliamente asumida, se basa en la consideración de la eficacia térmica y la humedad disponible, expresada como índices de humedad y de aridez a partir del balance hídrico. Esta clasificación define tipos climáticos según la humedad y su variación estacional. Los tipos climáticos respecto a la humedad están basados en un índice de humedad global (Lm) que combina dos índices: uno de humedad (Lh) y otro de aridez (La). Para su definición es necesario realizar un balance hídrico mediante el método directo y con reserva máxima climática de 100 mm, como el que se realizó en el presente punto. A partir de estos índices se define el tipo climático respecto a la humedad (Tabla 2) y el subtipo climático respecto a la variación estacional de la misma (Tabla 3).

**Tabla 2.** Tipos climáticos respecto a la humedad (Thornthwaite 1949).

Tipo	Descripción	Condición
E	Árido	$-40 \geq Lm > -60$
D	Semiárido	$-20 \geq Lm > -40$
C1	Seco subhúmedo	$0 \geq Lm > -20$
C2	Subhúmedo	$20 \geq Lm > 0$
B1	Húmedo	$40 \geq Lm > 20$
B2		$60 \geq Lm > 40$
B3		$80 \geq Lm > 60$
B4		$100 \geq Lm > 80$
A	Perhúmedo	$Lm > 100$

**Tabla 3.** Subtipos climáticos respecto a la humedad (Thornthwaite 1949).

Tipo	Descripción	Condición
Tipos A B C2		
R	Falta de agua pequeña o nula	$16,7 > La \geq 0$
S	Falta de agua estival moderada	$33,3 > La \geq 16,7$ (falta estival)
W	Falta de agua invernal moderada	$33,3 > La \geq 16,7$ (falta invernal)
s2	Falta de agua estival grande	$La > 33,3$ (falta estival)
w2	Falta de agua invernal grande	$La > 33,3$ (falta invernal)
Tipos C1 D E		
D	Exceso de agua pequeño o nulo	$10 > Lh \geq 0$
S	Exceso de agua invernal moderado	$20 > Lh \geq 10$ (exceso invernal)
W	Exceso de agua estival moderado	$20 > Lh \geq 10$ (exceso estival)
s2	Exceso de agua invernal grande	$Lh \geq 20$ (exceso invernal)
w2	Exceso de agua estival grande	$Lh \geq 20$ (exceso estival)

De acuerdo a los valores para el área de estudio del índice de humedad global ( $Lm = -8,4$ ), el índice de humedad ( $Lh = 0$ ) y el de aridez ( $La = 13,9$ ), y según la clasificación antes mencionada, el área pertenece al tipo climático **C1** “seco subhúmedo” y del subtipo climático **r** y **d** “con falta y exceso de agua pequeños o nulos”, que en este caso corresponden a una pequeña falta de agua y a un exceso hídrico nulo.

La clasificación climática de Köppen surgió a principios del siglo XX. Y si bien ha sido criticada y modificada por varios autores continúa siendo uno de los métodos más conocidos y usados de clasificación climática. En esta clasificación los climas son definidos principalmente en base a los valores medios anuales y mensuales de las temperaturas y la precipitación. Con estos criterios se definen seis grandes grupos o tipos climáticos (Tabla 4) que luego son subdivididos en subtipos climáticos (Tabla 5) según características en cuanto a su estacionalidad tanto térmica como de humedad.

**Tabla 4.** Tipos climáticos de Köppen respecto a la humedad y las temperaturas según Strahler y Strahler (1989). Acrónimos: Tm: temperatura media; ETP: evapotranspiración potencial; Pp: Precipitación media anual

Tipo	Descripción	Condición
<b>A</b>	Climas tropicales lluviosos	$T_m > 18\text{ °C}$ todo el año.
<b>B</b>	Climas secos	$ETP > P_p$
<b>C</b>	Climas templados lluviosos	$-3\text{ °C} < T_m < 18\text{ °C}$ del mes más frío y $T_m > 10\text{ °C}$ del mes más calido
<b>D</b>	Climas de invierno frío	$T_m < -3\text{ °C}$ del mes más frío y $T_m > 10\text{ °C}$ del mes más calido
<b>E</b>	Climas polares	$T_m < 10\text{ °C}$ todo el año
<b>H</b>	Climas de alta montaña	clima polar por encima de los 3000 msnm

**Tabla 5.** Subtipos climáticos de Köppen respecto a la estacionalidad de las precipitaciones y las características de las precipitaciones siguiendo a Strahler y Strahler (1989). Acrónimos: Tm: temperatura media.

TIPO	DESCRIPCIÓN
<b>Estacionalidad de las precipitaciones</b>	
<b>f</b>	sin estación seca
<b>s</b>	con estación seca en verano
<b>w</b>	con estación seca en invierno
<b>m</b>	con precipitaciones de tipo monzónico
<b>Régimen térmico</b>	
<b>a</b>	$T_m > 22\text{ °C}$ el mes más cálido
<b>b</b>	$T_m < 22\text{ °C}$ el mes más cálido y $T_m > 10\text{ °C}$ al menos 4 meses al año
<b>c</b>	$T_m > 10\text{ °C}$ menos de 4 meses al año
<b>d</b>	$T_m < -38\text{ °C}$ el mes más frío
<b>h</b>	$T_m \text{ anual} > 18\text{ °C}$
<b>k</b>	$T_m \text{ anual} < 18\text{ °C}$

Para el área de estudio la principal característica saliente es que el valor anual de la evapotranspiración potencial (ETP) supera al valor anual de las precipitaciones. Así, en base a la clasificación anterior, el clima puede ser clasificado como del tipo **B** "clima seco". Por otro lado, la estación seca se da en verano (subtipo **s**) y la temperatura media del mes más cálido supera los 22 °C (subtipo **a**).

## 2.2 GEOLOGÍA DEL ESTUARIO Y SECTORES ALEDAÑOS

Con la finalidad de definir el marco geológico en el que se sitúa toda el área abarcada por el estuario de Bahía Blanca (área de influencia indirecta del proyecto), en el presente punto se describirá la geología general en la región en que se encuentra.

La estratigrafía de la comarca está representada por sedimentitas que tienen un variable grado de cementación de edad Plioceno medio a superior y depósitos clásticos constituidos por arenas, limos y arcillas y a veces gravas, en general desagregados, que fueron acumuladas en ambientes continentales y marino litorales durante el Cuaternario hasta la actualidad.

A continuación se describen las características de las unidades formacionales y las correspondientes a las acumulaciones inconsolidadas, la geomorfología, la peligrosidad geológica y la dinámica litoral que están presentes en el ámbito aledaño a la porción interior del Canal Principal del estuario de Bahía Blanca (área de influencia directa del proyecto).

### 2.2.1 Estratigrafía

#### 2.2.1.1 Formaciones

A continuación se expone una descripción dada para toda la región describiéndose desde los depósitos más antiguos a los más jóvenes.

**Fm. Pampeano** (Fidalgo, 1983). Conformada por sedimentos de tipo loessoide de edad Plioceno medio a superior (3-1,7.10<sup>6</sup> AP), constituidos fundamentalmente por arenas muy finas a arenas limo-arcillosas cementadas por carbonato de calcio, presentes en toda el área. Raramente contienen arenas media a gruesas y suelen presentar horizontes de rodados de limo cementado y cuarcitas de 1 a 3 cm de diámetro. Se caracterizan por su color castaño rojizo, sin estratificación o muy grosera, mala selección y fundamentalmente por su contenido de carbonato de calcio que varía entre 11 y 71% formando depósitos de calcreta llamados localmente “tosca”. La superficie de los granos de arena muestra un típico picoteado eólico, pero en muchos de ellos todavía se conservan rasgos de haber sido trabajados por el agua. El material arcilloso que presentan estos sedimentos es de tipo smectita e illita y muy subordinados a ellas puede darse caolinita. Regionalmente, el paisaje en el área de estudio está labrado sobre esta formación conformando una amplia peniplanicie pedemontana cuya elevación supera escasamente los 100 m.s.n.m. en la parte Norte y Este descendiendo suavemente hacia el Oeste y Sur hasta alturas rondando los 60 m.s.n.m. Y desde esta cota más empinadamente hasta los 10 m.s.n.m. Desde la zona de cota 100 hasta la cota 60 esta formación aflora o está cubierta por sedimentos eólicos y desde la cota 60 hasta la cota de los 10 m, aflora o está cubierta por depósitos de aluvio-coluvio o más abajo por depósitos de cono aluvial. Hacia la costa y por debajo del nivel del mar, se encuentra cubierta por depósitos de laguna costera, albufera y a veces por materiales correspondientes a la última regresión marina del pleistoceno.

**Fm. Luján** (Fidalgo, 1983). Los cursos de agua locales, como el Napostá Grande, Saladillo Dulce, Saladillo de García y Sauce Chico (partido de Bahía Blanca) y el Sauce Grande y Napostá Chico (partido de Rosales) (ver Punto 0 Hidrología) disectaron la peniplanicie pedemontana elaborando sus valles en los sedimentos de la Fm Pampeano y acumulando el producto del retrabajado de los mismos como depósitos fluviales.

Esta formación está compuesta de dos miembros. El M. Guerrero, que es un depósito de arenas muy finas castañas que se afinan hacia arriba a limos arenosos o limos arcillosos verdes amarillentos algo estratificados y bioturbados, con algunos restos de vertebrados. Suelen presentar rodados de 1-2 cm de diámetro, de “tosca” o limolitas, pertenecientes a la formación infrayacente (Pampeano). Tienen una pobre a moderada selección. Su color predominante es el castaño rojizo a amarillento. A estos sedimentos se le asigna una edad Pleistoceno superior (aprox. 100.000 a 10.000 años AP). Estos depósitos pueden presentar en su parte superior un paleosuelo, caracterizado por su color negro o gris oscuro, debido al alto contenido de materia orgánica el paleosuelo conocido como Suelo Puesto Callejón Viejo se desarrolló a fines del pleistoceno superior y comienzos del Holoceno, cubriendo un lapso de tiempo coincidente con un aumento de las temperaturas y las precipitaciones y tranquilidad ambiental (retiro de la última gran glaciación y comienzo del postglaciar).

El segundo miembro, suprayacente al anterior, es el denominado M. Río Salado y está compuesto por limos arcillosos tornándose a arcillas limo arenosas. Son materiales de color gris claro, pudiendo estar estratificados con láminas de abundante materia orgánica, por lo que su color aparece como gris oscuro a negro. En ocasiones está débilmente laminado y con bioturbación, y restos de vertebrados y bioclastos. Este depósito también presenta contenidos de carbonato de calcio secundario, que varían entre el 15 % y el 30 % como máximo. A este miembro se le asigna una edad Holocenita (<10.000 años AP). En determinados lugares este miembro culmina con remanentes de otro paleosuelo conformado por arenas y limos con algo de arcilla aluvial, de tonalidad gris oscuro a negro.

**Fm. Maldonado** (Fidalgo, 1983). Depósitos con arenas muy finas castaño claro, y arenas oscuras con algo de conchilla, limos arenosos y limos arcillosos, de color verde claro a gris verdoso y limos arcillosos y arenas arcillosas gris negruzcas, con abundante materia orgánica que les otorgan un olor fétido, característico. Estos sedimentos representan a una marisma mareal, que se ha depositado en la zona costera de un estuario mesomacromareal, y a una acumulación esencialmente intermareal, que pasa a salitrales en la zona supramareal. Comenzaron a depositarse en las planicies de inundación en discordancia erosiva con la Fm. Pampeano, a fines del pleistoceno superior, coincidiendo con la parte final de la última gran glaciación y contemporáneamente con la depositación de la Fm. Luján M. Guerrero en los valles fluviales. Esta formación posee una potencia de 3 a 10 m.

**Fm. Las Escobas** (Fidalgo, 1983). Durante la última ingresión marina holocénica se han depositado, en discordancia erosiva sobre la Fm. Pampeano o la Fm. Maldonado, cordones y lomadas de 2 a 4 m de potencia, arenosas, con abundante contenido conchillífero remanentes de las zonas de playa.

Son sedimentos limo arcillosos o arcillas limosas, castaño claro a oscuro y a veces algo verdosos, y en forma muy subordinada arena mediana a gruesa gris claro, la que contiene abundante cantidad de conchillas de moluscos y gastrópodos y también rodados de “tosca”, cuarcita y piroclastitas. Son lomadas que sobresalen del terreno de 1 a 2 m con un ancho entre 50 y 150 m y longitudes entre 300 y 500 m. Las playas son remanentes aislados ubicados entre los cordones litorales y la antigua línea de costa en su retroceso hasta la posición actual. La edad de estos sedimentos es holocénica (<10.000 años AP), correspondiendo al denominado “óptimo climático” o “hipsitermal” (aprox. 5000 años AP).

**Fm. Bahía Blanca** (González, 1984). Apoya en discordancia de erosión sobre la Fm. Pampeano y sobre Fm. Las Escobas. Está constituida por los depósitos sedimentarios de los conos aluviales y del complejo aluvio-coluvio y que son del Holoceno más reciente. En la región de Bahía Blanca se desarrollan entre las cotas de 10 y 70-80 m conos aluviales y un complejo aluvio-coluvio. En el Oeste de la zona los conos aluviales originados por acción fluvial son de gran extensión y su coalescencia hace que topográficamente se presenten como llanuras aluviales, que pueden estar algo enmascaradas por el manto eólico y que morfológicamente funcionan como una bajada. En épocas de inundaciones se cubren grandes áreas rápidamente. Los depósitos son arenas pardo grisáceas (en seco) a gris verdosas (húmedas) con gravas en facies que van desde gravas medianas con matrix arenosa hasta arenas medianas a finas con matrix limosa. Existen paleocauces distributarios rellenos con gravas. Lateralmente hay facies de areniscas y conglomerados deleznable y facies fuertemente cementadas. En las gravas predominan los clastos cuarcíticos provenientes de las sierras australes y otros de “tosca”. Hay también algunos rodados de limos compactos pardo rojizos de 2 a 3 cm de diámetro identificables con el substrato plioleistocénico de la Fm Pampiano. En las arenas hay clastos aislados de pumicita blanca.

En los depósitos del complejo aluvio-coluvio se encuentran arenas finas pardo claras con abundante matrix arcillosa, discordantes sobre el substrato pampeano plioleistoceno. Hacia la base están sueltas y abundan clastos de “tosca” angulosos a subangulosos de tamaño variado hasta bloques de más de 25 cm de diámetro identificables con la “tosca” del pedemonte. Hacia arriba aumenta la granulometría hasta arenas medianas y aparece carbonato como cemento con paso gradual desde arenisca con cemento calcáreo hasta un verdadero banco de “tosca” (“tosca” neógena). Los canales distributarios se encuentran rellenos naturalmente por estos sedimentos aluvio-coluviales, limos y arenas eólicas sin consolidar, con importantes variaciones laterales del espesor.

**Fm. La Vitícola** (Fidalgo, 1983). Cubriendo vastas extensiones de la zona de estudio y la región se encuentran sedimentos eólicos constituidos por limos arenosos a arenas muy finas limosas, con cantidades subordinadas de arcilla. Son de color castaño grisáceo, no presentan estratificación, con bioturbaciones, raicillas y algunos restos de vertebrados. Su contenido en carbonato de calcio secundario varía entre 14 % y 4 %. Su espesor es de aproximadamente 1,5 m pero en condiciones favorables pueden acumularse espesores mayores formando cadenas medanosas. Sobre él se desarrolla el suelo actual. Este manto eólico cubre en gran parte el paisaje y remata el perfil de la mayoría de las unidades litoestratigráficas descritas atribuyéndosele una edad Holoceno superior.

### 2.2.1.2 Historia Geológica

La sucesión de los principales eventos geológicos puede resumirse de la siguiente manera:

Deposición en el Pleistoceno de los limos arenosos con calcita y tosca de la Fm. Pampiano. A continuación se depositan en los valles fluviales labrados en la formación citada los sedimentos de valles aluviales durante el Pleistoceno tardío-Holoceno (Fm. Luján). Al mismo tiempo se produce una ingresión con varias fases que deposita los sedimentos marinos costeros de la Fm. Maldonado. Posteriormente en el Holoceno tardío se forman los abanicos aluviales y los depósitos de aluvio-coluvio de los cursos fluviales de la región (Napostá Grande, Napostá Chico-Bajo Hondo, Sauce Grande). Por último en un período de sequía y de intensos procesos eólicos se deposita la Fm. La Vitícola, formando extensas llanuras de arena y médanos.

En cuanto al estuario de Bahía Blanca propiamente dicho, se estima que los sedimentos que lo componen habrían tenido su origen en un antiguo delta conformado por materiales acarreados por el río Colorado, combinado con aportes hídricos del río Salado, probablemente durante el Pleistoceno tardío (Melo, 2003). Posteriormente, la migración progresiva del río Colorado hacia el Sur junto con su disminución de capacidad y competencia, y el acenso postglaciar del nivel del mar habría dejado lugar a la acción erosiva del mar, quedando sólo en aquellos lugares más protegidos los materiales que están siendo constantemente retrabajados por las condiciones netamente marinas actuales.

### **2.2.2 Estructuras**

La secuencia clástica descrita mantiene una disposición estructural normal, con bancos en posición horizontal a subhorizontal y ausencia de fallas importantes.

### **2.2.3 Geomorfología**

#### **2.2.3.1 Geomorfología General**

El relieve predominante en la región del Suroeste bonaerense, es de llanura. Se caracteriza por una disposición escalonada con valores de cota que disminuyen de Norte a Sur, hacia la Bahía Blanca. En la región, las geofomas más comunes están relacionadas con los ambientes fluviales (valles, terrazas, deltas), marinos (canales de marea, cordones de conchillas, islas, playas), eólicos (loess, médanos) y mixto fluvio-marinos (estuarios, salitrales) (Figura 12).

Así se pueden definir las siguientes unidades morfológicas (Bróndolo y Bazán, 2000):

- Planicie con substrato de tosca
- Valles principales
- Pseudovalles
- Depresiones cerradas
- Planicie litoral medanosa
- Planicie litoral mixta
- Planicie de marea
- Canales de marea
- Islas.

La región tiene un relieve suave y ondulado, como producto de la presencia de lomadas predominantemente de loess y limos arcillo-arenosos loessoides, con capas de tosca, existiendo en algunos lugares alturas máximas de 104 metros sobre el nivel del mar. Hacia la costa las alturas disminuyen progresivamente.

En muchos sectores costeros se extienden campos de médanos de arenas finas a muy finas cuyo origen está vinculado a la acción del viento y la proximidad del mar, y los cuales están orientados subparalelamente a la línea costera y en partes superpuestos, lo cual dificulta su individualización. Estas formaciones medanosas, que se extienden principalmente a lo largo de todo el litoral del partido de Coronel Rosales, presentan un ancho cercano a los 10 km. Por su movilidad han alterado en gran medida la morfología de la llanura sepultando el relieve preexistente, incidiendo en las potencialidades edafológicas, en el patrón de asentamiento y por ende, en el uso del suelo.

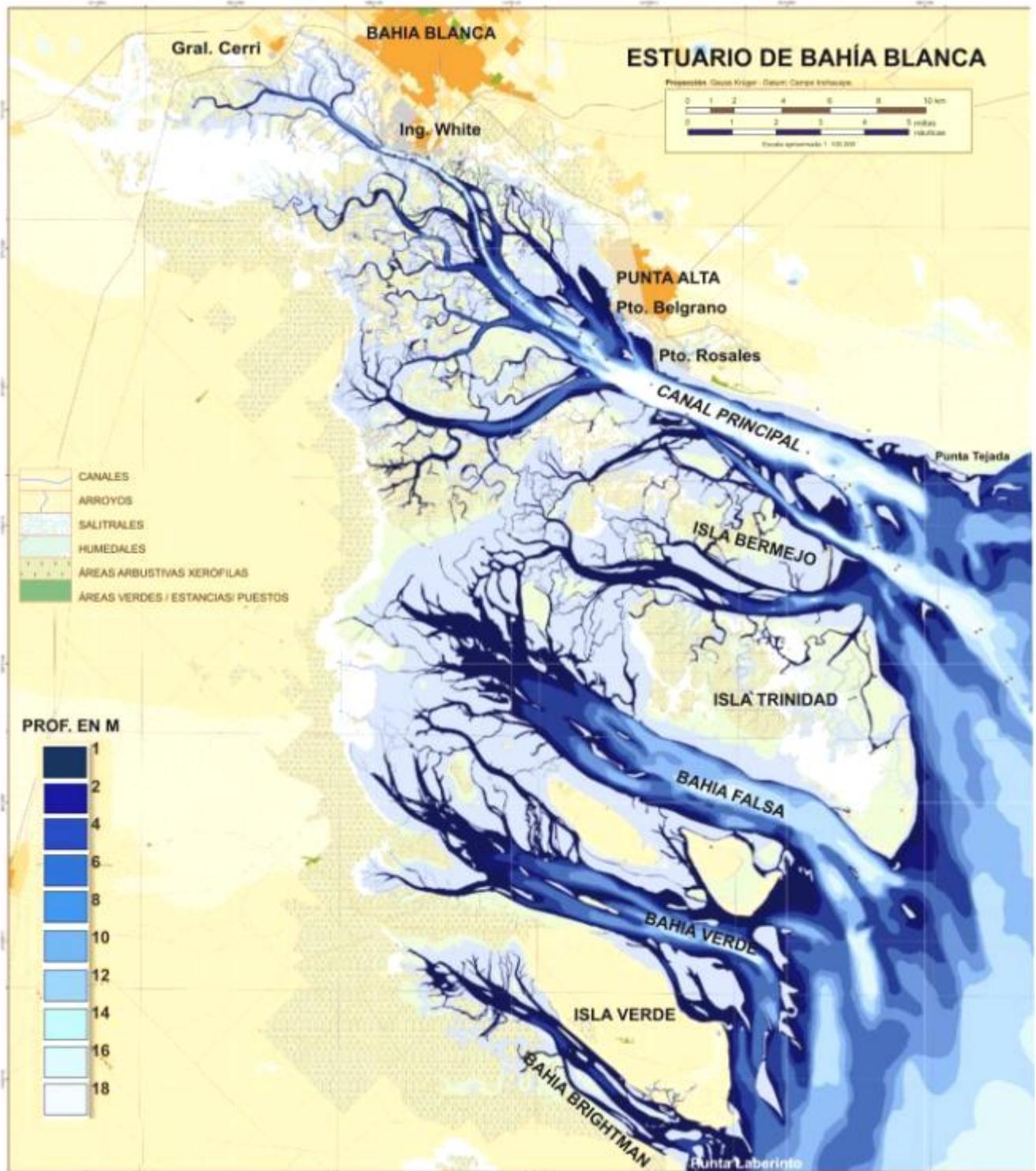
Todo el sector Norte del estuario de Bahía Blanca por debajo de los 50 m sobre el nivel del mar (Figura 12), desde el Salitral de la Vidriera hasta la Laguna de Unamuno, está compuesta por conos aluviales formados durante el Holoceno por los actuales arroyos permanentes (Sauce Chico, Napostá Grande, Napostá Chico y Sauce Grande) e intermitentes (Saladillo de García, Saladillo de Lazaga, Saladillo o Dulce y de los Leones) (Melo, 2003). En general todos los cursos de agua mencionados derivaron su desembocadura hacia el Este, abandonando los conos aluviales descritos.



**Figura 12.** Conos aluviales de la costa Norte del estuario (modificado de Melo, 2003).

**2.2.3.2 Geomorfología y Dinámica General del Estuario de Bahía Blanca - Medio Acuático**

El estuario de Bahía Blanca posee una configuración en triángulo con los canales mayores orientados en dirección NO-SE (Figura 13).



**Figura 13.** Estuario de Bahía Blanca.

Estos canales son denominados: Principal, Bermejo, Bahía Falsa, Bahía Verde y Brightman. Dos tributarios, ubicados sobre la costa Norte, son esencialmente los que aportan agua dulce al sistema. El más importante es el río Sauce Chico que desemboca 3 km aguas abajo de la cabecera del estuario. El arroyo Napostá Grande desemboca a 1 km aguas debajo del puerto de Ing White. Conjuntamente, existe una serie de pequeños tributarios que incorpora agua al escurrimiento sólo durante precipitaciones locales, mientras que el resto del tiempo estos tributarios se comportan como canales de marea (Ver Punto 0 Hidrología).

Una descripción general de la morfología superficial fue realizada por Espósito (1986). Él dividió la región en tres sectores: a) exterior; b) medio y c) interior. El sector exterior corresponde a la porción externa de la línea que va desde Punta Tejada a Punta Laberinto y está definida por altas planicies de marea separadas del mar por barreras de arena. La porción interior está limitada por el continente hacia el Oeste y una línea imaginaria que va desde Puerto Belgrano hasta el medio de la península Verde. Extensas planicies de marea y algunas marismas salinas son los rasgos dominantes. Entre las dos porciones se encuentra la porción media que posee grandes regiones intermareales.

Según el análisis realizado por Perillo y Píccolo (1999) de una carta náutica de 1990, existen marcadas diferencias entre las dos porciones localizadas respectivamente al Norte y Sur de una línea imaginaria paralela a la costa Norte de Bahía Falsa. La porción Norte tiene una forma de embudo y, aunque dominada por el Canal Principal, tiene un gran número de canales de marea y arroyos que cortan las planicies, y se encuentran numerosas islas irregulares y pequeñas, donde muy pocas superan los 1,5 km<sup>2</sup>. Aún las islas más grandes como Bermejo y Trinidad, son la combinación de relativamente pequeñas áreas de tierra seca rodeada de planicies de marea altas. Por otro lado, la porción Sur es dominada por los grandes canales llamados Bahía Falsa y Bahía Verde. La cabecera de ambos canales tienen las planicies bajas de marea de mayor superficie del estuario y las planicies altas son encontradas sólo muy cerca de las islas y en fajas angostas a lo largo de la costa interna.

Montesarchio y Lizasoain (1981) estimaron que la superficie total del estuario es de 2300 km<sup>2</sup>, correspondiendo sólo 410 km<sup>2</sup> a las islas (zonas permanentemente emergidas), el sector intermareal cubre 1150 km<sup>2</sup> donde el área submareal es 740 km<sup>2</sup>. Siguiendo la división mencionada por Perillo y Píccolo (1999) referida en el párrafo anterior, las mayores áreas intermareales e insulares se encuentran en la porción Norte, mientras que ocurre lo contrario en el sector Sur, donde no existen diferencias significativas en el cubrimiento areal entre condiciones de sicigia y cuadratura. Es así que en Este sector las costas de las islas y las riberas internas, que están formadas en muchos casos por pequeños acantilados de 1 a 2 m de altura, el agua durante las mareas de cuadratura alcanza normalmente la base de los mismos, mientras que durante las mareas de sicigia el agua llega al nivel medio o superior del acantilado.

Teniendo en cuenta que las variaciones del continente respecto al nivel del mar es mínima (1cm/100 años, Codignotto *et al.*, 1993), y que el aporte de sedimento al estuario por parte de los ríos y del viento es prácticamente nulo, es posible afirmar que el balance de sedimentos del Estuario de Bahía Blanca es negativo. Es decir que actualmente la cantidad de sedimento que sale del sistema estuarial es mayor al que ingresa. Sin embargo, ello no significa que la totalidad del estuario se encuentra en erosión, ya que las planicies de marea son ambientes depositacionales principalmente para el material más fino (limo y arcilla), así como lo son los bancos submareales para la arena.

En el ámbito del estuario de Bahía Blanca está presente un régimen mesomareal semidiurno con amplitudes en sicigia que se amplifican progresivamente desde 2,5 m en el sector exterior a las islas hasta incluso superar los 5 m en el sector más interior del Canal Principal. Debido a su geografía, el sector exterior a las islas se encuentra dominado primariamente por las olas, mientras que las corrientes de marea lo hacen en el interior del estuario (Ver Punto 2.3.2 y Punto 2.3.3).

La distribución genérica de los sedimentos en el estuario de Bahía Blanca es una consecuencia directa de la disponibilidad de materiales y de la dinámica del ambiente. Cuando los sedimentos son movilizados por erosión en los flancos de los canales, se produce una diferenciación en la modalidad del transporte y en la posterior depositación de los mismos. Los sedimentos más finos (limos y arcillas) que conforman los materiales cohesivos se transportan en suspensión dentro de la totalidad de la columna de agua, de allí el alto grado de turbidez del agua del estuario; mientras que las arenas son trasladadas por la acción de las corrientes de marea sobre el fondo de los canales (tracción, rolido, saltación).

Debido a que en los canales existe un neto predominio de las corrientes de marea de bajante, los materiales arenosos tienen un sentido de migración neta hacia el exterior del estuario. La superficie de los depósitos arenosos en tránsito adquiere diversos tipos de relieve (geoformas o formas de fondo) que brinda información relativa a los procesos físicos que lo origina. En la desembocadura de dichos canales, la migración de los materiales arenosos, por disminución de las velocidades máximas de las corrientes de marea se desacelera, conformando extensos bancos arenosos y deltas de reflujo. Por el contrario, los materiales cohesivos una vez que son movilizados se desplazan en suspensión dentro de la masa de agua y sólo pueden depositarse bajo condiciones de muy baja energía ambiental (estoas de bajamar y pleamar, cuando la velocidad de las corrientes de marea es prácticamente nula).

Esta diferenciación en la modalidad de transporte y depositación de los materiales sedimentarios provoca que difiera sensiblemente la distribución textural de los sedimentos entre los canales de marea y las planicies de marea adyacentes. Ello puede explicarse de la siguiente forma: durante la creciente el agua inunda progresivamente las planicies de marea, lo que posibilita la depositación de este material fino aún antes de alcanzar la estoa de la pleamar y con posterioridad a la misma, cuando las velocidades de corrientes y turbulencia son muy bajas. Este proceso de sedimentación sobre las planicies de marea se incrementa notablemente por presencia de extensos “espartinares” (*Spartina spp.*) ya que éstos disipan notoriamente la energía del agua que ingresa.

Durante la bajante, las planicies de marea quedan emergidas y por lo tanto los materiales allí depositados no pueden ser resuspendidos. Sin embargo, los materiales cohesivos que pudieron llegar a depositarse en los canales de marea durante las estoas de pleamar o bajamar son resuspendidos cuando ocurren las máximas velocidades de corrientes durante media marea creciente y media marea bajante. Por este mecanismo se explica la total ausencia de depósitos de barro de formación actual en los sectores más profundos de los canales.

Si bien parte de los materiales cohesivos erosionados en los canales de marea son reubicados dentro del ambiente al redepositarse sobre las planicies de marea, parte del material en suspensión que sale del estuario durante la bajante, y que se diluye con las aguas relativamente más limpias del sector exterior, no puede reingresar al sistema estuarial durante la creciente.

Por otro lado, también la arena erosionada tiende a escapar del sistema estuarial interno ya que debido a la asimetría que presenta la onda de marea (duración de la bajante menor que la creciente y velocidades corrientes de bajante superiores a las de creciente), estos materiales registran una dirección neta de migración hacia el sector exterior del estuario. De esta forma, y a pesar de que las áreas actualmente afectadas por procesos depositacionales superan en extensión a las áreas afectadas por erosión, el volumen de materiales sedimentarios que conforman el estuario de Bahía Blanca (en particular los correspondientes a sectores intermareales y supramareales) se reduce paulatinamente.

### **Geomorfología y Dinámica de las Planicies y Canales del Estuario de Bahía Blanca**

La planicie de marea que conforman gran parte de la superficie estuarina se halla surcada por numerosos canales de marea de diversas dimensiones. Todos ellos forman un sistema interconectado, lo cual permite que muchos canales secundarios sean empleados por los pescadores como rutas de navegación entre los canales principales. Entre los canales de marea secundarios, los canales Cabeza de Buey, La Lista, Tres Brazas y El Embudo son los más importantes que desembocan en el Canal Principal. Todos ellos tienen una forma de embudo haciéndose más sinuosos hacia la cabecera. En la mayoría de los casos la boca de los canales se tuerce hacia el SE, demostrando la fuerte dominancia de las corrientes de reflujo en el Canal Principal. En la desembocadura de los canales secundarios se desarrollan bancos arenosos con continuidad lateral hacia el Canal Principal. Los canales menores, de 1 a 1,5 m de profundidad, tienen un curso sinusoidal conformado por meandros activos.

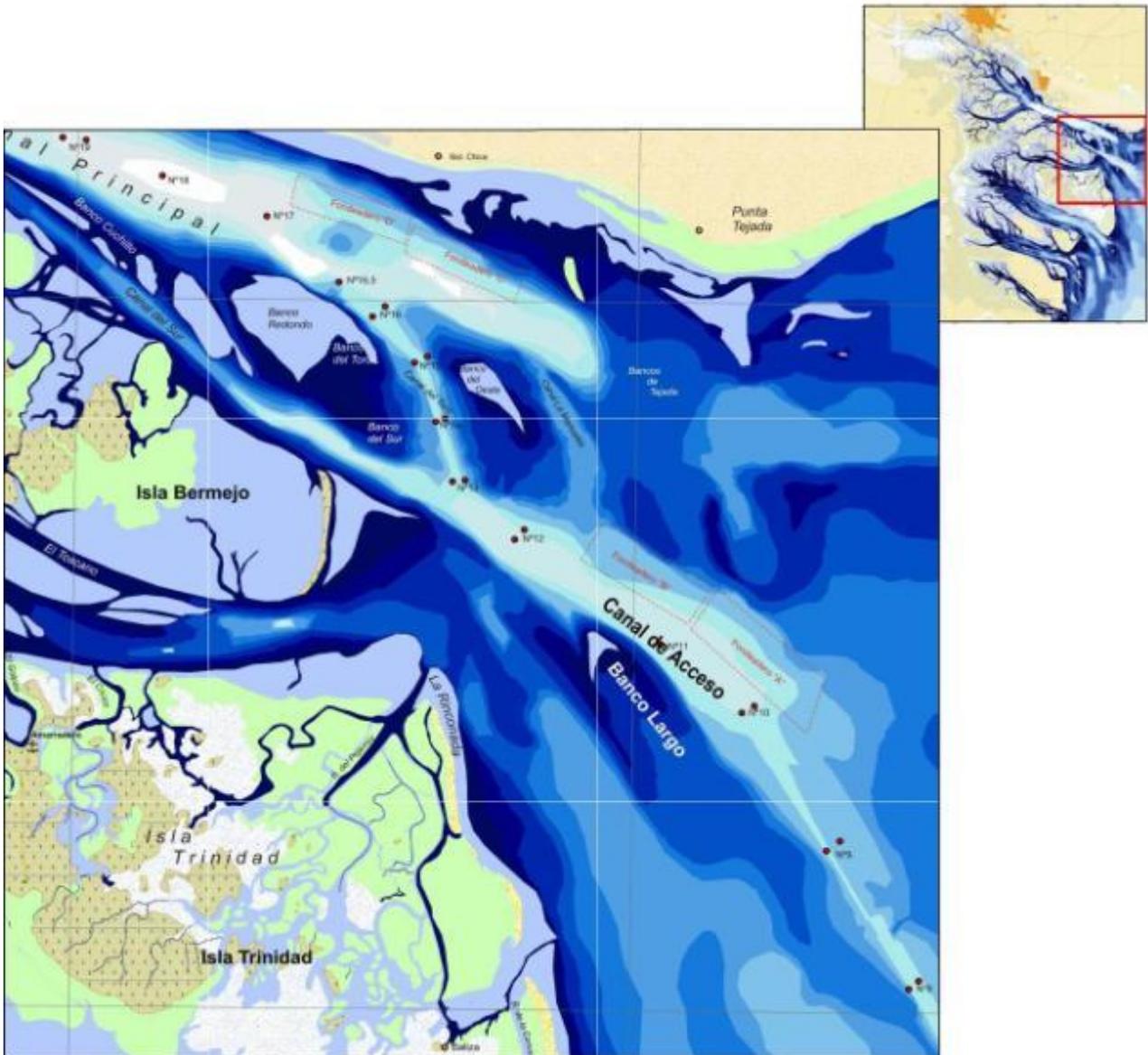
El Canal Principal es el único canal de acceso a los puertos, motivo por el cual la mayoría de los estudios realizados en el estuario de Bahía Blanca están concentrados en este sector. El resto de los canales mayores como bahías Falsa, Verde y Brightman no han sido investigados ampliamente y sólo se posee una batimetría llevada a cabo por el Servicio de Hidrografía Naval (Carta Náutica H-212), la cual no ha sido actualizada hasta el momento. En cambio en el Canal Principal se han realizado estudios batimétricos detallados (Aliotta y Perillo, 1987; Perillo y Sequeira, 1989; Perillo y Cuadrado, 1991; Gómez y Perillo, 1992; Cuadrado y Perillo, 1997; y Gómez *et al.*, 1996) con instrumental específico, ecosonda de precisión, sonar de barrido lateral, posicionamiento con equipos de microondas (Trisponder) en los primeros tiempos y posteriormente con DGPS.

Actualmente se emplean sistemas de relevamiento batimétrico por fajas con los que se logran batimetrías con resoluciones submétricas con una inversión de tiempo sustancialmente menor que con los métodos tradicionales.

### **Geomorfología y Dinámica del Canal de Acceso a los Puertos de Bahía Blanca**

#### **Sector exterior al estuario de Bahía Blanca**

En la boca del Canal Principal y en el Canal Bermejo (Figura 14) se observa la presencia de deltas de reflujo, los cuales son acumulaciones de sedimentos arenosos que se originan principalmente por disminución de las velocidades de las corrientes de marea de reflujo. Al disminuir las velocidades por falta de encauzamiento, las corrientes pierden capacidad de transporte y el material arenoso pasa a ser transportado a una velocidad menor y por lo tanto se acumula.



**Figura 14.** Deltas de reflujo del Canal Principal y Canal Bermejo.

El delta de reflujo que cierra parcialmente la boca del Canal Principal, tiene características peculiares ya que no es común el desarrollo de este tipo de deltas en estuarios de bocas amplias como el de Bahía Blanca. Debido a la oclusión del Canal Principal a causa del delta de reflujo, el intercambio de marea entre el estuario y la plataforma continental interior se realiza por una serie de canales paralelos que cortan el delta. Los bancos intermareales (quedan expuestos en bajamar), tienen una orientación NNO-SSE y están formados por acumulaciones de sedimentos de tamaño arena (Figura 14). Ellos conectan dos áreas del Canal Principal de diferentes profundidades. El sector Norte está caracterizado por profundidades entre 20 y 22 m, mientras que el sector Sur por profundidades aproximadamente de 14 m.

Toda la zona que incluye los bancos y canales es extremadamente móvil, registrándose un gran desplazamiento de los bancos a lo largo del tiempo. Así es que en cartas náuticas antiguas (Montañez Santiago, 1972) se puede observar que el canal de acceso a Bahía Blanca era el actual Canal Auxiliar, que por sucesivas migraciones de los bancos fue sometido a acumulaciones que obligaron a determinar el cambio de la ruta de acceso a los puertos (Cuadrado y Perillo, 1997-a). A partir de 1944 fue utilizado el Canal del Toro como acceso, cuya navegabilidad actualmente se mantiene gracias a las tareas de dragado que allí se realizan.

Debido a su orientación y a la ubicación entre los bancos que forman el delta de reflujo, el Canal del Toro tiene una alta tasa de sedimentación (de hasta 1m/año). Estudios realizados por Nedeco-Arconsult (1981) y posteriormente intensificados por Perillo y Cuadrado (1991) determinaron que la forma de sedimentación es oblicua a la orientación del canal, observable en diferentes mapas residuales que resultan de la comparación de mapas batimétricos (Cuadrado, 1993). En base a la descomposición de corrientes medidas en el Canal del Toro se verifica que las corrientes transversales de mayor velocidad, las cuales son responsables de la acumulación de sedimentos, se originan por las corrientes de flujo.

En cuanto a la desembocadura del canal Bermejo, mediante el análisis de cartas náutica históricas, Gómez (1989) detectó que en 1944 ocurrió la rotura hacia el Sudeste del delta de reflujo que se encontraba en la desembocadura del Canal Bermejo (Figura 3), bordeando el extremo Noreste de la Isla Trinidad e induciendo un crecimiento hacia el Sur del extremo Este de la Isla Bermejo y su sector submareal. Este mismo autor en 1983 reconoce un cambio brusco de la desembocadura del Canal Bermejo, la que atraviesa la prolongación Sur de la Isla Bermejo con profundidades superiores a los 10 m en dirección Este. Gómez *et al.* (2000) indican que tal cambio induce modificaciones en la dinámica morfológica de los bancos de arena que bordean el Canal de Acceso a los puertos en su porción exterior.

En este sector, el rasgo morfológico más importante está dado por el Banco Largo que se encuentra conectado por su extremo Norte a la Isla Bermejo (Figura 14). Este banco de más de 13 km de largo, incrementa su volumen y migra hacia el Canal de Acceso debido a que sus flancos se encuentran dominados por sentidos opuestos de corrientes de marea no balanceadas (Gómez y Perillo, 1992).

Su presencia induce una aceleración de las corrientes de reflujo en la porción del Canal de Acceso vecino, siendo la arena ingresante rápidamente removida manteniéndose así las profundidades naturales superiores a las necesarias para la navegación por más de 10 km. Al Sur del Banco Largo, la falta de esta constricción conduce a una disminución en las velocidades de las corrientes de marea durante el reflujo y a la consecuente sedimentación de la arena proveniente del Norte, razón por la cual en las porciones más exteriores del Canal de Acceso es necesario efectuar dragados periódicos a fin de mantener las profundidades de navegación.

Sin embargo, en 1986 se detectó la partición incipiente de la porción Norte del Banco Largo, lo cual podía llegar a generar problemas de sedimentación muy serios en la porción vecina del Canal de Acceso por disminución progresiva de las velocidades de las corrientes de marea (Gómez y Perillo, 1992). Estudios posteriores determinaron que si bien el pronóstico efectuado anteriormente es en esencia correcto, la velocidad con que las modificaciones morfológicas ocurre es menor a la prevista por la mayor resistencia a la erosión de los materiales que conforman la porción Norte del banco (Gómez *et al.*, 2000).

Tales materiales, que afloran hasta 15 m de profundidad fueron depositados en el pasado geológico (6300 a 2500 años AP) con un nivel del mar ubicado muy por debajo del actual (Gómez et al., 2005). Debido al potencial riesgo que la evolución del Banco Largo representa para la navegación, actualmente se realizan relevamientos periódicos del sector.

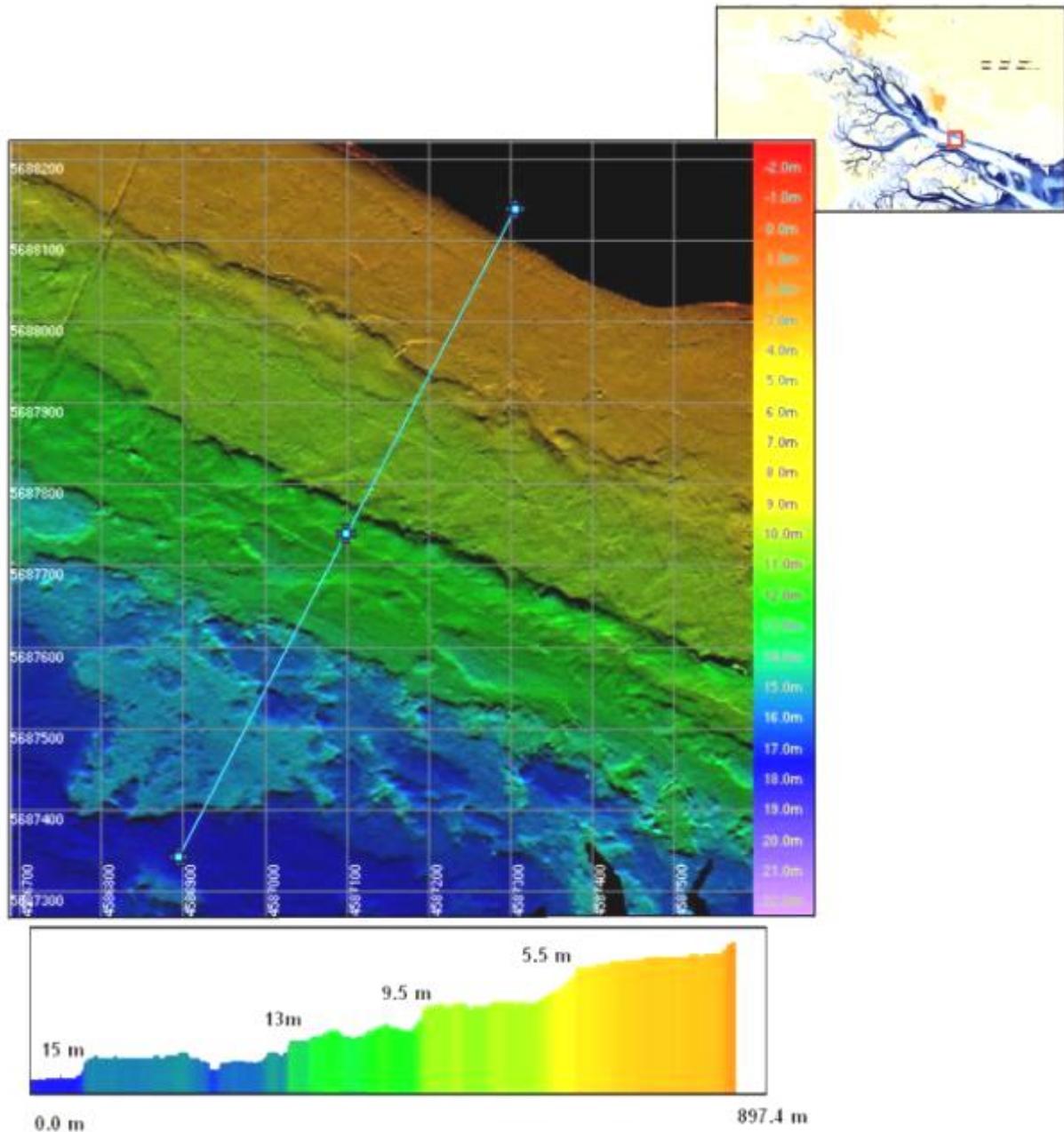
#### Sector interior al estuario de Bahía Blanca - desembocadura del Canal Principal hasta Puerto Galván

El Canal Principal tiene una longitud total de 60 km y su ancho varía de 200 m en la cabecera a 3 a 4 km en la boca. La máxima profundidad registrada, referida al nivel de referencia, es de aproximadamente 24 m y la mínima llega hasta menos de 1 m en su cabecera. En la mayor parte del Canal Principal, el sector usado como canal de navegación, excede la profundidad mínima de 13,5 m (45 pies) requerida para el paso de buques de gran calado. Sin embargo, a lo largo de este canal existen zonas de menor profundidad que dificultan la navegación y en consecuencia deben ser mantenidas con tareas de dragado.

A grandes rasgos, puede decirse que el Canal Principal del estuario de Bahía Blanca se encuentra labrado en materiales litificados pliocénicos sobre los cuales, con espesores variables, se dispone la arena que se encuentra en tránsito hacia la boca del estuario, donde forma el delta de refluo descrito previamente. El empleo del sonar de barrido lateral en un principio, y más recientemente el relevamiento batimétrico por fajas con equipos que emplean la medición de la fase de la señal acústica retrodispersada (SBMF) con resolución submétrica con los mismos resultados que con los equipos denominados multibeam (Gómez y Cuadrado, 2006), ha posibilitado efectuar estudios de detalle sobre la geomorfología y la dinámica de sedimentos del Canal de Acceso.

En varios sectores sobre los veriles y en el lecho del Canal Principal, se reconoce el afloramiento de material litificado, el que en algunos casos se manifiesta sobre los veriles en forma de terrazas labradas a profundidades diversas, sobre las cuales se asientan discordantemente los sedimentos más actuales (no litificados).

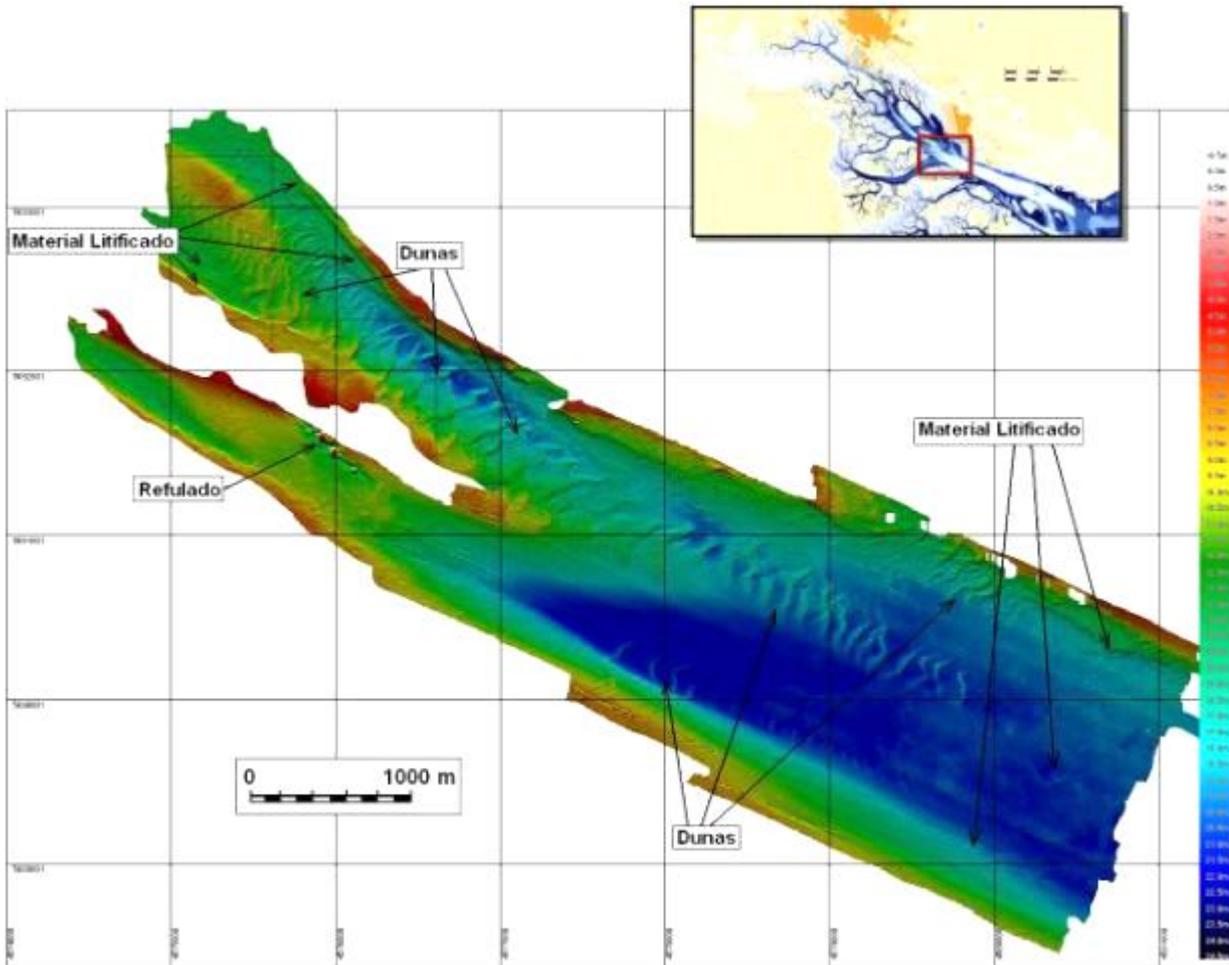
En el exterior de la costa Norte, en el área ocupada por Ebytem-Oiltanking, es donde los materiales litificados presentan su máxima expresión sobre los veriles del canal, observándose la ocurrencia de hasta 4 niveles aterrazados (Figura 15), a los 15, 13, 9,5 y 5,5 m de profundidad, encontrándose los materiales no litificados recién por encima de esta última terraza.



**Figura 15.** Porción de relevamiento SBMF sobre la porción exterior de la costa Norte del estuario, donde se reconocen 5 niveles de terrazas labradas sobre material litificado (resolución 1 m).

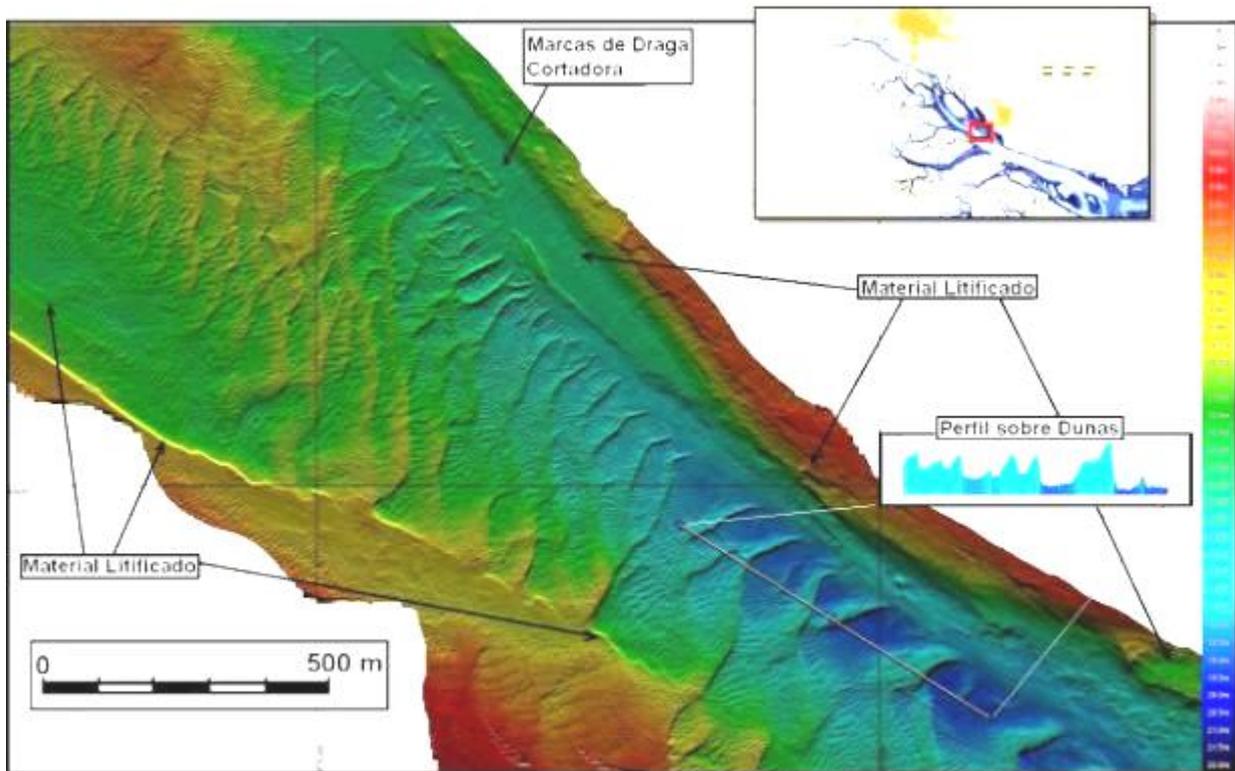
En muchos lugares a lo largo del lecho del Canal Principal y de la mayoría de los canales secundarios, se encuentran dunas 3D (ondas de arena), las cuales generalmente están orientadas hacia el exterior del estuario, indicando la dirección neta del transporte de sedimentos granulares en este ambiente. Las mayores dimensiones de estas formas de fondo se registran en la porción más externa del Canal Principal, donde se reconoció un campo de dunas con alturas de hasta a los 6 m y longitudes de onda de 80-200 m (Aliotta y Perillo, 1987).

Hacia el interior del estuario, en la porción media del Canal Principal, es posible reconocer dunas de diverso tamaño y afloramientos rocosos tanto en el lecho como en ambos veriles del canal. Tanto en los veriles como en el lecho del Canal Principal a profundidades del orden de los 21 m afloran materiales litificados (Figura 16) mientras que hacia los sectores menos profundos se aprecian dunas de diverso tamaño que indican un sentido de migración neto de la arena hacia el exterior del estuario.



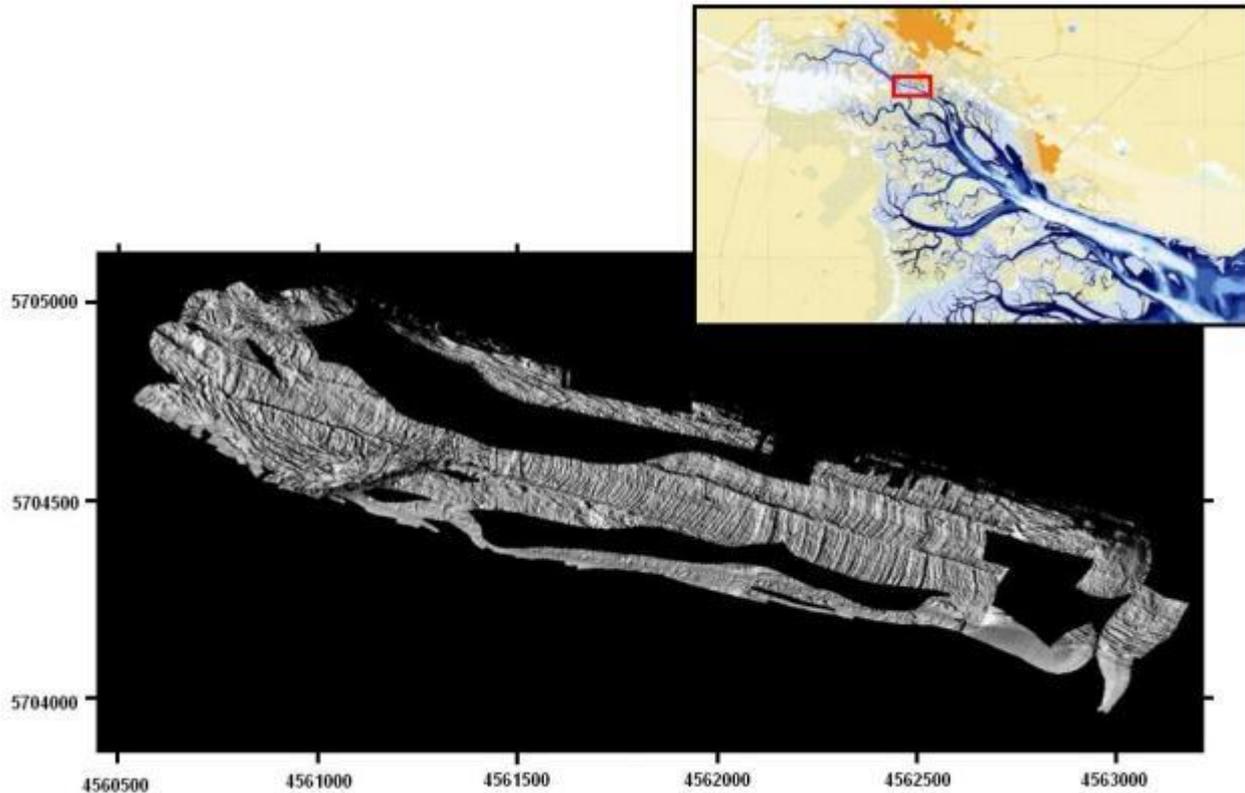
**Figura 16.** Relevamiento con SBMF en la porción media del Canal de Principal (resolución 1 m). Se identifican claramente los afloramientos de material litificado tanto en los veriles como en el lecho a profundidades del orden de los 21 m. Gran parte del sector está cubierto por dunas que llegan a superar los 4 m de altura. Sobre el sector Suroeste se aprecia el resultado del refulado de Puerto Belgrano que fuera mal ubicado.

Por medio de la comparación de relevamientos SBMF sucesivos, se pudo verificar que las dunas presentes en la porción Noroeste del sector relevado, donde el Canal Principal se estrecha por el condicionamiento geológico dado por los afloramientos litificados de los veriles, tienen alturas que incluso superan los 4 m (Figura 17), presentando velocidades de migración entre 80-130 m/año para las Dunas Grandes y 65-96 m/año para las Dunas Muy Grandes. Al mismo tiempo, en este sector se verificó mediante mediciones de perfiles de velocidades de corrientes de marea mediante ADCP y cálculos de la velocidad del transporte de arena como carga de fondo empleando los algoritmos dados por Gómez et al. (2006), la existencia de dunas con diseño de cresta complejo con una disposición oblicua a la dirección neta de las corrientes de marea (Gómez et al., 2010).



**Figura 17.** Detalle de la porción media del Canal Principal, donde éste se estrecha por el condicionamiento geológico dado por los afloramientos litificados.

Desde este sector y hacia el área portuaria de Ing. White-Galván, se reconoce también el afloramiento de material rocoso de edad plio-pleistocena (5.000.000-10.000 años) que constituye el basamento sobre el cual se depositaron los sedimentos deltaico-marinos cuaternarios que forman la configuración costera actual (Aliotta et al., 1996), observándose estos últimos sobre ambos flancos del Canal Principal. De acuerdo a estudios realizados mediante perforaciones, la profundidad del material litificado es bastante variable, encontrándose desde los 5 m en algunos sectores de los veriles, hasta incluso superar los 15 m en partes del Canal Principal, originalmente cubierto con unos pocos metros de material granular suelto (Gómez et al., 1990). La velocidad de sedimentación en todo este sector es sumamente escasa ya que hoy en día aún se visualizan perfectamente las marcas de dragado realizadas por la draga holandesa Orange con motivo de la profundización del Canal de Acceso a los puertos de Bahía Blanca a principio de la década de 1990 (Figura 18).



**Figura 18.** Relevamiento parcial SBMF entre los puertos de Galván e Ing. White (resolución 1 m). Se aprecian claramente las marcas de dragado sobre el lecho litificado efectuadas casi dos décadas atrás, lo que indica que la tasa de sedimentación es prácticamente nula en el sector.

*Sector interior al estuario de Bahía Blanca-Canal Principal desde Puerto Galván hasta la Cabecera.*

El sector interno del Canal Principal (Figura 19), comprendido entre la cabecera del estuario y Puerto Galván, posee un curso sinuoso presentando una orientación general OesteNoroeste-EsteSudeste desde su cabecera hasta la desembocadura del canal Maldonado, cambiando luego en dirección Noroeste-Sudeste hacia Puerto Galván. Sobre su flanco Norte desembocan cauces menores como el Río Sauce Chico y los canales Zanja del Pejerrey, Bahía del Pejerrey y Maldonado; mientras que sobre el veril Sur desaguan numerosos canales de marea meandrosos como los denominados El Caño, La Tosca y La Leña (Ver Punto 0 Hidrología).

Considerando el Nivel de Reducción, esta porción del Canal Principal presenta un ancho de 350 a la altura de Puerto Galván, disminuyendo en forma progresiva hacia el interior donde alcanza valores de 50 m en su cabecera (Figura 20). Las profundidades máximas varían paulatinamente desde los 12 m en Puerto Galván, hasta menos de 1 m en su cabecera. En general, en proximidades de la desembocadura de los canales secundarios mayores, se aprecian aumentos locales con máximos de 12 m en el Canal Maldonado, 8,7 m en el Canal Bahía del Pejerrey y 7,5 m en Puerto Cuatros.

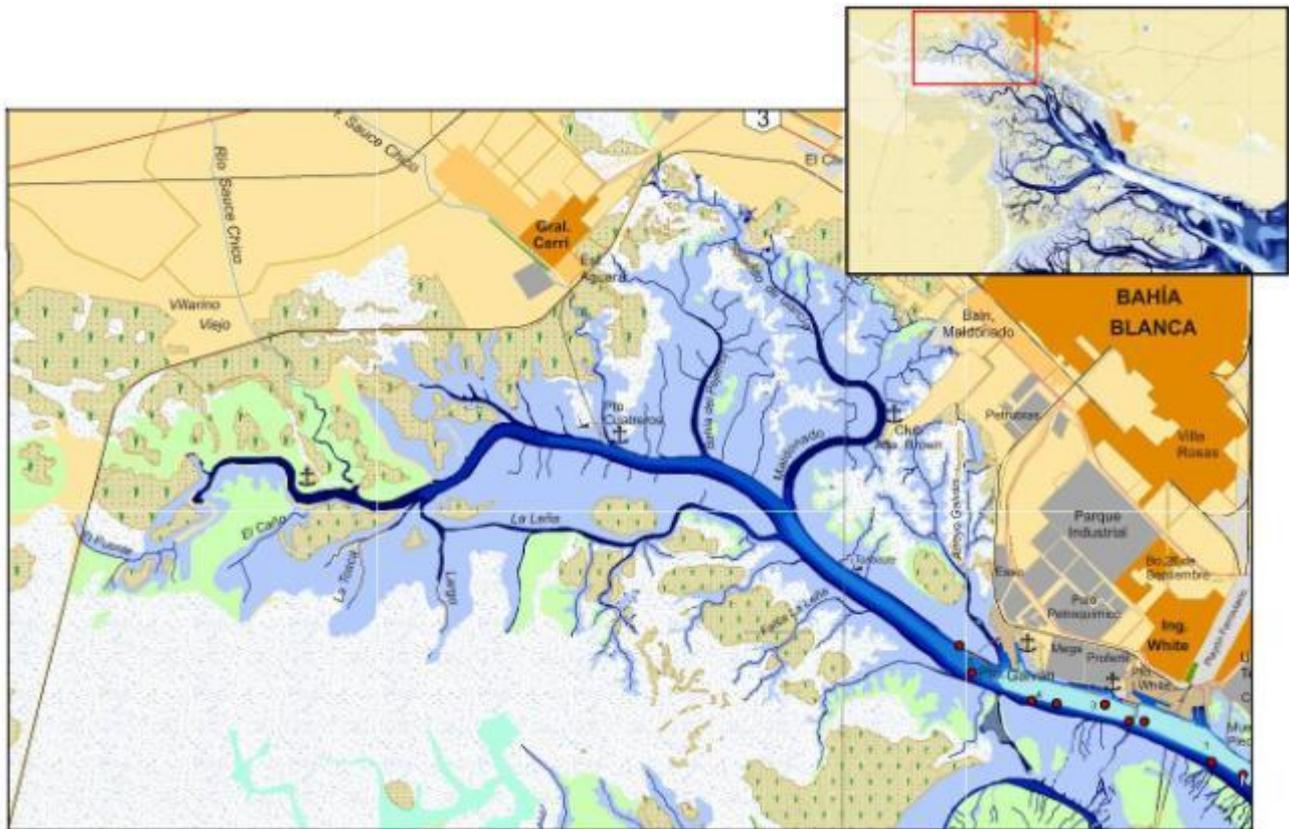


Figura 19. Sector interior del Canal Principal.

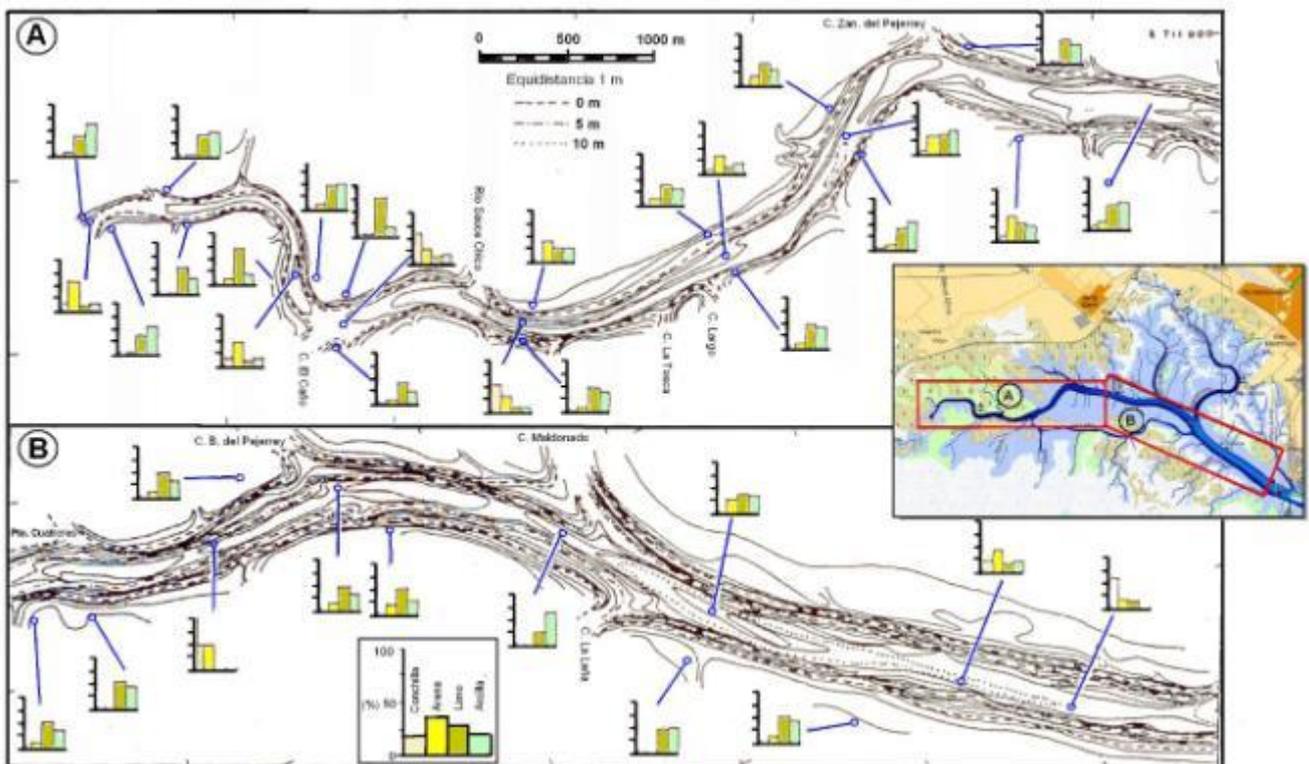
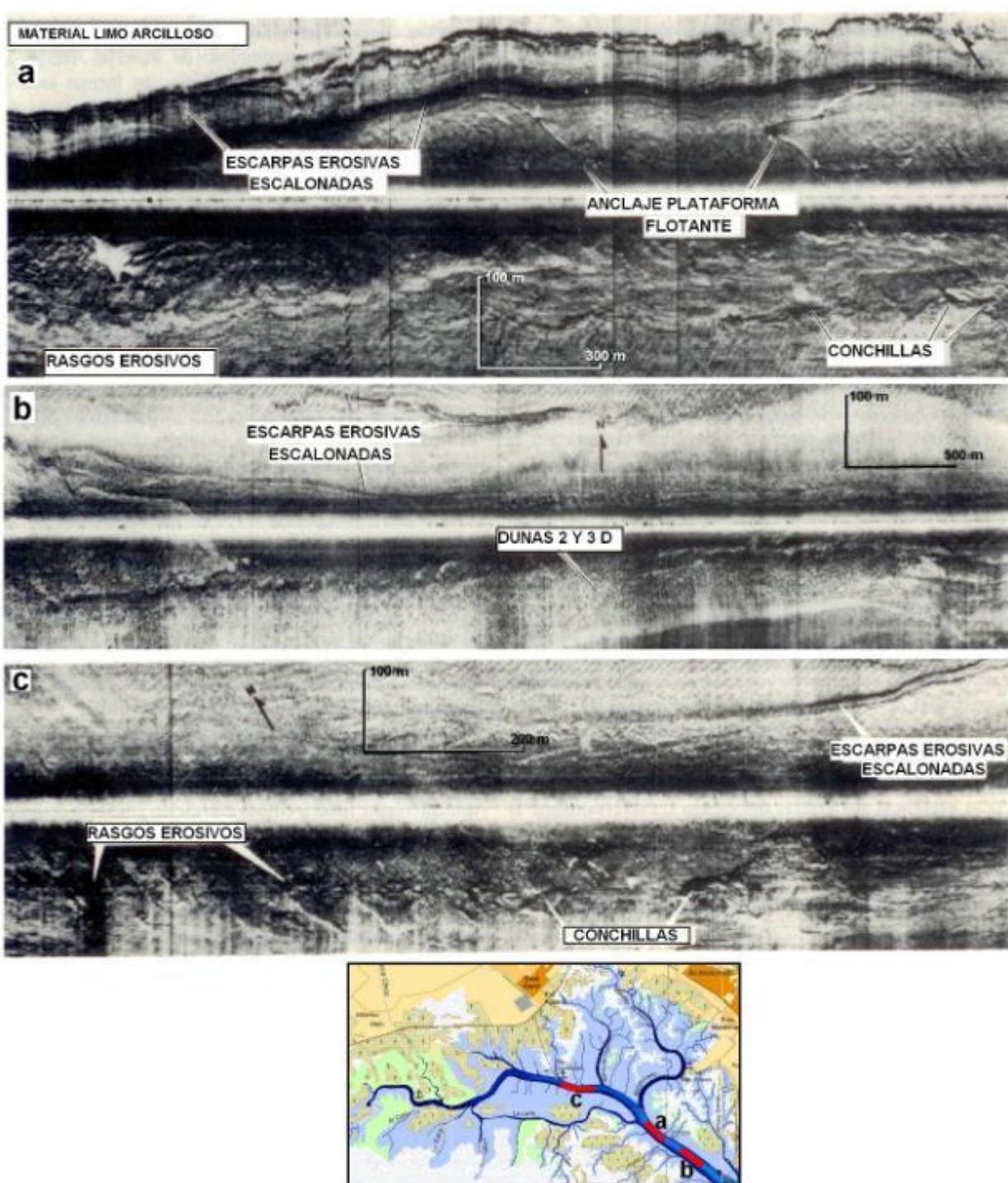


Figura 20. Batimetría y sedimentología del sector interior del Canal Principal (modificado de Gómez et al., 1996).

Los veriles del canal y planicies adyacentes presentan en general una abundante proporción de material limo-arcilloso (entre 98 y 45 %), mientras que muestras obtenidas en el fondo exhiben gran variación textural (Figura 20). Entre Puerto Galván y el Canal de La Leña los sedimentos están compuestos por restos biogénicos y arena fina, mientras que en cercanías de este canal y hasta el Canal Bahía del Pejerrey se encuentran arenas limo-arcillosas y arcilla-limosa con cierto grado de compactación, lo cual indica cierta antigüedad geológica de los depósitos de fondo. Entre el Canal Bahía del Pejerrey y el río Sauce Chico los sedimentos son predominantemente arenosos (arena muy gruesa) con conchilla. En muchos lugares no pudo muestrearse el lecho del canal debido a su litificación. Por último, en el sector comprendido entre el río Sauce Chico y la cabecera del estuario, disminuye la proporción de restos biogénicos. Es importante destacar que en la zona intermareal de la desembocadura del Canal el Caño afloran sedimentitas carbonáticas con 40 % de vidrio volcánico en su composición, que representaría el basamento sobre el que se depositaron los sedimentos cuaternarios.

El empleo del sonar de barrido lateral permitió visualizar las diversas formas de fondo y tipos de sedimento que se encuentran en este sector. A lo largo de todo Este sector del canal, sobre ambos flancos se observó una serie de escarpas erosivas escalonadas y paralelas a las isobatas que individualmente tienen resaltos de hasta 1 m (Figura 21). Estos estratos tienen una disposición horizontal y están formados por una alta proporción de material limo-arcilloso compactado que se depositó en el pasado geológico y actualmente está sujeto a procesos erosivos (Gómez et al. 1996). Hacia el exterior, el lecho exhibe rasgos erosivos irregulares producto de la erosión del lecho litificado (Figura 21 a) y hacia Puerto Galván estos rasgos se asocian con acumulaciones de conchillas (Figura 21 b). Por una extensión de aproximadamente 1,5 km, entre Puerto Cuatros y Bahía del Pejerrey, se aprecian dunas 2D y 3D medianas con longitud de onda del orden de los 4 m (Figura 21 c).

De acuerdo a Gómez et al. 1996, en el sector submareal de este tramo interno del Canal Principal se identifican dos zonas que difieren en su morfología y sedimentología. Este cambio brusco se advierte en cercanías de la desembocadura del Canal Bahía del Pejerrey (Figura 20), desde el cual y en dirección hacia Puerto Galván, el lecho del canal pasa de una zona con neto predominio de material arenoso con dunas, a un sedimento consolidado con formas erosivas. Esta distribución de tipos de sedimentos y de estructuras, se atribuye a un incremento en la velocidad de las corrientes de marea.



**Figura 21.** Sonografías obtenidas mediante Sonar de Barrido lateral en la porción interior del Canal de Acceso, donde es posible visualizar diversas formas de fondo y texturas sedimentarias (modificado de Gómez et al., 1996).

#### **2.2.4 Peligrosidad Geológica**

En la comarca se analizó cual es el grado de Peligrosidad Geológica que está presente en ella, siendo identificados a partir del análisis de los Peligros Geológicos del tipo: Inundación litoral y Escapes de Gas Metano.

##### **Peligro de Inundación Litoral**

Está vinculado con la coincidencia de mareas extraordinarias y tormentas costeras. En el estuario de Bahía Blanca la amplitud de la marea astronómica durante sicigia varía desde los 2,4 m en la zona exterior a las islas, hasta casi duplicarse en la cabecera del Canal Principal. Si bien la influencia del viento se verifica primariamente en la generación de oleaje, el cual debido al escaso “fetch” de la zona interior es sólo importante para la navegación de embarcaciones pequeñas, el mayor efecto del viento sobre la onda de marea se verifica a bajas frecuencias.

Cuando se comparan los registros mareográficos reales con la marea astronómica pronosticada se suelen observar grandes diferencias tanto en la altura como en la hora de ocurrencia. En general los vientos que soplan del NO dan lugar a una depresión del nivel medio al empujar hacia fuera a la superficie del mar o prevenir la penetración de la onda. Por otro lado, los vientos del SE generan el efecto contrario. El análisis de las desviaciones de dos años con medidas simultáneas de mareas en la Torre Oceanográfica e Ingeniero White (Perillo y Píccolo, 1991) dio como resultado desviaciones mayores a los 2 m, con máximos de -4,01 y 2,39 m en Ingeniero White.

Si bien debido a la particular climatología local la influencia del viento en la altura de la marea es más importante en la bajante que en la subiente, el escaso relieve de la zona costera hace que aun relativamente pequeñas variaciones en las alturas máximas alcanzadas por la marea puedan llegar a tener efectos muy importantes, principalmente sobre la costa interior norte del estuario.

##### **Peligro por Escapes de Gas Metano**

Mediante relevamientos sísmicos de las capas superficiales, se determinó la existencia en el estuario de Bahía Blanca de extensas acumulaciones de gas somero (Aliotta et al., 2011) compuestas principalmente por metano, producto de la descomposición bacteriana de la materia orgánica presente en los sedimentos que se depositaron en el ambiente estuarial. Además de ser el metano es uno de los gases más importantes que contribuyen al efecto invernadero, este tipo de depósito en sí mismo constituye un riesgo geológico, tanto para la realización de perforaciones como para obras ingenieriles. Los posibles escapes del gas metano, dependiendo de su magnitud, pueden producir una significativa perturbación ambiental por contaminación del ecosistema acuático.

## 2.3 OCEANOGRAFÍA

### 2.3.1 Hidrodinámica del Estuario

Tal como se mencionó anteriormente, el estuario de Bahía Blanca (comúnmente denominada ría de Bahía Blanca) es el espacio geográfico determinado por la línea imaginaria que va desde Punta Pehuen-có al noreste, a Punta Laberinto al sudoeste, siguiendo el arrumbamiento de la isobata de  $-10,0$  m y las líneas de ribera de ambas márgenes hasta su finalización. A los efectos náuticos, para el sistema de acceso a la Ría de Bahía Blanca, debe considerarse todo el balizamiento, desde Faro Recalada hasta Faro Rincón. Para este estudio el área de interés se extiende hasta inmediaciones de Puerto Cuatros.

Desde la embocadura presenta una suerte de barrera formada por cadenas de dunas, algunas sumergidas, otras que velan con alturas inferiores a las pleamares como el Banco del Oeste, del Toro, del Sur, Banco Redondo y Banco Cuchillo y la mayor superficie conforman islas accesibles consolidadas como Isla Trinidad, Isla Bermejo e Islas del Embudo.

Esta barrera goza de una estabilidad dinámica en el corto y mediano plazo, con evoluciones predecibles, lo que ha permitido hasta el presente adecuar el trazado del Canal Navegable mediante la ejecución de dragados periódicos de corrección en el tramo denominado Canal del Toro (Ver Punto 2.2.3.2).

Desde el punto de vista hidrodinámico la barrera brinda un efecto beneficioso, al impedir la propagación de los oleajes de generación oceánica, lo que permite una navegación segura independientemente de las condiciones atmosféricas imperantes.

Para el análisis hidrodinámico y sedimentológico del presente trabajo, se toma como base el Estudio “Dinámica Sedimentaria en la Denominada Ría de Bahía Blanca”, realizado por el Instituto Argentino de Oceanografía, Contribución Científica N° 58, 1981, que en adelante se citará como IADO.

En el citado estudio, se midieron y se muestrearon sistemáticamente todas las variables de interés, para analizar y determinar el comportamiento morfodinámico de los sedimentos en suspensión y de fondo.

En la Figura 1 del Anexo I, se presenta la ubicación de las estaciones de muestreo. Desde la Tabla 11 hasta la Tabla 50, se presentan las planillas de muestreo de sedimentos y los factores relacionados.

### 2.3.2 Corrientes

El factor principal generador de las corrientes en la ría de Bahía Blanca, tiene su origen en la marea y las modificaciones que resultan de la topografía. La reflexión de la onda de la marea en la costa, luego de penetrar en el interior de la ría implica que ésta exhiba características de onda estacionaria, resultando corrientes reversibles, con velocidades mínimas o nulas en instantes próximos a la pleamar y bajamar.

Durante las mareas crecientes y decrecientes las corrientes de flujo y reflujo se encauzan en los canales naturales, o tratan de modelar un nuevo camino en zonas sedimentológicamente inestables, como algunos pasos del canal de acceso, donde las corrientes forman un ángulo apreciable con respecto al eje del canal.

Las corrientes de escurrimiento son prácticamente opuestas en marea creciente y bajante, con muy pequeña dispersión angular. Históricamente, se consideraba que la ría no se comportaba como un estuario debido a que no recibe aportes de agua dulce hacia el océano. No obstante desaguan a las mismas canales artificiales de efluentes y arroyos de aporte poco significativo, pero que cobran importancia durante las grandes precipitaciones. Es por esta razón que algunas disciplinas consideran a la misma como un estuario.

Desde Puerto Belgrano hacia el interior de la ría la velocidad máxima en creciente es inferior respecto a la de bajante, siendo por lo tanto mayor el tiempo del flujo que el del reflujo.

A partir de la información contenida en las Tablas y Figuras que se presentan en el Anexo I, se puede apreciar que los valores de corrientes de mareas están principalmente influenciados por la amplitud de las mareas. Estas alturas están, naturalmente, condicionadas a las situaciones de sicigias y cuadraturas y además por influencia de los factores meteorológicos.

La onda, que en el mar exterior, donde no actúan otras fuerzas que las astronómicas, es simétrica en sus ramas ascendente y descendente, se deforma al entrar a la ría interior bajo la influencia de las formas geotopográficas, elongando el tiempo del flujo. De esta influencia surgen las diferencias entre las velocidades de las corrientes de flujo y reflujo.

En la Figura 2 del Anexo I, se muestran las velocidades máximas de mareas con sus direcciones para cada estación de medición correspondientes a la campaña de toma de datos, recompiladas del Estudio “Dinámica Sedimentaria en la Denominada Ría de Bahía Blanca”, realizado por el Instituto Argentino de Oceanografía, Contribución Científica N° 58, 1981.

En cuanto a las velocidades y direcciones de corrientes de marea, la información contenida en las planillas eximen de mayores comentarios y son suficientes para dar una idea bastante adecuada de las características principales de este factor, por lo menos en lo que concierne al proceso sedimentario.

Podemos en cambio establecer en base a ellas algunos parámetros necesarios para el tratamiento hidrodinámico del transporte de sedimento. En este sentido conviene considerar si el régimen es o no turbulento. Para ello recurrimos al número de Reynolds.

$$R_e = \frac{U h}{\nu}$$

Donde:  $U$  = Velocidad de la corriente (cm/seg)  
 $h$  = Profundidad (cm)  
 $\nu$  = Viscosidad cinemática ( $10^{-2}$  cm<sup>2</sup>/seg)

El régimen de corrientes para el tramo analizado, para bajas velocidades de corrientes y puntos cercanos al fondo, es calificado de régimen turbulento. El régimen es considerado turbulento, cuando se verifica  $Re > 103$ .

### 2.3.3 Mareas

La costa sur de Bahía Blanca no tiene límites definidos ya que varía totalmente con el estado de marea; está caracterizada además por la presencia de numerosas islas e islotes (Gómez & Perillo, 1992; Gómez *et al.*, 1997).

Tal como se describió en detalle en el Punto 2.2, la zona interior de la bahía se continúa con el Salitral de la Vidriera, que penetra en el continente en la dirección NO, incluyendo lagunas y salinas. La cuenca interna de la Bahía Blanca presenta características estuariales, sobre todo en períodos de precipitaciones intensas (Freije & Marcovecchio, 2004).

El ambiente está sujeto a un régimen de mareas semi-diurno, con una amplitud entre 3 y 3,5 metros (Perillo *et al.*, 1996; Ginsberg & Perillo, 2000). La marea es la principal fuente de energía para el estuario, y es una onda condicionada por la geometría de los canales, fricción e intensidad de los vientos dominantes.

Bahía Blanca es un estuario de tipo hiper-sincrónico: la amplitud de la marea aumenta desde la boca hacia la cabecera, lo que implica que el efecto de convergencia sobre la onda de marea es mayor que el de fricción (Perillo & Piccolo, 1991).

La marea es de característica semidiurna, con alturas medias que varían desde los 2.0 m. a la entrada de la ría hasta 3,5 m, a la altura del Puerto de Ing. White.

El análisis en profundidad del comportamiento de las mareas en la ría fue llevado a cabo en el Estudio para el Dragado del Puerto de Bahía Blanca, realizado por el consorcio argentino-holandés NEDECO ARCONSULT, que en adelante se citará como ENA.

En el mismo se obtuvieron niveles de agua y niveles de referencia para la reducción de los sondajes, también se determinaron los niveles característicos del mar y los desfases, de aplicación en aspectos hidrodinámicos y de la navegación.

El estudio mareológico cubrió desde la Boya Faro hasta el Puerto de Ing. White y el seguimiento del fenómeno se llevó a cabo con una red de mareógrafos, cuatro en la costa y seis fondeados en el mar, con centro de comparación en el instalado en la Base Naval Puerto Belgrano, atendido por el Servicio de Hidrografía Naval, que con registros de cien años lo han afirmado como Puerto Patrón de la zona.

Como parte integrante del mencionado estudio se instaló, a tres kilómetros del canal, a la altura del km. 63, una Torre de Mediciones, que entre otros datos transmite a tierra los niveles instantáneos de la marea desde el mes de diciembre de 1981.

Ello ha permitido contar con un nivel de referencia y los niveles característicos del lugar los cuales, trasladados hacia el exterior permiten evaluar, con precisión, los relevamientos de control y los dragados en el canal desde el km. 63 hacia afuera.

Los resultados fueron plasmados en tablas y gráficos que proporcionan en cada punto de la ría niveles de referencia para la reducción de los sondeos y las alturas de agua disponibles para utilizar en la navegación. Del procesamiento estadístico resultaron además los niveles característicos del mar.

En la Tabla 6, se presentan los Niveles Medios, Amplitudes y valores medios de Pleamares y Bajamares, tanto para sicigias como para cuadraturas y los Valores Medios, así como los desfases temporales de ocurrencia.

**Tabla 6.** Niveles del mar, variaciones, desfases y velocidades de propagación de la marea. Fuente: IADO, Contribución Científica N° 58, 1981

Nivel del mar y variaciones		Pto. Ing. White*	Pto. Belgrano	Pto. Rosales	Bal. .Hermoso
		Lat: 38°47' S Long: 62°16' W	Lat: 38°53' S Long: 62°06' W	Lat: 38°55' S Long: 62°04' W	Lat: 38°59' S Long: 61°41' W
Nivel Medio		2,78 / 2,59	2,44	2,44	1,89
Pleamares	Media	4,30 / 4,17	3,87	3,91	3.05
	Sicigias Media	4,54 / 4,36	4,11	4,15	3.23
	Cuadraturas media	4,06 / 3,97	3,63	3,69	2.87
Bajamares	Media	1,02 / 1,02	1,00	0,96	0.73
	Sicigias Media	0,79 / 0,82	0,76	0,76	0.55
	Cuadraturas media	1,26 / 1,21	1,25	1,19	0.91
Amplitudes (m)	Media	3,28 / 3,15	2,87	2,95	2.32
	Sicigias Media	3,75 / 3,54	3,35	3,42	2.68
	Cuadraturas media	2,80 / 2,76	2,38	2,50	1.96
Desfase medio con relación al Puerto patrón (minutos)		+ 36	0	-14	-45 ***
Distancias Geométricas al Puerto patrón (km)		18,50	0	4,40	33,50
Velocidad de propagación estimada (m/s) **		8,56	0	5,23	13,15

Puerto Patrón: Puerto Belgrano

\* Valor estimado

\*\* Se ha considerado el tiempo de propagación de Pleamares únicamente

\*\*\* Valor consignado en Tablas de Marea previas a la última actualización

Por otro lado, también se cuenta con las tablas de marea, publicadas por el Servicio de Hidrografía Naval (SHN), con información de alturas de pleamares, bajamares y amplitudes para los puertos ubicados en la Ría de Bahía Blanca.

En la Tabla 7, se presentan datos publicados por el Servicio de Hidrografía Naval (SHN), para el trimestre Abril, Mayo y Junio de 2011.

**Tabla 7.** Niveles del mar, variaciones y desfases. Fuente: Elaboración propia en base a publicaciones del SHN.

Nivel del mar y variaciones		Pto. Cuatros	Pto. Ing. White	Pto. Belgrano	Pto. Rosales
		Lat: 38°45' S Long: 62°24' W	Lat: 38°48' S Long: 62°16' W	Lat: 38°54' S Long: 62°06' W	Lat: 38°55' S Long: 62°04' W
Nivel Medio (HN)		2,96	2,74	2,52	2,52
Pleamares	Media	4,70	4,28	3,94	3,95
	Máxima	----	4,61	4,68	4,59
Bajamares	Media	0,99	0,79	0,81	0,85
	Más baja	----	0,13	0,16	0,06
Amplitudes (m)	Media	3,60	3,49	3,13	3,10
	Máxima	----	4,42	4,50	4,47

Puerto Patrón: Puerto Belgrano

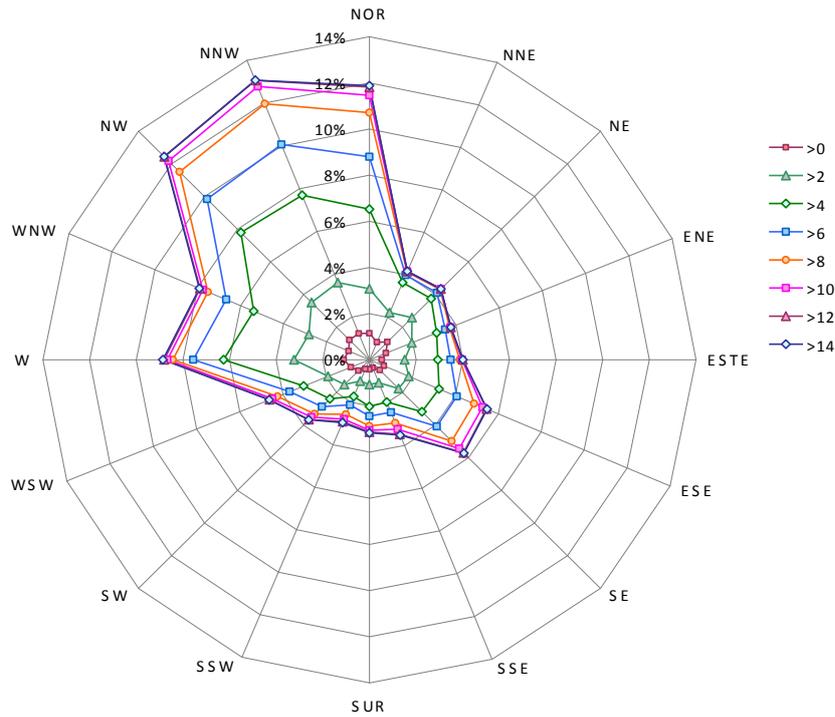
Las alturas están referidas al plano de reducción que pasa a una altura (HN) por debajo del nivel medio. Para utilizar la carta náutica de referencia H-258, donde se indica que el nivel medio de Puerto Belgrano pasa a 2,44 m sobre el plano de reducción, se les debe restar a estas predicciones 0,08 m para aplicarlos a los sondajes indicados en la misma.

### 2.3.4 Viento

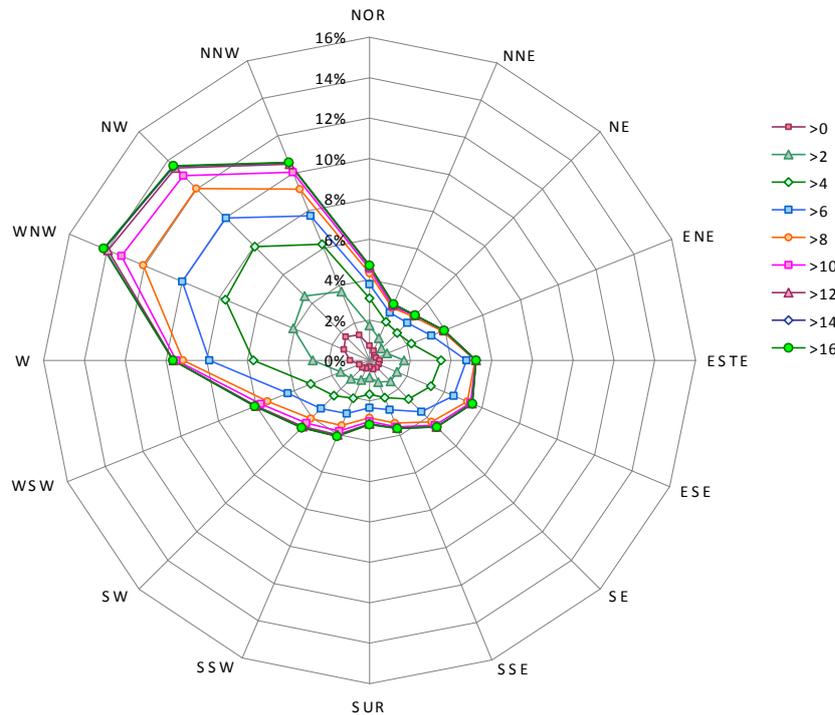
El viento es para la zona un elemento casi permanente. En el Punto 2.1.2.6 del presente informe se exhibe un resumen estadísticos de los vientos reinantes en la zona para el período 1991-2000. No obstante, dado que los vientos influyen sobre la dinámica del estuario, en el presente punto se incluye un análisis en mayor detalle de los mismos. Por ello, en las Tablas que se presentan en el Anexo I, se han introducido las variables dirección y velocidad del mismo.

Además, de los datos recopilados en las estaciones de muestreo del estudio del IADO, 1981. Para el análisis y caracterización de los vientos de la Ría de Bahía Blanca, se tomaron los datos medidos de intensidad y dirección de los vientos en dos estaciones meteorológicas. La estación de Ingeniero White (38° 47' 36" S - 62° 15' 49" W), con periodo de registro de 5 años y la estación de Galván (38° 47' 8" S - 65° 17' 56,5" W), con periodo de registro de 2 años.

En la Figura 22 y en la Figura 23, se presenta la distribución de la intensidad de los vientos en la Ría de Bahía Blanca. Frecuencias (en porcentajes) de los rangos de intensidad de los vientos, segregadas en la dirección de procedencia de los mismos.



**Figura 22.** Frecuencias (%) de los rangos de intensidad de los vientos, medidos en la estación meteorológica “Ingeniero White”. Período 2005-2010.



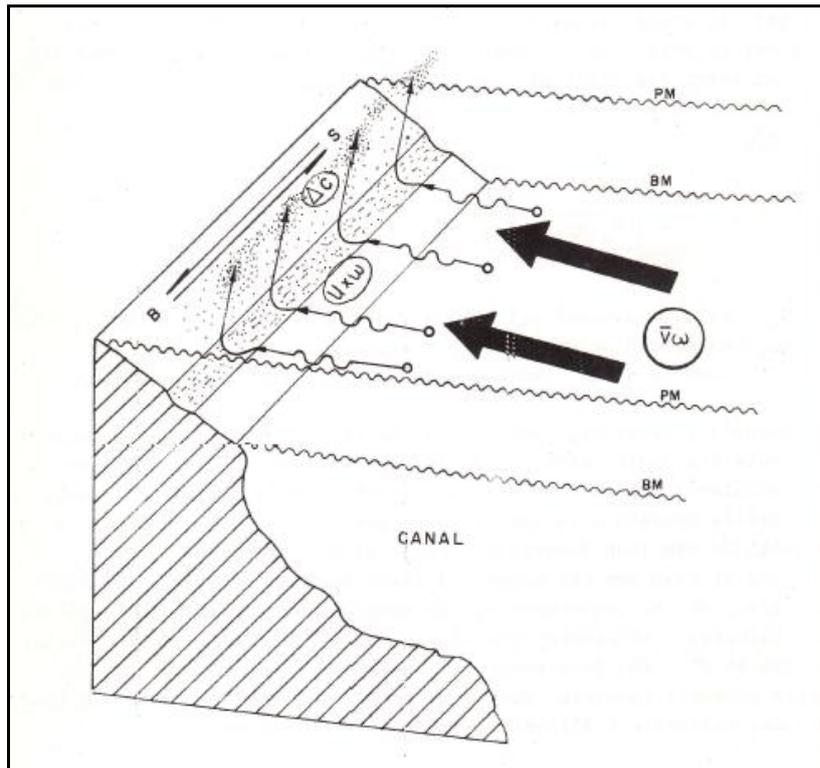
**Figura 23.** Frecuencias (%) de los rangos de intensidad de los vientos, medidos en la estación meteorológica “Galván”. Período 2009-2010.

Según estos resultados en la estación Ingeniero White, los vientos más frecuentes provienen del cuadrante noroeste–norte, mientras que en la estación Galván, los vientos más frecuentes provienen del cuadrante noroeste – oeste, coincidiendo con los datos estadísticos generales para la zona.

**2.3.4.1 Efectos del Viento en el Proceso Erosivo**

La elevada energía que el viento introduce en el sistema, genera un efecto importante en el proceso erosivo, quizás igual o más importante que el efecto de la corriente de marea, aunque más bien debe existir un efecto combinado entre ambos.

El efecto erosivo por olas actuando en áreas intertidales, puede ser el motivo de la puesta en suspensión del material, contribuyendo en parte las corrientes de marea, pero principalmente actuando estas como transporte de ese material (Figura 24).



**Figura 24.** Esquema de Erosión – Transporte de sedimentos para áreas intertidales. Fuente: IADO, Contribución Científica N° 58, 1981

Del análisis granulométrico y de concentraciones, se puede plantear las siguientes igualdades:

$$\bar{V}_w \cong U_{*w} \cong C$$

Donde:

$\bar{V}_w$  = Velocidad media del viento con su alcance y duración.

$U_{*w}$  = Velocidad de corriente por olas.

$\bar{C}$  = Aumento de la concentración del sedimento en suspensión.

Del análisis de la dirección del viento con respecto a la orientación de los canales, se puede afirmar que si la dirección promedio del viento es perpendicular al canal considerado, se deberá producir mayor erosión en la orilla opuesta a la que sopla el viento y en consecuencia, la pendiente de ese lado debería presentar mayor gradiente.

Para el caso Galván – Puerto Cuatrerros, la mayor frecuencia de vientos tiene dirección N-NO. En consecuencia, son marcadamente paralelos al eje del Canal Principal. En cambio, los vientos SO lo interceptan con un valor promedio de 90°. Por lo expuesto, debería ser naturalmente más abrupto el veril izquierdo que el derecho, si otros factores, como calidad, diámetro del sedimento y disponibilidad fueran constantes.

### 2.3.5 Dinámica de los Sedimentos

#### 2.3.5.1 Sedimentos en Suspensión

El análisis de los sedimentos en suspensión, considera además de su concentración, un análisis de su composición granulométrica, aplicando el método de los tubos de extracción de fondo y las curvas de Oden.

En este sentido para un análisis preliminar, se muestrearon sistemáticamente en una sección geográficamente ubicada entre Puerto Galván y Puerto Cuatrerros, específicamente ubicada en la coordenada 62° 19' Latitud Sur y 38° 47' Longitud Oeste. Los puntos de muestreo en la sección, se ubicaron en el centro y el veril del canal principal y se considera son representativos del área marina de Puerto Galván y de Puerto Cuatrerros.

En relación a la marea, la toma de muestras se efectuó en subiente, bajante, pleamar y bajamar. Respecto de la profundidad, se muestreo en la superficie, a un metro del fondo y cerca del fondo.

En la Tabla 1 y la Figura 3 hasta la Figura 10 del Anexo I, se presentan los valores promedio de la granulometría del sedimento en suspensión distribuida porcentualmente.

Del análisis granulométrico se puede resumir lo siguiente:

- 1) Las Arcillas, constituyen alrededor del 60% del material en suspensión y los limos casi el 40%, quedando el pequeño resto para la fracción arena muy fina (por ciento inferiores a uno). Dentro de las arcillas totales, hay predominio de las muy finas (MF) consideradas < 0,00138 mm. Aunque ésta es algo variable, la relación entre arcillas muy finas y arcillas gruesas, medias y finas es aproximadamente igual al doble.

$$\frac{\text{Arcillas Muy Fina}}{\sum \text{Arcillas (Gruesas + Mediana + Finas)}} \cong 2$$

Analizando el conjunto de arcillas en sus granos gruesos (G), Mediano (M) y fino (F), se destaca una uniformidad en sus valores absolutos, con un valor máximo porcentual de 8,5% (Arcilla Fina) y el mínimo porcentual el 4,7%, (Arcilla Mediana), considerando cualquier situación de marea, profundidad y lugar del Canal Principal.

- 2) La fracción limo, se destaca la preponderancia del sedimento de diámetro de 0,0790 mm (limo muy fino) sobre las demás, aunque la diferencia es amplia. Existe incremento progresivo porcentual, simultáneamente con la disminución de la granulometría.

Sintetizando, el sedimento en suspensión analizado, muestra una cierta rigidez de proporción entre sus fracciones, rigidez que entendemos puede ser una característica típica del correspondiente al área de influencia (en este caso Puerto Galván y Puerto Cuatros).

**2.3.5.1.1 Influencia de la salinidad en la concentración y velocidad media de caída de sedimentos en suspensión**

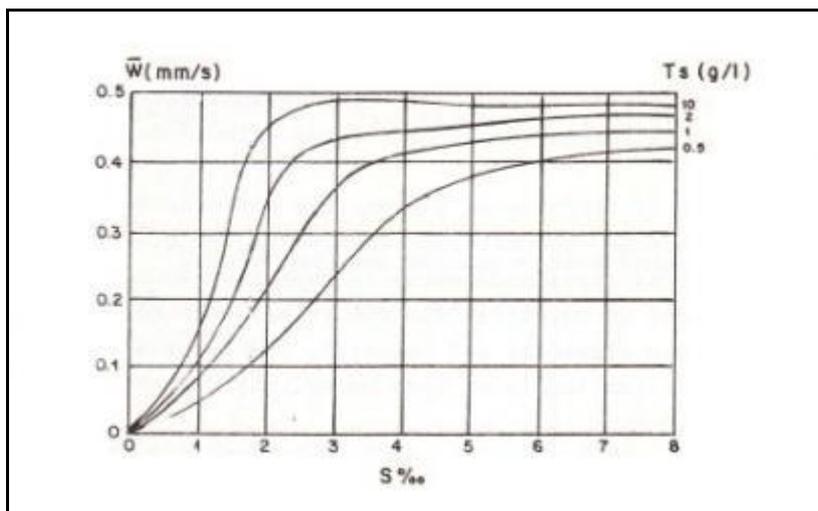
La velocidad de caída unitaria de los sedimentos en suspensión suele ser muy pequeña, milésimos de milímetro por segundo. La siguiente expresión matemática es la que gobierna la velocidad de caída, para condiciones de sedimentación en aguas calmas.

$$W = \frac{1}{18} \left( \frac{P_1 - P_0}{P_0} \right) D^2 \frac{g}{\nu}$$

La velocidad de caída se incrementa fuertemente por la formación de flóculos que ocurre siempre que el material sea de un determinado rango granulométrico, cuando exista la posibilidad de que las partículas se pongan en contacto y el medio acuático favorezca las interacciones entre ellas.

Esto podría producirse por caída y choque de partículas mayores con las menores de más baja velocidad (W), o bien por una dada turbulencia del medio acuático, que no debe ser excesiva para no destruir los flóculos.

En función de la salinidad a partir de S‰ > 5, los flóculos se forman con mucha más facilidad, y en consecuencia aumenta la velocidad de caída. La Figura 25 muestra la influencia que tiene la salinidad en la velocidad media de caída para concentraciones (Ts) dadas.



**Figura 25.** Influencia de la salinidad en la velocidad media de caída para concentraciones (Ts) dadas.

Los cambios de valores para W del grano fino del sedimento en suspensión y los valores de W para flóculos, están dados por el factor de floculación (F), y este será mayor cuanto menor sea el grano del sedimento. Donde F es igual a:

$$F = \frac{W_f}{W_p} = 250 * D^{-1.8}$$

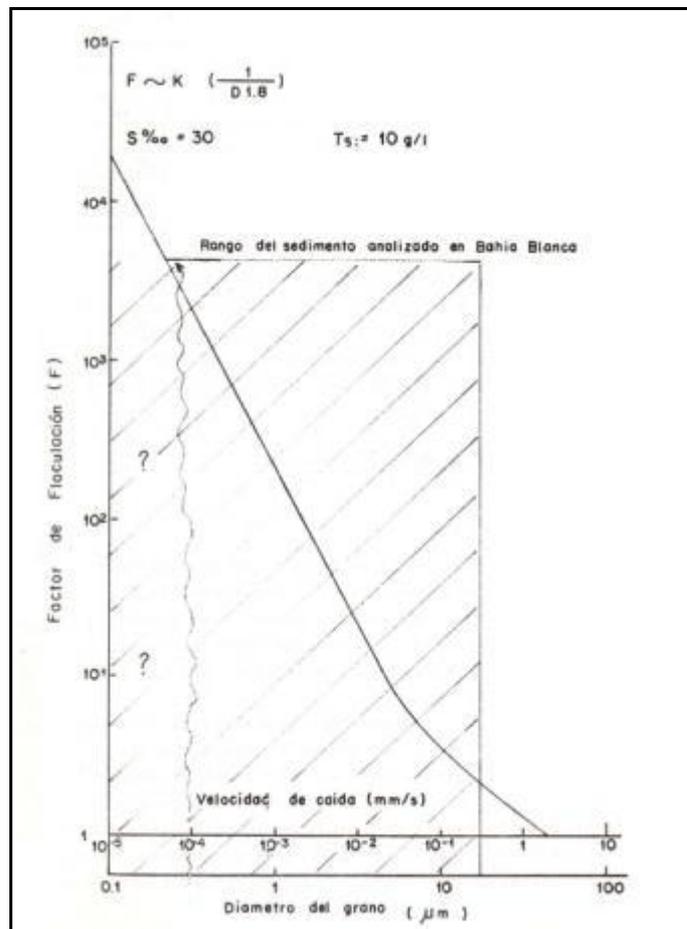
Donde:

$W_f$  = Velocidad de las partículas floculadas

$W_p$  = Velocidad de las partículas sin flocular

$D$  = Diámetro de las partículas

La Figura 26, muestra la influencia de las dimensiones de las partículas elementales sobre la velocidad de caída de los flóculos en agua de mar. En general la diferencia entre partículas finas individuales y las mismas partículas floculadas, puede estar entre 500 a 1000 veces a favor de las floculadas, que específicamente se ubicarían en el rango 0,2 – 0,8 mm/s (Migniot).



**Figura 26.** Influencia de las dimensiones de las partículas sobre la velocidad de caída de los flóculos en agua de mar.

El gráfico, muestra el rango granulométrico del material que se encuentra en suspensión en el área comprendida entre Puerto Galván y Puerto Cuatros.

La formación de flóculos es una posible explicación racional sobre las variaciones de concentración observadas, ya que en intervalo de muestreo (3 horas aproximadamente) la variación de concentración para un mismo nivel no se explicaría con velocidades de sedimentación acorde con el grano elemental del material. Una velocidad de caída ( $W$ ), entre 0,2-0,3 mm/s implicaría en tres horas, una distancia vertical >5,5 m y <8,5 m.

La variación de la concentración en una suspensión floculada a partir de un sedimento dado, es "función de potencia menos tres cuartos del tiempo desde la iniciación del asentamiento" (Kate Kranck). Así, la formula que representa esta variación es:

$$C = a * t^{-4/3}$$

Donde:

$C$  : Concentración total

$t$  : Tiempo transcurrido a partir del inicio de la sedimentación

$a$  : Compensación de la pendiente

### **2.3.5.1.2 Movimiento de sedimentos**

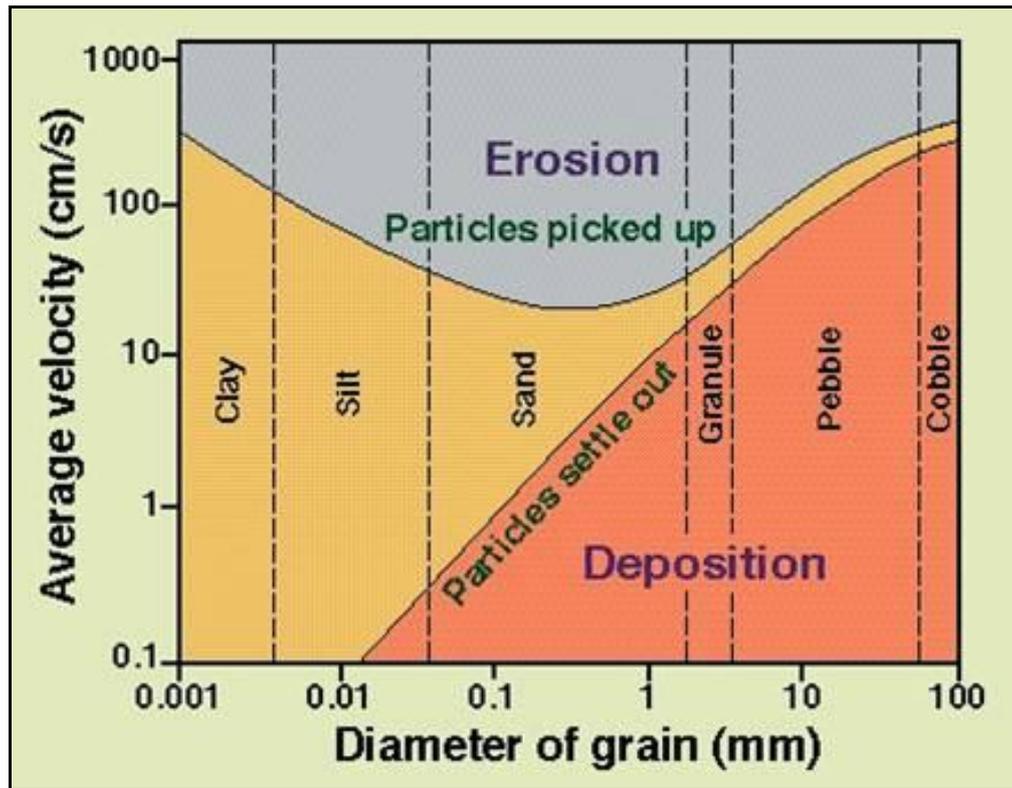
Para analizar el comportamiento morfodinámico de los sedimentos, se asume que:

- a) Los materiales que nos interesan son de grano correspondiente a arenas muy finas, limos y arcillas.
- b) El agente erosivo y de transporte es el agua de mar que se mueve al impulso de la fuerza de marea.
- c) El factor viento ha sido considerado especialmente por entender que adiciona un elemento turbulento al sistema y puede constituir un aporte de sedimentos al área de magnitud fluctuante y desconocida.
- d) El tipo de sedimento que forma parte del lecho marino es aproximadamente uniforme.

A partir de estas consideraciones básicas, la exposición se ajustara al tratamiento clásico de una evaluación sedimentológica, esto es: Erosión, Transporte y Sedimentación.

### **2.3.5.1.3 Relaciones de erosión, transporte y sedimentación**

La muy conocida representación gráfica (Figura 27) debida a Hjulstrom (1939) sobre las relaciones de erosión, transporte y sedimentación en función del radio o del tamaño de las partículas y la velocidad de la corriente, constituye un buen método de tipo general para iniciar el análisis.



**Figura 27.** Relaciones entre velocidades promedio de corrientes y situaciones de Erosión, Transporte y Sedimentación en función de las dimensiones de las partículas (Hjulstrom)

El gráfico indica que partículas de 0,5 mm (arenas finas), son las más fáciles de erosionar (10-20 cm/seg) mientras que partículas muy finas (arcillas de 1 y 2 micrones), requieren mayor velocidad de corrientes (100 - 200 cm/seg).

Las razones de la resistencia a la erosión, se deben a fuerzas de atracción entre partículas de carácter no muy conocidas y definidas como fuerzas eléctricas y atracciones de masa y quizás, para muchos casos, por efecto bioquímico de los organismos marinos del fondo.

Otro factor de compactación, está dado por la antigüedad del depósito. En el área que nos ocupa es razonable suponer que la frecuencia de acción de los agentes erosivos no ha permitido una cohesión importante, excepto en ambientes donde sólo excepcionalmente son alcanzados por las altas mareas.

Así, para depósitos recientes, que bien podrían ser resultantes entre corrientes de velocidades algo superior a la media y/o estados turbulentos por encima de lo habitual para el área, la velocidad crítica de erosión -  $U_*$  - es una función de la concentración de sedimento seco.

$$U_* = K T_s$$

Donde:  $T_s$  = Concentración (g/l)  
 $K$  = Coeficiente

Para sedimentos más antiguos y por ende de mayor concentración, será:

$$U_{*c} = K' T_s^2$$

Es necesario, efectuar un análisis sobre la determinación de la velocidad sobre el fondo  $U_*$ , debido a que ella provoca la fuerza tractiva sobre el mismo y además resulta imposible efectuar mediciones directas.

En el estudio llevado a cabo por el IADO, las velocidades fueron medidas a 1m del fondo y también a 0,60 “h”. Como “h” varía entre 12 y 6 m en el primer caso, los valores de distancia al fondo “y” están entre 1/12 y 1/6 de la profundidad, sería posible la aplicación de la formula de Prandtl Karman, válida para  $y \leq 1/5 h$ , la cual relaciona la velocidad del flujo  $U$  a una distancia “y” del fondo, con la velocidad de corte  $U_*$ , la viscosidad del agua y el coeficiente de rugosidad de Nikuradse  $k_s$ . La velocidad de corte está relacionada con la tensión de corte sobre el fondo y la densidad del agua a través de la expresión  $U_*^2 = \tau/\rho$

Tratándose de un flujo en régimen aproximadamente uniforme,  $U_*$  se puede relacionar con la velocidad media  $\bar{U}$  a través del coeficiente de Chezy  $C$ .

$$\frac{\bar{U}}{U_*} = \frac{C}{\sqrt{g}}$$

Estos procedimientos permiten disponer de los valores de  $U_*$  en función de las velocidades de  $U$  obtenidas en las mediciones de campo a determinadas alturas “y” del fondo.

De acuerdo a lo expresado anteriormente, existe una relación proporcional entre la velocidad crítica de erosión  $U_{*c}$  y la rigidez o contracción de los depósitos de sedimentos finos ( $\tau$  y  $T_s$  respectivamente).

La relación,  $U_{*c} = K T_s$  y la Figura 28, determinan  $K=0,01$  para sedimentos cohesivos imperfectamente consolidados.

El mismo grafico advierte sobre el aumento de la concentración con la profundidad, hasta lograr una cierta estabilización. Como un aumento de  $T_s$  involucra un incremento relativo de  $U_*$ , se observa que los materiales que yacen a mayor profundidad serán mucho más difícil de erosionar que los más superficiales.

En particular, una primera estimación de la tensión crítica de erosión para sedimentos recientemente depositados en capas de espesor inferior a 10 cm (con densidades secas – concentraciones  $T_s$  inferiores a 200 gr/lt), podría obtenerse con un valor de velocidad crítica igual a 2 cm/s, resultando la tensión de corte crítica igual a 0,4 N/m<sup>2</sup>. Considerando una profundidad típica “h” en la zona canalizada de 12 metros, y un coeficiente de Manning n del orden de 0,016, el coeficiente de Chezy puede estimarse como:

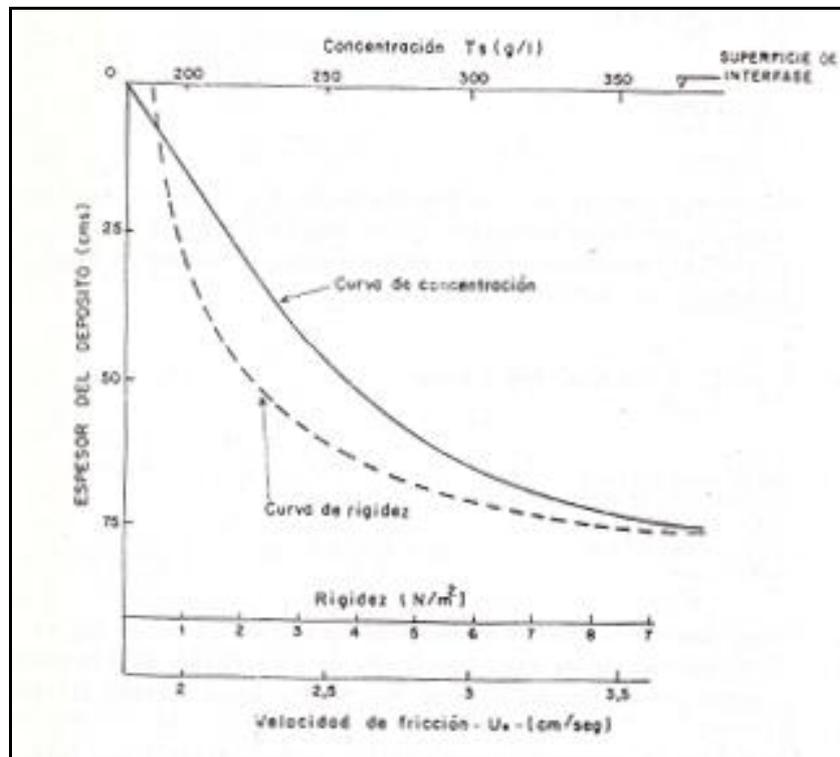
$$C = h^{1/6} / n = 95$$

A partir de este dato, la velocidad crítica de erosión (promedio en profundidad) correspondiente sería:

$$\bar{U} = \frac{CU_*}{\sqrt{g}} = \frac{95 \cdot 0,02}{3,13} = 0,6m/s$$

Esto implica que en los períodos de máximas velocidades en la zona canalizada, los sedimentos depositados en los momentos de baja corriente vuelven a ser erosionados.

Los sedimentos depositados a mayor profundidad y con mayor consolidación, que ocurren por ejemplo en las áreas portuarias marginales, requerirán esfuerzos de corte superiores para ser erosionados. Por ejemplo, un depósito de más de 70 cm de espesor, con una velocidad crítica de erosión superior a 3 cm/s, requeriría una velocidad media en profundidad superior a 0,9 m/s para ser removilizado.



**Figura 28.** Relación entre el asentamiento de sedimentos finos y valores de corriente necesarias para re-erosionarlas

Para sedimentos cohesivos más antiguos, la velocidad crítica de erosión será:

$$U_{*c} = K' T_s^2$$

Es decir, que para un depósito con una concentración  $T_s$ , y una cohesión dada, la rigidez es función del tiempo -  $\tau = f(t)$

Para sedimentos recientemente depositados y muy poco consolidados, los valores pueden ser muy inferiores tal como se describe más adelante.

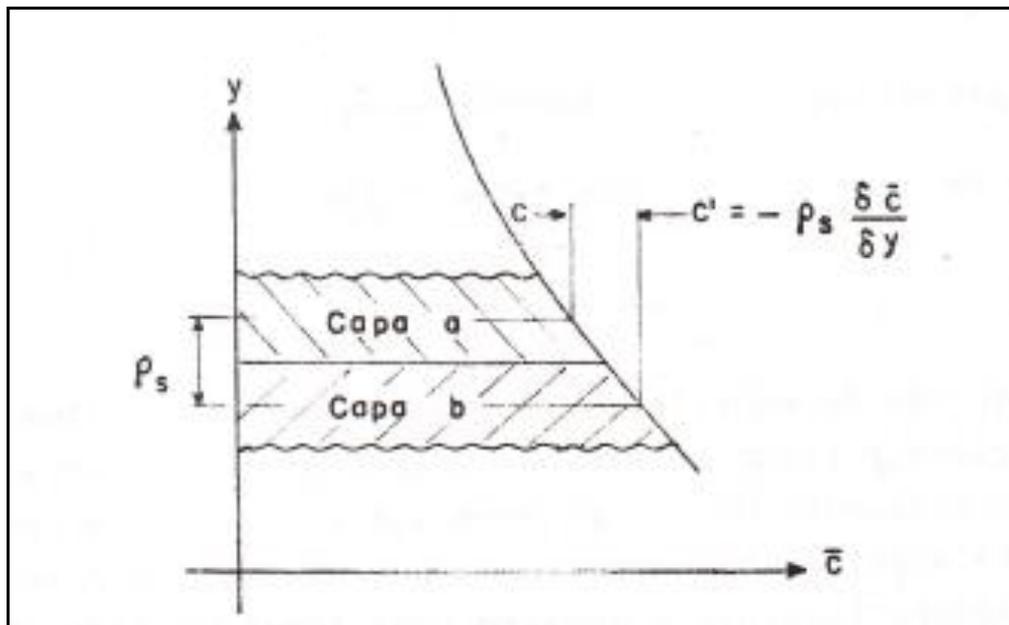
**2.3.5.1.4 Concentración del sedimento en suspensión y su variación**

La cantidad de sedimento en suspensión puede expresarse en términos de su concentración (c), relacionando el peso de los mismos con un volumen unitario de mezcla. Se asume que los sedimentos suspendidos se encuentran regularmente diseminados en la masa de agua dentro de un entorno relacionado con la captura de la muestra. Ello implica que las franjas de corriente son sensiblemente seguidos en su recorrido por los granos de sedimentos.

Partiendo de la premisa de que el sedimento tratará continuamente de asentarse, será estrictamente considerado el flujo de volumen de sedimento en dirección vertical < c'v' > el que impida esta situación.

Para un caso en el cual la concentración (C), decrece al acercarse a la interface aire-agua, como es habitual, el traslado de volumen de sedimento del estrato (a), al estrato (b) (Figura 29) se expresa como:

$$\langle c' v' \rangle = L_s \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} = L \frac{\partial \bar{u}}{\partial y}$$



**Figura 29.** Perfil teórico de la concentración en función de la profundidad

Donde  $L_s$  es la longitud de mezcla apropiada para la mezcla turbulenta del material suspendido.

Integrando y efectuando operaciones se arriba a la ecuación general:

$$\frac{C}{C_o} = \left[ \frac{h-y}{y} \frac{a}{h-a} \right]^z$$

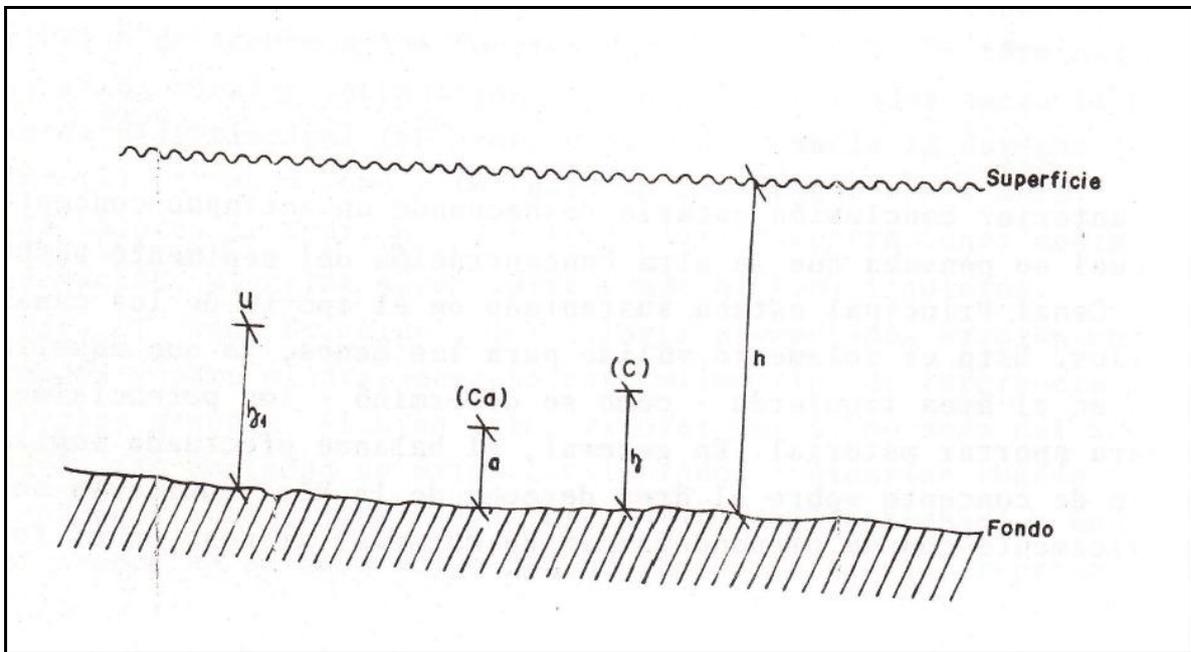
Donde

$c = c_a$ , Para  $y = a$

El exponente está dado por: 
$$z = \frac{w}{\beta K U_*}$$

**a) Condiciones Hidrodinámicas moderadas y sin vientos**

Se realiza una aplicación directa de la formulación en base a la información de campo obtenida en las campañas oceanográficas realizadas por el IADO, Contribución Científica N° 58, 1981. Se aplica la expresión a una estación como la RI-24 (Tabla 12 del Anexo I), realizada en condiciones de calma (sin vientos), una velocidad del agua moderada-baja en condición de marea creciente y con un fondo limo-arcilloso, con bajos tenores de arena, representativo del área. En la Figura 30, se muestra el esquema para ubicación de los parámetros.



**Figura 30.** Esquema de la ubicación de parámetros utilizados para el cálculo de la concentración. Fuente: IADO, Contribución Científica N° 58, 1981

Donde:

- $C_a$  = Concentración en “a” (valor medido 64,8 mg/l a 1 m del fondo)
- $h = 12,0$  m
- $C$  = concentración en “y”
- $y = 2,0$  m
- $a = 1,0$  m

La velocidad de caída ( $W$ ) ha sido estimada en base a la de los flóculos, que sin duda se forman y considerando que ellos tienen un diámetro mayor que los limos más gruesos, siendo para éstos  $W \cong 0,9$  mm/s (Figura 30).

Como la velocidad de los flóculos está entre 500-1000 veces mayor que la de los granos individuales, el valor adoptado por el IADO bajo estas condiciones, 0,05 cm/s, parece razonable, pero quizás no definitivo. Estamos ahora en condiciones de obtener la concentración (C), del sedimento en suspensión para un nivel  $y = 2,00$  cm del fondo, y con  $z = 0,13$ .

$$\frac{C}{64,8} = \left[ \frac{12-2}{2} \frac{1}{12-1} \right]^{0,13}$$

Bajo estas condiciones resulta  $C = 58,5$  (mg/l). Si se considera que el valor obtenido por muestreo directo es de 58 (mg/l), se puede apreciar que la representación del perfil en la zona inferior de la columna de agua es muy buena.

Para la misma estación RI-24 y el mismo momento de muestreo se puede verificar que la concentración calculada cerca de la superficie ( $y=11,5$  m) resulta 31,2 mg/l.

Si se considera que el valor obtenido por muestreo directo es de 28,4 (mg/l), es indudable que la fórmula es útil bajo situaciones de normalidad. Esta normalidad requiere, además de lo especificado, una disminución de la concentración hacia la superficie, de manera que situaciones anómalas en las que la concentración cercana al fondo sea inferior a la de +1m, por ejemplo, no pueden ser representadas, como tampoco aquellas situaciones en las que C de superficie es mayor a las de estratos inferiores.

## b) Condiciones Hidrodinámicas moderadas y con vientos

La experiencia realizada sobre la estación RI-24, ha demostrado que el sedimento suspendido guarda cierta distribución vertical y que por ello sería posible, dentro de ciertos límites, aplicar la sencilla expresión matemática ensayada.

Tratamos ahora de analizar el comportamiento del sedimento suspendido utilizando la información de la Estación RI-38 (Ver tabla 16 del Anexo I), afectada al momento de su ejecución por vientos del sector NW con velocidades medias ( $\bar{V}$ ) entre 9 y 12 cm/s (30-45 Km/h), durante todo el periodo de observación. Debemos asumir que la acción del viento ya estaba actuando cuando se realizó la primera medición y que esta puede ser una situación típica en el área.

Por otro lado, las velocidades de corriente son casi análogas a las de RI-24. En ambas, se repite que:

- La amplitud de marea es casi idéntica (2,87 m RI-24; 2,77 m RI-38)
- La velocidad de  $\frac{1}{2}$  bajante son idénticas (77 cm/s para cada estación)
- Las velocidades de creciente, ligeramente diferentes,  $v_{(RI-38)} = 53$  cm/s y para  $v_{(RI-24)} = 48$  cm/s.

En la Tabla 8, se presenta las proporciones de la concentración  $\bar{C}$ , para estas condiciones.

**Tabla 8.** Relación de los sedimentos en suspensión (concentraciones), de estaciones con y sin afectación de vientos en el momento de toma de datos. Fuente: IADO, Contribución Científica N° 58, 1981

Estación	Pleamar	½ Bajante	Bajamar	½ Creciente	$\bar{X}$
RI-24 ( $\bar{C}_{24}$ )	93,86	112,79	34,32	64,75	76,40
RI-38 ( $\bar{C}_{38}$ )	185,10	178,70	183,40	252,40	199,90
$\bar{C}_{38}/\bar{C}_{24}$	1,97	1,58	2,43	3,89	$\frac{\bar{X}_{38}}{\bar{X}_{24}} = 2,60$

En valores promediados, la relación de concentraciones medias para ambas estaciones es:

$$\bar{C}_{24} = \bar{C}_{38} * 2,60$$

El factor 2,60 representa indirectamente el trabajo que efectúa el viento sobre la hidrodinámica del lugar, que a su vez actúa sobre los sedimentos constituyéndose en elemento de comprobación, que utilizamos como medida de aquel trabajo.

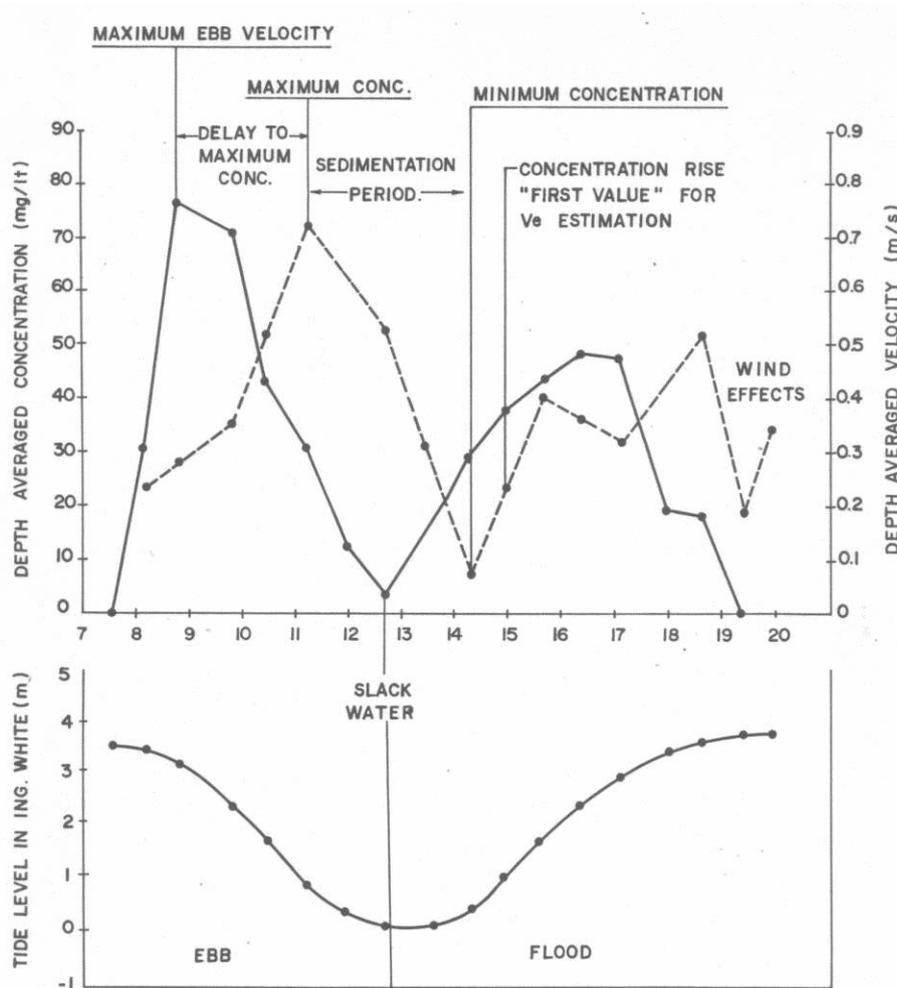
En consecuencia, el factor de cambio ( $\bar{C}_{38}/\bar{C}_{24} = 2,60$ ) está relacionado de alguna forma con  $U_{*W38}$ .

Vale decir también, que el efecto viento tiende a una homogeneidad en la distribución del sedimento.

Esto debe ser así por dos motivos principales:

- a) El efecto erosivo y
- b) El impedimento en la formación de flóculos.

Los “Estudios Hidrosedimentológicos para la Ingeniería de Detalle de la Remodelación del Puerto de Ing. White en Bahía Blanca (1987)”, que permitieron estimar el rango probable de velocidades críticas de erosión del material que se deposita en el lecho (Cardini, 1988). En la Figura 31 se muestra la evolución de las concentraciones y velocidades del flujo en una estación hidrosedimentológica ubicada en inmediaciones del Puerto de Ing. White.



**Figura 31.** Cronología de velocidades y concentraciones en Puerto Ing. White (Cardini, 1988)

Las condiciones de floculación de los sedimentos producen la deposición prácticamente total del mismo en el intervalo de tiempo de 3 a 4 horas que transcurre entre el instante de máxima velocidad de la corriente en un semiciclo, hasta que la velocidad crítica de erosión es nuevamente superada en el semiciclo siguiente, pasando por la estoa.

Se concluyó que la concentración máxima de sedimentos en suspensión en cada ciclo de marea depende de las condiciones hidrometeorológicas imperantes en el área de estudio en un cierto período anterior, que producen un aporte variable de “carga de lavado” generado sobre las áreas bajas de los bancos. Por lo tanto, no existe una relación biunívoca entre la velocidad y la concentración máximas.

La velocidad crítica de erosión depende de la concentración en el fondo y de las características fisicoquímicas y antigüedad (consolidación) de los depósitos. Una estimación de la misma se puede obtener analizando la condición para la cual la concentración comienza a crecer luego de la estoa. Se ha estimado que la velocidad crítica de erosión para las condiciones de profundidad existentes en 1987 oscilaba en el rango de 0,4 m/s +/- 0,05 m/s, valores algo inferiores a los correspondientes según la bibliografía previamente citada.

No obstante, existen diversas referencias a tensiones críticas de erosión para suelos poco consolidados indican valores de esfuerzos de corte en estuarios tan bajos como 0,05 a 0,15 N/m<sup>2</sup>, por ejemplo para el puerto de Delfzijl (Holanda), o el estuario del Loire (Van Rijn, 1993)

La concentración máxima obtenida en el estudio de Puerto Ing. White fue del orden de 120 +/- 40 mg/lt, mientras que la densidad seca del depósito resultó del orden de 560 +/- 70 kg/m<sup>3</sup>, lo cual se corresponde aproximadamente con un rango de densidades húmedas entre 1320 y 1420 kg/m<sup>3</sup>. Las mismas se encuentran ligeramente por encima de los valores que definen al sedimento como un "sólido".

Se estima que los sedimentos depositados en los momentos de baja velocidad durante cada ciclo de marea en el canal de navegación y en general en las zonas canalizadas naturalmente en el estuario de Bahía Blanca, presentan concentraciones (densidades secas) inferiores a 100 kg/m<sup>3</sup>, con lo cual las tensiones críticas de arrastre se encontrarían en el rango inferior de los valores posibles.

### 2.3.5.2 Sedimentos del fondo

Este análisis corresponde a la parte más interna de la Bahía comprendida entre el Puerto de Ing. White y la región terminal es decir entre los paralelos 38°40'00 " y 38°47'30" de Lat. Sur y meridianos 62°17'00" a 62°23'00" de Long. N.

En general el ambiente de trabajo es de características muy complejas y está constituido por sedimentos extremadamente finos (Figura 32).

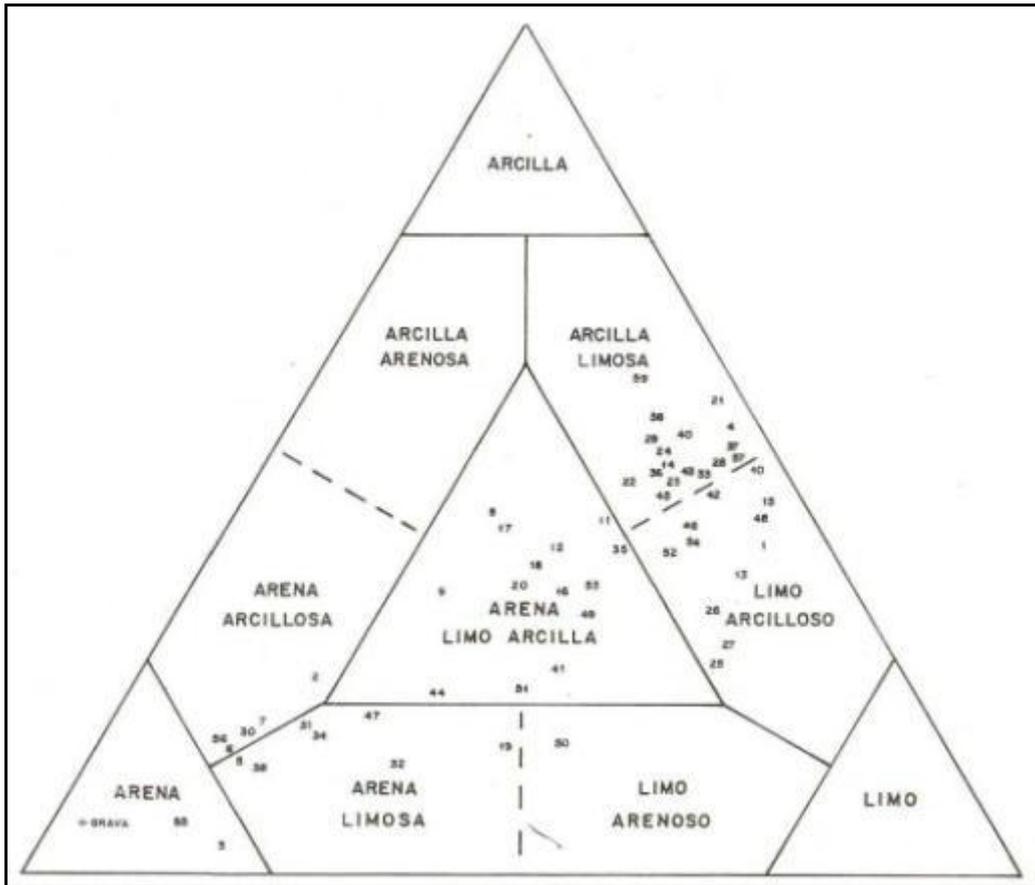
Del total de las 65 muestras obtenidas, para los fines del presente estudio se utilizaron 58. Los porcentajes de sedimentos obtenidos de los tamices y los provenientes del pipeteado hasta el Phi 8, fueron ploteados sobre una planilla de probabilidad aritmética.

Posteriormente de los puntos componentes de la curva granulométrica acumulativa fueron calculados algunos parámetros estadísticos utilizando los criterios de Folk y Ward (1957) y empleando un programa de computación (Mouzo y Fernandez. 1974).

Asimismo se efectuaron los histogramas correspondientes a cada muestra y se efectuó la clasificación adoptando el esquema del triángulo de Shepard.

Se ha pretendido en todo momento encontrar elementos de juicio que caractericen de alguna manera el ambiente en estudio, para poder compararlo con ambientes similares o paleoambientes de comportamiento semejante.

En general los sedimentos son de tipo arcilloso (pelitas) con muy poco lugares donde la presencia de arena o grava es significativa, en general todas las muestras aparecen con presencias de conchillas, por este motivo para la clasificación de Shepard se unió los valores de grava más arena, Figura 32.



**Figura 32.** Distribución de la composición granulométrica, según el esquema de clasificación de Shepard.  
Fuente: IADO, Contribución Científica N° 58, 1981

En la Tabla 22, se presenta la relación y número de estaciones, el porcentaje y características del material contenido en cada muestra. En la Figura 51, la ubicación de las estaciones de muestreo y la proporción de cantidades contenidas en cada muestra. Por último en la Figura 52, se indican las tendencias en función del tamaño del grano.

La fuente más importante de sedimentos parece ser las pequeñas barrancas existentes en algunos puntos del veril sur, compuesta de material de poca variación granulométrica en especial limos.

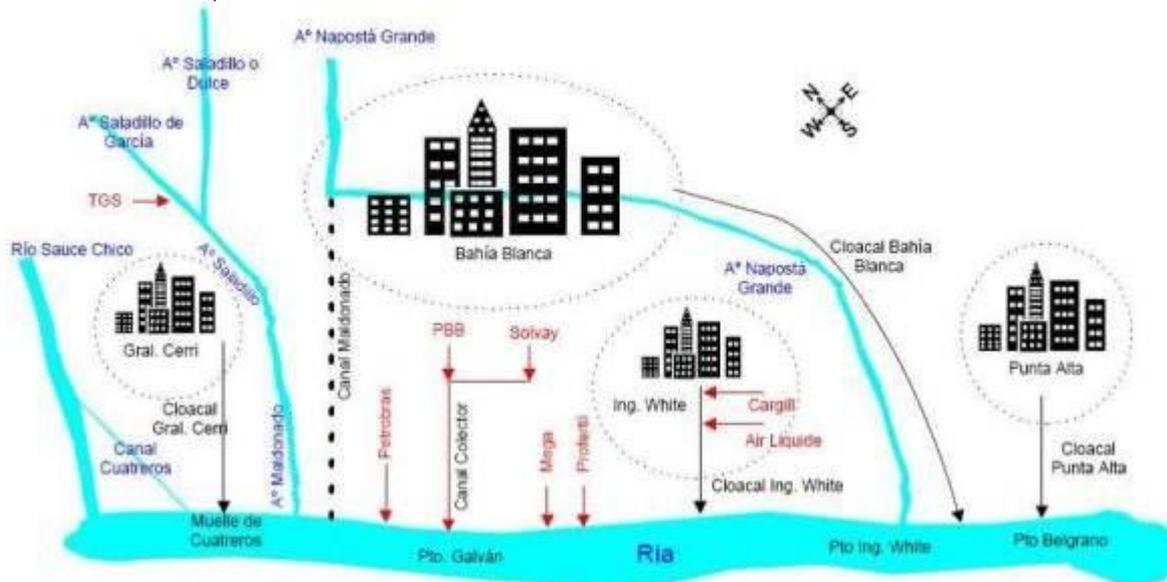
## 2.4 CALIDAD DEL AGUA Y DE LOS SEDIMENTOS DEL ESTUARIO

### 2.4.1 Introducción

Los estuarios, tal como el que se encuentra bajo estudio, usualmente sirven como una trampa geoquímica para los materiales disueltos en el agua, primero incrementando su concentración y eventualmente transfiriendo los mismos a los sedimentos cohesivos mediante diferentes procesos. Muchos de los contaminantes de origen antrópicos se asocian a la fracción fina del sedimento, o al menos presentan una dinámica similar en cuanto a su comportamiento. Como consecuencia, sustancias potencialmente peligrosas tienden a dispersarse y se concentran en aquellas zonas en donde los flujos de menor energía permiten que el sedimento se deposite, por ejemplo en el caso de las planicies de marea. Una vez que el material contaminado se ha depositado, se puede considerar que no hay efectos negativos sobre el ambiente debido a que la sustancia se encuentra inmovilizada (Grecco, et al., 2010).

En el área de estudio, las principales vías de acceso de sustancias exógenas al sistema son principalmente los efluentes de los núcleos urbanos (efluentes cloacales) y los efluentes de origen industrial. A estos se suman los efluentes producidos por curtiembres, operaciones de faenado de ganado e industrias relacionadas, así como la operación de la central termoeléctrica Comandante Luis Piedra Buena (Figura 33).

Todos ellos lo hacen a través de los cursos de agua dulce (tanto naturales como artificiales), que desaguan en el estuario (ver Punto 2.5). A partir de las actividades de refinerías e industrias petroquímicas, y de almacenamiento y transporte de combustibles, ingresan al sistema compuestos orgánicos derivados del petróleo. Resulta importante mencionar que el dragado del Canal Principal de navegación es otra de las actividades importantes en el área con el potencial para incidir en el transporte de contaminantes, ya que el mismo pone en suspensión gran parte del sedimento el cual puede estar contaminado. Existe además un aporte atmosférico continuo de sustancias provenientes de la utilización de combustibles fósiles, humos, partículas en suspensión y productos de actividades industriales (Pucci et al., 1980; IADO, 1997).



**Figura 33.** Ubicación de los ríos y canales de desagüe que llegan al Canal Principal del estuario de Bahía Blanca. Diagrama extraído de Heffner (2003). Resulta importante mencionar que hacia fines del 2008 se sumó la descarga de la Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales para la Tercera Cuenca de Bahía Blanca.

En relación a contaminación orgánica, el estuario de Bahía Blanca, en las últimas décadas, se ha visto muy afectado por la intensa actividad humana relacionada con el desarrollo urbano sobre todo, por el volcado constante y creciente de efluentes cloacales crudos o insuficientemente tratados. Éstos constituyen la segunda contribución de agua dulce que recibe el estuario, después del aporte conjunto de agua de la cuenca superficial del río Sauce Chico y del arroyo Napostá Grande (Streitenberger y Baldini, 2010).

Hacia fines de setiembre de 2008 se sumó en la zona la descarga de la Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales para la Tercera Cuenca de Bahía Blanca, la cual se encuentra comprendida dentro del área de influencia directa del proyecto, localizada en las cercanías del balneario Maldonado. El caudal de vuelco estimado al comenzar a operar era de 100 m<sup>3</sup>/h y rápidamente pasó a 200 m<sup>3</sup>/h.

Entre diciembre de 2008 y marzo de 2010 Streitenberger y Baldini (2010) realizaron muestreos en la zona de influencia de esta descarga cloacal, para evaluar el efecto de la misma, fundamentalmente sobre el Balneario Maldonado. Los muestreos se realizaron durante la pleamar en 5 estaciones coincidentes con estudios previos realizados en la zona. Los sitios de muestreo fueron:

1. pileta del balneario durante la época en que se encuentra habilitada, ya que después se mantiene sin agua (n=11),
2. compuerta (que permite el ingreso del agua del estuario a las piletas) (n=26)
3. planicies de marea circundantes al balneario, a 1500 metros de la costa (n=11),
4. canal principal de navegación, a 4000 metros de la costa (n=11),
5. canal de descarga de la planta de tratamiento (n=11).

En todas la muestras se hicieron recuentos de los indicadores de contaminación fecal *Escherichia coli* y *Enterococcus spp.*

**Figura 34.** Valores reportados para recuento de *Escherichia coli* Limite de contacto 126 UFC/100 ml (EPA, 2003). nr Fuente: Streitenberger y Baldini, 2010

	Media geométrica (UFC / 100 ml)		Superación límites de contacto primario	
	1992-1993	2008-2010	1992-1993	2008-2010
Estación 1	9	164	nr	63
Estación 2	20	1000	nr	81
Estación 3	17	400	nr	nr
Estación 4	36	361	nr	nr
Estación 5	-	10000000	-	-

**Figura 35.** Valores reportados para recuento de *Enterococcus spp.* Límite de contacto 35 UFC/100 ml (EPA, 2003). nr = valores no reportados en el informe. Fuente: Streitenberger y Baldini, 2010

	Media geométrica (UFC / 100 ml)		Superación límites de contacto primario	
	1992-1993	2008-2010	1992-1993	2008-2010
Estación 1	-	165	-	90
Estación 2	-	516	-	96
Estación 3	-	95	-	nr
Estación 4	-	59	-	nr
Estación 5	-	400000	-	-

La concentración promedio de *E. coli* en la estación 5 (canal de descarga de la planta de tratamiento) fue de  $10^6$  UFC/100 ml, superando ampliamente el valor permitido para el volcado de efluentes cloacales a un curso de agua, según la Autoridad del Agua, Resolución ADA N° 336/03 (coliformes fecales  $\leq$  2000 UFC/100 ml).

Los valores registrados en la pileta y la compuerta hacia fines de la temporada 2008-2009 mostraron que aproximadamente en el 80% de los muestreos, los indicadores fecales (*Enterococcus spp.* y *E. coli*) superaron los límites exigidos para aguas de contacto primario. Además los valores fueron superiores a los registrados antes de la puesta en funcionamiento de la planta de tratamiento.

Por otro lado, entre los productos escasamente degradables se destacan principalmente hidrocarburos y metales pesados, que se encuentran entre los contaminantes más difundidos en los ambientes acuáticos. Pueden tener alta toxicidad aun cuando sus concentraciones se midan a nivel de trazas. Los hidrocarburos derivados del petróleo provienen de actividades en puertos y zonas de carga, así como por el transporte de petróleo crudo en la zona costera. Los plaguicidas se encuentran también en este grupo y han demostrado tener efectos secundarios (ambientales) que nada tienen que ver con el objeto propio de su síntesis. Aunque se encuentran naturalmente en el ambiente, los metales pesados derivan principalmente de actividades que se desarrollan en la costa. Su concentración fuera de los valores naturales, origina toxicidades letales o subletales (Esteves, consultado en 2011).

Al respecto, los estudios de contaminación en el estuario se iniciaron en la década del 70 (Freije y Marcovecchio, 2004), los cuales se profundizaron durante la última década. Un resumen de las principales conclusiones expuestas en la literatura para la zona de influencia directa del proyecto se presenta a continuación (Punto 2.4.2). Dicha información es luego complementada con el análisis y la evaluación de muestras de agua y sedimentos tomadas especialmente en la zona del estuario que se verá afectada por las obras (Punto 2.4.3)

#### **2.4.2 Análisis de Tendencias de los Contaminantes en el Interior del Estuario**

Tal como se expuso anteriormente, los estudios de contaminación en el estuario se iniciaron en la década del 70. Al respecto en Freije y Marcovecchio (2004) se presenta un resumen de estos primeros antecedentes, los cuales han servido como marco para evaluar la evolución histórica del sistema en relación a su calidad.

Estos estudios se resumen a continuación:

- **Pucci, et al. (1979).** Como parte de este trabajo se sintetizaron los datos de 13 campañas oceanográficas en el estuario, considerando aspecto químicos y físicos del agua y de los sedimentos. En el citado trabajo se incluyen datos de materia orgánica, material en suspensión, grasas totales y metales pesados entre otros. Para la mayoría de los metales pesados las concentraciones fueron consideradas como niveles naturales, indicándose también para el cobre, el cadmio y el zinc, concentraciones en agua elevadas por lo que se presumió la existencia de fuentes próximas en la zona.
- **Pucci, et al. (1980).** El mismo incluye los resultados de un monitoreo de la calidad ambiental del sistema, continuando el estudio anterior (Pucci, et al. 1979).
- **Villa (1986, 1988) y Villa y Pucci (1985, 1987).** Durante la década del 80 se intensifican los trabajos de contaminación, sobre todo para contaminantes inorgánicos. En los citados trabajos se determinó el contenido de metales traza (Cu, Cd, Zn, Pb, Fe y Mn) disueltos en agua y adsorbidos en sedimentos. En Villa (1986), se determinan las concentraciones de metales disueltos en la microcapa superficial, mientras que el Villa y Pucci (1987) se determina en la capa subsuperficial del agua.
- **Sericano et al. (1984).** Se presenta una caracterización de la región en relación a la presencia de hidrocarburos clorados. Se estudió la presencia de BHC, lindano, heptacloro, aldrin, o-p´DDT y p-p´DDT, encontrándose trazas de estos compuestos tanto en el agua como en los sedimentos del estuario. Los valores resultaron menores que en las zonas costeras pero mayores que en aguas abiertas.
- **Lara et al. (1995).** Informaron valores de hidrocarburos totales en el agua destacándose los valores máximos en proximidades de Ing. White (15 µg/l) y Puerto Galván (18 µg/l).
- **Andrade et al. (1996).** Describieron un modelo de distribución, comportamiento y transferencia de cobre entre los compartimentos del ambiente.
- **Ferrer et al, (1996a), Ferrer et al. (1996b), Marcovecchio y Ferrer (1999).** Estudio de fraccionamiento geoquímico de los metales pesados en la fracción fina del sedimento. En estos trabajos se obtuvieron por primera vez estimaciones sobre los porcentajes de metales biodisponibles en el ambiente.
- **Marcovecchio et al. (2001).** Se describió la capacidad de recuperación y detoxificación de pantanos salados y planicies de marea que habían estado contaminados con mercurio.

En el año 2000, a partir de la Ley provincial 12.530 se creó en el partido de Bahía Blanca un "Programa Especial para la Preservación y Optimización de la Calidad Ambiental". Para cumplir con los objetivos establecidos en esta normativa, se crea un organismo con carácter consultivo y de asesoramiento, el Comité de Control y Monitoreo. Asimismo y para la ejecución del programa legislado se crea el Comité Técnico Ejecutivo (CTE).

Con el objeto de estructurar y ampliar las acciones obligadas por la citada ley, la Secretaría de Política Urbano Ambiental del Municipio formuló, a través del CTE, un **Plan Integral de Monitoreo del Polo Petroquímico y Área Portuaria del Distrito de Bahía Blanca (P.I.M.)**. El mismo contempla una serie de tareas, entre las cuales se incluye realizar el monitoreo de la calidad del agua y de los sedimentos del estuario, estructurándose en general muestreos mensuales analizados de manera anual.

El resumen de los resultados obtenidos en el marco del mencionado PIM se presenta en el Anexo III al presente Capítulo. A partir del análisis de la misma, junto con otros trabajos realizados para la zona, se exhibe, a continuación, un resumen de los principales aspectos que caracterizan al área de estudio.

Así, en base a la información antecedente recopilada y analizada para el área de estudio (Tabla 1 del Anexo III) se pone de manifiesto que la temperatura, la salinidad, el pH, la turbidez y el oxígeno disuelto presentan una distribución relativamente homogénea en el sector del estuario comprendido entre la Boya 24 y Puerto Cuatrerros. Resulta importante mencionar que en el año 2003 se evaluó la variación vertical de estos parámetros en la columna de agua, no observándose una diferencia en los diferentes estratos muestreados para ninguno de ellos.

Tanto la temperatura como el oxígeno disuelto (parámetros íntimamente relacionados entre sí, ya que la solubilidad del oxígeno en el agua disminuye al aumentar la temperatura) presentan una suave variación estacional, registrándose los mayores valores de temperatura en verano en coincidencia con los mínimos valores de oxígeno disuelto. Tal como fue expresado en los estudios antecedentes (IADO 1997, 2000, 2003, 2004, 2006, 2008, 2009), en todos los casos los valores de oxígeno disuelto son adecuados para el desarrollo biológico. De hecho, no se han detectado en el estuario zonas anóxicas en ninguna ocasión ni lugar (Freije y Marcovecchio, 2004). Resulta importante destacar los valores de oxígeno disuelto medidos durante la última campaña de monitoreo (IADO, 2009), los cuales fueron significativamente menores a los reportados en campañas anteriores. En este sentido los aumentos de temperatura y de salinidad registrados durante esta misma etapa pueden haber condicionado la solubilidad del oxígeno del estuario, haciéndolo disminuir significativamente.

En cuanto a la salinidad, a lo largo de los períodos monitoreados (1997-2009) se registraron variaciones en la misma producto de las precipitaciones y del aporte de los cursos fluviales. Al respecto resulta importante mencionar que la mayor influencia se registra en la zona más interna del estuario. Al respecto Freije y Marcovecchio (2004) resumen datos de salinidad de 20 años tomados quincenalmente en P. Cuatrerros e Ing. White, resultando como conclusión que la salinidad media es más elevada en Ing. White, pero en Cuatrerros es donde se registra la mayor variabilidad.

La turbidez, por su parte, presentó una importante variabilidad. Este parámetro puede variar en función de diferentes factores, tanto naturales (por ejemplo, florecimientos fitoplanctónicos, resuspensión de sedimentos por efecto de tormentas, mayores aportes continentales, etc.) o antrópicos (por ejemplo, dragado y/o refulado, descarga de efluentes, alteración de la circulación de las aguas, etc.). Si bien los valores de turbidez registrados fueron, tal como se mencionó, variables, su tendencia general de distribución coincide en las diversas campañas de monitoreo anuales (IADO, 1997, 2000, 2003, 2004, 2006, 2008, 2009).

Es importante destacar que los datos de pH registrados por el IADO a lo largo de la última década mostraron ser mayores en los últimos años y mayores, a su vez, a los registrados en general para este sistema. Esta tendencia general podría indicar un principio de variación de la condición del pH en el sistema, con un desplazamiento hacia valores más alcalinos (IADO, 2009).

Por su parte, los valores de nutrientes en los registros presentaron un comportamiento similar todos los años monitoreados, registrándose un aumento de nitratos, nitritos, amonio, fosfatos y silicatos hasta alcanzar los máximos en el otoño. Estos valores comienzan a disminuir a medida que aumenta la concentración de clorofila a, en coincidencia con los florecimientos fitoplactónicos en el estuario registrados generalmente en el invierno. Este florecimiento está integrado principalmente por diatomeas (las cuales tienen sus tecas compuestas de sílice). De este modo, los mínimos de estos nutrientes se registran en primavera. Además de los picos de clorofila a en invierno, se registra en el estuario una segunda floración en el verano.

En Freije y Marcovecchio (2004) se resume este mismo comportamiento a partir del análisis de 20 años de datos, distinguiendo 4 etapas que se corresponden con las estaciones del año:

- **Comportamiento de Otoño.** Dado que se da un máximo de precipitaciones a fines del verano principios del otoño (Ver Punto 2.1.2.2), se produce un marcado incremento en todas las concentraciones de nutrientes, alcanzándose durante esta etapa los máximos.
- **Período de Florecimiento.** Esta etapa se repite en general todos los años y se caracteriza por la caída en la concentración de nutrientes, alcanzando los mínimos anuales. Esta etapa se inicial en los últimos días de junio y se prolonga hasta fines de septiembre, octubre o noviembre (dependiendo del año).
- **Etapas de “Recuperación” de Nutrientes.** En esta se producen dos fenómenos, una rápida remineralización de la materia orgánica que se generó en la etapa anteriormente descrita (floración) y un nuevo aporte de nutrientes por los cuerpos de agua dulce y precipitaciones en la cuenca (segundo pico de precipitaciones).
- **Comportamiento Típico de Verano.** Durante este período se producen pulsos de corta duración de crecimiento de especies fitoplanctónicas (identificadas anteriormente como segunda floración) que suele disminuir las concentraciones de nutrientes por unos días.

En relación a los valores de materia orgánica registrados en el estuario, los autores (IADO, 2009) establecen que el tipo de patrón observado permite sostener que se produce un fenómeno de resuspensión a partir de los puntos donde la MOP ingresa al sistema (por ej., arroyos, cloacas, etc.) o donde se genera (por ej., degradación de organismos, etc.).

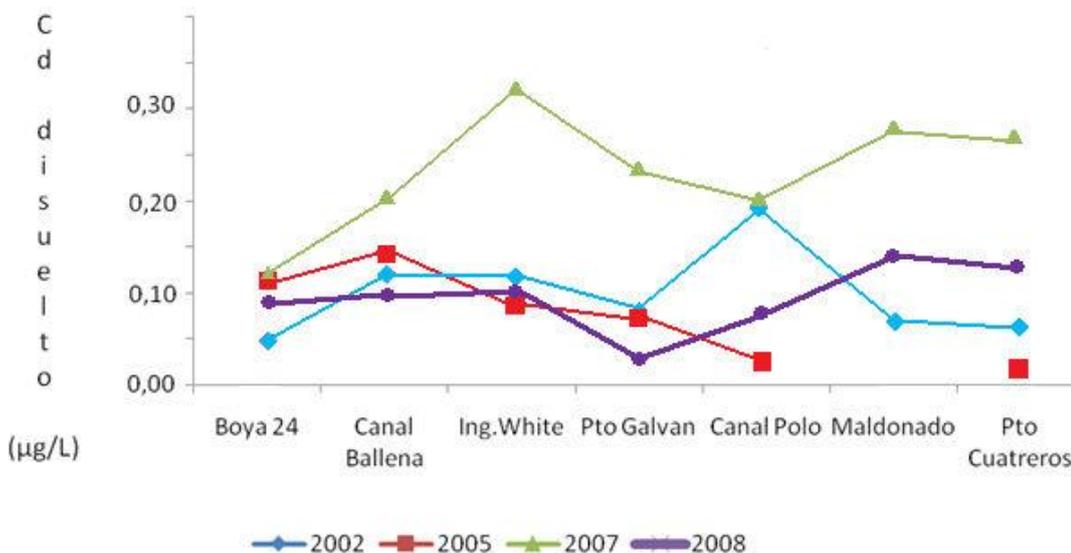
**En resumen, tanto los parámetros físico-químicos estructurales del sistema (temperatura, salinidad, Sólidos Suspendidos y pH) como los ecofisiológicos (nutrientes, pigmentos fotosintéticos, oxígeno disuelto) muestran un comportamiento normal a lo largo del año y que se mantiene en concordancia (tanto en tendencias como en magnitud) con los datos históricos preexistentes para el ambiente.**

Los análisis de estos parámetros se mostraron homogéneos en las zonas más internas y externas del Estuario, de lo que se concluye que desde el punto de vista oceanográfico la zona funciona como una unidad. Por otro lado, el nivel de concentración de clorofila *a* indica que el sistema biológico está funcionando adecuadamente, y reproduce el nivel históricamente considerado normal para este ecosistema. Estos resultados concuerdan con los hallados por del Blanco et al. (2007) para la zona de Puerto Cuatros.

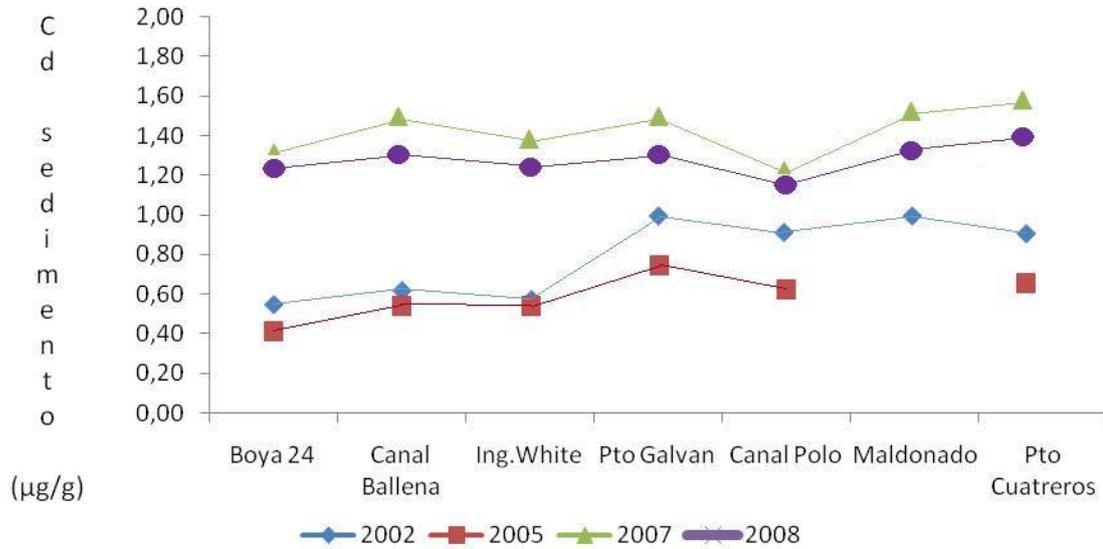
Además de los parámetros anteriormente descritos, como parte de los monitoreos realizados desde el año 1997 por en IADO en el marco del PIM, se lleva a cabo la medición de los principales parámetros potencialmente contaminantes disueltos en agua de mar y contenidos en sedimentos marinos superficiales, cuyas muestras son tomadas a lo largo del canal principal de navegación del estuario desde la Boya 24 hasta Puerto Cuatros.

Entre los parámetros analizados los metales pesados considerados fueron aluminio, cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso (solo en sedimentos), mercurio, níquel, plomo y zinc, tanto en agua superficial como en sedimentos (es importante mencionar que no todos ellos fueron determinados todos los años). A continuación se presenta el resumen de dichos muestreos para cada parámetro.

- **Aluminio.** Este parámetro fue reportado solo para el año 2003 con el objetivo de tomarlo como referencia.
- **Cadmio.** En la mayoría de las campañas llevadas a cabo se informan concentraciones de cadmio disuelto, aunque en algunos casos las concentraciones fueron menores al límite de detección de la técnica empleada. El valor más alto de todo el período fue de 1,8 ug/l, indicando la presencia de este metal disuelto. Al analizar la presencia de cadmio en los sedimentos superficiales se observa una **tendencia al incremento en las estaciones interiores del estuario**, salvo en la última campaña en donde no se observó este patrón.

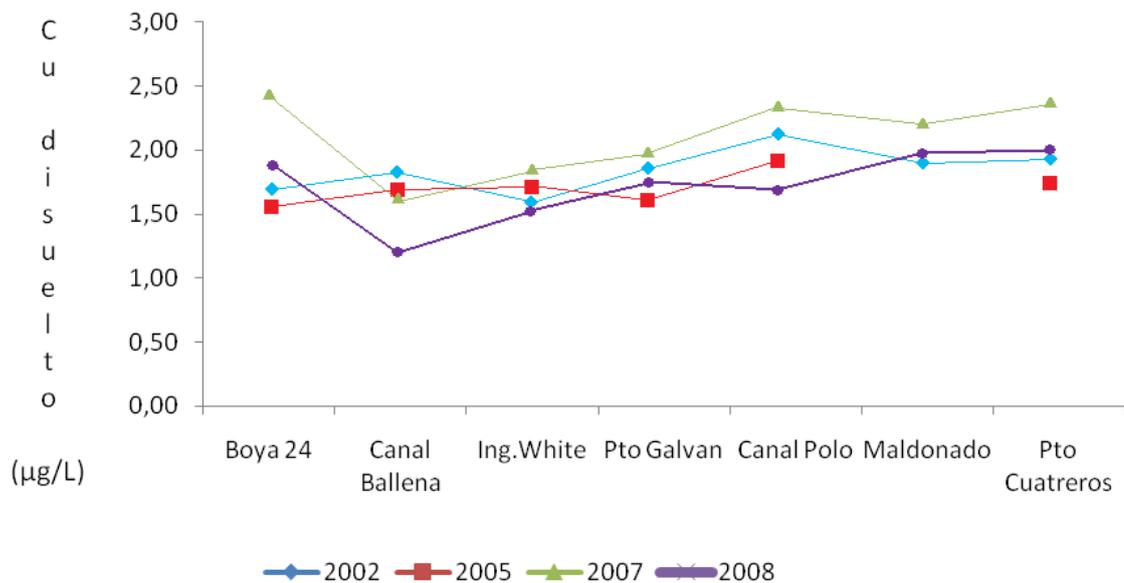


**Figura 36.** Distribución comparativa de Cd disuelto en los últimos 4 programas de monitoreo del estuario de Bahía Blanca (IADO, 2009)

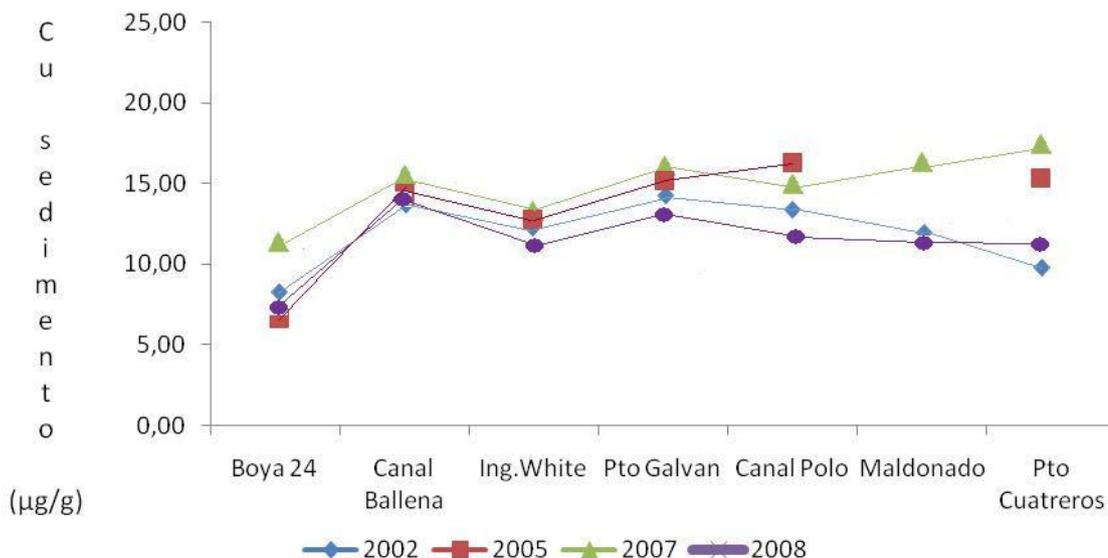


**Figura 37.** Distribución comparativa de Cd en sedimentos superficiales en los últimos 4 programas de monitoreo del estuario de Bahía Blanca (IADO, 2009)

- Cobre.** En este caso la serie sólo comprende el período 2002-2009. En general la distribución de cobre disuelto fue homogénea, sin mostrar puntos críticos. Según los autores de los trabajos de monitoreo (IADO 2003, 2004, 2006, 2008, 2009) este tipo de distribución homogénea puede deberse a (i) Ingreso multipuntual de cobre al sistema, o, (ii) Ingreso de Cu a partir de la atmósfera, con difusión posterior al agua del estuario. En algunas campañas se observó una tendencia ligeramente creciente desde la zona externa hacia la interna del estuario (Figura 38). No se observó un aumento de la concentración en el tiempo (máxima concentración del período 3,63 ug/l). Por otro lado, en los sedimentos del estuario se registraron concentraciones de cobre de hasta 25,9 ug/g, con una **tendencia de concentraciones crecientes de Cu desde las estaciones exteriores hacia las interiores** (Figura 39).

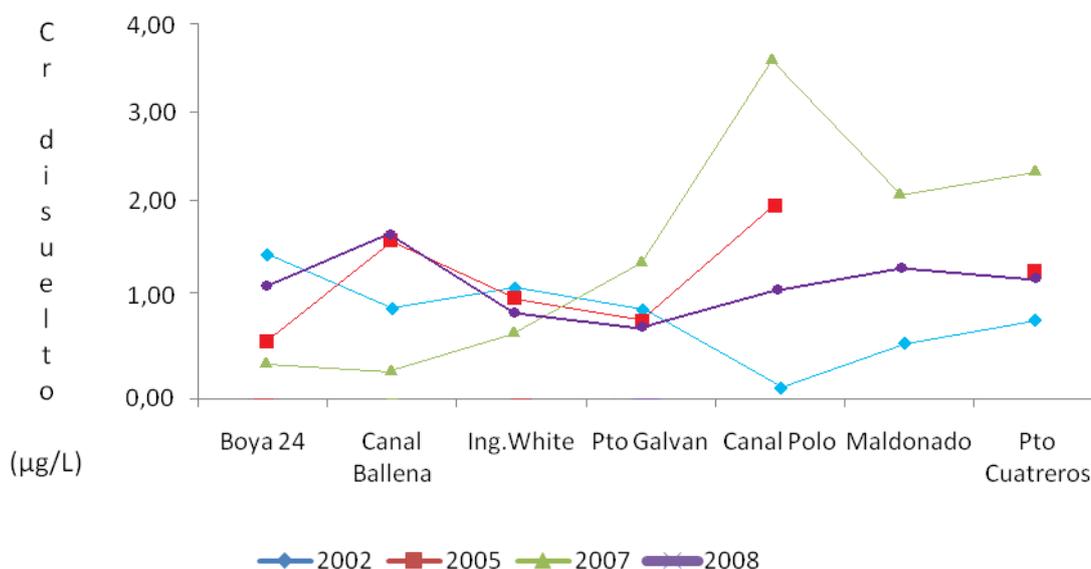


**Figura 38.** Distribución comparativa de Cu disuelto en los últimos 4 programas de monitoreo del estuario de Bahía Blanca (IADO, 2009)

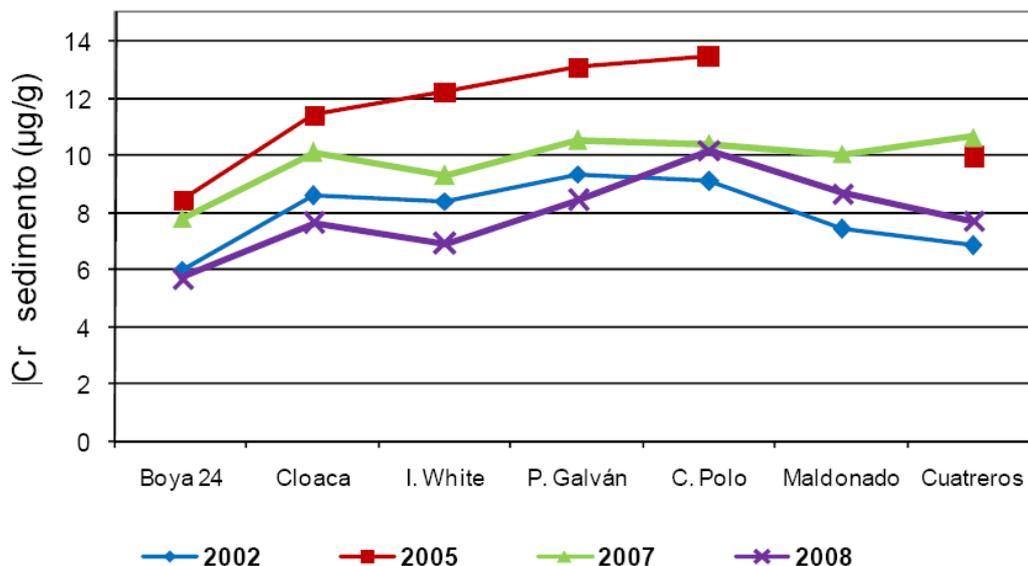


**Figura 39.** Distribución comparativa de Cu en sedimentos superficiales en los últimos 4 programas de monitoreo del estuario de Bahía Blanca (IADO, 2009)

- Cromo.** El cromo disuelto presentó valores que variaron desde menores al límite de cuantificación hasta 21,06 ug/l. Según los autores de los trabajos de monitoreo (IADO 1997, 2000, 2003, 2004, 2006, 2008, 2009) este tipo de distribución indica la existencia de fuentes multipuntuales de cromo en esa zona, que están aportando este metal en la actualidad. Esta tendencia es más marcada en las campañas más actuales siendo los valores, no obstante, similares a los informados por Villa (1988) para la misma zona. En relación al cromo medido en las muestras de sedimento, los antecedentes indican la presencia de concentraciones que alcanzaron los 26 ug/g (máximos valores medidos en la primera campaña realizada en el año 1997). Al igual que para el caso del cadmio y del cobre, en este caso **se observa una tendencia a que aumenten los niveles de Cr en sedimentos desde las estaciones externas hacia las internas** (Figura 41).

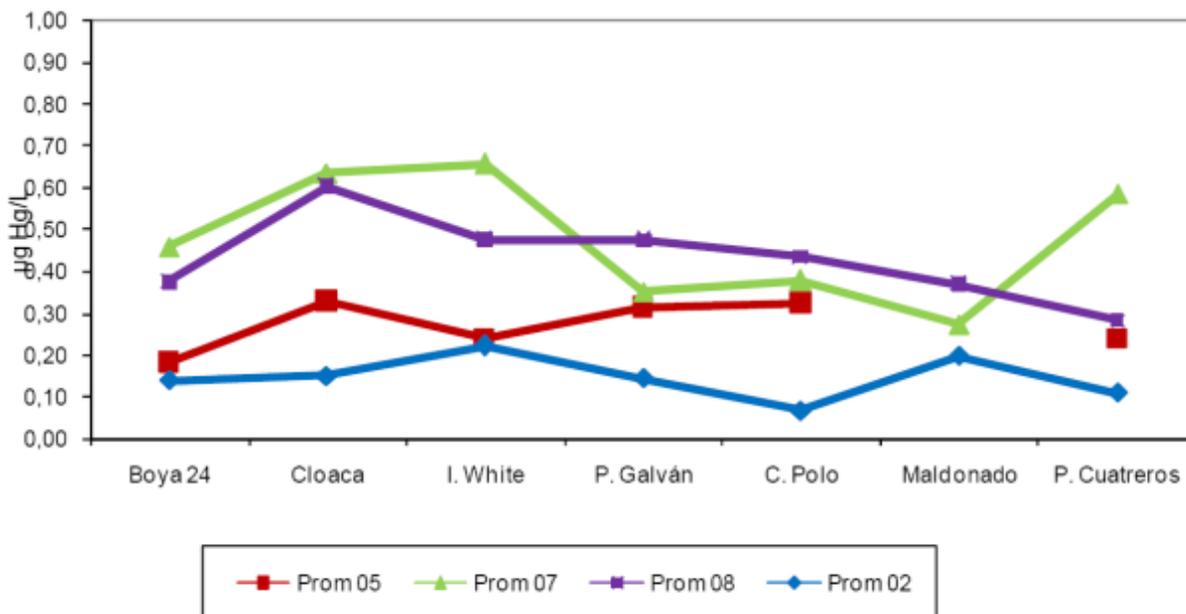


**Figura 40.** Distribución comparativa de Cr disuelto en los últimos 4 programas de monitoreo del estuario de Bahía Blanca (IADO, 2009)

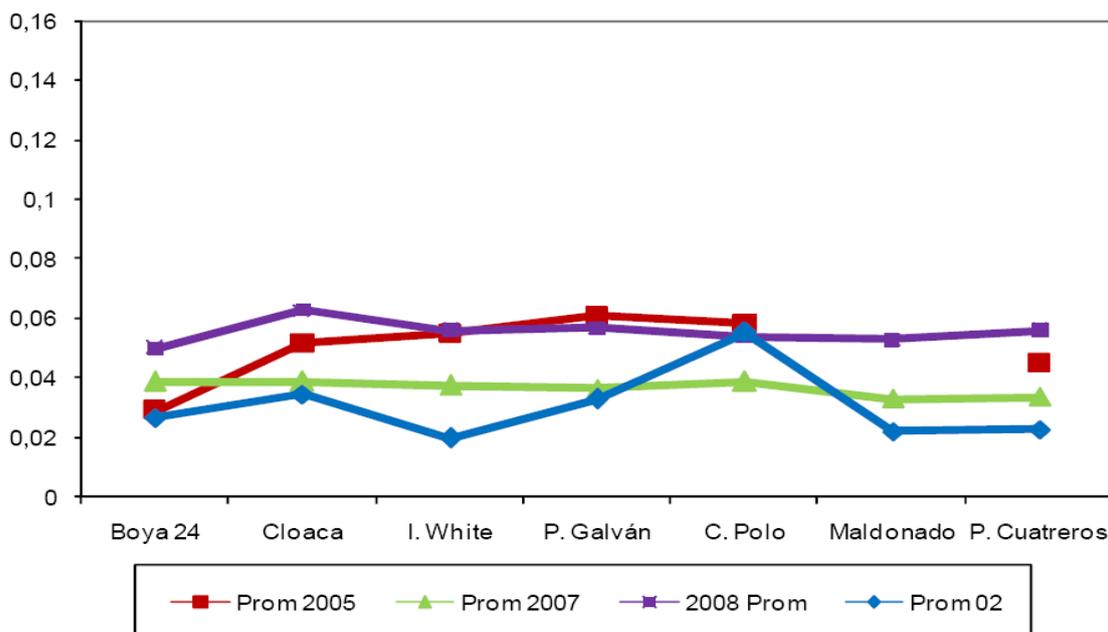


**Figura 41.** Distribución comparativa de Cr en sedimentos superficiales en los últimos 4 programas de monitoreo del estuario de Bahía Blanca (IADO, 2009)

- Hierro.** Este parámetro fue incluido a partir del año 2005. En general los registros de hierro disuelto son variable con valores desde 0,01 a 37,01 µg/l. Estos niveles mostraron una distribución regular a lo largo del toda el área de estudio. Por su parte el análisis de hierro en sedimentos mostró **una tendencia creciente de los valores desde la estación exterior hacia las interiores**. En el informe del IADO (2009) se destaca que los valores hallados resultan similares a los informados oportunamente por Ferrer (2001) y por Marcovecchio y Ferrer (2005).
- Manganeso.** Solo se determinó en una campaña anual (en las muestras tomadas durante el 2005) sobre muestras de sedimentos superficiales.
- Mercurio.** En general las concentraciones de este metal en agua y sedimento fueron bajas a lo largo de toda la zona estudiada, con algunos máximos registrados próxima a la descarga cloacal de la ciudad, y en la última campaña en Ing. White y Cuatros. A pesar de los bajos valores determinados, la tendencia distributiva observada fue homogénea a lo largo de toda el área de estudio; lo que le permite sostener a los autores (IADO 1997, 2000, 2003, 2004, 2006, 2008, 2009) la hipótesis de un posible ingreso multipuntual de mercurio al sistema o ingreso de Hg a partir de la atmósfera, con difusión posterior al agua del estuario (Figura 42). La distribución de mercurio en los sedimentos superficiales vario en las diferentes campañas, siendo el valor más alto de 0,6 µg/g registrado en el año 2000. En los muestreos más actuales los valores fueron menores. En las primeras campañas se repitió el patrón observado para otros metales con **mayores concentraciones en el sector interior** (Figura 43). Los valores analizados para los períodos de Monitoreo comparados permiten sostener que los niveles actuales son estadísticamente menores que los de las etapas previas (IADO, 2009).



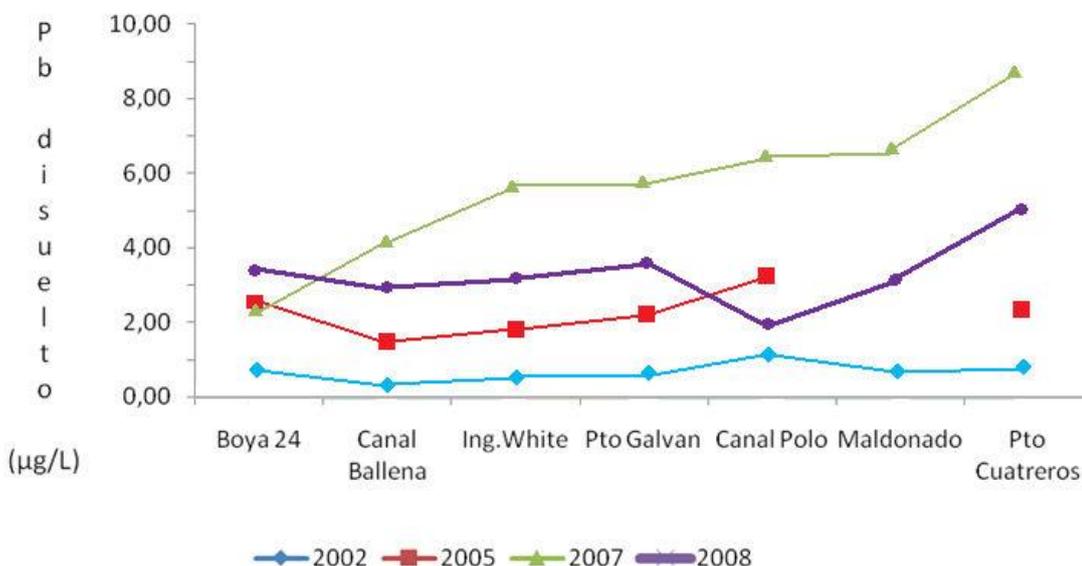
**Figura 42.** Distribución comparativa de Hg disuelto en los últimos 4 programas de monitoreo del estuario de Bahía Blanca (IADO, 2009)



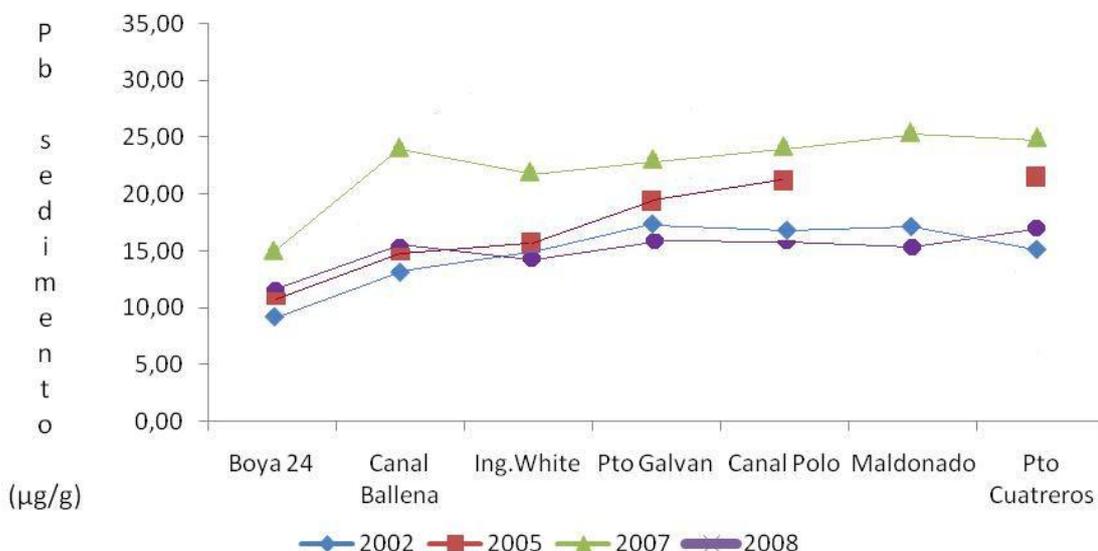
**Figura 43.** Distribución comparativa de Hg en sedimentos superficiales en los últimos 4 programas de monitoreo del estuario de Bahía Blanca (IADO, 2009)

- Níquel.** Este parámetro fue incluido a partir del año 2005. En general los registros de níquel disuelto variaron entre el límite de detección y 9,48 µg/l. Estos niveles mostraron una distribución regular a lo largo del toda el área de estudio. Por su parte el análisis de níquel en sedimentos mostró una distribución homogénea. Los valores medidos en la última campaña resultaron ligeramente superiores a los informados en la fase previa del Monitoreo (IADO, 2006) y similares a los del año siguiente (IADO, 2008), aunque las diferencias registradas no fueron en ningún caso estadísticamente significativas (IADO, 2009). De la misma manera, fueron ligeramente superiores a los valores oportunamente informados por Ferrer (2001) (IADO, 2009).

- Plomo.** Se registró plomo disuelto en todas las campañas realizadas, alcanzando valores de hasta 15,68 µg/l. Este valor registrado durante el 2006/2007 fue superior a las campañas previas, pero este parámetro volvió a reportar valores similares a los anteriores durante el 2008/2009. En los sedimentos superficiales estudiados se determinaron valores de plomo que alcanzaron los 42,71 µg/g. De los valores reportados se observa un incremento de la concentración de este metal en el tiempo, aunque los resultados del informe presentado por el IADO en el 2009 sugieren una desaceleración de este proceso. Además para este metal también se informó una tendencia igual a la descripta para el cadmio, cromo, cobre, hierro y mercurio **con las menores concentraciones en las estaciones de la zona exterior y las máximas en la zona interior del estuario.**

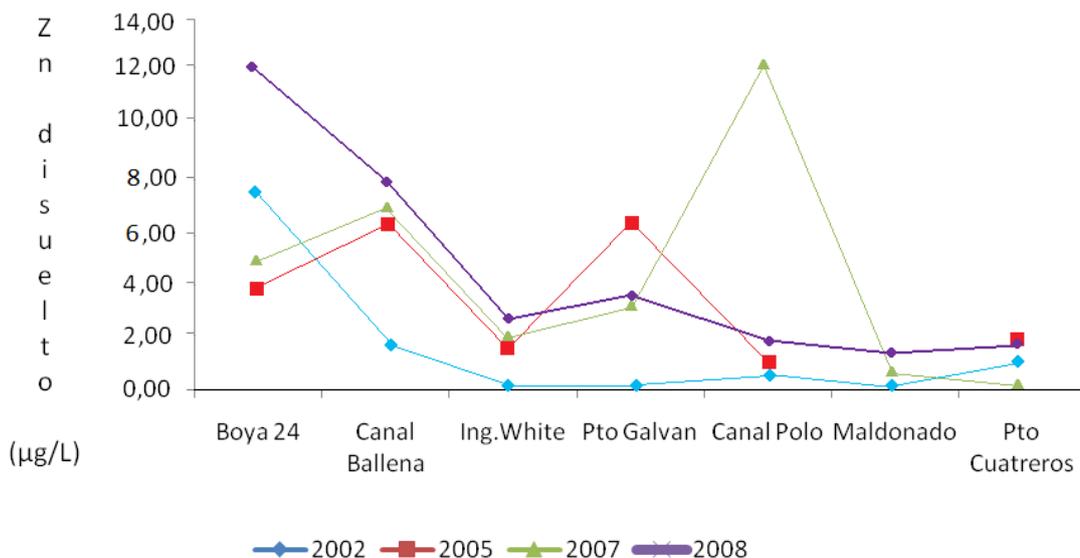


**Figura 44.** Distribución comparativa de Pb disuelto en los últimos 4 programas de monitoreo del estuario de Bahía Blanca (IADO, 2009)

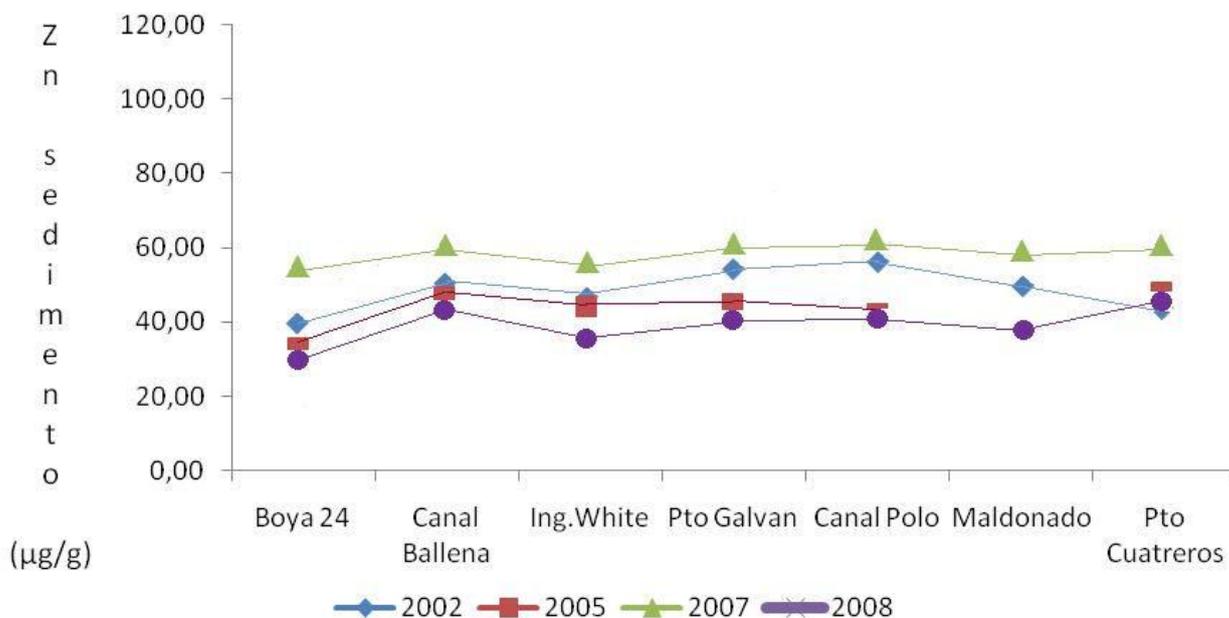


**Figura 45.** Distribución comparativa de Pb en sedimentos superficiales en los últimos 4 programas de monitoreo del estuario de Bahía Blanca (IADO, 2009)

- Zinc.** La distribución de zinc disuelto en el agua del estuario presentó una distribución heterogénea, con concentraciones significativamente altas en la estación próxima a la descarga cloacal de la ciudad y a Puerto Galván, siendo la concentración en estos puntos significativamente superiores a los de la mayoría de las muestras analizadas. Esta distribución indica la existencia de fuentes puntuales de zinc en esas zonas indicadas, que están aportando este metal. Los sedimentos del sistema han presentado concentraciones con una tendencia similar a la descrita para los metales analizados anteriormente (cadmio, cobre, cromo, hierro, mercurio, níquel y plomo),  **aumentando levemente hacia el interior del estuario**, salvo en la última campaña, donde no se reportó este patrón.



**Figura 46.** Distribución comparativa de Zn disuelto en los últimos 4 programas de monitoreo del estuario de Bahía Blanca (IADO, 2009)



**Figura 47.** Distribución comparativa de Zn en sedimentos superficiales en los últimos 4 programas de monitoreo del estuario de Bahía Blanca (IADO, 2009)

En resumen, la mayoría de los metales pesados disueltos estudiados (Cd, Cu, Cr, Hg, Pb y Zn) fueron detectados en concentraciones variadas. Algunos de estos compuestos predominaron en la zona interior (Pb, Cr), mientras que otros mostraron distribuciones homogéneas entre el interior y el exterior del Estuario (Cd, Cu, Fe, Ni, Hg) y otros, como el Zn, mostraron el aporte de fuentes puntuales. El Hg presentó valores muy bajos a lo largo de todo el área de muestreo.

En cuanto a los sedimentos, con excepción del Hg, la mayoría de los metales pesados estudiados (Cd, Pb, Cu, Zn, Cr) mostraron acumularse en los sedimentos del sistema, presentando una tendencia a acumularse más en la zona interior que en la zona exterior del Estuario. Los valores de Hg parecen seguir decreciendo como en los últimos 5 años. Finalmente, los de Pb y los de Cd muestran un incremento en sus niveles (de baja pendiente pero constante).

Además de metales pesados, en la información antecedente se reportaron una serie de campañas de medición de hidrocarburos, en las cuales se determinó la concentración de hidrocarburos totales de petróleo tanto en agua como en sedimento. En la última campaña, en lugar de determinar este parámetro se midieron PAH's en sedimentos.

- **Hidrocarburos Totales de Petróleo.** La distribución de hidrocarburos totales presentó dos tendencias diferentes. Los hidrocarburos totales medidos en el agua presentaron en general concentraciones intermedias. En cambio al estudiar la distribución de hidrocarburos totales en los sedimentos superficiales de la zona interior del estuario se observó una distribución heterogénea, con los niveles de concentración diferentes entre las campañas realizadas, aumentando la concentración de los mismos en el tiempo. Es decir, en las últimas campañas los valores reportados en sedimentos fueron mayores (máximos de 75 mg/kg).
- **PAH's.** Los niveles de concentración de hidrocarburos aromáticos policíclicos estuvieron en el rango de 59,4 ng/g hasta más de 700 ng/g (año 2009). Menores valores fueron registrados en las estaciones más internas (desembocadura del canal Maldonado y Puerto Cuatros) variando entre los 200 y 300 ng/g. En las inmediaciones de Puerto Galván, la concentración registrada supero los 600 ng/g. Estos valores son similares a los reportados por Arias et al. (2010), quien registró los mayores niveles en las estaciones localizadas en las inmediaciones de las zonas portuarias, siendo algo menores a la zona interna, pero siendo cantidades detectables de PAHs, con una concentración media de  $526,9 \pm 114$  ng/g y una mediana de 507,4 ng/g. No obstante, Los autores determinaron que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las estaciones (menos la localizada en Puerto Galván es zona costera) ni tampoco en contraste con los valores reportados previamente (Arias et al., 2008).

Según el informe publicado por el IADO (2009) y Arias et. al. (2010), es de amplio consenso que los valores de PAHs en sedimentos menores a 10 ng/g corresponden a un nivel de distribución basal o "background" de los ecosistemas. Estos valores son hallados en lugares prístinos, generalmente alejados de las poblaciones. Las concentraciones que se ubican entre 10 y 100 ng/g corresponden a niveles con baja contaminación, encontrados por ejemplo en zonas turísticas (Baumard et al., 1998).

Por otro lado, los niveles de PAHs en el rango de 100-1000 ng/g identifican zonas con moderado impacto antrópico; estos valores son hallados en general en zonas portuarias y costeras urbanizadas alrededor del mundo. Valores de PAHs por encima de 1000 ng/g indican niveles de moderados a altos de contaminación, y probables procesos de introducción crónica de estos contaminantes en los sistemas. Los valores por encima de 10000 ng/g responden a procesos de contaminación severa de sedimentos, con efectos frecuentes observados sobre la biota (Long et al., 1995).

En virtud a esta escala de clasificación, se puede sostener que la zona de estudio presentó niveles que corresponden a un moderado impacto antrópico (92% de las muestras en este nivel) (IADO, 2009). Salvo la zona más cercana a Puerto Galván, las concentraciones corresponden a niveles bajos a moderados, con una posible existencia de procesos crónicos de ingreso de estos compuestos (Arias, et al. 2010).

También fueron medidos en sedimentos **compuesto organoclorados**, los cuales presentaron los mayores valores en la zona exterior del estuario. Resulta importante mencionar que según los valores reportando la concentración de los mismos ha ido aumentando. No obstante los autores establecen que estos son bajos, y distan mucho de ser críticos, pero que su presencia indica la existencia de fuentes antrópicas que los aportan, dado que son compuestos sintéticos que no existen en la naturaleza (IADO, 2006, 2008).

**En resumen, durante las campañas la concentración de HCT en agua ha sido moderada, mientras que en sedimentos la misma se incrementó. Al determinar la concentración de PAH's los mayores valores se reportaron en las inmediaciones de la zona portuaria siendo menores en la zona más interna del estuario. No obstante dichos niveles permitieron a los autores establecer una concentración moderada con este tipo de contaminantes. Finalmente, si bien se detectaron concentraciones de organoclorados en las muestras, las cuales además se incrementaron en el tiempo, estos valores no parecen ser perjudiciales hasta el momento.**

### **Fraccionamiento Geoquímico y Biodisponibilidad**

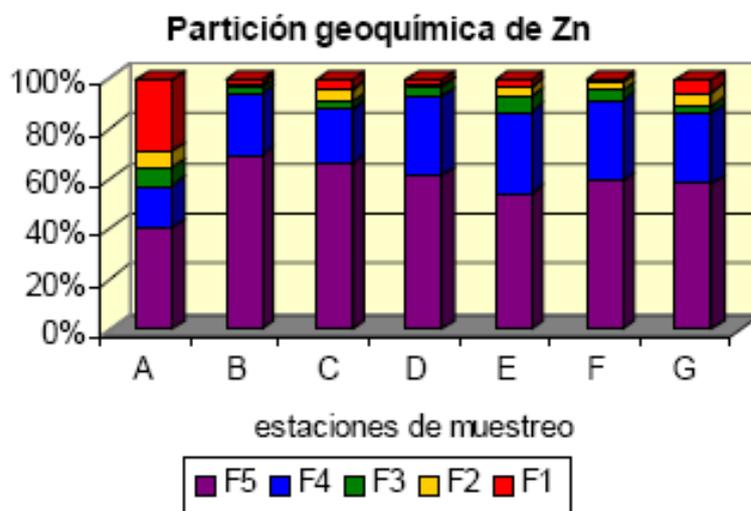
Tal como se mencionó anteriormente dentro de los estudios de contaminación por metales pesados en sistemas acuáticos, los sedimentos constituyen un material fundamental para conocer el grado de contaminación de una zona en particular. Al respecto, se pueden llevar adelante dos tipos de determinaciones; por un lado la concentración total de metales (antecedentes que se expusieron anteriormente) lo cual proporciona una evaluación del nivel de contaminación y, la especiación o estudio de las diferentes formas químicas en las que se encuentra el metal. Esta última permite obtener información respecto a la biodisponibilidad del metal en las condiciones del ambiente, ya que las diferentes formas del metal tienen un comportamiento distinto con respecto a la removilización y la biodisponibilidad.

En este sentido, en el marco del Estudio de la Calidad del Agua en la Ría de Bahía Blanca llevado a cabo por el IADO en el año 2000 y posteriormente en otros trabajos (Marcovecchia y Ferrer, 2005) se realizó el estudio del fraccionamiento geoquímico de los metales pesados en sedimentos aplicando la metodología descrita por Megalatti (1983) con las modificaciones de Lacerda et al. (1988).

El método empleado brinda información sobre el porcentaje de metal unido a:

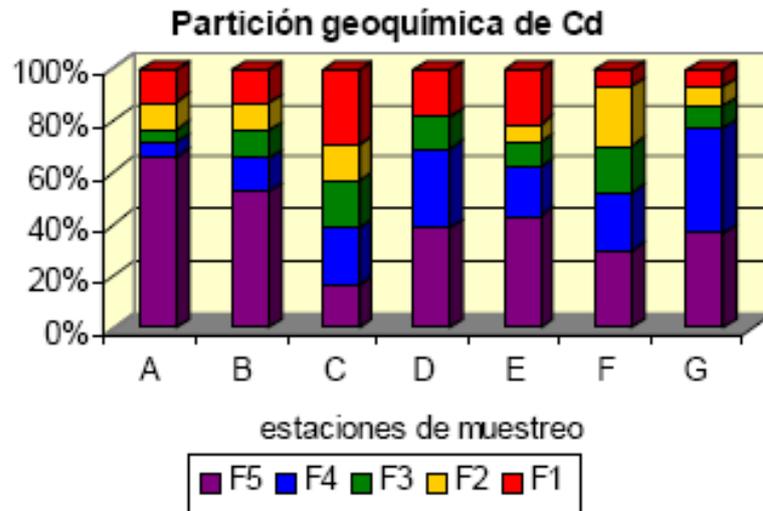
- **F1**: fracción de metales adsorbidos intercambiables – corresponde a la fracción más móvil, lo que representa un peligro de contaminación debido a la liberación del metal bajo condiciones naturales.
- **F2** : complejos oxidables de metales
- **F3** : metales unidos a carbonatos
- **F4** : compuestos reducibles de metales
- **F5** : fracción residual de metales

Las fracciones **F3**, **F4** y **F5** son denominadas **fracciones no móviles**, ya que por sus características químicas no tienen posibilidad de participar en reacciones biológicas, y por lo tanto, no pueden ser incorporadas por los organismos. En cambio las fracciones **F1** y **F2** son las fracciones móviles, y pueden ser incorporadas por los organismos, constituyendo lo que se denomina la fracción potencialmente biodisponible.



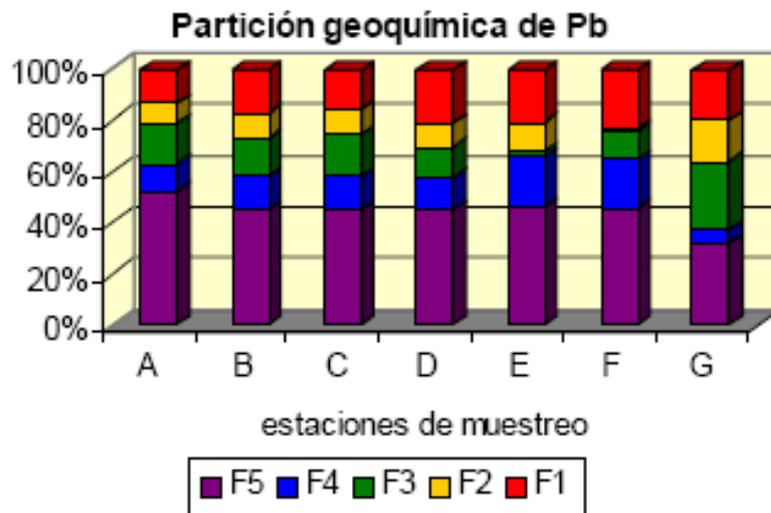
**Figura 48.** Partición del Zinc. Fuente: IADO, 2000. A: Boya 24, D: Proximidades de Puerto Galván (Posta de Inflamables), E: Descarga Polo Petroquímico, F: Desagüe Maldonado – Saladillo de García y G: Puerto Cuatros.

En el caso del zinc se observó la presencia del metal en las cinco fracciones cuantificadas en casi todas las estaciones de muestreo estudiadas. Mientras la estación más externa (Boya 24) incluye un alto porcentaje de las fracciones móviles (F1 y F2), las estaciones interiores parecen tener el mayor porcentaje en la fracción residual (F5) y en las fracciones no móviles (F3 y F4), con valores muy pequeños en las fracciones móviles (F1 y F2).



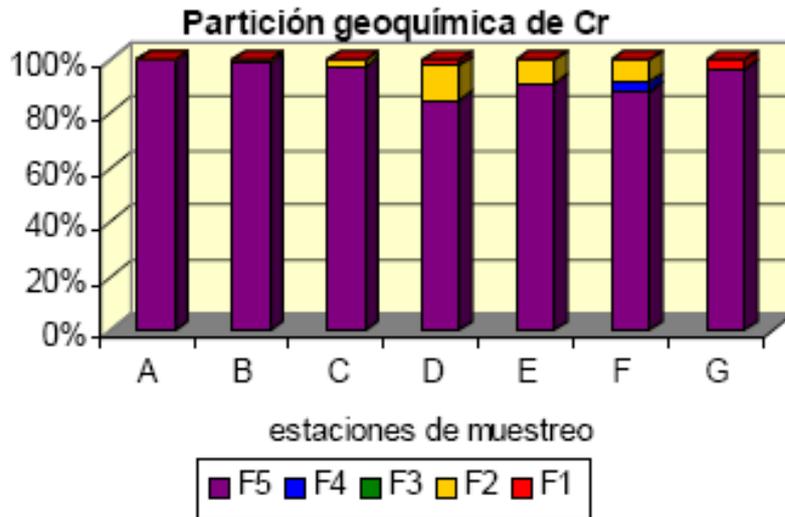
**Figura 49.** Partición del Cadmio. Fuente: IADO, 2000. A: Boya 24, D: Proximidades de Puerto Galván (Posta de Inflamables), E: Descarga Polo Petroquímico, F: Desagüe Maldonado – Saladillo de García y G: Puerto Cuatros.

En el caso del cadmio la distribución observada fue significativamente diferente, en la cual la muestra tomada en la zona de la Boya 24 mostró el mayor porcentaje asociado a las fracciones no móviles (F3, F4 y F5) y sólo un pequeño porcentaje en las móviles (F1 y F2). Esta tendencia se fue modificando hacia el interior, con concentraciones decrecientes de las fracciones no móviles y crecientes de las móviles, alcanzando los mínimos valores de las fracciones no móviles (F3, F4 y F5) y las máximas de las móviles en la estación localizada en Maldonado.



**Figura 50.** Partición del Plomo. Fuente: IADO, 2000. A: Boya 24, D: Proximidades de Puerto Galván (Posta de Inflamables), E: Descarga Polo Petroquímico, F: Desagüe Maldonado – Saladillo de García y G: Puerto Cuatros.

El plomo mostró una distribución similar a lo largo de toda la zona estudiada del estuario en el año 2000, con porcentajes prácticamente iguales en todas las estaciones para cada una de las fracciones analizadas, alcanzando aproximadamente del 20 al 40% del metal en las fracciones móviles (F1 y F2).

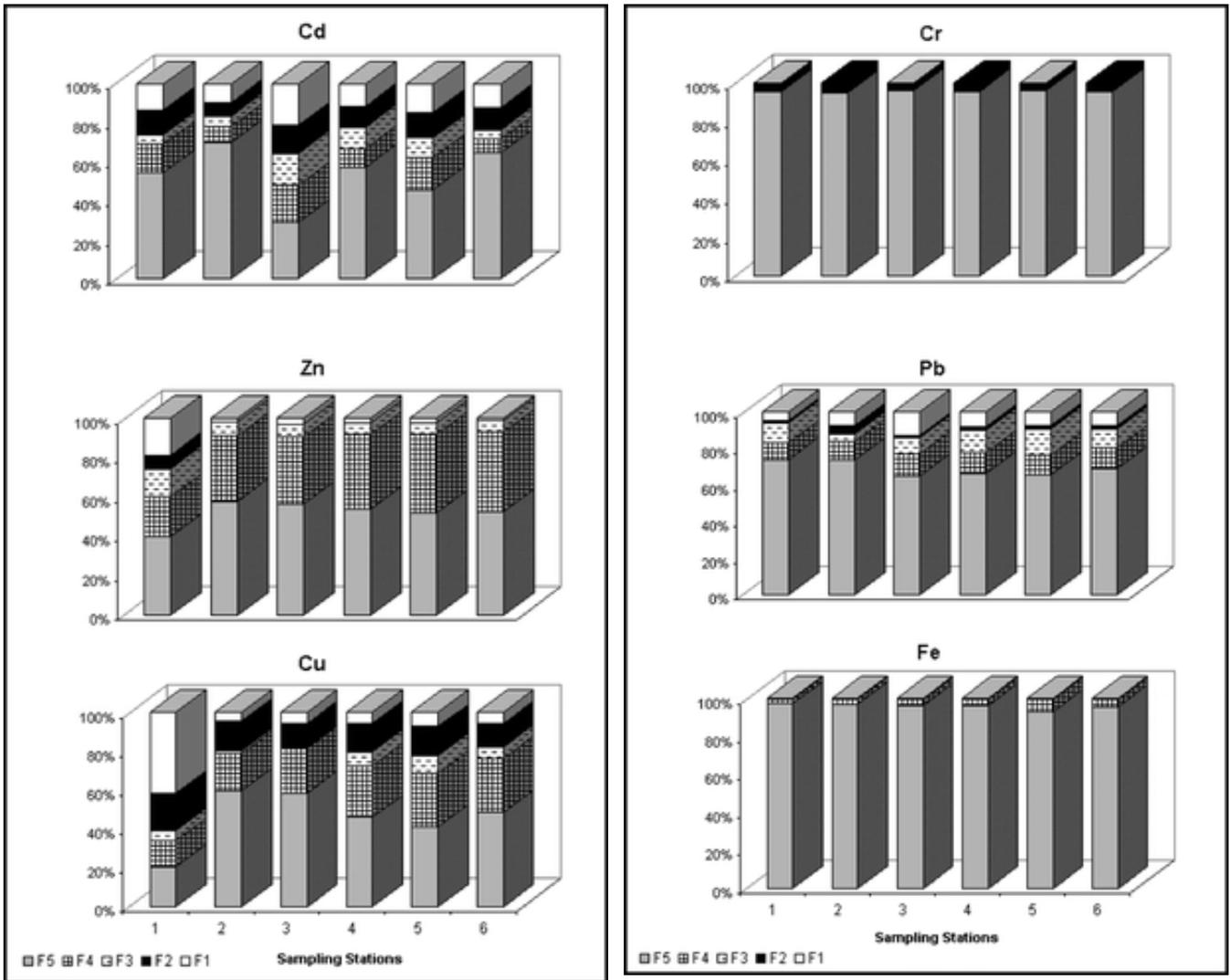


**Figura 51.** Partición del Cromo. Fuente: IADO, 2000. A: Boya 24, D: Proximidades de Puerto Galván (Posta de Inflamables), E: Descarga Polo Petroquímico, F: Desagüe Maldonado – Saladillo de García y G: Puerto Cuatros.

El cromo presentó, en todas las estaciones de muestreo evaluadas, un porcentaje muy grande de su concentración en la fracción residual (F5), a veces próximo al 100%, con lo cual se puede sostener que está inmovilizado. Sin embargo en las estaciones (D, E, F y G) se registraron pequeños porcentajes (nunca mayores que el 20%) ligados a las F1, F2 y en menor medida F4.

**De estos resultado, los autores concluyen que mientras que alguno de los metales estudiados está geoquímicamente inmovilizado en su casi totalidad (por ejemplo, el cromo), otros (por ejemplo, zinc, cadmio o plomo) tienen porcentajes variables (que oscilaron entre el 15 y el 60%) en las fases móviles, lo que posibilita su eventual incorporación a los organismos de la región.**

Similares resultados fueron hallados por Marcovecchio y Ferrer (2005) (Figura 52), los cuales observaron que tanto el cromo como el hierro se encuentran geoquímicamente inmovilizados. En cambio, el cadmio, el zinc, el cobre y el plomo presentaron mayor proporción de las fracciones móviles.



**Figura 52.** Porcentaje de partición geoquímica. Fuente: Marcovecchio y Ferrer, 2005. 1: Boya 24, 4: Proximidades de Puerto Galván, 5: Desagüe Maldonado – Saladillo de García y 6: Puerto Cuatros

En el trabajo del IADO (2000), además de la biodisponibilidad se determinó la especiación ("forma química en que están presentes") de los mismos, concluyendo que las especies químicas más comunes en las que se presentan los metales en el sistema son, en general, adecuadas para ser incorporadas por los organismos.

### 2.4.3 Análisis de Calidad de Agua y Sedimentos en el Área de Influencia Directa

#### 2.4.3.1 Diseño Metodológico

El presente punto del estudio tiene como objeto fundamental conocer en forma detallada las características físico-químicas de los materiales que serán movilizados como consecuencia del dragado, así como también establece la calidad del agua en este sector. Esta información, obtenida mediante la toma de muestras y el análisis de las mismas, permite evaluar si el destino que se le prevé dar a dichos materiales es el más adecuado así como también establece la necesidad, o no, de llevar adelante un programa de monitoreo específico durante el dragado.

Así, en el presente apartado se incorporan los resultados obtenidos del análisis de las muestras tomadas en los sectores que se verán afectados por el dragado. En base a los resultados obtenidos junto con la información antecedente disponible para este sector (ver Punto 2.4.2) se llevó adelante la evaluación de los mismos clasificando los sedimentos según el contenido de las diferentes sustancias contenidas en estos. Para esto se tomaron en consideración una serie de normativas y guías internacionales, las cuales fueron desarrolladas para poder asignar a cada una el tipología de sedimento la gestión adecuada para su depósito y monitoreo.

Los relevamientos estuvieron comprendidos por labores acuáticas, consignadas a la extracción de muestras de sedimentos y de agua, la cual se llevó adelante el día 14 de abril del año 2011.

Durante esta campaña las muestras fueron tomadas por personal del laboratorio INDUSER, bajo protocolo y cadena de custodia, de acuerdo a los requerimientos de envasado y conservación (asociados al tipo de parámetro a ser medido y la técnica analítica).

Para las tareas de extracción, el personal del laboratorio se embarcó y tomó cada una de las muestras mediante la utilización de una Draga Van Been (muestreador superficial) el cual es un dispositivo apto para obtener muestras de sedimentos superficiales. La misma es del tipo de cucharas opuestas y se opera manualmente desde la cubierta de la embarcación.

La metodología de base implementa en muestreos y preservación de muestras de sedimentos estuvo dada por:

- **ISO 5667- 2.** Directivas generales sobre técnicas de muestreo.
- **ISO 5667- 3.** Guía para la preservación y manipuleo de las muestras.
- **ISO 5667-13.** Guía para muestreo de aguas, efluentes líquidos y barros.
- **ISO 5667-14.** Directivas sobre el aseguramiento de la calidad del muestreo y manipulación de agua.

Por otro lado, las muestras de agua se tomaron y conservaron de acuerdo a las normas que se listan a continuación:

- **ISO 5667-2 / IRAM 29012-2** Directivas generales sobre técnicas de muestreo.
- **ISO 5667-3 / IRAM 29012-3** Guía para la preservación y manipuleo de las muestras.
- **ISO 5667-6** Directivas para el muestreo de ríos y cursos de aguas
- **ISO 5667-14** Directivas sobre el aseguramiento de la calidad del muestreo y manipulación de agua.



**Figura 53.** Extracción de muestras de agua y sedimentos.

La Nomenclatura utilizada durante esta campaña de muestreo siguió la siguiente convención:

**Tipo Nº**

Donde **Tipo** se refiere de matriz analizada, la cual puede ser:

- Agua Superficial (AS)
- Sedimentos (SE)

Nº es un Índice correlativo dentro del mismo tipo de muestra. Por ejemplo **SE-01** hace referencia a una muestra tomada sobre sedimentos, específicamente al punto 01.

Para el diseño de los puntos de muestreo de sedimentos se tuvo en cuenta la zona en donde será realizado el dragado, tal como se observa en la Figura 54 (Ver Anexo II – Mapa General de Puntos de Muestreo). Para las muestras de agua se seleccionaron sitios “aguas arriba” y “abajo”<sup>1</sup> del área afectada por el proyecto, y algunas estaciones intermedias.

<sup>1</sup> Esta terminología se usa cuando se usa en cursos de agua con un sentido determinado. En sentido estricto este término no se aplica a un estuario. En el presente informe aguas arriba estará referido a la cabecera, mientras que aguas abajo hará referencia a la zona exterior.

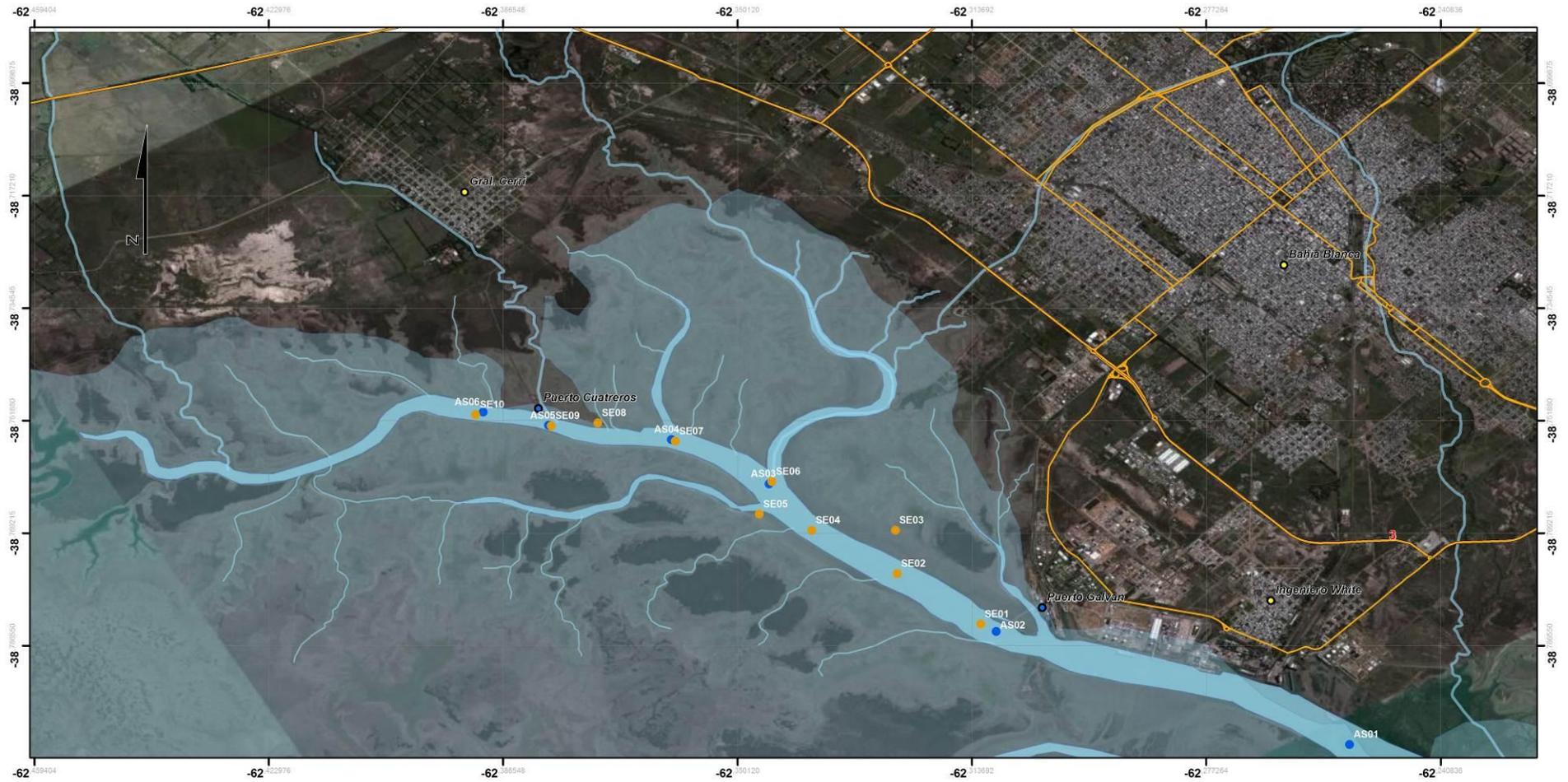


Figura 54. Puntos de muestreo de agua y sedimentos.

Los parámetros que fueron estudiados en las muestras de sedimentos y aguas superficiales así como las técnicas analíticas mediante las cuales fueron analizadas en el laboratorio se resumen en la Tabla 9 y en la Tabla 10.

**Tabla 9.** Mediciones en sedimentos y técnicas de referencia.

Parámetros a investigar	Metodología analítica
pH 1:1	EPA 9045 C
Arsénico	SM 3030 G / 3500-As B
Cadmio	EPA 3050 B-7000 B
Cromo total	EPA 3050 B-7000 B
Cobre	EPA 3050 B-7000 B
Mercurio	EPA 7471-B
Níquel	EPA 3050 B-7000 B
Plomo	EPA 3050 B-7000 B
Cinc	EPA 3050 B-7000 B
Hidrocarburos aromáticos Polinucleares	EPA 3550 C-8310
Hidrocarburos totales	EPA 3550 C-418.1
Sulfuros	EPA 9030 B / 9034 o EPA 9030 B / SM 4500-S D
Cianuros	EPA 9010 C / EPA 9014
Materia orgánica	Walkey and Black
Nitrógeno amoniacal	SM 4500-NH3 B C/F
Nitrógeno total Kjeldhal	SM 4500-N <sub>ORG</sub> D / SM 4500-NH <sub>3</sub> C/F
Granulometría	Hidrómetro de Bouyoucus
BTEX	EPA 5021 A-8015 C
Plaguicidas organoclorados	EPA 3550 C-8081 B
Plaguicidas organofosforados	EPA 3550 C-8270 D

**Tabla 10.** Mediciones en agua y técnicas de referencia.

Parámetros	Metodología analítica
pH	SM 4500-H B
Conductividad	SM 2510 B
Turbidez	SM 2130 B
Arsénico	SM 3500 As B
Cadmio	EPA 3020 A-7010
Cromo total	EPA 3020 A-7010
Cobre	EPA 3020 A-7010
Mercurio	EPA 7470-A
Níquel	EPA 3020 A-7010
Plomo	EPA 3020 A-7010
Cinc	EPA 3005 A-7000 B
Hidrocarburos totales	EPA 418.1
Compuestos fenólicos	EPA 3510 C-8270 D
BTEX	EPA 5021 A-8015 C
DQO	SM 5220 D
DBO5	SM 5210 B
Sulfuros	SM 4500-S D
Cianuros	SM 4500-CN C/E
Nitrógeno amoniacal	SM 4500-NH3 B C/F
Nitrógeno total Kjeldhal	SM 4500-NORG D / SM 4500-NH3 C/F
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D
Hidrocarburos aromáticos polinucleares	EPA 3535 A-8310
Oxígeno disuelto	SM 4500-O G
Plaguicidas organoclorados	EPA 3535 A-8081 B
Plaguicidas organofosforados	EPA 3535 A-8270 D
Bacterias coliformes fecales	SM 9221 B/C/F

### 2.4.3.2 Análisis de Resultados Calidad de Agua

El presente aspecto del muestreo tuvo como objeto conocer en forma detallada las características físico-químicas de las aguas que podrían verse afectadas durante la realización de las obras asociadas al proyecto. Para evaluar el estado de las mismas se tuvieron en consideración tanto las normas nacionales como las internacionales (Ver Anexo IV).

En este sentido, a nivel nacional existe un marco regulatorio efectivamente vigente para los residuos peligrosos desde 1991, sancionado por la Ley 24.051 de RR.PP. y su decreto reglamentario 831/93. Este decreto posee una serie de anexos, conteniendo el Anexo II los niveles guías para diferentes medios.

Además de los valores nacionales se tomaron como referencia los estándares establecidos por Canadá en el año 2007 para la protección de la vida acuática, por la EPA en el año 2005 y por el NOAA (2008), también para la protección de la vida acuática.

En la Tabla 11, se pueden apreciar los resultados obtenidos para los distintos puntos de muestreo (desde AS01 a AS06). La ubicación de cada una de las muestras se puede apreciar en la Figura 54.

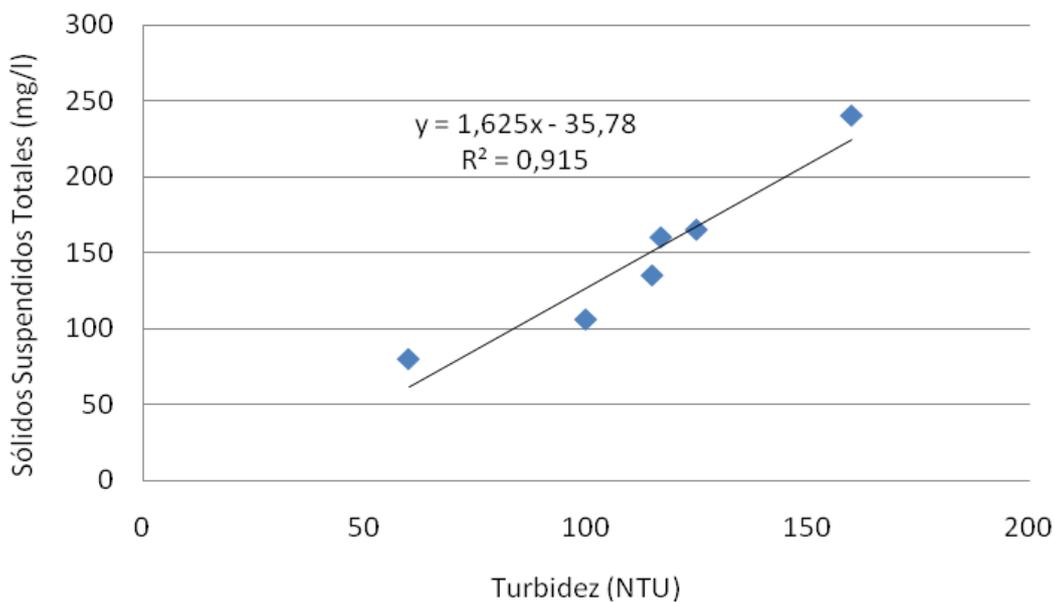
**Tabla 11.** pH, Conductividad, Turbidez, Sólidos Totales en Suspensión, DQO, DBO<sub>5</sub>, Oxígeno Disuelto, Nitrógeno Amoniacal, NKT, Coliformes fecales, Sulfuros y Cianuros medidos en las muestras de agua.

Parámetros	Unidad	Muestras					
		AS01	AS02	AS03	AS04	AS05	AS06
pH 1:1	upH	7,4	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
Conductividad	μS/cm.	55300	54700	54800	55000	55200	54900
Turbidez	NTU	117	60	160	115	100	125
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l.	160	80	240	135	106	165
DBO <sub>5</sub>	mg/l.	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0
DQO	mg/l.	< 30.0	< 30.0	< 30.0	< 30.0	< 30.0	< 30.0
Oxígeno Disuelto	mg/l.	6,7	6,6	7,2	6,8	7,3	7,5
Nitrógeno amoniacal	mg/l.	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Nitrógeno total Kjeldhal	mg/l.	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Coliformes Fecales	100NMP/l.	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Sulfuros	mg/l.	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Cianuros	mg/l.	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005

Las aguas del estuario, durante la campaña de caracterización en la zona de influencia del proyecto, fueron clasificadas como neutras a levemente básicas, siendo el máximo valor registrado de 7,8 y el mínimo de 7,4. Estos valores coincidieron con los reportados para la zona es estudios antecedentes (Ver Anexo III y Punto 2.4.2) y se encuentran dentro del rango establecido por CCME para la protección de la vida acuática.

Al determinar la conductividad se evalúa la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, siendo una medida indirecta de la cantidad de iones en solución. Tal como se mencionó anteriormente, el estuario de Bahía Blanca tiene una elevada conductividad, debiéndose la principales variaciones al aporte de agua dulce de los cursos de agua de desembocan en la misma. La zona interna, donde se realizará el proyecto, es la que se ve más influenciada por estas variaciones. Tal como se puede observar del relevamiento realizado en el área de estudio previo al comienzo de las obras los valores oscilaron entre 54.700 y 55.300 µS.

Las partículas sólidas en el agua pueden presentarse de dos formas: disueltas o en suspensión. La cantidad de sólidos en el agua afecta la transparencia de la misma, lo que se mide mediante el parámetro turbidez. Este parámetro se encuentra condicionado por la concentración de los sólidos en suspensión, la cual al aumentar disminuye el paso de la luz. No obstante la relación entre estos dos parámetros depende del cuerpo de agua y del momento en el que se toma la muestra, ya que varía según el tipo de material es suspensión. En la Figura 55 se presenta la relación obtenida entre estos dos parámetros para el área de estudio.



**Figura 55.** Curva de relación entre turbidez y SST

Los valores obtenidos de turbidez se encontraron dentro de los valores reportados en la bibliografía para esta zona (Ver Anexo III y Punto 2.4.2).

En líneas generales, la determinación del oxígeno consumido es una medida del material oxidable y constituye una aproximación a la cantidad de materia orgánica y/o reductora presente en el ambiente. En este marco existen dos tipos de determinaciones. Las pruebas de DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) representan un indicador del contenido de materia orgánica presente en una muestra susceptible de ser oxidada biológicamente, en un corto período de tiempo. Si bien cualquier tipo de materia orgánica es potencialmente biodegradable, siendo solo cuestión de tiempo, esta prueba hace referencia a la materia orgánica rápidamente biodegradable (5 días).

La DQO (Demanda Química de Oxígeno) por su parte, involucra la determinación aproximada del contenido total de materia orgánica presente en una muestra de agua. Como se mencionó anteriormente la biodegradación de la materia orgánica puede comprender desde pocos días a años dependiendo del tipo de compuesto involucrado y de las condiciones de degradación. En este sentido, durante la DQO se acelera artificialmente este proceso, pudiendo expresar el oxígeno equivalente al contenido de materia orgánica en mg por litro de muestra.

Tanto la DBO como la DQO presentaron valores menores al límite de cuantificación de técnica empleada, los cuales son 5 y 30 mg/l respectivamente. Estos valores, juntos con los niveles de oxígenos registrados durante la misma campaña (los cuales variaron entre 6,6 y 7,5 mg/l) concuerdan con las conclusiones halladas en la bibliografía (IADO 1997, 2000, 2003, 2004, 2006, 2008, 2009), las cuales establecen que los tenores de oxígeno en la zona son adecuados para el desarrollo biológico.

El nitrógeno puede encontrarse en el agua de diferentes formas, como gas disuelto, como combinaciones orgánicas y/o como combinaciones inorgánicas. El nitrógeno inorgánico no gaseoso se halla en forma de nitratos, nitritos y amonio. A pH altos el amonio pasa a amoníaco, si el medio es aerobio el amoníaco se transforma en nitritos. En relación al nitrógeno amoniacal, todas las muestras analizadas presentaron concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica empleada (0,05 mg/l, es decir, 3,6  $\mu$ moles de N amoniacal por litro).

Además de la determinación del contenido de nitrógeno amoniacal, la cuantificación de la cantidad de Nitrógeno Kjeldahl Total (NKT) en una muestra es un indicador utilizado generalmente en los análisis ambientales. Este valor refleja la cantidad total de nitrógeno en el agua analizada, siendo la suma del nitrógeno orgánico en sus diversas formas (proteínas y ácidos nucleicos en diversos estados de degradación, urea, aminos, etc.) y del ion amonio  $\text{NH}_4^+$ . Este parámetro es importante ya que mide el nitrógeno total capaz de ser nitrificado a nitritos y nitratos (por tanto, no incluye los nitratos ni los nitritos). En este sentido, las concentraciones de nitrógeno Kjeldahl total en todas las muestras fueron menores que el límite de cuantificación de la técnica empleada, es decir que la concentración de nitrógeno en las mismas fue menor que 1 mg/l.

Las coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo los humanos. Por sí mismos, los coliformes no constituyen una amenaza para la salud; pero su determinación se usa para indicar si pudiera haber presentes otras bacterias posiblemente nocivas. Particularmente las coliformes fecales son bacterias cuya presencia indica que el agua podría estar contaminada con heces fecales humanas o de animales.

Los microbios que provocan enfermedades (patógenos) y que están presentes en las heces, causan diarrea, retortijones, náuseas, cefaleas u otros síntomas. De este modo, la presencia de bacterias coliformes en muestras de agua superficial es un indicio de que el curso relevado puede estar contaminado.

Tal como se expuso anteriormente, en la zona de influencia del proyecto desde el año 2008 opera la planta de tratamiento de líquidos cloacales para la tercer cuenca. Según los trabajos realizados en la materia, en la zona se han reportado importantes concentraciones de coliformes fecales. No obstante, de los resultados obtenidos en el mes de abril del corriente año (2011) no se evidenció una concentración importante de estos organismos en el estuario en la zona monitoreada.

El Cianuro es una molécula de carbono y nitrógeno que ocurre naturalmente en el ambiente, pero en bajas concentraciones. Este compuesto también es liberado al ambiente por actividades industriales. Los Sulfuros constituyen un grupo formado por una serie de compuestos tales como el ácido sulfhídrico, el anhídrido sulfuroso y los mercaptanos. Estos tipos de compuestos se presentaron en las muestras tomadas en concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica. Para el caso del cianuro, el Decreto 831/93 establece los límites para la protección de la vida acuática, el cual coincide con el límite de cuantificación de la técnica para este parámetro.

Al analizar el grado de contaminación del área de estudio resulta importante diferenciar el origen de los compuestos analizados. En este sentido, para el caso de los compuestos químicos que son producidos por el hombre y que no existen en la naturaleza, cualquier nivel detectable es anormal puesto que el compuesto no existía en el ambiente hasta el momento en que fue liberado por la acción del hombre.

Otros compuestos tales como metales pesados, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), etc. se encontraban normalmente en el ambiente antes de la aparición del hombre. Las concentraciones de estos compuestos varían en forma natural de un lugar a otro y en diferentes momentos por lo que son considerados contaminantes solo cuando se encuentran en concentraciones superiores a aquellas consideradas de base para un determinado lugar.

De este modo, los metales pesados, los cuales son sustancias naturales presentes en la tierra desde antes de la existencia del hombre, se vuelven contaminantes por efecto de la actividad humana y la liberación desde depósitos por actividad volcánica o por erosión.

Algunos metales son elementos esenciales para los organismos vivos por ejemplo zinc (componente esencial de enzimas), cobre (esencial para funcionamiento de citocromo oxidasa) y están presentes a bajas concentraciones en las rocas, suelos, aguas, en la atmósfera, pero son tóxicos cuando se encuentran a mayores concentraciones. Otros son elementos no esenciales, como el cadmio, el plomo y el mercurio y no tienen funciones biológicas conocidas.

En relación a los metales pesados, como parte del presente análisis se determinó la concentración de Arsénico, Cadmio, Cobre, Cromo Total, Mercurio, Níquel, Plomo y Zinc. Salvo para el Arsénico, el Cromo y el Cobre, todos los metales presentaron concentraciones iguales o menores al límite de cuantificación de la técnica utilizada.

**Tabla 12.** Metales pesados determinados en las muestras de agua superficial. \*Cromo VI, \*\* Cromo III

Parámetros	Unidad	D. 831	EPA / NOAA		Canadá	Muestras					
		Vida Acuática	Agudo	Crónico	Vida Acuática	AS01	AS02	AS03	AS04	AS05	AS06
Arsénico	mg/l.	0,0005	0,069	0,036	0,0125	0,05	0,034	0,051	0,047	0,04	0,039
Cadmio	mg/l.	0,005	0,04	0,0088	0,00012	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cobre	mg/l.	0,004	0,0048	0,0031	-	0,1	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08
Cromo Total	mg/l.	0,018*	1,1*	0,05*	0,056** / 0,0015*	0,011	0,005	0,011	0,01	0,008	0,008
Mercurio	mg/l.	0,0001	0,0018	0,00094	0,000016	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Níquel	mg/l.	0,0071	0,074	0,0082	-	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Plomo	mg/l.	0,01	0,21	0,0081	-	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Zinc	mg/l.	0,0002	0,09	0,081	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02

En relación al arsénico (metaloide), todos los valores reportados fueron mayores a los niveles guías establecidos para la protección de la vida acuática en cuerpos de agua salada, considerando exposiciones crónicas. En el caso de los estándares para exposiciones agudas, los valores fueron menores.

Los valores de cromo total fueron mayores a los establecidos por la normativa de referencia para el cromo III, pero no así para el cromo VI, con valores similares a los reportados en la información antecedente, la cual indica máximos de 21 µg/l durante el monitoreo de los últimos 10 años en la zona (Ver Anexo III).

Según los autores de los trabajos de monitoreo (IADO 1997, 2000, 2003, 2004, 2006, 2008, 2009) este tipo de distribución indica la existencia de fuentes multipuntuales de cromo en esa zona, que están aportando este metal en la actualidad. Del análisis de estos trabajos se observa que esta tendencia es más marcada en las campañas más actuales.

El cobre, también presentó valores que superaron los medidos en campañas antecedentes para esta misma zona, superando los valores de calidad establecidos para la protección de la vida acuática tanto en exposiciones crónicas como agudas. Según los autores de los trabajos de monitoreo durante la última década (IADO 1997, 2000, 2003, 2004, 2006, 2008, 2009) este tipo de distribución homogénea del cobre puede deberse a (i) Ingreso multipuntual de cobre al sistema, o, (ii) Ingreso de Cu a partir de la atmósfera, con difusión posterior al agua del estuario. En algunas campañas se observó una tendencia ligeramente creciente desde la zona externa hacia la interna del estuario, lo cual no se observó en esta oportunidad.

En relación al resto de los metales (cadmio, mercurio, níquel, plomo y zinc), las técnicas empleadas junto con los elevados valores de salinidad existentes en la zona, fijaron límites de cuantificación que en algunos casos fueron mayores a los estándares de calidad tomados como referencia, limitando, de este modo, la comparación con los mismos.

Al respecto, en el Anexo III al presente capítulo, se presenta el resumen de los valores registrados en trabajos antecedentes en la zona de estudio. Para el caso del cadmio, el mayor valor reportado fue de 0,0018 mg/l en la campaña 1999-2000. Este valor es menor que los estándares considerados con excepción del establecido por la normativa canadiense. Resulta no obstante importante destacar, que en el resto de las campañas los valores fueron similares e incluso menores a dicho límite.

En relación al mercurio, según información antecedente, las concentraciones de este metal en agua fueron bajas a lo largo de toda la zona estudiada, con algunos máximos puntuales registrados próximo a la descarga cloacal de la ciudad, y en la última campaña en Ing. White y Cuatros (los cuales superaron los límites de calidad establecidos por la normativa de referencia). A pesar de los bajos valores determinados, la tendencia distributiva observada fue homogénea a lo largo de toda el área de estudio; lo que le permite sostener a los autores (IADO 1997, 2000, 2003, 2004, 2006, 2008, 2009) la hipótesis de un posible ingreso multipuntual de mercurio al sistema o ingreso de Hg a partir de la atmósfera, con difusión posterior al agua del estuario.

En cuanto al níquel y al plomo, los estándares de calidad son mayores en todos los casos que el límite de cuantificación de la técnica empleada. Los mayores valores reportados en la bibliografía fueron de 0,0095 mg/l para el níquel y de 0,016 mg/l para el plomo, los cuales si superaron los estándares de calidad crónicos pero no los de exposición aguda. En cuanto al zinc, el único estándar superior al límite de cuantificación fue el establecido por el Decreto 831. Los valores históricos de zinc fueron mayores a los reportados durante esta campaña, los cuales, no obstante han disminuido a lo largo de los últimos años.

**En resumen, de los metales pesados estudiados (Ar, Cd, Cr, Cu, Hg, Pg, Zn y Ni) los cuales han sido repostados en la bibliografía en diferentes concentraciones, solo pudieron ser cuantificados durante esta campaña el Arsénico, el Cobre y el Cromo, presentado valores mayores a los reportados para la protección de la vida acuática para exposiciones crónicas el Arsénico y el Cobre. No obstante debe tenerse en cuenta que estos valores corresponden a una única campaña y que los valores reportados en los monitoreos antecedentes los cuales reportan valores promedios adecuados para la vida acuática.**

**En relación al resto de los metales, el mercurio y el cadmio presentaron límites de cuantificación mayores a los estándares para la protección de la vida acuática. Sin embargo, los valores reportados para estos contaminantes en la bibliografía son en general menores a dichos estándares. Finalmente el plomo, el níquel y el zinc presentaron límites de cuantificación menores a los estándares de calidad. Resulta importante mencionar que para estos metales, en la información antecedente han sido reportados valores que superan los límites para exposiciones crónicas, no así las agudas.**

Otros de los compuestos que se hallan naturalmente en el ambiente son los Hidrocarburos. No obstante, la cuantificación de HTP en una muestra no es suficiente para justificar una valoración de riesgos. De hecho altas concentraciones de HTP pueden ser cuantificadas en detalle y no poseer riesgo, por ejemplo, para la salud humana. En este sentido, concentraciones de HTP han sido medidas en muchos puntos de la naturaleza que incluyen, musgo de turba (3.700 mg/Kg HTP), estiércol de vaca (12,00 mg/Kg de HTP), y heno (4.500 mg/Kg de HTP).

Aunque estas concentraciones de HTP son substancialmente más grandes que muchos de los estándares regulatorios existentes, ninguno de estos materiales son considerados un riesgo para la salud humana (Brissio, 2005).

Esto se debe a que el término hidrocarburos totales de petróleo (HTP) se usa para describir a un grupo extenso de varios cientos de sustancias químicas derivadas originalmente del petróleo crudo. En este sentido, los HTP son realmente una mezcla compleja de sustancias químicas que incluyen hidrocarburos de cadena recta (lineales), ramificados, cíclicos, monocíclicos aromáticos y policíclicos aromático (HAPs).

De este modo, se reconocen dos grandes grupos de hidrocarburos, los Hidrocarburos Alifáticos y los Hidrocarburos Aromáticos. Los primeros son sustancias de cadena abierta y también cíclicas (alcanos, alquenos, alquinos y alifáticos cíclicos) mientras que los segundos son aquellos cuya base estructural es el anillo bencénico (benceno) y dependiendo del número de anillos, pueden ser Hidrocarburos Monoaromáticos y los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs), los que están compuestos por dos o más anillos bencénicos condensados, como el Naftaleno (2 anillos), Fenantreno (3 anillos) y Antraceno (3 anillos).

**Tabla 13.** Concentración de hidrocarburos presentes en las muestras extraídas. \* Valor para la clase química.

Parámetros	Unidad	D. 831	NOAA		Canadá	Muestras					
		Vida Acuática	Agudo	Crónico	Vida Acuática	AS01	AS02	AS03	AS04	AS05	AS06
<b>HTP</b>	mg/l.					< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
<b>PAHs</b>	ug/l.	0,3	300*								
Acenafteno	ug/l.		970	40		< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Acenaftileno	ug/l.	7	300			< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Antraceno	ug/l.		300			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)antraceno	ug/l.		300			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)pireno	ug/l.		300			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(b) fluoranteno	ug/l.		300			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(g,h,i)perileno	ug/l.		300			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(k) fluoranteno	ug/l.		300			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Criseno	ug/l.		300			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibenzo(a,h) antraceno	ug/l.		300			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fenantreno	ug/l.		7,7	4,6		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fluoranteno	ug/l.	0,16	40	11		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fluoreno	ug/l.		300			< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Indeno(1,2,3-cd)pireno	ug/l.		300			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Naftaleno	ug/l.	2	2,35	1,4	1,4	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Pireno	ug/l.		300			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
<b>BTEX</b>											
Benceno	mg/l.	0,007	0,0051	0,11	0,11	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tolueno	mg/l.	0,05	0,0063	0,215	0,215	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Etilbenceno	mg/l.	0,0004	0,43	0,025	0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
m,p- Xilenos	mg/l.					< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
o-Xilenos	mg/l.					< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

En todos los casos las concentraciones presentes en las muestras de agua fueron menores al límite de cuantificación de la técnica empleada. La cual en la mayoría de los casos fue menor que el estándar de calidad (para los casos en que los mismos fueron definidos). En relación a los relevamientos históricos en la zona, los mismos solo incluyeron hidrocarburos totales, los cuales en general presentaron mayores concentraciones a las reportadas durante esta campaña (Ver Anexo III).

**Tabla 14.** Concentración de hidrocarburos presentes en las muestras extraídas.

Parámetros	Unidad	D. 831	EPA		NOAA		Muestras					
		Vida Acuática	Agudo	Crónico	Agudo	Crónico	AS01	AS02	AS03	AS04	AS05	AS06
<b>Organoclorados</b>												
Aldrin	ug/l.	0,003	1,3	0,15	0,65		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
alfa-BHC	ug/l.						< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
beta-BHC	ug/l.						< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
gamma-BHC (lindano)	ug/l.	0,004	0,16		0,08		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
delta-BHC	ug/l.						< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
gamma-Clordano	ug/l.	0,004	0,09	0,004	0,045	0,002	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
4,4-DDD	ug/l.				3,6	0,36	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
4,4-DDE	ug/l.				14	1,4	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
4,4-DDT	ug/l.		0,13	0,001	0,065	0,0005	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Endosulfan I (alfa)	ug/l.	0,087	0,034	0,0087	0,017	0,00435	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
alfa-Clordano	ug/l.	0,004	0,09	0,004	0,045	0,002	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Endosulfan sulfato	ug/l.	0,087					< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Endrin	ug/l.	0,004	0,037	0,0023	0,0185	0,00115	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Endosulfan II (beta)	ug/l.	0,087	0,034	0,0087	0,017	0,00435	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Endrin aldehído	ug/l.						< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Endrin cetona	ug/l.						< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Heptacloro epóxido	ug/l.		0,053	0,0036	0,0265	0,0018	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Heptacloro	ug/l.	0,0036	0,053	0,0036	0,0265	0,0018	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dieldrin	ug/l.	0,003	0,71	0,0019	0,355	0,00095	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metoxicloro	ug/l.	0,03			0,03		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Hexaclorobenceno	ug/l.				160	129	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
<b>Organofosforados</b>												
Diazinon	ug/l.		0,82	0,82	0,82	0,82	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Malathion	ug/l.	0,1		0,1			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Parathion	ug/l.						< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Methylparathion	ug/l.						< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dimethoato	ug/l.						< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Phorate	ug/l.						< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Terbufos	ug/l.						< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Temefos	ug/l.						< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metilazinfos	ug/l.	0,01					< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
<b>Total 7 PCB<sup>2</sup></b>	ug/l.	0,03		0,03	0,033	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Entre los compuesto que no se encuentran en la naturaleza de manera natural se pueden destacar los compuestos organoclorados y organofosforados y los PCBs. Todas las muestras analizadas presentaron valores menores al límite de cuantificación.

Para el caso de los PCB el límite de cuantificación fue inferior al valor guía establecido por la normativa para exposiciones crónicas. En cuanto a los organofosforados, dicho límite es menor que el establecido para exposiciones agudas, pero en muchos casos supera el valor establecido para exposiciones crónicas, por lo cual no es posible descartar la existencia de niveles crónicos que afecten el estuario.

### 2.4.3.3 Análisis de Resultados Calidad de Sedimentos

En este punto del informe se examinan los resultados de los muestreos de sedimentos llevados a cabo en el marco del presente estudio. La calidad de los sedimentos fue evaluada a través de la comparación con los valores guía presentados en el Anexo IV, a partir de lo cual fue posible establecer si la calidad de los mismos.

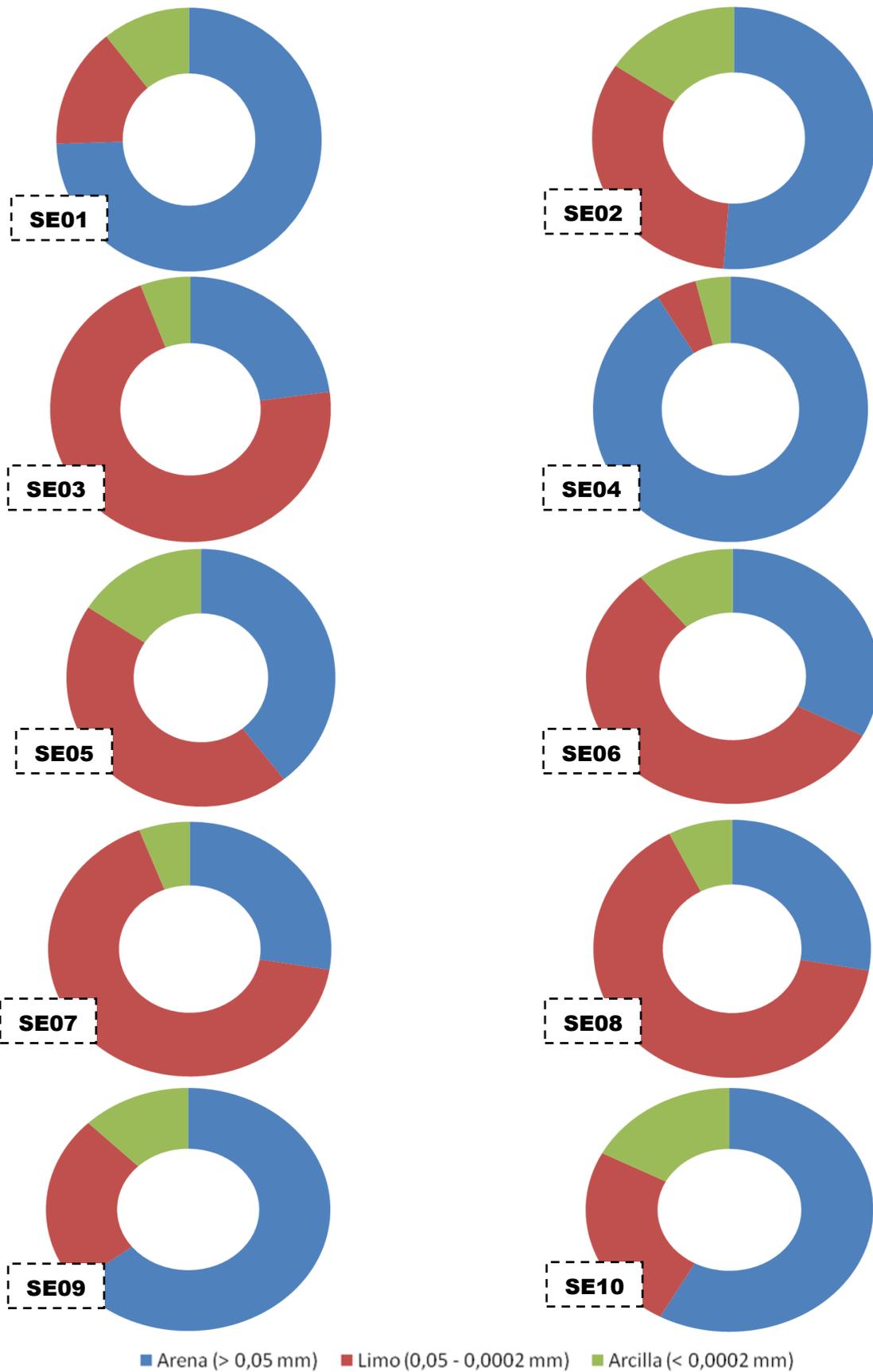
Dado que una de las principales componentes del proyecto es el dragado del canal de acceso, se tuvieron en consideración los niveles guía para este tipo de tareas. Como en la República Argentina (y en general en la región) no existen normas específicas para el manejo del material dragado, es una práctica normal recurrir a guías y recomendaciones internacionales. En este sentido, en el ámbito internacional, existen reglamentaciones y recomendaciones provenientes de Convenciones aplicables a todos los países del mundo y de normas específicas aplicables a cada nación.

Es importante mencionar que la elección de cual valor Guía adoptar, en países donde no existe normativa desarrollada, es una tarea compleja dado que estos valores van evolucionando en los países desarrollados, acompañando las progresivas reducciones en las condiciones de contaminación de los sedimentos, obtenidas a través de costosas pero efectivas medidas de control en las fuentes.

En este sentido, para el presente estudio se tuvieron en consideración las normas específicas más difundidas, es decir, las normas de Holanda, Canadá y EEUU. También fueron consideradas en el presente estudio las Recomendaciones Españolas (Ver Anexo IV).

Resulta importante mencionar que ciertos parámetros determinados no se encuentran considerados por ninguna normativa, guía y/o estándar considerado. No obstante el conocimiento de los mismos es necesario para poder caracterizar el tipo de sedimento que se verá afectado por el proyecto. Por otro lado, el conocimiento de estos parámetros es necesario para complementar el análisis de aquellos parámetros considerados más perjudiciales para el ambiente ya que muchas veces regulan, entre otras cosas, la disponibilidad de los mismos (ej: pH y Metales Pesados).

En la Figura 56 se presentan gráficamente, a fin de caracterizar el tipo de sedimento que se verá afectado por las tareas de dragado, los resultados del análisis granulométrico. El mismo fue realizado mediante el método de Bouyoucus. Como se puede observar las muestras fueron arenosas, franco a limosas. Las muestras tomadas en las inmediaciones de Puerto Galván sobre el canal principal (Figura 54) se caracterizaron por presentar una mayor proporción de arenas (SE01, SE02 y SE04). Desde la muestra SU03, la cual fue tomada en la llanura de marea, hasta la SU07 la proporción de finos aumentó, estando representados por limos fundamentalmente. Nuevamente las muestras en las inmediaciones de Puerto Cuatros (SE09 y SE10) tuvieron una mayor proporción de arenas.



**Figura 56.** Porcentaje de arena, limos y arcillas.

En relación a los valores de pH obtenidos, los sedimentos de la zona pueden ser clasificados como básicos (Tabla 15).

**Tabla 15.** pH, Materia Orgánica, Nitrógenos Amoniacal y Nitrógeno Total Kjeldhal.

Parámetros a investigar	Unidad	Muestras									
		SE01	SE02	SE03	SE04	SE05	SE06	SE07	SE08	SE09	SE10
pH 1:1	upH	8,2	8,3	8,1	8,1	8,4	8	8,3	8	7,9	8,1
Materia Orgánica	%	2,4	16,5	4,8	0,7	9,1	3	9,7	7,2	20,5	12
Nitrógeno amoniacal	mg/kg	354	< 10,0	190	< 10,0	< 10,0	56,7	52	60	196	990
Nitrógeno total Kjeldhal	mg/kg	670	535	810	310	700	670	830	1160	1560	1900

En cuanto al contenido de Materia Orgánica en general el mismo fue menor al 10%, salvo en el caso de dos muestras, las cuales tuvieron una concentración cercana al 20%.

El Nitrógeno Amoniacal es el resultado de la primera transformación del nitrógeno orgánico. Esta forma del nitrógeno es soluble en agua y queda retenida en el suelo. Es una forma transitoria, siendo primero oxidada por las bacterias del suelo a nitrito, forma que luego es oxidada por otro grupo de bacterias a nitratos. La cuantificación de la cantidad de Nitrógeno Kjeldahl Total (NKT) en una muestra refleja la cantidad total de nitrógeno en la misma, siendo la suma del nitrógeno orgánico en sus diversas formas (proteínas y ácidos nucleicos en diversos estados de degradación, urea, aminos, etc.) y del ion amonio  $NH_4^+$ . Este parámetro es importante ya que mide el nitrógeno total capaz de ser nitrificado a nitritos y nitratos (por tanto, no incluye los nitratos ni los nitritos).

Como se observa en la Tabla 15, las muestras de sedimento presentaron importantes concentraciones de NKT, no siendo en general el caso del nitrógeno amoniacal, por lo que el mayor aporte a este parámetro está dado por el nitrógeno orgánico.

**Tabla 16.** Sulfuros y Cianuros

Parámetros a investigar	Unidad	Muestras									
		SE01	SE02	SE03	SE04	SE05	SE06	SE07	SE08	SE09	SE10
Sulfuros	mg/kg	63	< 50,0	< 50,0	< 50,0	< 50,0	< 50,0	< 50,0	< 50,0	< 50,0	197
Cianuros	mg/kg	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0

**Tabla 17.** Estándares de Calidad para Usos del Suelo (Decreto 831/93).

		Decreto 831 / 93		
Parámetros	Unidad	Uso Agrícola	Uso Residencial	Uso Industrial
Sulfuros	mg/kg	500	-	-
Cianuros	mg/kg	5	10	100

Los Sulfuros constituyen un grupo formado por una serie de compuestos tales como el ácido sulfhídrico, el anhídrido sulfuroso y los mercaptanos. Particularmente el ácido sulfhídrico puede generarse como parte de la degradación de la materia orgánica en ambientes anóxicos (como puede ser el caso de los sedimentos que serán dragados) generando el característico “olor a podrido”. El Cianuro, por su parte, es una molécula de carbono y nitrógeno que ocurre naturalmente en el ambiente, pero en bajas concentraciones. Este compuesto también es liberado al ambiente por actividades industriales.

Como se puede observar en la Tabla 16, en ambos parámetros se encontraron en concentraciones menores al límite de cuantificación de la técnica analítica empleada. Es importante mencionar que los niveles guías para uso de suelo fueron considerados solo como referencia ya que es posible que parte del material dragado se utilizado como relleno para extender la zona portuaria.

Al analizar el grado de contaminación sobre los sedimentos del área de estudio resulta importante diferenciar el origen de los compuestos analizados. En este sentido, y tal como se mencionó durante el análisis de calidad de agua, para el caso de los compuestos químicos que son producidos por el hombre y que no existen en la naturaleza, cualquier nivel detectable es anormal puesto que el compuesto no existía en el ambiente hasta el momento en que fue liberado por la acción del hombre.

Otros compuestos tales como metales pesados, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), etc. se encontraban normalmente en el ambiente antes de la aparición del hombre. Las concentraciones de estos compuestos varían en forma natural de un lugar a otro y en diferentes momentos por lo que son considerados contaminantes solo cuando se encuentran en concentraciones superiores a aquellas consideradas de base para un determinado lugar.

De este modo, los metales pesados, los cuales son sustancias naturales presentes en la tierra desde antes de la existencia del hombre, se vuelven contaminantes por efecto de la actividad humana y la liberación desde depósitos por actividad volcánica o por erosión.

Algunos metales son elementos esenciales para los organismos vivos por ejemplo zinc (componente esencial de enzimas), cobre (esencial para funcionamiento de citocromo oxidasa) y están presentes a bajas concentraciones en las rocas, suelos, aguas, en la atmósfera, pero son tóxicos cuando se encuentran a mayores concentraciones. Otros son elementos no esenciales, como el cadmio, el plomo y el mercurio y no tienen funciones biológicas conocidas.

En el caso de estudio los metales analizados fueron Arsénico, Cadmio, Cobre, Cromo Total, Mercurio, Níquel, Plomo y Zinc (Tabla 18 y Tabla 19).

**Tabla 18.** Niveles guía y Recomendaciones para dragado y Estándares de Calidad para sedimentos y Usos del Suelo.

Parámetros	Unidad	Españolas		Holandesas 1994					Holandesa 2004		Canadá / NOAA		Decreto 831/93		
		I	II	Target	Limit	Reference	Intervention	Signal	Test	Signal	ISQG	PEL	Agrícola	Residencial	Industrial
Arsénico	mg/kg	80	200	29	55	55	55	150	29	-	7,24	41,6	20	30	50
Cadmio	mg/kg	1	5	0,8	2	7,5	12	30	4	-	0,7	4,2	3	5	20
Cobre	mg/kg	100	400	35	35	90	190	400	60	-	18,7	108	150	100	500
Cromo total	mg/kg	200	1000	100	380	380	380	1000	120	-	52,3	160	750	250	800
Mercurio	mg/kg	0,6	3	0,3	0,5	1,6	10	15	1,2	-	0,13	0,7	5	10	40
Níquel	mg/kg	100	400	35	35	45	210	200	45	-	15,9	42,8	150	100	500
Plomo	mg/kg	120	600	85	530	530	530	1000	110	-	30,2	112	375	500	1000
Zinc	mg/kg	500	3000	140	480	720	720	2500	365	-	124	271	600	500	1500

**Tabla 19.** Concentración de metales pesados presentes en las muestras extraídas.

Parámetros	Unidad	Muestras									
		SE01	SE02	SE03	SE04	SE05	SE06	SE07	SE08	SE09	SE10
Arsénico	mg/kg	< 5,0	< 5,0	7,8	5,6	8,2	7,3	7	8,6	7,2	5,1
Cadmio	mg/kg	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Cobre	mg/kg	5,8	9,3	12,8	6,9	12,6	12,9	8,9	12,5	< 5,0	6,1
Cromo total	mg/kg	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Mercurio	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Níquel	mg/kg	< 5,0	< 5,0	8,5	< 5,0	< 5,0	8,4	< 5,0	8	< 5,0	< 5,0
Plomo	mg/kg	< 20,0	< 20,0	< 20,0	< 20,0	< 20,0	< 20,0	< 20,0	< 20,0	< 20,0	< 20,0
Zinc	mg/kg	16,9	29,7	38	12,5	39,4	40	21,3	66,5	10,9	29,5

Como se puede observar, de las normativas consideradas los niveles más exigentes corresponden a los valores para sedimentos no contaminados (ISQG) establecidos por el Concilio Canadiense de Ministros Ambientales. Como se mencionó en el Anexo IV destinado al análisis de la normativa aplicable estos estándares no fueron desarrollados considerando específicamente el dragado del material, por lo que no están destinados a clasificar los sedimentos para este fin. No obstante esta norma muestra valores que permiten considerar sedimentos no contaminados (Interim Marine Sediment Quality Guideline, ISQG).

En este sentido, salvo el arsénico todos los parámetros presentaron niveles de concentración inferiores al mencionado estándar. De este modo, el Cadmio, el Cromo total, el Cobre, el Níquel, el Mercurio, el Plomo y el Zinc en las muestras de sedimentos presentan, en los puntos evaluados, concentraciones inferiores a los niveles guías considerados en el presente estudio. Para el caso del arsénico, los valores son, en general, menores y en los casos que superan dicho límite los mismos son igualmente inferiores al resto de los valores guía, no representando una situación significativa.

Para la comparación con las recomendaciones españolas todas las concentraciones fueron relativizadas al contenido de sedimento fino, en este caso se consideraron las partículas menores a 0,05 mm. Al respecto la norma considera que se debe considerar las partículas de tamaño menor a 0,063 mm, por lo que en este estudio se estaría contemplando una situación más conservadora.

Al comparar los resultados con los niveles guías, los sedimentos pudieron ser clasificados como categoría I, es decir, quedaron clasificados como materiales procedentes del dragado de los fondos cuyos efectos químicos y/o bioquímicos sobre la flora y la fauna son nulos o prácticamente insignificantes. Los materiales dragados pertenecientes a esta categoría podrán verse libremente, con la sola consideración de los efectos de naturaleza mecánica.

No obstante, para el caso del cadmio en algunos casos el nivel de cuantificación, al ser normalizado, superó levemente el nivel 1 de la citada recomendación, por lo que deben ser clasificadas como categoría II (asumiendo la peor situación que el nivel sea el establecido por el límite). En esta categoría caen los materiales dragados con concentraciones moderadas de contaminantes. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, el cálculo de la concentración normalizada se realizó sobre una porción más restrictiva de los sedimentos.

Así, en relación a estos compuestos los sedimentos según los resultados obtenidos se pueden considerar como no contaminados y por lo tanto podrían ser dispuestos sin mayores consideraciones relativas a la calidad de los mismos.

No obstante esto, en la información antecedente reportada existen registros de valores más elevados a los mencionados estándares, al menos registrados en algún punto durante alguno de los años monitoreados.

En relación a las concentraciones de cadmio (cuyo nivel en este monitoreo para todos los puntos fue menor al límite de cuantificación) se han reportado valores de hasta 3 mg/kg, no obstante estos valores fueron informados para el año 1997. En las campañas sucesivas los valores reportados fueron menores, siendo los niveles máximos levemente superiores a 2 mg/kg en las últimas campañas, con medias en la zona de influencia del proyecto que oscilaron entre 1 y 2 mg/kg.

Estos valores superan los estándares de calidad para la protección de la vida acuática, aunque son significativamente menores a los considerados como de probable efecto. En cuanto a las normas relacionadas al dragado, estos valores superan los límites más estrictos de las normas españolas y holandesas, pero quedan comprendidos por la segunda categoría en ambos casos.

El cobre, por su parte, fue cuantificado en las muestras tomadas para este estudio, pero en bajas concentraciones. Los valores reportados en los estudios antecedentes indicaron valores mayores a estos, siendo el máximo valor medido de 26 mg/kg. La media para la zona de estudio en los últimos años varió entre los 10 y los 20 mg/kg. Estos valores, al igual que los medidos en el presente estudio, son menores a todos los estándares considerados, y cercanos al valor para sedimentos no contaminados establecidos por CCME (18,7 mg/kg).

Los valores registrados para el cromo fueron en todos los casos reportados en la información antecedente menores a los estándares considerados. Para el caso del mercurio, la información antecedente evidencia como valor más alto 0,6 mg/kg registrado en el año 2000. En los muestreos más actuales los valores fueron menores, con concentraciones inferiores a los estándares de calidad considerados.

Por su parte el análisis de níquel en sedimentos en la bibliografía consultada mostró una distribución homogénea, con los valores medidos en la última campaña ligeramente superiores a los informados en la fase previa, siendo el valor máximo reportado de 26,7 mg/kg. Estos valores son mayores que el estándar para sedimentos no contaminados establecido por el CCME, pero menor al resto de todos los demás estándares considerados.

Para el Plomo en los sedimentos superficiales estudiados en la bibliografía se determinaron valores que alcanzaron los 42,71 mg/kg. De los valores reportados se observa un incremento de la concentración de este metal en el tiempo, aunque los resultados del informe presentado por el IADO en el 2009 sugieren una desaceleración de este proceso, coincidiendo con los resultados obtenidos en la presente campaña. Las medias para la zona de estudio estuvieron comprendidas entre los 10 y los 25 mg/kg. Estos valores, al igual que los medidos, en el presente estudio, son menores a todos los estándares considerados, y cercanos al valor para sedimentos no contaminados establecidos por CCME (30,2 mg/kg).

Finalmente, la bibliografía identificó importantes concentraciones de zinc para las campañas realizadas hace más de diez años. Las concentraciones reportadas en los monitoreos más actuales indican niveles que pueden clasificar a los sedimentos como no contaminados según el CCME (2002).

**En resumen, según los resultados obtenidos durante esta campaña los sedimentos presentan concentraciones de metales pesados, tales que pueden ser clasificados como no contaminados según la normativa Canadiense (CCME) y Norteamérica (NOAA). No obstante, los estudios antecedentes indican concentraciones de ciertos metales (Cd, Cu, Ni y Pb) que superan dicho nivel. En todos estos casos los valores son menores que los establecidos como de Probable Efecto. Además estos también permiten la disposición de los sedimentos a ser dragados sin mayores consideraciones que sus efectos mecánicos.**

Otros de los compuestos que se hallan naturalmente en el ambiente son los Hidrocarburos (Tabla 13).

**Tabla 20.** Niveles guía para hidrocarburos. 1 - Naftaleno, benzo(a)antraceno, benzo (g,h,i) perileno, benzo(a)pireno, fenantreno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, antraceno, benzo (k) fluoranteno, criseno, fluoranteno.

Parámetros a investigar	Unidad	Holandesas 1994 <sup>3</sup>					Holandesa 2004		Canada / NOAA		EPA	D 831		
		Target	Limit	Reference	Intervention	Signal	Test	Signal	ISQG / TEL	PEL		Agrícola	Residencial	Industrial
<b>Hidrocarburos totales</b>	mg/kg	50	100	3000	5000		1250							
<b>Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares</b>	mg/kg	1 <sup>1</sup>	1 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>	40 <sup>1</sup>		8 <sup>1</sup>							
Acenafteno	mg/kg								0,00671	0,0889	1,1			
Acenaftileno	mg/kg								0,00587	0,128				
Antraceno	mg/kg								0,0469	0,245				
Benzo(a)antraceno	mg/kg								0,0748	0,693		0,1	1	10
Benzo(a)pireno	mg/kg								0,0888	0,763		0,1	1	10
Benzo(b)fluoranteno	mg/kg											0,1	1	10
Benzo(g,h,i)perileno	mg/kg													
Benzo(k)fluoranteno	mg/kg											0,1	1	10
Criseno	mg/kg								0,108	0,846				
Dibenzo(a,h)antraceno	mg/kg								0,00622	0,135		0,1	1	10
Fenantreno	mg/kg								0,0867	0,544	1,1	0,1	5	50
Fluoranteno	mg/kg								0,113	1,494				
Fluoreno	mg/kg								0,0212	0,144				
Indeno(1,2,3-cd)pireno	mg/kg											0,1	1	10
Naftaleno	mg/kg								0,0346	0,391		0,1	5	50
Pireno	mg/kg								0,153	1,398		0,1	10	100
<b>BTEX</b>	mg/kg													
Benceno	mg/kg											0,05		5
Tolueno	mg/kg											0,1	3	30
Etilbenceno	mg/kg											0,1	5	50
Xileno	mg/kg											0,1	5	50
Xileno	mg/kg											0,1	5	50

**Tabla 21.** Concentración de hidrocarburos presentes en las muestras extraídas

Parámetros a investigar	Unidad	Muestras									
		SE01	SE02	SE03	SE04	SE05	SE06	SE07	SE08	SE09	SE10
<b>Hidrocarburos totales</b>	mg/kg	< 50,0	< 50,0	< 50,0	< 50,0	< 50,0	< 50,0	< 50,0	< 50,0	< 50,0	125
<b>Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares</b>	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Acenafteno	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Acenaftileno	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Antraceno	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Benzo(a)antraceno	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Benzo(a)pireno	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Benzo(b)fluoranteno	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Benzo(g,h,i)perileno	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Benzo(k)fluoranteno	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Criseno	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Dibenzo(a,h)antraceno	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Fenantreno	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Fluoranteno	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Fluoreno	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Indeno(1,2,3-cd)pireno	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Naftaleno	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Pireno	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
<b>BTEX</b>											
Benceno	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tolueno	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Etilbenceno	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Xileno	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Xileno	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

En este caso, todas de las muestras presentaron niveles inferiores al límite de cuantificación de la técnica utilizada, el cual a su vez es menor que el límite Meta (Target) de las Normas Holandesas, lo cual indica que el sedimento puede ser considerado con riesgos despreciables para el ambiente.

No obstante, como se mencionó anteriormente, la cuantificación de HTP en una muestra no es suficiente para justificar una valoración de riesgos. Esto se debe a que el término hidrocarburos totales de petróleo (HTP) se usa para describir a un grupo extenso de varios cientos de sustancias químicas derivadas originalmente del petróleo crudo. En este sentido, los HTP son realmente una mezcla compleja de sustancias químicas que incluyen hidrocarburos de cadena recta (lineales), ramificados, cíclicos, monocíclicos aromáticos y policíclicos aromático (HAPs).

De este modo, se reconocen dos grandes grupos de hidrocarburos, los Hidrocarburos Alifáticos y los Hidrocarburos Aromáticos. Los primeros son sustancias de cadena abierta y también cíclicas (alcanos, alquenos, alquinos y alifáticos cíclicos) mientras que los segundos son aquellos cuya base estructural es el anillo bencénico (benceno) y dependiendo del número de anillos, pueden ser Hidrocarburos Monoaromáticos y los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs), los que están compuestos por dos o más anillos bencénicos condensados, como el Naftaleno (2 anillos), Fenantreno (3 anillos) y Antraceno (3 anillos).

En este sentido, como parte de la presente caracterización de la calidad de los sedimentos del área de influencia del proyecto se determinaron sobre las muestras extraídas las concentraciones de BTEX y de HAP's.

Como puede observarse, los niveles de BTEX fueron menores que el límite de cuantificación de la técnica utilizada. Los hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAP) representan un caso especial ya que han sido generados por la combustión de materia orgánica desde la aparición de las plantas superiores sobre la tierra (debido por ejemplo a incendios forestales iniciados por lavas volcánicas). Pero sus niveles en el ambiente aumentan sustancialmente como consecuencia de la actividad humana, como la combustión de carbón y petróleo.

Al considerar la concentración total de HAPs en las muestras de sedimento se pone de manifiesto que la misma es menor al límite de cuantificación de la técnica empleada, no superando por tanto en ninguna de las muestras tomadas los 0,1 mg/kg. Al respecto, se puede observar que esta concentración es menor que el valor meta establecido por las Normas Holandesas, lo que indica que se puede considerar un sedimento limpio de este tipo de compuestos. Es importante mencionar que el límite de cuantificación de la técnica empleada, circunscribe la comparación de los valores con los límites canadienses. No obstante dicho valor fue siempre inferior que el valor establecido como de probable efecto negativo (PEL).

Si bien durante esta campaña no pudieron ser cuantificados valores de PAH's por encima del límite de la técnica, en la información antecedente consultada se indican concentraciones de hidrocarburos aromáticos policíclicos para la zona de estudio en el rango de 0,0594 mg/kg hasta más de 0,7 mg/kg (IADO, 2009).

Resulta importante mencionar que los menores valores fueron registrados en las estaciones más internas (desembocadura del canal Maldonado y Puerto Cuatros) variando entre los 0,2 y 0,3 mg/kg. En las inmediaciones de Puerto Galván, la concentración registrada superó los 0,6 mg/kg. Estos valores son similares a los reportados por Arias et al. (2010), quien registró los mayores niveles en las estaciones localizadas en las inmediaciones de las zonas portuarias, siendo algo menores a la zona interna, pero siendo cantidades detectables de PAHs, con una concentración media de  $0,527 \pm 0,114$  mg/kg y una mediana de 0,507 mg/kg.

Según estos mismos trabajos (IADO, 2009 y Arias et. al., 2010), es de amplio consenso que los valores de PAHs en sedimentos menores a 0,01 mg/kg corresponden a un nivel de distribución basal o “background” de los ecosistemas. Estos valores son hallados en lugares prístinos, generalmente alejados de las poblaciones. Las concentraciones que se ubican entre 0,01 y 0,1 mg/kg corresponden a niveles con baja contaminación, encontrados por ejemplo en zonas turísticas (Baumard et al., 1998). Por otro lado, los niveles de PAHs en el rango de 0,1-1 mg/kg identifican zonas con moderado impacto antrópico; estos valores son hallados en general en zonas portuarias y costeras urbanizadas alrededor del mundo. Valores de PAHs por encima de 1 mg/kg indican niveles de moderados a altos de contaminación, y probables procesos de introducción crónica de estos contaminantes en los sistemas. Los valores por encima de 10 mg/kg responden a procesos de contaminación severa de sedimentos, con efectos frecuentes observados sobre la biota (Long et al., 1995).

**En virtud a esta escala de clasificación, y tomando como base los resultados de la presente campaña para el tramo comprendido entre Puerto Cuatros y Puerto Galván, se puede establecer que los sedimentos de este sector cuanto mucho tienen bajos niveles de contaminación de PAH's. Además dicho límite permite la disposición del material sin mayores consideraciones que las mecánicas. Al incluir al análisis los valores reportados por la información antecedente durante años previos, es posible establecer una mayor afectación de la zona, correspondiéndose a un moderado impacto antrópico.**

**Tabla 22.** Niveles guía para organoclorados, organofosforados y PCBs. 1 - Suma de congéneres IUPAC nº 28, 52, 101, 118, 138, 153 y 180. 2 - DDT/DDD/DDE

Parámetros a investigar	Unidad	Holandesas 1994 <sup>3</sup>					Holandesa 2004		Canada / NOAA		EPA	D 831		
		Target	Limit	Reference	Intervention	Signal	Test	Signal	ISQG / TEL	PEL		Agrícola	Residencial	Industrial
<b>Organoclorados</b>	mg/kg													
Aldrin	mg/kg	2,5												
alfa-BHC	mg/kg	0,0025		0,02										
beta-BHC	mg/kg	0,001		0,02										
gamma-BHC (lindano)	mg/kg	0,00005	0,001	0,02					0,00032	0,00099				
delta-BHC	mg/kg													
gamma-Clordano	mg/kg	0,01	0,02											
4,4-DDD	mg/kg						0,02 <sup>2</sup>		0,00122	0,00781				
4,4-DDE	mg/kg						0,02 <sup>2</sup>		0,00207	0,374				
4,4-DDT	mg/kg	0,0025	0,01	0,02			0,02 <sup>2</sup>		0,00119	0,00477				
Endosulfan I (alfa)	mg/kg		0,01	0,02										
alfa-Clordano	mg/kg													
Endosulfan sulfato	mg/kg													
Endrin	mg/kg	0,001	0,04	0,04					0,00267	0,0624	0,0035			
Endosulfan II (beta)	mg/kg													
Endrin aldehído	mg/kg													
Endrin cetona	mg/kg													
Heptacloro epóxido	mg/kg	0,0025	0,02	0,02					0,0006	0,00274				
Heptacloro	mg/kg													
Dieldrin	mg/kg								0,00071	0,0043	0,095			
Metoxicloro	mg/kg													
Hexaclorobenceno	mg/kg	0,0025	0,004	0,02			0,02					0,05	2	10
<b>Organofosforados</b>	mg/kg													
Diazinon	mg/kg													
Malathion	mg/kg													
Parathion	mg/kg													
Methylparathion	mg/kg													
Dimethoato	mg/kg													
Phorate	mg/kg													
Terbufos	mg/kg													
Temefos	mg/kg													
Metilazinfos	mg/kg													
Total 7 PCB <sup>1</sup>	mg/kg						0,1		0,0215	0,198		0,5	5	50

**Tabla 23.** Concentración de organoclorados, organofosforados y PCBs presentes en las muestras extraídas

Parámetros a investigar	Unidad	Muestras									
		SE01	SE02	SE03	SE04	SE05	SE06	SE07	SE08	SE09	SE10
Plaguicidas organoclorados	mg/kg										
Aldrin	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
alfa-BHC	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
beta-BHC	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
gamma-BHC (lindano)	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
delta-BHC	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
gamma-Clordano	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
4,4-DDD	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
4,4-DDE	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
4,4-DDT	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Endosulfan I (alfa)	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
alfa-Clordano	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Endosulfan sulfato	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Endrin	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Endosulfan II (beta)	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Endrin aldehído	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Endrin cetona	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Heptacloro epóxido	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Heptacloro	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dieldrin	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metoxicloro	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Hexaclorobenceno	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Plaguicidas organofosforados	mg/kg										
Diazinon	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Malathion	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Parathion	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Methylparathion	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Dimethoato	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Phorate	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Terbufos	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Temefos	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Metilazinfos	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Total 7 PCB	mg/kg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Como puede observarse, los niveles de Organoclorados, Organofosforados y PCB's fueron menores que el límite de cuantificación de la técnica utilizada. Al considerar la concentración de organoclorados y organofosforados en las muestras de sedimento, se puede observar que la misma circunscribe la comparación de los valores con los límites canadienses.

Durante los monitoreos realizados por el IADO en el marco del PIM también fueron medidos en sedimentos compuesto organoclorados, los cuales presentaron los mayores valores en la zona exterior del estuario. Resulta importante mencionar que según los valores reportando la concentración de los mismos ha ido aumentando. No obstante los autores establecen que estos son bajos, y distan mucho de ser críticos, pero que su presencia indica la existencia de fuentes antrópicas que los aportan, dado que son compuestos sintéticos que no existen en la naturaleza (IADO, 2006, 2008).

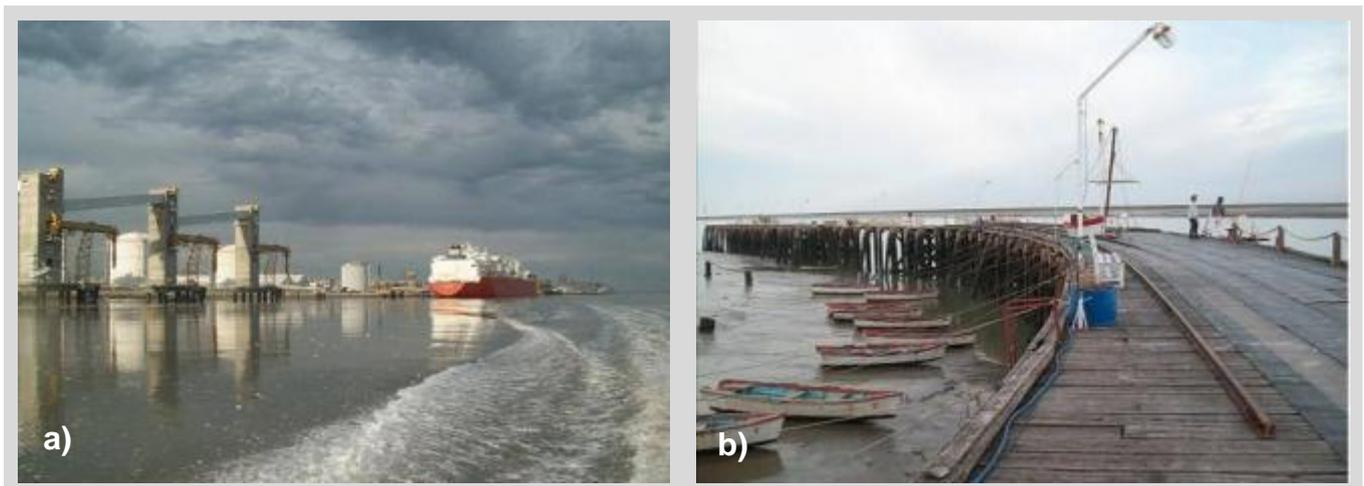
En relación a los PCB, los valores de la suma fueron como se mencionaron menores al límite de cuantificación, el cual a su vez fue inferior al estándar de calidad.

## 2.5 HIDROLOGÍA

La circulación superficial se identifica en Geomorfología con el término “drenaje”, e incluye tanto a vías que faciliten el escurrimiento del agua (ríos, arroyos, canales) como a cuerpos de agua aislados en depresiones cerradas (lagos y lagunas). Esta agua es un recurso extremadamente valioso ya que, cualquiera fuera su uso, es la única que se presenta disponible en forma directa.

Tal como se expuso anteriormente, el estuario de Bahía Blanca está localizado entre los 38° y los 35° de latitud Sur, con un recorrido cercano a los 80 km en el SE de la Provincia de Buenos Aires y un trazo que va en la dirección NO – SE. La hidrografía y circulación del estuario está principalmente controlada por la compleja morfología del sistema y tiene una importante influencia de la acción marina a través de mareas. Si bien ocurren procesos de mezcla con agua dulce, estos se restringen a la zona media y la cabecera del mismo (Perillo et al. 2004). La zona interior del estuario se continúa con el Salitral de la Vidriera, que penetra en el continente en la dirección NO, incluyendo lagunas y salinas.

El estuario está surcado por un gran número de canales marinos que desaguan en el Canal Principal de Navegación, la vía de acceso a los complejos portuarios más importantes del área de estudio (Figura 57 y Figura 63).



**Figura 57.** Fotos de algunos de los principales centros portuarios incluidos en el área del Proyecto. A: Puerto Galván y B: Puerto Cuatros.

El Canal Principal se destaca claramente en bajamar, con unos 800 km<sup>2</sup> de superficie cubiertos (Figura 58). En cambio, en condiciones de pleamar las aguas cubren una superficie de 2300 km<sup>2</sup>, que incluyen amplias planicies de marea (1150 km<sup>2</sup>) e islas (410 km<sup>2</sup>) (Figura 59) (Perillo et al 2001). Los canales de marea mayores (canales principales y secundarios) poseen cursos que tienden a ser rectos o levemente sinuosos, con profundidades superiores a los 10 m y un ancho que en algunos casos llega a superar 1 km en la boca (Ginsberg y Perillo 2004).

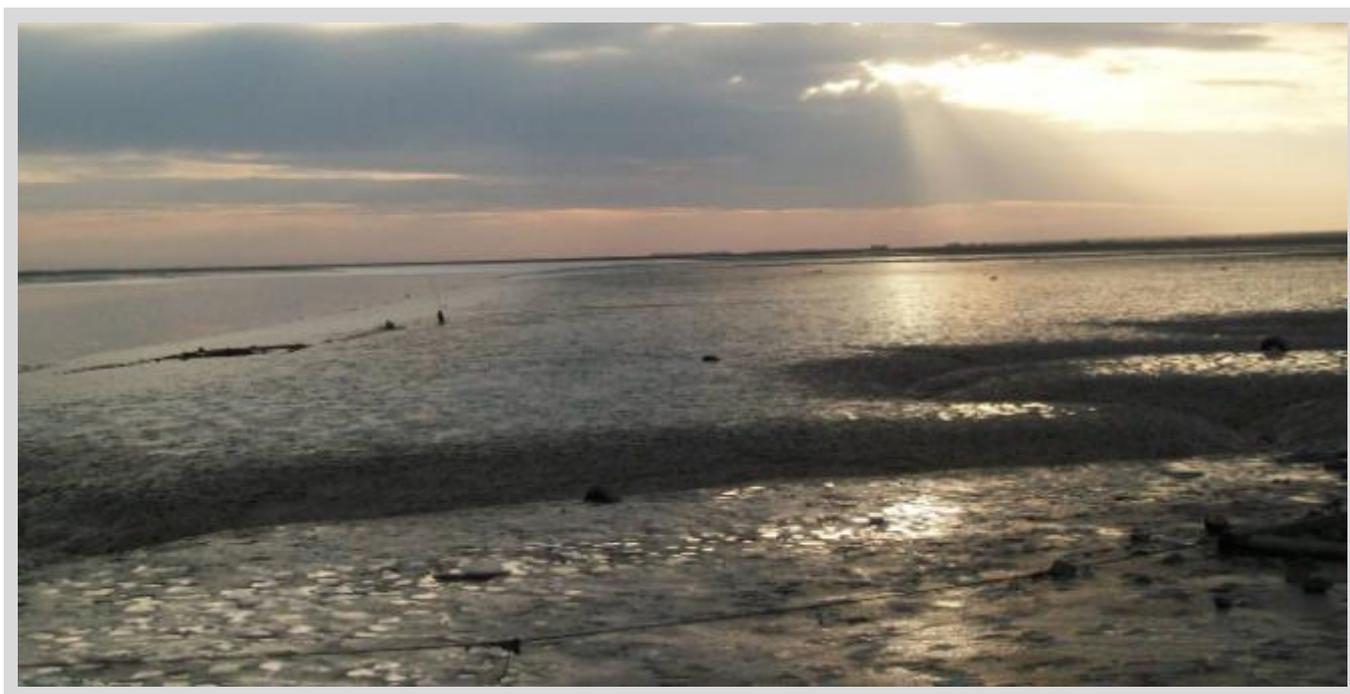


**Figura 58.** Vista hacia el interior del estuario de Bahía Blanca durante marea baja, en donde es posible observar los canales de marea, las zonas de cangrejal, etc.



**Figura 59.** Vista hacia el interior del estuario de Bahía Blanca durante marea intermedia, en donde es posible observar las islas.

Los canales menores tienen, en general, cauces meandrosos con un ancho y una profundidad de hasta 1 m. Sus márgenes están formados por amplias llanuras intermareales y sus fondos poseen diferentes características sedimentológicas y rasgos morfológicos. Normalmente los canales más pequeños fluyen desde las planicies hacia los canales mayores, los cuales vierten sus aguas en el canal Principal. La corriente de marea presente en los canales secundarios es reversible, con velocidades máximas de reflujos de 1,2 m s<sup>-1</sup>, y de 0,80 m s<sup>-1</sup> para el flujo. Evaluaciones de la duración de las mismas indican que en promedio el flujo demora 7 h, mientras el reflujos dura 5 h (Ginsberg y Perillo 2004, Ginsberg et al. 2009).



**Figura 60.** Canal de mareas localizado al sur de Puerto Cuatros.



**Figura 61.** Vista hacia el exterior del estuario de Bahía Blanca durante marea baja, en donde es posible observar la termoeléctrica y la desembocadura del arroyo Napostá Chico.

La red de drenaje superficial que introduce aguas continentales (dulces) al sistema es en la actualidad muy reducida comparada con la que dio origen al antiguo delta (Perillo et al. 2004). Los afluentes principales del estuario son el río Sauce Chico, en la cabecera del estuario, y el arroyo Napostá Grande que desemboca en la zona media del Canal Principal (Figura 63, Ver Anexo II – Mapa Hidrográfico).

Los sistemas de Sauce chico y Napostá grande tienen cuencas que nacen en la vertiente suroccidental del Sistema Serrano de Ventania, atraviesan la llanura surventánica sin recibir nuevos aportes y desembocan en los alrededores de la ciudad de Bahía Blanca. Al llegar al ámbito marítimo cambian de un comportamiento encajonado y meandroso en la llanura, a una disposición abierta, con tributarios variables en el tiempo (Gonzalez Uriarte, 2010). De acuerdo a Perillo et al. (2004), si bien el caudal de ambos puede verse afectado por las condiciones locales, el control de sus descargas depende principalmente de lo que ocurre en sus nacientes.

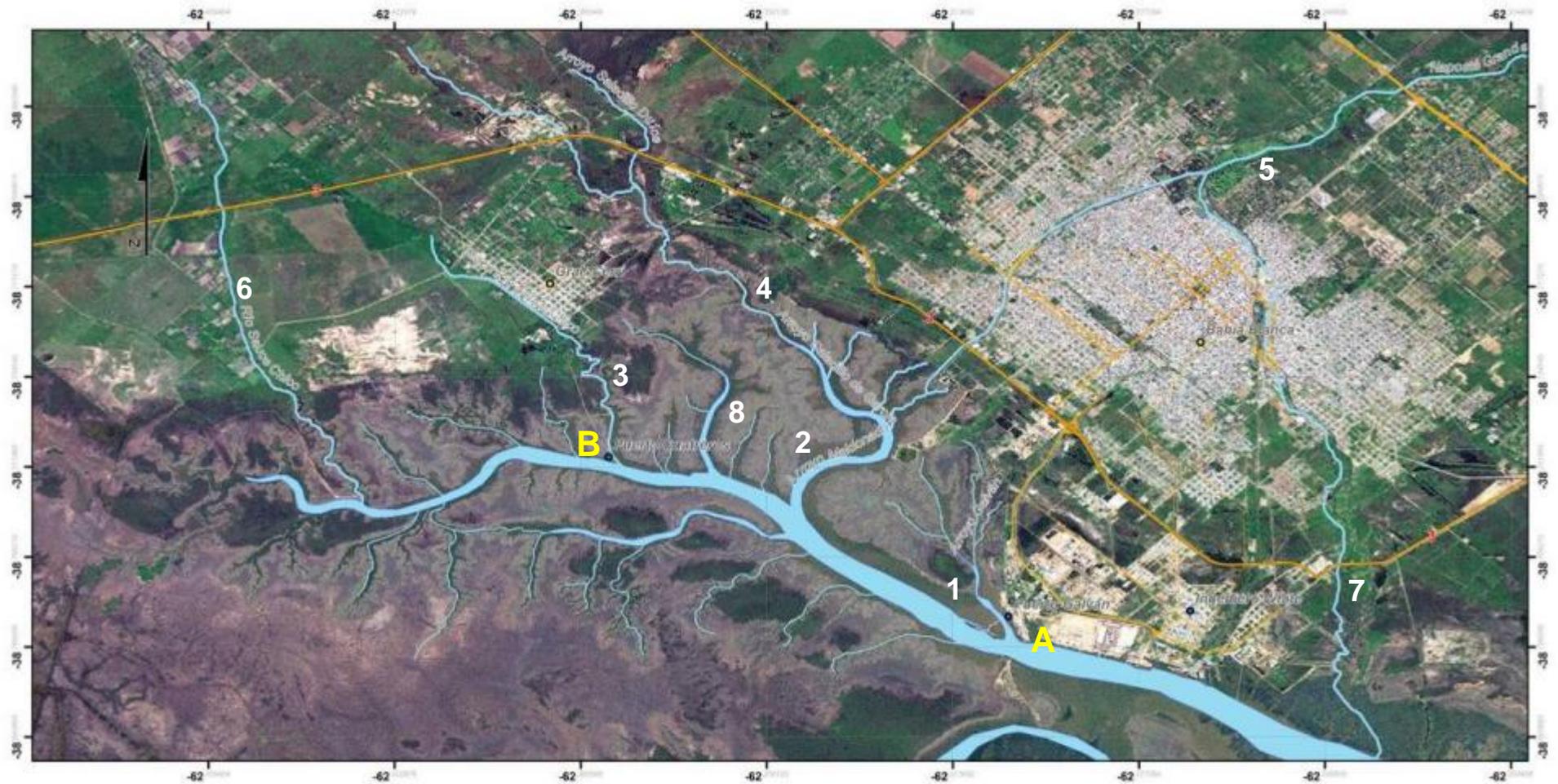


**Figura 62.** a) Arroyo Sauce Chico a 4 km de su desembocadura en el Canal, b) Arroyo Saladillo de García

La descarga media anual del río Sauce Chico y del Arroyo Napostá Grande son 1,9 y 0,8 m<sup>3</sup>/s respectivamente. El caudal de ambos se eleva notablemente durante el período de lluvias máximas (primavera y verano), y en particular el Sauce Chico muestra otro pico de caudal en el otoño. Para este río, aunque los valores medios anuales y mensuales son bajos, se han registrados valores máximos de descarga (en general asociados a la ocurrencia de tormentas persistentes) de hasta 106 m<sup>3</sup>/s (Perillo et al. 2004).

Además de los dos afluentes principales existen arroyos menores que llegan al estuario sobre el veril Norte en el área comprendida por el Proyecto, tales como el canal Maldonado y el arroyo Saladillo de García. Estos nacen en la planicie surventánica, sus cuencas son muy pequeñas, tienen escaso volumen, carecen de escurrimiento permanente y sus aportes son generados por la precipitación local (Figura 63, Perillo et al. 2004, González Uriarte 2010).

Tanto el canal Maldonado como el Arroyo Napostá Chico atraviesan la ciudad de Bahía Blanca. El arroyo Napostá recorre la ciudad y sigue su curso hacia su desembocadura en la parte más externa del estuario abarcada por la zona de estudio. En la intersección de la Av. Urquiza y Casanova comienza el entubado (iniciado a fines de la década del 70) que finaliza en la Terminal de Omnibus San Francisco de Asís. El entubado se realizó para minimizar los problemas urbanos que se originaban antiguamente, como depósitos de desechos sólidos, contaminación por efluentes y desconexión entre algunos barrios y la zona céntrica de la ciudad, y sus orillas se encuentran parquizadas para la recreación de la población.



**Figura 63.** Mapa Hidrológico. Se indican los puertos (A: Puerto Galván y B: Puerto Cuatros) y los principales cursos de agua que llegan al canal principal (1: Arroyo Galván; 2: Arroyo Maldonado; 3: Arroyo Sauce Chico; 4: Arroyo Saladillo de García; 5: Río Napostá Grande, 6: Río Sauce Chico, 7: Arroyo Napostá Chico) y 8: Arroyo Bahía del Pejerrey.

## 2.6 HIDROGEOLOGÍA

### 2.6.1 Acuíferos Principales

En la zona de Bahía Blanca se pueden distinguir tres acuíferos principales:

- Acuífero Profundo o Sistema Hidrotermal Profundo de Bahía Blanca (SHP).
- Acuífero Intermedio.
- Acuífero Freático.

#### Acuífero Profundo o SHP

De acuerdo a Auge (2004) al SHP se le asigna una extensión comprobada de 3000 km<sup>2</sup>, estando intercalado este acuífero en una serie normal que constituye la cobertura, de edad cretácica-cenozoica, de un basamento fracturado en bloques que forman fosas y pilares tectónicos (Bonorino, 1988). Este reservorio de agua subterránea se encuentra a profundidades del orden de los 700 m y sus peculiaridades más significativas son: los caudales espectaculares y alturas de surgencia, con máximos de 1.000 m<sup>3</sup>/h y 200 m respectivamente; las temperaturas del agua (50 - 75° C) son en general mayores que las correspondientes al gradiente geotérmico normal; la baja salinidad, fundamentalmente si se tiene en cuenta que subyace a unidades hidrogeológicas con tenores salinos entre 8 y 30 g/l.

La recarga de este acuífero proviene de la infiltración en la vertiente occidental de Sierra de la Ventana y la circulación se realizaría por paleocausas o superficies de fallamiento. El termalismo se debería al adelgazamiento de la corteza terrestre producto del rifting que causó la apertura del Atlántico.

Actualmente el agua subterránea no se utiliza para el abastecimiento de la ciudad de Bahía Blanca. El uso está restringido a algunas industrias y al V cuerpo del Ejército y a la Base Aeronaval Comandante Espora y Base Naval General Belgrano.

#### Acuífero Intermedio

Este acuífero se aloja a una profundidad del orden de los unos 200 m, sus aguas tienen una temperatura de alrededor de 30° C. En algunos lugares son surgentes pero poseen un contenido de sales algo elevado que restringe su utilización.

#### Acuífero Freático o Libre

Este acuífero se aloja a escasos metros de profundidad en la ciudad de Bahía Blanca (2,5 a 10 m); más profundo en la zona norte (entre 40 y 50 m) y a profundidades intermedias hacia la zona pedemontada de las Sierras de la Ventana. Desde el punto de vista de la calidad química, en la zona urbana de Bahía Blanca son de mala calidad, están naturalmente salinizados y a veces contaminadas por vertidos de pozos ciegos.

Con relación al sector interior del estuario de Bahía Blanca, el acuífero libre es el único que tiene cierta influencia. Sobre este acuífero en la zona costera hay pocos estudios realizados, centrándose los mismos en el área industrial de Ingeniero White, en particular relacionados a las alteraciones inducidas por la actividad humana en el área (Bonorino y Sala, 1983; Carrica et al., 2003; Comité Técnico Ejecutivo Sec. Pol. Urb. Ambiental, Mun. B. Bca., Inf. 2003; Sala et al., 1985).

El importante desarrollo industrial de la zona de Ing. White que se inicia a principios del siglo pasado, con las obras civiles del puerto y la construcción del ferrocarril y que se intensifica en las últimas tres décadas con la implantación del polo petroquímico e industrial, ha producido la modificación del funcionamiento del medio ambiente físico en general y del sistema hidrológico en particular. El flujo subterráneo local que naturalmente tenía una muy lenta circulación general en dirección a su nivel de descarga natural en el mar, ha sido sustancialmente modificado como producto del relleno artificial del suelo, de bombeos para la remediación de contaminaciones del acuífero y la construcción de zanjas drenajes que surcan el terreno.

En el área de Ing. White, los suelos autóctonos y la vegetación natural arbustiva halófila del sector, han sufrido una notoria disturbación y depredación como consecuencia de las actividades antrópicas y solo se conservan en islotes dispersos. En la mayor parte de esta área el suelo natural está cubierto por rellenos artificiales, compactos, de 1 a 4 m de espesor, compuestos por una mezcla de arena y limo con fragmentos de tosca y que constituyen la base donde se asientan las plantas industriales y las vías de comunicación.

En los alrededores de las plantas pueden observarse algunos restos de un suelo natural de escaso desarrollo, mal drenado, alcalino y salino, bien provisto de materia orgánica (2 a 3%) que puede clasificarse como un Salortid acuólico. La primera capa superficial, de unos 15 cm de espesor, posee una textura limo-arcillosa, presentando abundantes raíces y como rasgo destacable eflorescencias salinas. Hacia abajo existe otra capa de textura arcillo-limosa, sin estructura definida color gris verdosa, muy plástica, con concreciones y pequeños clastos (de 3 a 5 mm) de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  en la masa y restos de valvas de moluscos.

El área de Ing. White carece de una red natural de drenaje superficial, por lo que a los fines de drenarla se han construido numerosas zanjas poco profundas y de distribución anárquica, que atraviesan la zona en distintos sentidos. La escasa pendiente natural del terreno y de las zanjas construidas, induce a una muy lenta velocidad de flujo y por lo tanto a un bajo caudal de drenaje.

### **2.6.2 Sedimentología y Estratigrafía**

El acuífero libre de la región costera de Ingeniero White se caracteriza por la escasa profundidad del nivel freático, a veces aflorante, una hidrodinámica con predominio de los movimientos verticales del agua sobre el escurrimiento superficial y subterráneo y por la elevada salinidad de sus aguas (Bonorino y Sala, 1983) particularidades que responden al medio físico natural del área costera.

Las características generales del sector se vinculan a una zona costera, llana, de escasa pendiente, 2 a 3 por mil, elevada topográficamente unos 4 m sobre el nivel del mar, que constituye una plataforma de abrasión marina elaborada por las últimas ingresiones del Holoceno sobre los sedimentos Plio-pleistocénicos. Morfológicamente, el único rasgo destacable lo constituye el estuario de Bahía Blanca, cuyas aguas conforman el nivel base de descarga del sistema hidrológico del área.

El movimiento del agua dentro estuario está condicionado por la dinámica de las mareas y por factores meteorológicos que determinan oscilaciones naturales del nivel base del sistema hidrológico y provoca variaciones temporarias en los volúmenes de descarga de las aguas superficiales y subterráneas.

Tal como se expuso en el Punto 2.2.1 (Estratigrafía) el subsuelo del área está constituido por los denominados sedimentos pampeanos (Fidalgo et. al., 1975), que subyacen a las arcillas limosas, marinas de la Formación Maldonado (Fidalgo, 1983). Los primeros, son sedimentos loésicos del Plioceno medio a superior de amplia distribución regional y considerable espesor, compuestos principalmente por limos arenosos, pardo rojizos y arena compacta cementados con carbonato de calcio. Hacia el norte, y aproximadamente a partir de la curva de nivel de 5 msnm esta unidad aflora o está cubierta por sedimentos eólicos y suelos de poco espesor; hacia la costa y por debajo del nivel del mar están cubiertos por los depósitos costeros de la Formación Maldonado correspondientes a la ingesión marina pospleistocena.

La Formación Maldonado se encuentra restringida al área costera, encontrándose en posición aflorante o cubierta por un delgado suelo vegetal. Hacia el norte se acuña sobre los sedimentos pampeanos aflorantes, mientras que hacia el sur continúa por debajo del nivel del mar alcanzado espesores máximos de hasta 15 metros en el área de Ing. White. Está constituida por sedimentos típicos de áreas costeras y en parte de albufera y marismas, que en la zona estuárica se los conoce vulgarmente como “cangrejales”. La base de la formación se apoya sobre los sedimentos pampeanos y está compuesta por arena mediana a fina, gris oscura, con restos de conchillas, que pasa gradualmente hacia el techo a limos arenosos y limos arcillosos o arcillas limosas, grises, muy plásticas, con abundantes conchillas y a una arcilla gris verdosa oscura, plástica., muy expandible, con una mineralogía típica de una asociación montmorillonita-illita (Fidalgo, 1983) sobre la cual se apoya el material de relleno del área.

La propiedad de expansión-contracción de estas arcillas es de importancia para el área, dado que el nivel freático, que se encuentra a escasa profundidad, sufre oscilaciones periódicas como consecuencia de la recarga por agua de lluvia y efecto de las mareas, lo que puede afectar la estabilidad de las cimentaciones, dando origen a asentamientos de las estructuras si las mismas no han sido adecuadamente diseñadas y construidas según este tipo de terrenos.

Desde el punto de vista del agua subterránea las unidades estratigráficas descritas pueden agruparse en dos secciones hidrogeológicas: Sección Pampeana y Sección Pospampeana.

Sección hidrogeológica Pampeana: constituida por los sedimentos loésicos pampeanos que se extienden en todo el subsuelo de la región, ubicándose en la costa a una profundidad cercana a los 15 metros. Debido a la complejidad de los procesos sedimentarios que le dieron origen, son frecuentes las anisotropías hidrológicas locales que dan lugar a una alternancia de niveles acuíferos-acuitados (sistema multicapa) cuyo hidroapoyo es difícil de determinar dado el pasaje transicional de estos sedimentos a las formaciones miocénicas subyacentes. No obstante, desde el punto de vista hidrogeológico regional los sedimentos pampeanos se comportan como un único sistema de transmisión de agua, más o menos homogéneo.

La transmisividad promedio de los niveles acuíferos de estos sedimentos es del orden de los  $150 \text{ m}^2 \cdot \text{d}^{-1}$  para los primeros 100 metros de espesor, con conductividades hidráulicas que varían entre 0,3 y  $3 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$  y coeficientes de almacenamiento de 0,12 a 0,05 (Carrica, 1998). Los valores de permeabilidad son más altos que los esperables por su granulometría y grado de cementación debido a su gran permeabilidad secundaria por macroporos, microfisuras, canalículos, etc.

La presencia de pozos surgentes emplazados en esta unidad geológica, caracterizan a la zona adyacente a la ría de Bahía Blanca como un área de descarga regional del acuífero freático, con una red de flujo que en profundidad presenta una importante componente vertical ascendente.

Sección hidrogeológica Pospampeana: comprende los sedimentos de la Formación Maldonado y los suelos actuales que cubren la sección anterior con un espesor de hasta 12 metros. El nivel arenoso de escaso espesor que compone su base denota condiciones de buena permeabilidad, mientras que hacia el techo baja significativamente debido a la disminución de la granulometría del sedimento y la presencia de arcillas. Se citan valores de transmisividad del orden de los  $50 \text{ m}^2 \cdot \text{d}^{-1}$  y porosidades efectivas del 10 % en la sección inferior disminuyendo hacia la superficie al 4 % y permeabilidades de entre  $0,1$  y  $1,5 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$ , lo cual denota que los datos varían desde bajas permeabilidades en los materiales arcillosos superiores hasta valores medios en los niveles basales más arenosos (Bonorino y Sala, 1983); sin embargo desde el punto de vista del funcionamiento global se pueden considerar como un sistema continuo de transmisión de agua.

### **2.6.3 Régimen Hidráulico**

El balance hidrológico modular anual simplificado del área, considerando la precipitación anual media (período 1956-1994) de 586 mm y una evapotranspiración potencial media anual, calculada por la metodología de Thornthwaite y Mather (1955) de 771 mm, aparece como deficitario (Carrica, 1998). Sin embargo, el registro de las oscilaciones del nivel freático detectadas años anteriores por Bonorino y Sala (1983), demuestran que existe un importante volumen de recarga verificable durante casi todo el año. De este volumen de agua el 97 % volvería a la atmósfera por evapotranspiración, mientras que el 3% restante conformaría el escurrimiento subterráneo local lo que denota una clara predominancia de los movimientos hídricos verticales del agua, favorecidos por un relieve casi sin pendiente y la presencia de un acuífero freático a escasa profundidad con bajos gradientes hidráulicos.

El funcionamiento hidrológico del sistema no solo depende de la capacidad evaporante de la atmósfera y la escasa o nula profundidad de la superficie freática, sino además por la presencia de arcillas en la porción superior de la sección Pospampeana que facilita el proceso de transferencia de agua, por ascenso capilar, desde la capa freática al suelo, potenciando el proceso de evapotranspiración. Los lugares topográficamente bajos constituyen, por excelencia, áreas de descarga local del acuífero freático. Durante otoño e invierno (período húmedo del año hidrológico) estos sectores permanecen frecuentemente anegados; mientras que en verano (estación seca) las pérdidas por evapotranspiración se traducen en un descenso de los niveles freáticos y un desecamiento del suelo dejando en superficie efluorescencias salinas claramente visibles a simple vista y que dieron origen al nombre de Bahía Blanca.

### **2.6.4 Hidrodinámica del Agua Subterránea**

La densidad de piezómetros existentes solo permite caracterizar las particularidades del flujo subterráneo local y somero; no obstante, la surgencia observada en pozos de más de 30 metros de profundidad, pone en evidencia la existencia de un flujo más profundo, con una componente vertical ascendente, que condice con un área de descarga regional. El flujo local, superpuesto al más profundo, escurre de las zonas más altas, con predominio de la recarga local, hacia las más bajas, donde se verifica la descarga. El espesor de la zona de aireación varía entre 0 y 5 m según la topografía y la época del año.

La superficie freática presenta una tendencia natural a ser plana con muy bajo gradiente hidráulico, pero ha sido notoriamente transformada en el área de Ing. White por acción antrópica, en una capa radial con presencia localizada de domos de flujo divergente, que se corresponden con zonas de recarga natural o inducida por riego y vaguadas, con líneas de flujo convergente, en las zonas con predominio de la descarga.

Sala, et al. (1985) establecen un modelo conceptual de la descarga natural del flujo subterráneo de este sector costero en base al análisis de varios lugares, desde la usina termoeléctrica hasta la localidad de General Cerri. El funcionamiento hidráulico del modelo presenta las siguientes particularidades: a) una descarga continua de agua subterránea con volúmenes variables en el tiempo por los efectos de las mareas, b) una desaceleración de la velocidad de flujo subterráneo por disminución de los gradientes hidráulicos en pleamar y c) durante la bajamar la zona intertidal actúa como superficie de descarga parcial por evaporación.

En concordancia con la lenta dinámica del sistema, el agua subterránea de la capa freática del lugar corresponde a una salmuera con conductividades eléctricas entre 47.600 y 108.100  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , fuertemente clorurada sódica, característico de aguas subterráneas de áreas de descarga, con escasa circulación y con un tiempo importante de residencia en formaciones geológicas ligadas a un origen marino (Bonorino y Sala, 1983; Sala, et. al., 1985; Carrica, 1998).

Otro proceso a tener en cuenta es que parte del caudal subterráneo circulante descarga en forma areal difusa a través de toda la superficie que compone el fondo de los bajos y no solamente por sus perímetros, lo que trae aparejado una desaceleración de la velocidad de flujo, al ser relativamente mayor la superficie de filtración ascendente que la del flujo natural, y pérdida de caudal subterráneo de descarga hacia el estuario. La conjunción de estos factores provoca un mayor tiempo de permanencia del agua en el acuífero con el consecuente aumento del tiempo de contacto entre agua y sedimento, fenómeno que tiene fundamental importancia en el proceso de salinización de las aguas.

Como sumario de lo descrito precedentemente se puede decir que este sistema hidrogeológico costero tiene una predominancia de los movimientos verticales de evapotranspiración sobre los movimientos de escurrimiento subterráneo. Ello significa que la capa freática directamente evapotranspira a través de la zona de aireación, que es la zona no saturada del suelo que está por encima del nivel freático del acuífero superficial, a través de la que ocurre tanto la infiltración desde la superficie hacia el nivel freático cuando llueve, como la evaporación desde ese nivel hacia la superficie cuando ese suelo está seco. Ese movimiento vertical es el que origina las manchas de sal en el suelo que dio el nombre a Bahía Blanca.

El movimiento lateral del agua subterránea es lento, lo cual origina a su vez mayor salinidad por el mayor el tiempo de contacto del agua subterránea con los sedimentos que además tienen un origen marino. Por tal motivo, el flujo subterráneo o flujo lateral conforma una descarga poco importante hacia el estuario. En contraposición a lo que ocurre en la mayor parte de las costas bonaerenses y en el sector más externo del estuario de Bahía Blanca, la poca importancia del flujo lateral en el sector interior, dada principalmente por la permeabilidad restringida de la Fm. Maldonado, queda evidenciada por el escaso o nulo “efecto de aguas duras” medido por la actividad radiocarbónica que presentan las valvas de moluscos que viven en esta zona del estuario de Bahía Blanca (Gómez et al., 2008).

## 2.7 PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO

### 2.7.1 Caracteres Distintivos de los Depósitos Continentales en la Zona de Bahía Blanca

Los depósitos de loess en América del Sur cubren una gran extensión ubicada entre los 23°S y 38°S (Zárate, 2003), mayor a 1.000.000 de km<sup>2</sup> en el centro y norte de Argentina (Bidegain et al., 2007). En la llanura pampeana, han sido denominados como “formación pampeana”, “Pampeano”, “Pampiano”, “sedimentos pampeanos” según los distintos autores (Zárate, 2005). Según un criterio bioestratigráfico (basado en la presencia de mamíferos), se erigió una escala cronoestratigráfica para el Cenozoico superior continental de la Argentina, que está basada en un conjunto de biozonas definidas para el sector bonaerense de la región pampeana (ver Cione y Tonni, 2005).

El Estuario de Bahía Blanca se halla ubicado sobre el límite noroeste de la gran cuenca sedimentaria del Colorado. La misma se desarrolla principalmente sobre la Plataforma Continental Argentina y su basamento, de edad paleozoica, se encuentra intensamente fracturado. Un relevamiento sísmico (Nedeco-Arconsult, 1983) a lo largo del canal navegable del Estuario de Bahía Blanca, con perforaciones hidrogeológicas realizadas por la Dirección Nacional de Geología y Minería revela la presencia de sedimentitas terciarias entre los 10 y 20 m por debajo del nivel medio del mar.

En el área de Bahía Blanca, la parte superior de este paquete sedimentario, se encuentra la Formación Chasicó. La misma corresponde a un ambiente continental, principalmente fluvial (Zambrano, 1972). En base a la exhumación de restos vertebrados se le ha asignado una edad Mioceno superior-Plioceno (Fidalgo *et al.*, 1978; Fidalgo *et al.* 1985).

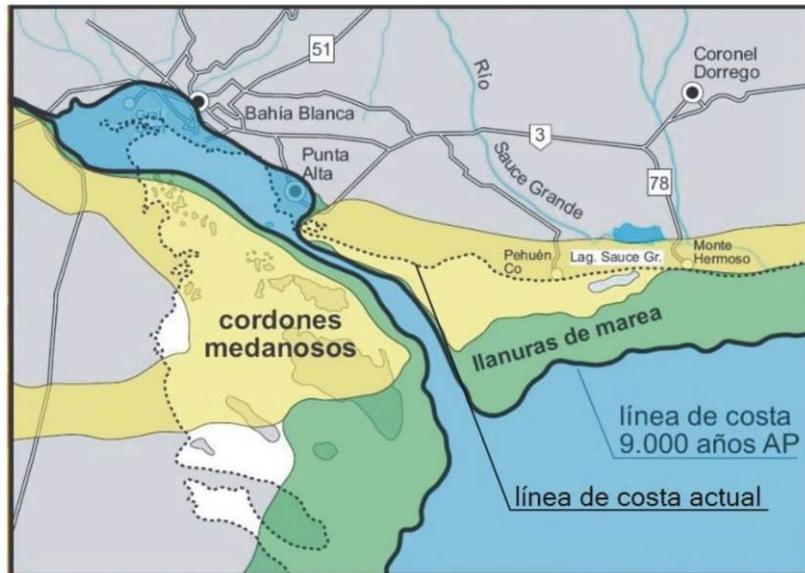
La sedimentita de la Formación Chasicó junto con aquella referida tradicionalmente a la “Formación” Pampeana (Pleistoceno), conforman el basamento sobre el cual se apoyan en discordancia los materiales sueltos a débilmente compactados del Holoceno (Fidalgo *et al.*, 1975). Los sedimentos terciarios-pleistocenos en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires son, en general, litológicamente similares y con niveles homotácicos. Sus edades se establecen especialmente sobre la base de la fauna de mamíferos (Cione y Tonni, 2005, Soibelzon *et al.*, 2009).

Por encima de la Formación Chasicó, apoyado en discordancia, se presenta un estrato arenoso. Los escasos restos fósiles hallados en este horizonte indican un ambiente mixto fluvio-marino, con un marcado predominio del primero sobre el segundo. La dinámica fluvial habría aportado la energía necesaria para erosionar las sedimentitas infrayacentes, incorporando a sus sedimentos rodados y fragmentos rocosos del sustrato compactado (Aliotta et al. 1991).

### 2.7.2 Caracteres Distintivos de los Depósitos Marinos del Estuario de Bahía Blanca

Importantes superficies del sector continental Argentino fueron ocupadas por el mar en repetidas oportunidades durante el Neógeno, con diferentes grados de amplitud. El Pleistoceno tardío-Holoceno del sur de la provincia de Buenos Aires es un lapso de tiempo caracterizado por profundos cambios paleogeográficos y paleoclimáticos (Aguirre y Fucks 2004). No obstante el registro sedimentario del mismo es escaso, ya que los depósitos equivalentes sólo aparecen de manera fragmentaria en las terrazas aluviales a lo largo de los principales ríos y arroyos de la región (Aliotta *et al.* 1991).

Durante las ingresiones marinas gran parte del litoral Bonaerense se vio afectado por los procesos de acumulación y erosión generados por estas elevaciones de las líneas de costa (Figura 64). Los últimos testimonios están evidenciados por depósitos litorales (principalmente holocenos). Los episodios marinos de avance y retroceso en este sector costero generaron durante el Cuaternario tardío depósitos representados por facies de marismas, albuferas, playas y eventos de tormentas entre los más comunes, estos últimos compuestos por concentraciones esqueletales con un alto contenido de conchillas de moluscos, que se presentan con distinto espesor y continuidad y a diferentes alturas en relación con el nivel del mar actual (Aliotta *et al.*, 1991).



**Figura 64.** Elevación de la línea de costa a comienzos del Holoceno.

La historia geológica del estuario se completa con la progradación de la llanura de marea y el progresivo descenso del nivel del mar. Esto dio lugar a la formación de la extensa llanura costera que caracteriza a toda la zona interna del estuario. El ambiente marino de sedimentación actual no difiere mayormente de aquel del Holoceno. Es así, como los sedimentos finos de las llanuras de marea actuales se encuentran en continuidad con aquellos más antiguos, depositados durante el período transgresivo-regresivo post-glaciario. Solamente, en algunos casos, el grado de compactación y densidad del depósito diferencia la edad de ambos sedimentos (Aliotta *et al.*, 1991).

### 3. MEDIO BIÓTICO

El medio biótico representa la parte viva de un ecosistema, la cual se encuentra íntimamente relacionada con el medio físico descrito anteriormente y es quien, en última instancia, impone las condiciones a las cuales estarán expuestas las comunidades biológicas presentes. En este sentido, cualquier territorio lo suficientemente extenso como para diversificarse en más de un tipo de ambiente físico, mostrará más de un tipo de vegetación y de comunidad faunística.

De este modo, estas comunidades están compuestas por diversas poblaciones de especies vegetales y animales, las cuales interactúan unas con otras confiriéndole a la comunidad de las cuales son parte sus características distintivas.

Si bien dependientes entre ellas, las comunidades vegetales y animales pueden estudiarse por separado. Esta división es ampliamente utilizada y ayuda a estructurar la caracterización del medio de una forma ordenada. Sin embargo, y en función de lo expuesto anteriormente, estas comunidades se encuentran indefectiblemente afectadas las una por las otras, por lo que muchas veces resulta imposible describirlas sin hacer mención de las otras.

Dado que muchas veces se asocia la presencia de una determinada especie animal con una comunidad vegetal específica, se presenta primero la caracterización de la flora y luego el de la fauna del área de estudio. En ambos casos, la caracterización se realizó a partir de información secundaria, la cual fue corroborada y reforzada a través de visitas de campo.

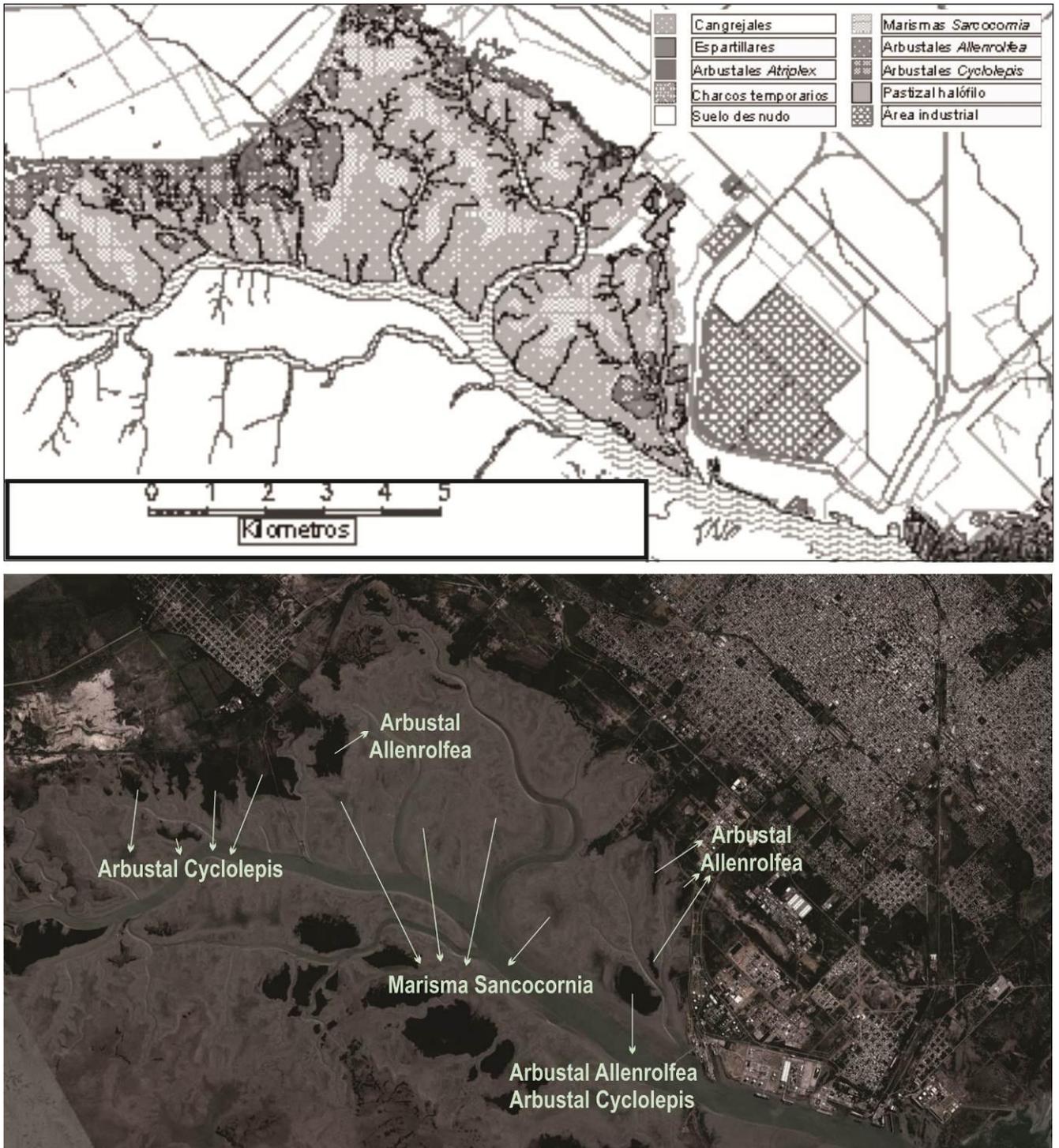
#### 3.1 COMUNIDADES BIOLÓGICAS

##### 3.1.1 Vegetación

En líneas generales la vegetación del estuario de Bahía Blanca está constituida por arbustos bajos, espartillares y pastizales halófilos, con playas cubiertas mayormente por *Spartina montevidensis*, *S. brasiliensis* y *Sarcocornia perennis*. En la zonas de mayor altura se debe destacar la presencia de *Cyclolepis genistoides*, *Atriplex undulata* y *Distichlis spicata* entre otras. Una característica distintiva de la zona es la presencia de extensos intermareales fangosos, con escasa cobertura vegetal y donde se observa la presencia de cangrejos fundamentalmente *Chasmagnathus granulata*, *Cyrtograpsus angulatus* y *Cyrtograpsus altimanus*.

De este modo, la vegetación del área de influencia directa del proyecto, puede ser caracterizada en base a la topografía del terreno. Así, como primera división se pueden distinguir aquellas comunidades vegetales o zonas que se cubren de agua diariamente, de aquellas ubicadas en una posición topográfica más elevada, por cuando no se encuentran contenidas dentro de la zona intermareal.

El primer sector corresponde a la zona costera del terreno que, al subir y bajar la marea, pasa alternativamente de estar cubierta por el agua a estar descubierta, la cual se denomina zona intermareal. Dentro del área de influencia del proyecto es posible observar en esta zona la presencia de marismas, es decir, comunidades marinas costeras de plantas vasculares. Las mareas determinan el desarrollo de las mismas controlando la entrada de agua dulce, la disponibilidad de sedimentos y brindando la topografía intermareal adecuada. Resulta importante mencionar que en su mayoría las especies que integran estos ecosistemas son halófitas facultativas, es decir, tolerantes a las altas concentraciones de sales pero no dependientes de ellas para su desarrollo (Parodi, 2004).



**Figura 65.** Mapa de vegetación en la zona de influencia directa del proyecto (Nebbia y Zalba, 2007)

Particularmente, las marismas de la zona intermareal en el estuario de Bahía Blanca ocupan extensas regiones con poblaciones naturales espacialmente estructuradas y de baja diversidad. Dos comunidades bien conspicuas en la zona intermareal del estuario son las denominadas “Jume-Cangrejal” y “Espartillar” (Parodi, 2004; Nebbia y Zalba, 2007). Además de estas comunidades, es este sector la mayor proporción de la superficie se encuentra representada por el “Cangrejal” (Nebbia y Zalba, 2007) en donde la vegetación es escasa o nula.



**Figura 66.** Zona de “Cangrejal”. La fecha verde indica la posición desde donde fue tomada la fotografía y el sentido en el cual se apuntó el dispositivo. La imagen superior permite observar la proporción de superficie de cangrejal en el área de influencia directa del proyecto. La misma alterna con estepas bajas de *Sarcocornia perennis* y marismas de *Spartina alterniflora*, siendo la primera de ellas la más representada en esta zona.

La comunidad Jume-Cangrejal, se encuentra intercalada con las zonas desprovistas de vegetación descritas anteriormente, pudiéndose observar en la Figura 66b como aquellos sectores más verdes.



**Figura 67.** Detalle de cangrejos y cuevas de cangrejos en la zona de “Cangrejal”.



**Figura 68.** Zona de “Jume - Cangrejal”. La fecha verde indica la posición desde donde fue tomada la fotografía y el sentido en el cual se apuntó el dispositivo.

Las dos especies que le dan nombre a esta comunidad son el Jume (*Sarcocornia perennis*) y el cangrejo *Chasmagnatus granulata*. La misma se desarrolla en la zona superior del intermareal, estando por tanto sujeta a dos períodos de sumersión diarios (Parodi, 2004). Al estar en la zona superior del intermareal, la mayor parte del tiempo se encuentra descubierta. Las poblaciones de Jume se disponen formando manchones alternando con las cuevas de cangrejos, donde los ejemplares interiores mueren y terminan formando anillos de Jume rodeando las cuevas de los cangrejos (Parodi, 2004).



**Figura 69.** Zona de “Jume - Cangrejal” intercalada con “Cangrejal”.

Por su parte, la comunidad Espartillar se caracteriza por la presencia de *Spartina alterniflora* la cual se desarrolla en las planicies de marea que quedan levemente expuestas durante la bajamar (Parodi, 2004; Nebbia y Zalba, 2007). Las estepas más amplias de *S. alterniflora* se encuentran asociadas a la desembocadura de los arroyos, donde podrían recibir aportes de fertilizantes a partir de zonas agrícolas cercanas (Nebbia y Zalba, 2007).

Más allá del alcance de las mareas ordinarias aparecen comunidades vegetales dominadas por arbustos (Nebbia y Zalba, 2007). Estas formaciones pueden ser altas (de más de 2 m de altura) dominadas por *Cyclolepis genistoides* o bajas, dominadas por *Atriplex undulata* o por *Allenrolfea patagonica*. Parodi (2004) destaca particularmente la presencia en estos sectores de otra *Heterostachys ritteriana*.



**Figura 70.** Zona de arbustal de *Cyclolepis*.

Según, Nebbia y Zalba (2007), la disposición de las unidades vegetales muestra una zonación desde los sectores costeros, próximos a las líneas de mareas, con pocas especies tolerantes a mayores niveles de estrés ambiental, hasta zonas más elevadas con condiciones menos extremas y mayor riqueza específica. Esto mismo fue observado por Verettoni (1961) y Parodi (2004) los cuales observaron que al variar la naturaleza del sustrato las especies vegetales dejan de ser halófitas, convirtiéndose en comunidades tradicionales.

Verettoni (1961) realizó el relevamiento de la vegetación halófila localizada entre la zona del balneario Maldonado y el Puerto Galván. Tal como se mencionó anteriormente, mientras que en las zonas afectadas como las variaciones del nivel de agua se observaron solo un par de especies, en los sectores más elevados, el número de especie fue significativamente mayor. Dichos resultados se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 24.** Especies halófilas de las marismas del estuario de Bahía Blanca. Fuente: Verettoni, (1961).

Zona	Especie	Balneario Maldonado	Entre Balneario Maldonado y Puerto Galván	Puerto Galván
Intermareal	<i>Sarcocornia perennis</i>	x	x	x
	<i>Heterostachys ritteriana</i>	x	x	x
Terreno más elevado	<i>Allenrolfea patagónica</i>	x		x
	<i>Atriplex platensis</i>	x		
	<i>Atriplex undulata</i>	x		x
	<i>Cressa truxillensis</i>	x	x	x
	<i>Cyclolepis genistoides</i>	x		x
	<i>Cynodon maritimum</i>			x
	<i>Distichlis scoparia</i>			x
	<i>Distichlis spitaca</i>	x		x
	<i>Frankenia microphylla</i>	x		
	<i>Lepidium parodii</i>	x		
	<i>Lepidium spicatum</i>	x		
	<i>Limonium brasiliense</i>	x	x	x
	<i>Lycium chilense</i>			
	<i>Lycium pubescens</i>	x		x
	<i>Nitrophyla australis</i>		x	
	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	x		
	<i>Solanum eleagnifolium</i>	x		
	<i>Spartina densiflora</i> (antes <i>S. montevidensis</i> )	x		
	<i>Sporobolus pyramidatus</i>	x		x
<i>Stipa trichotoma</i>	x	x		
<i>Suaeda argentinensis</i>	x			
<i>Suaeda patagonica</i>	x	x		

De este modo, en las zonas de terreno más elevadas las comunidades identificadas por Nebbia y Zalba (2007) son los “Arbustales Altos” con *Cyclolepis genistoides* y *Lycium chilense* como especies dominantes, “Arbustales Bajos de Allenrolfea” con *Allenrolfea patagónica* y *Grahamia bracteata* como especies dominantes, “Arbustales bajos de Atriplex” con *Atriplex undulata* y *Limonium brasiliense* como especie dominante y los “Pastizales Halófilos” con *Distichlis spicata* y *D. Scoparia* como especie dominante.



**Figura 71.** Zonas elevadas. La fecha verde indica la posición donde fue tomada la fotografía y el sentido en el cual se apuntó el dispositivo. La fecha naranja corresponde a la fotografía que se presenta en la Figura 72.

Las comunidades observadas en las zonas más elevadas del área de influencia directa fueron los “Arbustales Altos” y los “Arbustales Bajos de Allenrolfea”. No obstante estas comunidades se desarrollan en las zonas más cercanas al intermareal. A medida que aumenta la distancia al mismo, se observa la existencia de campos de cultivo y de urbanizaciones.



**Figura 72.** Zonas de campos de cultivo.

### 3.1.2 **Bentos**

Los estudios realizados en la región de Bahía Blanca distinguen dos tipos de bentos de acuerdo al sustrato donde habitan, reconociéndose así: comunidades de sustratos duros y las de fondos blandos.

#### 3.1.2.1 Asociaciones de Fondos Duros.

Los fondos duros propiamente dichos se encuentran en el piso infralitoral cerca de la localidad de Monte Hermoso, ya fuera de la zona de estudio, pero los representantes de su fauna se presentan como comunidades de organismos incrustantes asociados con estructuras artificiales sumergidas o flotantes (ej. pilotes, boyas) o fondos de arcillas consolidadas (Tabla 25). En el área interna del estuario predominan los fondos fangosos y las estructuras artificiales de Puerto Cuatros y los demás puertos de la zona estuarial pueden constituir superficies duras apropiadas para la incrustación de organismos. En áreas donde predominan los fondos blandos estas comunidades incrustantes se presentan como verdaderas islas cuya colonización depende de factores tan diversos como el tráfico marítimo, las corrientes marinas y la capacidad de dispersión propia de cada especie. Como característica de estas comunidades se destaca su reclutamiento variable y la corta vida de los adultos.

**Tabla 25.** Especies del bentos de fondos duros presentes en las comunidades de organismos incrustantes (Bremec et al, 2004)

Grupo	Taxon
Crustacea Cirripedios	<i>Balanus glandula</i>
Crustacea Cirripedios	<i>Balanus s. amphitrite</i>
Poliquetos	Serpulidae
Alga verde	Enteromorpha
Brioso	<i>Bowerbankia sp.</i>
Protistas coloniales	
Tunicado	<i>Ciona intestinalis</i>
Hidrozoo	<i>Tubularia crocea</i>
Tunicado colonial	<i>Botryllus schlosseri</i>
Ascidia	<i>Molgula sp.</i>
Tunicado colonial	Didemninae
Poliqueto	<i>Nicolea sp.</i>
Poliqueto	<i>Polydora ligni</i>
Anfipodo	<i>Corophium sp.</i>
Porifera	<i>Pellina sp.</i>
Cnidaria	<i>Bugainvillea ramosa</i>
Cnidaria	<i>Gonothyraea loveni</i>
Cnidaria	<i>Obelia bicuspidata</i>
Cnidaria	<i>Paraisometridium pehuensis</i>
Cnidaria	<i>Plumularia setacea</i>
Cnidaria	<i>Tubularia crocea</i>
Mollusca	<i>Anachis sp.</i>
Mollusca	<i>Chaetopleura isabelle</i>
Mollusca	<i>Littoridina australis</i>
Mollusca	<i>Lyonsia alvarezii</i>
Mollusca	<i>Lyonsia patagonica</i>
Mollusca	<i>Mytilus platensis</i>
Mollusca	<i>Ostrea spreta</i>
Mollusca	<i>Crepidula aculeatai</i>
Annelida	<i>Harmathoe sp.</i>
Annelida	<i>Halosydnella australis</i>
Annelida	<i>Hydroides uncinata</i>
Annelida	<i>Lumbrineris tretraura</i>
Annelida	<i>Nicolea sp</i>
Annelida	<i>Polydora ligni</i>
Annelida	<i>Thelepus sp.</i>
Annelida	Syllidae

Grupo	Taxon
Annelida	Cirratulidae
Annelida	Ctenodrilidae
Annelida	Phyllodocidae
Annelida	Serpulidae
Annelida	Sabellidae
Crustacea	<i>Synidotea marplatensis</i>
Crustacea	<i>Sphaeroma</i> sp.
Crustacea	<i>Lembos</i> sp.
Crustacea	<i>Jassa</i> sp.
Crustacea	<i>Corophium</i> sp.
Crustacea	<i>Stenothoe</i> sp.
Crustacea	<i>Caprella penantis</i>
Crustacea	<i>Caprella equilibra</i>
Crustacea	<i>Cyrtograpsus altimanus</i>
Crustacea	<i>Pilumnus reticulatus</i>
Crustacea	<i>Pachycheles chubutensis</i>
Crustacea	Caprellinae
Crustacea	Cumacea
Crustacea	Caridea
Crustacea	Copepoda
Crustacea	Ostracoda
Bryozoa	<i>Alcyonidium parasiticum</i>
Bryozoa	<i>Alcyonidium polyoum</i>
Bryozoa	<i>Arachnidium fibrosum</i>
Bryozoa	<i>Conopeum reticulatum</i>
Bryozoa	<i>Crisia</i> sp.
Bryozoa	<i>Nolella sawayai</i>
Bryozoa	<i>Smittoidea</i> sp.
Nematoda	Nematoda
Tunicata	<i>Botryllus schlosseri</i>
Tunicata	<i>Ciona intestinalis</i>
Tunicata	<i>Molgula</i> sp.
Pignogonida	<i>Anoplodactilus stictus</i>
Pignogonida	<i>Anoplodactilus petiolatus</i>
Pignogonida	<i>Endeis</i> sp.
Pisces	<i>Gobiosoma parri</i>

A su vez, Bremec et al. (2004) señala la presencia de varias especies exóticas tal como se muestra en la Tabla 26.

**Tabla 26.** Especies exóticas registradas en comunidades de organismos incrustantes en los puertos del estuario de Bahía Blanca (tomado de Bremec 2004)

Grupo	Taxón
Poliqueto	<i>Hydroides dianthus</i>
Briosos	<i>Bugula flabellata</i>
Briosos	<i>Bugula neritina</i>
Briosos	<i>Bugula simplex</i>
Briosos	<i>Bugula stolonifera</i>
Briosos	<i>Cryptosula pallasiana</i>

La presencia de los organismos de fondos blandos se modifica a lo largo del ciclo anual como parece haberlo reconocido Bremec et al. (2004) una sucesión de otoño y otra de primavera con características similares. Inicialmente se verifica la aparición de especies pioneras como *Tubularia crocea* y *Bugula stolonifera* que son especies coloniales para luego ser reemplazadas por especies individuales como *Nicolea* sp. e *Hidroides uncinata*.

### 3.1.2.2 Asociaciones de Fondos Blandos

La característica dominante del estuario de Bahía Blanca son sus planicies de mareas fangosas o arenosas que quedan al descubierto durante las bajamares. El bentos se vincula estrechamente con la composición del sustrato, con la cabecera de la bahía con fondos finos o muy finos (limo y arcilla o fango) mientras que en la boca son arenosos, con las variaciones de salinidad, temperatura, descarga de agua dulces, mareas y vientos. Estas condiciones tan variables hacen que haya pocas especies pero con gran abundancia por lo que los ambientes estuáricos son usados como áreas de alimentación o desove por muchas especies por la oferta de alimento y el refugio frente a predadores. Las comunidades de fondos blandos se distribuyen de manera zonificada según diferentes biotopos definidos por la dinámica de las mareas.

## Ambiente Intermareal

### a) Deacapoda

La riqueza de cangrejos en el estuario es baja, existiendo solamente dos especies, *Neohelice granulata* (o *Chasmagnathus granulata*) y *Cyrtograpsus altimanus*. La primera de estas especies es característica de los estuarios por capacidad osmoregulatoria y habita en el intermareal y en praderas de halófitas, mientras la segunda ingresa a los estuarios cuando encuentra sustratos duros o un intermareal rocoso (Spivak, 1997). Específicamente en el estuario de Bahía Blanca *N. granulata* está fuertemente asociado a la halófito *Sarcoconia* (Escapa et al., 2007). Elias et al (2004) en su revisión de las comunidades bentónicas de fondos blandos, señalan la importancia de estos cangrejales y resumen las principales características de esta comunidad, mientras que Spivak (2010) ha resumido la extensa literatura existente sobre *N. granulatus* y su creciente importancia como modelo de organismo bioingeniero

Los cangreiales son comunidades dominadas por la presencia y actividad del cangrejo cavador *Neohelice granulatus* que habita los intermareales altos vegetados que forman las planicies de marea y las marismas de *Spartina densiflora*, *Spartina alterniflora* y *Salicornia ambigua*. Es endémica de la región templado-cálida del Atlántico sudoccidental y se distribuye desde Río de Janeiro hasta el golfo San Matías (Argentina) (Boschi, 1964). *N. granulatus* construye sus cuevas en el intermareal de marismas, tanto en las partes con vegetación como sin ella. Su uso del hábitat es complejo y se verificó la separación espacial por tallas y estados reproductivos (Branco, 1991; Spivak *et al.*, 1994) y la existencia de movimientos diarios entre el medio y el infralitoral (Botto y Irigoyen, 1978). Los contenidos gástricos de *C. granulatus* incluyen vegetales (*Spartina*, *Salicornia*). Este cangrejo es depredado por *Callinectes sapidus*, aves y peces.

Esta especie mantiene cuevas semipermanentes de hasta 10 cm de diámetro y 1m de profundidad que alcanzan la napa freática, con densidades de hasta 60 cuevas/m<sup>2</sup>. La densidad de las cuevas afecta la estructura del suelo, aumentando el drenaje y oxigenación de suelos normalmente anóxicos, y al remover el sedimento homogenizan la estructura del suelo. Las marismas altas tienen menor densidad y su colonización esta facilitada por la presencia de *Salicornia ambigua* que al sombrear mantiene sedimentos húmedos más blandos y fáciles de cavar (Bortolus e Iribarne 1999). La relación entre *S. densiflora* y *S. ambigua* con *N. granulatus* es un factor clave para el establecimiento de cangreiales dado que las mismas modulan la temperatura sobre el suelo (Bortolus 2001; Bortolus *et al* 2002; Escapa *et al* 2007). En particular en las proximidades de la zona de Pto. Cuatros, este proceso de bioturbación tiene características más complejas debido a que las plantas crecen evadiendo las cuevas en forma centrifuga, formando parches de alrededor de 8 m de diámetro desde el sector central con las cuevas (Perillo e Iribarne 2003b).

Estas interacciones a su vez facilitan la erosión debido a la disminución de la resistencia del suelo con cuevas, los canales de marea entran en la llanura principalmente a través de parches de *S. ambigua* colonizados por los cangrejos, erosionando hacia la cabecera, con los procesos físicos subordinados a las interacciones biológicas con notable efecto geomorfológico (Perillo e Iribarne 2003a,b; Escapa *et al* 2007). Los parches en forma de anillo de la marea alta generan una comunidad similar a la planicie de marea más baja aumentando la densidad de poliquetos y pequeños caracoles, transformando estas áreas en lugares preferidos por las aves playeras migratorias (Elias *et al* 2004; Botto *et al* 2008) y cuya actividad de forrajeo está condicionada por la densidad de cuevas.

Sin embargo las mismas poseen una actividad de forrajeo menor en zonas con alta densidad de cuevas.

En la planicie de marea los cangrejos forman también densos agregados cubriendo la zona más baja del intermareal, pero con cuevas menos profundas (0,5m) de boca más amplia y mucho más dinámicas, removiendo gran cantidad de sedimentos muy finos y cohesivos. El tamaño de los sedimentos removidos es de muy baja erosividad y por otra parte la forma en embudo de las cuevas actúa como trampa de sedimentos, aumentando la depositación de sedimentos finos en los cangreiales (Boto e Iribarne 2000). *N. granulatus* en intermareales no vegetados es un bioturbador que contribuye a la acumulación de sedimentos muy finos y a la acumulación de materia orgánica (Boto 2001). Estos sedimentos tienen mayor humedad en las primeras capas del suelo (Iribarne *et al.* 1997), teniendo los sedimentos una mayor tasa de percolación (Boto e Iribarne 2000).

Recientemente se ha constado que la presencia de estos cangrejos en sus cuevas no solo aumenta la porosidad del sustrato sino que aumenta la oxigenación y el contenido de nitratos inorgánico del agua de la capa freática y favorece la remineralización de nutrientes que luego retornan a través del agua subsuperficial al mar (Fanjul et al 2007; 2008). La construcción de estas cuevas parece tener un efecto positivo sobre los poliquetos al proporcionar refugio y sedimentos de mejor calidad, tal como se ha observado para *Laeonereis acuta* que es una de las especies más abundantes. En la planicie de marea la influencia de *N. granulatus* afecta también a otras especies. La almeja navaja *Tagelus plebeius* es una especie filtradora que coexiste con *N. granulatus*, con interacciones complejas. La actividad de los cangrejos expone depósitos fósiles de navajas, lo que aumenta la complejidad estructural del hábitat modificando los flujos de erosión y sedimentación.

#### b) Poliquetos y Anfípodos

Para el área de Bahía Blanca Elias et al (2001) mencionan la presencia de 33 especies siendo dominantes los poliquetos Paraonidae sp.1, *Nicolea chilensis*, *Thelepus plagiostoma*, *Axiothella cf. constricta* y *Laeonereis acuta* así como anfípodos. Se detectó asimismo la presencia de *Capitella capitata* (Capitellidae), indicador de enriquecimiento orgánico en el canal que vehiculiza la descarga cloacal (Canal Viejo). Estos resultados son en parte coincidentes con registros obtenidos por Elias (1992) quien encontró las comunidades bentónicas submareales presentaron dominancia de *Nicolea chilensis*, *Thelepus plagiostoma* y *Laeonereis acuta* en los canales de la región mixohalina y la franja superior del submareal, respectivamente. Por otro lado, la abundancia de anfípodos responde al patrón natural de distribución que tienen estas especies, muy comunes en el litoral bonaerense y patagónico (Lopez Gappa et al 2006).

#### c) Foraminíferos

La fauna de foraminíferos se encuentra asociada a sedimentos con abundancia de limos (45%) y un contenido menor de arcillas y arenas (25%), por lo que las condiciones hidrológicas son de baja energía (Cusminsky et al 2006). Estos autores identificaron a *Ammonia beccarii* (42,3%) como la especie dominante (42.3%) en la zona del canal Tres Brazas, seguido por *Elphidium discoidale* (26,9%).

### **Ambiente submareal**

La zona de Puerto Cuatros corresponde a una zona mixohalina que se extiende hasta Ingeniero White a partir de donde es eurihalina. Debido a las bajas precipitaciones y a la elevada intensidad de radiación solar, esta zona puede comportarse con hipersalina. En esta zona se han registrado cerca de 70 especies (Tabla 27). Los organismos dominantes en el bentos infaunal son los poliquetos, seguidos por los moluscos y los crustáceos, lo que se relacionan con los patrones de distribución de sedimentos y la salinidad. En las cabeceras, donde el fango representa el 93,7% y la arena fina a muy fina apenas el 5,8% domina *Laeonereis acuta* y el gasterópodo *Heleobia australis*. Esta región es la de menor riqueza, diversidad y abundancia de especies. En sedimentos donde la concentración de fango alcanza solo 50,4% y las arenas el 42%, las especies predominantes son *Nicolea cf. chilensis* y *Thelepus plagiostoma* en ese orden, invirtiéndose el mismo cuando la proporción de fango se reduce (Botto et al 2004). Elias et al (2001) ha observado que esta y otras comunidades que habitan los fondos más eurihalinos son estables.

El efecto combinado de los contaminantes, descargas cloacales, efluentes industriales provenientes del polo petroquímico, el apostadero de petróleo y combustibles de Puerto Galván y el agua sobrecalentada de la central termoeléctrica impactan directamente sobre este ambiente. La mayoría de los organismos bentónicos de la bahía se alimentan del sedimento mismo y con ello absorben y asimilan los contaminantes.

**Tabla 27.** Especies identificadas en el submareal del estuario de Bahía Blanca (tomado de Boto et al 2004).

Cnidaria	<i>Styatulla Darwin</i>
Annelida	<i>Scolecoides</i>
	<i>Spionidae indet.</i>
	<i>Neanthes sp.</i>
	<i>Nereididae indet.</i>
	<i>Halosydnella australis</i>
	<i>Syllidae sp.</i>
	<i>Scolopios sp.</i>
	<i>Phylo felix</i>
	<i>Lumbrineris tetraura</i>
	<i>Lumbrineris sp.</i>
	<i>Ninoe falklandica</i>
	<i>Nicolea chilensis</i>
	<i>Thelepus plagiostoma</i>
	<i>Chone cf. Sériate</i>
	<i>Myxicola sp.</i>
	<i>Kinbergonuobis sp.</i>
	<i>Amphicteis gunneri</i>
	<i>Axiothella cf. antarctica</i>
	<i>Cirratulidae indet.</i>
	<i>Eteone sp.</i>
	<i>Terebellides totae</i>
	<i>Goniadidae</i>
	<i>Glycera americana</i>
	<i>Nephyidae sp.</i>
<i>Sabelliidae sp.</i>	
<i>Flabelligera sp.</i>	
	<i>Ophelidae indet.</i>
Priapulida	<i>Priapulus tuberculatuspinosus</i>
Nemertea	<i>Nemertino indet.</i>
Echinodermata	<i>Ophioceramis januarii</i>
Mollusca	<i>Lyonsia Patagonia</i>
	<i>Buccinanops globalosum</i>

	<i>Pitaria rostrata</i>
	<i>Corbula patagonica</i>
	<i>Nucula semionarta</i>
	<i>Nucula puelcha</i>
	<i>Malletia cumicingi</i>
	<i>Maconia uruguayensis</i>
	<i>Periplona compressa</i>
	<i>Leda patagonica</i>
	<i>Syndesynia uruguayensis</i>
	<i>Throcia sp.</i>
	<i>Angulus Gilber</i>
	<i>Cardita platae</i>
	<i>Heleobia Australis</i>
	<i>Anachis paessleri</i>
	<i>Olivella tehuelcha</i>
Crustacea	<i>Cyrtograpsus angulatus</i>
	<i>Cyrtograpsus altimanus</i>
	<i>Neohelice granulatus</i>
	<i>Pilumnus reticulatus</i>
	<i>Pinnixa patagoniensis</i>
	<i>Pinnotheres maculatus</i>
	<i>Pagurus sp.</i>
	<i>Corophium sp.</i>
	<i>Isopoda sp.</i>
	<i>Tanaidacea indet</i>

#### a) Algas epibentónicas

En la interfase sedimento-agua donde se dan las asociaciones *Salicornia ambigua*- *N. Chasmagnatus* se forman matas microbianas constituidas principalmente por cianofíceas y diatomeas. Parodi y Barria de Cao (2002) estudiaron la composición de las algas microbentónicas que colonizan la superficie de los sedimentos de las marismas y planicies de mareas en Puerto Cuatros y en Villarino Viejo. De sus resultados se desprende que las cianofitas y diatomeas son los grupos principales, siendo las diatomeas dominantes en las muestras de Pto. Cuatros. Por su parte, los ensambles de diatomeas son muy diversos debido a que las características del sistema estuarino permiten la coexistencia de especies, marinas, estuáricas y de agua dulce, con varias especies propias también de las comunidades planctónicas. A diferencia de Pto. Cuatros en Villarino Viejo la comunidad estuvo dominada por cianofitas, con *Microcoleus chthonoplastes* y *Oscillatoria limosa* como las especies más frecuentes, considerándose que dicha dominancia se debe al disturbio de la deposición de partículas debido al dragado de las zonas cercanas. La Tabla 28 resume la presencia de los diferentes taxones en los sitios estudiados.

**Tabla 28.** Abundancia relativa de especies de diatomeas y cianofitas en diferentes zonas del estuario X:Raro; XX; Abundante; XXX; Muy abundante; XXX; Dominante (tomado de Parodi y Barria de Cao 2003)

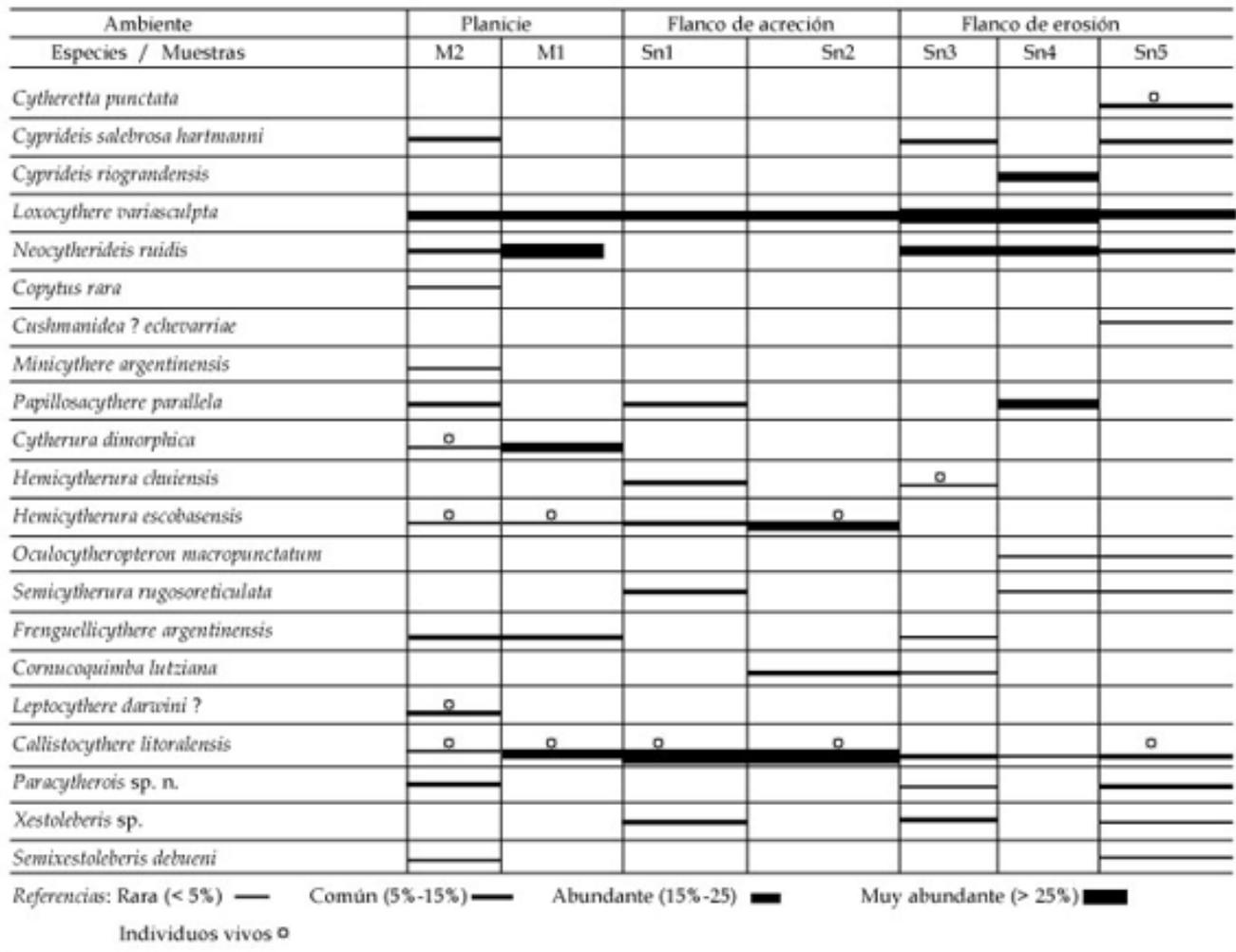
	Especie	Pto Cuatros	Villarino Viejo
Cyanophyta	<i>Microcoleus vaginatus</i>	X	XXX
	<i>Microcoleus chnoplastes</i>	X	XXXX
	<i>Oscillatoria limosa</i>	X	XXXX
	<i>Lyngbya aestuarii</i>	X	X
	<i>Hidrocoleum glutinosum</i>	X	XX
	<i>Arthrospira mineata</i>		XXX
Diatomeas	<i>Nitchia sima</i>		XX
	<i>Nitchia sp.</i>		X
	<i>Gyrosigma attenuatum</i>		X
	<i>Entomoneis amphyrora</i>		X
	<i>Pleurosigma faciola</i>	XX	X
	<i>Navicula sp.</i>	XX	X
	<i>Surirella gema</i>	XXX	X
	<i>Cylindrotheca closterium</i>		X
	<i>Amphirora alata</i>	XX	X
	<i>Stauroneis sp.</i>	XX	X
	<i>Scoliopleura sp.</i>	XXX	X
	<i>Cocconeis sp.</i>	XXXX	XX
	<i>Paralia sulcata</i>		XX

## b) Ostrácoda

Los ostrácodos son microcrustáceos con caparazón calcáreo, fundamentalmente bentónicos. Poseen un amplio espectro ecológico ya que habitan en ambientes de agua dulce, salobres, marinos e hipersalinos. Son organismos muy sensibles a los cambios ambientales y, por otra parte, los requerimientos ecológicos de las especies no se alteran significativamente a través del tiempo (van Harten, 1988). Los ostrácodos, como todos los crustáceos, tienen crecimiento discontinuo y generan, a través de su ontogenia, ocho mudas hasta alcanzar la madurez. Las tanatocenosis de estos organismos están constituidas por valvas adultas y juveniles de diferentes tamaños, formas y pesos que pueden ser removidas selectivamente, antes de ser enterradas (Whatley, 1988).

Los resultados obtenidos por Csuminky et al (2006) revelan que las especies más abundantes fueron *Loxocythere variascalpta* (20,0%), *Cyprideis salebrosa hartmanni* (13,7%), *Papillosocythere paralela* (12,2%), *Neocytherideis ruidis* (12,7%) y *Leptocythere darwini* (11,7%). En sedimentos del canal de Tres Brazas se encontraron poblaciones completas, con proporción de adultos/juveniles igual a 1:8 (0,12), poblaciones denominadas paraautóctonas (Kidwel et al. 1986). A su vez Martínez (2005), en la planicie de marea, registró dentro de las biocenosis a especies como *Cytherura dimorphica*, *Leptocythere darwini*, *Callistocythere litoralensis* y *Hemicytherura escobasensis*.

Por su parte, las especies de las tanatocenosis autóctonas más abundantes o propias de esta zona fueron *Loxocythere variasculpta*, *Cyprideis salebrosa hartmanni*, *Neocytherideis ruidos*, *Cytherura dimorphica*, *Leptocythere darwini*, *Frenguellicythere argentinensis*, *Paracytherois n. sp.*, *Semixestoleberis debueni*, *Minicythere argentinensis* y *Copytus rara*. El predominio de poblaciones con una alta proporción de valvas juveniles se relaciona con las condiciones de baja energía del medio, mientras que la presencia de los taxones eurihalinos como *Cyprideis*, *Leptocythere* y *Cytherura* reflejan condiciones de salinidad inestables. En la Figura 73 se presenta un detalle de la abundancia relativa de las especies reconocidas de acuerdo al biotopo que ocupan.



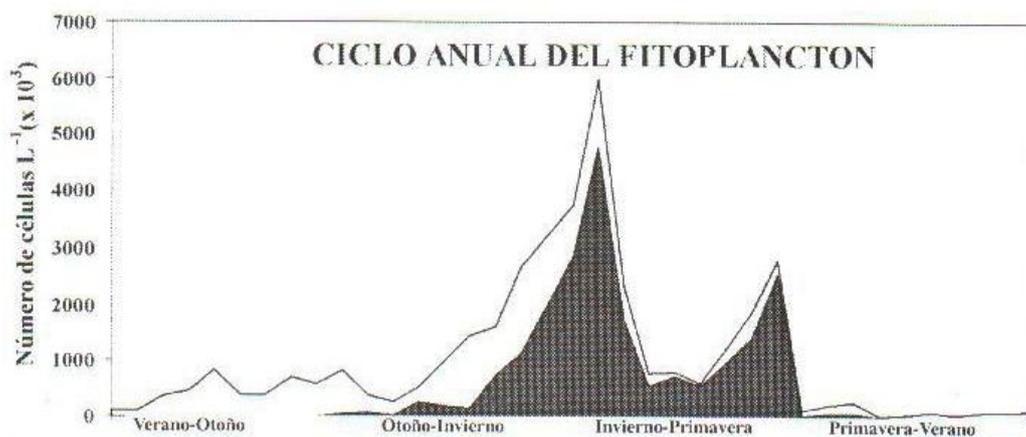
**Figura 73.** Distribución y abundancia relativa de especies autóctonas (biocenosis y tanatocenosis-paleotanatocenosis) (tomada de Martinez 2005).

**3.1.3 Plancton**

**3.1.3.1 Fitoplancton**

Popovich (2004) resumió el conocimiento de la flora y ecología fitoplanctónica de más de 20 años de estudios en el estuario de Bahía Blanca, destacando que el mayor caudal de información corresponde a Puerto Cuatrerros. Sus resultados concuerdan con lo que se observa en general en los estuarios donde la diversidad específica es baja. El microplancton (formas unicelulares, y filamentosas de más de 20um) está dominado por diatomeas junto con la xantoficea *Ophyocitum* sp. y el dinoflagelado *Scrippsiella trochoidea*. En el nanoplancton (formas pequeñas, unicelulares y filamentosas con diámetros entre 2 y 20 um) dominan los fitoflagelados la prasinoficea *Pyramimonas* sp, la criptoficea *Cryptomonas* sp. y Euglenoficieas y los dinoflagelados *Protoperidinium punctulatum*, y *Prorocentrum micans*. Dentro de esta fracción se encuentran también diatomeas pequeñas pero que forman cadenas como *Thalassiosira curviseriata*, *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros* spp. y *Leptocylindrus minimus*. Por su parte, las diatomeas céntricas dominan el fitoplancton del estuario y dentro de este grupo los géneros *Thalassiosira* y *Chaetoceros* son los que presentan mayor número de especies.

Gayoso (1988), al resumir la variación estacional en la composición y abundancia del fitoplancton, señala la presencia de tres patrones estacionales de taxones: a) un patrón de floración recurrente de invierno y principios de primavera, formados por diatomeas céntricas, b) floraciones de fitoflagelados, con picos de abundancia a fines de primavera o verano con gran variabilidad interanual y c) el de especies de diatomeas presentes todo el año pero que no forman floraciones. La abundancia del fitoplancton es mayor en la zona interna del estuario y sus picos de abundancia ocurren más temprano que en la zona externa. Independientemente de estos patrones, la comunidad fitoplanctónica es autóctona, caracterizada por la presencia de especies neríticas típicamente estuarinas y de estuarios templados, turbulentos y poco profundos.



**Figura 74.** Distribución temporal de la abundancia de las diatomeas totales (area vacía) y de *Thalassiosira curviseriata* (area llena) en Puerto Cuatrerros. Fuente Popovich (2004).

Por su parte, Guinder et al (2010) analizaron los patrones de floraciones invernales entre 1978 a 2008 correspondientes a Puerto Cuatros (Tabla 29 y Tabla 30). Durante el período 1978-2002, a pesar de la alta variabilidad del hábitat estuarial, el fitoplancton mostró un patrón anual cuasi regular de tipo unimodal, caracterizado por una floración de diatomeas de invierno y primavera temprana. Este patrón se registró no sólo en la magnitud de la floración en términos de concentración de clorofila y la abundancia del fitoplancton, sino también en la dominancia de un mismo ensamble de especies conformado por *Thalassiosira curviseriata*, *T. hibernalis*, *T. anguste-lineata*, *T. rotula*, *T. pacifica*, *Chaetoceros similis*, *C. ceratosporus*, *C. debilis* y *C. diadema*, con pocos cambios interanuales en la duración, magnitud y en la abundancia relativa de otras especies, como *Skeletonema costatum*, *Ditylum brightwellii* y *Delicatula guinardia*. *Thalassiosira curviseriata* fue la especie más abundante en el ciclo anual y se la registró durante todo el año con un fuerte pico en el invierno. Las mayores densidades fueron entre 2,8 y 12,7 x 10<sup>-6</sup> células l<sup>-1</sup>.

Sin embargo, el estuario mostró cambios significativos en la dinámica y composición de la floración de fitoplancton para el periodo 2006-2008. El cambio más notable fue el reemplazo del patrón anual unimodal por numerosos episodios de crecimiento del fitoplancton generalmente cortos, del orden de los 15 días (episodios de floración sensu Smayda 1997), con especies cuyo comportamiento de floración no era conocido hasta la fecha para Bahía Blanca y sustitución de especies con células grandes por otras con células más pequeñas. La especie *T. curviseriata* dejó de ser la dominante, *T. minima* y *Cyclotella* sp. aumentaron en abundancia, mientras que *T. rotula*, *T. anguste-lineata* y *T. hibernalis* desaparecieron, y se registraron eventos de crecimiento irregulares de *Chaetoceros* sp. De acuerdo a este estudio, la época de floración se habría adelantado casi un mes.

Los autores señalan que esta sustitución de especies podría estar en relación con el aumento observado en la salinidad y la temperatura así como cambios fenológicos que se vienen notando similares en el zoo y fitoplancton tanto en los sistemas marinos como de agua dulce. Guinder et al (2009) sugirieron que una de las causas principales para el desarrollo de las floraciones de invierno es la disminución de las concentraciones de material particulado en suspensión en la columna de agua con el consiguiente aumento en la penetración de la radiación solar, ya que en estuarios eutróficos de aguas someras turbias, la disponibilidad de luz es un factor clave regulador de la dinámica del fitoplancton.

**Tabla 29.** Especies del fitoplancton presentes entre Mayo y Septiembre en Puerto Cuatros entre 1978 y 2008 (tomado de Guinder et al 2010).

**Table 2** Maximal abundances (in cells  $l^{-1} \times 10^3$ ) of the phytoplankton species present during the period May–September at Puerto Cuatros station compiled from the literature and from the present study (2006 and 2007)

Study years	Gayoso (1988, 1989, 1999)	Popovich (1997), Popovich and Gayoso (1999), Popovich and Marcovecchio (2008)	Pettigrosso and Popovich (2009)	Popovich et al. (2008a)	This study	
	1978–1991	1991–1993	1994	2002	2006	2007
<i>Blooming species</i>						
<i>Thalassiosira curviseriata</i> (6–21.5)	9,392*	12,737	6,000	2,825	100	140
<i>T. anguste-lineata</i> (21–29)		456	2,000*	260	ab	ab
<i>T. pacifica</i> (22.5–33)		680		900	387	733
<i>T. rotula</i> (27–45)		348		320	ab	ab
<i>T. hibernalis</i>		p-ni		820	ab	ab
<i>T. eccentrica</i> (25–48)		456		620	227	180
<i>Chaetoceros similis</i> (10–21)	5,610*	2,258*	1,000*	1,580	ab	ab
<i>C. ceratosporus</i> (8–18)				160	3	260
<i>C. diadema</i> (10–36)				960	256	120
<i>Chaetoceros</i> sp.1 (3–8)				680	8	5,367
<i>Non-blooming species</i>						
<i>Thalassiosira</i> sp. (15–45)	p-ni	288	780	ab	370	533
<i>T. hendeyi</i> (27–52)	p-ni	53	p-ni	40	ab	ab
<i>Chaetoceros debilis</i> (10–28)	140	73	42	ab	35	2,653
<i>Guinardia delicatula</i> (8–47)	400	231	200	470	1,333	93
<i>Leptocylindrus minimus</i> (2–5.5)	940	p-ni	p-ni	360	153	360
<i>Skeletonema costatum</i> (5–10.5)	1,300	900	105	120	111	280
<i>Cyclotella</i> sp. (5–12)	Ab	p-ni	ni	460	1,283	716
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (7–8)	500	32	p-ni	460	ab	ab
<i>Cylindrotheca closterium</i> (3.5–7)	p-ni	p-ni	p-ni	44	ab	ab
<i>Ditylum brightwellii</i> (25–60)	430	288	780	140	373	27
<i>Cerataulina pelagica</i> (18–30)	100	53	p-ni	180	ab	ab
<i>Scirpsiella trochoidea</i> (14–22)	2,700	p-ni	ni	80	ab	ab
<i>Ophiocytium</i> sp. (6.5–15.5)	100	ni	ni	ab	85	9

In addition, the diameter of the species is indicated in brackets in  $\mu m$

*p-ni* species present but no information available of its abundance, *ni* no information available, *ab* species absent in the samples

\*Denotes the sum of the abundance reached by the species below the respective value

**Tabla 30.** Especies del fitoplancton presentes entre Mayo y Septiembre en Puerto Cuatros (tomado de Guinder et al 2010).

**Table 3** Classification of the most frequent species in the phytoplankton community in the inner zone of the Bahía Blanca Estuary according to their annual occurrence

	All year-round, no abundance peaks		Episodic peaks occurrences		All year-round, peaks only during winter bloom		Present only during winter bloom		Trend: increasing abundance		All year-round, dominant during winter bloom	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
<i>Asterionellopsis glacialis</i>					x	ab						
<i>Chaetoceros</i> sp. 1				x			x					
<i>C. debilis</i>							x	x				
<i>C. diadema</i>							x	x				
<i>C. ceratosporus</i>							x	x				
<i>C. similis</i>							x	ab				
<i>Cyclotella</i> sp.	x										x	
<i>Ditylum brightwellii</i>	x			x								
<i>Guinardia delicatula</i>	x			x								
<i>Leptocylindrus minimus</i>	x			x								
<i>Skeletonema costatum</i>				x	x							
<i>Thalassiosira</i> sp.	x										x	
<i>T. anguste-lineata</i>							x	ab				
<i>T. rotula</i>							x	ab				
<i>T. hibernalis</i>							x	ab				
<i>T. curviseriata</i>				x								x
<i>T. eccentrica</i>			x	x								
<i>T. minima</i>			x								x	
<i>T. pacifica</i>				x			x					
<i>T. hendeyi</i>	x	x										
<i>Paralia sulcata</i>	x	x										
<i>Minidiscus chilensis</i>	ab	x										
<i>Ophiocytium</i> sp.			x	x								
<i>Scropsiella trochoidea</i>			x	x								

The old classification described by Gayoso (1988, 1999) and Popovich et al. (2008a) based on the period 1978–2002 (A) is contrasted with the novel classification based on the period 2006–2008 (B) described in this work  
*ab* species absent in the samples

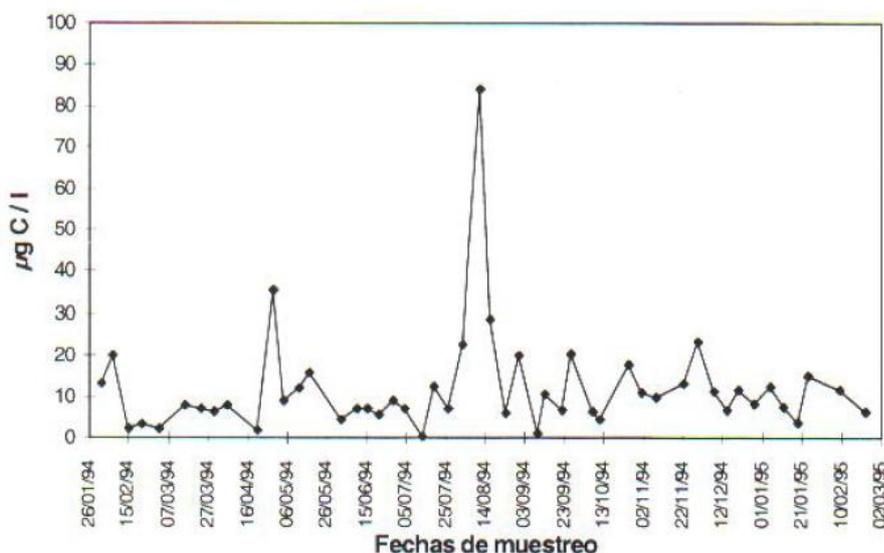
**3.1.3.2 Zooplancton**

El zooplancton de los sistemas costeros ejerce un papel central en la dinámica de la materia orgánica y constituye la principal fuente de alimento de una gran variedad de organismos acuáticos, tanto en la fase larval, como en la juvenil y adulta, por lo que estimar su abundancia es de gran utilidad para evaluar el potencial trófico en áreas de desove y cría de peces (Sardiña, 2004).

**a) Microzooplancton**

El zooplancton del estuario responde a las características de una comunidad costero estuarial, con predominio de formas mero y ticoplanctónicas, si bien también se destaca la presencia de formas dulceacuícolas en la zona interna del mismo. Los principales grupos que componen el microzooplancton de Puerto Cuatros son los ciliados aloricáridos o desnudos, los ciliados tintínidos, los copépodos, los crustáceos misidáceos, los estadios larvales y postlarvales de crustáceos decápodos entre los cuales se destacan las del cangrejo *Neohelice (=Chasmagnathus) granulata*, el cual forma extensos cangrejales característicos del estuario de Bahía Blanca Hoffmeyer (1983) menciona la presencia de 17 especies holoplanctónicas, 15 de las cuales son copépodos, siendo *Acartia tonsa* y *Euterpina acutifrons* las más frecuentes e importantes numéricamente.

Por su parte, Pettigrosso y Barría de Cao (2004) estudiaron los ciliados aloricáridos y encontraron que en la zona interna del estuario coexisten gran cantidad de especies. Los géneros más comunes son *Strombidium*, *Strombidinopsis* y *Tontonia*, siendo el primero más numeroso mientras que *Strombidinopsis* presentó los ejemplares de mayores tamaños. Estos ciliados son el grupo más abundante del microzooplancton y son considerados los consumidores principales de nanofitoplancton y por lo tanto reguladores de sus poblaciones. La biomasa total de ciliados desnudos, a su vez, sigue la tendencia de las floraciones de fitoplancton. Debido a que su aumento también se relaciona con la disminución del copépodo *Acartia tonsa*, se considera que el comportamiento de la biomasa de ciliados es el resultado de la acción combinada de una menor presión de predación por parte del copépodo mencionado y una mayor disponibilidad de alimento provocado por las floraciones de fitoplancton invernales.



**Figura 75.** Variación estacional de la biomasa total de la comunidad de ciliados en Puerto Cuatros desde febrero de 1994 a febrero de 1995.

Los tintinidos son protozoarios ciliados que construyen una lorica donde vive la mayor parte de su vida. Por su tamaño forman parte de la fracción microzooplanctónica y constituyen uno de los grupos predominantes (Hoffmeyer y Barría de Cao, 2007). Barría de Cao et al (2005) identificaron cuatro géneros con 15 especies en el estuario de Bahía Blanca (Tabla 31, siendo *Tintinnopsis* el más abundante en cuanto a número de especies (73% del número total de especies). Estos mismos autores señalan menores densidades de tintinidos y baja diversidad durante las floraciones de fitoplancton, asociadas a las bajas temperaturas y a la mayor radiación solar. Las diatomeas forman largas cadenas durante las floraciones y los tintinidos debido a su pequeño tamaño no podrían alimentarse de ellas. Este microzooplancton de menor tamaño se alimenta de las bacterias y fitoflagelados del picoplancton

**Tabla 31.** Lista de tintinidos identificados en el estuario de Bahía Blanca (tomado de de Barría de Cao et al 2005).

<i>Leprotintinnus pellucidus</i>
<i>L. nordqvisti</i>
<i>Tintinnidium balechi</i>
<i>Td. Sp. aff.</i>
<i>Tintinnopsis amphora</i>
<i>T. baltica</i>
<i>T. beroidea</i>
<i>T. brasiliensis</i>
<i>T. buetschlii mortenseni</i>
<i>T. compressa</i>
<i>T. glanz</i>
<i>T. gracilis</i>
<i>T. karajacensis</i>
<i>T. levigata</i>
<i>T. pusilla</i>
<i>T. rotundata</i>
<i>T. tocaninensis</i>
<i>T. turbinata</i>
<i>T. lavalae</i>
<i>Codonellopsis lusitanica</i>
<i>Favella taraikaensis</i>
<i>Helicostomella subulata</i>
<i>Metacyclis sp. aff. mereschkowskyi</i>

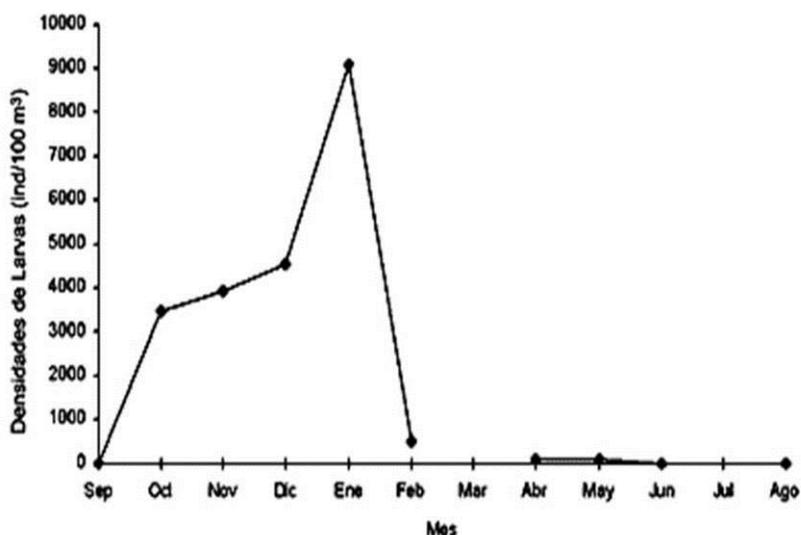
#### b) Mesozooplancton

Los copepodos son el grupo mas abundante del mesozooplancton (Hoffmeyer y Barría de Cao 2007). Los valores mínimos se observan durante mayo-junio, con máximos a finales de la primavera y al final del otoño y principios de verano. Hoffmeyer (2004) observó que las especies de copépodos holoplanctónicas son Calanoida, Cyclopoida y Harpacticoida, siendo *Acartia tonsa* la única especie que se produce a través de todo el año.

Sabatini (1989) estudio el ciclo anual de *A. tonsa* determinando que en el ciclo anual se suceden entre 6 a 7 generaciones, con la acumulación de huevos durmientes que eclosionan recién en la primavera. En la década de 1990 el zooplancton del estuario sufrió cambios importantes, disminuyendo sensiblemente las abundancias de la principal especie autóctona (*A. tonsa*) como consecuencia de la aparición de dos nuevas especies invasoras: el cirripedio *Balanus glandula* y el copépodo *Eurytemora americana* introducidas accidentalmente a través del agua de lastre de los buques (Hoffmeyer et al, 2000).

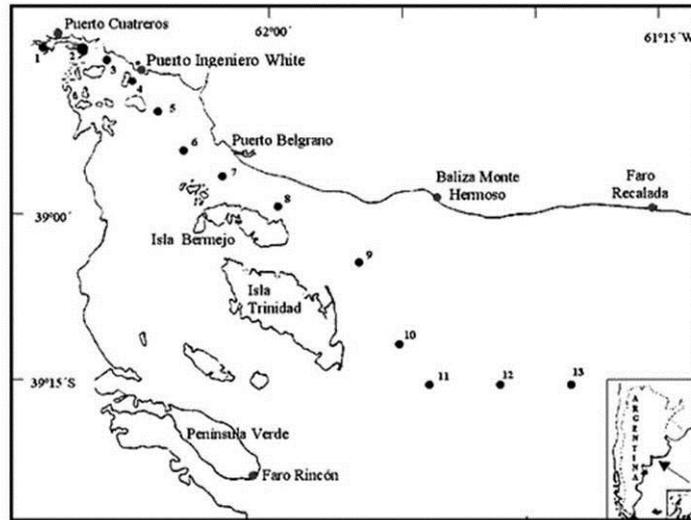
Estos cambios serían reflejo de la variabilidad natural inter-anual, así como de las perturbaciones ocasionadas por el incremento de la actividad industrial, el intenso tráfico marítimo y los dragados periódicos del Canal Principal (Hoffmeyer, 2004). La especie *Eurytemora americana* ha adquirido una mayor densidad en los últimos años, coexistiendo con *A. tonsa*. Ambas especies compiten por los mismos nichos tróficos, siendo que *E. americana* es más eficiente en la captura de fitoplancton durante la floración de invierno (Hoffmeyer, 2004). Esta autora señala que debido a esta competencia, la abundancia de *A. tonsa* han disminuido desde la introducción de *E. americana*. Hoffmeyer y Barría de Cao (2007) también encontraron una alta correlación entre la abundancia de tintínidos y *A. tonsa*, lo que estaría indicando un acoplamiento trófico.

Otros componentes importantes del mesozooplancton del estuario son los estadios larvales y postlarvales de crustáceos decápodos (Cervellini 2001). Las larvas de decápodos aparecen en la boca del estuario entre setiembre y febrero enero con pico en diciembre y enero (Figura 76)

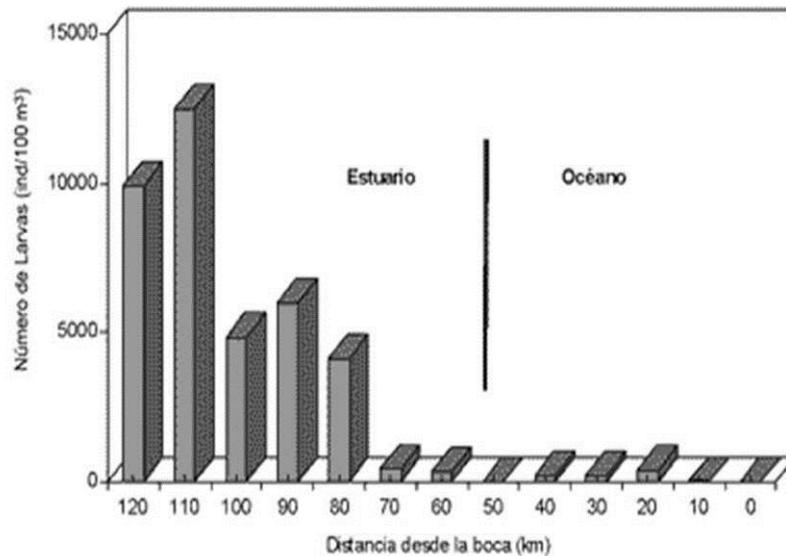


**Figura 76.** Abundancia temporal de larvas de decápodos en el estuario de Bahía Blanca (tomado de Cervellini 2001).

De las 30 especies identificadas, las zoeas de *Ch. granulata* y *C. altimanus* fueron dominantes representando el 84% y 60% de la población en primavera y verano respectivamente (Cervellini 2001). A partir de muestras tomadas en diferentes puntos del estuario (Figura 77), es posible apreciar como en general hay una mayor densidad de larvas en el sector interno que en el externo de estos grupos dominantes (Figura 78).

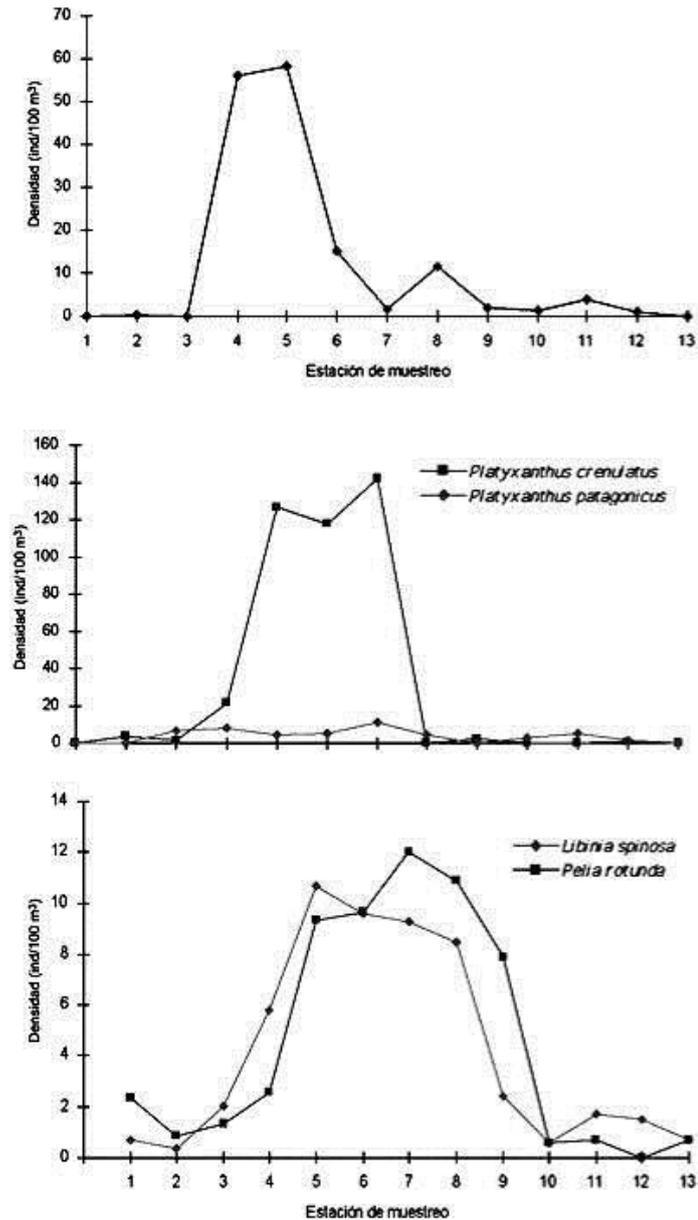


**Figura 77.** Distribución de muestras en el estuario del Bahía Blanca



**Figura 78.** Distribución espacial de larvas de *Ch. granulata* y *C. altimanus* en el estuario de Bahía Blanca (tomado de Cervellini 2001).

Para otros taxones de menor importancia se observó una distribución espacial variable que puede interpretarse como la tolerancia de las diferentes especies a los cambios horizontales que posee el estuario. La Figura 78 permite apreciar la distribución de densidad de diferentes especies dentro del estuario y refleja la distribución de las especies que se encuentran mayormente fuera del estuario.

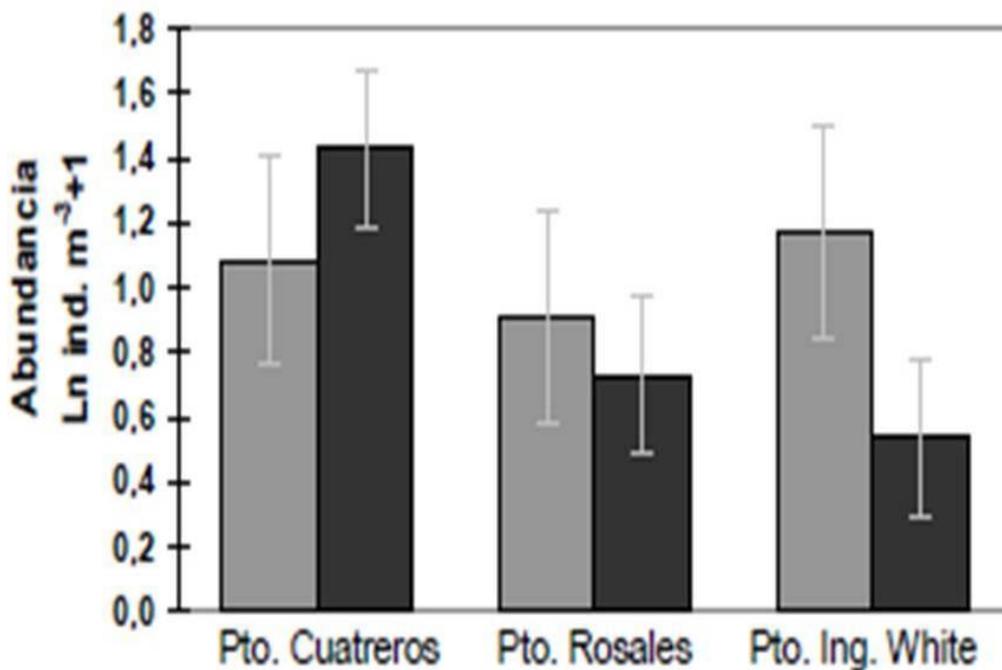


**Figura 79.** Distribución espacial de *Pilumnus reticulatus* (Figura superior), *Platyxanthus patagonicus* y *P. crenulatus* (Figura media) y *Libinia spinosa* y *Pelia rotunda* (Figura inferior)(adaptado de Cervellini 2001).

Miguel et al 2010 analizando datos de monitoreos de entre 2003 y 2004 para Puerto Cuatros hallaron miembros de seis superfamilias de Decapoda, con un total de 9 especies, dominando numéricamente por zoeas de *Neohelice granulata* (= *Chasmagnatus granulata* el cual forma extensos cangrejales característicos del estuario de Bahía Blanca.

c) Macrozooplancton

En el macrozooplancton se destaca la presencia de ctenoforos, medusas, quetognatos, y misidáceos, y huevos y larvas de peces. Los ctenoforos y medusas están muy bien representados en el estuario de Bahía Blanca y son sumamente conspicuos debido a su gran tamaño y abundancia. Entre las más importantes están la hidromedusa *Olindias sambaquiensis*, las Scyphomedusas *Chrysaora lactea*, *Aurelia aurita* y *Drymonema dalmatinum*, y los ctenoforos *Mnemiopsis mccradyi*, *Pleurobrachia pileus* y *Beroe ovata*. Los quetognatos están representados únicamente por *Sagitta friderici*, mientras que los misidáceos están constituidos por *Neomysis americana* y *Arthromysis magellanica* (Hoffmeyer, 1983; Hoffmeyer & Mianzan, 2004). Por su parte los mysidáceos presentes en el estuario están representados por las especies *Arthromysis magellanica* y *Neomysis americana* entre agosto y marzo, siendo más abundante la primera en primavera y la segunda en verano. Esta especie posee mayor abundancia en la zona de Pto. Cuatros (Figura 80).



**Figura 80.** Promedio de abundancia de *Arthromysis magellanica* (barras grises) y *Neomysis americana* (barras negras) en cada estación de muestreo (tomado de Cardelli et al 2006).

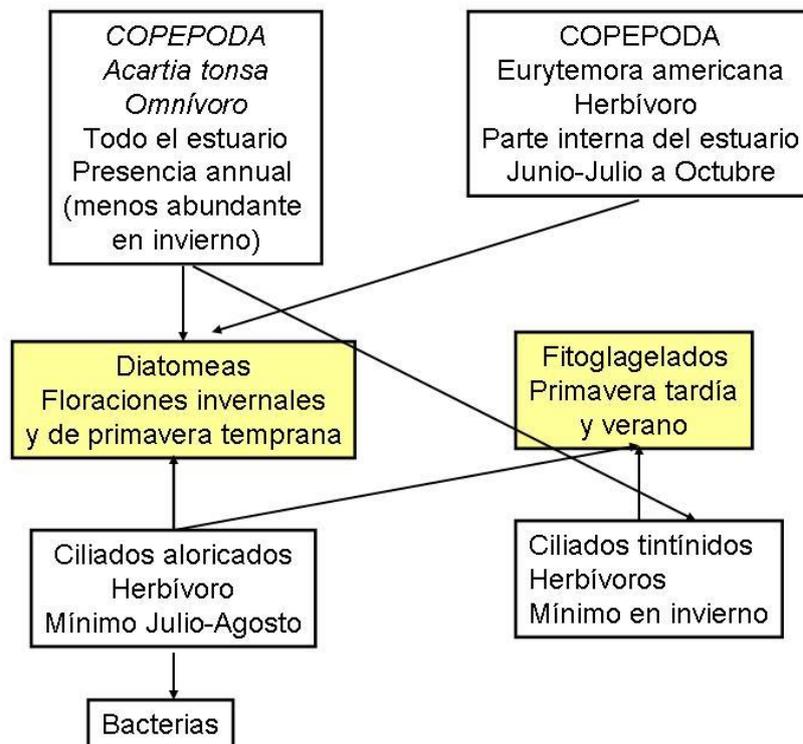
3.1.3.3 Megaplancton

El megaplancton está representado por los crustáceos decápodos, algunos de los cuales son de gran importancia pesquera y/o ecológica en la región: *Artemesia longinaris*, *Pleoticus muelleri* y *Peisos petrunkevitchi* (Cervellini & Mallo, 1991; Cervellini, 1992). *A. longinaris* y *P. muelleri* son objeto de una importante pesquería costera y representan una destacada fuente de alimento de peces y otros invertebrados de valor comercial. Por otro lado, *P. petrunkevitchi*, la más abundante en términos numéricos, posee menor importancia comercial, aunque es una especie clave en las tramas tróficas del estuario (Cervellini, 2004).

La escasez de estadios larvales de camarón y langostino en el área indicaría que la reproducción de estas especies ocurre en aguas alejadas de la costa, mientras que *P. petrunkevitchi* parecería utilizar el estuario para todas las etapas de su ciclo ya que en el mismo se encuentran hembras ovígeras y todos sus estadios larvales (Cervellini & Mallo, 1991).

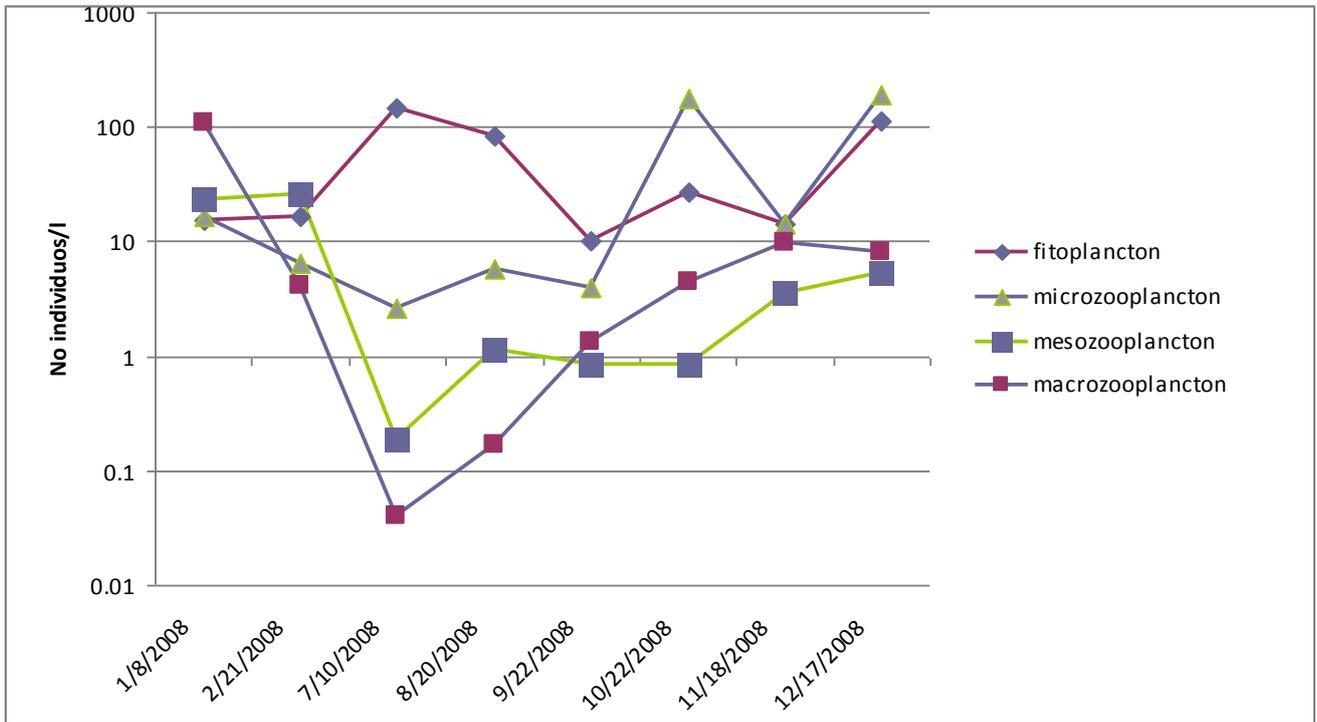
### 3.1.3.4 Dinámica del plancton e interacciones tróficas

Campuzano et al (2008) analizando los datos sobre variaciones de los distintos componentes del plancton del estuario, concluyen que los resultados presentados en los distintos estudios indican una sucesión estacional marcada en la estructura de las asociaciones zooplanctónicas del estuario. Esta sucesión estaría regulada por varios factores, tanto ambientales como biológicos, entre los cuales la salinidad, la temperatura y la disponibilidad de alimento se destacan como los más importantes. Una variable de importancia para la distribución horizontal del zooplancton a lo largo del estuario es la salinidad. La salinidad condiciona la existencia de formas típicamente estuarinas, e incluso dulceacuícolas, en la parte interna del estuario, y de organismos netamente marinos en la zona externa (Hoffmeyer, 1983; Cervellini, 1985; 2001; Mallo & Cervellini, 1988). Este último es el caso del camarón *A. longinaris* y del langostino *P. muelleri* que, a diferencia de *P. petrunkevitchi*, solo ingresan al estuario como adultos, mientras que sus larvas y juveniles se desarrollan en aguas alejadas de la costa (Mallo & Cervellini, 1988). La Figura 81 resume la red trófica del plancton en el estuario reflejando la importancia que poseen las diatomeas.



**Figura 81.** Red trófica principal del plancton en el estuario de Bahía Blanca (adaptado de Campuzano et al 2008)

Los cambios estacionales en el plancton no son necesariamente coincidentes para las diferentes comunidades. La información proporcionada por IADO (2009) permite apreciar que el fitoplancton presenta una variación temporal diferente al zooplancton y dentro de este grupo el micro y mesozooplancton varían de manera aproximadamente similar. Así el zooplancton presentaría un pico de abundancia de primavera desfasado respecto al de fitoplancton que se observa en invierno (Figura 82).

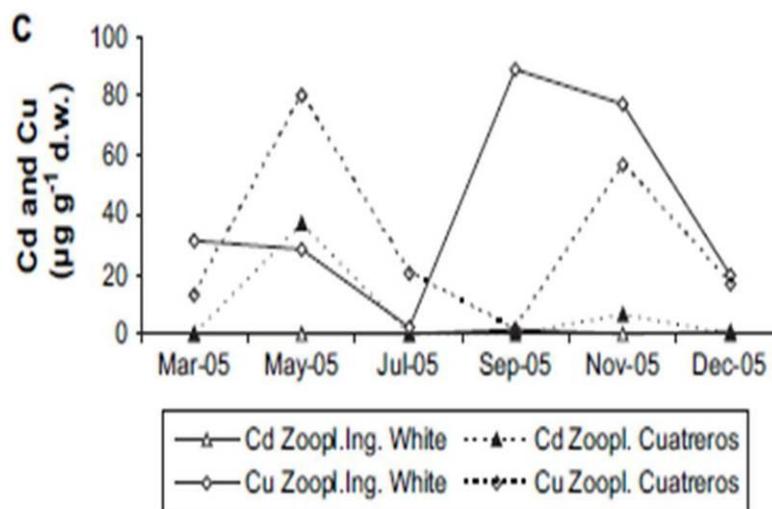


**Figura 82.** Variación temporal de fitoplancton, micro, meso y macro zooplancton en el estuario de Bahía Blanca (datos de IADO 2009).

### 3.1.3.5 Contaminación Plancton-Bentos

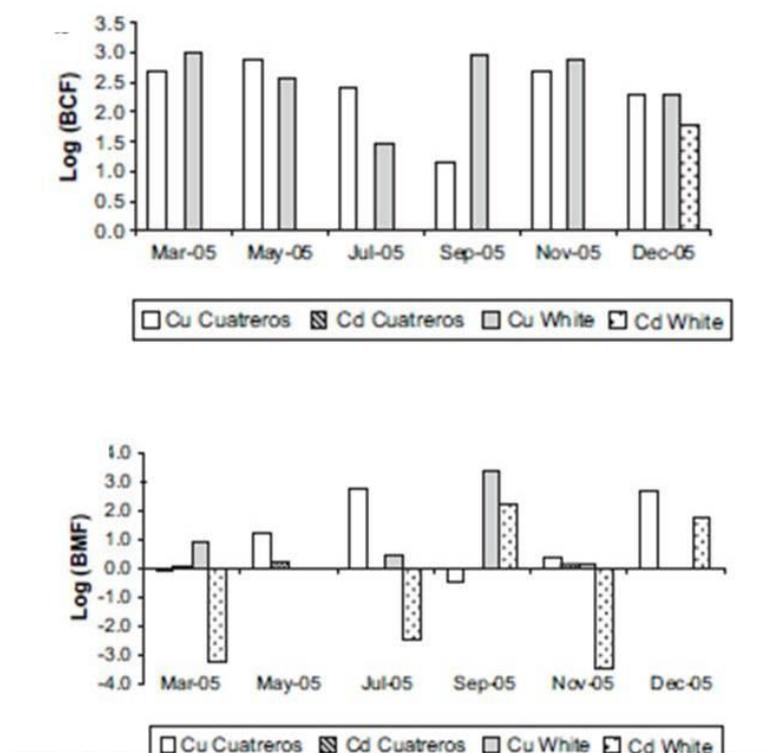
A pesar de la reconocida importancia que posee el plancton en adsorber iones de metales pesados para luego transferirlos a otros componentes de la biota a través de la cadena trófica (Ball et al. 1990; Monterroso et al. 2003), existen muy escasos antecedentes de análisis de contaminantes en la zona del estuario de Bahía Blanca.

Severini et al. (2008) presentan resultados de concentración de cadmio y cobre en el meso zooplankton a partir de muestras obtenidas en Pto. Cuatros e Ing. White. La fracción dominante de este tipo de plancton está compuesta por los copépodos *Acartia tonsa*, presente durante todo el ciclo anual y con picos de abundancia en verano y otoño temprano y *Eurytemora americana*, con altas densidades entre Julio y Septiembre (Hoffmeyer 2004). También se consideraron las larvas de *Balanus* sp y larvas de decápodos. Los resultados que se presentan en la Figura 83 indican que existe una acentuada variabilidad estacional de la concentración de Cu en particular en Ing. White no así en Cuatros. Para el Cd no se encontraron diferencias estacionales significativas.



**Figura 83.** Concentraciones de Cu y Cd en mesozooplankton de Pto. Cuatrerros e Ing. White (tomado de Severini et al. 2008).

Se estimó también el coeficiente de bioconcentración y biomagnificación en cada sitio y estos resultados se presentan en la Figura 84. En Cuatrerros la bioconcentración fue nula en Cd y baja Cu, mientras que la biomagnificación alternó entre valores positivos y negativos (biodisminución). En Ing. White solo se observó bioconcentración para Cd en diciembre, siendo más apreciable en Cu aunque con valores similares a Cuatrerros. La biomagnificación en el caso del Cu fue mayor en septiembre y presentó valores bajos el resto del año.



**Figura 84.** Variación de la bioconcentración (BCF) y bioamagnificación (BMF) en Puerto Cuatrerros e Ingenieros White (tomado de Severini et al. 2008).

Otros estudios a nivel del plancton del estuario han comprendido ya análisis experimentales en larvas de crustáceos decápodos con el fin de establecer concentraciones letales de diferentes metales pesados. Por ejemplo Ferrer et al. (2003) concluyeron que para larvas de *Ch. granulata* estos niveles de concentración (LC50) eran menores para Zn que para Cu pero en todos los casos resultaban mayores que las encontradas en los sedimentos del estuario. Estos análisis fueron expandidos por Ferrer et al. (2005) para Cd y Pb y aplicados también a ejemplares juveniles de esta especie concluyendo que Cd fue el metal con mayor toxicidad (LC50 mas bajo) seguido de Zn, Cu y Pb. Estos autores determinaron que el estadio de zoeal era mucho más vulnerable pero que el juvenil por su mayor capacidad de bioacumulación presentaba mayor riesgo para la cadena trófica. El Cd en esta especie tendría importantes impactos en la actividad reproductiva (Kogan et al. 2000) así como en el crecimiento (Rodriguez Moreno et al. 2003).

### 3.1.4 Recursos de Importancia Biológica (Peces y Crustáceos Pelágicos)

#### 3.1.4.1 Peces

La ictiofauna del estuario está integrada por aproximadamente 30 especies de peces, todas ellas de abolengo marino, correspondientes a 20 familias (Sardiña 2004; López Cazorla 2004). Esta riqueza varía de acuerdo a la zona del estuario, siendo mayor en su parte media y externa y menor en su sector interno (Tabla 32).

**Tabla 32.** Riqueza de especies en el estuario de Bahía Blanca y su distribución dominante por sector (adaptado de López Cazorla 2004).

Especie	Nombre vulgar	Sector interno	Sector medio	Sector externo
<i>Myliobatis goodei</i>	Chucho	X	X	X
<i>Brevoortia aurea</i>	Saracón	X	X	X
<i>Ramnogaster arquata</i>	Saraquita	X	X	X
<i>Lycengraulis olidus</i>	Anchoa	X	X	X
<i>Porichthys porissimus</i>	Sapo	X	X	X
<i>Odontesthes argentiniensis</i>	Pejerrey	X	X	X
<i>Pomatomus saltatrix</i>	Ancho de banco	X	X	X
<i>Micropogonias furnieri</i>	Corvina	X	X	X
<i>Cynoscion guatucupa</i>	Pescadilla	X	X	X
<i>Mugil liza</i>	Lisa	X	X	X
<i>Stromateus brasiliensis</i>	Pampanito	X	X	X
<i>Paralichthys orbignyanus</i>	Lenguado	X	X	X
<i>Sympterygia bonapartei</i>	Raya		X	X
<i>Sympterygia acuta</i>	Raya violín		X	X
<i>Mustelus schmitti</i>	Gatuso		X	X
<i>Conger orbignyanus</i>	Congrio		X	X
<i>Acanthistius brasilianus</i>	Mero		X	X
<i>Parona signata</i>	Palometa		X	X
<i>Macrodon ancylodon</i>	Pescadilla real		X	X

Especie	Nombre vulgar	Sector interno	Sector medio	Sector externo
<i>Pogonias cromis</i>	Corvina negra		X	
<i>Notorhynchus pectorosus</i>	Tiburón moteado			X
<i>Squatina argentina</i>	Pez ángel			X
<i>Galeorhynchus vitaminicus</i>	Cazón			X
<i>Dules auriga</i>	Cochero			X
<i>Menticirrhus americanus</i>	Burriqueta			X
<i>Umbrina canosai</i>	Pargo blanco			X
<i>Percophis brasiliensis</i>	Pez palo			X
<i>Symphurus jenynsi</i>	Lengueta			X
<i>Oncopterus darwini</i>	Lenguado			X
<i>Paralichthys bicyclophorus</i>	Lenguado			X

De todas especies apenas cinco acaparan la mayor proporción de las capturas y por lo tanto, se presentan de manera sucinta sus principales características bioecológicas, particularmente en lo referente a los aspectos tróficos y de distribución que pueden influir sobre las posibilidades de bioacumulación y biomagnificación de elementos contaminantes.

#### a) Pescadilla

Se trata de una especie de muy amplia distribución e importancia pesquera (Cousseau y Perrotta 2004). La pescadilla es una especie con presencia anual desarrollándose en la parte más externa y adyacente a la ría (Lopez Cazorla 1997) y que se reproduce en las áreas externas al estuario. Los huevos y larvas ingresan al mismo arrastrados por las corrientes donde se cría hasta alcanzar una talla juvenil de 10 cm aproximadamente entre junio y julio cuando abandonan el estuario para luego retornar ya como adultos (Lopez Cazorla 2000; Sardiña 2004).

Es por ello y tal como lo señala Lopez Cazorla (2004), que en la zona del estuario de Bahía Blanca se observa que la especie presenta dos tamaños modales muy definidos conformados por individuos juveniles entre 10 y 15 cm, y otra clase anual estructurada a partir de la presencia de adultos entre 45 y 52 cm. Esta especie es eurífaga y carnívora que ingiere sergéstidos (*Peisos petrunkevitchi*), miscidaceos (*Arthromysis magellanica*, *Meomysis americana*), camarones (*Artemesia longinaris*) y juveniles de peces (*Ramnogaster arcuata*, (*Micropogonias furnieri*, *Scyonoscion guatucupa*) (Sardiña y Lopez Cazorla 2005). Sin embargo, la composición de la dieta varía estacionalmente dado que *A. magellanica* representa el alimento principal en invierno y primavera y *P. petrunkevitchi* y los juveniles de peces dominan la dieta en invierno y primavera (Lopez Cazorla 1996).

b) Corvina

Esta especie tiene en la zona de Bahía Blanca el límite septentrional de distribución, tratándose de una especie eurihalina y que frecuenta los hábitats costeros (Cousseau y Perrotta 2004). Los adultos ingresan al estuario a partir de octubre y permanecen hasta abril, ocupando hábitats someros y cangrejales. El período reproductivo tiene lugar entre octubre y diciembre pero en áreas adyacentes al estuario, habiéndose determinado que la talla de primera madurez se ubica entre 34 y 36 según el sexo. Los huevos y larvas ingresan arrastrados por las corrientes, criándose los juveniles hasta julio cuando pueden llegar hasta 18 cm para luego abandonar el estuario.

c) Gatuso

El gatuso es un chondrictio de muy amplia distribución que frecuenta los fondos someros hasta unos 10 m (Cousseau y Perrotta 2004). Al estuario de Bahía Blanca ingresa a partir de los 41 cm (Lopez Cazorla 2004) desde agosto hasta octubre con el fin de parir y con fines reproductivos posteriormente para reiniciar el ciclo. Se trata de una especie carnívora que ingiere poliquetos, crustáceos y peces por lo que se la considera un predador tope.

d) Lengudo

Se trata de una especie eurihalina y euriterma de hábitos bentónicos (Cousseau y Perrotta 2004). En el estuario de Bahía Blanca posee presencia todo el año pero con una abundancia mayor en primavera y verano (Lopez Cazorla 2004). La reproducción tiene lugar en el área externa del estuario (Lopez Cazorla 1983; 1996). Posee una dieta carnívora integrada por peces (*Brevoortia aurea*, *Micropogonias funieri*, *Cynoscion guatucupa*, *Ramnogaster arcuata*) así como crustáceos (*Artemesia longinaris*, *Pleoticus muelleri*, *Chasmagnathus granulata*, *Cyrtograpsus angulatus*) (Lopez Cazorla 2004).

e) Pejerrey

Esta especie posee una amplia distribución y puede ingresar a los estuarios debido a su tolerancia a la variabilidad salina. En el caso de Bahía Blanca Cazorla (2004) menciona su elevada abundancia en la zona más externa del estuario ingresando a él para reproducirse en primavera.

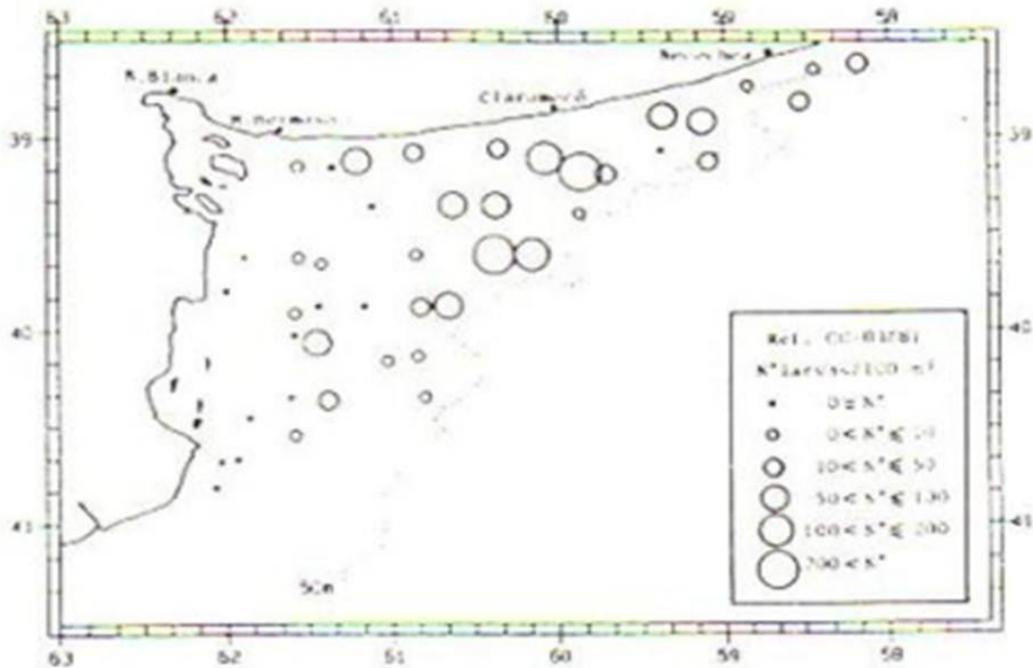
### 3.1.4.2 Crustáceos Pelágicos

Representan un componente importante de los recursos pesqueros aunque no muy numeroso de la biota del estuario comprendiendo este grupo a los penaeidos

a) Langostino

Wingard y Bertuche (1982) notaron que el langostino no desova en la bahía propiamente dicha sino en un área externa, siguiendo las observaciones de Boschi y Scelzo (1967, 1969, 1971) y Mallo y Cervelini (1988) quienes encontraron hembras impregnadas dentro de la ría pero si en las áreas externas. Los resultados de Iorio et al. (1996), por su parte, coinciden en reconocer la presencia de hembras maduras en la boca de la ría localizándose la mayor proporción de larvas en aguas de 50 metros de profundidad (Figura 85).

Estos autores asumen que las zonas de maduración se producen también en áreas externas retornando luego los ejemplares postdesovados para reiniciar su ciclo ovárico o bien entrar en regresión en la zona más próxima a la ría donde son capturados por la flota pesquera. Ello estaría avalado por la presencia de larvas y post larvas de esta especie en el zooplancton analizado en la boca del estuario (Cervellini y Mallo 1991). De tal modo, la zona de Bahía Blanca no posee importancia como área reproductiva pero si de cría y crecimiento de juveniles.



**Figura 85.** Distribución de larvas de langostino (tomado de Iorio et al. 1996)

b) Camarón

Se trata de una especie que sostiene una importante pesquería pero de menor valor que la del langostino y por lo tanto se cuenta con muy escasa información biológica propia de la zona del estuario de Bahía Blanca. Se conoce que la especie no se reproduce dentro del estuario pero sus larvas han sido detectadas en su parte externa (Cervellini 2001). De acuerdo a Cervellini (2004) los camarones al finalizar la primavera realizan una migración reproductiva hacia aguas más profundas fuera del estuario.

c) *Peisos petrunkevitchi*

Esta especie no tiene valor comercial pero sí importancia ecológica al formar parte de la cadena trófica de varias especies que son blanco de la pesquería como pescadilla y corvina (Lopez Cazorla 2004). A diferencia de las otras dos especies presenta una distribución uniforme en el estuario con presencia de juveniles y estadios larvales en diferentes fases así como de adultos (Mallo y Cervellini (1988). Cervellini (2004) señala que las larvas de *P. petrunkevitchi* representan el 92 % de las encontradas dentro del estuario.

**3.1.4.3 Recursos Pesqueros**

**Pesquerías y Flota Pesquera**

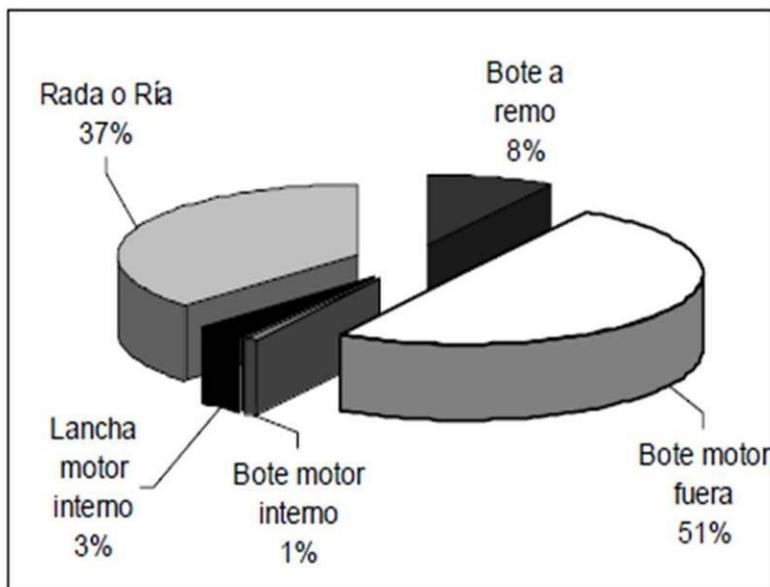
En la zona de Bahía Blanca la principal actividad pesquera está relacionada con la pesca artesanal involucrando a numerosas familias dedicadas a las actividades de extracción, comercialización y procesamiento. Aproximadamente 130 pescadores integran la Cámara de Pescadores de la Ría de Bahía Blanca, una asociación formada una década atrás ([www.cedepsca.org](http://www.cedepsca.org)). La principal base de la pesquería está radicada en Ingeniero White que contiene el 83% de la flota, mientras Coronel Rosales y Villa del Mar representan puertos secundarios (Suquele y Colautti 2005).

Estos autores separan la flota pesquera en dos categorías. Un primer tipo está conformado por botes con motor fuera de borda que no superan los 6 metros de eslora y potencia de 20 HP, que pueden llevar dos tripulantes y con capacidad de carga de hasta 20 cajones de pescados. En una segunda categoría ingresan las lanchas de ría con eslora de 11 metros, potencia de 100-120 HP, que son tripuladas por cinco personas y capaces de cargar hasta 180 cajones (Figura 86). Estas embarcaciones utilizan como amarradero principal el puerto de Ing. White y poseen la posibilidad de operar en la zona adyacente al estuario.



**Figura 86.** Lanchas de ría amarradas en la zona de Ing. White (foto tomada del Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y Mar Argentino)

En 2004 se tenían contabilizadas unas 114 embarcaciones, pero solo 10 de estas naves superaban los 10 metros de eslora y por lo tanto estaban habilitadas para pescar fuera de la ría (Figura 87).

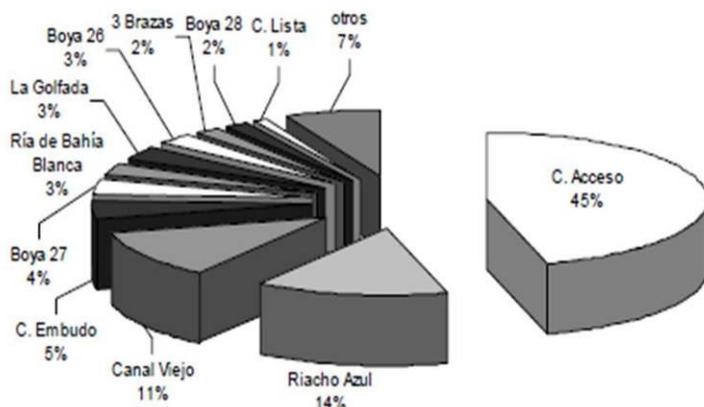


**Figura 87.** Tipos de embarcaciones operativas en la ría de Bahía Blanca en 2004 (tomado de Suquele y Colautti 2005).

**Áreas de Pesca y Especies Blanco**

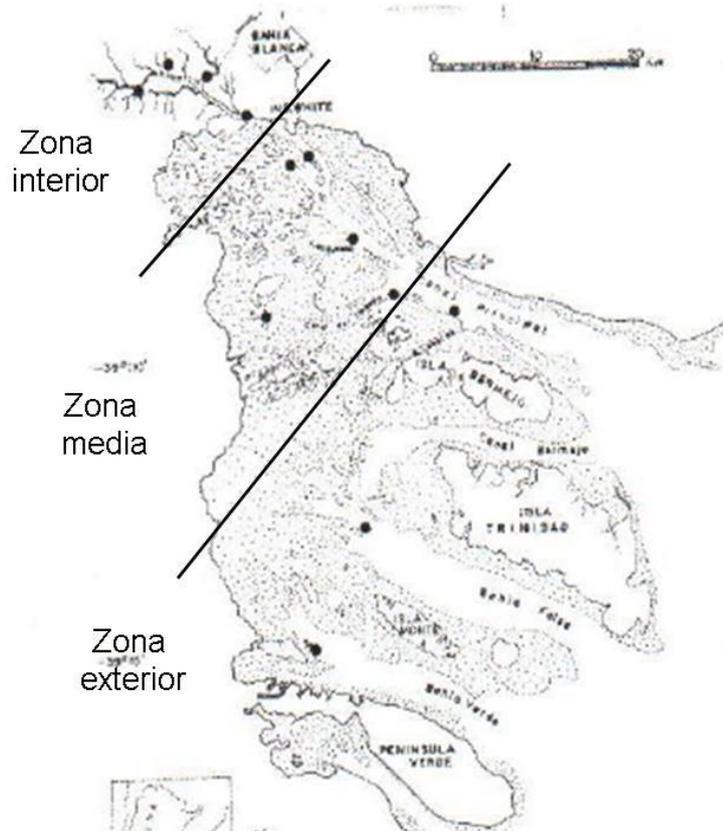
La ría posee una alta heterogeneidad ambiental, dado por la presencia de un canal principal y varios secundarios que separan extensas planicies de marea e islas (Piccolo y Perillo 1990) por lo que no es extraño que las áreas de captura estén también diversificadas. La amplitud de marea se incrementa paulatinamente desde la desembocadura a la cabecera variando entre 2 m (próximo a la desembocadura) y 3,3 m (en el puerto de Ingeniero White) (Piccolo y Perillo 1990), por lo que se lo clasifica como un estuario mesomareal (Perillo 1995). Suquele y Colautti (2005) identificaron 45 sitios de pesca, pero solo 8 de ellos fueron los de mayor relevancia, acaparando tres de ellos, no obstante, el 75 % de las frecuencias de visitas. Estos sitios se localizan tanto en el sector interno (Villarino Viejo-Ing. White) como en el externo (Puerto Belgrano a la boca.)

La Figura 88 ilustra como el sitio más importante de pesca resultó ser el Canal de Acceso, seguido por Riacho Azul y Canal Viejo.



**Figura 88.** Caladeros de pesca en la ría y frecuencia de utilización durante los ciclos de marea (tomado de Suquele y Coautti 2005).

Para el caso de la pescadilla se ha podido obtener información de la distribución espacial de las pesquerías observándose que la misma es capturada desde el sector más interno hasta la boca misma del estuario (Figura 89).



**Figura 89.** Distribución espacial de la captura de pescadilla (modificado de Cazorla 2004).

Las especies blanco de esta pesquería son diferentes según el área y época del año siendo las más relevantes el langostino, camarón, gatuso, pescadilla, corvina rubia, lenguado, palometa, pejerrey y rayas diversas. La información disponible para estas especies es sin embargo dispar, disponiéndose de datos más completos para camarón y langostino y en menor medida para pescadilla, gatuso y corvina.

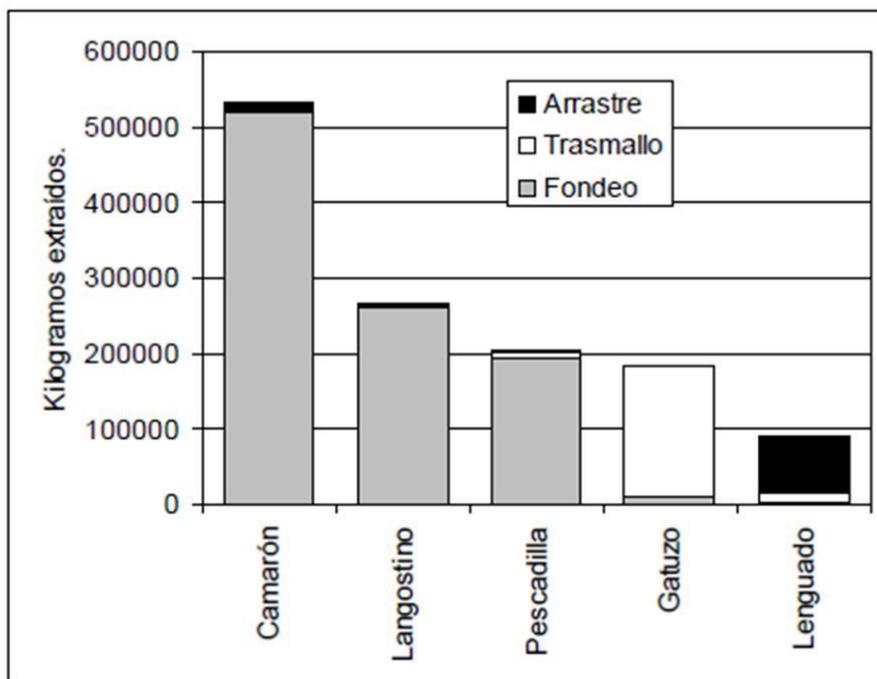
**Artes de Pesca**

Las artes de pesca comunes en la zona son de diferentes tipos (Lasta et al 2001, Lopez Cazorla 2004). Un arte tradicional en la zona es la red camaronera de fondeo que se utiliza para la captura de camarón y langostino, pero que también capturan especies como pescadilla, lenguado etc. Estas redes utilizan dos anclas y se calan a favor de la corriente permitiendo el ingreso de esta especie y de cierta captura adicional conformada por peces, crustáceos y medusas (Wingard y Bertuche 1982). Las redes se revisan cada dos horas aproximadamente De tal modo, la pesca aprovecha las bajantes o crecidas semidiurnas que son un rasgo típico de la zona (Piccolo et al 2008).

Las embarcaciones utilizan aproximadamente 6 redes cada una a profundidades de 3.5 a 4.5 m en verano y de 11 a 18 m en invierno. El camarón y langostino, al igual que la corvina son también capturados con las llamadas redes de tapaderas de los canales, artes apropiados para fondos playos y que cierran el paso de los peces en este tipo de ambientes. Por su parte, la red agallera de fondo está destinada básicamente al gatuso y consta de mallas de 80 y 120 m.

También se captura palometa, pejerrey y pescadilla con agalleras, aunque de mallas menores. Estas redes se calan usualmente en el sector medio y externo del estuario y sobre el borde del canal, permaneciendo la red un ciclo de 24 horas. Para la captura de pejerrey, particularmente en invierno, también se recurre a la red por vuelo de costa que consiste en una red de arrastre que es arrojada desde un bote y jalada desde costa y el bote hasta cerrarla sobre la costa.

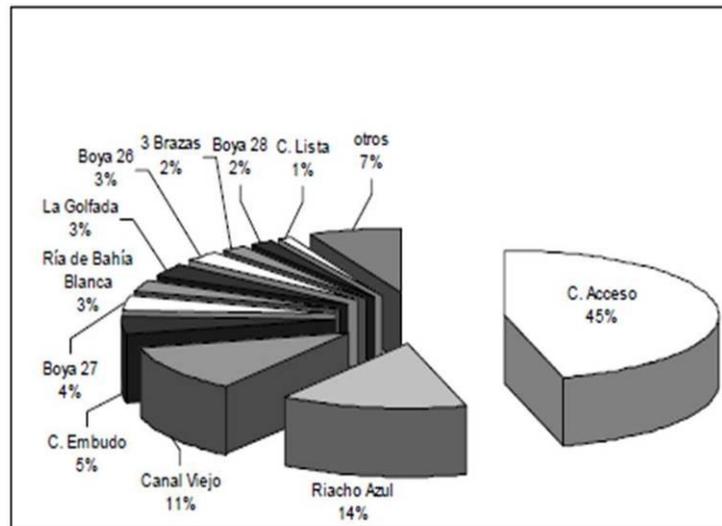
Otro arte ocasionalmente utilizado es la de arrastre que fue destinado a la captura de lenguado a partir de 2001 cuando la pesquería fue declarada en emergencia (Suquele y Colautti 2005). La pescadilla y corvina son especies que también se las capturas con líneas de mano (Izzo et al 1999). Es interesante señalar que la mayoría de las especies blanco posee una importante selectividad respecto a los artes de captura tal como se muestra en la Figura 90.



**Figura 90.** Capturas para las principales especies blanco de acuerdo a los artes utilizados (período 2000-2004) (tomado de Suquele y Colautti 2004).

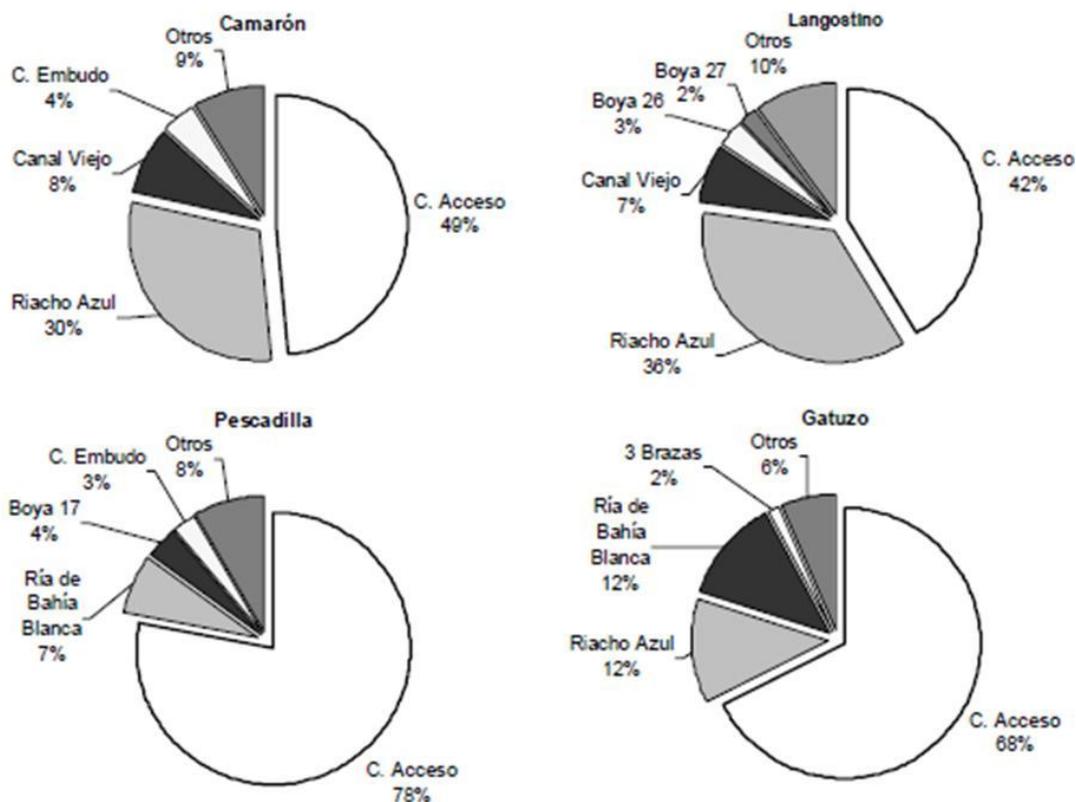
**Variabilidad Espacial de las Capturas**

Dado que la pesca artesanal en la ría Bahía Blanca es una actividad con larga historia se dispone de registros de diferentes épocas y calidad. Sin embargo, es importante diferenciar entre especies que son capturadas aguas afuera pero desembarcadas dentro del estuario y aquellas que son parte de la captura eminentemente artesanal y que provienen del mismo y su área adyacente. En conjunto y sin discriminar por especie se advierte que los mayores rendimientos concordaron con la frecuencia de uso de los sitios, siendo así que el Canal de Acceso representó la zona donde se observaron históricamente las mayores capturas (Figura 91).



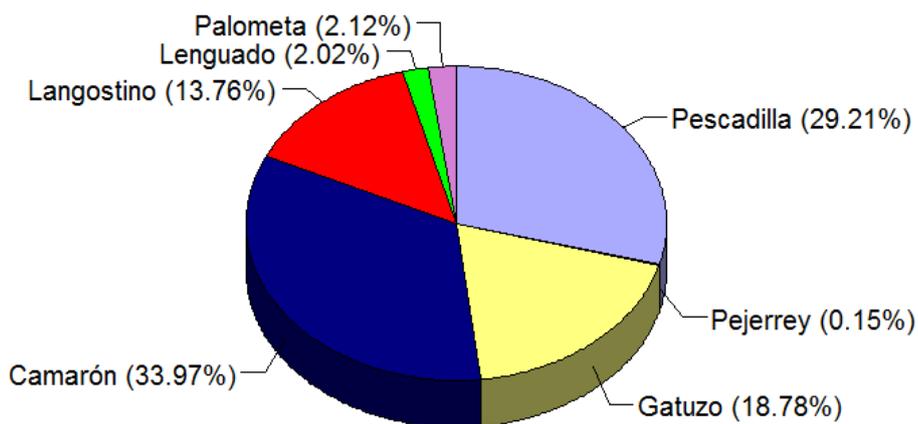
**Figura 91.** Distribución de las capturas totales (2000-2004) por sitios de pesca (tomado de Suquele et al. 2004).

A nivel de las capturas por especie si bien camarón y langostino aparecen con mayor frecuencia en Canal de Acceso, también Riacho Azul representa un área de importancia adicional, confirmando lo detectado por Wingard y Bertuche (1982). Ello difiere de los que se observa para pescadilla y gatuso, especies que básicamente provienen del Canal de Acceso (Figura 92).



**Figura 92.** Frecuencia de capturas por sitios de las principales especies de la pesquería artesanal (2000-2004) (tomado de Suquele y Colautti 2005).

Para el quinquenio 2005-2010, por ejemplo, se han compilado las estadísticas de pesca de las especies capturadas en la zona de la ría, observándose que el camarón, langostino, pescadilla y gatuzo representaron las principales especies capturadas y desembarcadas en la zona (Figura 93).

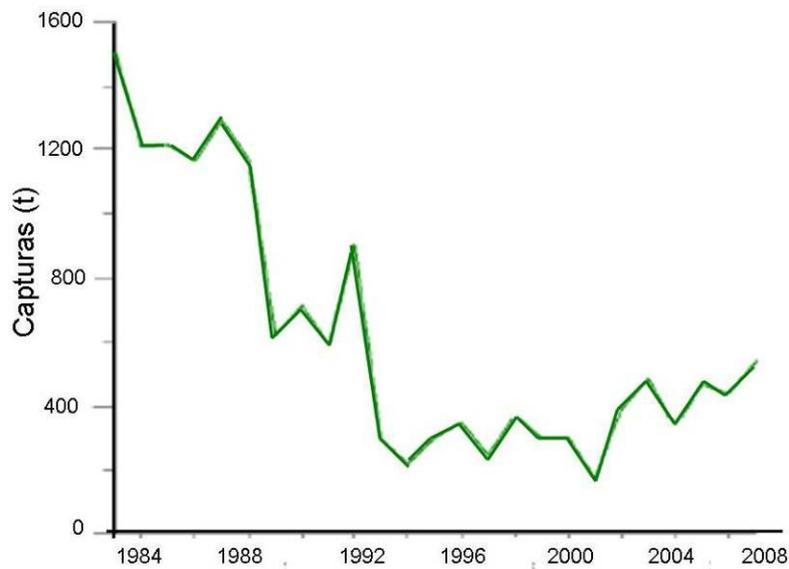


**Figura 93.** Importancia de las principales especies capturadas en la zona de la ría (datos: <http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/pesca/index.php>).

**Variabilidad Temporal de los Recursos**

a) Capturas Totales

En términos generales las capturas dentro de la zona de la ría han acompañado la tendencia central observada para la región de Bahía Blanca, donde se advierte una reducción continua las capturas desde 1984, estabilizándose en alrededor de 350-400 toneladas a partir de 1994 (Conde et al; Pizarro et al 2007; Piccolo et al 2008), aún cuando sin retornar nunca a los niveles previos a la década de 1990 (Figura 94).

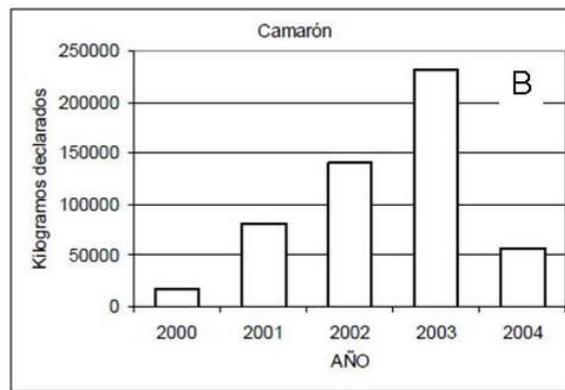
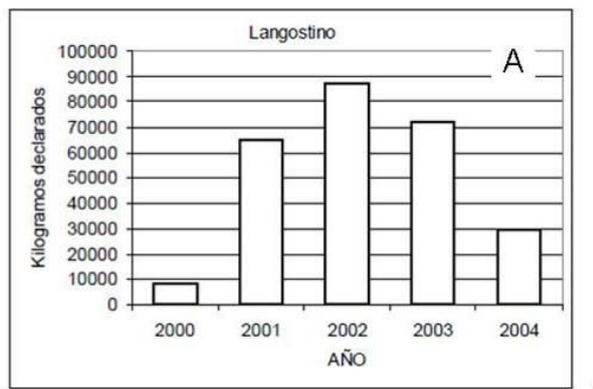


**Figura 94.** Variabilidad de las capturas pesqueras obtenidas en el área del estuario de Bahía Blanca (modificado de Conde et al)

b) Especies blanco

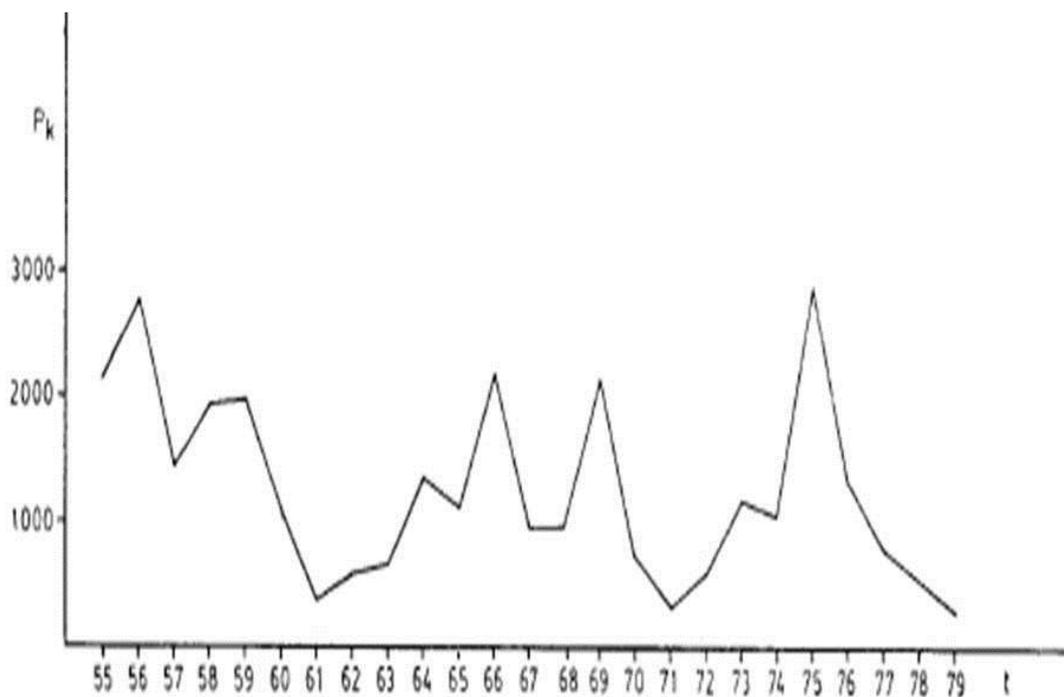
*Langostino y Camarón*

Para el período 2000-2004 la captura de langostino varió de manera significativa teniendo un pico de casi 90 toneladas en 2002, mientras que las de camarón alcanzaron el máximo en 2003 para luego decrecer fuertemente (Figura 95).

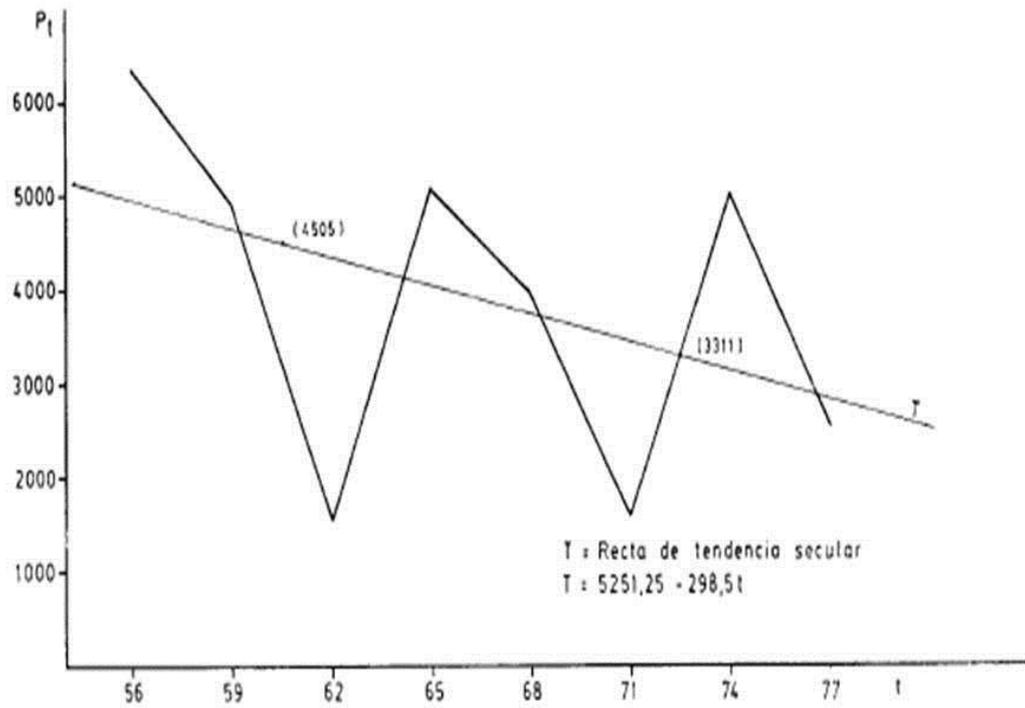


**Figura 95.** Capturas de langostino (A) y camarón (B) para el período 2000-2004 (tomado de Suquele y Colautti 2005).

Wingaard y Bertuche (1982) al analizar las tendencias históricas de langostino, para el período 1955-1979 señalan que su pesca ha presentado históricamente importantes variaciones (Figura 96), y notan que la misma tiende a exhibir aparentes ciclos decadales (Figura 97).

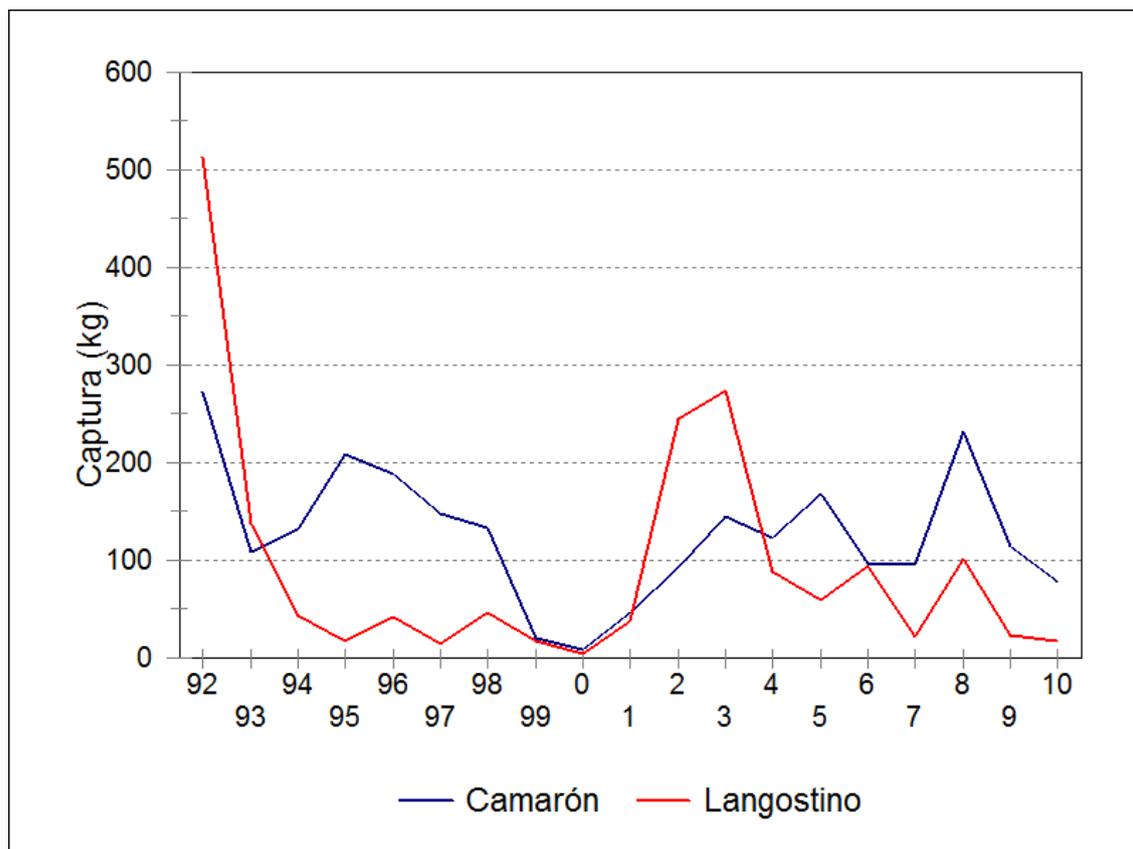


**Figura 96.** Variaciones de capturas de langostino entre 1955 y 1979. Pk: rendimiento anual de la pesquería (tomada de Wingaard y Bertuche 1982)



**Figura 97.** Oscilaciones decadales de las capturas de langostino (tomada de Wingaard y Bertuche 1982).

Una tendencia similar se observa para el período 1992-2010 donde es posible apreciar que las capturas de langostino y camarón oscilan de manera importante aunque no necesariamente con patrones similares (Figura 98).



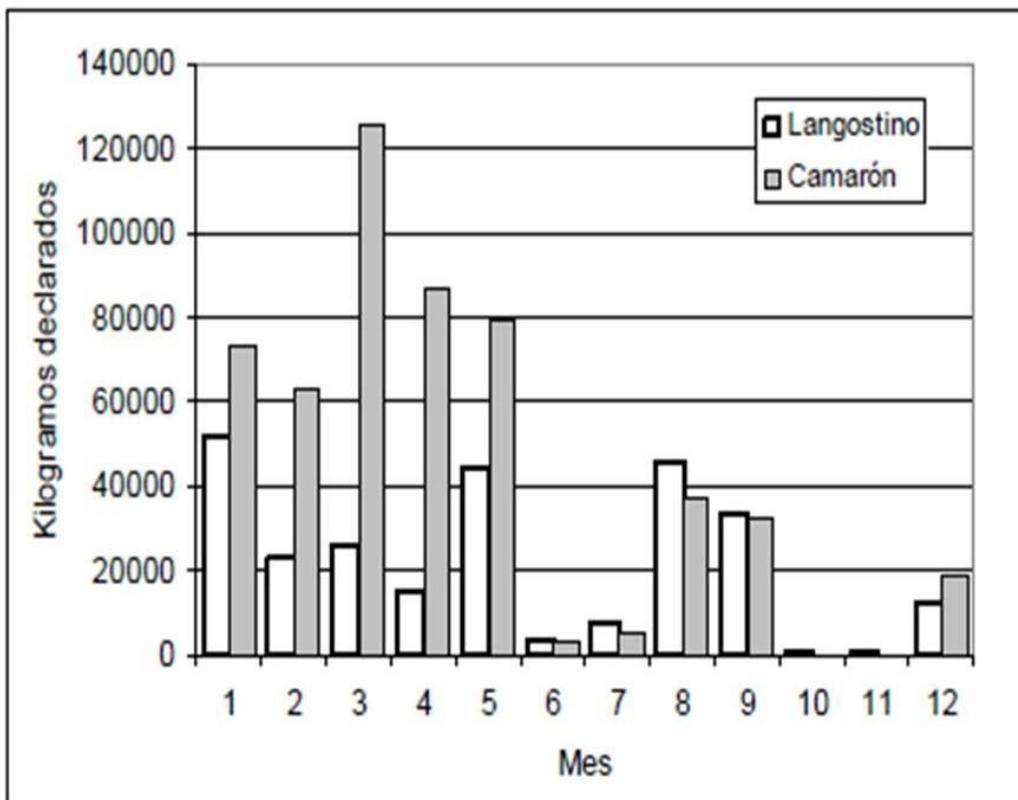
**Figura 98.** Variabilidad temporal de capturas de camarón y langostino entre 1992 y 2010 (fuente de datos: SAPGyA).

En la Tabla 33 se ha comparado la información pesquera disponible entre 1990 y 2003 notándose importantes variaciones de rendimiento, pero una tendencia al aumento de las tallas tanto de camarón como de langostino.

**Tabla 33.** Información pesquera entre 1990 y 2003 (datos tomados de Suquela et al 2003; 2004; Colautti et al 2003). LC largo del cefalotórax. \*\* datos de Bahía Verde

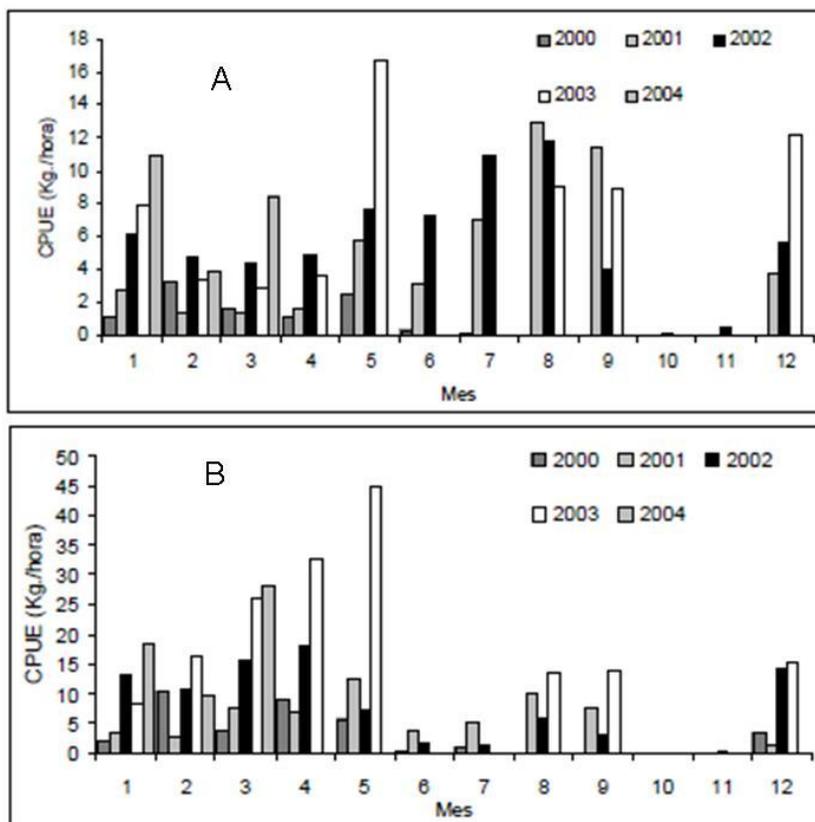
Mes y Año	Langostino			Camarón		
	Kg/red/marea	Ind/Kg	LC promedio (mm)	Kg/red/marea	Ind/Kg	LC promedio (mm)
10/98	17,5		17-32			
12/98		83	27			
3/99	1,5			10		
12/2000	11,3	204	20,44	1,96	698	13,3
1/2001	2,9	130	22,52	3,1	605	13,72
12/2002	78	169	21,45	42	416	16,51
7/2003		103	23,54		468	15,73
7/2003*	16	75-86	27,78	18	256	19,18
9/2003**	21	83; 156	25;19,6	3,5	451;596	15,2; 13,4
3/2004	7		18,76	108		15,13

A nivel de variación anual, la pesca de langostino resulta marcadamente estacional con inicio en enero y finalización en junio y julio para luego reanudarse entre agosto y setiembre (Bertuche et al 2000). La pesca del camarón sigue un patrón similar, si bien parece haber un pico muy definido en marzo (Figura 99). A partir de agosto/setiembre la pesca cesa o decrece fuertemente dada la baja talla que se observa en el área debido a la presencia de ejemplares juveniles. De acuerdo a Cervellini y Piccolo (2007) existiría una relación inversa entre las capturas de camarón y la temperatura del agua, no así para el langostino.



**Figura 99.** Distribución mensual de capturas de langostino y camarón (2000-2002) (tomado de Suquele y Colautti 2005).

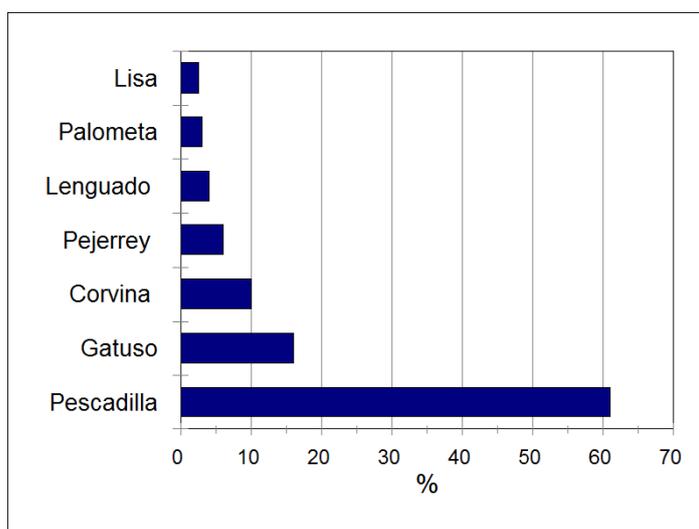
Estos patrones estacionales, sin embargo, pueden modificarse considerablemente entre años, tal cual lo demuestra la Figura 100. Allí se observa que en el año 2002, cuando el recurso langostino fue muy escaso, el pico de captura esperado de fin de invierno y comienzo de primavera estuvo ausente, mientras que en el año 2002, con máximas capturas, la variación intranual no fue tan marcada.



**Figura 100.** Variación anual de Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de langostino (A) y camarón (B) para el período 2000-2002 (tomado de Suquele y Colautti 2005).

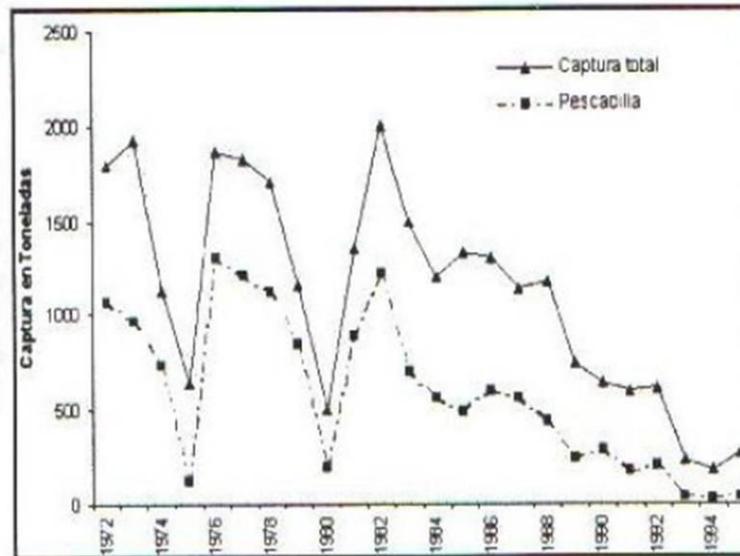
b) Pescadilla, corvina y gatuso

Otros recursos históricamente importantes en la zona del estuario son la pescadilla, corvina y gatuso. La pescadilla ha sido siempre una especie de gran relevancia constituyendo entre 45 y 70% de la captura artesanal si bien su captura ha estado más relacionada con el sector externo del estuario (Figura 101).



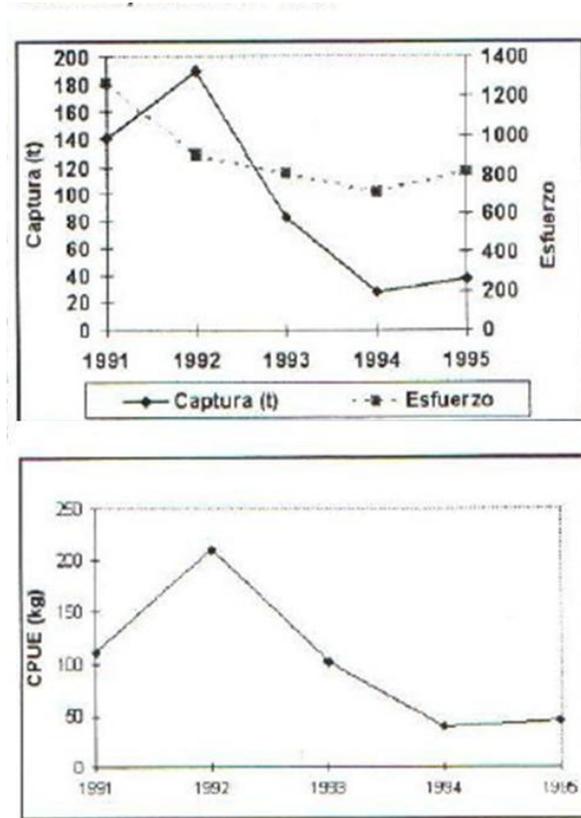
**Figura 101.** Importancia relativa de las principales especies blanco de peces capturadas en el estuario de Bahía Blanca (adaptado de Cazorla 2004).

La pescadilla es la especie que ha usualmente ha marcado la tendencia de captura de los peces óseos del estuario y por lo tanto es un indicador importante del estado de las pesquerías en el mismo y sus adyacencias. Las estadísticas de captura permiten seguir su variación temporal desde 1972 hasta la fecha de acuerdo a diferentes datos existentes y relacionarla con la captura total. Por ejemplo, Cazorla (2004) considera que esta pesquería sufrió importantes oscilaciones entre 1972 y 1982 para luego ingresar en una etapa de descenso llegando a constituir solo el 15 % de las capturas en 1995, las cuales cayeron por debajo de las 300 toneladas (Figura 102).



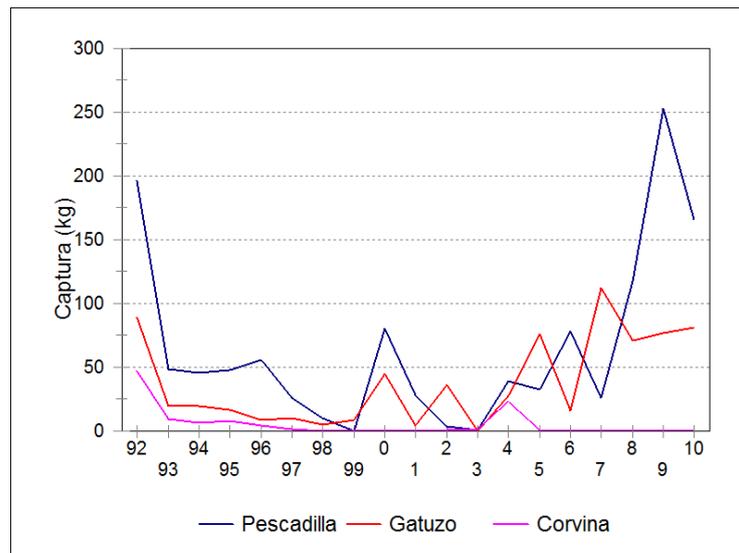
**Figura 102.** Variación temporal de captura de pescadilla entre 1972 y 1995 (tomado de Cazorla 2004).

Este deterioro se ve claramente expresado al evaluar la variación del esfuerzo y la captura de manera separada con la información disponible entre 1991 y 1995 y que representa la última etapa del período examinado. Tal como se observa en la Figura 19, a pesar de mantenerse el esfuerzo constante, la captura se redujo de manera constante, lo que explica la disminución también observada en la captura por unidad de esfuerzo (Figura 103).



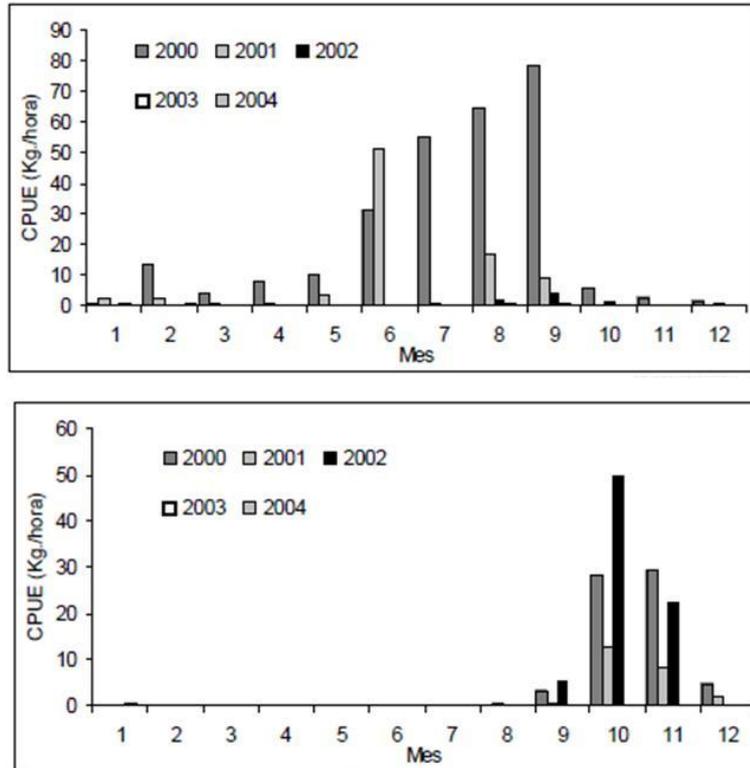
**Figura 103.** Variación de la captura y esfuerzo de pescadilla (panel superior) y de la captura por unidad de esfuerzo (panel inferior) entre 1991 y 1995 (tomado de Cazorla 2004).

Esta tendencia decreciente se profundizó entre 1995 y 2003, a partir de los cual se ha iniciado una lenta etapa de recuperación aun cuando se está muy lejos de los niveles de captura de las décadas pasadas (Figura 104). Una tendencia diferente se ha observado con la corvina la cual ha dejado de ser un recurso de importancia a partir de comienzos de la década de 1980.



**Figura 104.** Variabilidad temporal de corvina, pescadilla y gatuzo entre 1992 y 2010 (datos de <http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/pesca/index.php>).

En el caso del gatuso las capturas se han mantenido en niveles de constantes pero bajos. A diferencia de las otras especies, el gatuso exhibe una fuerte estacionalidad con máximos en octubre y noviembre que es cuando las hembras utilizan las aguas someras para la parición (Figura 105), siguiendo su ciclo reproductivo (Colautti et al 2010).



**Figura 105.** Variabilidad temporal de capturas de pescadilla y gatuso (tomado de Suquele y Colautti 2005)

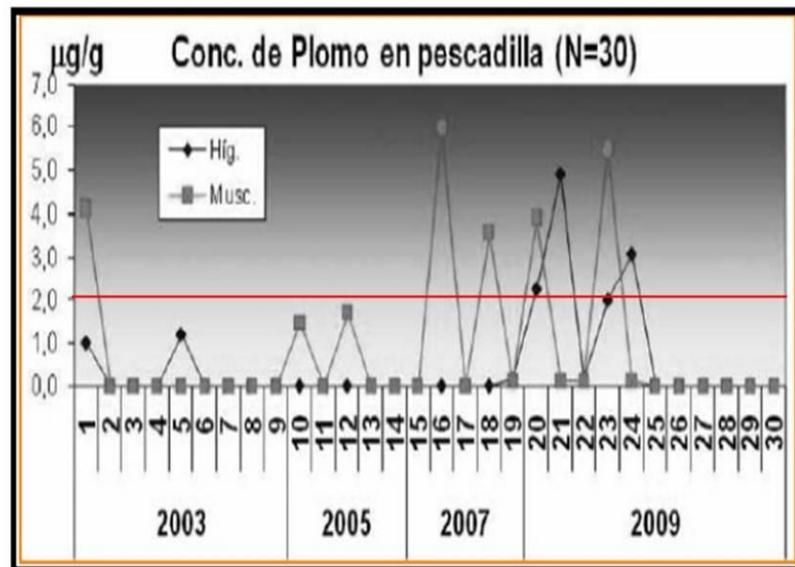
### 3.1.4.4 Contaminación en Peces

En el Anexo V se presenta un resumen de los estudios realizados sobre contaminación en peces en el estuario de Bahía Blanca.

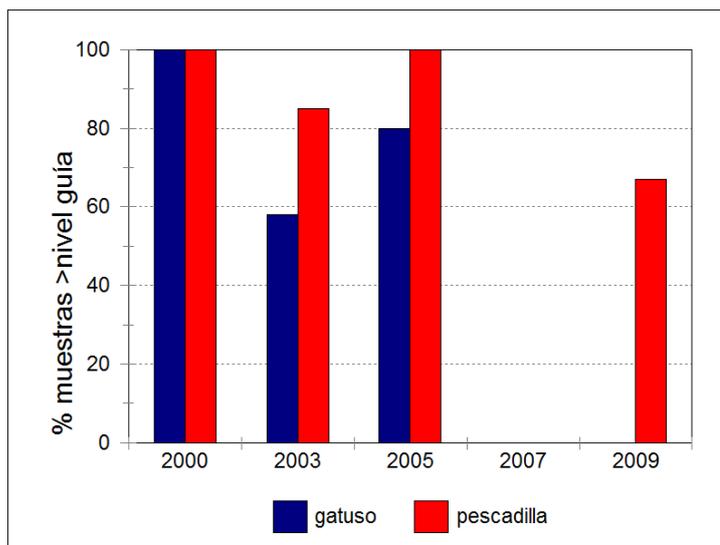
Los resultados observados a partir del año 2000 pueden resumirse en las siguientes generalizaciones.

- a) Existen marcadas diferencias espaciales en las concentraciones de metales pesados observados, aumentado en general en peces capturados en la parte más externa del estuario.
- b) Los niveles en hígado son en casi todos los casos siempre superiores a los encontrados en músculo.
- c) Ciertos metales pesados como Hg, Cu y Cr no presentan evidencias de concentración sea en músculo como en hígado independientemente de la especie o sitio de captura.

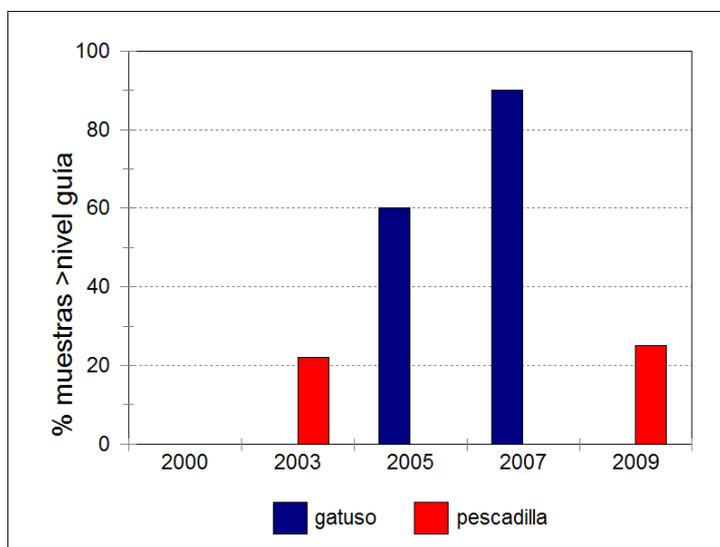
- d) La pescadilla aparece como la especie con más riesgo de consumo al detentar niveles de concentración en músculo que excedieron ocasionalmente el nivel límite y en particular el Pb a partir de 2007 (Figura 106). En base a los niveles observados, se ha sugerido que el grado de riesgo por la ingestión de esta especie es aún bajo y requeriría de una ingesta mensual significativa para dañar la salud humana, pero que el caso no debe ser desatendido (<http://www.monitorambiental.org>).
- e) Cd y Zn aparecen como los metales pesados con mayores concentraciones en hígado y Pb en menor medida (Figura 107, Figura 108 y Figura 109).
- f) Los únicos metales que registraron acumulación nula en hígado en todas las especies fueron Hg y Cr.
- g) No existe necesariamente una relación causal entre la concentración de metales pesado en peces y el impacto de las actividades industriales en el estuario debido a que los peces son organismos ubicuos y por lo tanto la bioacumulación puede tener diferentes orígenes.



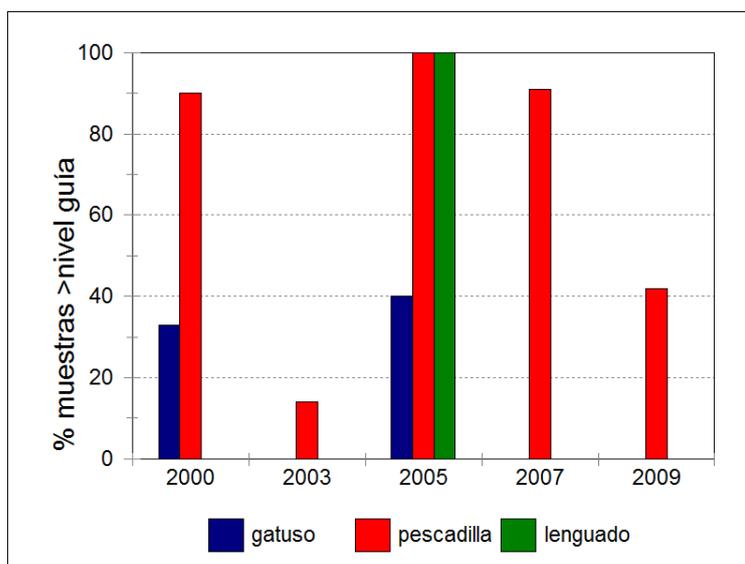
**Figura 106.** Evolución de la concentración de Pb en músculo e hígado en pescadilla (modificado de [www.monitorambiental.org](http://www.monitorambiental.org)). La línea roja indica el nivel aceptable.



**Figura 107.** Porcentajes de muestras donde se excedió el nivel guía de Cd en hígado.



**Figura 108.** Porcentajes de muestras donde se excedió el nivel guía de Pb en hígado



**Figura 109.** Porcentajes de muestras donde se excedió el nivel guía de Zn en hígado.

### 3.1.5 Reptiles

Las aguas del Mar Argentino, constituyen un área de alimentación muy importante para, al menos, tres de las siete especies de tortugas marinas del mundo: tortuga siete quillas o laúd (*Dermochelys coriacea*, Figura 110A), tortuga cabezona (*Caretta caretta*, Figura 110B) y tortuga verde (*Chelonia mydas*, Figura 110C).

Tanto la tortuga cabezona como la tortuga verde están clasificadas como especies “en peligro” por la UICN (Unión Mundial para la Naturaleza) (Hilton-Taylor, 2000). Las dos especies están incluidas en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y están protegidas por la Convención de Bonn de Especies migratorias (CMS) y de la Convención Interamericana para la Protección de las Tortugas Marinas (IAC).



**Figura 110.** Las tres especies de tortugas marinas cuya distribución incluye al estuario de Bahía Blanca en el extremo de su distribución (A y B) o que usan el área frecuentemente (C). A: Tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*); B: Tortuga Cabezona (*Caretta caretta*); y C: Tortuga Verde (*Chelonia mydas*)

La **Tortuga Laúd** es la tortuga viviente más grande y la de distribución mundial más amplia. Se la encuentra en todos los océanos, en una gran amplitud de temperaturas. Su dieta se compone básicamente de medusas y plancton gelatinoso, complementada con algas y moluscos. Los registros en el Mar Argentino corresponden a ejemplares adultos (ECOFAM s/f).

La **Tortuga Cabezona** habita aguas tropicales y subtropicales de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico. Esta especie ingiere un amplio rango de invertebrados bentónicos (crustáceos decápodos, moluscos), además de peces y algas. En las aguas del mar argentino se hallan principalmente ejemplares juveniles (ECOFAM s/f).

La **Tortuga Verde**, se encuentra en las zonas costeras en mayor frecuencia y abundancia; está presente en todos los mares tropicales e incursiona también en aguas subtropicales. Los registros para el Mar Argentino son principalmente de individuos jóvenes. Hasta hace unos pocos años, los datos conocidos remitían a registros aislados y se consideraba erróneamente que su presencia en el Mar Argentino era casual (ECOFAM s/f). La tortuga verde es una típica tortuga solitaria nectónica que ocasionalmente forma grupos de alimentación en aguas costeras con abundante pasto marino y algas.

Durante los primeros años de vida en aguas abiertas (pelágicas) del océano las tortugas verdes presentan una dieta principalmente carnívora (Bjorndal 1985; Musick y Limpus 1997). En cambio, en ambientes costeros los estadíos juveniles y adultos son predominantemente herbívoros (Bjorndal 1997). Estos hábitat de alimentación y/o desarrollo pueden ser utilizados de manera temporal o residente (Mendonça y Erhart 1982; Musick y Limpus 1997).

Estudios recientes sugieren que los juveniles tempranos de tortuga verde provienen de playas de anidación en Isla de Aves (pequeña y remota isla venezolana ubicada en el Caribe) e Isla Ascensión (ubicada en el Océano Atlántico, a medio camino entre América y África) (Prosdocimi et al., 2007).

### 3.1.5.1 Captura incidental y liberación en el área de estudio

Hasta el año 2002 la investigación de las tortugas marinas en la Argentina se llevaba a cabo a través de esfuerzos individuales, aislados y esporádicos; resultando en consecuencia subestimada la presencia de estos reptiles marinos en aguas argentinas. Sin embargo, en el año 2002 se creó el Programa Regional de Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas en la Argentina (PRICTMA) con la finalidad de optimizar y potenciar los esfuerzos de investigación y conservación de las tortugas marinas en la Argentina.

Entre las prioridades establecidas por el PRICTMA para el período 2006-2010 figura incrementar los esfuerzos de investigación en el sector costero de las provincias de Buenos Aires, Río Negro y norte de Chubut para establecer con mayor certeza el rango de distribución de las tortugas marinas en la Argentina; determinando el límite sur y la importancia de esta zona en el ciclo biológico de las diferentes especies que se registran.

Como ocurre con los mamíferos marinos, el principal riesgo para las tortugas marinas es su captura incidental en las redes de pesca, en las que frecuentemente mueren. Sin embargo, gracias a los esfuerzos en educación ambiental, las capturas accidentales de tortugas y el encuentro de individuos varados son informados a las autoridades de la Reserva cada vez con más frecuencia.

De acuerdo a lo que se espera por su abundancia, distribución y movimientos las tortugas que comúnmente aparecen en el área de influencia del Proyecto son las Tortugas Verdes jóvenes. En el área de estudio se han liberado ya al menos cuatro ejemplares juveniles de Tortugas Verdes que habían sido capturados de manera incidental por pescadores de la zona (Tabla 34).

**Tabla 34.** Individuos de Tortuga Verde (*Chelonia mydas*) capturados accidentalmente por pescadores, y liberados luego en el estuario de Bahía Blanca. Se indica el nombre con que fueron bautizados, las fechas de captura y liberación y si fueron o no marcadas con rastreadores satelitales. Fuente: [http://www.seaturtle.org/tracking/?project\\_id=280](http://www.seaturtle.org/tracking/?project_id=280)

Nombre	Edad	Fecha (captura)	Fecha (liberación)	Seguimiento
Manu	Juvenil	12/02/2008	15/02/2008	Sí
Junior	Juvenil	21/04/2008	24/04/2008	Sí
Checho	Juvenil	21/04/2008	24/04/2008	No
Huracán	Juvenil	11/12/2008	17/12/2008	Sí

La primera de las tortugas (bautizada como Manu para su identificación) fue capturada por pescadores artesanales en Villa del Mar; y las últimas tres (Junior, Checho y Huracán) fueron capturadas en el Canal del Embudo también por pescadores artesanales.

La primera tortuga fue liberada en la localidad de Villa del Mar, a 800 metros de la costa (Figura 111). Participaron de la misma, chicos de la colonia de vacaciones de la Escuela 15 de Villa del Mar, el Club Punta Alta, los guardaparques de la Reserva Natural de Usos Múltiples Bahía Blanca, Bahía Falsa y Bahía Verde y los pescadores artesanales que la atraparon en sus redes de manera accidental.



**Figura 111.** Momento de la liberación de una Tortuga Verde juvenil marcada con un rastreador satelital en las aguas del estuario de Bahía Blanca. Fuente: <http://www.opds.gba.gov.ar/index.php/articulos/ver/160>

Gracias al seguimiento satelital de estas tres tortugas marcadas, se pudo corroborar que las Tortugas Verdes usan intensamente las aguas costeras de la provincia de Buenos Aires, Uruguay y sur de Brasil. En base a lo informado por Falabella et al. (2009) el frente salino del Río de la Plata, la Bahía Samborombón y el estuario de Bahía Blanca constituyeron las principales áreas de uso en a lo largo de todo el año.

### 3.1.6 Aves

#### 3.1.6.1 Descripción General

Las características particulares del estuario de Bahía Blanca, en el que se halla contenida el área de influencia directa del Proyecto, que incluyen extensas zonas intermareales fangosas, numerosas islas de baja altura, canales de marea, bancos y playas de arena y limo, dunas costeras, salinas y bañados de agua salobre, crean un mosaico de ambientes diversos con reconocida importancia para la actividad de las aves (Yorio, 1998).

En la década del 80, tras sobrevolar la zona para la confección de un atlas de aves playeras sudamericanas, se concluyó que el área de Bahía Blanca no era un lugar donde la abundancia de estas aves fuera importante (Morrison y Ross, 1989). Sin embargo, tras estudios más detallados, el área ha cobrado valor para la conservación de estas y otras aves y, en consecuencia, una importante zona del estuario se encuentra protegida.

En este sentido, dos de los diez objetivos de la *Reserva Natural de usos múltiples Bahía Blanca, Bahía Falsa y Bahía Verde*, se basan expresamente en la protección, estudio y conservación de las aves, fundamentalmente de la gaviota cangrejera (*Larus atlanticus*), así como también de especies de chorlos, playeros y otras aves migratorias. Dada su importancia para la conservación la reserva antes mencionada ha sido catalogada por Aves Argentinas / Asociación ornitológica del Plata como un Área Importante para la Conservación de las Aves (AICA) (Ver Punto 3.2).

Los extensos intermareales son un hábitat muy utilizado por aves playeras (chorlos y playeros) (Rabuffetti, 2005); son sitio de nidificación de una rica avifauna acuática y zona de descanso e invernada de un gran número de especies migratorias (Yorio, 1998). Delhey y Petracci (2004) registraron un total de 59 especies que utilizan el ambiente costero y marino del área, las cuales corresponden a 10 órdenes y 16 familias. El orden Charadriiformes, que incluye a las aves limícolas así como a las gaviotas y gaviotines, constituye el 50% de las especies registradas.

Un punto interesante a destacar en cuanto a la avifauna comúnmente encontrada en la zona es que más del 50% de las especies son migratorias o parcialmente migratorias, de las cuales la mayoría son visitantes estivales. Estas especies (VE, en Tabla 35) pertenecen al sistema migratorio Neártico, son especies que se reproducen en la región neártica de América del Norte y pasan el invierno boreal en Sudamérica, donde es verano. Las visitantes invernales (VI, en Tabla 35) pertenecen al sistema migratorio Neotropical ya que tanto sus áreas reproductivas como de invernada se encuentran dentro del subcontinente Sudamericano.

La particularidad de las aves migratorias en cuanto a su conservación es que no sólo están expuestas al desgaste que involucra desplazarse notables distancias, sino que su vulnerabilidad es de difícil manejo ya que responde a las condiciones ambientales particulares que enfrentan en cada uno de los sitios que visitan.

En la Tabla 35 se presentan las aves raras, escasas, comunes y muy comunes informadas por Delhey y Petracci (2004) para el área del estuario de Bahía Blanca, las cuales constituyen el 56% del total de aves registradas. El restante 44% incluye especies accidentales y ocasionales y sólo serán comentadas aquellas con una particular importancia de conservación.

**Tabla 35.** Lista de especies raras (R), escasas (E), comunes (C) y muy comunes (MC) (columna 1) registradas en el estuario de Bahía Blanca y alrededores según Delhey y Petracci (2004) y según Rabuffetti (2005) (D y R en columna 5, respectivamente). Se indica también si las aves nidifican (N) o probablemente nidifican (PN) en el área (columna 2); su estatus como residentes (Rs), visitantes invernales (VI) o estivales (VE) (columna 3) y su estatus de conservación según Lopez-Lanús (2008) (columna 4) según sean no amenazadas (NA), vulnerables (VU), amenazadas (AM) o en peligro (EN). Los signos de pregunta indican falta de información para determinar el estatus de la especie con seguridad.

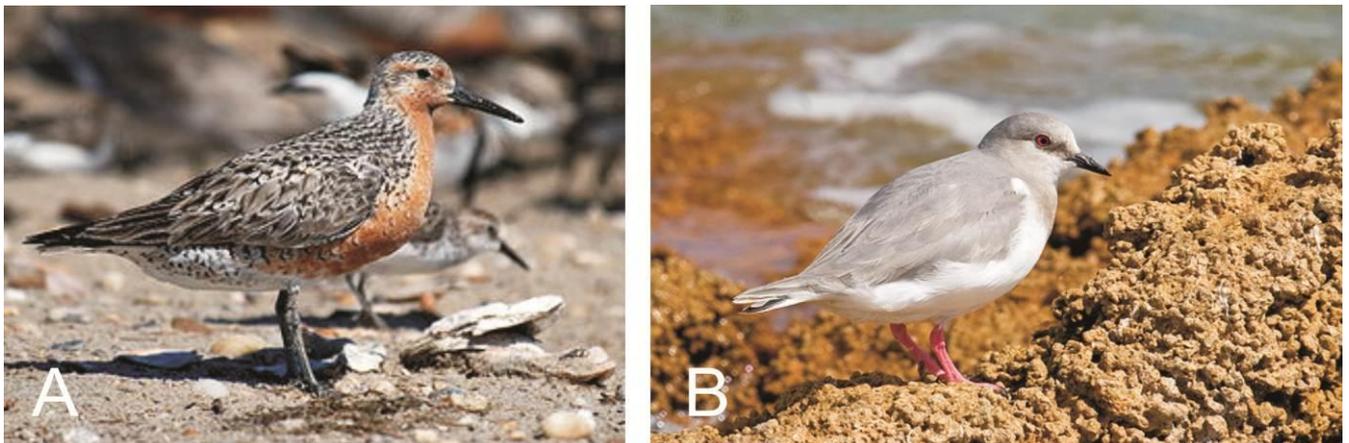
Familia	Nombre común	Nombre científico	1	2	3	4	5	
Podicipidae	Macá Grande	<i>Podiceps major</i>	C		Rs VI	NA	D	
Phalacrocoracidae	Biguá	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	C	PN	Rs	NA	D	
Ardeidae	Garza Mora	<i>Ardea cocoi</i>	C	N	Rs	NA	D	
	Garcita Blanca	<i>Egretta thula</i>	C	N	Rs	NA	D	
Phoenicopteridae	Flamenco Austral	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	C	PN	Rs VI	NA	D	
Rallidae	Burrito Negruzco	<i>Porzana spiloptera</i>	E	PN	Rs?	VU	D	
Haematopodidae	Ostrero Común	<i>Haematopus palliatus</i>	MC	N	Rs	NA	D	
Recuvirostridae	Tero Real	<i>Himantopus melanurus</i>	MC		Rs	NA	D	
Charadriidae	Tero Común	<i>Vanellus chilensis</i>	C		Rs	NA	D	
	Chorlo Pampa	<i>Pluvialis dominica</i>	C		VE	NA	D	
	Chorlo Ártico	<i>Pluvialis squatarola</i>	R?		VE	NA	D	
	Chorlo Ceniciento	<i>Pluvianellus socialis</i>				EN	R	
	Chorlito Doble Collar	<i>Charadius falklandicus</i>	MC	PN	VI	NA	D	
	Chorlito Palmado	<i>Charadius semipalmatus</i>	E		VE	NA	D	
	Chorlito de Collar	<i>Charadius collares</i>	R		Rs	NA	D	
	C. Pecho Colorado	<i>Charadius modestus</i>	E		VI	VU	D	
	Pitotoy Grande	<i>Tringa melanoleuca</i>	C		VE	NA	D	
	Pitotoy Chico	<i>Tringa flavipes</i>	C		VE	NA	D	
Scolopaciidae	Playerito Canela	<i>Tryngites subruficollis</i>	R		VE	AM	D	
	Vuelvepedras	<i>Arenaria interpres</i>	R		VE	NA	D	
	Playerito Blanco	<i>Calidris alba</i>	R?		VE	NA	D	
	Playero Rojizo	<i>Calidris canutus</i>	E		VE	EN	D	
	Playerito Unicolor	<i>Calidris bairdii</i>	E		VE	NA	D	
	P. Rabadilla Blanca	<i>Calidris fuscicollis</i>	MC		VE	NA	D	
	Playero Trinador	<i>Numenius phaeopus</i>	R?		VE	NA	D	
	Becasa de Mar	<i>Limosa haemastica</i>	C		VE	NA	D	
	Chionidae	Paloma Antártica	<i>Chionis alba</i>	E		Rs VI	VU	D
		Gaviota Cocinera	<i>Larus dominicanus</i>	MC	N	Rs	NA	D
Gaviota Cangrejera		<i>Larus atlanticus</i>	MC	N	Rs	AM	D	
G. Capucho Café		<i>Larus maculipennis</i>	MC	PN	Rs	NA	D	
Laridae	Gaviotín Pico Grueso	<i>Gelochelidon nilótica</i>	C	PN	Rs	NA	D	
	Gaviotín Lagunero	<i>Sterna trudeaui</i>	C	PN	Rs	NA	D	
	Gaviotín Real	<i>Sterna maxima</i>	E	PN	Rs?	NA	D	
	Rayador	<i>Rynchops niger</i>	C	PN	Rs?	NA	D	

**3.1.6.2 Especies en Peligro**

El **Playero Rojizo** (*Calidris canutus*, Figura 112A) nidifica en el ártico canadiense y realiza una de las migraciones más largas conocidas en el mundo hacia América del Sur, donde pasa la temporada no reproductiva en las costas del sur de la Patagonia (Hayman et al. 1986). Las migraciones, tanto hacia el norte como hacia el sur, no son realizadas en un vuelo sino que las aves paran a alimentarse con frecuencia en varias zonas de la costa patagónica, entre ellas, el estuario de Bahía Blanca. Por ejemplo, en el área se han registrado grupos de entre 50 y 500 individuos (Blanco et al. 2007). La población de esta especie ha experimentado una notable disminución en los últimos años, cercana al 50%, por lo que se halla en peligro (Baker et al. 2004, Lopez-Lanus 2008).

Como otros chorlos y playeros migratorios (Fam. Charadriidae y Scolopacidae) presentes en el área, se trata de aves limícolas de ambientes palustres, de costas marinas o estuarios. En el área se destacan el Chorlo Pampa (*Pluvialis dominca*), varias especies de playeros (*Calidris spp.*) y la Becasa de Mar (*Limosa heamastica*). También hay varios registros ocasionales del playerito canela (*Tryngites subruficollis*, ver más adelante) (Rabuffetti, 2005). Ambos grupos son no nadadores que buscan su alimento (pequeños invertebrados bentónicos) caminando.

En los salitrales, además, se destaca la presencia de otra especie en peligro, el **Chorlo Ceniciento** (*Pluvianellus socialis*, Figura 112B). La especie nidifica en el extremo sur de la Argentina y si bien una parte de la población inverna en la misma región, otra parte lo hace más al norte, siendo el área de estudio cercana al límite de su distribución en Buenos Aires. En esta última provincia es ocasional, y se considera un visitante invernal con pocos registros (Narosky y Di Giacomo, 1993), la mayoría de los cuales provienen de las Salinas Chicas, cerca de Bahía Blanca, que es el único sitio con registros de bandadas grandes (Delhey et al. 2001a).



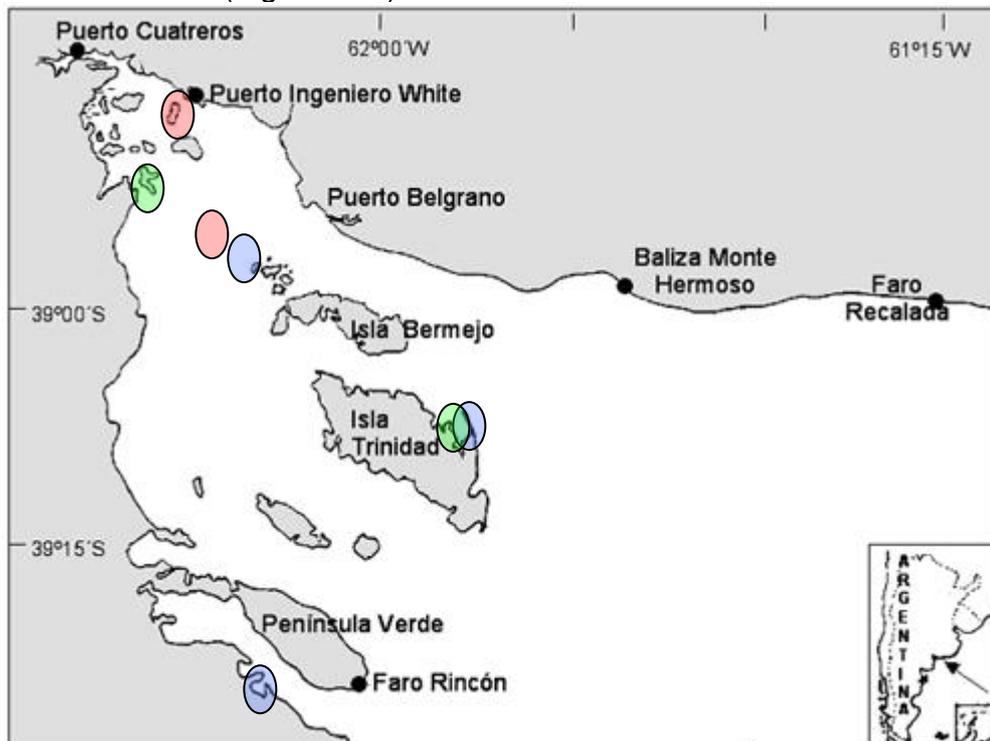
**Figura 112.** Fotos de las dos especies presentes en el área cuyo estatus de conservación es en Peligro (Lopez-Lanus et al. 2008). A: Playero Rojizo (*Calidris canutus*) y B: Chorlo ceniciento (*Pluvianellus socialis*).

**3.1.6.3 Especies Amenazadas**

Dentro de este grupo de especies la que más se destaca en el área es la **Gaviota Cangrejera** (o gaviota de Olrog, *Larus atlanticus*). Esta especie es muy frecuente en los ambientes costeros y cangrejales típicos del área de estudio ya que su dieta está constituida principalmente por cangrejos de los géneros *Chasmagnathus* y *Cyrtograpsus* durante la primavera, verano y otoño. En invierno, en cambio se alimenta principalmente de cirripedios que obtiene de los muelles donde se encuentran adheridos (Delhey et al. 2001b). También se a indentificado como parte de la dieta de invierno desechos de la industria pesquera, mejillones, insectos, granos y desechos varios (Delhey y Petracci, 2004).

La Gaviota Cangrejera es de particular interés en el área ya que es endémica de una pequeña región que comprende desde el sur de Brasil hasta la costa patagónica de Argentina, concentrándose en gran número en el estuario de Bahía Blanca y zonas aledañas. En este sentido, a partir de 2008 y gracias al esfuerzo de varias asociaciones se lleva a cabo un programa de anillado de la especie especialmente en una colonia de nidificación que se encuentra frente al puerto de Ingeniero White, y la conservación y protección de esa colonia fue declarada de interés provincial.

La vulnerabilidad de la especie reside en que posee una población relativamente pequeña y sus áreas de nidificación están concentradas en unas pocas localidades. Aproximadamente el 60% de su población reproductiva podría nidificar en el área de la Reserva de usos múltiples. Sin embargo, una de las colonias reproductivas más grandes (1635 parejas, 3500 nidos) se encuentra fuera del AICA, frente al puerto de Ingeniero White (Rabuffetti, 2005) y el 90% de su población se reproduce en una pequeña región que abarca el sur de la provincia de Buenos Aires (Figura 113).



**Figura 113.** Ubicación de colonias de nidificación de gaviotas en el estuario de Bahía Blanca. Se muestran colonias de Gaviota Cangrejera según Petracci et al (2008) que fueron abandonadas antes de 2008 (en azul), y que al menos hasta el momento estaban activas (en rojo). En verde se muestran colonias de Gaviota Cocinera en base a Yorio et al. (1998)

Esta zona, fue identificada además como una de las 20 áreas prioritarias para la conservación de aves migratorias neárticas del cono sur de Sudamérica. Estas especies están protegidas a nivel nacional por la Ley 23.918 de la Convención sobre Conservación de Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS) en su máxima categoría (Apéndice I). La Argentina es parte firmante. La Gaviota Cangrejera y las aves migratorias además fueron declaradas como especies emblemáticas de la ciudad (Ordenanza 12.671/04).

La especie nidifica en islas e islotes bajos, generalmente cercanos a ambientes intermareales con presencia de cangrejos (Yorio et al. 1997) y forma colonias muy densas en asociación con la Gaviota Cocinera, que también nidifica en el área (Figura 113). **La reproducción comienza durante el mes de septiembre con la construcción de nidos poco elaborados en áreas de vegetación baja, donde pone sus huevos desde fines de septiembre hasta principios de octubre** (Delhey y Petracci 2004).

Una característica importante de la nidificación de esta especie es que suele cambiar sus áreas de nidificación periódicamente, lo que se evidencia en el abandono de colonias usadas y el reciente descubrimiento de colonias nuevas (Petracci et al. 2008). Esto es de particular interés para la conservación de la especie, ya que esta característica dinámica debe ser tenida en cuenta al momento de establecer criterios para su conservación.

Se cree que los juveniles abandonan el área dirigiéndose hacia el norte por lo que, de acuerdo a Delhey y Petracci (2004), la proporción de adultos observada en el área es mucho mayor durante la época no reproductiva (hasta del 95% en Puerto Cuatros).

El **Playerito Canela** (*Tryngites subruficollis*) es otra especie amenazada que se puede observar en el área. La especie nidifica de manera dispersa en América del Norte y pasa el invierno en un área relativamente pequeña de Argentina, Uruguay y Brasil. Actualmente se encuentra en peligro dado su bajo número poblacional, que se estima por debajo de los 15000 individuos (Brown et al. 2001). El área de estudio se encuentra en el extremo sur de su área de invernada (Lanctot et al. 2002) y si bien la especie no es muy común en el área, de acuerdo a Blanco et al. (2007) se ha registrado en grupos de entre 6 y 20 individuos.

#### 3.1.6.4 Especies Vulnerables

Las especies vulnerables más frecuentemente observadas en el área, si bien sus abundancias son escasas, son el **Chorlito Pecho Colorado** (*Charadrius modestus*) y la **Paloma Antártica** (*Chionis alba*). La primera especie está presente en otoño y primavera durante su paso hacia y desde sus áreas de invernada y reproducción, por fuera del área, y utiliza asiduamente el intermareal y las zonas de marismas para alimentarse. La segunda especie, en cambio, suele estar asociada a colonias de aves marinas y lobos marinos donde encuentra su alimento. En el área ha sido registrada en la Isla del Puerto, en Puerto Cuatros y en un apostadero de lobos marinos de la Isla Trinidad (Delhey y Petracci 2004).

En áreas marinas frente a la isla Trinidad se pueden observar individuos adultos y juveniles de **Albatros Ceja Negra** (*Thalassarche melanophris*) y **Petrel Gigante Común** (*Macronectes giganteus*), ambas categorizadas como vulnerables (Rabuffetti 2005, Lopez-Lanús et al. 2008). Estas especies son de hábitos mayormente marinos por lo que suelen observarse sólo de manera ocasional en el estuario.

El **Cauquén Común** (*Chloephaga picta*, Familia Anatidae) puede ser observado ocasionalmente durante su migración hacia y desde la Patagonia en primavera y otoño (Dehley y Petracci 2004). Esta especie junto con otras de esta familia (e.g., patos y cisnes) y de la familia Rallidae (e.g., gallaretas y gallinetas) son ocasionales visitantes del estuario pero pueden ser observadas con frecuencia en las desembocaduras de los canales y bañados adyacentes.

En estos últimos ambientes, principalmente en la parte alta del intermareal, se han observado individuos de **Burrito Negruzco** (*Porzana spiloptera*), una especie vulnerable especialmente por sus hábitos inconspicuos que dificultan su estudio y en consecuencia, el registro de información necesaria para evaluar sus requerimientos.

### 3.1.6.5 Especie No Amenazadas

Hay varias especies no amenazadas, pero que son de interés por ser sumamente abundantes en el área según Delhey y Petracci (2004). Entre las limícolas se pueden observar, desde las más abundantes a las menos abundantes al **Playerito Rabadilla Blanca** (*Calidris fuscicollis*), que compone el 60% del total de las aves limícolas observadas, al **Chorlito Doble Collar** (*Charadrius falklandicus*, 16%), a la **Becasa de Mar** (*Limosa haemastica*, 8%), al **Ostrero Común** (*Haematopus palliatus*) y al **Tero Real** (*Himantopus malanurus*). Las primeras tres especies son migratorias y sólo visitan el área estando de paso hacia sus áreas reproductivas, ya que ninguna de ellas nidifica en el área (Tabla 35). Las dos últimas, en cambio, se pueden observar en el área a lo largo de todo el año aunque sólo el Ostrero Común ha sido confirmado como nidificante en el sitio (Tabla 35).

Dentro de las gaviotas, las más comunes (además de la Gaviota Cangrejera, Figura 114A) son la **Gaviota Cocinera** (*Larus dominicanus*, Figura 114B) y la **Gaviota Capucho Café** (*Larus maculipennis*, Figura 114C). Todas estas especies son residentes y nidifican en el área (Tabla 35). Estas gaviotas se diferencian en su comportamiento de alimentación (la Gaviota Cangrejera es altamente especialista y se alimenta casi exclusivamente de cangrejos, mientras que las otras dos especies son generalistas), sus ambientes preferidos (la Gaviota Capucho Gris utiliza mayormente ambientes de agua dulce, mientras que las otras dos especies frecuentan los de aguas más salobres) y en sus características morfológicas. En cuanto a esto último, la gaviota Cangrejera y la Cocinera poseen un plumaje bastante similar pero se diferencian entre sí porque la primera posee una notable faja caudal negra y la punta del pico negra y roja, mientras que la segunda posee únicamente una mancha roja en la mandíbula inferior. La Gaviota Capucho Gris es fácilmente distinguible por su plumaje ya que posee el dorso gris y una mancha auricular parda y, además, presenta un característico capuchón negruzco durante la estación reproductiva (Figura 114, Narosky y Yzurieta, 2010).



**Figura 114.** Fotos de las tres especies de gaviotas más comunes en el área. A: Gaviota Cangrejera (*Larus atlanticus*); B: Gaviota Cocinera (*Larus dominicanus*) y C: Gaviota Capucho Café (*Larus maculipennis*).

**3.1.6.6 Relevamiento de Campo**

Como parte de las tareas de reconocimiento del área de estudio, se realizó el día 11 de mayo del año 2011 una recorrida desde el medio terrestre a la zona de Puerto Galván. La misma fue complementada luego mediante un recorrido embarcado realizado en día 12 de mayo, el cual comprendió la zona entre Ing. White y Puerto Galván. Dicho recorrido fue realizado durante marea baja.

Dentro de las especies que se observaron con mayor frecuencia se destacaron las gaviotas (principalmente *Larus dominicanus*). Ya en la zona portuaria, sobre las diversas estructuras, se observo la presencia gaviotas cocineras y cangrejera (*Larus dominicanus* y *L. atlanticus*). Observándose la presencia de adultos y juveniles. Además de estas especies se observó la presencia de biguá (*Phalacrocorax brasillianus*) (Figura 115).



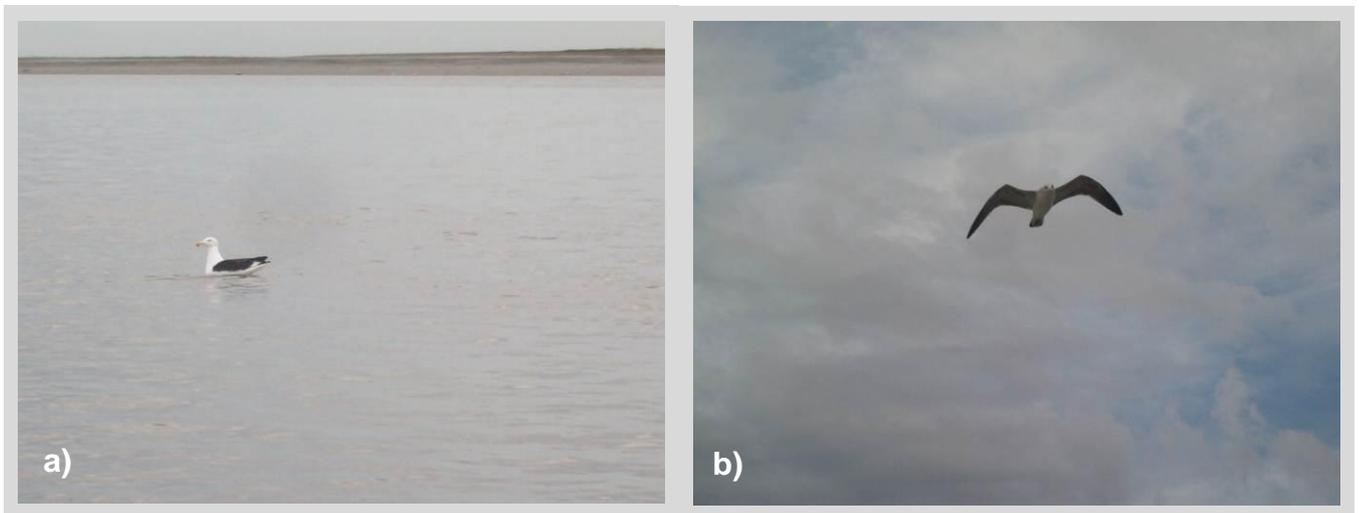
**Figura 115.** Aves en zona portuaria. a) y b) Gaviotas Cangrejera y Cocinera, c) Biguá y Gaviotas.

Al abandonar el sector portuario, en las llanuras intermareales donde se observó la presencia de cangrejal y de marismas, fue posible observar una gran cantidad de aves, haciendo uso de estas zonas, entre las que se pueden destacar las gaviotas, el ostrero común (*Haematopus palliatus*) y el tero real (*Himantopus melanurus*).



**Figura 116.** Aves en la llanura de marea localizada entre Puerto Galván y Puerto Cuatros. a) Gaviotas en las inmediaciones de la Reserva Costera Municipal, b) Garza Blanca en las cercanías del canal del Pererrey.

En menor abundancia fueron también observados ejemplares de garza blanca (*Egretta thula*), flamenco austral (*Phoenicopterus chilensis*), playerito rabadilla blanca (*Calidris fuscicollis*) y chorlito doble collar (*Charadrius falklandicus*).



**Figura 117.** Gaviotas en el Canal Principal entre Puerto Galván y Puerto Cuatros.

### 3.1.7 Mamíferos

#### 3.1.7.1 Delfines y Ballenas

De las 129 especies de mamíferos marinos descritas en el mundo, cerca del 40% (47 especies) ocurren en el Mar Argentino. De ellas, hay cuatro especies que son endémicas del sur de Sudamérica: la franciscana o delfín del Plata, el delfín austral, la tonina overa o delfín de Commerson y el delfín chileno (FCMPAI, 2008).

De las especies endémicas, sólo las franciscanas (*Pontoporia blainvillei*) son visitantes de las aguas costeras del área de influencia del Proyecto, mientras que las otras se distribuyen más al sur en el mar patagónico hasta Tierra del Fuego o en los fiordos de Chile (Canevari y Vaccaro, 2007). De las especies más ampliamente distribuidas, en cambio, varias han sido observadas en el estuario de Bahía Blanca (Tabla 36).

**Tabla 36.** Lista de ballenas y delfines registrados en el estuario de Bahía Blanca según Fidalgo (2004). A: avistamiento, E: enmallamiento en redes de pesca, y V: Varamiento

Nombre común	Nombre científico	Registro
Franciscana	<i>Pontoporia blainvillei</i>	AEV
Marsopa Espinosa	<i>Phocoena spinipinnis</i>	AE
Tonina	<i>Tursiops geophyreu</i>	AEV
Orca	<i>Orcinus orca</i>	AV
Delfín común	<i>Delphinus delphis</i>	AV
Calderón	<i>Globicephala melas</i>	AV
Ballena Minke	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	AV
Ballena Franca Austral	<i>Eubalaena australis</i>	AV

En el estuario de Bahía Blanca, las Franciscanas, las Marsopas Espinosas y las Toninas son las especies más comunes. Al ser especies que usualmente prefieren aguas costeras de poca profundidad e incluso suelen ingresar a los ambientes que poseen agua dulce, no es raro que sean accidentalmente capturadas con redes de pesca artesanales (Fidalgo, 2004).

Las últimas cinco especies de la lista, en cambio, si bien pueden avistarse con alguna frecuencia, usan preferencialmente las aguas más profundas y alejadas de la costa por lo que no serán tenidas en consideración en el presente informe (Canevari y Vaccaro, 2007). Sin embargo, es importante destacar que el mayor desafío que presentan todas las especies de mamíferos marinos son la contaminación y la pesca tanto industrial como artesanal (Marcovecchio et al., 1994). Ambas variables dependen altamente de lo que ocurre en la costa, y cualquier medida de mitigación que favorezca a las especies que frecuentemente visitan el estuario estará favoreciendo, también, a todas las demás.

Las **Toninas** (Figura 118B) son las más abundantes, tienen generalmente hábitos costeros y su distribución alcanza los 20 metros de profundidad, aproximadamente. Su color es gris acerado, aclarándose hacia la zona ventral, y es fácilmente distinguible por su aleta triangular y su comportamiento conspicuo (suele dar saltos acrobáticos y seguir a las embarcaciones). Su alimentación es de peces costeros, como pejerreyes, brótolas o róbalo, entre otros, y de invertebrados (como pulpos y cangrejos) de las zonas litorales y secundario-litorales, y es una especie protegida según el Apéndice II CITES (Fidalgo 2004, Canevari y Vaccaro, 2007).

La **Marsopa espinosa** (Figura 118C) habita áreas someras de las costas de Sudamérica, desde San Pablo hasta el Cabo de Hornos en el Atlántico y desde Perú a Tierra del Fuego en el Pacífico. Su cuerpo es de color gris oscuro a negro, su hocico es romo y su cabeza redondeada. Se reconoce, además, por poseer tubérculos dérmicos o “espinas” en su aleta dorsal, aunque es difícil de observar por su comportamiento tímido. Su dieta es de peces costeros y es una especie protegida según el Apéndice II CITES. En el área de estudio ha sido avistada en Bahía Falsa y Bahía verde de a grupos de tres a cinco ejemplares (Fidalgo 2007, Canevari y Vaccaro, 2007).



**Figura 118.** Fotos (y gráfico) de las especies más comúnmente registradas en la zona del estuario de Bahía Blanca. A: Franciscana (*Pontoporia blainvillei*); B: Tonina (*Tursiops gepgyreux*), y C: Marsopa espinosa (*Phocoena spinipinnis*).

Las **Franciscanas** (Figura 118A) son uno de los delfines menos conocidos y más pequeños (nunca superan los 2 metros), y es la especie con los mayores problemas de conservación entre los mamíferos marinos de la región. Habitan en una franja estrecha de aguas costeras entre la costa y los 30 m de profundidad, que va desde el centro-sur de Brasil hasta la costa norte del Golfo san Matías en el norte de la Patagonia Argentina (Crespo et al. 1998). Tiene un pico extremadamente largo, la cabeza algo abultada y su color es principalmente marrón, algo más claro hacia los flancos y el vientre (Pinnedo et al. 1989). Su dieta está basada en peces, calamares, pulpos y camarones (Pinnedo 1982).

Es una especie difícil de observar por su pequeño tamaño, comportamiento tímido y porque suele ser más bien solitaria, aunque se han observado manadas de entre 2 y 15 individuos. Como se mencionó anteriormente, las capturas incidentales son el más serio problema para esta especie a lo largo de toda su distribución, siendo la provincia de Buenos Aires uno de los lugares con mayores tasas de mortalidad (Perez Macri y Crespo, 1989).

En el área de estudio es considerada emblemática, se han producido numerosos varamientos y avistajes en diversos canales dentro de la Reserva Natural y es frecuentemente capturada de manera incidental por los pescadores de la zona (Fidalgo, 2004).

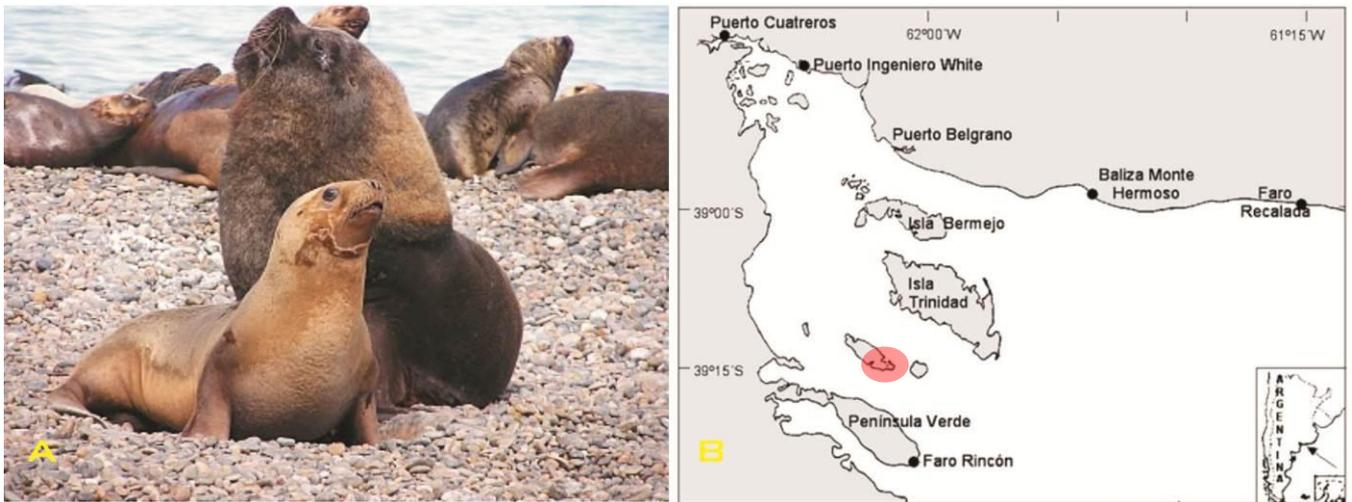
### 3.1.7.2 Lobos y Leones marinos

El Lobo Marino Austral (*Arctocephalus australis*) se distribuye a lo largo de las costas e islas de Sudamérica, desde Tierra del Fuego hasta Recife (Brasil), y es observada sólo ocasionalmente en el área de estudio, a la que se acerca en búsqueda de alimentos como calamares, crustáceos y peces (Fidalgo 2004).

El **Lobo Marino de un Pelo** ó León marino (*Otaria flavescens*), por el contrario, es frecuentemente avistados e incluso posee una colonia dentro de la Reserva Natural (Fidalgo 2004). La especie se alimenta de calamares, pulpos y variadas especies de peces costeros como mero, pejerrey y sargo. Los machos, de un tamaño mucho mayor al de las hembras, se caracterizan por poseer una melena oscura alrededor del cuello (Figura 119A).

Existen dos grandes núcleos de colonias reproductivas: uno en Uruguay y otro que se extiende desde Punta Bermeja, en Río negro, hasta el canal de Beagle (Túnez et al. 2008). En consecuencia, la costa de la provincia de Buenos Aires representaría un área de conexión entre ambas (Giardino 2006, Crespo et al. 2008).

Uno de los apostaderos de estos lobos en la provincia de Buenos Aires se ubica en la Punta Lobos de la Isla Trinidad, en el estuario de Bahía Blanca (Figura 119B). Se encuentra ubicado en una playa de sustrato arenoso que en bajamar tiene un ancho variable de 300 a 400 metros y un declive suave (Petracci et al. 2010).



**Figura 119.** (A) Foto de una hembra (al frente) y un macho (detrás) de lobo marino de un pelo (*Otaria flavescens*). (B) Mapa de ubicación de la colonia no reproductiva ubicada dentro del estuario de Bahía Blanca, en la Punta Lobos de la Isla Trinidad en base a (Petracci et al 2010)

En esta colonia se observaron hasta un total de 150 individuos durante la primavera, y registros muy bajos durante el verano. Los individuos registrados son mayormente machos adultos y subadultos (Fidalgo 2004, Petracci et al. 2010) por lo que, aunque se han registrado algunos avistamientos de hembras y juveniles en las zonas con mayor influencia marina del estuario (Fidalgo 2004), se trataría esencialmente de una colonia no reproductiva.

La colonia sería de tipo estacional que la especie utilizaría como un sitio de paso o descanso fuera de la temporada de cría, y aquellos individuos sexualmente maduros se desplazarían luego hacia otras colonias con fines reproductivos (Petracci et al. 2010).

Además de en la mencionada colonia, en el área de estudio se han producido avistamientos esporádicos de animales enfermos o heridos y parejas solitarias varios kilómetros adentro del arroyo Napostá, y a lo largo de la playa. Dado que estos animales se alimentan de las presas usualmente buscadas por los pescadores, es muy común que queden atrapados de manera accidental en las redes, e incluso se han registrado señales de daño intencional en los animales que aparecen muertos en la costa (Fidalgo 2004).

### 3.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

#### Reserva de Usos Múltiples Bahía Blanca, Bahía Falsa y Bahía Verde

La Reserva de Usos Múltiples Bahía Blanca, Bahía Falsa y Bahía Verde protege casi la totalidad del ecosistema del estuario de Bahía Blanca, desarrollándose en la misma, no obstante, actividades de ganadería en zonas altas, agricultura muy localmente, turismo y recreación, pesca artesanal y deportiva (Di Giacomo, 2005; Di Giacomo, et al., 2007).

La reserva fue creada el 21 de marzo de 1991 por la Ley 1074/91, y luego fue instrumentada como Reserva Natural de Usos Múltiples por la Ley 11.074, ratificada esta última en el año 1998 por la Ley Provincial N° 12.101. La reserva tiene una superficie de 30.000 ha de tierras y de 180.000 ha de aguas, estando caracterizada por la presencia de marismas pseudoestuariales y costa marina, comunidades salobres y de monte.

La reserva cuenta con una implementación básica para lo cual se han asignado medios y se ha realizado la selección, regularización y control de las actividades humanas compatibles con la conservación del área y su integración en el Plan de Manejo. Como parte de la implementación la reserva cuenta con servicio de guardaparques e infraestructura, contando con una oficina de atención, puestos de control y vigilancia en sectores de islas, un vehículo automotor, embarcación semirrigida para control náutico y medios de radiocomunicación (Dirección de Áreas Naturales Protegidas, 2008).

Esta ANP ha sido también catalogada en Di Giacomo (2005) y Di Giacomo, et al., (2007) como un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), debido a su relevancia ornitológica. Tal como se mencionó anteriormente en el Punto 3.1.6 una de las especies que más se destaca en el zona es la gaviota cangrejera o de orlog (*Larus atlanticus*), ya que según los autores un alto porcentaje de su población reproductiva podría nidificar en la zona. Al respecto, Petracci et al., (2008) reportaron varios sitios de nidificación dentro del ANP.

**Tabla 37.** Resumen de los criterios globales de selección de AICAs utilizado por Di Giacomo (2005) y Di Giacomo, et al., (2007). Bajo este criterio se incluyen las especies clasificadas como amenazadas de extinción a nivel mundial según los criterios de UICN evaluados recientemente por BirdLife International (2004). El sitio calificará como AICA si se sabe, se estima o se cree que mantiene una población de una especie categorizada como «En Peligro Crítico» (CR) o «En Peligro» (EN). Para las especies categorizadas como «Vulnerables» (VU) y «Casi Amenazadas» (NT), los niveles poblacionales necesarios para calificar al sitio como AICA se establecen según la opinión de los expertos.

Especie	Criterio
Albatros Ceja Negra ( <i>Thalassarche melanophris</i> ).	Especie Amenazada a Nivel Mundial (EN)
Flamenco Austral ( <i>Phoenicopterus chilensis</i> )	Especie Amenazada a Nivel Mundial (NT)
Gaviota Cangrejera ( <i>Larus atlanticus</i> )	Especie Amenazada a Nivel Mundial (VU)

Además de ser relevante para la gaviota cangrejera, esta zona ha sido considerada como un AICA ya que sus extensos intermareales representan un hábitat muy utilizado por aves playeras, como los chorlos y playeros, así como también por otras aves. Entre las primeras se destacan el chorlo pampa (*Pluvialis dominica*), playeros (*Calidris spp.*) y la becasa de mar (*Limosa heamastica*). Hay registros ocasionales del playerito canela (*Tryngites subruficollis*) en el área. En los salitrales ubicados en zonas aledañas a la reserva los autores destacan la presencia de chorlo ceniciento (*Pluvianellus socialis*).

Entre las acuáticas y marinas, se registraron el flamenco austral (*Phoenicopterus chilensis*), el rayador (*Rynchops niger*) y la gaviota cocinera (*Larus dominicanus*). Particularmente en las áreas marinas frente a la isla Trinidad se ha registrado la presencia de individuos adultos y juveniles de albatros ceja negra (*Thalassarche melanophris*).

En áreas rurales periféricas a la reserva se observan bandadas de la loica pampeana (*Sturnella defilippii*). También en las cercanías del área se ha registrado al burrito negruzco (*Porzana spiloptera*).

Las principales amenazas del área identificadas por Di Giacomo (2005) y Di Giacomo, et al., (2007) son:

- Cercanía de las ciudades de Bahía Blanca y los puertos comerciales que generan un movimiento constante e intenso desde y hacia el polo industrial (petroquímicas, refinerías, etc) y de carga-descarga de granos que desde allí operan.
- Dragado regular del Canal Principal de Navegación lo cual genera un disturbio periódico a los ambientes bentónicos aledaños al mismo y en áreas elevadas por disposición del material dragado.
- Tráfico hacia y desde las refinerías del polo industrial, lo que representa un riesgo de accidentes de derrames de petróleo sobre todo el sistema.
- Incremento del turismo y la recreación en las islas y canales del área, los cuales son difíciles de controlar debido a la intrincada y extensa red que compone el área.
- Pesca artesanal y deportiva, las cuales son comunes en la zona ya que el área es un sitio importante de cría de numerosas especies de peces y otros organismos acuáticos.
- Impacto sobre las comunidades terrestres debido al pastoreo del ganado y quemas del matorral que cubre las principales islas.

### **Isla del Puerto**

Resulta importante mencionar que una colonia reproductiva muy grande de gaviota cangrejera, con 3800 nidos censados en el año 2005 y con valores poblacionales similares registrados para el año 2006 (Petracci, et al, 2008) se encuentra fuera de la mencionada reserva, estando localizada frente al puerto de Ingeniero White. Por esta razón, tanto la conservación y como la protección de esta colonia fue declarada de interés provincial mediante la resolución 4/05.

### **Reserva Natural Costera Municipal**

Por medio de la Ordenanza 13.892 del 2006 se Declara Reserva Natural Costera Municipal de Objetivo Definidos (según Ley 12459/00), a los terrenos municipales y a los ganados al mar sobre el frente marítimo, con superficie aproximada de 319 has y con nomenclatura catastral: Circunscripción 14, Parcela 001561 B, Partida 077851.

Los objetivos generales son la conservación y la protección del ambiente costero, el fomento de la investigación y la educación ambiental respecto a las áreas protegidas, colaborando simultáneamente en esta tarea con la Reserva Natural de Uso Múltiple Bahía Blanca, Bahía Falsa Bahía Verde.

El sector donde se ubica la reserva comprende un ambiente de transición marino-continental, siendo una costa baja, anegadiza y sinuosa, cubierta en algunos sectores por vegetación halófila. Desde el punto de vista de la fauna silvestre, uno de los fenómenos más notables de la zona es la presencia de amplios cangreiales de *Chasmagnathus granulata* que ocupan las planicies de marea y las praderas de *Spartina densiflora*.

### **Planes de Desarrollo**

Como parte del Plan de Desarrollo de Bahía Blanca (2009-2028) se considera la recuperación del ambiente estuario para lo cual está previsto la creación de un área de reserva de usos múltiples con el objetivo de preservar el área natural intermareal y sus adyacencias, permitiendo el desarrollo de actividades educativas-recreativas afines con el ambiente natural. También se ha considerado la creación del Paseo del Estuario, el cual consiste en la construcción de un camino costanero entre el muelle de pesca de la localidad de Gral. Cerri y el viejo Balneario Colón. Este proyecto también implica la construcción de pasarelas flotantes sobre el área intermareal. Esta planteado en este espacio la construcción de un acuario e instalaciones para el desarrollo de actividades de investigación por parte del IADO.

En el Plan Director General Daniel Cerri se define un área cercana al estuario como Urbanización Parque destinada la una Futura Reserva Natural (Exp. 0/00 – 7392/98). Sin embargo no se ha registrado antecedentes sobre la misma.

Por otro lado, como parte del Programa de Recuperación de Espacios Verdes y Parques está prevista la creación del Parque Náutico Canal de la Ballena, localizado en la desembocadura del arroyo Napostá, donde además esta propuesto la relocalización del Club Náutico, que actualmente se encuentra emplazado en el área portuaria.

### **Convención RAMSAR**

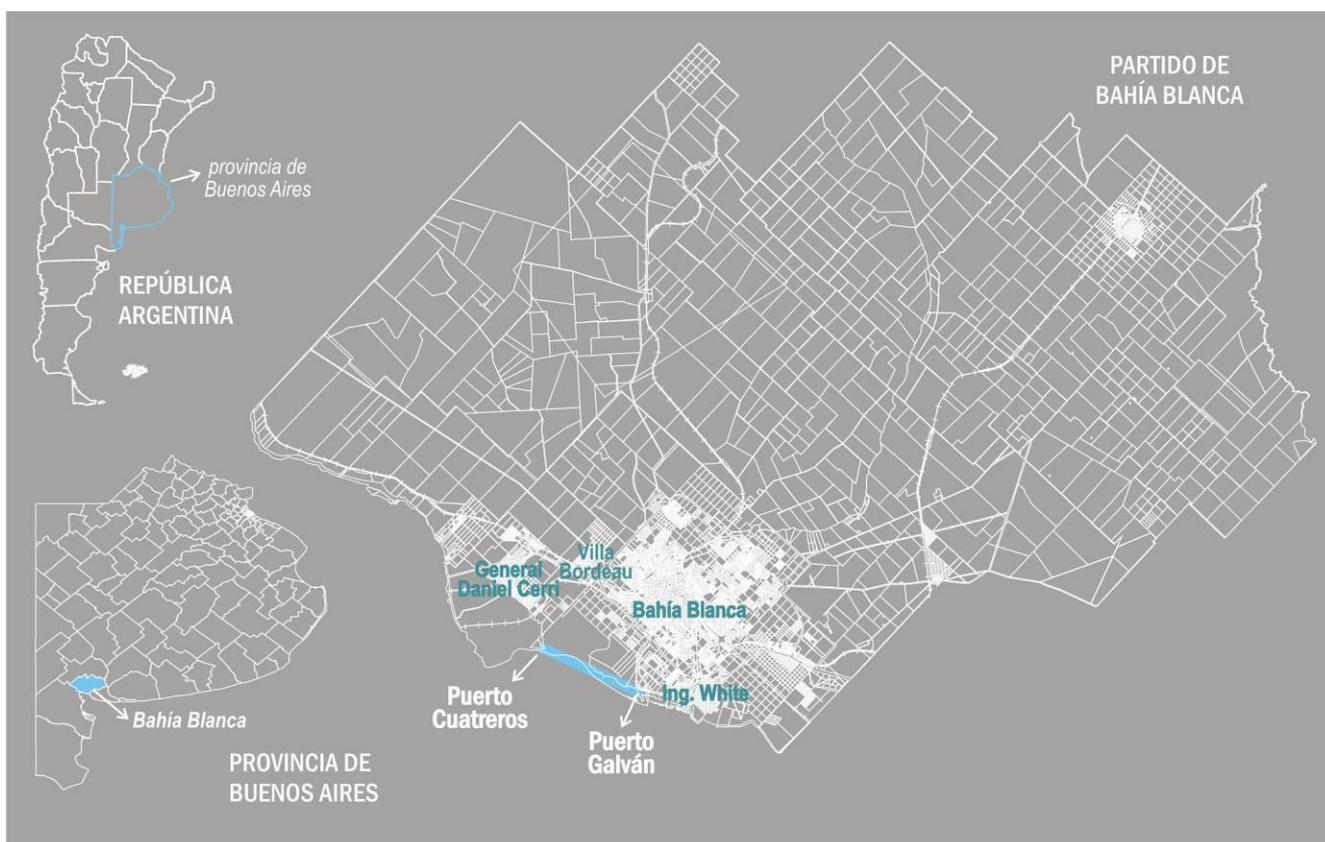
Si bien la zona no forma parte de los 19 humedales Argentinos declarados como Sitios Ramsar, según la citada convención el estuario de Bahía Blanca es un humedal marino/costero de importancia (Canevari et al., 1998).

#### 4. MEDIO ANTRÓPICO

##### 4.1 JURISDICCIONES Y ASENTAMIENTOS INVOLUCRADOS

El área bajo estudio se encuentra en el sur del partido de Bahía Blanca, el cual a su vez se emplaza en el sur de la provincia de Buenos Aires. La organización político-administrativa local adquiere la forma de municipio y abarca a toda a la extensión geográfica del partido, por lo que la autoridad local resulta el Municipio de Bahía Blanca.

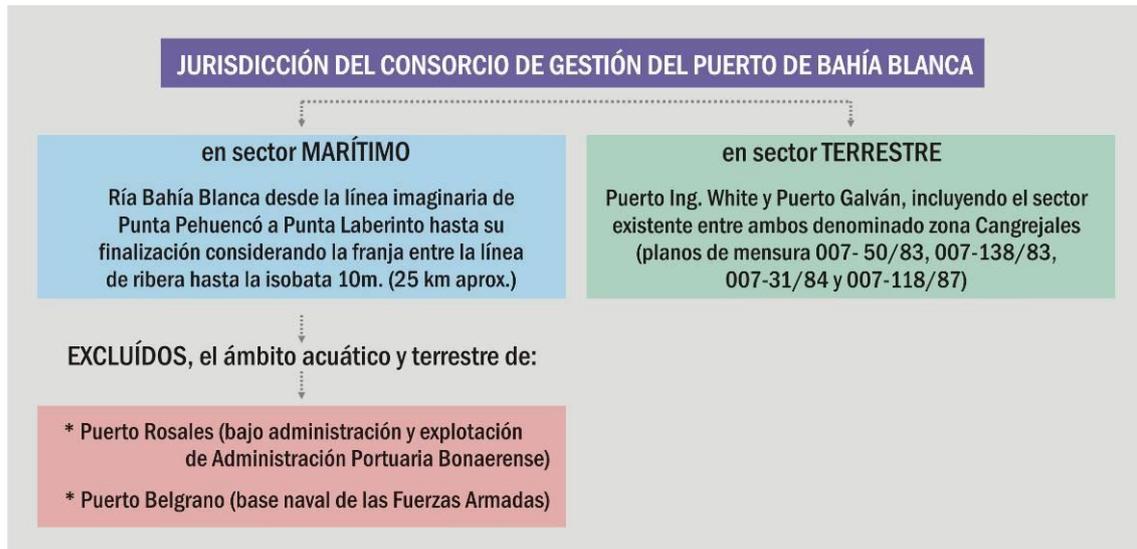
En cuanto a los asentamientos poblacionales involucrados se identifica a la localidad cabecera del partido, Bahía Blanca, centro urbano de primer nivel de jerarquía de la Región Sur de la provincia de Buenos Aires. Luego, se registran las localidades de Ingeniero White, al este de Puerto Galván; el pequeño asentamiento Villa Bordeau al oeste de Bahía Blanca y; General Daniel Cerri, al norte de Puerto Cuatrerros.



**Figura 120.** Jurisdicción y localidades en el área de influencia

Por otra parte, en el marco del proceso ligado a la descentralización y desestatización del sistema portuario argentino a comienzos de la década del 90 se sanciona la Ley Nacional N° 24.093. Esta norma estableció – además de la transferencia de los puertos del estado nacional al orden provincial correspondiente –, que los puertos de Buenos Aires, Bahía Blanca, Quequén, Rosario y Santa Fe debían constituirse en sociedades de derecho privado o entes públicos no estatales (artículo 12). Así, a través de la Ley Provincial N° 11.414, la administración y explotación del área portuaria Bahía Blanca queda bajo la órbita del creado Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca, ente de derecho público no estatal, constituyéndose en el primer puerto autónomo del país en 1993.

El siguiente esquema define los sectores bajo administración del Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca:



**Figura 121.** Esquema jurisdicción del Consorcio de Gestión del Puerto Bahía Blanca

Es dable mencionar que el CGPBB debiera ser el responsable de la administración del Puerto Cuatrerros. En la actualidad ocupa el muelle Cuatrerros el Club de Pesca y Náutica General Daniel Cerri.

## 4.2 ASPECTOS SOCIODEMOGRÁFICOS

### 4.2.1 Población y Densidad

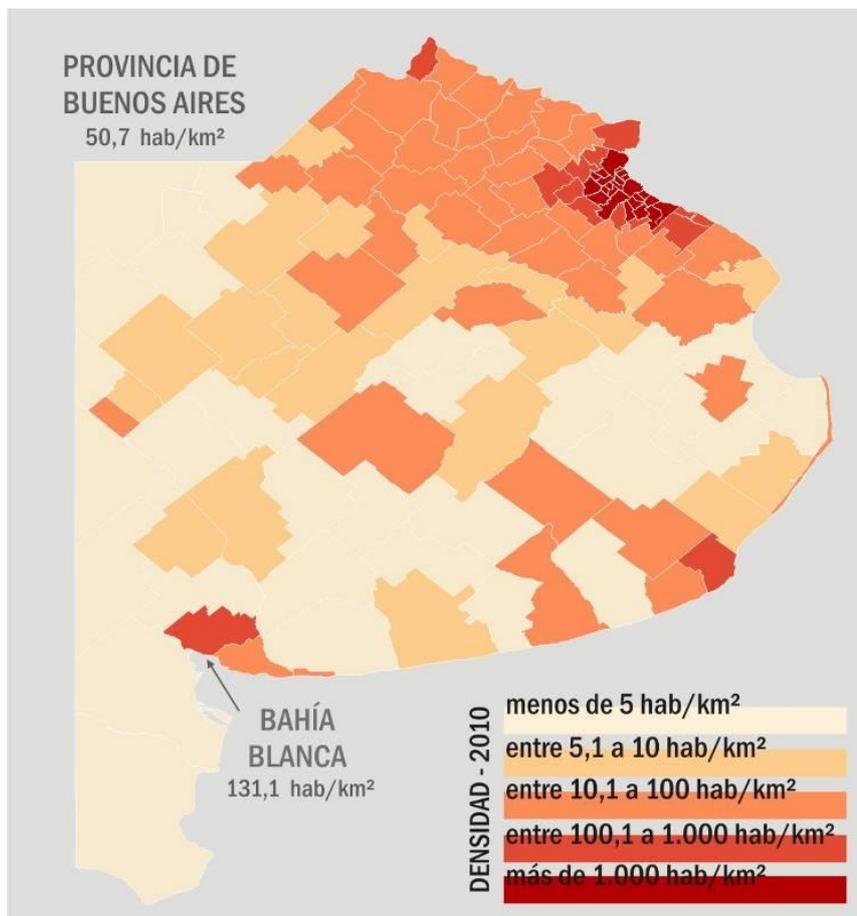
Según los resultados provisorios del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del 2010 (en adelante CNPHyV 2010) el partido de Bahía Blanca alberga a una población de 301.531 habitantes, resultando el más populoso del sector sur de la provincia de Buenos Aires. Así, aporta el 1,9% sobre el total provincial y el 5,3% del Interior de la provincia (total de los partidos de Buenos Aires con excepción de los 24 que componen el Aglomerado Gran Buenos Aires). Tales participaciones declinaron levemente en relación a lo registrado en el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 (en adelante CNPHyV 2001).

Respecto de su dinámica evolutiva, considerando la variación intercensal 2001-2010, el partido de Bahía Blanca vio incrementada su población en un 5,9%. Tal crecimiento presenta un ritmo considerablemente inferior al registrado por la provincia de Buenos Aires y el Interior de la misma (12,8% y 10,5% respectivamente).

**Tabla 38.** Población y variación intercensal.

Jurisdicciones	Población		Variación Intercensal 2001-2010	
	Censo 2001	Censo 2010*	Absoluta	Relativa
<b>Provincia de Buenos Aires</b>	13.827.203	15.594.428	1.767.225	12,8%
<b>Interior de la provincia</b>	5.142.766	5.684.146	541.380	10,5%
Partido de Bahía Blanca	284.776	301.531	16.755	5,9%
% Bahía Blanca sobre total de la Provincia	2,1%	1,9%		
% Bahía Blanca sobre Interior de la Provincia	5,5%	5,3%		
*datos provisorios				
Fuente: INDEC, 2001-2010				

Por otra parte, el partido involucrado que tiene una superficie de 2.300 km<sup>2</sup>, presenta una densidad de 131,1 habitantes por km<sup>2</sup> superando ampliamente al valor de la provincia de Buenos Aires con 50,7 hab/km<sup>2</sup> y del conjunto de partidos que lo rodean y de la región sur de la misma que registran menos de 100 hab/km<sup>2</sup>.



**Figura 122.** Densidad. Fuente: elaboración propia en base resultados provisorios del CNPhyV 2010 (INDEC, 2010)

Debido a que hasta el momento los datos desagregados a nivel localidad del CNPhyV 2010 no han sido publicados la caracterización sociodemográfica que sigue a continuación utiliza como principal fuente de información el CNPhyV 2001.

La población del partido es predominantemente urbana siendo que sólo el 0,6% residen en el ámbito rural. En la siguiente tabla puede observarse el total de población por localidad involucrada en el proyecto y su participación sobre el total del partido al que pertenecen. Así se observa que la localidad cabecera concentra el 90,7% de la población. Luego, se identifica un aporte del 3,7% de Ingeniero White, el 2,3% de General Daniel Cerri y finalmente una limitada participación de Villa Bordeau, con el 0,3%.

En total la población involucrada es de 276.226 habitantes, el 97% del partido de Bahía Blanca.

**Tabla 39.** Población por localidad y participación en el total del partido.

Localidad	Población 2001	Participación sobre el total del partido
<b>Partido de Bahía Blanca</b>	<b>284.776</b>	100,0%
Bahía Blanca	258.243	90,7%
Ingeniero White	10.486	3,7%
Villa Bordeau	982	0,3%
General Daniel Cerri	6.515	2,3%
<i>Total localidades involucradas</i>	<i>276.226</i>	<i>97,0%</i>

Fuente: INDEC, 2001

#### 4.2.2 Estructura de la Población según Sexo y Edad

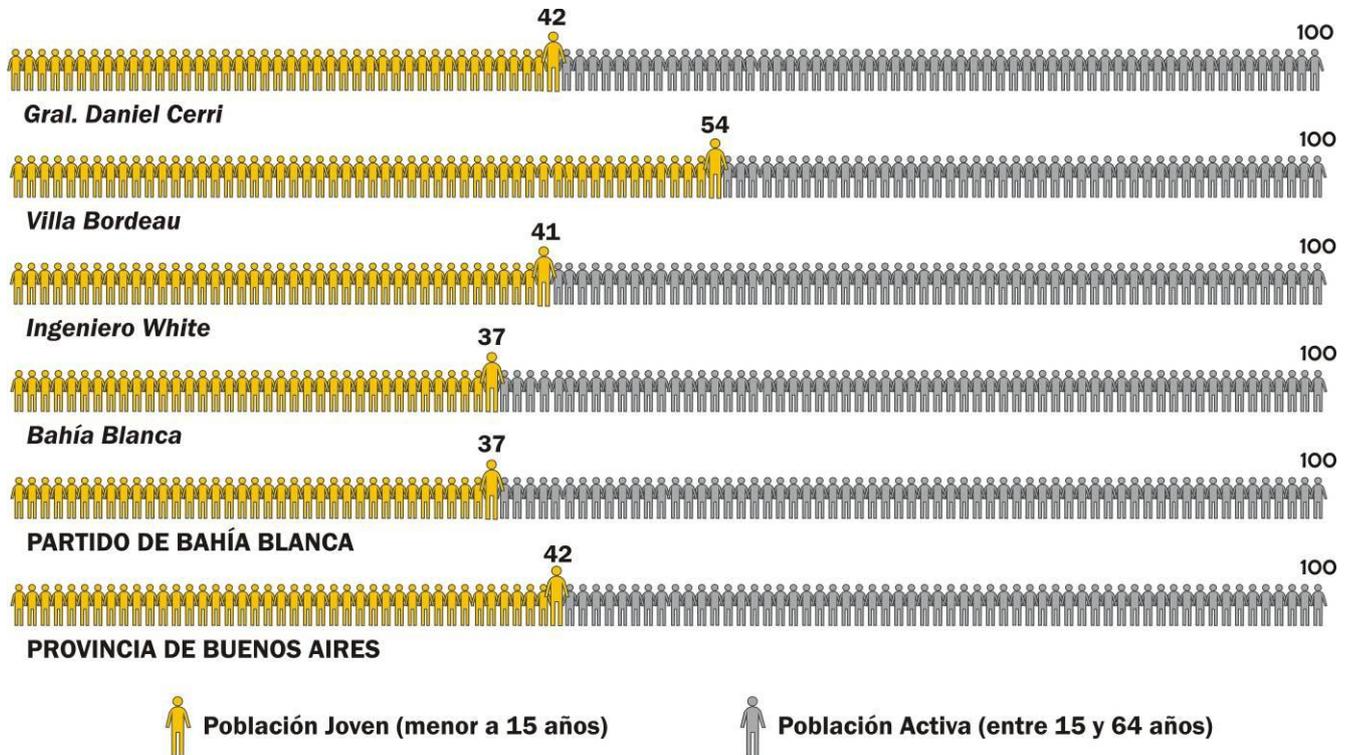
La estructura de la población según el sexo se presenta a través del índice de masculinidad que reporta la cantidad de hombres existentes por cada 100 mujeres. El partido de Bahía Blanca registra 92,4 varones por cada 100 mujeres y su ciudad cabecera presenta un valor levemente inferior con 91,7. En Ingeniero White y Cerri la distribución de la población según el sexo presenta un mayor equilibrio aunque sigue resultando mayor la cantidad de mujeres por sobre la de varones exponiendo un índice de masculinidad de 98,2 y 96,2 varones por cada 100 mujeres. Finalmente, el pequeño asentamiento de Villa Bordeau presenta el máximo con 113,5 varones por cada 100 mujeres.

**Tabla 40.** Índice de Masculinidad por localidad.

Localidad	Varones	Mujeres	Índice de Masculinidad
<b>Partido de Bahía Blanca</b>	<b>136.799</b>	<b>147.977</b>	<b>92,4</b>
Bahía Blanca	123.510	134.733	91,7
Ingeniero White	5.195	5.291	98,2
Villa Bordeau	522	460	113,5
General Daniel Cerri	3.195	3.320	96,2

Fuente: INDEC, 2001

Respecto de la estructura de la población según la edad, el índice de dependencia potencial de jóvenes nos indica la cantidad de población menor a los 15 años por cada 100 personas activas y de esta manera el número de jóvenes que potencialmente deben sostener económicamente los individuos en edad activa. Según se indica en la Figura 123 la población joven en todas las localidades es significativa destacándose Villa Bordeau que registra 54 jóvenes por cada 100 personas activas.



**Figura 123.** Índice de dependencia potencial de jóvenes. Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001

Por su parte, el índice de dependencia potencial de ancianos (cantidad de personas mayor a los 64 años por cada 100 personas activas) todas las localidades, con excepción de Villa Bordeau presentan valores levemente superiores al provincial.

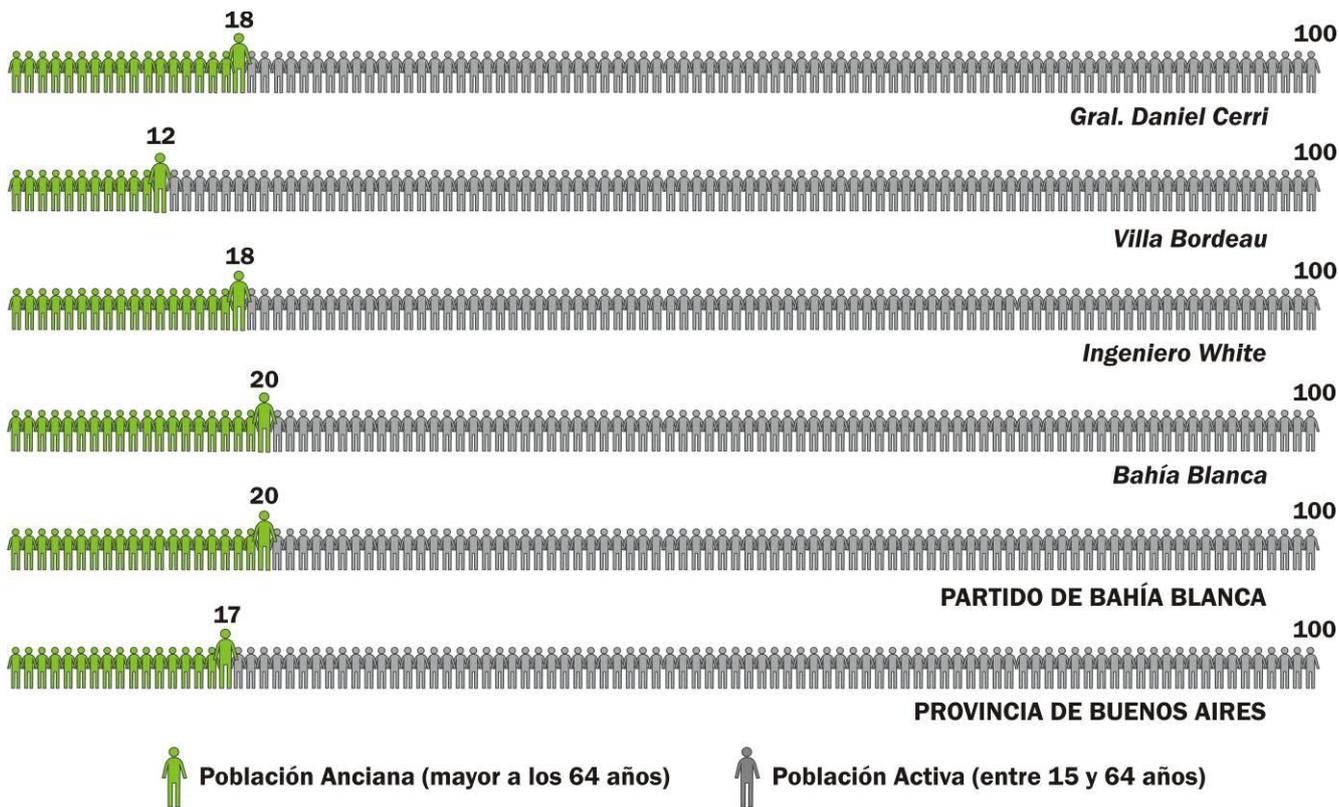


Figura 124. Índice de dependencia potencial de ancianos. Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001

### 4.2.3 Migración

La población de las localidades involucradas es predominantemente nativa, siendo el porcentaje de extranjeros inferior al 6% en todos los casos, presentando los valores mínimos Ingeniero White y Cerri.

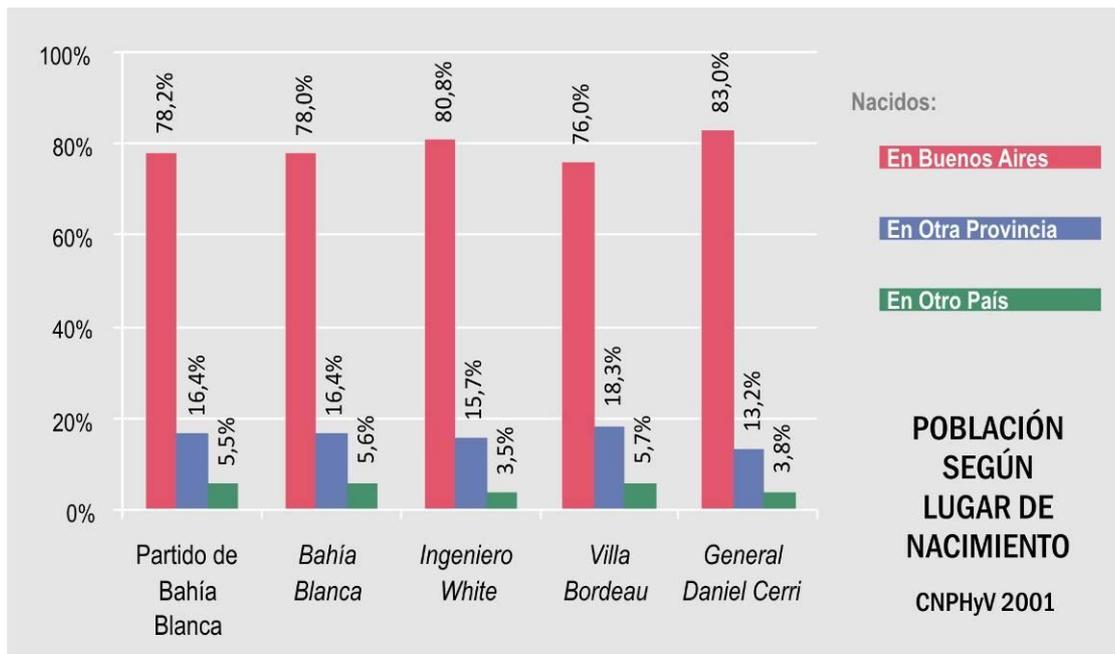


Figura 125. Población según lugar de nacimiento. Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001

#### 4.2.4 Aspectos Educativos

Para la caracterización de los aspectos educativos se presenta la condición de alfabetismo por localidad y el máximo nivel de instrucción alcanzado por la población de 15 años o más.

La condición de analfabetismo para los partidos que integran el Interior de la provincia se presenta en el 1,6% de la población, en igual situación se identifica a la localidad de Cerri mientras que el máximo se registra en Villa Bordeau donde el 2,3% de la población de 10 años o más no sabe leer ni escribir. Bahía Blanca presenta un porcentaje de analfabetos igual al del partido a la que pertenece inferior al registrado por el Interior de la provincia, siendo que el 1% se encuentra en tal situación. Ingeniero White resulta la localidad con el valor mínimo, donde son analfabetos el 0,8%.

**Tabla 41.** Condición de alfabetismo por localidad.

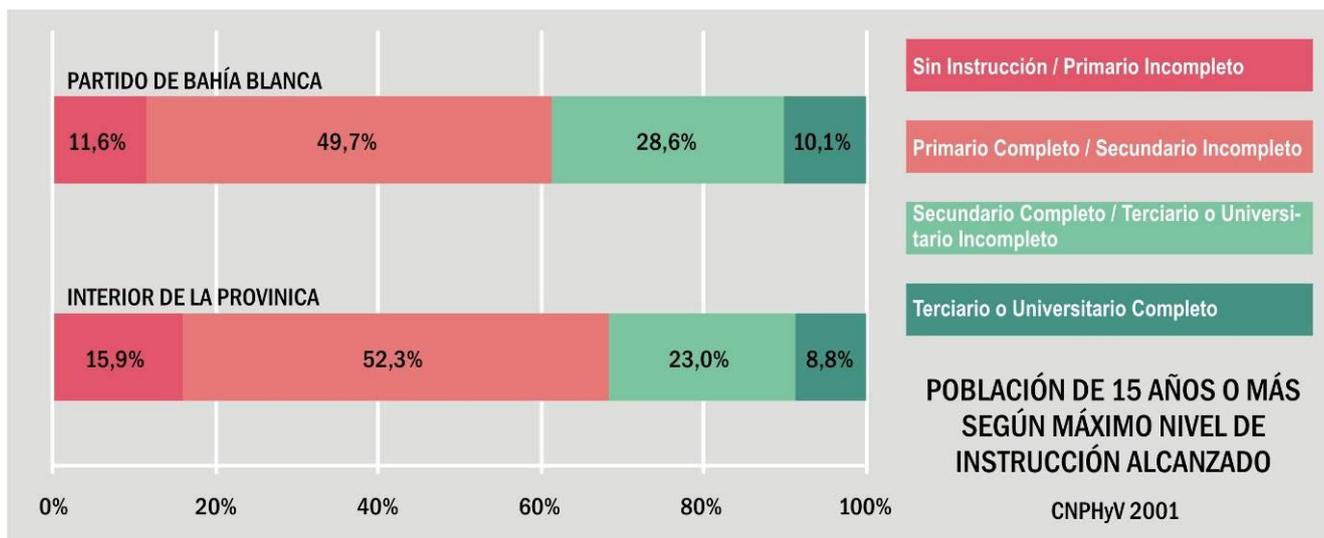
Localidades	Población de 10 años o más	Condición de alfabetismo					
		Alfabetos			Analfabetos		
		Total	Varones	Mujeres	Total	Varones	Mujeres
Interior de la Provincia	4.259.979	4.190.633	2.026.968	2.163.665	69.346	36.631	32.715
		98,4%	47,6%	50,8%	1,6%	0,9%	0,8%
Partido de Bahía Blanca	241.750	239.372	113.724	125.648	2.378	1.084	1.294
		99,0%	47,0%	52,0%	1,0%	0,4%	0,5%
Bahía Blanca	220.077	217.962	103.006	114.956	2.115	959	1.156
		99,0%	46,8%	52,2%	1,0%	0,4%	0,5%
Ingeniero White	8.730	8.662	4.263	4.399	68	28	40
		99,2%	48,8%	50,4%	0,8%	0,3%	0,5%
Villa Bordeau	773	755	394	361	18	8	10
		97,7%	51,0%	46,7%	2,3%	1,0%	1,3%
General Daniel Cerri	5.353	5.269	2.564	2.705	84	42	42
		98,4%	47,9%	50,5%	1,6%	0,8%	0,8%

Fuente: INDEC, 2001

Respecto del máximo nivel de instrucción alcanzado por la población de 15 años o más se presentan los datos a nivel del partido ya que no se pudo colectar tal información desagregada por localidad.

Al respecto, el partido involucrado en el proyecto (del que se recuerda se encuentra involucrada el 97% de su población) registra al 11,6% dentro de la categoría de mayor criticidad, es decir Sin Instrucción y Primario Incompleto. Por otra parte, la categoría con mayor participación (42,7%) del grupo etario involucrado en este indicador es la segunda en nivel de criticidad, Primario Completo/ Secundario Incompleto. Ambos valores son inferiores al registrado por el Interior de la provincia.

En consecuencia, el partido de Bahía Blanca presenta superiores valores en las categorías que reportan un nivel educativo elevado. La población de 15 años o más con Secundario Completo y Terciario o Universitario Completo supera al del Interior de la provincia por más de 3 unidades mientras que en la categoría que reporta las condiciones óptimas, Terciario o Universitario Completo concentra al 10,1%.

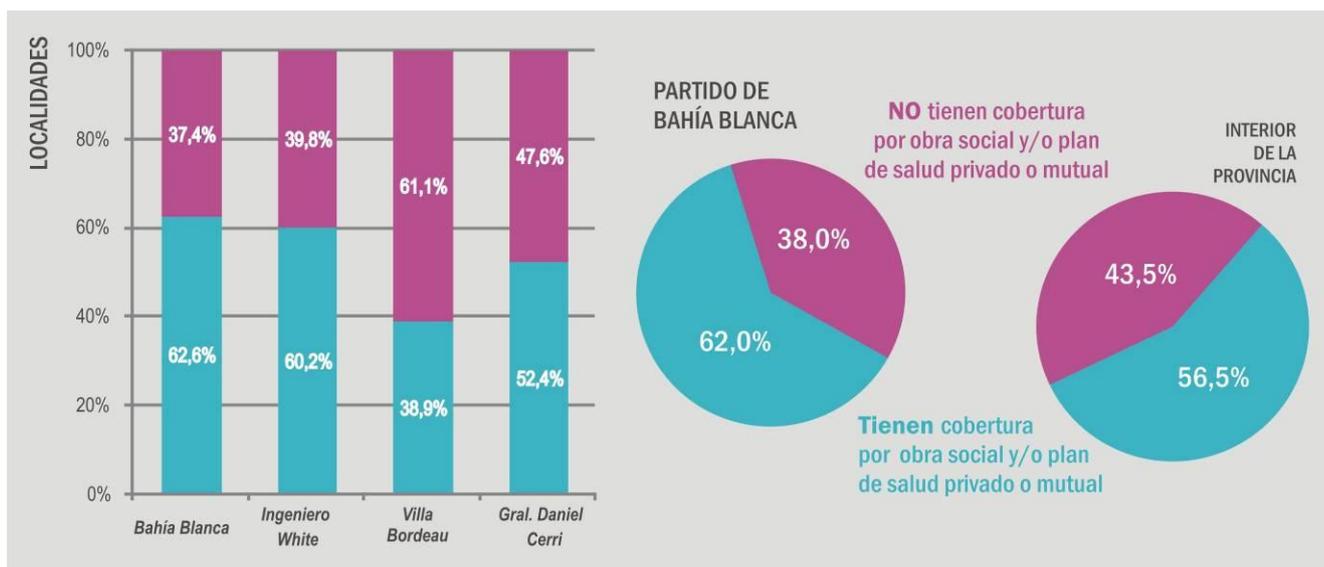


**Figura 126.** Población de 15 años o más según máximo nivel de instrucción alcanzado. Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001

#### 4.2.5 Cobertura de Salud

La posibilidad de tener cobertura médica se relaciona directamente con un menor grado de vulnerabilidad social, ya que la misma permite afrontar situaciones críticas y adversas. Asimismo, expresa una situación de estabilidad laboral ya que es necesaria para sostener dicha cobertura.

Las localidades de Bahía Blanca e Ingeniero White presentan los máximos respecto al porcentaje de población con cobertura médica, con más del 60%. Cerri, por su parte, reporta un valor inferior al del partido al que pertenece y al del Interior de la provincia, siendo que el 52,4% de su población tiene cobertura. Villa Bordeau presenta el mínimo resultando que la mayor parte de su población (61,1%) se encuentra sin ningún tipo de cobertura médica.



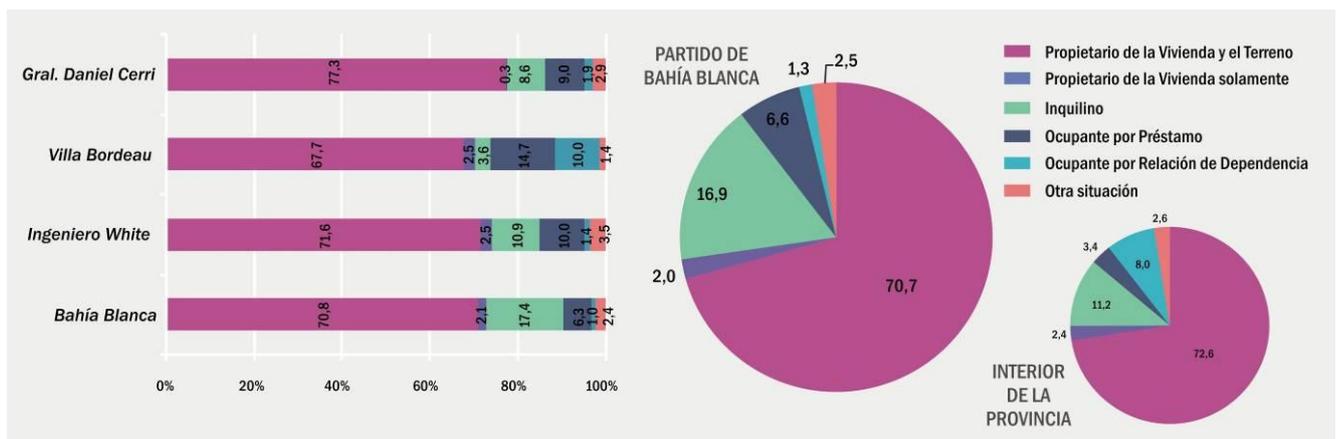
**Figura 127.** Población con o sin cobertura por obra social y/o plan de salud privado o mutual. Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001

**4.2.6 Aspectos Habitacionales**

Para poder analizar la situación de los hogares involucrados respecto de sus características habitacionales se han seleccionado una serie de indicadores que tienen en cuenta aspectos indicativos de la calidad y tipo de infraestructura de las viviendas, tipo de viviendas, régimen de tenencia y cobertura de servicios básicos.

En primera instancia se exponen los datos que reportan el régimen de tenencia de la vivienda y el terreno. La condición de propietarios de vivienda y terreno expone la situación de mayor estabilidad y en tal categoría se identifica a la mayor parte, presentando el máximo la localidad de Cerri que reúne al 77,3%, seguida por Ingeniero White y Bahía Blanca (con valores cercanos al del partido). El mínimo, por debajo de la jurisdicción a la que pertenece y del Interior de la provincia, le corresponde a Villa Bordeau, donde el 67,7% de los hogares se encuentra habitado por propietarios de la vivienda y el terreno.

Según se puede observar en la siguiente figura, se destaca el porcentaje de inquilinos que registra la ciudad de Bahía Blanca y en todas las localidades el de los ocupantes de las viviendas por préstamo.



**Figura 128.** Hogares según régimen de tenencia de la vivienda. Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001

La distribución de los hogares según el tipo de vivienda en el que residen por localidad se presenta en la siguiente figura. La mayor parte de los hogares, en todas las localidades, residen en viviendas Casa A, las cuales constituyen las unidades que reportan las mejores condiciones. En esta categoría se destaca la localidad de Cerri con el 88,9% y luego, Ingeniero White con el 76,5% superando ambas la media del partido y del Interior de la provincia. En la ciudad cabecera de Bahía Blanca las viviendas Casa A representan el 70,6% y en segundo lugar se registra una relevante participación de los hogares que habitan en Departamentos (23,2%), categoría que también se encuentra dentro de las de mejores condiciones de habitabilidad.

Respecto a los hogares en viviendas de tipo Casa B y/o Ranchos/Casillas, categorías de mayor criticidad, se identifica un elevado porcentaje en el pequeño asentamiento de Villa Bordeau que reúne al 25,1 y 3,9% de sus hogares respectivamente.

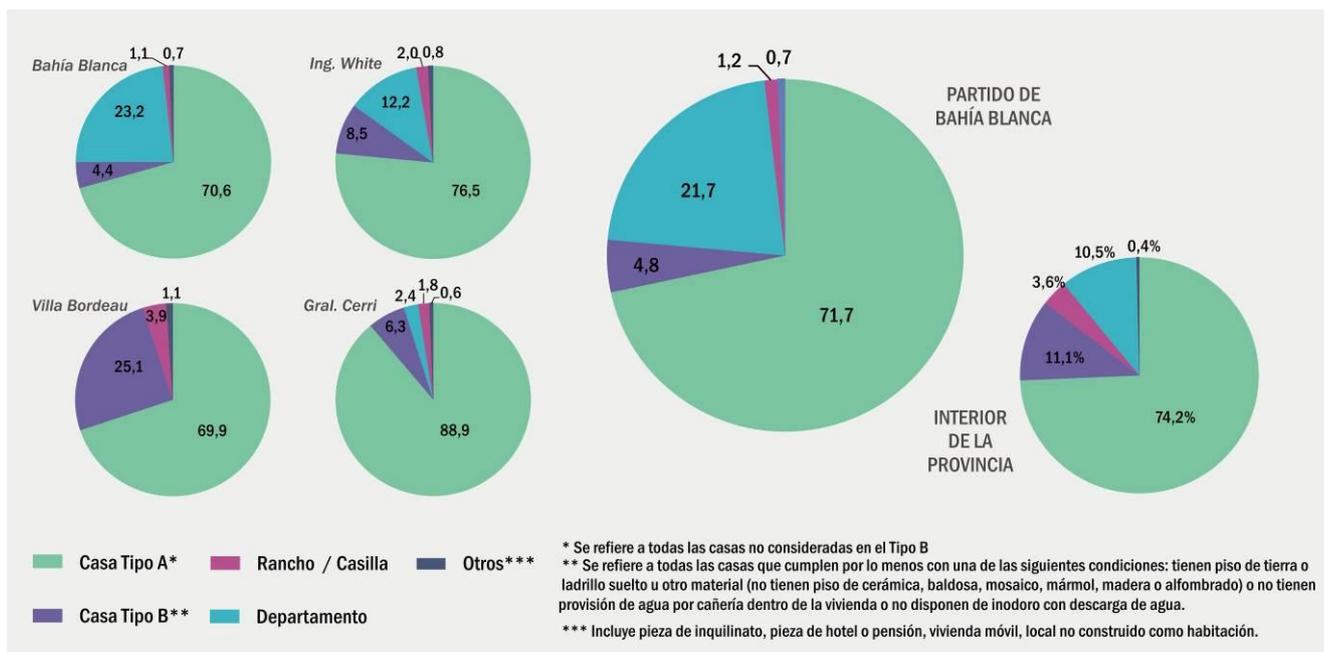


Figura 129. Hogares según tipo de vivienda. Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001

En cuanto a la calidad de los materiales de la vivienda (CALMAT), la categoría CALMAT I reúne a aquellos hogares que se emplazan en viviendas con materiales de la mejor calidad, definida por la presencia de elementos resistentes y sólidos en todos sus componentes. En esta situación se identifica a más del 80% de los hogares de la ciudad de Bahía Blanca y Cerri y luego, con el 78,1% de sus hogares a Ingeniero White, superando estas tres localidades la media del Interior de la provincia. Por el contrario, Villa Bordeau concentra a menos de la mitad de sus hogares dentro de la categoría CALMAT I. El valor relativo total al combinar las categorías más críticas, CALMAT III y IV, expresa la vulnerabilidad de este asentamiento en la materia al reunir al 20% de sus hogares, superando en casi un 10% el valor del Interior de la provincia y en casi 15% el del partido de Bahía Blanca. En el resto de las localidades estos valores alcanzan el 10% en Ingeniero White y alrededor del 5% de los hogares en Bahía Blanca y Cerri.

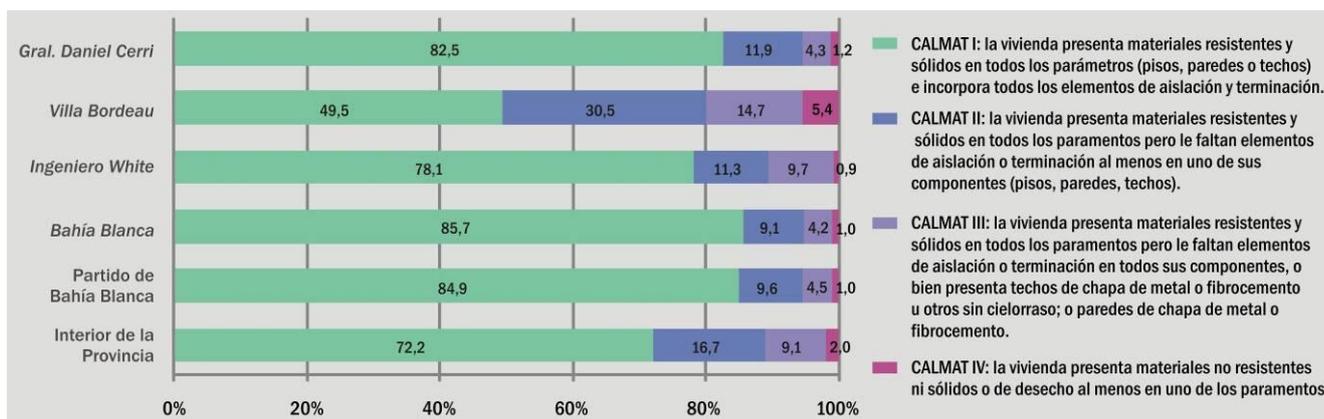


Figura 130. Hogares según Calidad de los Materiales de la Vivienda (CALMAT). Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001

Finalmente, se exponen a continuación valores que indican la cobertura de servicios básicos.

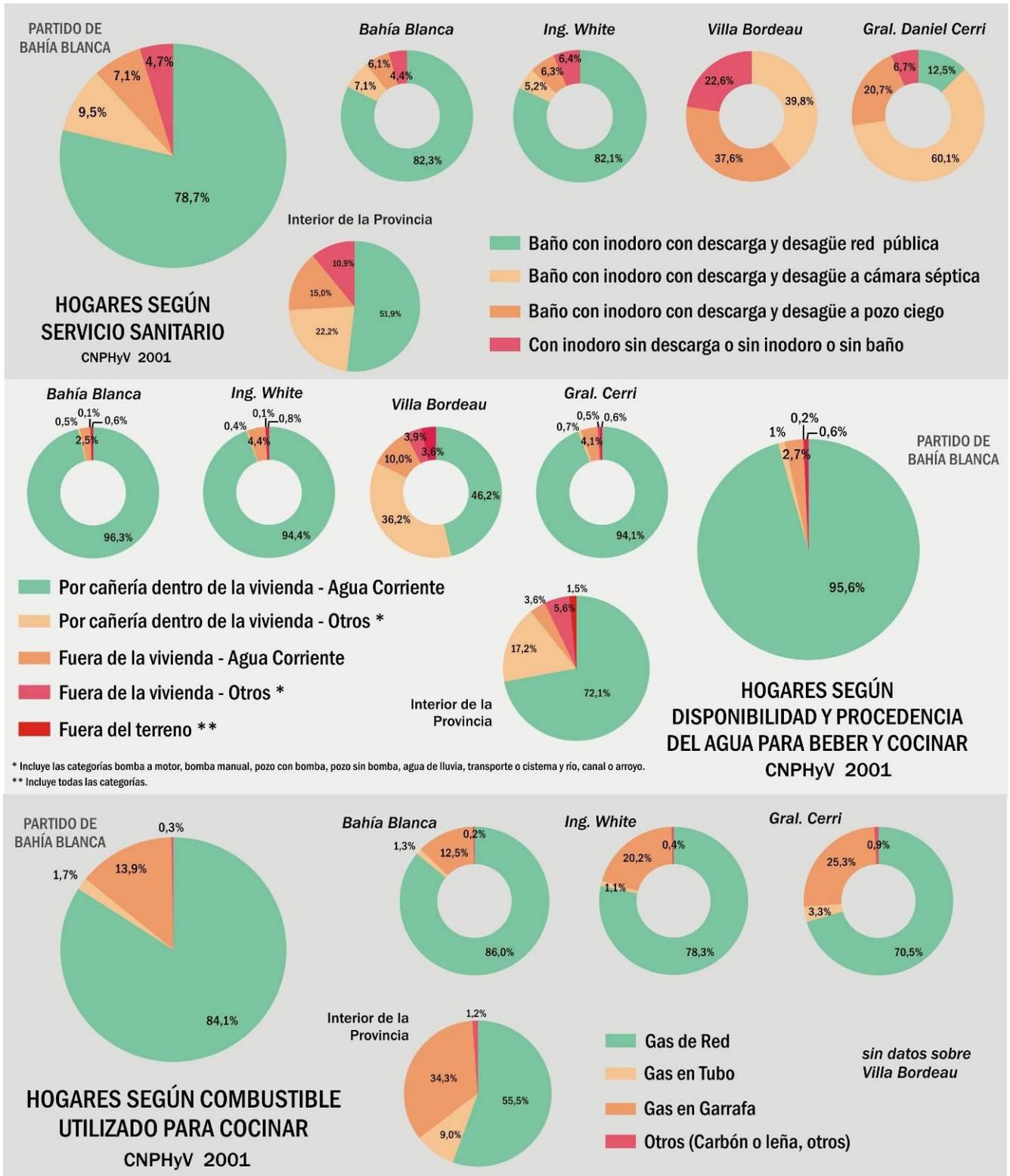
Como puede observarse, se identifican heterogeneidades significativas entre las localidades en cuanto a la distribución de los hogares según el tipo de servicio sanitario. Por un lado, Bahía Blanca e Ingeniero White reportan una elevada cobertura de la red cloacal al identificarse más del 80% de sus hogares con baños con inodoro con descarga y desagüe a red pública. Luego, dentro de la categoría de mayor criticidad (con inodoro sin descarga o sin inodoro o sin baño) se identifican al 4,4% y 6,4% respectivamente, valores inferiores al que reportan los partidos que integran el Interior de la provincia.

Por el contrario, en Cerri los hogares con baño con inodoro con descarga y desagüe a red pública se limitan al 12,5% resultando predominantes (60%) aquellos con descarga y desagüe a cámaras sépticas. Es de destacar que en la categoría más crítica se registran al 6,7%, valor inferior al Interior de la provincia.

En Villa Bordeau no existe red pública y más del 20% de los hogares tienen inodoros sin descarga o no tienen inodoros o baños, luego el 39,8% descargan y desaguan a cámara séptica y el resto (37,6%) a pozo ciego.

En cuanto a la disponibilidad y procedencia del agua para beber y cocinar en Bahía Blanca, Ingeniero White y Cerri se registra una buena cobertura con más del 90% de los hogares conectados a la red de agua corriente a través de cañerías dentro de las viviendas. En Villa Bordeau esta situación se identifica en el 46,2% de los hogares, luego el 36,2% dispone de cañería dentro de la vivienda pero no están conectados a la red de agua potable siendo su procedencia variada (bombas a motor o manuales, pozos, agua de lluvia, etc.)

Respecto del tipo de combustible para cocinar predomina la utilización de gas de red con valores superiores al 70% en las localidades de Cerri e Ingeniero White y más del 85% en Bahía Blanca. El segundo tipo de combustible más utilizado en estos asentamientos es el gas en garrafa. No se pudieron obtener datos que grafiquen la cobertura en el pequeño asentamiento de Villa Bordeau.



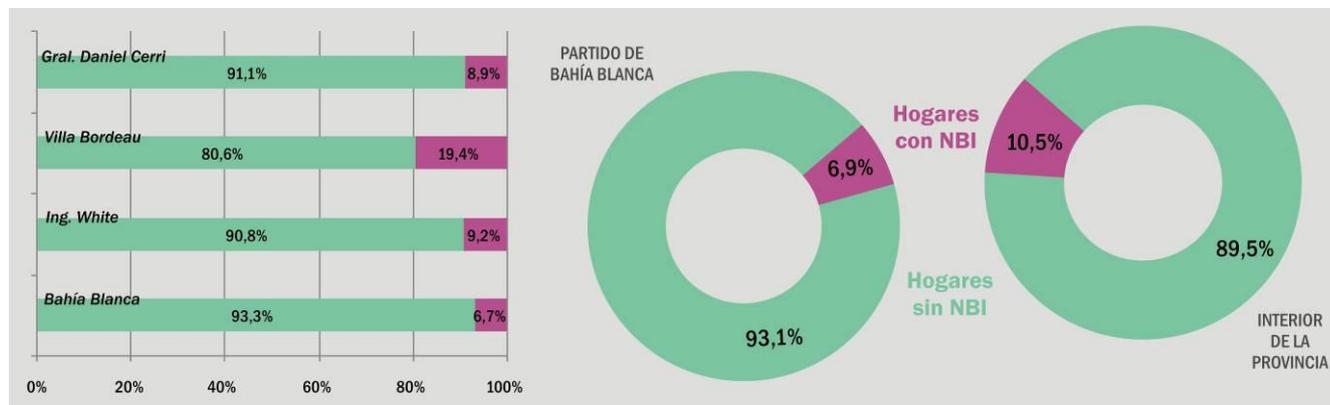
**Figura 131.** Hogares según servicio sanitario, disponibilidad y procedencia del agua para beber y cocinar y combustible utilizado para cocinar. Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001

**4.2.7 Pobreza**

Uno de los indicadores más utilizados para definir los niveles de pobreza es el índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). El mismo se compone por cinco indicadores de privación asociados a carencias relacionadas a equipamientos de la vivienda, hacinamiento, educación, etc. Todo hogar (o la población que lo compone) cae dentro del grupo con NBI con sólo encontrarse bajo una de las siguientes situaciones:

- Hacinamiento: hogares que tuvieran más de tres personas por cuarto.
- Vivienda: hogares en una vivienda de tipo inconveniente (pieza de inquilinato, vivienda precaria y otro tipo, lo que excluye casa, departamento y rancho)
- Condiciones sanitarias: hogares que no tuvieran ningún tipo de retrete
- Asistencia escolar: hogares que tuvieran algún niño en edad escolar (6 a 12 años) que no asistiera a la escuela.
- Capacidad de subsistencia: hogares que tuvieran cuatro o más personas por miembro ocupado y, además, cuyo jefe no haya completado tercer grado de escolaridad primaria.

Las localidades de Bahía Blanca, Ingeniero White y Cerri presentan menos del 10% de sus hogares con NBI siendo inferiores a la media del Interior de la provincia. Por el contrario, Villa Bordeau presenta a casi el 20% de sus hogares con NBI.



**Figura 132.** Hogares con y sin Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001

Con el objetivo de superar la dicotomía pobres-no pobres a la que se limita el índice de NBI, comprendiendo que la pobreza resulta un fenómeno complejo, el INDEC incorporó en el CNPHyV 2001 el Índice de Privación Material de los Hogares (IPMH). El IPMH permite identificar la condición de pobreza de los hogares considerando la heterogeneidad del término, siendo identificados a partir de la privación de ciertos recursos agrupados en dos dimensiones: recursos corrientes y patrimonial.

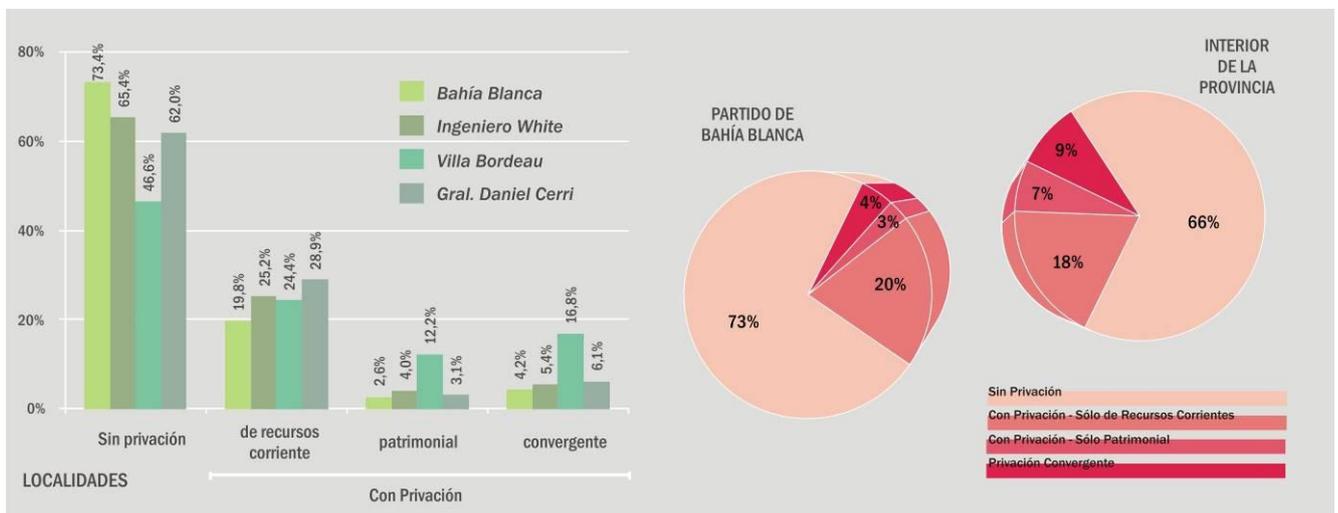
El primero se asocia con la insuficiencia monetaria para acceder a bienes o necesidades de consumo inmediatos el cual se calcula a través del indicador de Capacidad Económica. Esta dimensión se ve influida por las variaciones de corto plazo de ciclos económicos, por lo que se basa en aspectos no estructurales. Por su parte, la dimensión ligada a la privación patrimonial, que se calcula a partir del indicador de Condiciones Habitacionales, se relaciona con la imposibilidad de acumular capitales en un período de tiempo considerable, por lo que se asocia a aspectos estructurales.

Como resultando de la aplicación del IPMH se pueden presentar 4 situaciones: sin privación, privación sólo de recursos corrientes, privación sólo patrimonial, y privación convergente -la simultaneidad de las anteriores en un mismo hogar-. La privación convergente expresa la situación más crítica.

En la siguiente figura se pueden observar los valores para las localidades involucradas, del partido de Bahía Blanca y el Interior de la Provincia de Buenos Aires. En las localidades de Ing. White y Cerri más del 60% de los hogares no presenta ningún tipo de privación y en la ciudad cabecera del partido el valor bajo esta categoría asciende al 73,4%.

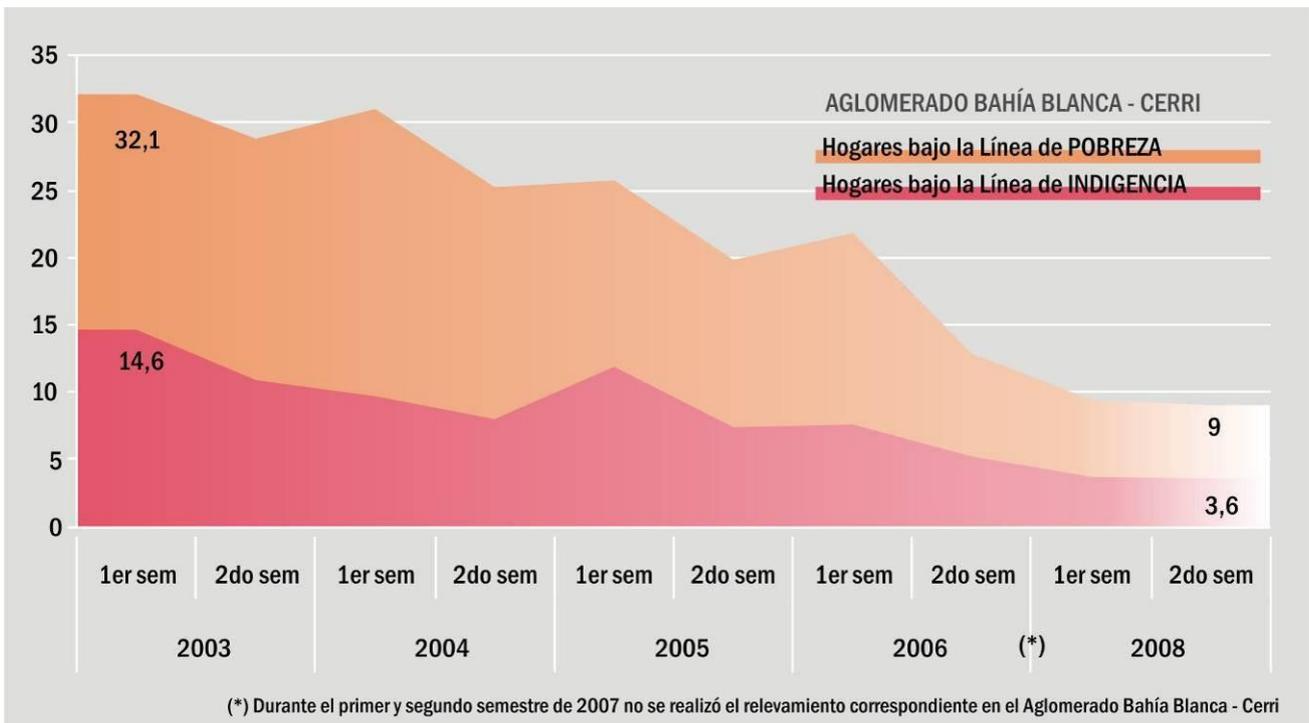
Entre el conjunto de hogares con privación, en todas las localidades involucradas se destaca la que reúne aquella sólo de los recursos corrientes y al respecto debe recordarse que el CNPHyV 2001 fue realizado en un contexto de extrema criticidad en materia económica, además de social y política (crisis del 2001).

Respecto de la situación de mayor criticidad, hogares con privación convergente, destaca Villa Bordeau con más del 15% de sus hogares. El resto de las localidades involucradas presentan valores inferiores a la media del Interior de la provincia, aunque Ing. White y Cerri superan el valor del partido al que pertenecen.



**Figura 133.** Hogares según Índice de Privación Material de los Hogares (IPMH). Fuente: elaboración propia en base a INDEC, 2001

Finalmente, se expone la serie histórica 2003-2008 por semestre de los hogares bajo la línea de pobreza e indigencia correspondiente al Aglomerado Bahía Blanca-Cerri (donde se encuentran consideradas todas las localidades involucradas). Al comienzo del período seleccionado los hogares pobres, es decir aquellos que con sus ingresos no alcanza a cubrir la Canasta Básica Total (compuesta por la Canasta Básica de Alimentos más bienes y servicios básicos), alcanzaban en el Aglomerado Bahía Blanca-Cerri al 32,1% de los hogares, mientras que los hogares indigentes, aquellos cuyos ingresos no cubren la Canasta Básica Alimentaria, alcanzaban un valor de 14,6%. En el segundo semestre del 2008 estos valores se redujeron a 9% en el caso de los hogares bajo la línea de pobreza y a 3,6% respecto de los hogares bajo la línea de indigencia. De esta manera, se registra una mejora significativa en los últimos años de estos indicadores de elevada criticidad en sintonía con la recuperación económica del país y la mejor distribución de los ingresos.



**Figura 134.** Hogares bajo la línea de pobreza e indigencia del Aglomerado Bahía Blanca – Cerri. Serie Histórica 2003-2008 EPHC. Fuente: INDEC, 2011.

### 4.3 ASPECTOS ECONÓMICOS

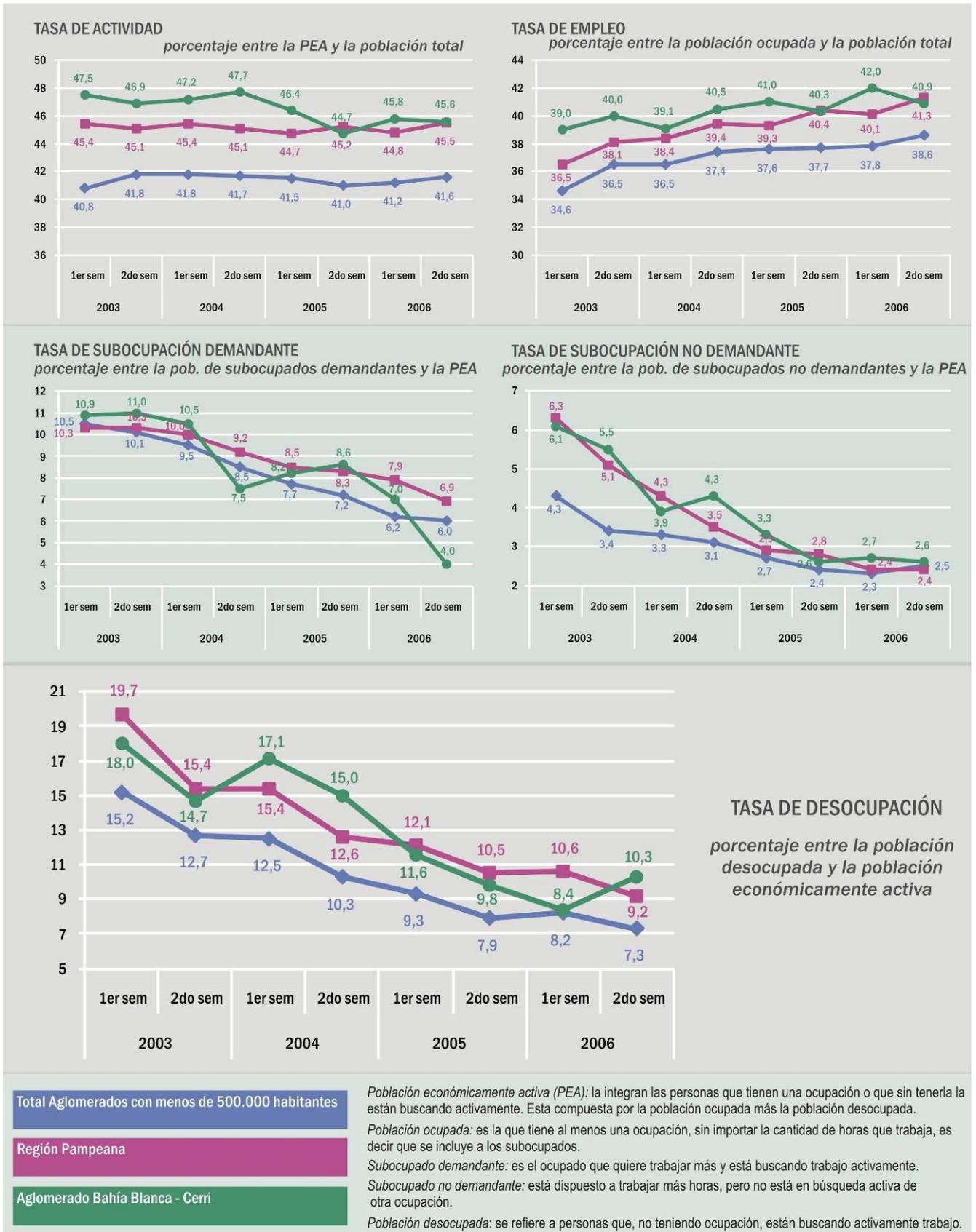
#### 4.3.1 Mercado de Trabajo

En la Figura 135 se presenta para el Aglomerado Bahía Blanca-Cerri la serie histórica por semestre 2003-2006 de las principales tasas que caracterizan al mercado de trabajo elaboradas a partir de la Encuesta Permanente de Hogares Continua que se realiza en los principales aglomerados urbanos del país. El Aglomerado Bahía Blanca – Cerri integra la Región Pampeana junto con los aglomerados Concordia, Gran Córdoba, Gran La Plata, Gran Rosario, Gran Paraná, Gran Santa Fe, Mar del Plata y Batán, Río Cuarto, Santa Rosa – Toay y San Nicolás - Villa Constitución. Asimismo, forma parte del conjunto de aglomerados con menos de 500.000 habitantes. De esta manera se exponen también los datos de la Región Pampeana y del total de aglomerados con menos de 500.000 habitantes para realizar un análisis comparativo de la situación.

La tasa de actividad se ha mantenido relativamente estable en el período considerado para el Aglomerado Bahía Blanca-Cerri, presentando valores superiores al resto de conjuntos que integra, con excepción de un leve descenso en el segundo semestre del 2005. En el segundo semestre de 2006 la tasa de actividad era de 45,6.

Respecto de la tasa de empleo del aglomerado bajo estudio se registra un leve crecimiento con oscilaciones a lo largo del período, finalizando con 40,9. En términos generales presenta también valores superiores a la Región Pampeana y más aún al conjunto de aglomerados de menos de 500.000 habitantes.

Los valores ligados a la tasa que expone la situación más crítica, desocupación, han decrecido considerablemente en casi 8 puntos desde inicio y fin del período considerado para el Aglomerado Bahía Blanca-Cerri.



**Figura 135.** Tasa de actividad, empleo, subocupación demandante, subocupación no demandante y desocupación. Serie Histórica 2003-2006 EPHC. Fuente: INDEC, 2011.

#### 4.3.2 Estructura Productiva

El partido de Bahía Blanca aporta el 2,3% al Producto Bruto Geográfico provincial. El sector más relevante es el de la Industria Manufacturera al representar el 32,1% de la estructura interna y representa el 2,3% de la actividad provincial. Los rubros ligados a los servicios en conjunto también resultan de significancia destacándose las actividades de Servicios inmobiliarios, empresariales y de alquiler y las de Transporte, almacenamiento y comunicaciones. Luego el Comercio al por mayor, al por menor y reparaciones representa el 11,7% de la estructura interna del partido.

Si bien el rubro Construcción representa el 6% de la estructura interna su aporte sobre el total provincial de la actividad es significativo (3,9%).

**Tabla 42.** Producto Bruto Geográfico de Bahía Blanca. 2003

Sector de Actividad Económica		Miles de \$	Estructura	Participación en PBG
A	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	33.749	1,2%	0,4%
B	Pesca y servicios conexos	1.884	0,1%	1,0%
C	Explotación de minas y canteras	16	0,0%	0,0%
D	Industria manufacturera	932.303	32,1%	2,3%
E	Electricidad, gas y agua	86.921	3,0%	2,9%
F	Construcción	175.179	6,0%	3,9%
G	Comercio al por mayor, al por menor y reparaciones	341.416	11,7%	2,5%
H	Hoteles y restaurantes	41.400	1,4%	1,7%
I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	330.755	11,4%	2,5%
J	Intermediación financiera y otros servicios financieros	88.157	3,0%	3,3%
K	Servicios inmobiliarios, empresariales y de alquiler	402.890	13,9%	2,3%
L	Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria	158.668	5,5%	3,5%
M	Enseñanza	111.148	3,8%	2,5%
N	Servicios sociales y de salud	111.515	3,8%	3,2%
O	Servicios comunitarios, sociales y personales n.c.p.	64.141	2,2%	1,5%
P	Servicios de hogares privados que contratan servicio doméstico	28.476	1,0%	2,2%
<i>Total</i>		<i>2.908.618</i>	<i>100,0%</i>	<i>2,3%</i>

Fuente: DPE, 2007

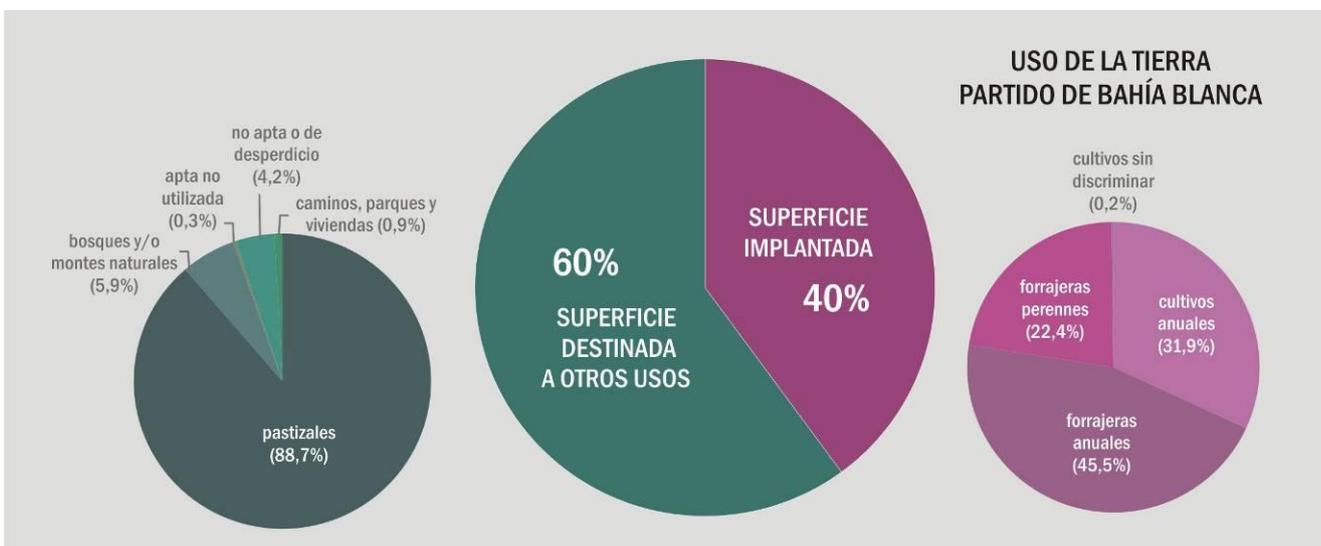
En relación al **sector primario**, la actividad agropecuaria de Bahía Blanca no resulta significativa en términos relativos dentro de la estructura económica local. Sin embargo, se inserta en una región donde la misma supone la principal actividad y su desarrollo tiene una incidencia significativa en la actividad agroindustrial y portuaria de la jurisdicción bajo estudio.

En el partido de Bahía Blanca, según el Censo Nacional Agropecuario 2002 (en adelante CNA 2002) se registraron 266 Explotaciones Agropecuarias (EAPs), todas ellas con límites definidos, distribuidas en una superficie de 214.656,5 hectáreas. Según se observa en la siguiente figura la mayor parte de los EAPs presentan una escala de extensión de entre 200 a 500 hectáreas.



**Figura 136.** Cantidad de EAPs según escala de extensión (hectáreas) del partido de Bahía Blanca. Fuente: INDEC, 2002.

El 40% de la superficie con EAPs se encuentra implantada donde se destacan las forrajeras anuales, luego los cultivos anuales y finalmente las forrajeras perennes, siendo el porcentaje de los cultivos sin discriminar irrelevante. Respecto de la superficie no implantada, mayoritaria en el partido, predominan los pastizales que ocupan el 88,7% de la superficie destinada a otros usos (no implantada) y el 53% de la superficie total del partido.



**Figura 137.** Usos de la tierra según superficies del partido de Bahía Blanca. Fuente: INDEC, 2002.

Respecto de la superficie implantada, entre las forrajeras anuales se destaca la avena (78%) y luego el sorgo forrajero (16%); entre las perennes el pastón llorón (65%), el agropiro (16%) y las alfalfas pura y consociada (7% cada una); finalmente entre los cultivos anuales de cereales para granos se destaca con el 84% sobre el total de los mismos el trigo pan. Es de resaltar que el cultivo de oleaginosa no es relevante en el partido ocupando sólo el 0,16% de la superficie implantada.

En cuanto a la ganadería, en 217 de los 266 EAPs registrados se identifica la presencia de ganado bovino con 108.301 cabezas. Luego, se destaca la cantidad de ganado ovino, más de 22.000, en 92 EAPs.

**Tabla 43.** Cantidad de EAPs y número de cabezas por tipo de ganado en partido de Bahía Blanca.

	Bovinos	Ovinos	Caprinos	Porcinos	Equinos	Asnales/ Mulares	Otros
EAP	217	92	5	27	193	2	3
Cabezas	108.301	22.735	231	1.978	1.567	4	2

Fuente: INDEC, 2002

La caracterización de la actividad pesquera presente en el área bajo estudio se describe en el punto 3.1.4.3

Por su parte, el **sector secundario** en la jurisdicción bajo estudio resulta de crucial importancia en la estructura económica local, como fuera expuesto anteriormente aporta el 32,1% del PGB local y el 2,3% del provincial.

Como alerta Diez (2010), el sector industrial en Bahía Blanca está compuesto por dos grupos de firmas diferenciadas: por un lado grandes plantas de procesos continuos emplazadas en el área de Ingeniero White y luego, las micro, pequeñas y medianas empresas (minpymes) dispersas en el entramado urbano de la ciudad.

En relación a este último grupo, se calcula genera el 43% del valor agregado industrial y el 90% del empleo del sector bajo análisis y se dedican predominantemente a los siguientes rubros: elaboración de alimentos y bebidas, producción de maquinarias y equipos, diseño y fabricación de productos de metal y luego también imprentas y editoriales, maderas y aserraderos, prendas de vestir, fabricación de productos químicos y producto minerales no metálicos (Diez, 2010).

Sin embargo, es el primer grupo de firmas el más relevante en la estructura productiva local, siendo que producen el 57% del valor agregado industrial y aportan el 10% de lo recaudado por la municipalidad (CREEBA, 2007).

Dentro de este grupo las industrias más importantes son las de la química, petroquímica y petrolera que conforman el denominado Complejo Petroquímico. El sector petroquímico bahiense produce principalmente los siguientes productos: etano, polietilenos, etilenos, propano, butano, gasolina natural, úrea granulada, amoníaco, soda cáustica y PVC (policloruro de vinilo).

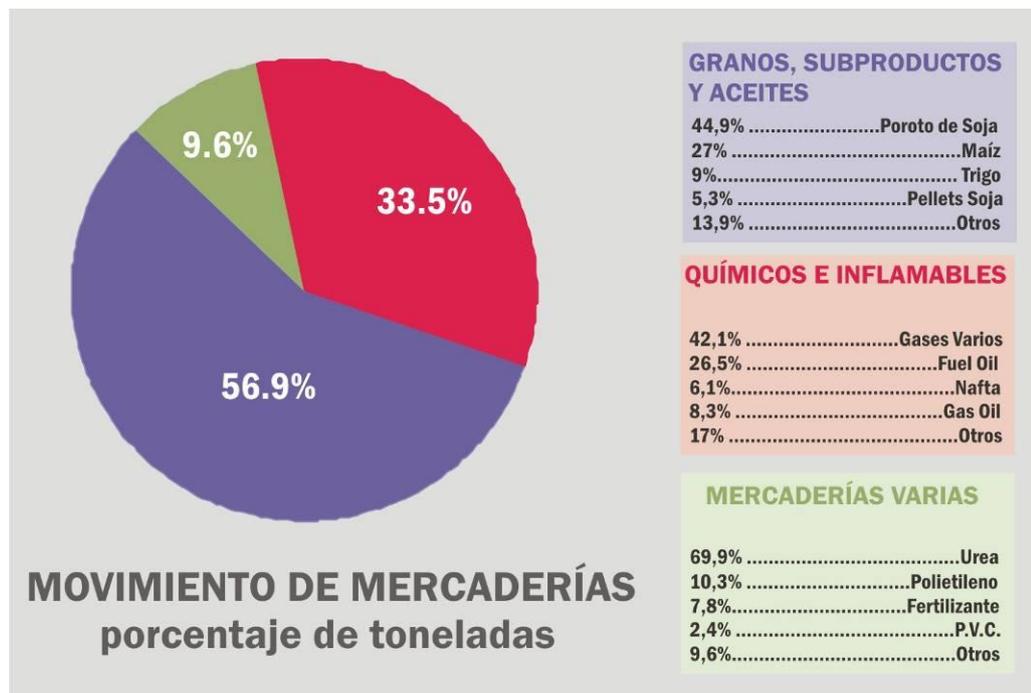
Según datos del 2007, el polo petroquímico generaba un valor agregado de 512 millones de pesos, empleaba de forma directa a 1.200 personas aproximadamente y de manera indirecta se estimaban otras 1.900 (CREEBA, 2007).

En la última década la industria petroquímica local ha realizado una serie de fuertes inversiones lo que se ha traducido en un crecimiento sostenido de la actividad y en una mayor diversificación.

Luego, se encuentran radicadas industrias agroalimenticias procesadoras de materias primas de la región como molinos harineros, oleaginosas, fideeras y derivados de la soja. Las plantas más importantes se emplazan en el área portuaria ya que su producción se destina al comercio exterior.

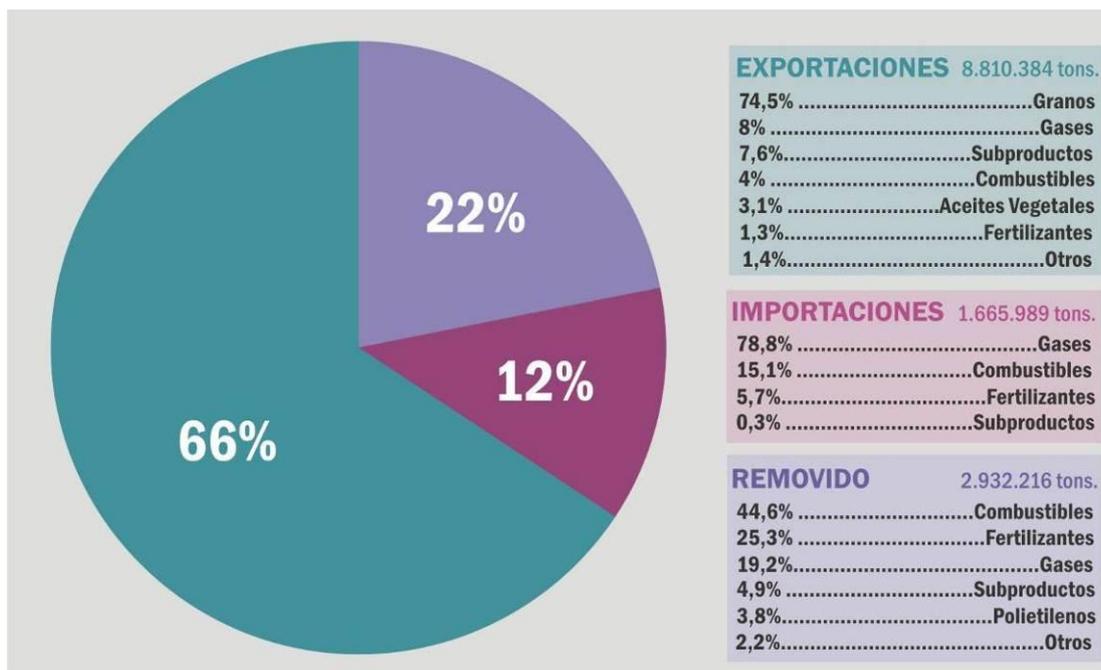
Al respecto es dable exponer los datos sobre el movimiento de mercaderías que se registra en el puerto de Bahía Blanca, para dar cuenta de la relevancia de este sector y al mismo tiempo de la actividad portuaria, siendo que la presencia del puerto de aguas profundas constituye una de las principales ventajas para el desarrollo económico local y regional.

En la siguiente figura se presentan el movimiento de mercaderías según grandes rubros y productos asociados durante el año 2010 que totalizó un movimiento de 13.408.589 toneladas. Allí se observa que el principal aporte con el 56,9% sobre el total le corresponde a la categoría Granos, Subproductos y Aceites donde se destacan el poroto de soja y el maíz, luego el trigo, los pellests de soja y otros. En segundo lugar se encuentra los Químicos e Inflamables que representaron el 33,5%, siendo los principales productos gases varios y fuel oil, luego gas oil, nafta y otros. Finalmente, Mercaderías Varias participó con el 9,6% sobre el total, siendo el principal aporte los productos urea y polietileno.



**Figura 138.** Movimiento de mercaderías (porcentaje de tons.) del área portuaria de Bahía Blanca. Fuente: CGPBB, 2011.

El 66% de las toneladas registradas fueron destinadas a la exportación dentro de las cuales el 74% corresponde a granos; el 12% a la importación (78% gases) y el resto fue removido (44% combustibles).



**Figura 139.** Exportaciones, importaciones y removido del área portuaria de Bahía Blanca. Fuente: CGPBB, 2011.

Finalmente, como fuera mencionado, el **sector terciario** es de gran relevancia en Bahía Blanca. El comercio presenta una elevada diversificación concentrándose los minoristas en el centro de la ciudad de Bahía Blanca mientras que los mayoristas y distribuidoras sobre las principales vías de circulación (Diez, 2010).

Según el Censo Nacional Económico 2004/2005 se registraron 5.779 locales ligados al rubro Comercio al por mayor, al por menor, reparaciones representando el 47,9% del total. A su vez ocupan al 24,1% de los trabajadores de la jurisdicción.

En relación a los servicios anteriormente fue mencionada la relevancia del rubro Servicios Inmobiliarios, empresariales y de alquiler en relación al PGB (13,9%), según los datos del CNE 2004/2005 la actividad reporta 1.179 locales lo que representa el 9,8% sobre el total. En segundo lugar se destaca Servicios sociales y de salud con 1.159 locales, 9,6% sobre el total de locales de Bahía Blanca. También es dable resaltar a los rubros Servicios de Transporte, almacenamiento y de comunicaciones (5,6%), Servicios de hotelería y restaurantes (3,4%) y Enseñanza (3,3%).

#### 4.4 ASPECTOS TERRITORIALES

##### 4.4.1 Usos del Espacio

En el presente ítem se describen los usos del espacio identificados en el frente costero de Bahía Blanca, área de estudio del proyecto.

##### 4.4.1.1 Áreas Urbanizadas

Villa Bordeau y el sector sur urbanizado, de la ciudad de Bahía Blanca se encuentran al norte de la Ruta Nacional N° 3 o del Camino Parque Sesquicentenario separadas y alejadas del sector bajo estudio del estuario. La localidad de Ingeniero White, se presenta separada del frente costero por el área portuaria al este y sur y por el resto de establecimientos industriales radicados al oeste.

Cerri, presenta usos predominantemente residenciales de baja densidad identificándose en el sector central viviendas en buen estado mientras que en la periferia se registran viviendas con falta de terminaciones en sus fachadas, diversos materiales de construcción por lo que puede estimarse autoconstrucción. Asimismo, se identifican espacios vacantes dentro del entramado urbano. La expansión urbana se registra en los sectores linderos a su principal calle de acceso desde Bahía Blanca

En cierta medida, Cerri en la actualidad puede considerarse como una pequeña ciudad “dormitorio” de Bahía Blanca al no contar con una estructura productiva propia de relevancia. Tras el abandono de las estaciones ferroviarias (Cerri noroeste y Aguará al sureste) y la profunda crisis del Frigorífico Sansinera - CAP Cuatros y del sector Lanero, las actividades propias de la localidad se limitan al sector terciario (comercios y servicios para satisfacción de bienes diarios principalmente), la actividad agropecuaria de pequeña escala y la Planta Compresora de Gas de TGS al norte de la Ruta Nacional N° 3.



**Figura 140.** Vista la localidad de General Daniel Cerri.

4.4.1.2 Actividad Portuaria e Industrial



**Figura 141.** Vista de Puerto Ing. White, Puerto Galván y la ría. Fuente: cedida por CGPBB

Como se ha expresado anteriormente el sector secundario presenta una relevancia crucial en la estructura económica local. Su inserción en el territorio se encuentra fuertemente ligada a la ventaja principal de Bahía Blanca, su puerto de aguas profundas.

En efecto algunas de las plantas industriales más importantes se encuentran dentro del área portuaria (Cargill, Profertil, MEGA S.A., Dreyfus, etc.) mientras que al norte se identifica al Polo Petroquímico y el Parque Industrial Bahía Blanca. A su vez, al sur de la intersección de la Av. Colón y el Camino Parque Sesquicentenario se encuentra la planta de Petrobras.



<p>Estudio Ambiental Previo Dragado para la Extensión del Canal de Acceso hasta Puerto Cuatros, Provincia de Buenos Aires</p>	<p><b>Referencias</b></p>		<p>Sistema de Coordenadas Geográficas Datum: WGS84 Imagen de Referencia: Google Earth</p>
<p>Plano General de Puertos de Bahía Blanca</p>	<p><b>Hidrografía</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue;">—</span> Cursos de Agua Permanentes</li> <li><span style="color: lightblue;">—</span> Cursos de Agua Estacionales</li> <li><span style="color: lightblue;">■</span> Estuario</li> </ul>	<p><b>Rutas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: orange;">—</span> Ruta Nacional 3</li> <li><span style="color: yellow;">—</span> Vías Principales</li> </ul> <p><b>Localidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: orange;">●</span> Localidades</li> <li><span style="color: blue;">●</span> Puertos</li> </ul>	<p>0 125 250 500 750 1.000 Mts Escala: 1:38.000</p>

Figura 142. Terminales portuarias y principales equipamientos industriales del área de influencia.

Emplazadas de manera dispersa se identifican establecimientos industriales o grandes depósitos a la vera de la Ruta Nacional N° 3 – Camino Parque Sesquicentenario.

En Cerri se emplaza la Planta Compresora de Gases de TGS al norte de la Ruta Nacional N° 3.

#### 4.4.1.3 Actividades Agropecuarias

En el área las actividades agropecuarias no resultan significativas, se limitan a sectores linderos al sur, norte y oeste de la localidad de General Daniel Cerri. Se trata de establecimientos de limitado tamaño, con presencia de pasturas para ovinos y en menor medida cultivos.



**Figura 143.** Ovinos pastando en inmediaciones de General Daniel Cerri

#### 4.4.1.4 Actividades Recreativas

La escasa conexión entre la ciudad y el mar se traduce en un limitado desarrollo de actividades recreativas (y junto con las mismas turísticas) asociadas con el espacio marítimo. En efecto, Bahía Blanca posee numerosos sitios para el esparcimiento de la comunidad local y visitante que presentan una elevada concurrencia pero predominan aquellos localizados dentro de las áreas urbanas.

Por ejemplo, entre el conjunto de circuitos turísticos que se ofrecen desde la Dirección de Turismo de la Municipalidad de Bahía Blanca aquellos que permiten un acercamiento a la ría se limitan a dos: uno destinado a resaltar la actividad portuaria y otro en relación a la localidad Daniel Cerri.

Es dable mencionar que esta limitada interacción en materia recreativa entre la comunidad y la ría es atendida como problemática y por lo tanto se han proyectado líneas de actuación prioritarias para remediarla en los planes de desarrollo (ver 4.4.3).

En el frente costero del área de influencia se identifican 4 sitios ligados a actividades recreativas.



**Figura 144.** Espacios o instalaciones ligadas a usos recreativos en el frente costero.

De este a oeste en primera instancia se identifica el “Paseo del Puerto”. Se trata de una plazoleta seca, con vista a la ría inserta dentro del área portuaria. En la plazoleta se encuentra un punto de información turística, que durante el relevamiento en campo se encontraba cerrado, y en sus inmediaciones cartelera informativa ligada a la riqueza natural de la región. Sin embargo la visualización de esta riqueza se encuentra limitada desde este punto ya que en la visual paisajística predominan los elementos ligados a la actividad portuaria.



**Figura 145.** Plazoleta del “Paseo del Puerto”

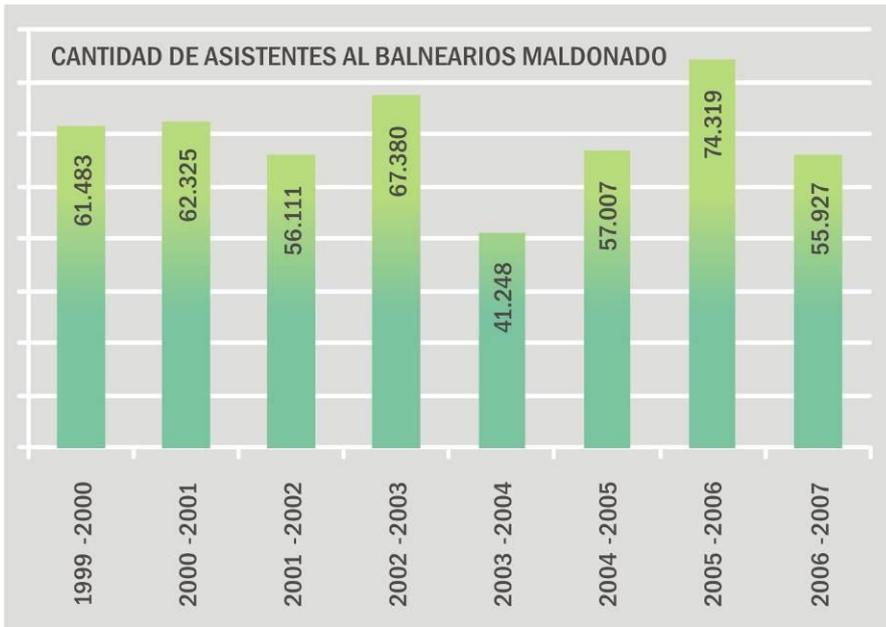
Por su parte, el Club Náutico Bahía Blanca (CNBB) fue fundado en 1928 y desde 1964 ocupa su localización actual, lindero al muelle de contenedores. El Club fomenta la práctica de navegación a vela (Lightning, Pengüin, 505, Optimist, Europa, Láser, entre otras) a través de la organización de regatas (torneo Otoño-Invierno desde 20 de marzo hasta 26 de junio) y oferta de escuelas de Optimist (niños entre 7 a 14 años), Pampero (entre 14 a 18 años) y para mayores de 18 años. Todas las clases prácticas ligadas a las escuelas se realizan los días sábados y domingos. Asimismo, en el CNBB se promueve el windsurf y presenta instalaciones (guardería) para barcos cabinados.

No se ha podido recabar información sobre la cantidad de socios inscriptos y practicantes de los deportes náuticos mencionados. Según informantes claves, tales actividades no resultan intensas y se limitan a los fines de semana y feriados.



**Figura 146.** Vista desde ría del Club Náutico Bahía Blanca

Otro de los espacios identificados ligados a usos recreativos en el frente costero bajo estudio es el Complejo Recreativo Maldonado, conocido también como Balneario Maldonado. Este complejo resulta uno de los espacios con fines recreativos y de esparcimiento más visitados por la población local durante la temporada estival ya que cuenta con dos piletas (una para adultos y otra para niños) que desde la última temporada de verano se llenan con agua dulce (a través de perforaciones).



**Figura 147.** Cantidad de asistentes al Balneario Maldonado por temporada estival 1999-2007. Fuente: Municipalidad de Bahía Blanca tomado de La Nueva Provincia, 2009.

Dentro del Complejo, de administración municipal, se localizan espacios forestados, carpas y sillas frente a las piletas y una cantina. Asimismo, funciona durante la temporada estival una colonia de verano (para 200 niños aproximadamente) y durante los fines de semana se realizan espectáculos al aire libre.

La relación con la ría se limita a la contemplación del paisaje.



**Figura 148.** Vista aérea del Complejo Recreativo Maldonado y la ría. Fuente: cedida por CGPBB.

Finalmente, se identifica al Club de Pesca y Náutica General Daniel Cerri cuyas instalaciones se encuentran en el Puerto Cuatrerros. Este club fue fundado por un grupo de vecinos de Cerri en 1970 y en la actualidad cuenta con 745 socios activos, 64 vitalicios y 369 honorarios (Portal Rianet, 2011). El patrimonio de la institución se compone de 26 embarcaciones menores, se trata de botes de madera a remo o motor de 5,10 m de eslora con capacidad máxima para 4 personas, los cuales son alquilados a los socios.

El club organiza torneos de pesca embarcada para los socios a los que fuera del ranking pueden también participar los ajenos al mismo. También realiza un concurso de pesca de pejerrey para niños y jóvenes de entre 6 a 16 años.

En la siguiente figura se puede observar la localización de instalaciones que posee el club en Puerto Cuatrerros.



**Figura 149.** Club de Pesca y Náutica General Daniel Cerri en Puerto Cuatrerros

Es importante mencionar que históricamente la posibilidad de acceso de la población a la ría se dio a partir de la actividad portuaria. De esta manera, los sitios desde los cuales se puede contemplar panorámicamente el paisaje costero son limitados. En relación al área bajo estudio, el punto más relevante es desde Puerto Cuatrerros en tanto que a partir del mismo y en dirección al sur o hacia el oeste se puede avistar el estuario sin interferencias de elementos antrópicos. Por el contrario, la visual hacia el este o desde el Complejo Recreativo Maldonado ofrece predominantemente componentes naturales pero a su vez se identifican los establecimientos industriales/portuarios de Bahía Blanca.



**Figura 150.** Vistas desde Puerto Cuatrerros hacia el Este



**Figura 151.**  
Vistas desde Puerto Cuatrerros hacia el Sur y Oeste

**4.4.1.5 Navegación Comercial**

Sobre el espacio marítimo el principal uso identificado es la navegación comercial, claro está, ligada a las numerosas terminales portuarias apostadas sobre la ría de Bahía Blanca.

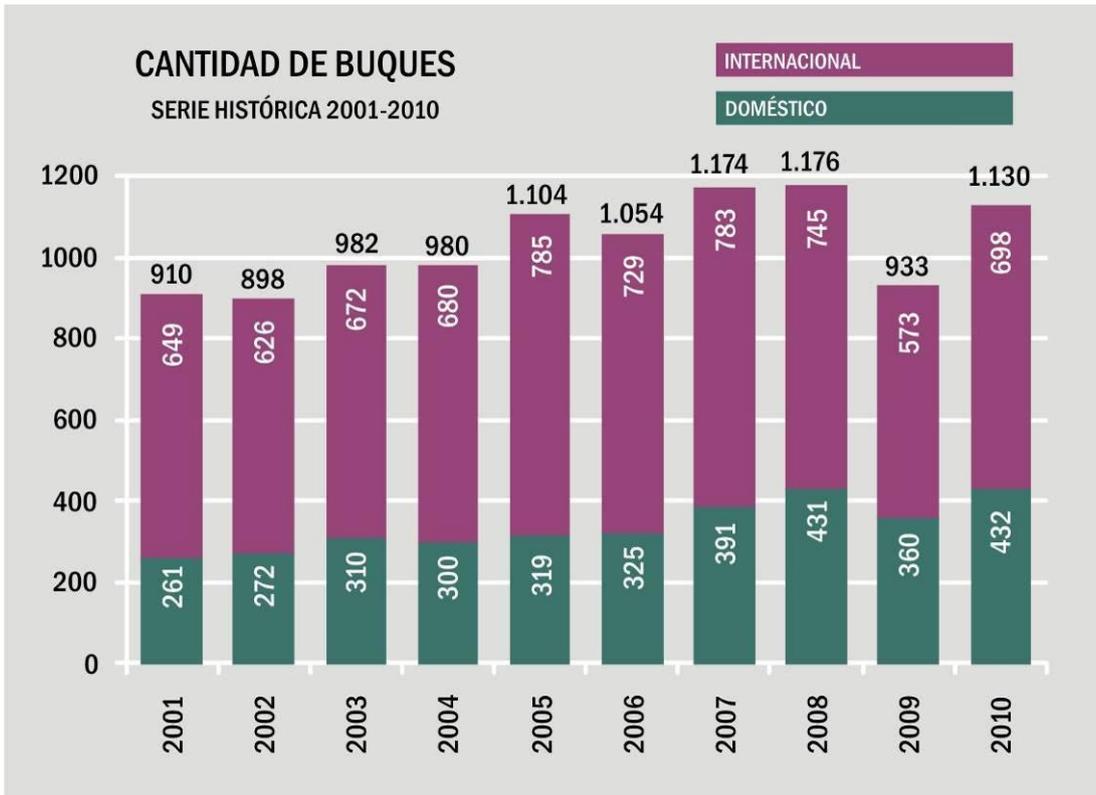
El canal de acceso a la zona portuaria presenta una longitud de 97 km y permite la navegación de buques con un máximo de 45' de calado. El mismo posee un sistema de balizamiento con la presencia a lo largo del canal de 69 boyas luminosas alimentadas a través de energía solar. En términos generales los buques ingresan libremente hasta la boya 11, a partir de la cual toman injerencia los prácticos (el buque regasificador que opera actualmente en la terminal Mega es acompañado desde el inicio, Boya Faro). Se estima que desde la boya 11 hasta Puerto Galván un buque tarda 3 hs. aproximadamente.

Desde 1999 opera las 24 hs durante todos los días del año el Sistema de Control de Tráfico de Embarcaciones de Bahía Blanca (VTS). Se trata de un sistema moderno de monitoreo y control de los buques que ingresan al canal a través de radares.



**Figura 152.** Canal de Acceso al Puerto Bahía Blanca. Fuente: CGPBB, 2011

Según la información ofrecida por el CGPBB en 2010 se computaron 1.130 buques que utilizaron el canal de acceso a la zona portuaria.



**Figura 153.** Movimiento de Buques en el Canal de Acceso a los puertos de la ría Bahía Blanca. Fuente: CGPBB, 2011

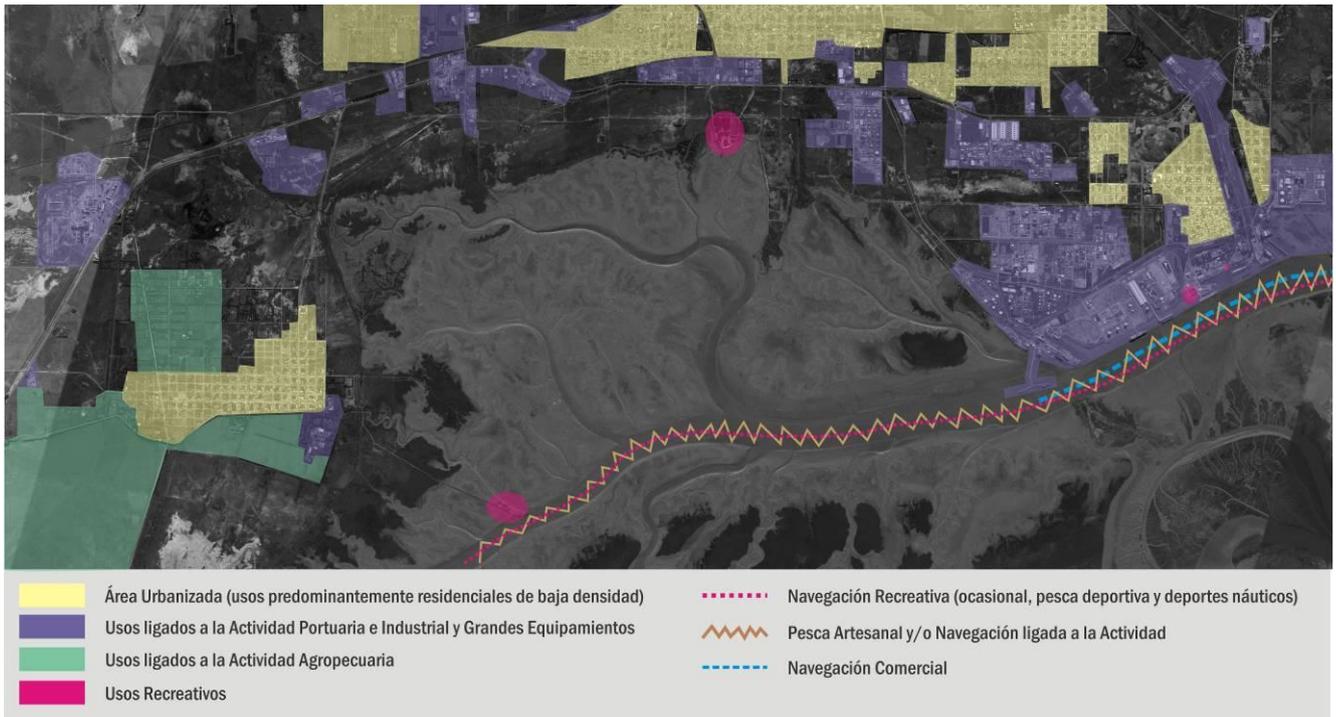
Entre los tipos de buques que se movilizan asociados al Puerto Bahía Blanca se destacan los buque tanque y graneleros y luego los de carga general, portacontenedores, gaseros, químicos, aceiteros y pesqueros.

#### 4.4.1.6 Actividad Pesquera

La descripción de la actividad se encuentra desarrollada en el punto 3.1.4.3. A los fines de este ítem es de relevancia mencionar que tal actividad se realiza en el área de influencia, siendo la pesquería artesanal la que utiliza el interior de la ría.

#### 4.4.1.7 Síntesis

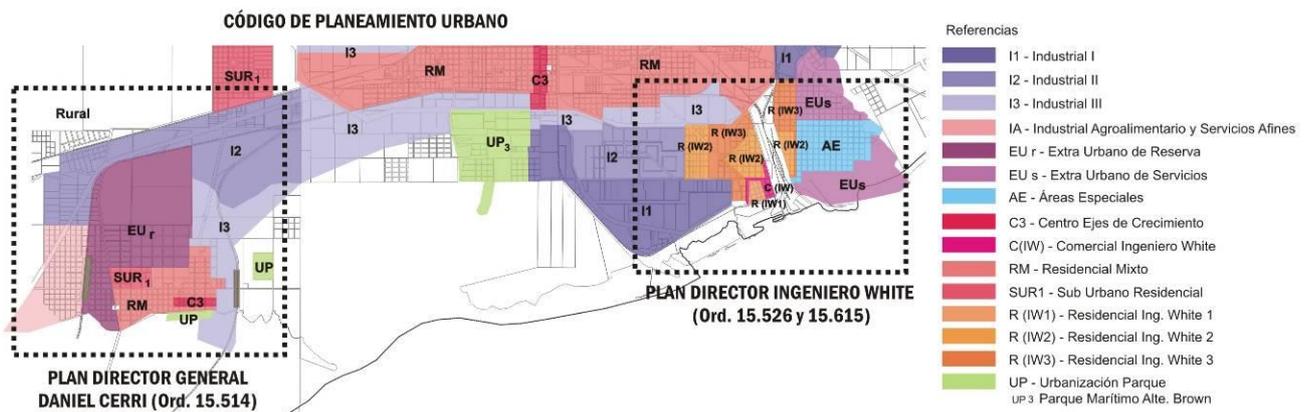
En la siguiente figura se presenta un esquema de los usos identificados y expuesto en los puntos anteriores.



**Figura 154.** Esquema de usos del espacio en el área de influencia.

#### 4.4.2 Ordenamiento Territorial

Los usos del suelo legales del área cercana al proyecto se encuentran definidos por el Código de Planeamiento de Bahía Blanca (Ordenanza N° 5691/1990) y por los Planes Directores de General Daniel Cerri e Ingeniero White aprobados recientemente (Ordenanza 15.514 y 15.526/15615 respectivamente). En la siguiente figura se presenta el recorte de los distritos de zonificación del área de influencia<sup>2</sup>.



**Figura 155.** Plano de zonificación del área ligada al estudio de Bahía Blanca

Así, se observa que linderos a la zona de cangrejal al norte del canal principal del estuario bajo estudio se identifican los siguientes distritos (de este a oeste): Industrial I, Urbanización Parque (3), Industrial III e Industrial II. En el Plan Director de General Daniel Cerri aprobado en 2009 se incorporó una zona Urbanización Parque lindera al estuario.

<sup>2</sup> El presente ítem fue realizado en base a la información disponible existente en la web oficial de la Municipalidad de Bahía Blanca (Código de Planeamiento) y en la web oficial del Honorable Concejo Deliberante de Bahía Blanca (Plan Director General Daniel Cerri y Plan Director Ingeniero White).

En cuanto a los distritos Industriales (I) se trata de “zonas destinadas al agrupamiento de las actividades manufactureras y de servicios y que por sus características admiten ser localizadas en el tejido urbano”. El Código establece tres distritos industriales conforme el grado de molestias que cada uno puede soportar (posee clasificación de industrias, servicios y depósitos según molestias y clasificación urbanística particular, Cuadros N° 2 y 3 para las industrias y Cuadros N° 4 y 5 del Código de Planeamiento).

Distrito	Descripción
I1 – Industrial I	Constituye la zona industrial típica donde estas actividades pueden alcanzar su máximo desarrollo y comodidad de operaciones ya que no se superpone con ningún otro uso que sea incompatible con las mismas.
I2 – Industrial II	Industrias de mediana envergadura tendientes a afirmar las características existentes del parque industrial.
I3 – Industrial III	Industrias de cierta magnitud, que no producen altos grados de molestia.

Luego, el distrito Urbanización Parque se define como “zonas destinadas a espacios verdes o parquizados de uso público”, en el caso bajo estudio se establecía el límite del UP3 ligado al Parque Marítimo Almirante Brown, donde se encuentra al Balneario Maldonado. Para estas zonas es la Municipalidad la encargada de analizar y autorizar obras que exclusivamente se destinen al uso público que potencien el carácter de estos espacios.

Es importante resaltar el rol de la Agenda de Desarrollo. La misma es una comisión especial que funciona en el ámbito del Honorable Concejo Deliberante de Bahía Blanca y que tiene la función de *“la coordinación y definición de un ámbito de participación público-privado tal que permita la definición de un Plan de Desarrollo Local, y la revisión y actualización del planeamiento físico de la ciudad”* (Art. 1, Ordenanza N° 14.127). Integran la misma representantes de los poderes ejecutivos municipal y provincial, legislativo local, colegios de profesionales, cámaras empresariales, CGPBB, ONGs, entre otros. En su interior funciona la Unidad de Reformulación del Código de Planeamiento Urbano de Bahía Blanca.

#### 4.4.3 Modelo Territorial Deseado

La definición de un territorio deseado ha sido y continúa siendo una discusión de gran riqueza en Bahía Blanca. Desde mediados del siglo pasado hasta la actualidad se registran numerosos planes, programas y proyectos particulares que materializan en cierta medida tal discusión, donde se interrogan las principales problemáticas que presenta el territorio y en función de las mismas y del establecimiento de objetivos (¿cómo debe ser Bahía Blanca en el futuro?) establecen líneas de actuación urbanísticas.

Una de las particularidades de la mayor parte de estos planes o proyectos estratégicos de desarrollo con incidencia territorial es que el contenido de los mismos se define a través de un proceso de concertación y de amplia participación entre los diversos actores de la escena local. En efecto, en muchos de estos estudios (especialmente los de más reciente elaboración) se registra la participación del poder ejecutivo local (municipalidad a través de secretarías tales como Obras Públicas, Planeamiento, etc.), el Honorable Concejo Deliberante, el Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca, representantes de las principales cámaras empresariales de la jurisdicción (entre los que se destaca el Polo Petroquímico), universidades (UNS), colegios de profesionales, organizaciones no gubernamentales y barriales, etc. La participación de todos estos actores le otorga a estos planes una mayor legitimidad a la idea creada del Modelo Territorial Deseado.

Es de relevancia mencionar que el Modelo Territorial Deseado se diferencia del Ordenamiento Territorial, en tanto el primero establece los lineamientos guía que se aspira posea el territorio en un escenario futuro, los cuales surgen a través de un proceso dinámico de discusión no acabado y de concertación (formal y no formal) entre los distintos actores sociales. El Ordenamiento Territorial refiere a convenciones ya establecidas y homologadas a través de Ordenanzas que definen específicamente el uso que se le otorga a un territorio dado territorio, es decir define el Uso Legal del Suelo.

A continuación se listan los planes, programas y proyectos identificados en la historia contemporánea de Bahía Blanca que se desarrollan en el marco del Modelo Territorial Deseado:

- Plan de Desarrollo de Bahía Blanca (1968-1970) y su reformulación (1986)
- Plan Estratégico Bahía Blanca (1999) – Dirección de Planificación Estratégica de la Municipalidad de Bahía Blanca
- Plan de Recuperación de Tierras y Sistematización del Frente Costero, denominado comúnmente Proyecto RUZ (2000) - Iniciativa de la Municipalidad de Bahía Blanca y el Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca.
- Área Metropolitana del Estuario de Bahía Blanca, denominado comúnmente Convenio ADEFRANCE (2009) - Acuerdo de Cooperación Técnico: Municipio de Bahía Blanca/ Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca/GIE ADEFRANCE; asociados a convenio: Municipio Punta Alta & Puerto Cnel. Rosales & Base Naval Puerto Belgrano
- Plan de Desarrollo Local Bahía Blanca 2009-2028 (2009) - Municipalidad de Bahía Blanca (Estudio 1.EE.289 – Unidad de Preinversión UNPRE – Programa Multisectorial de Preinversión – Préstamo del BID 1896 OC-AR)
- Plan de Desarrollo Costero Portuario Recreativo (2011) Agenda de Desarrollo- Dirección de Planeamiento Urbano.

En todos estos documentos se registran dos objetivos principales de relevante relación con el proyecto bajo estudio:

- Potenciar el desarrollo económico local del sector industrial y logístico a través de una mejora y expansión de las instalaciones portuarias (relación ciudad – puerto)
- Incorporar la noción de ciudad costera en el imaginario colectivo local destinando sectores del estuario a usos recreativos, científicos y regulaciones que tiendan a la conservación natural del espacio indicado (relación ciudad-estuario).

En efecto, el *Plan de Desarrollo de Bahía Blanca realizado en 1968-1970 y su reformulación de 1986* definía la necesidad de desarrollar la franja costera con el objetivo de ligar la ciudad con el mar. Por un lado, consideraba la expansión del área portuaria ganando tierras al mar y luego el desarrollo de proyectos urbanísticos destinados a actividades recreativas (balnearios, equipamientos para deportes, espacios verdes y una ruta panorámica costera) desde inmediaciones del canal Maldonado, hasta Puerto Cuatros.

Bajo la misma lógica, el *Plan Estratégico Bahía Blanca formulado entre 1997 y 1999* a través de un proceso participativo entre el sector público y representantes de entidades privadas, estableció como eje estratégico número uno:

*“EJE ESTRATEGICO 1 - Reconversión de la relación entre la ciudad y la franja costera mejorando su funcionalidad y seguridad, propiciando la generación de espacios de uso público y promoviendo la radicación de nuevos emprendimientos industriales y de logística del transporte en un marco de desarrollo sustentable.*

- Incorporar en el imaginario colectivo la noción de ciudad costera.*
- Mejorar la conectividad entre la Franja Costera y los restantes sectores de la ciudad.*
- Posibilitar la coexistencia armónica entre las distintas actividades (productivas, residenciales, recreativas) del área.*
- Incorporar sectores aptos para uso industrial y/o portuario y/o actividades logísticas.*
- Fomentar el desarrollo y diversificación de actividades recreativas, deportivas y de esparcimiento, asignando o reasignando espacios definitivos para su localización.*
- Intensificar los controles ambientales, coordinando las acciones entre la Administración Municipal, el Gobierno Provincial y otras jurisdicciones.*
- Proteger el medio ambiente del estuario disminuyendo los efectos de los factores contaminantes.*
- Incrementar la participación de todos los sectores en las decisiones que afecten a la franja costera.”*

En este sentido, se identifica el proyecto *“Plan de Recuperación de Tierras y Sistematización del Frente Costero” denominado comúnmente Proyecto RUZ del año 2000*, que resulta un anteproyecto con elevado grado de detalle contemplando las obras necesarias para el relleno del sector lindero a la Posta de Inflamables para la expansión del área portuaria y luego la creación de una marina y laguna para el desarrollo de actividades náuticas.

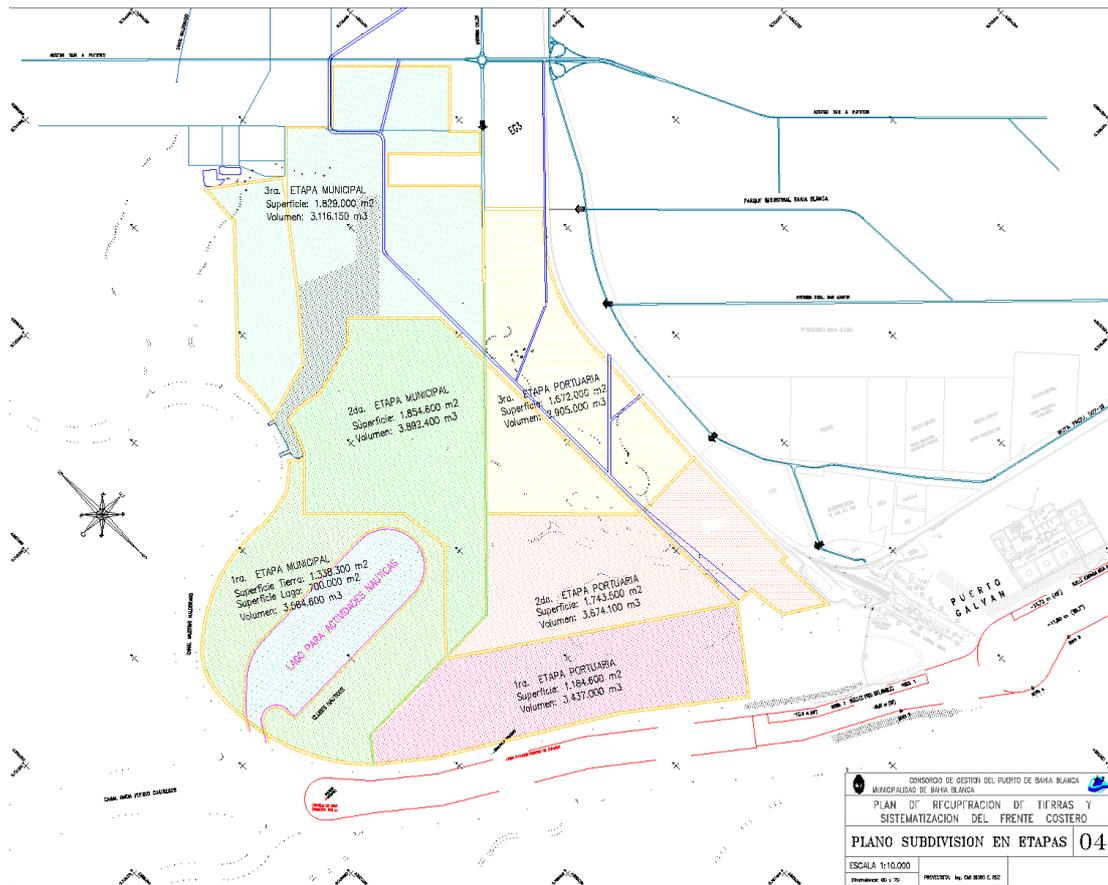


Figura 156. Área de expansión portuaria y marina con laguna proyectadas en el denominado Proyecto Ruz.

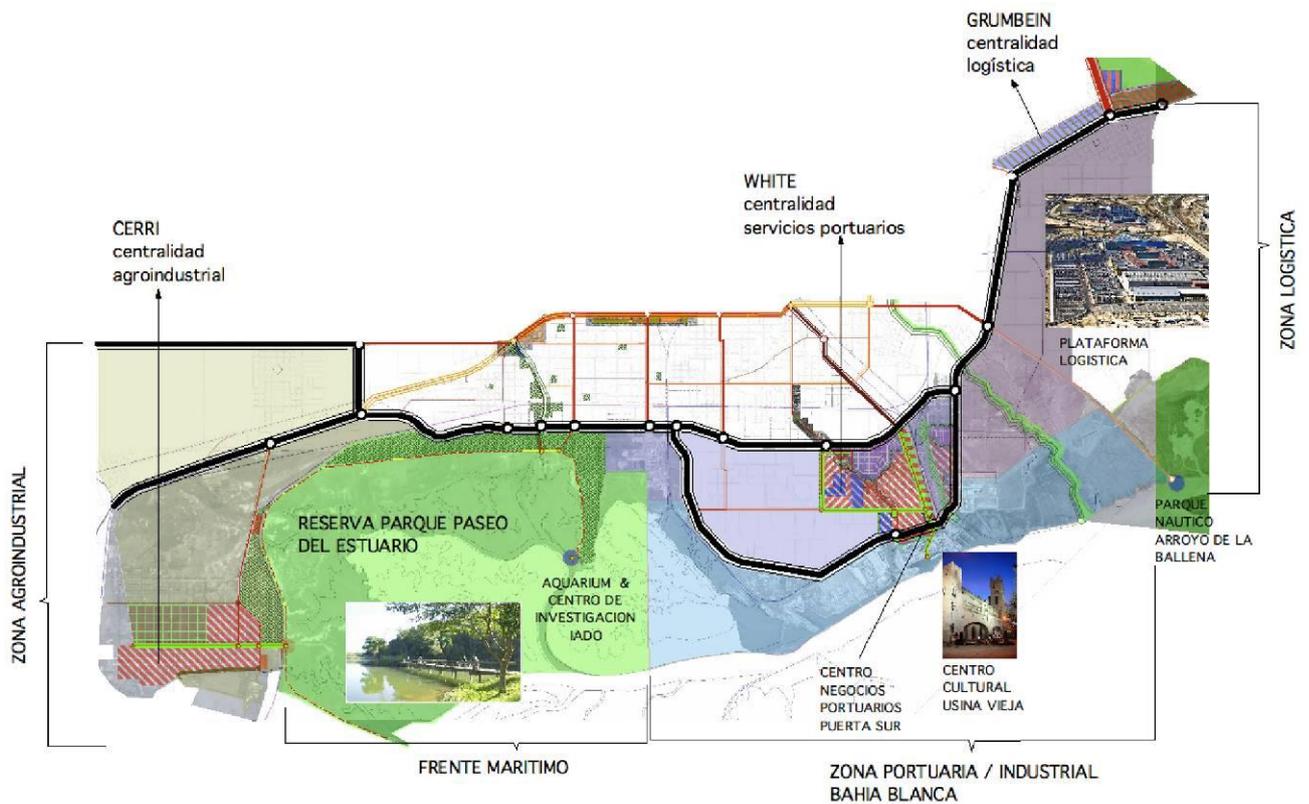
De más reciente data se registran estudios y planes de actuación estratégica que se complementan entre sí. En el año 2009 se realizó el denominado *Convenio ADEFRANCE*. Financiado por capitales privados franceses resultó de un acuerdo entre los mismos junto con el Municipio de Bahía Blanca y el Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca y estaban asociados al mismo los Municipios Punta Alta y Puerto Cnel. Rosales y la Base Naval Puerto Belgrano. El objetivo principal del Convenio era alcanzar un mejor posicionamiento en el mercado global del Área Metropolitana del Estuario de Bahía Blanca.

Los 4 lineamientos estratégicos para alcanzar tal objetivo son:

- 1-El plan Urbanístico-Físico - Ambiental del Estuario de la Bahía
- 2- El Plan económico que sustente un Desarrollo Sostenible
- 3-El Programa Institucional de Gerenciamiento del Proyecto
- 4-El Plan de Crecimiento y consolidación del Sistema de Puertos y Plataforma Logística

De esta manera se definieron las siguientes líneas de actuación para el sector costero bajo estudio:

- 1-Agroalimentaria con polo de centralidad en Cerri.
- 2-Frente Marítimo con la Reserva Parque Temático Paseo del Estuario, donde la ciudad accederá al disfrute del Estuario, planteando el derrame de la trama urbana hasta el borde del agua, desde el Balneario Napostá al Muelle de Pescadores de Cerri, incorporando como inicio del recorrido el Acuario y Laboratorios de Investigación a desarrollar por el IADO, quien podrá acercar a los bahienses a los conocimientos de un recurso único y casi desconocido como lo es el ecosistema del humedal. Es de destacar que este sector de paseo se desarrollará donde hoy el municipio está llevando a cabo la LIMPIEZA DEL EX BASURAL. Desde esta zona de relleno se construirán las primeras plataformas flotantes que a manera de pasarelas permitirán a la población “caminar dentro del estuario”.
- 3-Puerto y zona Industrial, donde el Puerto y el Polo petroquímico definen su territorio en un marco de compatibilización con lo productivo y lo recreativo....
- 4-La plataforma Logística que propone Adefrance es el territorio diferencial, que pone a los puertos del Estuario en el concierto internacional de Ciudades – Puerto, al generar una zona industrial productiva que incorpora VALOR AGREGADO al movimiento portuario ...”



**Figura 157.** Zonificaciones y líneas de actuación sobre el frente costero definidas por el Convenio ADEFRANCE. Fuente: GIE ADEFRANCE, Municipio de Bahía Blanca – Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca, 2009 (2009) Informes 13 y 14.

En este estudio que aspira a la definición del modelo territorial deseado del frente costero se confirma el objetivo de expansión del área portuaria y propone la creación de la Reserva Parque Paseo del Estuario con el emplazamiento donde se encontraba el ex Basural Belisario Roldán de un acuario y centro de investigación del IADO, un camino costanero y regulaciones para la conservación de este sector del estuario.

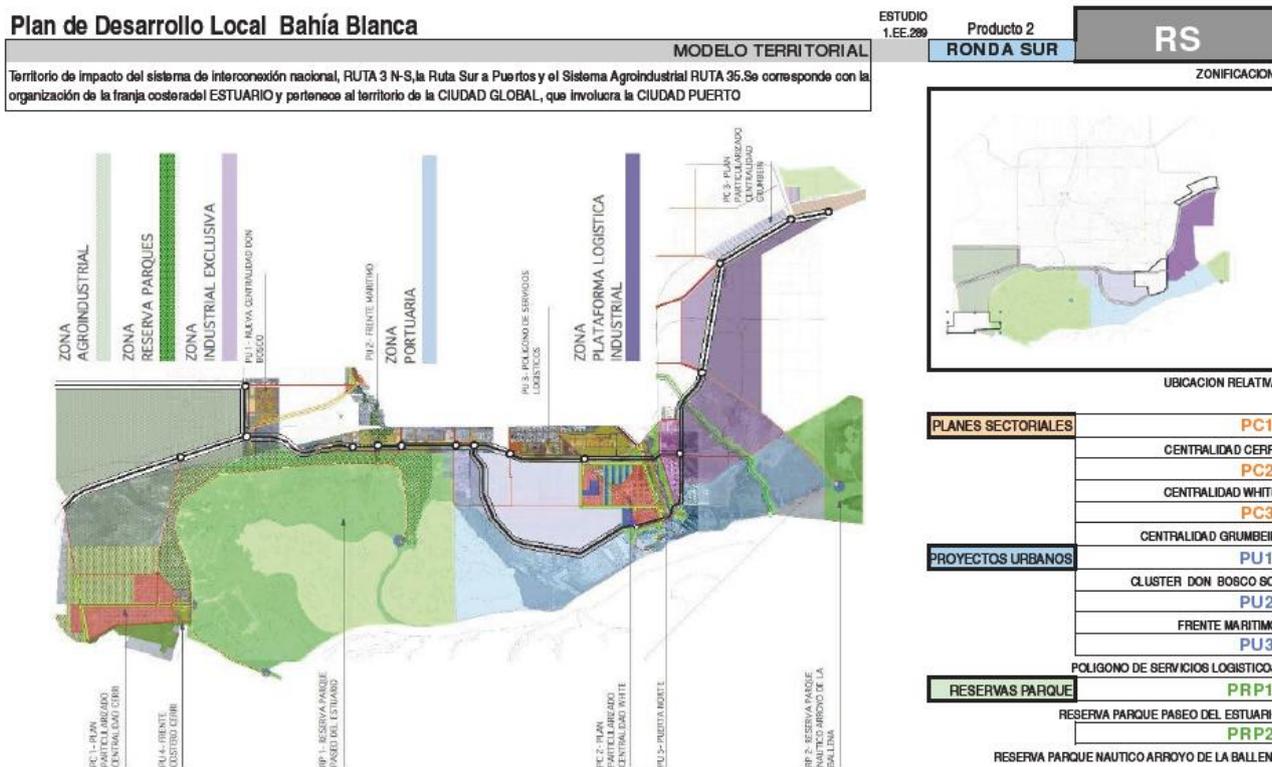
El “Plan de Desarrollo Local de Bahía Blanca 2009-2028” (financiado a través de un préstamo del BID) es otro de los planes estratégicos formulados e incorpora lo definido por el Convenio ADEFRANCE y ciertos objetivos principales identificados en el resto de los planes y proyectos existentes.

Este documento propone líneas de intervención de gran alcance y complejidad. Entre los Programas que contiene aquel con mayor ligazón con el área de estudio es:

*“Programa AMEB (Área Metropolitana del Estuario de la Bahía)”*

*Se relaciona con la actividad portuaria, logística y turístico-recreativa del frente marítimo, en una gestión integrada Municipalidad-Consortio del Puerto, poniendo especial énfasis en la identificación de las obras de infraestructura definidas a escala nacional y las posibilidades de acceso a su financiamiento internacional. El objetivo es insertar la ciudad en el contexto mundial a partir del desarrollo sostenible portuario, recuperación de la identidad marítima con generación de empleo y la incorporación de valor agregado a la actividad portuaria y su potencial logístico. Las acciones territoriales a implementar se refieren, entre otras, a la ejecución de la Ronda Sur, nuevo trazado y estación ferrocarril de carga, parques y paseo costero, club náutico, zona de actividades logísticas, parque agroindustrial, etc., conjugando planeamiento físico con desarrollo económico.*

En la siguiente figura (con fuerte sintonía en lo observado de los documentos del Convenio ADEFRANCE) se observa la zonificación base propuesta y se listan los planes, proyectos, etc. asociados a cada sector del frente costero.



**Figura 158.** Zonificación base y localización de proyectos urbanos del Plan de Desarrollo Local en el frente costero. Fuente: Municipalidad de Bahía Blanca, 2010.

Recientemente (mediados de mayo del corriente), el intendente de Bahía Blanca anunció el “Plan de Desarrollo Costero Portuario Recreativo”. El mismo fue ideado en el marco de las actuaciones realizadas por la Unidad de Reformulación del Código de Planeamiento de la Agenda de Desarrollo. Este Plan contempla:

- Área logística para el intercambio de cargas entre el puerto y la región en la zona entre las vías al Neuquén, el Camino de Acceso a Puertos (futura autovía 3) y la costa.
- Programas de actuación sobre el casco urbano de Ingeniero White (contemplados en el Plan Director de la localidad y se incorpora la recuperación de los muelles 3 y 4 para que operen desde allí embarcaciones que recorrerán la ría con fines turísticos)
- Al este del área portuaria actual se estima ganar tierras al estuario para la radicación del Club Náutico de Ingeniero White en la desembocadura del Arroyo Napostá. Al interior del sector se destinarán espacios para el acopio ya que en el área portuaria los sitios para tal actividad resultan limitados.
- Expansión del área portuaria en sectores aledaños a la central termoeléctrica Luis Piedra Buena (Puerto Ingeniero White), Posta de Inflamables (Puerto Galván) y Puerto Cuatros.
- Proyecto urbano Paseo Parque del Estuario denominado ahora del Humedal. Se estima el saneamiento del ex basural que se encuentra entre la calle Belisario Roldán y la ría donde comenzaría el paseo costanero de casi 3 km de extensión sobre el frente del estuario. En este sector se proyecta un paseo en bulevar con doble nivel de costanera en marea alta y baja, una bahía mirador en uno de sus extremos (mirando hacia el oeste y Puerto Cuatros) con un malecón de borde para hacer frente a las sudestadas y una marina para embarcaciones de pequeño porte.
- Creación de una Reserva Natural Municipal en la franja costera desde el Complejo Recreativo Maldonado hasta la UP de Cerri.

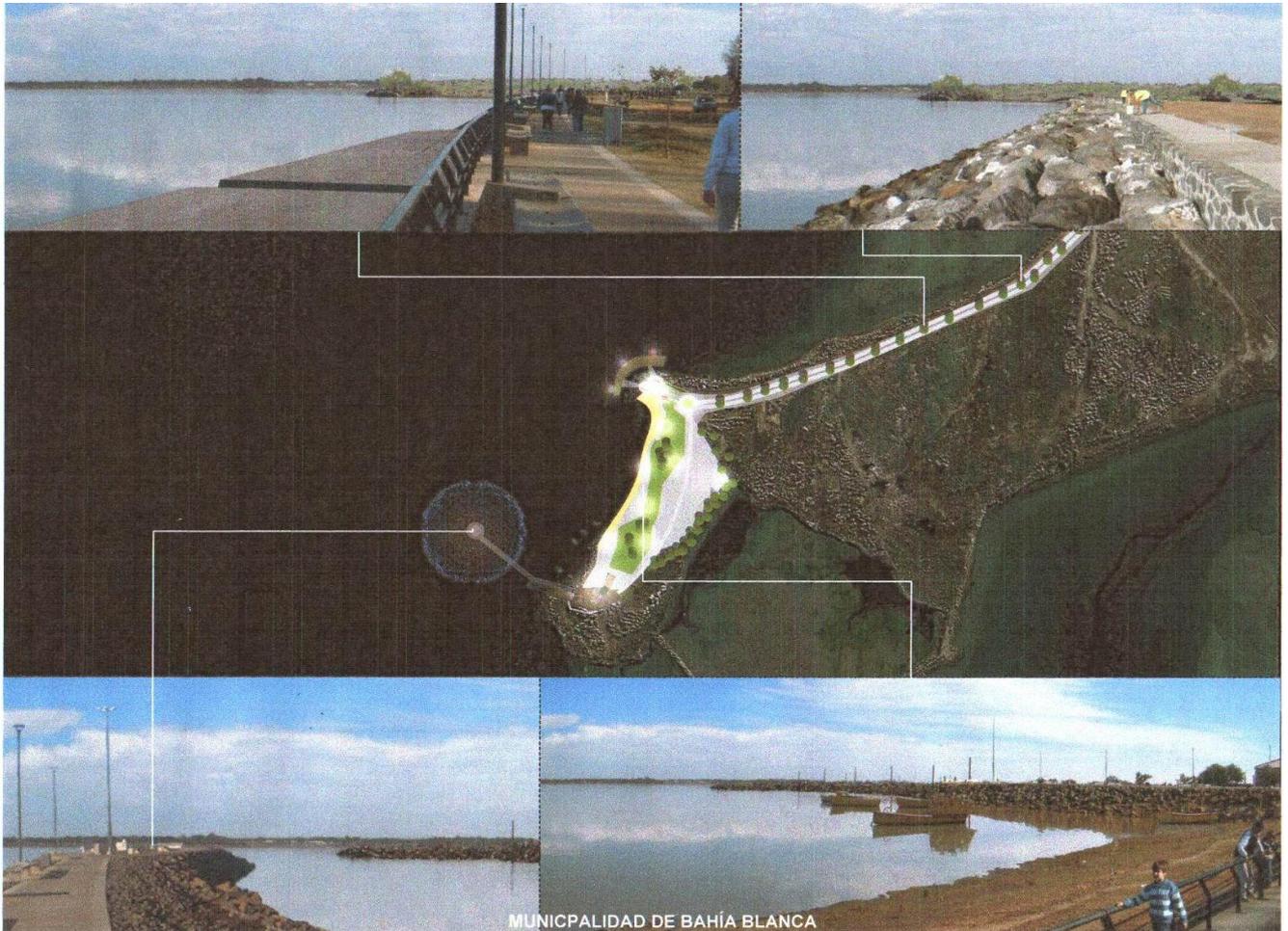


**Figura 159.** Plan de Desarrollo Costero Portuario Recreativo. Fuente: Municipalidad de Bahía Blanca, 2011.

De acuerdo a una entrevista realizada a principios del mes de septiembre, los responsables de la Dirección de Planeamiento Urbano y Ambiente de la gestión local reafirmaron la prioridad y necesidad en materia de planificación urbana de la expansión portuaria, entendiendo a tal actividad como aquella que sustenta y/o posibilita un mayor grado de desarrollo del sector secundario local (el más relevante y dinámico) y de manera sinérgica el resto de los sectores. Expusieron que ya no queda espacio disponible en el área portuaria actual y que, por lo tanto, la vía para satisfacer tal objetivo es ganando tierras al estuario, tal como fueran concebidos Puerto Galván e Ingeniero White.

Respecto del sitio específico hacia donde expandir el área portuaria expresaron que la extensión inmediata hacia el oeste de la Posta de Inflamables es un sitio óptimo. En cuanto al área lindera a Puerto Cuatros también lo estiman como un aspecto positivo en tanto permitiría incorporar una actividad económica relevante y propia a la estructura productiva de General Daniel Cerri, la cual en la actualidad es muy limitada. Si bien en el Plan de Desarrollo Costero Portuario Recreativo se planteaba el área portuaria hacia el oeste de Puerto Cuatros consideran oportuno emplazarla al este.

Por otra parte, el responsable de la Dirección de Planeamiento Urbano expresó que se ha avanzado con el objetivo de brindar un mejor acceso de la población al estuario con fines recreativos (relación ciudad - estuario) al ser licitadas las obras para la construcción del Paseo del Humedal sobre el brazo donde antiguamente funcionara el basural Belisario Roldán. En la siguiente figura se representan las obras de intervención.



**Figura 160.** Paseo del Humedal, Proyecto Frente Costero. Fuente: Municipalidad de Bahía Blanca, 2011.

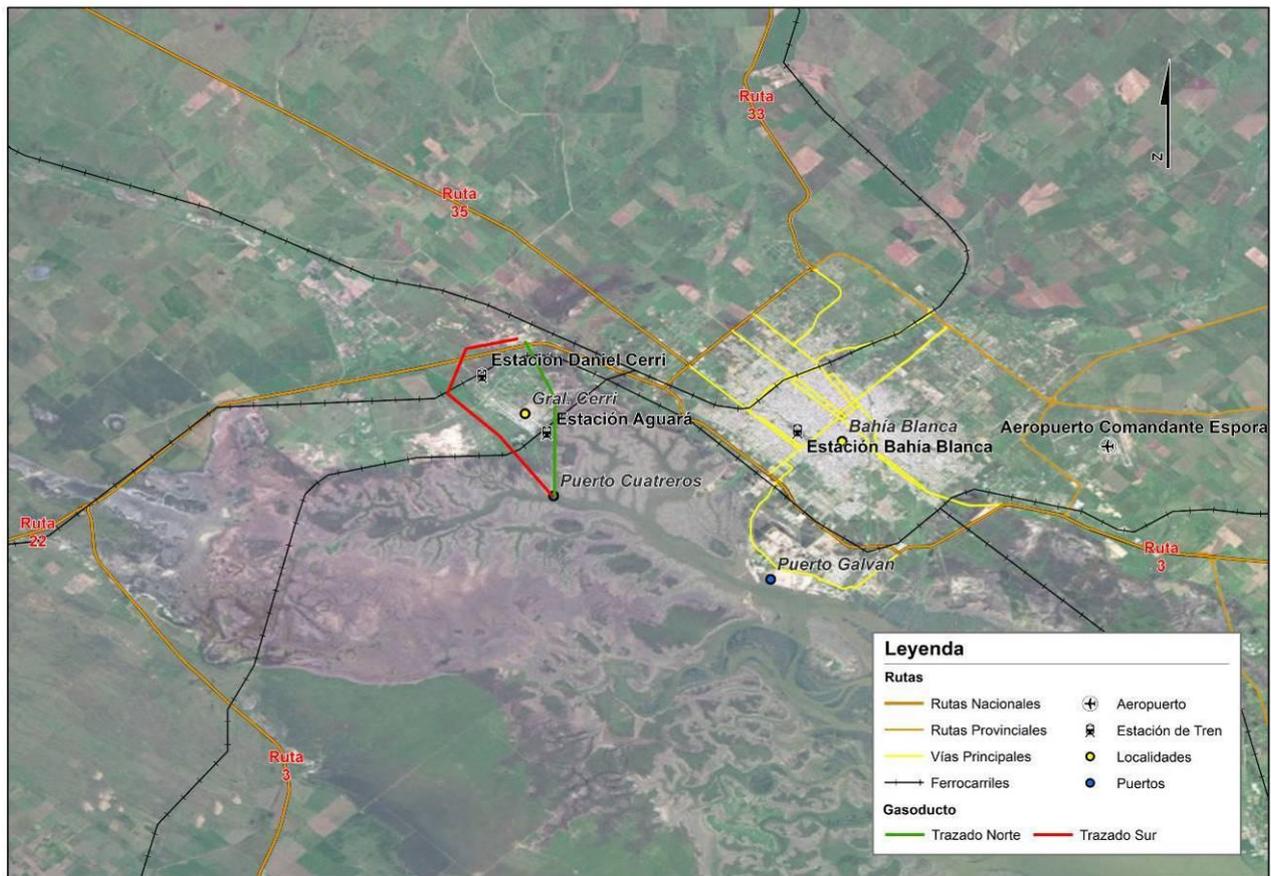
Finalmente, entendiendo las necesidades de expansión portuaria y los beneficios de que la misma se desarrolle en cercanías al Puerto Cuatros y así de General Daniel Cerri, pero también considerando la relevancia de tal sitio en tanto el único que actualmente permite una conexión directa entre la población y el estuario (relación ciudad-estuario), es que alertaron sobre la necesidad de establecer líneas de actuación y/o medidas donde ambos usos (portuario/industrial y recreativo) resulten compatibles.

**4.5 INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTOS**

Bahía Blanca cuenta con una amplia oferta en materia de infraestructura de transporte, servicios y equipamientos urbanos que sustentan su rol de centro jerárquico de la región como proveedora de servicios y bienes para el conjunto de las actividades productivas y urbanas. En la siguiente sección se describen las características más relevantes.

**4.5.1 Infraestructura de Transporte**

En la siguiente figura se presentan las principales infraestructuras de transporte del área de estudio.



**Figura 161.** Infraestructura de Transportes del Área de Estudio

**4.5.1.1 Infraestructura Vial**

La vía más importante en el área de estudio, que permite el acceso desde el sur y el norte, es la Ruta Nacional 3, que comunica la Provincia de Buenos Aires con las principales ciudades del Sur Argentino y la Patagonia en una extensión de 3060 kilómetros. En el kilómetro 698 de dicha ruta, y a pocos minutos de la ciudad de Bahía Blanca, se encuentra el camino de Acceso a la localidad de General Daniel Cerri. Desde allí, saliendo por la Avenida 25 de Mayo se toma un camino y luego de 4 kilómetros se ingresa al Puerto Cuatros.

Otras vías importantes de acceso a la zona y en particular a Bahía Blanca, son las Rutas Nacionales 22, 33 y 35. La ruta 22 permite la comunicación con el Oeste, especialmente con la ciudad y la provincia de Neuquén. Además atraviesa la provincia de Río Negro y La Pampa. La ruta 33 es la principal conexión con la provincia de Santa Fe (parte desde la ciudad de Rosario) y las localidades del Oeste de la provincia de Buenos Aires. A su vez, la ruta 35 conecta la zona con el centro del país, recorriendo las provincias de La Pampa y Córdoba, atravesando importantes ciudades como Santa Rosa y Río Cuarto.



**Figura 162.** Calle de Acceso Principal a la localidad de General Daniel Cerri

Por otra parte, como fuera mencionado, se identifica una sola vía de acceso a Puerto Cuatros de tierra. En general presenta buenas condiciones identificándose ciertos sectores deteriorados con presencia de pozos. El nivel de tránsito es muy bajo, siendo utilizada exclusivamente por visitantes ocasionales, socios y/o trabajadores del Club de Pesca y Náutica General Daniel Cerri cuyas instalaciones se encuentran en Puerto Cuatros.

#### 4.5.1.2 Infraestructura Portuaria

En relación a la infraestructura portuaria se presentan a continuación las principales características en la materia de las terminales existentes en Puerto Ingeniero White y Galván, emplazados en el área bajo estudio.

**Tabla 44.** Principales características de las terminales de Puerto Ingeniero White

PUERTO INGENIERO WHITE									
Terminal	Especialidad	Muelles		Almacenaje		Equipo de Manipuleo		Recepción Ferroviaria	
		Nombre	Longitud y profundidad	Tipo	Capacidad	Tipo	Capacidad		
Toepfer	Cereales y Subproductos	Cte.Luis Piedrabuena	365 m x 42'	Silo	20000 t.	Cinta Transporte	1000 t/h	Si	
				Celda	35000 t.				
Terminal Bahía Blanca	Cereales, Subproductos y Oleaginosas	Sitio 5/6	330 m x 29'	Silo	191600 t	Cinta Transporte	1500 t/h	Si	
		Sitio 7/8	330 m x 29'				1500 t/h		
		Sitio 9	294 m x 50'				1800 t/h		
CARGILL	Cereales, Subproductos y Aceites	Cargill	280 m x 45'	Celda	95000 t	Cinta Transporte	2400 t/h	Si	
				Silo	50000/120000 t				
				Tanque	22800 m3				Cañería
Muelle Ministro Carranza	Mercadería General	Sitio 17	190 m x 19'	Cubierto	3550 m2	2 Guinches Eléctricos y 2 Grúas Móviles	3 t y 2 t	Si	
		Sitio 18-19	260 m x 24'	Plazoleta	114000 m2		20 t		
		Sitio 20	210 m x 24'	Frigorífico	82000 m3		5 t		
Terminal de Contenedores	Mercadería General y Contenedores	Sitio 21	270 m	Plazoleta	1800 contenedores llenos	Grúa Móvil 4° Generación Panamax	100 ton	si	
				Plazoleta	2000 contenedores vacíos		3 Reach Stackers		Última generación
				Estación Reefer	360 tomas		Fork Lifts		eléctricos
				Sala consolidado contenedores					combustión
PROFERTIL	Fertilizantes Amoníaco	Profertil	270 m x 45'	Silos	75000 t	Cinta Transporte	1250 t/h	Si	
				Tanque	30000 m3		1 Brazo Cargador		500 t/h

Fuente: CGPBB, 2011

**Tabla 45.** Principales características de las terminales de Puerto Galván

PUERTO GALVAN								
Terminal	Especialidad	Muelles		Almacenaje		Equipo de Manipuleo		Recepción Ferroviaria
		Nombre	Longitud y profundidad	Tipo	Capacidad	Tipo	Capacidad	
MEGA	Propano Butano Gasolina	Mega	270 m x 45'	Tanque	70000 m3	5	2000 m3/h	No
				Tanque	30000 m3	Brazos		
MORENO	Cereales, Subproductos, Aceites	Sitio 1	140 m x 25'	Cubierto	1890 m2	Cinta Transporte	1600t/h	Si
		Sitio 2-3	270 m x 38'	Celda	100000 t			
		Sitio 4	69 m x 25'	Silo	20000 t			
Sitio 5, 6 y 7 Pto. Galván	Mercadería General	Sitio 5	252 m x 29'	Cubierto	2700 m2	2 Guinches Eléctricos y 2 Grúas Móviles	35 t x 16 m	Si
		Sitio 6	120 m x 27'	Abierto	3600 m2		20 t	
		Sitio 7	68 m x 20'	Abierto	13000 m2		5 t	
POSTA PARA INFLAMABLES	Combustibles	Posta 1	372 m x 40'	Tanque Soda Cáustica	7000 m3	11	Variable a c/producto	No
	Líquidos Gaseosos					Brazos		
	Petroquímicos					Cargadores		

Fuente: CGPBB, 2011

**4.5.1.3 Infraestructura Ferroviaria**

La zona de estudio es atravesada por las vías del Ferrocarril General Roca, que es utilizado para el transporte de pasajeros (Ferrobaires) y de carga (Ferrosur Roca S.A. y Ferroexpreso Pampeano). La única estación de pasajeros que se encuentra actualmente en uso es la de Bahía Blanca.

La estación de Aguará (al sureste de General Cerri) perteneciente al ramal que permitía conexión hasta Carmen de Patagones se encuentra desafectado.



**Figura 163.** Vías del FFCC Gral. Roca ramal al sureste de Cerri actualmente en desuso.

En la localidad de General Cerri se encuentra una estación homónima en la cual no se realiza ningún tipo de operaciones, pero por donde transitan trenes de carga bajo operación de Ferrosur.



**Figura 164.** Vías del FFCC Gral. Roca ramal al este de Cerri.

Ferrosur Roca S.A. domina el transporte de productos petroquímicos desde el Complejo Petroquímico Local hasta Buenos Aires, mientras que Ferroexpreso Pampeano transporta productos agrícolas provenientes principalmente desde el Oeste y Norte de la provincia de Buenos Aires y de la provincia de La Pampa hasta las terminales de granos localizadas en el puerto de Bahía Blanca. Esta zona funciona como un punto neurálgico para la red ferroviaria, ya que es allí en donde se conectan los trenes provenientes de las provincias de Neuquén y Río Negro con los que van a la ciudad de Buenos Aires y el interior de la provincia.



**Figura 165.** Vagones de carga en Ing. White.

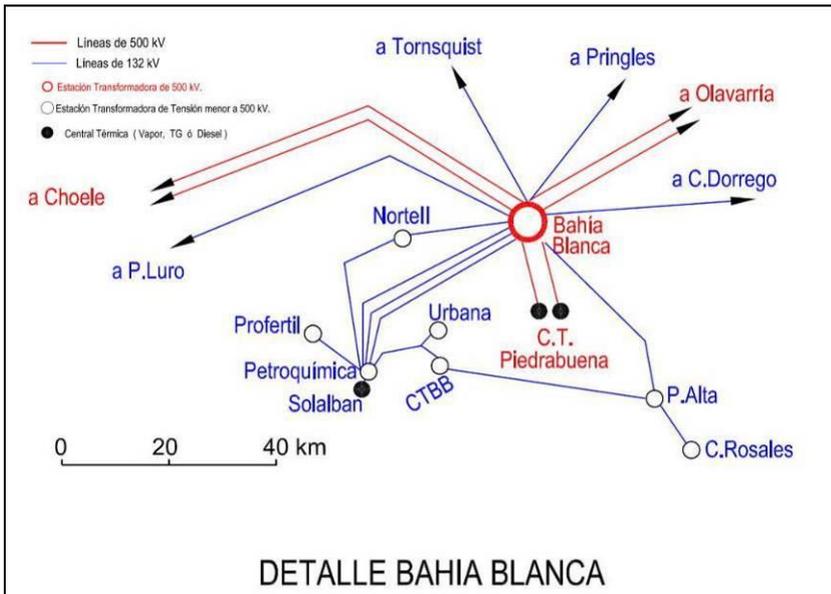
#### 4.5.1.4 Infraestructura Aérea

En la ciudad de Bahía Blanca se encuentra el Aeropuerto “Comandante Espora” ubicado sobre la ex Ruta 3 a 12 kilómetros del centro de la misma. Este aeropuerto de cabotaje cuenta con 2 vuelos diarios a la ciudad de Buenos Aires y esporádicamente a ciudades como Córdoba, Comodoro Rivadavia, entre otras.

### 4.5.2 Infraestructura de Servicios

#### 4.5.2.1 Energía Eléctrica

En la siguiente figura se puede observar el esquema de la red de energía eléctrica ligada a al Sistema Interconectado Nacional. En Bahía Blanca se encuentra la Estación Transformadora homónima de 500 Kv conectada a una numerosa cantidad de líneas de 500 Kv y 132 Kv. Se destaca la Central Térmica Luis Piedrabuena al este de Ing. White que tiene una capacidad de 2x310 mw y luego un conjunto de líneas de 132 Kv que abastecen al Polo Petroquímico y otras industrias radicadas en el área portuaria.



**Figura 166.** Detalle de la red del Sistema Interconectado Nacional en Bahía Blanca. Fuente: CAMMESA, 2011.

El suministro del servicio en la ciudad y en general en la zona sur de la provincia de Buenos Aires está a cargo de la empresa EDES S.A.

#### 4.5.2.2 Red Troncal de Gas

Al norte de la localidad de Cerri se encuentra la Planta de Gas Natural de TGS (Transporte Gas del Sur S.A). En ella confluyen los tres gasoductos troncales que opera la empresa responsable del transporte: San Martín, Neuba I y Neuba II. La distribución del gas está a cargo de Camussi Gas Pampeana



**Figura 167.** Planta Compresora de GN de General Daniel Cerri sobre la Ruta Nacional N° 3.

De esta planta separadora de gases se obtienen etano, propano, butano (destinados a las plantas petroquímicas radicadas en Ing. White) y metano (destinado a uso domésticos y el resto de la actividad productiva).

#### 4.5.2.3 Agua y Saneamiento

La principal fuente de abastecimiento de agua en la actualidad es el Dique y Acueducto Paso de las Piedras (construido en el año 1978 sobre el río Sauce Grande).

El agua se potabiliza en dos plantas, una en el Barrio Parque Patagonia y la otra en la localidad de Grünbein (con una capacidad conjunta de 215.000 m<sup>3</sup>/día). Las reservas de las cisternas alcanzan los 124.000 m<sup>3</sup>. La red de acueductos permite que el agua llegue a Bahía Blanca, Ingeniero White y General Cerri desde ambas plantas potabilizadoras.

La concesión para la prestación del servicio de agua potable y red cloacal está dada desde marzo de 2002 a la empresa Aguas Bonaerenses S.A. (ABSA), quien tiene a su cargo las tareas de captación, potabilización, transporte y distribución de agua potable, así como también la colección, tratamiento y disposición final de las aguas residuales. De acuerdo a datos de la empresa, la cantidad de cuentas a las que presta el servicio es de 84874 para agua potable y 65102 para desagües cloacales.

Los efluentes cloacales se descargan en la ría una vez pasan por la Planta de Depuración de Líquidos situada en Ingeniero White.

#### 4.5.2.4 Recolección y Disposición de Residuos Sólidos Urbanos

La recolección de residuos sólidos domiciliarios y el barrido público es llevada a cabo por la empresa Bahía Ingeniería Ambiental y son depositados en el Relleno Sanitario que se encuentra ubicado aproximadamente a 3000 metros al sudeste de la localidad de Grünbein.

Asimismo, el Municipio decidió la instalación como prueba piloto de una planta de reciclado de residuos sólidos en General Cerri, para luego extender el método a la ciudad de Bahía Blanca.

En el área bajo estudio se encuentra el ex basural Belisario Roldán que ocupaba un terreno sobre la finalización de la calle homónima lindero al estuario. Este sector está siendo remediado y se proyecta allí la construcción de una costanera para el avistaje público del estuario.

### 4.5.3 Equipamientos Urbanos

#### 4.5.3.1 Salud

El partido de Bahía Blanca integra la Región Sanitaria I de la provincia de Buenos Aires junto con los partidos de Adolfo Alsina, Adolfo Gonzales Chaves, Coronel de Marina L. Rosales, Coronel Dorrego, Coronel Pringles, Coronel Suárez, Guaminí, Monte Hermoso, Patagones, Puán, Saavedra, Tornquist, Tres Arroyos y Villarino.

La jurisdicción involucrada presenta una significativa cobertura considerando la presencia de establecimientos de salud de diversas tipologías. En total se registran 146 establecimientos de los cuales 13 son con internación general.

**Tabla 46.** Cantidad de establecimientos de salud por tipología y dependencia del partido de Bahía Blanca

TIPOLOGÍA \ DEPENDENCIAS	DEPENDENCIAS											Total
	Nacional	Provincial	Municipal	Privado	FFAA/Seguridad	Universitario público	Universitario privado	Obra Social	Mutual	Mixta	Otros	
Establecimiento de salud sin internación de diagnóstico y tratamiento	-	-	48	24	-	-	-	1	-	-	-	73
Establecimiento de salud con internación especializada en tercera edad	-	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	32
Establecimiento de salud con internación general	-	1	1	8	1	-	-	2	-	-	-	13
Establecimiento de salud sin internación de tratamiento	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	9
Establecimiento de salud complementario	-	-	1	6	-	-	-	-	-	-	-	7
Establecimiento de salud con internación especializada en otras especialidades	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	7
Establecimiento de salud con internación especializada en salud mental	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	3
Establecimiento de salud con internación especializada en pediatría	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Establecimiento de salud sin internación de diagnóstico	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>TOTAL</b>	-	1	50	91	1	-	-	3	-	-	-	146

Fuente: SISA, 2011

Se destaca el Hospital Provincial Interzonal “General Dr. Penna” de influencia en toda la Región Sanitaria I de la provincia. El mismo se encuentra ubicado en el centro de la ciudad de Bahía Blanca en la Av. Lainez 2401 (tel. 0291-4812484). Este centro cuenta con 360 camas para la internación y 3 ambulancias.

En segunda instancia se encuentra el Hospital Municipal “Dr. Leonidas Lucero” ubicado en la calle Estomba 968 (tel. 0291-4598484).

En relación al área de estudio es dable mencionar la presencia del Hospital Menor de Ingeniero White en la intersección de las calles Lautaro y Paul Harris (tel 457-3132); y de las unidades sanitarias municipales que realizan la prestación primaria del servicio de salud en Ingeniero White Saladero (Reconquista 2045, tel. 457 0427) y San José Obrero (Reconquista 3084, tel. 457 0474); en Cerri (calle 25 de Mayo 389, tel. 484 0157) y en Villa Bordeau (calle Carmen Ledesma 174, tel. 488 5679).

#### 4.5.3.2 Seguridad

Bajo la órbita de la Secretaría de Gobierno e Infraestructura de la Municipalidad de Bahía Blanca se encuentra la Dirección General de Defensa Civil y Seguridad Urbana. La misma tiene la responsabilidad de planificar, coordinar y dirigir todas las actividades destinadas a la protección de la comunidad. Entre las mismas coordina las actividades de todos los centros privados y organismos estatales que actúan frente a situaciones de desastres (naturales como tormentas, maremotos, etc. y accidentales entre los que se identifican choques, fallas de construcciones, incendios, explosiones, naufragios, descarrilamientos, tóxicos en los sistemas de abastecimiento).

Para controlar el orden operan en Bahía Blanca la Policía Federal, Policía Bonaerense, Prefectura Naval Argentina y Gendarmería Nacional.

En relación al estudio, las comisarías más cercanas son Comisaría 3º ubicada en la calle San Martín 3611 de Ingeniero White (tel 457 0038 / 457 0551); Comisaría 5º en calle Don Bosco 1761 de la ciudad de Bahía Blanca (tel. 455 2984 / 455 5300) y; el Destacamento General Daniel Cerri en la calle 25 de Mayo 598 (tel 484 6033).

La Prefectura Naval Argentina, dirigidas al ejercicio del servicio público de policía de seguridad de la navegación, policía de seguridad y orden público, policía judicial y de la jurisdicción administrativa de la navegación, se divide en distintas zonas para una mejor actuación. El área bajo estudio se encuentra dentro de la Zona Mar Norte Argentino cuya sede central se ubica en la ciudad de Bahía Blanca. La Prefectura de Bahía Blanca opera en Ingeniero White en la Avenida T. Salustio entre Guardacostas Río Iguazú e Islas Malvinas (tel 0291-4573124).

En la lucha Contra Incendios operan, coordinados por Defensa Civil, Policía Bonaerense, Federal Argentina, Prefectura Naval Argentina, Voluntarios Ing. White, Cerri y Cabildo. Respecto a los cuarteles cercanos al área bajo estudio se identifican: Destacamento de la ciudad de Bahía Blanca en la calle Castelli 467 (tel. 455-1913); Bomberos Voluntarios de Ingeniero White en calle Mascarello 3851 (tel. 457-0115) y; el cuartel de Bomberos Voluntarios General Daniel Cerri en Pasaje Húsares 24 (tel. 484-6565).

#### 4.5.3.3 Educación

La oferta del sistema educativo en Bahía Blanca cubre todos los niveles de enseñanza, reforzando su carácter de ciudad de relevancia regional. En la siguiente tabla se presentan la cantidad de establecimientos educativos que cubren cada nivel de enseñanza para diversos grupos y según el tipo de gestión, observándose la buena cobertura existente desde la gestión estatal.

**Tabla 47.** Establecimientos según niveles de enseñanza y tipos de gestión por localidad.

LOCALIDAD	SECTOR	Común					Adultos			Especial					Artística			
		Jardín maternal	Inicial	Primaria	Secundaria básica	Secundario Superior	Superior	Primaria	Secundario	Formación Profesional	Estimulación temprana	Inicial	Primaria	Taller	Pretaller	Integración	Superior	Taller
Bahía Blanca	Estatal	5	49	67	67	15	4	18	37	3	1	5	11	4	8	11	4	5
	Privado	15	30	19	20	1	14	0	1	2	0	1	3	1	1	2	0	0
	Total	20	79	86	87	16	18	18	38	5	1	6	14	5	9	13	4	5
Ingeniero White	Estatal	1	4	4	4	2	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Privado	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	1	5	5	5	2	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
General Daniel Cerri	Estatal	1	2	2	3	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Privado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	1	2	2	3	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Villa Bordeau	Estatal	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Privado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	Estatal	7	55	74	74	18	4	20	41	5	1	5	11	4	8	11	4	5
	Privado	15	31	20	21	1	14	0	1	2	0	1	3	1	1	2	0	0
	Total	22	86	94	95	19	18	20	42	7	1	6	14	5	9	13	4	5

Fuente: elaboración propia en base a Subsecretaría de Planeamiento Educativo, 2011.

En materia educativa se destaca la presencia de la Universidad Nacional del Sur en la cual se dictan más de 60 carreras distribuidas en diversos Departamentos Académicos, tal como se puede observar en la siguiente tabla. Durante el año 2009 se registraron 4.346 ingresantes, 23.146 alumnos regulares y se graduaron 898 alumnos. Se destacan las carreras ligadas a los departamentos de Derecho, Ciencias de la Administración y Biología, Bioquímica y Farmacia por la cantidad de ingresantes, alumnos y graduados.

**Tabla 48.** Cantidad de carreras, ingresantes, alumnos regulares y graduados según departamento académico de la Universidad Nacional del Sur. Año 2009

Departamento Académico	Cantidad de Carreras	Ingresantes	Alumnos regulares	Graduados
Agronomía	5	230	1301	76
Biología, Bioquímica y Farmacia	4	676	3335	157
Ciencias de la Administración	4	610	3888	161
Ciencias de la Salud	2	241	296	-
Ciencias e Ingeniería de la Computación	3	239	1161	52
Derecho	2	793	4082	99
Economía	5	83	734	56
Física	3	13	105	4
Geografía y Turismo	8	250	1473	47
Geología	3	167	734	18
Humanidades	6	261	1919	28
Ingeniería	4	327	1847	77
Ingeniería Eléctrica y de Computadoras	4	144	675	40
Ingeniería Química	3	220	1020	39
Matemática	2	46	262	6
Química	5	46	314	38
<b>TOTALES</b>	<b>63</b>	<b>4346</b>	<b>23146</b>	<b>898</b>

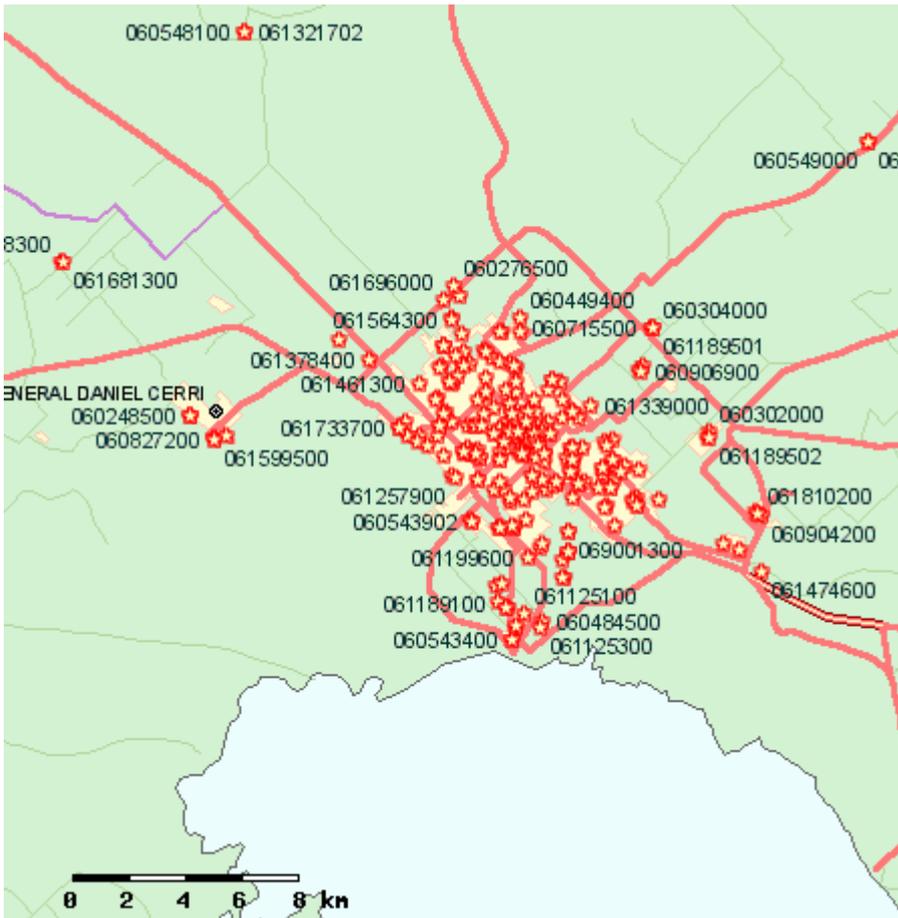
Fuente: UNS, 2010

A su vez, dependen de la UNS los siguientes centros de investigación:

- Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida (CERZOS)
- Instituto Argentino de Oceanografía (IADO)
- Instituto de Investigaciones Bioquímicas Bahía Blanca (INIBIBB)
- Instituto de Investigaciones en Ingeniería Eléctrica “Alfredo Desages” (IIIE)
- Instituto de Matemática Bahía Blanca (INMABB)
- Instituto Geológico del Sur (INGEOSUR)
- Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI)
- Instituto de Química del Sur (INQUISUR)
- Instituto de Economía Mg. Andrea Barbero
- Instituto de Física del Sur (IFISUR)

En Bahía Blanca se encuentra a su vez una sede de la Universidad Nacional Tecnológica y luego otras ligadas a la gestión privada.

En la siguiente figura puede observarse la localización de los establecimientos educativos en el área de influencia.



**Figura 168.** Localización establecimientos educativos en Bahía Blanca, Ingeniero White, Villa Bordeau y Cerri. Fuente: Subsecretaria de Planeamiento Educativo, 2011.

## 4.6 PATRIMONIO HISTÓRICO, ARQUEOLÓGICO Y/O CULTURAL

### 4.6.1 Introducción

El territorio bonaerense fue escenario de una larga y compleja historia de ocupaciones humanas, desde el poblamiento indígena inicial hasta la actualidad, intrincada en una serie de eventos ambientales que permitieron la disponibilidad o no de determinados sectores del espacio para la instalación por parte de las distintas sociedades que la utilizaron. El litoral marino de la provincia de Buenos Aires se caracteriza por la presencia de numerosos sitios arqueológicos, correspondientes a la amplia cronología de ocupación del área, y que evidencian la utilización diferencial del espacio de las sociedades de cazadores-recolectores que lo habitaron. Estas ocupaciones se evidencian tanto en sitios arqueológicos en los que se desarrollaron diversas actividades (enterratorios, actividades domésticas, áreas de taller, etc.), vinculadas a la explotación de diferentes recursos (acuáticos y terrestres, biológicos y topográficos –vg.lugares de acecho y cacería-, etc.).

Sin embargo, además de la existencia de sitios correspondientes a diferentes momentos de la historia de los pueblos originarios; la costa bonaerense es un sector rico en Patrimonio Histórico y Cultural que permite estudiar el desarrollo de las distintas sociedades que lo habitaron y los procesos sociales y políticos que tuvieron lugar en este sector: conquista y colonización europea, consolidación del Estado Nacional, aplicación del modelo agrícola-ganadero, industrialización y la conformación de espacios de producción y comercio en torno a las grandes urbes.

#### 4.6.1.1 La Noción de Patrimonio

El concepto de Patrimonio Histórico<sup>3</sup> en la actualidad se encuentra enriquecido y complementado por el de Patrimonio Histórico y Cultural. Este es un concepto de gran interés, ampliamente desarrollado dentro del campo de las ciencias sociales ya que contiene por completo la diversidad de producciones materiales e inmateriales (simbólicas) generadas por toda sociedad humana a través del tiempo y el espacio.

Según la Conferencia General de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura celebrada en 1972 en París, en su art.1 se promueve considerar como Patrimonio Cultural:

*“los **monumentos**: obras arquitectónicas, de escultura o de pintura monumentales, elementos o estructuras de carácter arqueológico, inscripciones, cavernas y grupos de elementos, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia. los **conjuntos**: grupos de construcciones, aisladas o reunidas, cuya arquitectura, unidad e integración en el paisaje les dé un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia. los **lugares**: obras del hombre u obras conjuntas del hombre y la naturaleza así como las zonas, incluidos los lugares arqueológicos que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista histórico-estético, etnológico o antropológico.”*

En el caso de la evidencia paleontológica, esta se enmarca dentro de los lineamientos de dicha Conferencia, como Patrimonio Natural que incluye *“los monumentos naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas o por grupos de esas formaciones que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico”*.

El Patrimonio Cultural está constituido por aquellos bienes producidos por la sociedad cuyo valor se asigna en función de la importancia en la conformación de su historia, su carácter y sus hábitos. Está integrado por el patrimonio material e inmaterial ubicado dentro del área a impactar. La riqueza del Patrimonio Cultural de la región radica en la cantidad y diversidad de piezas, conjuntos y manifestaciones de alto valor histórico, social y artístico existentes en una de las áreas de mayor concentración política y económica de la Argentina. La característica principal de este acervo es la diversidad y el multiculturalismo que permiten reconocer los distintos estadios de la sociedad, desde los primeros tiempos hasta la actualidad.

Los sitios, monumentos o lugares históricos, los espacios públicos y las colecciones, objetos y fondos documentales son parte de las categorías más abarcativas establecidas por la citada Convención de la UNESCO de 1972. Este agrupamiento establece un marco general a partir del cual se van desplegando diversos modos de catalogación y valoración que integrará los cuerpos administrativos, de gestión y legislativos de cada gobierno.

<sup>3</sup> “Conjunto de bienes de una nación acumulado a lo largo de los siglos, que, por su significado artístico, arqueológico, etc., son objeto de protección especial por la legislación.” Diccionario de la lengua española. Real Academia Española. 2.<sup>a</sup> Tirada de la 22 ed. 2001. España.

En cuanto al patrimonio arqueológico este se halla constituido por todos los restos materiales de culturas pasadas y actuales susceptibles de ser estudiadas con metodologías arqueológicas. El mismo comprende aquellos sitios arqueológicos que se encuentren en superficie, bajo tierra o sumergidos en las aguas, así como los objetos culturales asociados a ellos (cf. Charter for the Protection and Management of Archaeological Heritage, Icomos, 1990, art.1 en Endere 2000).

El presente caso de estudio se encuentra bajo la esfera de la Ley Nacional 25.743 de Protección del patrimonio arqueológico y paleontológico, y de los lineamientos de la Ley 10.419 de la Provincia de Buenos Aires y de aquellas normativas municipales adaptadas a esta última. Todas estas normativas poseen un claro espíritu de preservación, protección y tutela del Patrimonio Arqueológico e Histórico como parte integrante del Patrimonio Cultural de la Nación, con el objeto de garantizar su aprovechamiento científico y cultural.

#### **4.6.2 Metodología**

Para evaluar el potencial arqueológico de este territorio se realizó como punto de partida una consulta y sistematización de la bibliografía y documentación existente sobre la región, recurriendo tanto la bibliografía histórica como las obras generales de carácter arqueológico y a estudios concretos sobre determinados sitios arqueológicos o periodos históricos que puedan ayudar a aproximar la realidad arqueológica del espacio en estudio.

Para esta zona de la Provincia de Buenos Aires existe considerable cantidad de bibliografía específica que registra estas temáticas, por este motivo se ha realizado una selección por incumbencia temática local y regional, buscando brindar un amplio marco de referencia que permita estimar la sensibilidad del área en materia de posibles hallazgos de valor arqueológico e histórico.

Entre ellos cabe destacar los libros de Actas de los Congresos Nacionales de Arqueología Argentina de los años 1997, 1999, 2001, 2004, 2007 (ver Bibliografía), libros de Actas de los Congresos de Arqueología de la Región Pampeana (ver Bibliografía), así como trabajos de un conjunto amplio de Libros y Revistas Científicas específicas de las temáticas histórica y arqueológica. Entre los materiales consultados se encuentran: Leyes, Decretos y Normativas respecto al patrimonio, de los gobiernos Nacional y Provincial.

El trabajo de búsqueda a través de la bibliografía permitió realizar la jerarquización de antecedentes arqueológicos en el área en diferentes escalas geográficas (local y regional): como forma de acercamiento a la realidad arqueológica de la región a impactar. De esta manera, se evaluaron las posibilidades de existencia de sitios arqueológicos en el área, así como de las características de emplazamiento y de las posibles cronologías de ocupación de la región. Este conocimiento permite establecer pautas para el posterior relevamiento en campo (a ser realizados en el marco de los estudios particulares).

La búsqueda y registro de la información antecedente estuvo orientada a la formulación de un panorama amplio y preciso del espacio a afectar teniendo en cuenta el nivel de información actual sobre las particularidades constructivas del Proyecto (Ver Punto 4.6.3).

Por otro lado, se llevaron adelante tareas de prospección arqueológica intensiva del la línea y los predios destinados al proyecto de Regasificación de GNL Puerto Cuatrerros – Bahía Blanca, realizándose el recorrido de sectores específicos de dicho espacio, mediante prospección pedestre y reconocimientos vehiculares.

Dichos procedimientos responden a estándares de intervención para estudios ambientales que requieren del relevamiento de información primaria del medio social y una precisa caracterización de los recursos arqueológicos existentes en la zona de afectación de un proyecto determinado (ver Punto 4.6.4).

### 4.6.3 El Patrimonio del Área: Antecedentes

#### 4.6.3.1 Antecedentes Arqueológicos

El área a impactar constituye un vacío en cuanto a estudios arqueológicos: no se han desarrollado estudios específicos. Es debido a esta ausencia de investigación de base que se acude a la información arqueológica regional del sector pampeano para evaluar el potencial patrimonial pasible de ser impactado por el proyecto.

Los antecedentes regionales permiten proponer:

1. Un posible poblamiento inicial temprano de la región ca. 12000-11000 años AP. Esta proposición se fundamenta en:
  - a) la existencia en el sector sur de provincia de Buenos Aires de sitios arqueológicos con esa profundidad temporal como Arroyo Seco (Politis 1989), Cueva Tixi (Mazzanti y Quintana 2001, Mazzanti y Valverde 2001), Cerro La China y Cerro El Sombrero (Flegenheimer y Zárate 1997, Bayón y Flegenheimer 2004) y El Guanaco (Bayón et al. 2002).
  - b) la creciente cantidad de casos que avalan la idea de un poblamiento a través de ambientes acuáticos; es decir, siguiendo rutas relacionadas con cuerpos y cursos de agua (Erlandson 2001, Miotti 2006). El litoral bonaerense pudo haber jugado un rol importante en el proceso de poblamiento de la región, en tanto significó una importante fuente de recursos cuyas costas pudieron representar una de las rutas migratorias de la colonización inicial de la región pampeana. Si bien la ubicación y morfología de las costas bonaerenses durante la transición Pleistoceno-Holoceno eran muy diferentes a la configuración actual<sup>4</sup>, cabe destacar que el uso del espacio en sociedades cazadoras-recolectoras no se remite a trayectos lineales, sino que se realiza en relación a la distribución de los recursos, con incursiones al interior de la actual provincia de Buenos Aires desde la probable ruta costera.
2. Continuidad ocupacional durante el holoceno. Las investigaciones arqueológicas realizadas en diferentes puntos de la provincia de Buenos Aires arrojan fechados que permiten observar que la historia indígena de la región fue continua durante el Holoceno. En cuanto al sector costero del sur bonaerense, los numerosos trabajos sistemáticos relevados muestran fundamentalmente ocupaciones asignables al Holoceno medio y tardío. Esta tendencia temporal de las ocupaciones tiene íntima relación con la evolución holocena de las costas que estarían adquiriendo su configuración actual hacia 6000-5000 años AP, luego de una serie de procesos relacionados con las fluctuaciones en el nivel del mar<sup>5</sup> (Isla 1995, Melo 2004).

<sup>4</sup> Para la transición Pleistoceno-Holoceno, el actual estuario de Bahía Blanca no existía ya que el nivel del mar se hallaba a ca. -100 m de su cota actual (Melo 2004).

<sup>5</sup> Entre 9500-7500 años AP se produjo un ascenso del nivel del mar (-12 a -18 de la cota actual local); hacia el 7000 AP el mar alcanzó niveles cercanos a los actuales; hacia el 6000 AP se produjo una ingresión que superó los niveles actuales entre los 5 y 12m, lo que generó cambios en los deltas locales; hacia 5000-4500 años AP el nivel del mar desciende y

3. La conformación de un mosaico étnico y cultural entre los siglos XVI – XIX. La información arqueológica de momentos periconquista es rica en lo que se conoce como *la frontera* (línea de avance territorial del Estado Nacional). La información concerniente a los siglos XVI y XVII (crónicas de viajeros y documentos pertenecientes principalmente a ámbitos gubernamentales) son ambiguas en cuanto a la denominación de los grupos que habitaban el sureste de la actual provincia de Buenos Aires (Nacuzzi 1998). La fundación de Buenos Aires y el establecimiento de la colonia fue una situación que generó el interés de las poblaciones nativas locales y el advenimiento de las de regiones vecinas; lo que disparó una dinámica étnica y cultural compleja, que no sólo comprendió grupos indígenas, sino que incluyó la dominación europea.

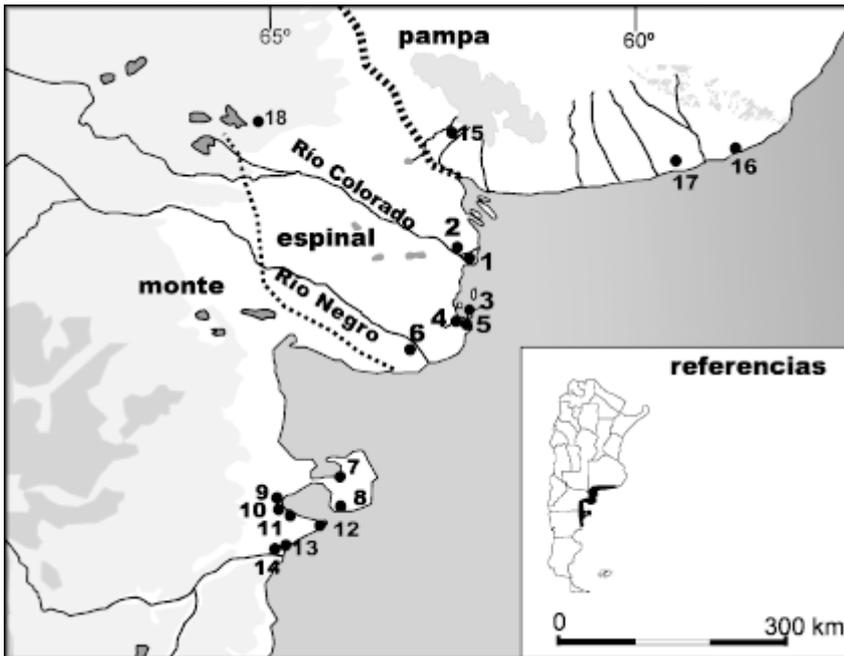
El área analizada se caracteriza actualmente por ser una zona de importante urbanización (ciudad de Bahía Blanca y localidad General Cerri) una de cuyas principales actividades es la portuaria. El entorno rural constituye uno de los grandes polos agropecuarios de la Pampa Húmeda. De esta manera, Bahía Blanca es un importante centro comercial, en el que se realizan, entre otras, las exportaciones de granos y lana del sur de la Provincia de Buenos Aires. Este alto grado de desarrollo regional tiene sus implicancias sobre el registro arqueológico tanto de momentos prehispánicos como de los coloniales e incluso posteriores. Esto se debe a las sucesivas etapas de crecimiento y desarrollo metropolitano, industrial y rural.

Tales desarrollos dificultan (y en muchos casos imposibilitan) la detección de sitios arqueológicos correspondientes a los distintos momentos de ocupación del área. Por lo tanto, gran parte del relevamiento realizado para el presente informe se restringe al Patrimonio Histórico conocido y a la potencialidad del área.

Las investigaciones arqueológicas en la zona circundante a Bahía Blanca son muy abundantes. Las primeras incursiones en este sentido datan de fines del siglo XIX con los trabajos de Ameghino y prácticamente no han cesado hasta la actualidad (ver Daino 1979). Dada la abundancia y variedad de trabajos arqueológicos (ver Figura 169), a continuación se detalla las formas de presentación del patrimonio arqueológico en el área a impactar, en base a las expectativas que se trazan a partir del análisis de los sitios en el litoral sur bonaerense. En cada apartado se referencian otros sitios arqueológicos de relevancia en el área circundante a Bahía Blanca.

---

comienzan a aflorar las primeras islas del estuario de Bahía Blanca; finalmente hacia el 3000 AP comenzarían a predominar las condiciones actuales (Melo 2004).



**Figura 169.** Ubicación de algunos sitios arqueológicos costeros de Pampa y Nordatagonia (tomado de Bayón et al. 2004).

Referencias: 1) sitio La Primavera, 2) La Petrona, 3) Isla Gama, 4) Ea La Eloisa-San Blas, 5) Isla Jabalí, (6) Laguna del Juncal, 7) Cerrito de las Calaveras, 8) La Azucena, 9) calle Villarino y Tehuelches, 10) el Golfito, (11) Playa del Pozo, 12) Punta León, 13) Rawson, 14) La Elsa, 15) Laguna Los Chilenos, 16) Túmulo de Malacara, 17) El Guanaco, 18) el Chenque I.

**Talleres y fuentes de aprovisionamiento de materias primas líticas:** En diferentes puntos de la costa bonaerense es posible encontrar depósitos de guijarros utilizados como fuentes de materias primas por sociedades de cazadores-recolectores. El origen de estas rocas se encuentra hacia el interior, llegando a la zona costera debido al arrastre de cauces de agua. Ejemplo de este tipo de sitios arqueológicos son: Farola Monte Hermoso, Médano Blanco y Área III (Bayón y Zabala 1997). Los autores proponen que este sector de la costa funcionó como una fuente de aprovisionamiento debido a la alta presencia de guijarros de diferentes materias primas (principalmente cuarcita) y a la alta frecuencia de núcleos y lascas. Cabe destacar que Farola Monte Hermoso es una localización recurrentemente estudiada en la historia de la arqueología Bonaerense, desde los trabajos de Ameghino (1910), hasta el mencionado de Bayón y Zabala (ver Daino 1979 para detalle de las investigaciones). Este tipo de sitio arqueológico ha sido relevado a lo largo de todo el litoral marino bonaerense (ver Martínez 2004, Bonomo 2005).

**Enterratorios colectivos y/o individuales:** En el sector costero del sur de la provincia de Buenos Aires conforma un espacio en el que las evidencias de deposición de los muertos por parte de las poblaciones indígenas son recurrentes. En su mayoría se trata de sectores en los que se registraron uno o más entierros humanos, en diferentes posiciones y con evidencias de diferentes tipos de tratamiento de los cuerpos (entierros primarios, secundarios, presencia de ocre, marcas de corte). Asimismo se observa variedad en la morfología craneal, género y edad de los individuos; así como en las ofrendas (compuestas regularmente de artefactos líticos, elementos óseos, y/o elementos votivos) que pueden formar parte de los entierros. Los enterratorios son un tipo de contexto arqueológico muy valioso ya que a partir de su estudio es posible realizar inferencias de muy variados aspectos (biológicos, dietarios, étnicos, sociales, simbólicos, etc.) de los grupos que habitaron la región. Algunos de los hallazgos de entierros en este sector de la provincia son:

- a) La Península San Blas, donde se han registrado entierros humanos primarios y secundarios; así como elementos óseos aislados, que incluyen cráneos pintados (Outes 1908; Torres 1922; Vignati 1937; entre otros). Un fechado radiocarbónico realizado recientemente sobre un elemento óseo de San Blas indicó una edad de  $593 \pm 40$  años AP (Bernal et al. 2008).
- b) En el valle inferior del río Colorado también se han registrado enterratorios. En el sitio arqueológico La Primavera (Bayón et al. 2004) se detectaron elementos del cráneo y del esqueleto apendicular (individuo 1) y se halló un enterratorio primario (individuo 2, Figura 170), incompleto, acompañado por ajuar lítico (artefactos tallados, valva de molusco) con una cronología de  $2800 \pm 60$  años AP. En La Petrona, otra localidad del curso inferior del río Colorado, se registraron un entierro secundario y entierros primarios incompletos, con fechados radiocarbónicos entre  $314 \pm 45$  y  $481 \pm 37$  años AP secundaria (ver Martínez 2004).



**Figura 170.** Enterratorio en sitio La Primavera.  
Fotografía tomada de Bayón et al. (2004)

**Sitios de procesamiento:** La Olla 1 y 2, en Monte Hermoso, son sitios arqueológicos considerados como *loci* de procesamiento de dos especies de lobo marino. Predominan restos líticos y de mamíferos marinos (se destaca una herramienta confeccionada sobre hueso de otárido, Johnson et al. 2000), así como restos vegetales. Las dataciones realizadas los ubican temporalmente entre ca. 6600 y 7300 años AP (La Olla 1:  $7.315 \pm 55$  y  $6.640 \pm$  años AP; La Olla 2:  $7.400 \pm 95$  años AP), fechas asimilables a las dataciones de Monte Hermoso 1.

**Sitios de actividades múltiples:** El sitio El Palomar (Austral 1965) se ubica en el borde continental del cordón medanoso costero, en el curso inferior del río Sauce Grande. Se determinaron tres facies ocupacionales: inicial (carece de cerámica y de puntas de proyectil; presencia de técnica bipolar), pleno (bipolares costeras, cerámica y puntas de proyectiles bifaciales, también hay molinos y morteros), y final (artefactos de tamaños menores, cerámica araucana).

Otro ejemplo de este tipo de contexto es el sitio arqueológico La Primavera (Bayón et al. 2004) donde se registraron artefactos formatizados, lascas, núcleos y clastos sin modificar. Entre los primeros cabe destacar la presencia una bola de boleadora con surco, una mano de moler y un pendiente con entalladura.

Sitios arqueológicos con evidencia de actividades diversas y conteniendo una gran variabilidad artefactual han sido relevados en diferentes puntos del litoral marino bonaerense (ver Martínez 2004, Bonomo 2005).

**Otros tipos de contextos:** Entre las diferentes manifestaciones arqueológicas de la costa sur bonaerense se encuentra el sitio arqueológico Monte Hermoso 1 (Bayón y Politis 1996). Este sitio, ubicado a 6 km del actual balneario de Monte Hermoso, corresponde a un conjunto de centenares de pisadas humanas (Figura 171) y de animales (aves y mamíferos), entre los que se hallaron restos vegetales, elementos de madera, caracoles, cáscaras de huevo de ñandú y huesos de lobo marino, ubicados en sedimentos de una peleolaguna. Las dataciones radiocarbónicas realizadas indican edades de alrededor de 7000 años AP ( $7.125 \pm 75$ ;  $7.030 \pm 100$ ;  $6.795 \pm 120$  y  $6.705 \pm 80$  años AP).



**Figura 171.** Pisada humana en el sitio Monte Hermoso 1

Teniendo en cuenta lo expuesto se desprende que el litoral de la provincia de Buenos Aires es un área profusa en presencia de patrimonio arqueológico y de investigaciones<sup>6</sup>.

En suma, la costa aledaña a Bahía Blanca es un ambiente que se caracteriza por una alta presencia de patrimonio arqueológico. Esta riqueza radica en la cantidad de evidencia arqueológica, en su variabilidad, y en la cantidad de investigaciones que se han realizado desde fines del siglo XIX y que en la actualidad involucran investigadores de CONICET, de Universidades Nacionales (de Buenos Aires - UBA, de La Plata - UNLP, del Centro – UNICEN y del Sur de la provincia de Buenos Aires - UNS)<sup>7</sup>.

<sup>6</sup> Para un panorama más amplio de modelos, interpretaciones y explicaciones del registro arqueológico del litoral bonaerense, puede verse Barrientos (1997); Barrientos y Pérez (2002), Bayón et al. (2002), Loponte y Acosta (1986), Mesa y Conlazo (1982), Politis y Bonomo (1999), Politis et al. (1994, 2003), Mazzanti et al., (2002), Gradín y Oliva (2004), Martínez et al. (2004), Bayón et al. (2007), Berón et al. (2010); entre muchos otros.

<sup>7</sup> Las áreas investigadas en la actualidad no se restringen solamente a la costa marina sino que integran los cursos de agua de que desembocan en el estuario de Bahía Blanca (*i.e.* Aº Napostá Grande, ver Bayón y Zavala 1999).

El actual estuario de Bahía Blanca fue moldeado por diferentes procesos a lo largo del Holoceno, estos eventos fueron principalmente ascensos y descensos del nivel del mar, con los consecuentes cambios en la morfología de las costas y de los vectores hídricos que allí desaguan. Estas distintas morfologías de costa y cursos de agua pudieron haber permitido usos diferenciales por parte de los grupos humanos en el pasado, en virtud de los recursos que pudieran ofrecer en diferentes momentos del Holoceno.

Los cambios altimétricos del nivel del mar (con sus consecuentes movimientos de sedimentos) pueden haber destruido, alterado y cubierto evidencia de ocupaciones anteriores a los mismos, incorporando los contextos arqueológicos a los sedimentos del actual estuario.

#### 4.6.3.2 Antecedentes Históricos

El Proyecto en estudio se encuentra planificado dentro de la jurisdicción del Partido Bonaerense de Bahía Blanca. Esta es una de las ciudades portuarias marítimas más importantes de la Argentina, situada al sur de la Provincia de Buenos Aires. La cabecera del partido homónimo además es un álgido nodo ferroviario y carretero. Aunque la ciudad de Bahía Blanca propiamente dicha se encuentra a casi 10 km del mar posee un desarrollo urbano que la vincula con otras ciudades y poblaciones costeras, entre las que podemos destacar el puerto de Ingeniero White.

Bahía Blanca fue fundada como el fuerte Fortaleza Protectora Argentina, el pueblo de Nueva Buenos Aires y el Puerto de la Esperanza, por el Coronel Ramón Bernabé Estomba el 11 de abril de 1828, para proteger las tierras usurpadas y la producción ganadera, de las poblaciones originarias; y la costa argentina, de la flota de Brasil que había desembarcado en el área en 1827 (Figura 172 y Figura 173). La Fortaleza formaba parte de la línea eslabonada de defensas del naciente Estado Nación. Aseguraba el asentamiento de colonos, el acceso a las salinas y la instalación de nuevas empresas productivas (agricultura y ganadería). Las obras comprendían el fuerte y los edificios accesorios, enmarcados por las 100 leguas cuadradas correspondientes por ley a cada uno de los nuevos campamentos de frontera debidamente amojonados.

El fuerte tuvo forma cuadrangular, contaba con cuatro bastiones orientados hacia los cuatro puntos cardinales. Los muros medían cuatro metros de altura y otros cuatro de espesor. Cada baluarte tenía sesenta y cinco metros de longitud, formando un ángulo de unos sesenta grados. Por su parte externa estaban rodeados de un foso de cinco metros de ancho y tenían aproximadamente la misma profundidad. Sólo había una entrada, al Noroeste, que consistía en un portón de madera que daba frente a un puente levadizo que permitía salvar el foso. Estaba artillado con cañones sobre un terraplén. Los edificios se hallaban dispuestos de tal manera que dejaban un patio central.

El cuerpo de guardia estaba a la izquierda de la entrada y la Comandancia a la derecha. El bastión Sur había sido destinado al polvorín (Hamersley Dupuy s/f, Instituto Cultural BB 2011, Latini 2007). Para la caballada se había formado un corral con empalizada hacia el lado Sureste. En numerosas ocasiones se registraron ataques al fuerte por parte de los pueblos originarios (mapuches-tehuelches). El más notable ocurrió el 19 de mayo de 1859, se trató del último ataque al fuerte con aproximadamente 3.000 guerreros, comandados por el cacique Calfucurá y precedidos por su hijo Namuncurá (Sarasola 1999, Latini 2007).

El uso de este espacio geográfico por parte de poblaciones originarias, la sociedad criolla y el asentamiento masivo de inmigrantes durante el surgimiento del estado nación provocó intensas y sucesivas modificaciones en el paisaje. Alberga como testimonio el más variado registro material en subsuelo y superficie, conformado por artefactos, restos humanos y de fauna, construcciones, ciudades y grandes obras de ingeniería moderna.

En relación a la actividad productiva, usos del suelo y emplazamiento de instalaciones cabe reseñar que desde 1838 algunos inmigrantes italianos y vascos comenzaron a cultivar legumbres y hortalizas para el consumo de la población. En 1856 llegó una Legión Agrícola Militar integrada por italianos, que intentó fundar una colonia próxima al Arroyo Sauce Chico, en el paraje Nueva Roma. En 1869 se instala una colonia inglesa en el Sauce Grande para criar ovejas (producción de carne y lana) y cultivar trigo. Ya por entonces la principal vía de comunicación era el mar a través de los puertos, que traía mercaderías, pasajeros y correspondencia.

A fines del siglo XIX, dado el acelerado desarrollo económico y demográfico de esta ciudad, y por su gran distancia respecto a la capital de la provincia de Buenos Aires, surgió la idea de crear una nueva provincia, de la cual Bahía Blanca sería la capital. En 1884 se logra una salida al mar al habilitar un muelle en Ingeniero White, para la actividad comercial de una importante región dedicada a la agricultura y la ganadería. En 1886 se elige al primer Intendente y en 1895, Bahía Blanca adquiere la categoría de Ciudad.

Las vías férreas del Ferrocarril del Sud se emplazan en 1884 y del Ferrocarril Rosario a Puerto Belgrano en 1922, estos conectaban la ciudad con Buenos Aires, Rosario y el resto del interior del país (Instituto Cultural BB 2011).

En la actualidad Bahía Blanca es un importante centro comercial, manejando las exportaciones de granos y lana del sur de la Provincia de Buenos Aires y petróleo desde la Provincia del Neuquén. Su puerto marítimo es uno de los más importantes del país. A lo largo de la bahía, los puertos son, Puerto Galván para petróleo y químicos, y Puerto Ingeniero White especializado en granos. Bahía Blanca cuenta con el más importante polo petroquímico del país ubicado entre ambos puertos.



**Figura 172.** Primera fotografía del puerto sobre el Arroyo Naposta, que fue el empleado por los fundadores de la fortaleza



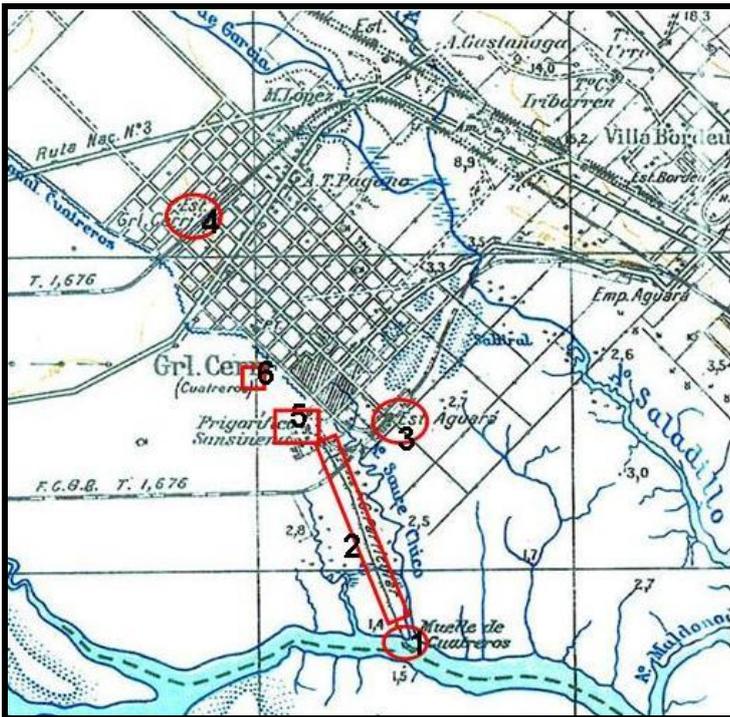
**Figura 173.** Vista del fuerte en 1880

## La localidad de General Daniel Cerri

Inicialmente (fines del siglo XIX) se trató de un pueblo que en los últimos años adquirió el estatus de ciudad, a partir del 20 de agosto de 1999 por medio de la promulgación de la Ley 12.315 del Poder Ejecutivo Bonaerense. Hoy posee 134 años de historia. En la zona de influencia de esta ciudad se encuentran los siguientes ítems de interés histórico y patrimonial:

**Tabla 49.** Sitios de interés histórico y patrimonial en General Daniel Cerri

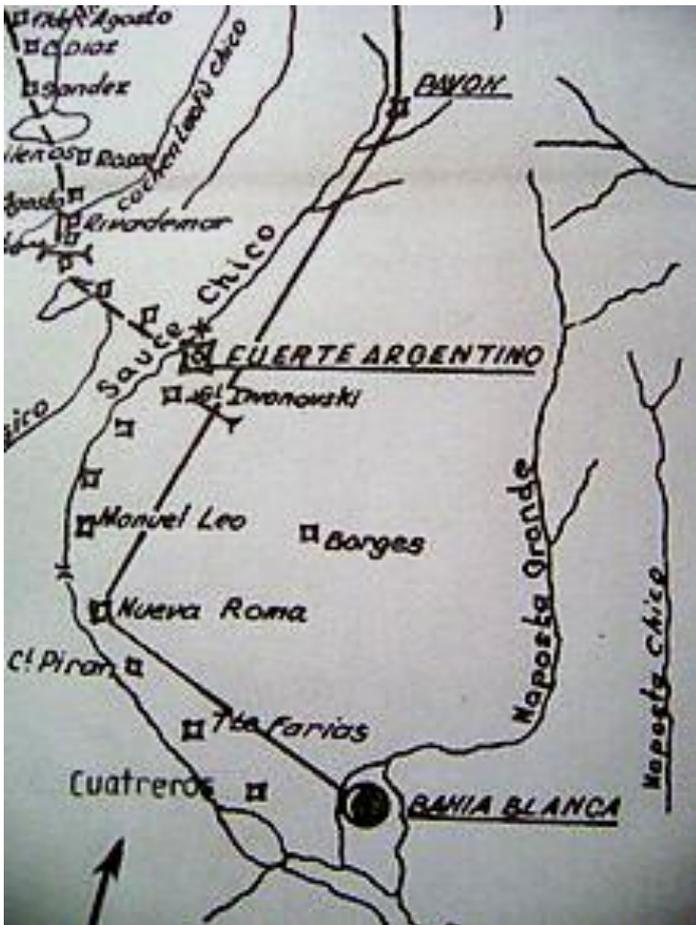
Sitios	Cronología
Monumento Histórico y Museo Fortín Cuatros	Siglo XIX
Casas azotea	Siglo XIX
Chalet Frigorífico Sansinena	Principios siglo XX
Puerto Cuatros	Principios siglo XX
Estación FFCC Cerri	Principios siglo XX
Estación FFCC Aguara	Principios siglo XX
Trocha angosta del Frigorífico	Principios siglo XX



**Figura 174.** Algunos de los principales ítems de valor patrimonial e histórico. 1. Puerto Cuatros. 2. Trocha del Frigorífico. 3 y 4. Estaciones FFCC Aguara y Cerri. 5. Frigorífico Sansinena (CAP-Cuatros). 6. Monumento Histórico y Museo Fortín Cuatros. Mapa modificado de Hoja IGM 3963-17 Bahía Blanca, Escala 100.000.

Siendo comandante de la Guarnición Bahía Blanca en 1876, Daniel Cerri a instancias del Ministro de Guerra Adolfo Alsina, funda sobre la margen izquierda del Río Sauce Chico (a 2 km del cangrejal), en el vado conocido como "Paso de los Cuatrerros" el Fortín Cuatrerros<sup>8</sup>, incorporándose este a la línea de fortines que refuerza el frente sur en la constante invasión de tierras de los pueblos originarios (Figura 175). Cerri a continuación tuvo la tarea de construir sobre las márgenes del Río Sauce Chico una nueva línea de fortines, nueve sobre la margen izquierda y cuatro sobre la derecha. Entre ellos podemos mencionar el fortín "Farias", "Piran", "Manuel Leo" y "Gral. Iwanoski".

Por otra parte para ese momento se reacondicionó "Nueva Roma" y se reconstruyó el "Fortín Borges", ambos con dos estructuras circulares, una contenía el rancharío y la otra formaba el corral (Instituto Cultural BB 2011, Sarasola 1999, Latini 2007).



**Figura 175.** Antiguo plano con la línea de Fortines de la región. En él se indica la posición del Fortín Cuatrerros.

El Fortín "Paso de los Cuatrerros" estaba conformado por un semicírculo con un diámetro de 40 varas, rodeado por un foso de 4 varas de ancho, por 3 varas de profundidad que rodeaba a la ranchada y el mangrullo, y a espaldas del fortín otro círculo de 20 varas de diámetro que formaba el corral. El personal compuesto por 2 oficiales y 20 soldados fortineros. La construcción del fortín se hizo con elementos del lugar y otros traídos de la Fortaleza Protectora Argentina. Su vida fue efímera, pues años más tarde con la campaña de Roca "al desierto" dejó de tener importancia y con el paso del tiempo entró en desuso (Pupio 2000).

<sup>8</sup> El fortín recibe el nombre de Cuatrerros por estar situado al final de un paso de alrededor de 20 cuadras por donde circulaban los cuatrerros que arreaban los animales por el vado donde hoy se sitúa el puente sobre el Río Sauce Chico.

Desde el 7 de Julio de 1944 el Fortín Cuatrerros esta declarado y catalogado como Monumento Histórico Nacional, posteriormente se lo declaro Monumento Histórico Provincial y a partir de 1981 mediante decreto municipal 2260 se conformo el Museo.

Debido al avanzado deterioro de la construcción original, el edificio comenzó a reconstruirse en mayo de 1974. El trabajo fue realizado por el Ejército y la Municipalidad. El frigorífico CAP-Cuatrerros donó materiales y en los trabajos colaboraron vecinos y organizaciones no gubernamentales. Se respetaron los sistemas constructivos de la época y se volvió a erigir el mangrullo de vigía.

La estación Gral. Cerri, fue construida a fines del año 1890 en el ramal ferroviario que une las estaciones Bahía Blanca, Río Colorado y Zapala de las ciudades homónimas. Al comienzo se llamó estación Cuatrerros en concordancia con el nombre del poblado que rodeaba el sector, tiempo después se la llamó General Cerri tomando el nombre de la actual ciudad, además de la estación, sus instalaciones estaban compuestas por dos andenes, dos vías, casa para el jefe y personal auxiliar, galpón de carga y descarga, molino y tanque de agua para consumo del sector y de las máquinas.

A comienzo de 1900 tenia movimiento de pasajeros y de cargas con destino a la Capital Federal y demás lugares de la red ferroviaria. Años después con la construcción de la Estación Aguará y la Estación Bordeu y el enlace entre ambas, todo el sector se comunicaba con el resto del país.

A partir de la privatización de las redes ferroviarias y la destrucción de los ramales, durante la década del 90, se realizan menor cantidad de operaciones, aunque diariamente transitan trenes de pasajeros y de carga con destino a Bahía Blanca y demás lugares de la provincia controlados por la empresa Ferrosur Roca (Figura 176).



**Figura 176.** Imágenes de la estación de FFCC de General Daniel Cerri

## Frigorífico Sansinena - C.A.P. Cuatros

El 1 de octubre de 1903 se inauguró el frigorífico de la Compañía de Carnes Congeladas, perteneciente a la empresa Sansinena. El presidente de la compañía fue Ernesto Tornquist, quien en 1900 le había vendido 2000 hectáreas en Cuatros a Gastón Sansinena para desarrollar este proyecto. Se trató de un establecimiento que estuvo conformado por un gran número de dependencias. La planta frigorífica, el Puerto Cuatros y la playa de maniobras ferroviarias (de la trocha que llega hasta el puerto) fueron construidas bajo la dirección técnica del Ing. Luis A. Huergo. Este emprendimiento industrial abrió sus puertas empleando 850 obreros. De esta manera se comenzó a dar forma al pueblo de Cuatros, otorgando no solo un poderoso impulso al comercio y a la industria de la ciudad, sino de la región entera.

En el año 1903 la compañía Sansinena instaló las vías de FFCC de trocha angosta donde llegaron a operar hasta tres locomotoras a vapor para llevar la carne de las cámaras frigoríficas a los barcos anclados en el Puerto Cuatros, a 3 km de distancia. Posteriormente en el año 1908 el ferrocarril construyó la vía desde Bahía Blanca a Carmen de Patagones, la misma que pasa por la estación Aguará.

Por su parte el Puerto Cuatros se ubica en el estuario de Bahía Blanca, cerca de la desembocadura del Río Sauce Chico, y poseía 150 m de muelles de madera. La estructura original fue reacondicionada en 1947, por medio de la renovación de su maderamen y pilotes, al tiempo que el canal quedó habilitado para permitir el acceso de buques de hasta 30 pies de calado. En enero de 1960, producto de una fuerte tormenta el buque inglés "Cortona" impactó con el muelle, ocasionando daños importantes.

Hacia 1920 el Frigorífico llegó a producir 40 clases de fiambres, 25 de embutidos, 25 conservas enlatadas, 10 patés, 20 subproductos industriales y exportaba mensualmente 40.000 reses ovinas, 20.000 bovinas, entre otros productos de factura propia. En sus instalaciones se elaboraron los conocidos productos "La Negra". La exportación de carnes menudencias y productos envasados de exportación (incluso algunos no manufacturados en el frigorífico como manteca y frutas) alcanzó destinos como Brasil, Inglaterra y Alemania (Figura 177 y Figura 178).



**Figura 177.** Frigorífico. Vista interior de la Sala de Máquinas.



**Figura 178.** Buque de carga de productos amarrado en Puerto Cuatros. Puede verse parte del muelle, las trochas y el tren con mercaderías embaladas.

En 1952, se produce la transferencia de la empresa frigorífica y sus instalaciones a la Corporación Argentina de Productores de Carnes, así nace "C.A.P. Cuatrerros". El 8 de agosto de 1962 recibió al "Santa Teresita", último navío que sacó productos CAP directamente de Puerto Cuatrerros.

En 1956 se realiza una importante ampliación y modernización de la planta, sumando inclusive nuevas actividades productivas. Posteriormente en septiembre de 1972 tras importantes mejoras en la planta, se inauguran los nuevos sistemas de túneles de congelado rápido y cierre al vacío (Figura 13). Dotando al frigorífico de la más alta calidad y seguridad en el sistema de exportación de carnes congeladas. Todas las exportaciones de carnes y conservas a una gran cantidad de países por ej. Italia, Alemania, Holanda, Bélgica, Israel, Chile, Reino Unido, Zaire y Estados Unidos se trasladaban en camiones refrigerados desde Gral. Daniel Cerri al puerto de Buenos Aires donde eran embarcados a su destino final.



**Figura 179.** Frigorífico CAP-Cuatrerros. Entrada a la planta y vista aérea.

**4.6.4 Relevamiento de campo**

Las tareas de prospección arqueológica de los predios destinados al depósito de sedimentos procedentes de las obras de dragado, se llevaron a cabo en el mes de Agosto de 2011, realizándose el recorrido de sectores específicos de dicho espacio, mediante prospección pedestre y reconocimientos vehiculares (Figura 1). El trabajo fue llevado a cabo por un equipo de dos arqueólogos.

Dichos procedimientos responden a estándares de intervención para estudios ambientales que requieren del relevamiento de información primaria del medio social y una precisa caracterización de los recursos arqueológicos existentes en los predios e infraestructura asociada al proyecto.



**Figura 180.** Esquema del relevamiento arqueológico en los que se detallan los waypoints y la ubicación de los pozos de sondeo (cuadrados blancos S1 y S11); así como los siguientes puntos de interés.

**4.6.4.1** Condicionantes de los terrenos

Si bien los trabajos de campo responden a un diseño de muestreo, el desarrollo de los mismos se encuentra condicionado, en muchos casos, por obstáculos que pudiera ofrecer el terreno a los fines de la prospección arqueológica. En el caso de la evaluación del patrimonio cultural afectable por las obras de depósito de sedimentos del dragado del canal, se detectaron impedimentos de diferente orden que condicionaron el muestreo. Los condicionantes principales fueron:

- 1) **Anegabilidad:** el principal condicionante detectado fue la anegabilidad de los terrenos debido al régimen de mareas del mar argentino según fluctuaciones periódicas (Tablas de Marea 2011) (Figura 181). Esta característica de la superficie limitó el acceso a determinadas zonas a prospectar, y obstaculizó la implementación de sondeos. La anegabilidad representó un condicionante común en los sectores costeros involucrados a las obras. Principalmente para los últimos 1000 m de terrenos hasta los canales marinos.



**Figura 181.** Zona anegadiza en los inicios de la traza (S1).

- 2) **Visibilidad:** la cubierta vegetal presente en el área constituyó un condicionante no en cuanto a la accesibilidad a las transectas y unidades de muestreo, sino en relación a la visibilidad de ítems culturales en superficie, a lo largo de toda la línea proyectada (terrenos fiscales y privados), excepto el sector de costa planificado para el emplazamiento de los predios para el depósito de sedimentos de las obras de dragado.

**4.6.4.2** Prospecciones

La prospección de los terrenos que involucran los predios para depósito de sedimentos se realizó por medio de dos transectas paralelas.

En referencia al mapa de la Figura 180, el segmento desde el canal principal hasta el PS1b corresponde a terrenos del predio de 250 has destinadas a depósito de sedimento. Es un ambiente de llanura costera anegadiza sin barrancas, formada por depósitos marinos de limo arcilla gris oscuro en el que se han desarrollado grandes cangrejales (Teruggi et al. 1959). Se relevaron los 500 m iniciales desde PSE1b hacia costa, no se hallaron materiales de interés arqueológico en superficie. Posee nula a ligera cobertura vegetal, disminuye la cota de los terrenos en dirección al canal, respecto a la altura de los mismos al norte de PSE1b.

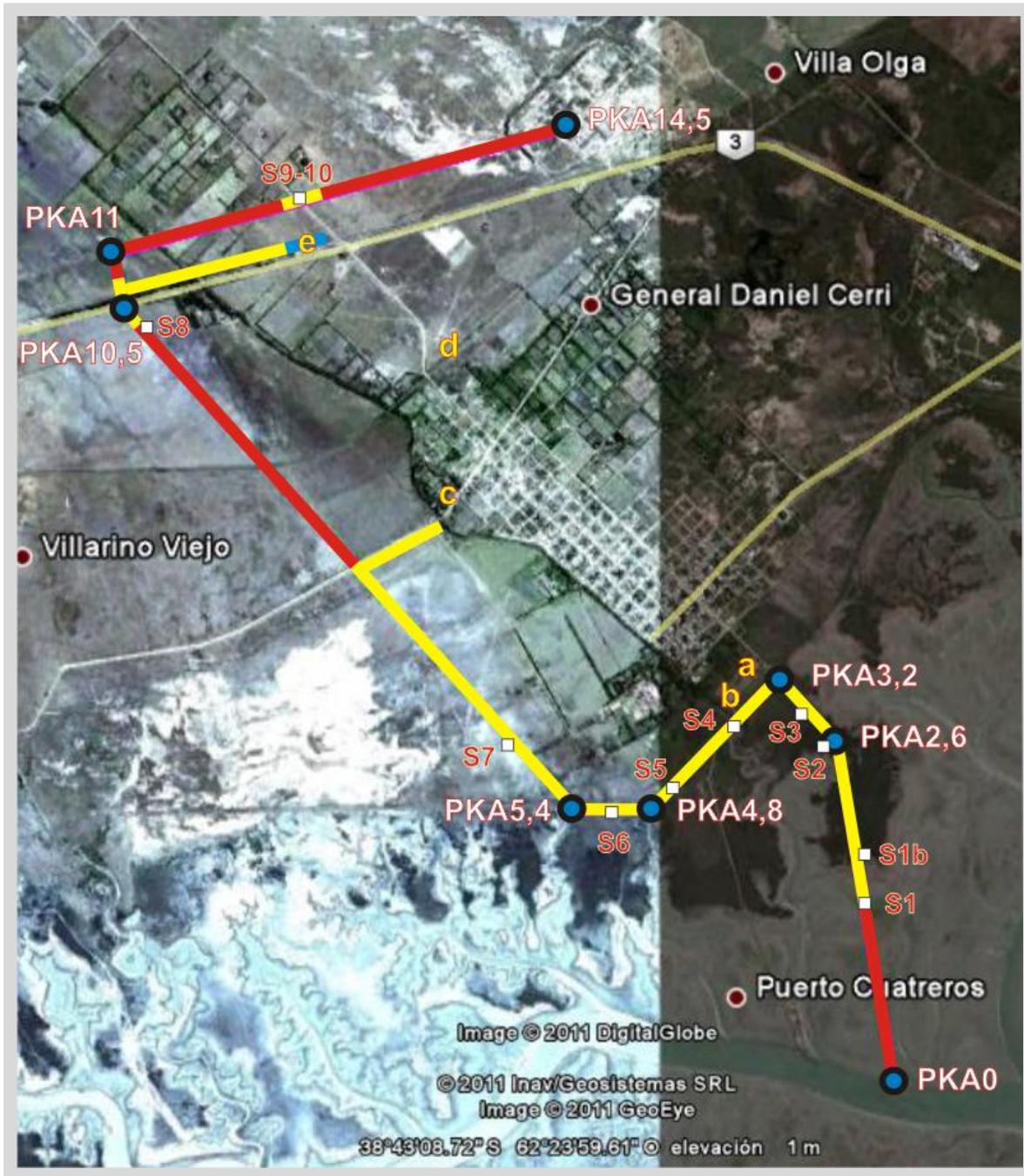
Se realizó el S1 para tener una caracterización del subsuelo del sector. Está compuesto por sedimento arcillo-limoso de color gris oscuro, a los 30 cm desde la superficie aparece la napa freática. No se hallaron materiales de interés arqueológico/histórico.

El PSE1b está formado en sus primeros 50 cm por sedimento arcillo-limoso, color castaño oscuro con fracción conchil. Se encuentra en el ecotono de terreno que presenta mayor altura y cobertura vegetal intermedia, de tipo arbustiva. En el límite externo del predio para depósito de sedimentos de dragado. En este ambiente disminuye la visibilidad arqueológica (Figura 182). El examen de superficie como el pozo de sondeo no presenta materiales arqueológicos.



**Figura 182.** Ambiente en el sector de PSE1.

A modo de antecedentes, para enmarcar los predios de depósito de sedimento en la problemática arqueológica local, a continuación se enumeran algunos resultados que arrojan el relevamiento de los terrenos destinados a la construcción de un gasoducto en las inmediaciones, los cuales forman parte de otro EIA (EIA Proyecto de Regasificación de GNL, Puerto Cuatros, Provincia de Buenos Aires).



**Figura 183.** Esquema del relevamiento arqueológico en el que se detalla: los waypoints de la traza (círculos celestes), los tramos recorridos (líneas amarillas), los tramos inaccesibles (líneas rojas), la ubicación de los pozos de sondeo (cuadrados blancos S1 a S 10); así como los siguientes puntos de interés: a) Estación Aguará, b) puente ferroviario, c) Fortín Cuatros, d) Estación Cerri y e) concentración arqueológica GC1.

En inmediaciones de PK 2,6, donde se produce el quiebre de orientación de la traza se realizó el PSE2 el mismo presenta 30 cm iniciales de sedimento arcillo – limoso de color castaño, escasa bioturbación por raíces. Los 20 cm siguientes corresponden al mismo tipo de sedimento, muy húmedo, color gris oscuro. No se hallaron materiales de interés arqueológico/histórico (Figura 184).



**Figura 184.** PSE2

El sector de traza relevado entre los puntos PKA2,6 y PKA3,2 (color amarillo) presenta cobertura vegetal intermedia con parches densos. Algunos locus de este espacio han sido utilizados como basurero, presentan abundante material de descarte. Próximo al extremo de PKA3,2 se hallaron los únicos ítems de interés correspondientes al descarte de materiales de hierro del ferrocarril (Figura 185).

En este sector se realizó el PSE3 que presenta similares características sedimentarias en estratigrafía que PSE2. No presenta materiales de interés arqueológico/histórico.



**Figura 185.** Sector de basurero actual con materiales ferroviarios.

El predio de la Estación de ferrocarril Aguará, posee alteración del terreno por movimientos de suelo para la construcción de andenes, terraplenes y demás dependencias. No presenta materiales de interés arqueológico en superficie, pero conserva numerosos ítems de carácter histórico en infraestructura y maquinaria (Figura 186).



**Figura 186.** Vistas de la Est. de ferrocarril Aguará, andenes, edificios y formaciones.

El PSE4 se realizó cercano al puente que cruza el río Sauce Chico, presenta características sedimentarias similares a PSE2. No presenta materiales de interés arqueológico/histórico (Figura 187).



**Figura 187.** Vista del puente de ferrocarril en cercanías a PSE4.

El PSE 5 se realizó en inmediaciones de la vía actual de FFCC. Está formado por 10 cm superficiales de humus y muchas raíces. Debajo presenta sedimento castaño arcillo-limoso (Figura 188). En el tramo siguiente se realizó el PSE 6 en el que se registró un perfil sedimentario con las mismas características que el anterior. En estas dos calicatas no se registraron materiales de interés arqueológico/histórico.



**Figura 188.** PSE5 y vista de vías de ferrocarril.

Se realizaron otros dos pozos de sondeo (PSE7 – en el entorno de los campos del Frigorífico CAP- y PSE8 – en el entorno de la RN3), alcanzando una profundidad de 40 cm. Las columnas estratigráficas fueron muy similares: una capa húmica, superficial, de entre 10 y 15 cm. de espesor, con una alta presencia de raíces; seguida por un sedimento arcillo-limoso de coloración castaña, con presencia de bioturbación baja a nula. Tanto en superficie como en los sondeos no se registró material de relevancia cultural. En el tramo de transecta paralelo al canal tampoco se registraron elementos de valor patrimonial de relevancia.

En el último tramo de la traza se realizaron pozos de sondeo y perfilados (Figura 180, S9-10, Figura 11), cuyos perfiles se componen enteramente de sedimento arenoso, con presencia de raíces en su porción superior (20 cm). En el pozo de sondeo S9 se detectó un nivel de arcillas consolidadas a 60 cm de la superficie. En estas dos calicatas no se registraron elementos culturales.



**Figura 189.** Perfiles sedimentarios en S9 y S10. En la foto de la derecha se indica con recuadro el nivel de arcillas consolidadas.

Sin embargo, en el perfil ubicado en las adyacencias del cruce de la RN3 y el camino de acceso a Gral. Cerri se detectó una concentración de materiales arqueológicos (Figura 180, d) que se denominó GC1 (Gasoducto Cuatros 1) (Figura 190).

La misma fue detectada en un perfil expuesto que muestra similares características sedimentológicas a las observadas en S10, incluyendo el nivel de arcillas mencionado para S9-10.



**Figura 190.** a. Vista de GC1 en el perfil expuesto. b. artefactos líticos c. restos óseos de mamífero.

La concentración presenta una longitud de 73 m y se ubica a 40 cm de profundidad promedio bajo la superficie actual y unos 20 cm promedio por sobre el nivel de arcillas consolidadas. Este conjunto se encuentra compuesto por 8 artefactos líticos y 3 elementos óseos (Tabla 50 y Figura 191).

El conjunto lítico se compone principalmente de lascas pequeñas que pueden ser consideradas como desechos de talla. Existe cierta variabilidad en las materias primas talladas (calcedonias y cuarcitas), aunque con predominio de la cuarcita. En esta roca han sido registrados asimismo una lasca de tamaño grande y un nódulo que presenta un negativo de lascado (“nódulo testeado”, Armentano 2004). Las morfologías y tamaños de las piezas evidencian diferentes etapas en la manufactura de herramientas líticas, desde el aprovisionamiento hasta la formatización.

Cabe destacar que las cuarcitas podrían proceder tanto de los sistemas serranos de la provincia de Buenos Aires, como de las cuencas de los cursos de agua que desaguan en el estuario de Bahía Blanca (i.e. río Sauce Chico). La totalidad de los elementos óseos registrados está fracturada, dificultando su determinación taxonómica a nivel específico, pero se observa que se trataría de mamíferos de talla diversa, al menos uno grande y uno mediano. La determinación anatómica permite observar que se trata de elementos correspondientes al cráneo, al esqueleto axial y al esqueleto apendicular.

**Tabla 50.** Detalle de los elementos recuperados de la concentración GC1.

Identificación	Descripción	Materia prima/Determinación
GC1-220a	Lasca de arista	Calcedonia
GC1-220b	Lasca de arista	Cuarcita
GC1-221	Nódulo lascado	Cuarcita
GC1-222	Chunk	Calcedonia
GC1-223a	Diáfisis de costilla	Óseo -Mamífero grande-
GC1-223b	Fragmento de maxilar superior	Óseo -Mamífero mediano-
GC1-224a	Lasca angular	Cuarcita
GC1-224b	Lasca angular	Calcedonia
GC1-224c	Lasca de arista	Cuarcita
GC1-229	Diáfisis de radiocúbito	Óseo -Mamífero indet.-
GC1-230	Lasca de arista	Cuarcita



**Figura 191.** Elementos recuperados en la concentración arqueológica GC1.

Si bien deben realizarse estudios arqueológicos en profundidad para evaluar el origen, la resolución, la integridad y las edades del conjunto arqueológico; la presencia del mismo puede asociarse a ocupaciones de cazadores-recolectores ya que los materiales que lo componen se encuentran en congruencia con los hallazgos realizados en sitios arqueológicos de este sector de la provincia de Buenos Aires.

La presencia de estos ítems corrobora las expectativas presentadas en el acápite 4.6.3 (*El patrimonio del área: Antecedentes*) acerca de la presencia de elementos de valor patrimonial arqueológico.

En relación al otro predio de 227 has destinado al depósito de sedimentos de dragado, el mismo corresponde a terrenos de llanura costera anegadiza sin barrancas, formada por depósitos marinos de limo arcilla gris oscuro en el que se han desarrollado cangrejales. Limita al norte con la Reserva Natural Costera Municipal.

Se relevó el entorno próximo al embarcadero (en el ámbito de la Reserva), el cual se caracteriza por una ligera a nula cobertura vegetal. Debido al anegamiento del predio no se pudo avanzar hacia la costa del canal. No se hallaron materiales de interés arqueológico en superficie.

Se realizó el PSE11 (Figura 180b) que está compuesto por sedimento arcillo-limoso de color gris oscuro, a 40 cm de la superficie aparece la napa freática. No se hallaron materiales de interés arqueológico/histórico.

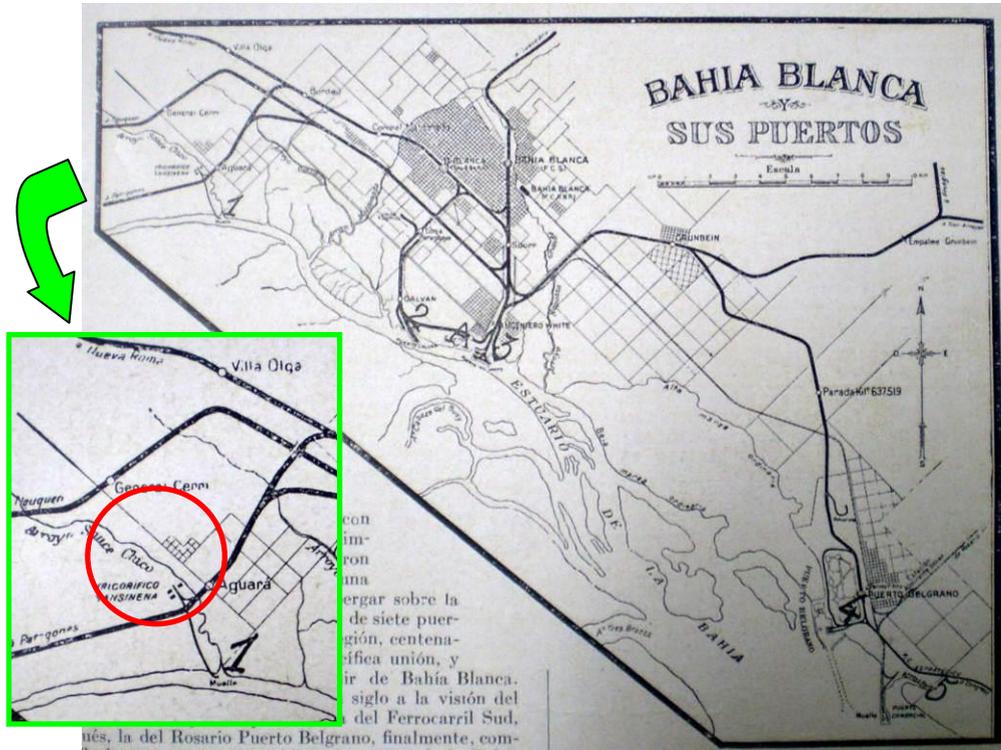
#### 4.6.4.3 Entrevistas y relevamiento de archivo

Se entrevistaron cinco pobladores locales. La entrevista configura una herramienta útil para la colecta de información complementaria y orientativa a la investigación arqueológica. A través de las mismas se obtuvo información respecto:

- a) al desmantelamiento de la trocha angosta del frigorífico CAP al Puerto Cuatros.
- b) la posible existencia de restos de las construcciones iniciales de General Cerri, en la margen sur del río Sauce Chico, frente a la iglesia actual (inaugurada a principios del S-XX, contemporáneamente al frigorífico) y en terrenos del ex CAP.
- c) el escaso conocimiento en cuanto a la presencia de material arqueológico (herramientas de roca) en la zona.

La información recabada en relación el primer caso (a) se pudo contrastar y confirmar en terreno. En el segundo (b) no se hallaron evidencias en terreno. Esto nos llevó a relevar información de archivo. Para este propósito se acudió a la Biblioteca popular (y hemeroteca) Bernardino Rivadavia de la ciudad de Bahía Blanca. Se consultaron diversas obras históricas (La Nueva Provincia 1928, 1978, entre otras). No se encontró información que sustente el postulado inicial. Incluso entre los documentos consultados surge un mapa antiguo de los puertos de Bahía Blanca, donde puede verse la localidad de Cerri al menos sin referencias a cuadrícula alguna en la margen sur del río Sauce Chico (Figura 192).

Como puede verse en este informe el escaso conocimiento en cuanto a la presencia de material arqueológico en la zona (c), manifestado por esta pequeña muestra de pobladores entrevistados, no se ajusta a los hallazgos arqueológicos que surgen del relevamiento en campo (concentración de material arqueológico de GC1).



**Figura 192.** Mapa de Bahía Blanca tomado y modificado de La Nueva Provincia 1928. En el sector destacado, se observa la cuadrícula de General Cerri en su emplazamiento actual, sin referencias semejantes en la margen sur del Río.

## **5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL**

### **5.1 INTRODUCCIÓN**

El concepto de sensibilidad ambiental no es sencillo de definir. Según el proyecto “Prevención de la Contaminación Costera y Gestión de la Diversidad Biológica Marina” existen tres tipos de condiciones que permitirían considerar un área como ambientalmente sensible.

Por un lado, son consideradas sensibles aquellas áreas que presentan condiciones ambientales inestables y/o particularmente desfavorables para la producción biológica y la recolonización. En segundo lugar, pueden ser catalogadas como ambientalmente sensibles, aquellas áreas en donde se registre la presencia de especies amenazadas. Finalmente, pueden ser consideradas sensibles, las áreas que tienen algún valor ecológico particular y son sensibles a las perturbaciones naturales y antrópicas, áreas con especies clave o que albergan sitios o procesos fundamentales desde el punto de vista ecológico.

Estas condiciones son básicamente de índole biológico, siendo necesario incorporar al análisis de sensibilidad ambiental criterios que permitan ponderar la misma también desde su componente física y/o antrópica. En este sentido, resulta importante mencionar que además de su valor intrínseco, las poblaciones biológicas muchas veces tienen un enorme valor económico, ya sea como atractivo turístico o como recurso comercial. Por otro lado, pueden ser consideradas sensibles las zonas con presencia de equipamientos urbanos particulares de especial interés (establecimientos educativos, hospitalarios, culturales, etc.), las zonas destinadas a usos recreativos, las rutas de comunicación, etc.

Más allá de cualquier atributo natural o antrópico que posea una determinada zona, el nivel de sensibilidad ambiental de la misma está íntimamente relacionado con el grado de susceptibilidad del medio frente al desarrollo de ciertas acciones asociadas a un proyecto determinado. Para el caso de estudio dicha susceptibilidad se relaciona con el efecto de las tareas de dragado y de disposición del material en el ambiente del estuario.

Así, para poder determinar la sensibilidad del medio frente a un proyecto, resulta de suma importancia conocer las características de los elementos involucrados. En este sentido, a lo largo del presente capítulo (Línea de Base Ambiental) se expuso una descripción detallada de los diversos componentes del medio en el cual se prevé realizar el proyecto. La misma fue realizada a través de la recopilación y análisis de información antecedentes, así como también a partir de la generación de nueva información mediante relevamientos de campo, análisis de calidad, interpretación de imágenes satelitales, etc. Como resultado del trabajo realizado, a continuación se presenta la identificación de las zonas sensibles identificadas en el área de estudio y en el marco del presente proyecto.

### **5.2 METODOLOGÍA**

A efectos del presente análisis, las zonas ambientalmente sensibles se definieron como aquellas áreas que, por sus características ambientales particulares, tienen especial interés para las actividades del proyecto. Así, el objetivo de este punto es integrar en un mapa final toda la información presentada previamente, a los efectos de identificar las zonas más críticas, es decir, de gran valor ecológico y/o antrópico y que por el proyecto pueden verse amenazadas.

La estrategia metodológica utilizada para poder cumplir de manera satisfactoria este objetivo consistió en una serie de pasos secuenciales, los cuales se aplicaron a cada uno de los factores del medio analizados.

- 1) Como primera medida se realizó el resumen de la información ambiental relevante, haciendo énfasis en los principales atributos y valoración ecológica o antrópica.
- 2) Luego se realizó la evaluación del nivel de amenaza que supone en líneas generales un proyecto de dragado sobre la componente analizada, ya que como se mencionó anteriormente el grado de sensibilidad de un determinado componente del medio ambiente depende del grado de vulnerabilidad del mismo frente al proyecto.
- 3) Finalmente, para los casos en los que fue posible delimitar espacialmente sectores con mayor sensibilidad ambiental se elaboró un mapa de zonas sensibles.

Son varios los factores potenciales de riesgo para la biodiversidad e integridad biológica y sobre el medio antrópico asociados a las actividades de dragado. Sin embargo, las principales amenazas se encuentran asociadas a la alteración de la estructura del hábitat, diversidad y abundancia del lecho, tanto en la zona a dragar como en el sector de disposición de los materiales. Durante y después del dragado y la descarga del material dragado, los sedimentos del fondo son resuspendidos en la columna de agua, generando turbidez. Sin embargo, los sedimentos más pesados como gravas y arenas, rápidamente sedimentan, siendo los limos y arcillas los que permanecen por más tiempo en suspensión.

De este modo, al momento de evaluar la susceptibilidad de los diversos componentes del medio ambiente frente al proyecto en cuestión resulta necesario tener que cuenta que durante el dragado del material los principales procesos (aunque no los únicos) que ocurren son:

- La afectación directa de los individuos que habitan los fondos (o cercanos a ellos)
- La destrucción del hábitat y material de valor arqueológico o paleontológico por efecto de la remoción de los suelos en la zona de dragado.
- La generación localizada de plumas de turbidez (con la consecuente resuspensión de contaminantes).
- La modificación de la geomorfología del lecho dragado, produciendo cambios en los patrones de sedimentación y erosión de la zona circundante.
- El cambio en el uso destinado a la zona dragada

Por su parte, en relación a la disposición del material durante el dragado del material los principales procesos (aunque no los únicos) que ocurren son:

- La cobertura de los organismos vivos y material de valor arqueológico o paleontológico en la zona afectada.
- La pérdida de un sector del ambiente.
- El aumento en los niveles de turbidez (mayor cantidad de sedimentos en suspensión).
- La modificación de la geomorfología, produciendo cambios en los patrones de sedimentación y erosión de la zona circundante.
- El cambio en el uso destinado a la zona de disposición.

### 5.3 IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS SENSIBLES

Como se puso en evidencia a lo largo del presente capítulo, el área de estudio constituye una zona de suma importancia tanto desde una perspectiva biológica como antrópica.

#### 5.3.1 Perspectiva Biológica

Desde el punto de vista de la biodiversidad, el Estuario de Bahía Blanca presenta una rica composición de especies. Al igual que el resto de las costas argentinas, esta zona constituye una importante zona de alimentación, descanso y asentamiento para gran cantidad de especies, y además, es escogida por muchas de ellas como áreas de reproducción y cría.

Así, la riqueza y las características de este ecosistema favorecen la presencia de importantes zonas de concentración de especies marinas de atractivo turístico como el lobo marino de un pelo, aves marinas y playeras y delfines, entre otros. A su vez, muchas de las especies que se distribuyen en la zona constituyen importantes recursos económicos. Estas características hacen que el área sea de gran interés para la conservación y para la economía local.

De hecho, gran parte de la zona forma parte de la Reserva de Usos Múltiples Bahía Blanca, Bahía Falsa y Bahía Verde, perteneciente a los Departamentos Bahía Blanca, Villarino y Coronel de Marina L. Rosales. La misma fue declarada mediante la Ley N° 12101/98 y funciona desde el año 1998 como reserva provincial costera-marino incluyendo las aguas alrededor de las tierras emergentes.

En el ambiente intermareal, donde el mar encuentra a la tierra pueden observarse, diversos tipos de ecosistemas. La abundancia de agua, luz, oxígeno, dióxido de carbono y minerales convierte a la zona comprendida entre las mareas en un hábitat extraordinariamente favorable para las plantas, las cuales proporcionan alimento y albergue a una vasta diversidad de fauna. Además de una gran variedad de algas, este ambiente es favorable para el crecimiento de algunas plantas halófilas como jume o espartina, las cuales se encuentran asociados a grandes cangrejales.

Muchos de los animales que habitan estas zonas son sésiles o de escasa movilidad y están en mayor o menor medida, permanentemente adheridos al fondo, pudiendo ser pelágicos en cierta etapa de sus ciclos vitales. Estos animales sésiles generalmente están confinados a ciertas profundidades de la zona entre las mareas.

Dado que la zona comprendida entre mareas está expuesta al aire dos veces al día, los organismos requieren cierta clase de protección para evitar la desecación. Algunos cavan otros tienen conchas que pueden cerrarse reteniendo agua en su interior. Por otro lado, los organismos habitantes del intermareal desarrollan adaptaciones especiales que les permiten afrontar la intensa y constante acción de las olas.

En base a lo dicho anteriormente, toda la zona intermareal es de por sí un sector ambientalmente sensible.

### 5.3.1.1 Vegetación

Tal como se expuso a lo largo de la LBA, la vegetación del estuario de Bahía Blanca está constituida por arbustos bajos, espartillares y pastizales halófilos, con playas cubiertas mayormente por *Spartina montevidensis*, *S. brasiliensis* y *Sarcocornia perennis*. En las zonas de mayor altura se debe destacar la presencia de *Cyclolepis genistoides*, *Atriplex undulata* y *Distichlis spicata* entre otras. Una característica distintiva de la zona es la presencia de extensos intermareales fangosos, con escasa cobertura vegetal y donde se observa la presencia de cangrejos fundamentalmente *Chasmagnathus granulata*, *Cyrtograpsus angulatus* y *Cyrtograpsus altimanus* (Ver Punto 5.3.1.2).

Particularmente el área de influencia directa del proyecto se caracteriza por la presencia de la comunidad “Jume-Cangrejal”, la cual alterna con zonas desprovista de vegetación (Cangrejal). En las zonas más elevadas, como la isla al oeste de Puerto Galván, se observan arbustales dominados por *Allenrolfea patagónica* y *Cyclolepis genistoides*.

Las poblaciones de Jume se disponen formando manchones alternando con las cuevas de cangrejos, donde los ejemplares interiores mueren y terminan formando anillos de Jume rodeando las cuevas de los cangrejos (Parodi, 2004).

Resulta importante mencionar entre las funciones de las comunidades naturales de la costa la prevención de la erosión, el entrapamiento de sustancias contaminantes y el sustento de poblaciones biológicas, entre otras.

Este sector es una de las áreas que mejor conservan los rasgos naturales del partido de Bahía Blanca, comprendiendo una importante diversidad de especies de flora (la cual a su vez alberga fauna silvestre, ver más adelante). La riqueza de especies de aves en esta área es particularmente importante y, sumada a la de las especies directamente asociadas a la costa, como gaviotas, gaviotines y chorlos, hace del ambiente costero uno de los sitios de mayor biodiversidad de aves en el partido, lo que refuerza la importancia de su conservación. Una de las especies de aves que reviste mayor interés es la “gaviota cangrejera” (*Larus atlanticus*), especie que se alimenta de los cangrejos que habitan en las zonas de cangrejal y cangrejal-jume.

De este modo, la vegetación presente en la zona intermareal presenta una elevada sensibilidad. Además, dadas las características del dragado, el cual implica la extracción del material y la disposición del mismo (destruyendo o cubriendo un sector del ambiente) determina una mayor sensibilidad ambiental de estas comunidades.

### 5.3.1.2 Bentos

Como se mencionó previamente, como resultado de las actividades asociadas al proyecto se produce la modificación de los fondos, hábitats de estas comunidades bentónicas, así como el sepultamiento de los ejemplares presentes en la zona de disposición (intermareal). Esta situación, sumada a la nula o escasa movilidad que presentan los integrantes de esta comunidad biológica, hace que la misma presente una gran sensibilidad frente al proyecto.

De este modo, si bien todos los sectores con presencia de comunidades bentónicas revisten una sensibilidad frente al proyecto, las áreas costeras intermareales que alojan comunidades de cangrejales deben ser consideradas de alta sensibilidad ecológica y de afectación directa producto de la instalación de los recintos.

### 5.3.1.3 Plancton

Si bien estas comunidades presentan su movilidad asociadas a las corrientes, no siendo capaz de desplazarse voluntariamente frente a un disturbio, el hecho de que los principales efectos de la actividad de dragado se den en los fondos le confiere una sensibilidad importante pero menor que las comunidades bentónicas. En este sentido, dentro de los efectos negativos que se pueden producir sobre esta comunidad se encuentra el aumento de la turbidez generada por la suspensión de sedimentos, sobre todo sobre el fitoplancton ya que la disminución de la luminosidad puede producir una disminución de la productividad.

No obstante esta situación, no se han detectado áreas que posean una sensibilidad ecológica destacable dentro del área de influencia del proyecto.

### 5.3.1.4 Peces, Crustáceos Pelágicos y Pesquerías

De igual modo que para las especies planctónicas, uno de los riesgos sobre la comunidad de peces lo representa el posible aumento de la turbidez generada por la suspensión de sedimentos en la columna de agua. Estos sedimentos pueden producir alteraciones respiratorias. Sin embargo, la libertad de movimiento que presenta este grupo, les permite alejarse de la zona afectada durante la ocurrencia del disturbio. En este sentido, otro de los posibles efectos es la interferencia en alguna zona de reproducción. Por otro lado, los juveniles presentan una movilidad muchos más restringida que los adultos, por lo tanto los eventos mecánicos de los sedimentos sobre estos serán más significativos.

Tal como se expuso con anterioridad, la sensibilidad ambiental de una especie o grupo de especies se encuentra relacionado a las características de cada una de ellas, pero también se relaciona necesariamente con el proyecto que se prevé realizar. De este modo, se considera que el impacto directo del dragado (extracción y disposición del material) sobre los peces y por tanto sobre las pesquerías de los mismos puede ser más o menos importante dependiendo del tipo de pesca, la especie y la época anual.

En relación a los peces óseos las especies principales que conforman la pesca en el sector interno del estuario son la pescadilla y corvina.

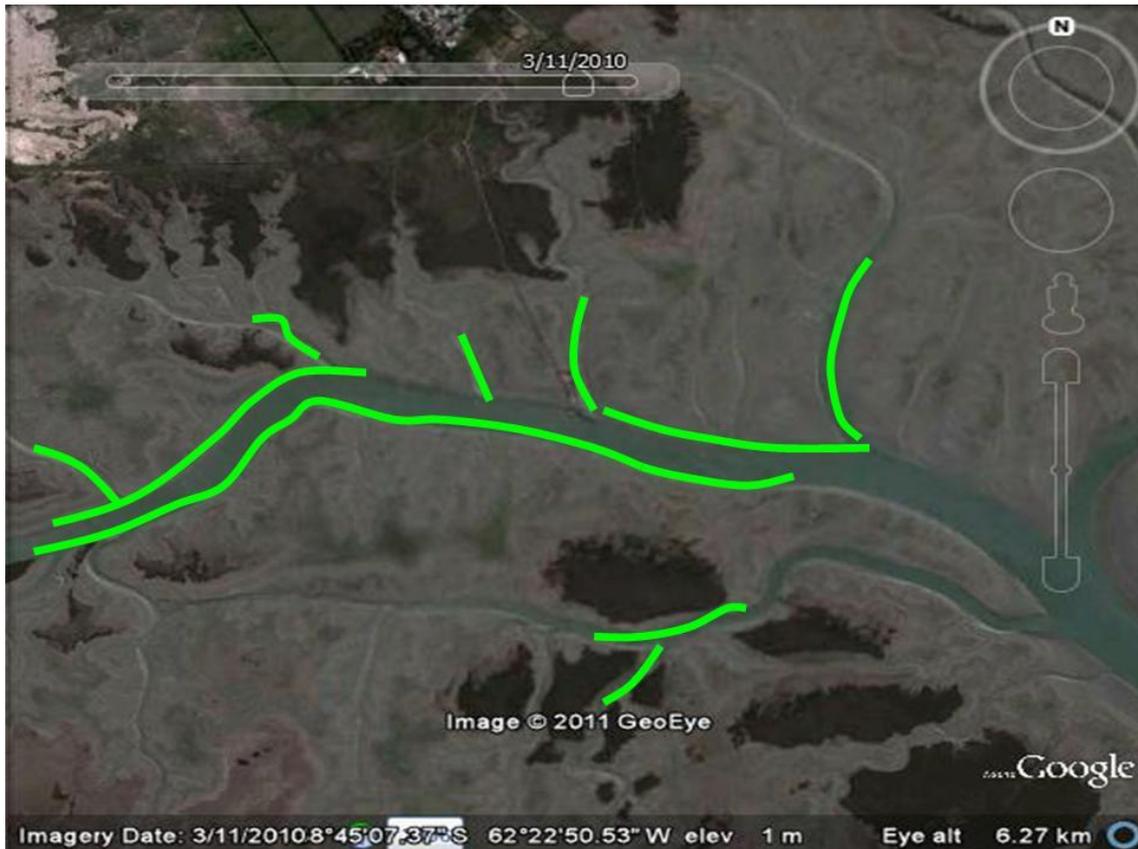
La pesca de **pescadilla** tiene lugar casi todo el año pero con picos en abril a mayo y entre agosto y setiembre-octubre. Sin embargo los mejores y más frecuentados sitios de pesca de esta especie se encuentran localizados en los sectores medios y exteriores del estuario y por lo tanto, al este de Ing. White y ya fuera del área de influencia directa del proyecto (Figura 193).



**Figura 193.** Áreas de pesca principales en el sector medio del estuario

En relación a la zona reproductiva (etapa más sensible frente al dragado) la especie desova en las áreas externas del estuario. No obstante, las larvas de estas especies son arrastradas al interior del estuario donde los juveniles permanecen hasta el invierno para luego migrar. Resulta importante mencionar que este estadio presenta una menor sensibilidad frente a las tareas de dragado que el período de desove.

Por su parte, la **corvina** ingresa al estuario entre octubre y abril, cuando se torna más vulnerable a la pesca. A diferencia de la pescadilla, sin embargo, la mayor pesca se realiza cuando la especie abandona los canales de mareas y zonas de baja profundidad al descender la marea, estando estas áreas dentro del área de influencia directa del proyecto. La pesca de corvina forma parte de la pesca de tapaderas que es clásica en la zona de humedales donde corren canales internos y que se completa con la captura de **lenguado**, **lisa** y **pejerrey**. Dadas las características que reviste un dragado, las tareas de pesca que se superpongan con la zona de trabajo se verán directamente afectadas no solamente por las acciones del dragado sino por el refulado en recintos. Quienes forman parte de esa actividad parten de canal Maldonado (Club Brown) o de Gral Cerri. La Figura 194 presenta el detalle de las áreas de pesca localizadas hacia el este de Pto. Galván, donde se destaca la pesca de subsistencia y un área de pesca secundaria para camarón y langostino (Figura 196).



**Figura 194.** Áreas de pesca entre Puertos Cuatros y Pto. Galván. Líneas verdes: Áreas de pesca de corvina, pejerrey, lisa y lenguado

El ciclo reproductivo de la corvina es bastante similar al de la pescadilla y por lo tanto el desove se localiza en las zonas externas. Sin embargo, y al igual que lo que ocurre con la pescadilla sus larvas y juveniles se desarrollan en toda la zona estuarial estando contenidas dentro del área de influencia directa.

En relación a los crustáceos pelágicos, tanto el **camarón** como **langostino** no poseen desoves dentro del estuario por lo que las zonas afectadas a este proceso (el cual reviste mayor sensibilidad frente al dragado) se ubican fuera del área de influencia del proyecto. Sin embargo, sus larvas son arrastradas hacia el estuario aun cuando son poco abundantes en su sector más interno. Las áreas de pesca principales de estas especies se ubican al este de Pto. Rosales, zonas que se encuentran en el área de influencia indirecta del proyecto.



**Figura 195.** Áreas de pesca de camarón y langostino localizadas en el sector medio del estuario

Tomando en cuenta el área adyacente o directamente involucrada en el área de influencia directa del proyecto se distinguen un área principal de pesca encontradas localizadas al este de Pto. Galván sobre la costa sur del canal principal y un área secundaria situada en la costa norte entre Pto. Galván y el canal Maldonado (Figura 196).



**Figura 196.** Áreas de pesca principales de camarón y langostino (líneas amarillas continuas) y secundarias (líneas amarillas punteada) próximas a Pto Galván. La línea roja indica las áreas de pesca perdidas por el avance del desarrollo de Pto. Galván. Las líneas verdes representan las áreas de pesca destinadas a corvina, lenguado y pejerrey.

La pesca de estas especies es fuertemente estacional (Enero-Marzo y Agosto-Setiembre) siendo el momento más sensible desde el punto de vista del dragado las horas diurnas ya que los mismos tienen tendencias a nadar cerca del fondo en las aguas del estuario.

#### 5.3.1.5 Reptiles

Como se mencionó anteriormente (Capítulo 4, Línea de Base Ambiental), los reptiles más importantes de la zona de influencia son las tortugas marinas. Las tortugas que comúnmente aparecen en el área de influencia del Proyecto son los individuos juveniles de Tortugas Verdes (*Chelonia mydas*). En el área de estudio se han liberado ya al menos cuatro ejemplares juveniles de Tortugas Verdes que habían sido capturados de manera incidental por pescadores de la zona. La primera de las tortugas fue capturada por pescadores artesanales en Villa del Mar; y las últimas tres fueron capturadas en el Canal del Embudo también por pescadores artesanales.

De acuerdo al seguimiento satelital de las tortugas liberadas y a lo informado por Falabella et al. (2009) el estuario de Bahía Blanca constituye una de las principales áreas de uso de esta especie. Específicamente, y según los mapas generados por el seguimiento satelital, el uso del área por parte de las tortugas se restringe a las zonas más externas del estuario, y es utilizada de igual manera a lo largo de todo el año. En base a lo anterior se puede concluir que las zonas sensibles para estos organismos se restringen a la parte más externa del estuario.

#### 5.3.1.6 Aves

La región del estuario de Bahía Blanca constituye en conjunto, como sistema natural, un sitio crítico o área vital para la supervivencia de una gran proporción de poblaciones de aves costeras. Estos organismos encuentran en la Bahía una diversidad de hábitats únicos en lo que respecta a la capacidad de brindar refugio, alimento, áreas de nidificación, etc. De esta manera, los ambientes de la Bahía y los sectores cercanos son indispensables para la supervivencia y reproducción de miles de aves.

En particular, los extensos intermareales y sus cangrejales son zona de alimentación y descanso de un gran número de especies migratorias y residentes (Yorio, 1998). Un punto interesante a destacar en cuanto a la avifauna comúnmente encontrada en la zona es que más del 50% de las especies son migratorias o parcialmente migratorias, de las cuales la mayoría son visitantes estivales.

La especie más emblemática y además amenazada, es la gaviota cangrejera (*Larus atlanticus*). Cerca del 90% de la población de esta especie endémica concentra sus actividades reproductivas en el área de influencia del proyecto. También en el área ocurren otras especies con problemas de conservación que usan el sitio principalmente en la época estival (Capítulo 4, Línea de Base Ambiental). En base a la información exhibida en el presente informe, se pueden identificar diferentes zonas sensibles a lo largo del año.

En el caso de la **gaviota cangrejera**, si bien los cangrejales son usados a lo largo de todo el año para la alimentación, las zonas más sensibles durante la época reproductiva (septiembre – noviembre) se restringen a las zonas más relacionadas a las actividades de cría. Las colonias reproductivas se encuentran en las zonas más externas del Estuario (desde Ing. White hacia el este), que es el lugar y el momento en donde se registran la mayor cantidad de gaviotas. Sin embargo, dado que estas gaviotas suelen cambiar los sitios de las colonias, sería necesario un monitoreo de la ubicación de las mismas para registrar la aparición de nuevas áreas importantes para la reproducción que puedan ser afectadas. Durante la época no reproductiva, en cambio, el uso del ambiente por esta gaviota va reduciéndose en las áreas de las colonias y aumentando en las zonas intermareales de la parte interna del estuario.

En particular, durante los meses de invierno (julio – agosto), cuando la disponibilidad de cangrejos es baja, las gaviotas suelen ser observadas en las cercanías de Puerto Cuatrerros alimentándose de organismos sésiles incrustados tanto en los muelles como en los cascos de los barcos abandonados, y éstos llegan a constituir una parte muy importante de su dieta.

En el caso de las **otras especies de aves** (e.g., playeros y chorlos migratorios) y como se comentó al inicio, todo el sector intermareal es activamente utilizado para la alimentación, tanto en la parte interna como externa del Estuario. Sin embargo, dado que la mayor parte de estas aves son migrantes estivales, el período del año más sensible sería durante la primavera y el verano.

Una característica particular de estas aves es que son, en su gran mayoría, predadores tope de las cadenas tróficas marino-costeras. Esto implica que cualquier impacto en niveles tróficos inferiores, ya sean productores (e.g., algas uni o pluricelulares) o consumidores primarios (e.g., organismos bentónicos, cangrejos, peces) será fácilmente trasladable a estos organismos. De este modo, las áreas sensibles de los organismos de niveles tróficos inferiores detalladas en el presente informe, lo son también, de manera indirecta, para las aves de la zona, por ejemplo, por cambios en la abundancia de sus presas o por bioacumulación de compuestos tóxicos.

### 5.3.1.7 Mamíferos

Según lo expuesto anteriormente (Capítulo 4, Línea de Base Ambiental) los mamíferos más comunes en la zona del estuario de Bahía Blanca son los **delfines** (Franciscanas, Marsopas Espinosas y Toninas) y los **lobos marinos de un pelo**.

Los delfines usualmente prefieren aguas costeras de poca profundidad (hasta 30 m) e incluso esporádicamente suelen ingresar a los ambientes que poseen agua dulce, por lo que no es raro que sean accidentalmente capturadas con redes de pesca artesanales (Fidalgo, 2004). En cuanto a los lobos marinos de un pelo, poseen una colonia de tipo estacional que utilizarían como un sitio de paso o descanso fuera de la temporada de cría, que se encuentra en la zona externa del Estuario. Además de en la mencionada colonia, en el área de estudio se han producido avistamientos esporádicos de animales perdidos, enfermos o heridos en la zona interna.

En resumen, los mamíferos del área son más comunes en las zonas externas del Estuario por lo que esa representaría la zona más importante a ser evaluada como sensible. Sin embargo, en el caso de los delfines, la época reproductiva suele ser el momento del año en que los animales prefieren aguas menos profundas para el cuidado de las crías, donde se hallan menos expuestas. También, los individuos juveniles, menos experimentados, pueden ser más vulnerables a desorientarse y, en consecuencia, pueden adentrarse a las zonas más internas del Estuario. Por ello, durante la primavera y el verano las áreas internas del estuario pueden ser también consideradas como zonas sensibles.

Por otro lado, al igual que lo comentado en el caso de las aves, tanto los delfines como los lobos marinos son predadores. De este modo, las áreas sensibles de los organismos de niveles tróficos inferiores detalladas en el presente informe, lo son también, de manera indirecta, para estos mamíferos.

### 5.3.1.8 Áreas Naturales Protegidas

Tal como se mencionó anteriormente, gran parte de la región bajo análisis se encuentra contenida dentro de la Reserva de Usos Múltiples Bahía Blanca, Bahía Falsa y Bahía Verde, la cual protege casi la totalidad del ecosistema del estuario de Bahía Blanca. La reserva tiene una superficie de 30.000 ha de tierras y de 180.000 ha de aguas, estando caracterizada por la presencia de marismas pseudoestuariales y costa marina, comunidades salobres y de monte.

Además esta ANP ha sido también catalogada en Di Giacomo (2005) y Di Giacomo, et al., (2007) como un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), debido a su relevancia ornitológica. Al respecto, Petracci et al., (2008) reportaron varios sitios de nidificación dentro del ANP.

Resulta importante mencionar que entre las principales amenazas identificadas por Di Giacomo (2005) y Di Giacomo, et al., (2007) para la reserva se encuentra el dragado regular del Canal Principal de Navegación lo cual genera un disturbio periódico a los ambientes bentónicos aledaños al mismo y en áreas elevadas por disposición del material dragado.

Al noreste de la mencionada zona se ubica otra área protegida, la Reserva Natural Costera Municipal (de 319 ha de extensión). Los objetivos generales son la conservación y la protección del ambiente costero, el fomento de la investigación y la educación ambiental respecto a las áreas protegidas, colaborando simultáneamente en esta tarea con la Reserva Natural de Uso Múltiple Bahía Blanca, Bahía Falsa Bahía Verde.

En la denominada Isla del Puerto (localizada frente a Ing. White), se ha reportado una colonia reproductiva muy grande de gaviota cangrejera, con 3800 nidos censados en el año 2005 y con valores poblacionales similares registrados para el año 2006 (Petracci, et al, 2008), la cual se encuentra fuera de las mencionadas reservas. Por esta razón, tanto la conservación y como la protección de esta colonia fue declarada de interés provincial mediante la resolución 4/05.

Es importante mencionar que si bien la zona no forma parte de los 19 humedales Argentinos declarados como Sitios Ramsar, según la citada convención el estuario de Bahía Blanca es un humedal marino/costero de importancia (Canevari et al., 1998).

Dado que las áreas protegidas son en sí mismas especiales, razón por la cual su conservación ha sido considerada importante, y que las operaciones de dragado y descarga tienen el potencial de alterar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los ecosistemas presente en ellas, es que estas zonas son incluidas en su totalidad como zonas sensibles.

### **5.3.2 Perspectiva Antrópica**

La definición de áreas sensibles del medio antrópico involucra a aquellas actividades relevantes que producto del desarrollo del proyecto, de manera directa y/o indirecta, pudieran verse afectadas en su normal desenvolvimiento o en el potencial que las mismas presentan. Esta aclaración vale ya que en determinados casos pueden identificarse áreas sensibles o vulnerables socialmente independientemente del proyecto, pero que a los fines del mismo tal criticidad no supone una variable significativa. Por ejemplo, las molestias a la población producto de la generación de ruidos molestos afecta indistintamente a las zonas con usos residenciales de población con necesidades básicas insatisfechas que aquellas donde residen sectores de un nivel socioeconómico elevado.

#### **5.3.2.1 Asentamientos Involucrados**

Las áreas destinadas a la residencia de la población suelen ser los sitios más sensibles. En el área de influencia se identifican a la ciudad de Bahía Blanca (centro urbano de jerarquía para la región sur de la Provincia de Buenos Aires) y luego las localidades de Ingeniero White y General Daniel Cerri. Teniendo en cuenta que las mismas se encuentran alejadas del área operativa del proyecto (sitios a dragar y aquellos destinados a la disposición del material dragado) y que la operación en tierra será de pequeña escala (limitada a la asistencia de aquella en el medio acuático) los asentamientos poblacionales involucrados en el marco de este proyecto no revisten una sensibilidad significativa.

#### **5.3.2.2 Navegación Comercial**

El origen de la ciudad de Bahía Blanca, su grado de desarrollo actual y el potencial, se encuentra directamente relacionado con la presencia de su puerto. En efecto, tal característica resulta su ventaja comparativa principal y de manera sinérgica la actividad portuaria se asocia con el desarrollo del sector secundario local (el más significativo) y con el sector primario regional.

De esta manera, la navegación comercial y, la infraestructura que permite su desarrollo (Canal de Acceso), resultan factores de elevada relevancia y por tanto sensibles.

En cuanto a la intensidad del tráfico portuario actual es difícil estimar variaciones según la época del año por falta de datos específicos. Según la información disponible desde 2005 hasta 2010 se computó entre 1.000 y 1.200 buques aproximadamente (con excepción del 2009 donde se registraron 933); siendo la mayor parte de ellos son de bandera internacional. Entre los tipos de buques que se movilizan asociados al Puerto Bahía Blanca se destacan los buque tanque y graneleros y luego los de carga general, portacontenedores, gaseros, químicos, aceiteros y pesqueros.

Respecto al Canal de Acceso presenta una longitud de 97 km y actualmente permite la navegación de buques con un máximo de 45' de calado durante marea alta, con dragados de mantenimiento cada 6 meses. Al respecto, ya cuenta con las aprobaciones necesarias y ha sido licitado el proyecto que contempla garantizar los 45' independientemente de las mareas.

### 5.3.2.3 Sitios Recreativos y Navegación Asociada

Como fuera expuesto la relación de la población con el estuario en materia recreativa no es muy intensa. Las posibilidades de acceso a la ría históricamente han estado asociadas a la actividad portuaria lo que ha influido en el grado de desarrollo de una actividad, como la recreativa y en relación también turística, que requiere de espacios en general ligados a una calidad paisajística elevada y cierta tranquilidad.

Sobre la franja costera de Bahía Blanca se han identificado 4 sitios recreativos. Dos de ellos se encuentran dentro del área portuaria: la plazoleta denominada "Paseo del Puerto" y el Club Náutico Bahía Blanca. Luego se identifica el Complejo Recreativo Maldonado, cuya principal atracción son las piletas y; finalmente el Club de Pesca y Náutica General Daniel Cerri en el Puerto Cuatros. Desde este último sitio se realiza principalmente pesca desde el muelle y presenta su afluencia de visitantes más elevada durante los fines de semana y/o días feriados.

La escasa conexión entre la población y el estuario ha sido identificada como una problemática por diversos documentos sobre las cuestiones urbanísticas de la ciudad y por esta razón aquellos sitios identificados que resultan los únicos que permiten tal relación se consideran puntos sensibles. También se incorpora como sitio sensible en relación a este factor el espacio donde se proyecta la construcción del Frente Costero Paseo del Humedal (contempla boulevard y marina) que se inserta en el marco del Plan de Desarrollo Costero Portuario Recreativo, ya licitado por la gestión actual.

Los espacios ligados a la navegación recreativa también se identifican como zonas sensibles. Al respecto, dentro de esta categoría se consideran los deportes náuticos, la navegación asociada a la pesca embarcada y la navegación por esparcimiento. El punto de embarque principal ligado a estas actividades es el Club Náutico Bahía Blanca y en menor medida se identifican embarcaciones de pequeño porte (principalmente para la pesca embarcada) en Puerto Cuatros. Si bien la mayor intensidad de la navegación recreativa se identifica desde el Club Náutico Bahía Blanca hacia la zona exterior del estuario también se desarrolla hacia el interior de la misma, y por lo tanto en el área operativa del proyecto bajo estudio.

### 5.3.2.4 Paisaje

El paisaje considerado desde el punto de vista antrópico pondera aquellas visuales que son valoradas por la población en cuanto a su calidad estética. Claro está, existe una connotación subjetiva relevante entre lo que se interpreta como un paisaje bello o desagradable. En general, y más aún en los últimos años, los paisajes de mayor valoración son aquellos donde predominan o resultan exclusivos los componentes naturales. En contraposición, se identifican como elementos que deterioran el paisaje establecimientos y/o instalaciones industriales (por ejemplo chimeneas, depósitos, etc.) y determinadas obras de infraestructura (por ejemplo, líneas de alta tensión).

En el área de influencia el único punto desde el cual se puede apreciar una visual panorámica del estuario de Bahía Blanca donde sus componentes naturales resultan exclusivos es en el muelle de Puerto Cuatrerros en dirección al sur o al oeste. Allí, no existen elementos antrópicos que interfieran en la visualización del estuario como paisaje natural. De esta manera, tal sector resulta el más sensible si tenemos en cuenta el factor paisajístico.

La vista desde ese mismo punto hacia el este identifica en la línea del horizonte la zona industrial y portuaria, resultando un elemento contrastante con el entorno donde predominan las visuales ligadas a aspectos naturales, por lo que la calidad paisajística no es tan significativa.

Otro punto desde el cual se puede acceder a una vista del estuario es desde el Complejo Recreativo Maldonado. En este caso el acceso no es tan directo visualmente como desde Cuatrerros. La visual desde las inmediaciones de este sitio también registra la presencia de instalaciones industriales (con mayor presencia aún dada la proximidad) y luego la de su entorno inmediato donde resalta la presencia de residuos sólidos urbanos dispersos (especialmente bolsas) debido a la cercanía al ex basural.

En relación a este sitio, y en función del objetivo de ofrecer mayores puntos de conexión entre la ciudad y el estuario, se ha planificado el Paseo del Humedal que permitirá una visión panorámica más directa con el estuario.

### 5.3.2.5 Patrimonio Histórico, Arqueológico y/o Cultural

En base a la información recopilada y de los relevamientos de campo se considera que el conjunto de sitios de interés arqueológico/histórico presentes en el Área de Influencia Directa de las obras tiene una sensibilidad baja o nula.

No obstante, a continuación se enumeran los tipos de evidencias arqueológicas factibles de ser hallados en el ambiente del litoral sur bonaerense.

**Enterratorios colectivos y/o individuales.** Como los detectados en la Península San Blas, donde se han registrado entierros humanos primarios y secundarios; así como elementos óseos aislados, que incluyen cráneos pintados (Outes 1908; Torres 1922; Vignati 1937; entre otros). Un fechado radiocarbónico realizado recientemente sobre un elemento óseo de San Blas indicó una edad de  $593 \pm 40$  años AP (Bernal et al. 2008).

**Sitios de procesamiento: tales como La Olla 1 y 2, Monte Hermoso.** Se trata de sitios arqueológicos considerados como loci de procesamiento de dos especies de lobo marino. Predominan restos líticos y de mamíferos marinos (se destaca una herramienta confeccionada sobre hueso de otárido, Johnson et al. 2000), así como restos vegetales. Las dataciones realizadas los ubican temporalmente entre ca. 6600 y 7300 años AP (La Olla 1:  $7.315 \pm 55$  y  $6.640 \pm$  años AP; La Olla 2:  $7.400 \pm 95$  años AP), fechas asimilables a las dataciones de Monte Hermoso 1.

**Sitios de actividades múltiples.** El sitio arqueológico La Primavera (Bayón et al. 2004) es ejemplo de este tipo de contextos. Se registraron artefactos formatizados, lascas, núcleos y clastos sin modificar. Entre los primeros cabe destacar la presencia una bola de boleadora con surco, una mano de moler y un pendiente con entalladura.

**Otros tipos de contextos:** el caso más llamativo es el del sitio arqueológico Monte Hermoso 1 (Bayón y Politis 1996), que contiene centenares de pisadas humanas y de animales (aves y mamíferos), entre los que se hallaron restos vegetales, elementos de madera, caracoles, cáscaras de huevo de ñandú y huesos de lobo marino, ubicados en sedimentos de una peleolaguna. Las dataciones radiocarbónicas realizadas indican edades de alrededor de 7000 años AP.

Otro caso es el de la concentración CG1 detectada durante los trabajos de campo. Se ubica en un perfil en las adyacencias del cruce de la RN3 y el camino de acceso a Gral. Cerri. La concentración presenta una longitud de 73 m y se ubica a 40 cm de profundidad promedio bajo la superficie actual y unos 20 cm promedio por sobre el nivel de arcillas consolidadas. Este conjunto se encuentra compuesto por 8 artefactos líticos y 3 elementos óseos.

En lo referente al patrimonio histórico se destacan las instalaciones ferroviarias de las estaciones Aguará y Cerri, así como la infraestructura asociada (construcciones anexas, terraplenes, tendidos de vías, etc.); las instalaciones del Frigorífico CAP-Cuatrerros, el Fortín Cuatrerros y Puerto Cuatrerros. Todos estos elementos constituyen evidencia material de diferentes eventos y procesos de la rica y diversa historia local.

Los sitios arqueológicos de la región resultan de suma importancia patrimonial por varios motivos. En primer lugar, son sitios que contienen evidencia cultural de sociedades y cronologías variadas, que permiten comprender las adaptaciones a ambientes litorales, y a través de los datos proxy contribuyen a generar información sobre eventos climáticos y geológicos del pasado. En segundo lugar, las manifestaciones halladas como las esperables son características de ambientes específicos como en este caso el litoral marino bonaerense, y por tanto revisten alto interés patrimonial arqueológico e histórico. Por último cabe destacarse que los sitios arqueológicos de la región continúan siendo estudiados, lo que resulta en un actualizado registro de publicaciones, ponencias en reuniones científicas, y conocimiento de la comunidad en general de los mismos. En el mismo plano de interés.

### 5.3.2.6 Patrimonio Paleontológico

Tal como se mencionó anteriormente en el LBA, importantes superficies del sector continental Argentino fueron ocupadas por el mar en repetidas oportunidades. Durante las ingresiones marinas gran parte del litoral Bonaerense se vio afectado por los procesos de acumulación y erosión generados por estas elevaciones de las líneas de costa. Los últimos testimonios están evidenciados por depósitos litorales (principalmente holocenos). Los episodios marinos de avance y retroceso en este sector costero generaron durante el Cuaternario tardío depósitos representados por facies de marismas, albuferas, playas y eventos de tormentas entre los más comunes, estos últimos compuestos por concentraciones esqueletales con un alto contenido de conchillas de moluscos, que se presentan con distinto espesor y continuidad y a diferentes alturas en relación con el nivel del mar actual (Aliotta *et al.*, 1991).

La historia geológica del estuario se completa con la progradación de la llanura de marca y el progresivo descenso del nivel del mar. Esto dio lugar a la formación de la extensa llanura costera que caracteriza a toda la zona interna del estuario. El ambiente marino de sedimentación actual no difiere mayormente de aquel del Holoceno. Es así, como los sedimentos finos de las llanuras de marea actuales se encuentran en continuidad con aquellos más antiguos, depositados durante el período transgresivo-regresivo post-glaciario.

De este modo, en base al análisis de la información antecedente no se evidencia una zona dentro del área de influencia con una sensibilidad diferente al resto.

### 5.3.3 Zonas Ambientalmente Sensibles

En base a la información presentada anteriormente, se han elaborado una serie de mapas en donde se identifican aquellas zonas que reviste una sensibilidad especial frente al proyecto. En este sentido, en análisis se ha realizado tanto para el área de influencia directa como indirecta. Además el mismo fue dividido en las 4 estaciones de año. Dichos mapas forman parte del Anexo II al presente Capítulo del EIA.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

**Mamül Mapu. 2010** Pasado y presente desde la arqueología pampeana. Editorial Libros del Espinillo. Ayacucho, Buenos Aires.

**Agenda de Desarrollo. 2010.** Plan Director General Daniel Cerri.  
<http://www.hcdbahiablanca.gov.ar/agendadesarrollodoc.php>

**Agenda de Desarrollo. 2011.** Página Web.  
<http://www.hcdbahiablanca.gov.ar/agendadesarrollo.php>

**Agenda de Desarrollo. 2011.** Plan Director Ingeniero White.  
<http://www.hcdbahiablanca.gov.ar/agendadesarrollodoc.php>

**Aguirre, M. L. y Fucks, E. 2004.** Moluscos y paleoambientes del Cuaternario marino en el sur de Entre Ríos y litoral bonaerense. En, F. G. Aceñolaza (ed.), Temas de la Biodiversidad del litoral fluvial argentino, INSUGEO, Miscelánea 12: 55-70.

**Aliotta S., Farinati E. A. y Spagnuolo J. O. 2008.** Caracteres distintivos de los depósitos marinos holocenos del estuario de bahía blanca. Fourth Congress. International Union of Geological Sciences Subcommission on Neogene Stratigraphy. Buenos aires, Argentina.

**Aliotta S., Spagnuolo J. y Farinati E. 2001.** Paleoambientes marinos holocenos en la entrada del estuario de Bahía Blanca, Argentina. IX Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar. San Andrés Isla, Colombia.

**Aliotta, S. and Perillo, G.M.E., 1987.** A sand wave field in the entrance to Bahía Blanca Estuary, Argentina. Marine Geology, 76, 1-14.

**Aliotta, S., Lizasoain, G., Lizasoain, W. y Ginsberg., S.S., 1996.** Late Quaternary sedimentary sequence in the Bahía Blanca Estuary, Argentina. Journal of Coastal Research, 12 (4): 875-882.

**Aliotta, S., Lizasoain, G.O. y Lizasoain, W.O. 1991.** Sedimentología y paleoambientes cuaternarios en el sector interno del estuario de Bahía Blanca, Argentina. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Autónoma de México 18: 99-107.

**Aliotta, S.; Giagante, D.; Ginsberg, S.S.; Vecchi, L.G.; Luna, N. y Minor Salvatierra, M.; 2011.** Distribución de sedimentos gasíferos (Shallow Gas”) en el subsuelo marino de la región costera del Sur de la provincia de Buenos Aires. XVIII Congreso Geológico Argentino, Mayo 2011, Neuquén.

**Ameghino, F. 1910.** La industria de la piedra quebrada en el Mioceno superior de Monte Hermoso. Separata del XVII Congreso Científico Internacional Americano: 1-5. Buenos Aires.

**Amiotti, N. M., M. C. Blanco, E. S. Schmidt y S. Díaz. 2010.** Variabilidad espacial de los suelos y su relación con el paisaje. Pp 128-173 en: Ambiente y recursos naturales del partido de Bahía Blanca: clima, morfología, suelos y agua. Paoloni, J. D. (comp.). Ed. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

**Aramayo, S. A. 2010.** Mamíferos fósiles en el material de relleno de los terrenos del polo petroquímico de Bahía Blanca. Jornadas Argentinas de Mastozoología, Bahía Blanca, Argentina.

**Arias, A. H., J. E. Marcovechio, R. H. Freije, G. P. Velez, y A. V. Botello. 2010.** Análisis de fuentes y toxicidad equivalente de sedimentos contaminados con PAHs en el estuario de Bahía Blanca, Argentina. Hidrobiológica 20:

- Armentano, G. 2004** ¿Un nódulo testeado es un núcleo? Trabajo presentado en el Taller de Morfología macroscópica en la clasificación de artefactos líticos: innovaciones y perspectivas, Horco Molle, Tucumán. MS.
- Austral, A. 1965.** Investigaciones arqueológicas en el curso Inferior del Río Sauce Grande (Partido de Cnel. de Marina Leonardo Rosales, Pcia. de Buenos Aires, República Argentina). Trabajos de Prehistoria, 19: 7-123.
- Baker, A. J., P. M. Gonzalez, T Piersma, L. J. Niles, I. L. Serrano deo Nascimento, P. W. Atkinson, N. A. Clark, C. D. T. Minton, M. K. Peck y G. Aarts. 2004.** Rapid population decline in Red Knots: fitness consequences of decrease refuelling rates and late arrival in Delaware Bay. Proceedings of the Royal Society of London B 271:875-882.
- Balls, P.W. 1990.** Distribution and composition of suspended particulate material in the Clyde estuary and associated sea lochs. Estuarine Coastal and Shelf Science 30: 475–487.
- Barrientos, G. 1997.** Nutrición y dieta de las poblaciones aborígenes prehispánicas del sudeste de la región pampeana. Tesis Doctoral inédita, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, La Plata.
- Barrientos, G. y S. Perez. 2002.** La dinámica del poblamiento humano del Sudeste de la Región Pampeana durante el Holoceno. Intersecciones en Antropología, 3: 41-54.
- Bayón, C. y C. Zabala. 1997.** Coastal sites in southern Buenos Aires: A review of "Piedras Quebradas". Quaternary of South America and Antarctic Peninsula, 10: 229-253.
- Bayón, C. y C. Zabala. 1999.** Geoarqueología del Arroyo Napostá Grande. Libro de Resúmenes del XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina, Córdoba. Pp: 351-352.
- Bayón, C. y C. Zavala, 1997.** Coastal sites in southern Buenos Aires: a review of "Piedras Quebradas". Quaternary of South America and Antarctic Peninsula. Volume 10 (1994), pp. 229-253.
- Bayón, C. y G. Politis. 1996.** Estado actual de las investigaciones en el sitio Monte Hermoso I (Prov. de Buenos Aires). Arqueología, 6:83-116.
- Bayón, C. y G. Politis. 1998.** Pisadas Humanas en la costa pampeana. Ciencia Hoy, 8 (48): 12-20.
- Bayón, C. y N. Flegenheimer. 2004** Cambio de planes a través del tiempo para el traslado de roca en la pampa bonaerense. Estudios Atacameños 28: 59-70.
- Bayón, C., N. Flegenheimer, C. Deschamps y M. Zárate. 2002.** ..."Y vendrán los arqueólogos en busca de un hueso"...Sitio El Guanaco, Partido de San Cayetano. Libro de Resúmenes del 3er Congreso de Arqueología de la Región Pampeana Argentina: 53. Olavarría.
- Bayón, C.; M. I. González, N. Flegenheimer, A. Pupio y M. Frére (eds.). 2007.** Arqueología en las pampas. Sociedad Argentina de Antropología.
- Bernal, V.; Gonzalez, P.; Perez, S. y Pucciarelli, H. 2008.** Entierros humanos del noreste de Patagonia: Nuevos fechados radiocarbónicos. Magallania vol.36, n.2
- Berón, M.; L. Luna, M. Bonomo, C. Montalvo, C. Aranda y M. Carrera Aizpitarte (eds.)**
- Bertuche, D., K. Fishbach, A. Roux y R. Piñero 2000.** Langostino. En: Bezzi, S., R. Akselman y E. Boschi et al (eds). Síntesis de I estado de las pesquerías marítimas argentinas y de la cuenca del Plata. Años 1997-1998 con la actualización de 1999. INIDEP, Mar del Plata: 179-190.

- Bidegain, J. C., Van Velzen, A. J. y Rico, Y. 2007.** The Brunhes/Matuyama boundary and magnetic parameters related to climatic changes in Quaternary sediments of Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 23: 17-29.
- Bjorndal K.A. (1997)** Foraging ecology and nutrition of sea turtles. Pp 199-232. In: Lutz & Musick (eds) *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton, Florida
- Blanco, D.E., B. López-Lanús y R.J. Baigún. 2007.** Mapping waterbird distribution and migration in South America. Informe de Wetlands International, South America Programme, Buenos Aires, Argentina.
- Bohlen, W.F. 1977.** Shear Stress and Sediment Transport in Unsteady Turbulent Flows. En Martín Wiley (Editor) *Estuarine Processes, Vol. II, Circulation, Sediments and Transfer of Material in the Estuary*, pp. 109-123. Academic Press, N.Y.
- Bonomo, M. 2005.** Costeando las llanuras. Arqueología del litoral marítimo pampeano. Sociedad Argentina de Antropología. Colección Tesis Doctorales. Buenos Aires
- Bonorino A. G. y J. M. Sala, 1983.** Capítulo: Geohidrología. Comisión Estudio de Suelos White-Cerri. MOP de la Provincia de Buenos Aires. Informe Final. La Plata.
- Boschi, E. E. y M. Scelzo. 1967.** Campaña de pesca exploratoria camaronesa en el litoral de la Provincia de Buenos Aires, 16-24 de febrero de 1967. Proyecto Desarrollo Pesquero Publicación Nro 2: 1-16.
- Boschi, E. E. y M. Scelzo. 1969.** Nuevas campañas exploratorias camaronesas en el litoral de la Provincia de Buenos Aires, 1967-1968 con referencia al plancton de la región. Proyecto Desarrollo Pesquero Publicación Nro 16: 1-33.
- Boschi, E. E. y M. Scelzo. 1971.** Últimos resultados sobre las investigaciones de los peces comerciales en la Argentina (marcaciones, campañas exploratorias y cultivos ). CARPA FAO 5. Documento Técnico 4:
- Boschi, E. 1997.** Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de la República Argentina. *Investigaciones Marinas* 25: 19-40.
- Botte, S. E., R. H. Freije y J. E. Marcovecchio. 2010.** Distribution of Several Heavy Metals in Tidal Flats Sediments within Bahía Blanca Estuary (Argentina). *Water Air and Soil Pollution* 210:371–388
- Bróndolo, M. y S. Bazán. 2000.** Geografía de Punta Alta y Partido de Coronel Rosales. Ed. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- Bróndolo, M., M. Campos, S. Zinger, O. Del Pozo, y M. A. Lorda, 1994.** Geografía de Bahía Blanca. Ed. Enciclopedia, Bahía Blanca, Argentina.
- Brown, S., C. Hickey, B. Harrington y R. Gill (Eds.). 2001.** The U.S. Shorebird Conservation Plan, 2nd ed. Manomet Center for Conservation Sciences, Massachusetts.
- CAMESSA. 2011.** Red Eléctrica del Sistema Interconectado Nacional. <http://portalweb.cammesa.com/default.aspx>
- Canevari, M. y O. Vaccaro. 2007.** Guía de mamíferos del sur de América del Sur. Editorial L.O.L.A., Buenos Aires, Argentina.
- Capelli de Steffens, A. M. y A. M. Campo de Ferreras .2004.** Climatología. Pp 79-88 en: *Ecosistema del estuario de Bahía Blanca*. Piccolo, M. C. y M. S. Hoffmeyer (eds.). Instituto Argentino de Oceanografía, Bahía Blanca, Argentina.

- Carrica J.C., 1998.** Hidrogeología de la cuenca del arroyo Napostá Grande, Provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral. Biblioteca Central, Universidad Nacional del Sur. 215 p.
- Carrica, J; Albouy, F. R. y Bonorino, A.G., 2003.** Modificaciones hidrodinámicas en el acuífero costero del área industrial de Bahía Blanca. III Congreso Argentino de Hidrogeología, Rosario, 10 pp.
- Cavallotto, J. L. Consultado en 2011.** Buenos Aires. Geología y geomorfología de los ambientes costeros y marinos. Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y el Mar Argentino. <http://atlas.ambiente.gov.ar/index.htm>
- Cervellini, P. M. 1985.** Larvas y postlarvas de crustáceos Decapoda en el estuario de Bahía Blanca (Pcia. de Buenos Aires). I. Aspectos cualitativos, Sphenis 3: 1-23.
- Cervellini, P. M. 2004.** Crustáceos pelágicos. En: Perillo, G. y M. Hoffmeyer (eds.). Ecosistema del estuario de Bahía Blanca. Instituto Argentino de Oceanografía: 163-170.
- Cervellini, P. M. y C. Piccolo. 2007.** Variación anual de la pesca del langostino y camarón en el estuario de Bahía Blanca. Geoacta 32: 111-118.
- Cervellini, P. M. y J. Mallo. 1991.** Distribución espacial de estadios larvales de *Penaidea* en el estuario de Bahía Blanca (Pcia. De Buenos Aires). Biología Pesquera 20: 1-18.
- Cione A. L y Tonni E. P. 2005.** Bioestratigrafía basada en mamíferos del Cenozoico superior de la provincia de Buenos Aires, Argentina. En R.E. de Barrio, R.O. Etcheverry, M.F. Caballé y E. Llambias (edit.): Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino. Cap. XI: 183-200.
- Codignotto, J.O, Kokot, R.R. y Marcomini, S.C., 1993.** Desplazamientos verticales y horizontales de la costa argentina en el Holoceno. Rev. Asoc. Geol. Arg., 48 (2): 125-132.
- Colautti, D. y P. Suquele. 2000.** Informe sobre el estado de la pesquería de langostino y camarón de la ría de Bahía Blanca. Estudios y estadísticas de pesquerías artesanales y comerciales de la Provincia de Buenos Aires. Dirección de Desarrollo Pesquero. Ministerio de Asuntos Agrarios, Pcia de Buenos Aires.
- Colautti, D., J. De la Garza, R. Piñero y R. Wilches. 2003.** Informe sobre el estado de la pesquería de langostino y camarón de la ría de Bahía Blanca. Campaña conjunta Departamento de Explotación Comercial, Subsecretaría de Actividades Pesqueras y Proyecto Langostino, INIDEP. Dirección de Desarrollo Pesquero. Ministerio de Asuntos Agrarios, Pcia de Buenos Aires.
- Comité Técnico Ejecutivo, Secretaría de Política Urbano Ambiental, Mun. de Bahía Blanca, 2003.** Hidrodinámica del área costera de Ingeniero White, Informe Final. 31 pp.
- Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca. 2011.** Características y Servicios. [http://www.puertobahiablanca.com/servicios\\_cys.asp](http://www.puertobahiablanca.com/servicios_cys.asp)
- Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca. 2011.** Estadísticas. <http://www.puertobahiablanca.com/estadisticas.asp>
- Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca. 2011.** Página Web. <http://www.puertobahiablanca.com/index.asp>
- Cousseau , M. B. y R. G. Perrotta. 2004.** Peces marinos de Argentina. Biología, distribución, pesca. Instituto de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata.
- Crespo E. A., G. Harris, R. Gonzalez. 1998.** Group size and distributional range of the franciscana *Pontoporia blainvillei*. Marine Mammal Science, 14:845-849.

- Crespo, E. A., N. A. García, S. L. Dans y S. N. Pedraza. 2008.** Otaria flavescens. Atlas de sensibilidad ambiental de la costa y el mar argentino, Mamíferos marinos. Disponible en: <http://atlas.ambiente.gov.ar>
- Cuadrado, D.G, 1993.** Evolución geomorfológica del área del Canal del Toro, Estuario de Bahía Blanca. Tesis de doctorado Universidad Nacional del Sur. 97 pp.
- Cuadrado, D.G. and Perillo, G. M., 1997.** Migration of intertidal sandbanks, Bahía Blanca Estuary, Argentina. *Journal of Coastal Research* 13(1): 139-147.
- Daino, L. 1979.** Exégesis histórica de los hallazgos arqueológicos de la costa atlántica bonaerense. *Prehistoria Bonaerense*: 95-195.
- Delhey, K. J. V., M. Carrete y M. M. Martinez. 2001b.** Diet and feeding behaviour of Olrog's gull *Larus atlanticus* in Bahía Blanca, Argentina. *Ardea* 89:319-329.
- Delhey, K. J. V., P. F. Petracci y C. H. F. Pérez. 2001a.** Observaciones de Charadriiformes en el sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Nuestras Aves* 42:14–16.
- Delhey, K. y P. Petracci. 2004.** Aves marinas y costeras. Pp 203-220 en: *Ecosistema del estuario de Bahía Blanca*. Piccolo, M. C. y M. S. Hoffmeyer (eds.). Instituto Argentino de Oceanografía, Bahía Blanca, Argentina.
- Di Giacomo, A. S. (editor). 2005.** Áreas importantes para la conservación de las aves en Argentina. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. *Temas de Naturaleza y Conservación* 5:1-514. CDROM. Edición Revisada y Corregida 1. Aves Argentinas/ Asociación ornitológica del Plata, Buenos Aires.
- Diez, José Ignacio. 2010.** Desarrollo endógeno en Bahía Blanca - Empresas, organizaciones y políticas públicas. EdiUNS. Bahía Blanca
- Dirección de Áreas Naturales Protegidas, Departamento Áreas Protegidas, OPDS, 2008.** <http://www.opds.gba.gov.ar/mapaanp/>
- Dirección Provincial de Estadística del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. 2005.** Producto Bruto Geográfico – Desagregación Municipal, Año 2003. <http://www.ec.gba.gov.ar/Estadistica/publi.html>
- Dirección Provincial de Estadística del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. 2011.** Página Web. <http://www.ec.gba.gov.ar/Estadistica/publisoc.htm>
- ECOFAM s/f.** Equipo Costero de Observadores de Fauna y Ambiente Marino. Disponible en: <http://www.ecofamargentina.org/tortugas.html>
- Endere, M. L. 2000.** La protección del patrimonio arqueológico en Argentina: dificultades y desafíos. *Temas de Patrimonio* N°2. Edición de la Dirección General de Publicaciones. Gob. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Erlandson, J. 2001.** The archaeology of aquatic adaptations: Paradigms for a new millennium. *J. Archaeol. Res.* 9:287–350.
- Espósito G., 1986.** Etrude geomorphologique de la zone El Rincón (Argentina). Docteur 3 Cycle Thesis Université Paris-Sud.

**Falabella, V., C. Campagna y J. Croxall (Eds). 2009.** Atlas del Mar Patagónico. Especies y Espacios. Buenos Aires, Wildlife Conservation Society y BirdLife International. Disponible en: <http://www.atlas-marpatagonico.org>

**Farinati, E. 1985.** Paleontología de los sedimentos marinos holocenos de los alrededores de Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires. *Ameghiniana* 21: 211-222.

**Farinati, E. 1993.** Pyramidellidos (Mollusca, Gastropoda) en sedimentos holocenos de Bahía Blanca, Argentina. *Ameghiniana* 30: 297-310.

**Farinati, E. 1994.** Micromoluscos (Gastropoda y Bivalvia) del Holoceno del área de Bahía Blanca, Argentina. *Ameghiniana* 31: 303-315.

**Farinati, E. y Zavala, C. 1995.** Análisis taxonómico de moluscos y análisis de facies en la serie holocena del río Quequen Salado, Provincia de Buenos Aires, Argentina. VI Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía. Actas, 117-122.

**Farinati, E., Spagnuolo, J y Aliotta, S. 2006.** Bioerosión en micromoluscos holocenos del estuario de Bahía Blanca, Argentina. *Ameghiniana*. Vol.43, N° 1.

**Ferrer, L. D., S. J. Andrade, E. Contardi, E., R. Asteasuain, y J. Marcovecchio. 2003.** Copper and zinc concentrations in Bahía Blanca Estuary (Argentina), and their acute lethal effects on larvae of the crab *Chasmagnathus granulata*. *Chemical Speciation & Bioavailability*, 15 (1): 7-14.

**Ferrer, L. D., S. J. Andrade, R. Asteasuain, y J. Marcovecchio. 2003.** Acute toxicities of four metals on the early life stages of the crab *Chasmagnathus granulata* from Bahía Blanca estuary, Argentina. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 65: 209-217.

**Fidalgo F., 1983.** Geología y Geomorfología del área de White-Cerri y los alrededores de Bahía Blanca. Comisión Estudio de Suelos White-Cerri. MOP de la Provincia de Buenos Aires. Informe Final. La Plata.

**Fidalgo F., 1983.** Geología y geomorfología. Informe 1. Comisión estudio suelos White-Cerri. M.O.P. de la provincia de Buenos Aires. La Plata (inédito).

**Fidalgo, F., Francesco, F. y Pascual, R. 1975.** Geología superficial de la llanura bonaerense. VI Congreso Geológico Argentino: 103-138. Bahía Blanca.

**Fidalgo, F., J. Laza, N. Porro y E. Tonni. 1978.** Algunas características de la Fm. Arroyo Chasicó y sus relaciones geológicas.. VII Congreso Geológico Argentino. Neuquén, Argentina. 213-225.

**Fidalgo, F., Tonni E. y Porro, N. 1985.** Geología del área de la laguna Chasicó (Partido Villarino, Provincia de Buenos Aires) y aspectos bioestratigráficos de la Fm. Arroyo Chasicó (Mioceno tardío). Resumen I Jornadas Geológicas Bonaerenses. Actas: 50-51.

**Fidalgo, G. L. 2004. Mamíferos marinos. Pp 221-227** en: Ecosistema del estuario de Bahía Blanca. Piccolo, M. C. y M. S. Hoffmeyer (eds.). Instituto Argentino de Oceanografía, Bahía Blanca, Argentina.

**Flegenheimer, N. y M. Zárate, 1997.** Considerations on radiocarbon and calibrated dates from Cerro La China and Cerro El Sombrero, Argentina. *Current Research in the Pleistocene* 14: 27-28.

**Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia. 2008.** Síntesis del estado de conservación del Mar Patagónico y áreas de influencia. Edición del Foro, Puerto Madryn, Argentina.

- Gárriz, Eduardo; Formiga, Nidia. 2010.** Construcción de territorialidades y fragmentación socio-espacial: agentes y acciones. Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales, N°. Extra 14, 331, 2010.
- Giardino, G. V. 2006.** Patrones de ingreso y egreso y estimación del tamaño de la colonia de lobos marinos de un pelo de Puerto Quequén. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina.
- GIE ADEFRANCE, Municipio de Bahía Blanca – Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca, 2009.** Área Metropolitana del Estuario de Bahía Blanca, Informes 13 y 14.
- Ginsberg, S. S., S. Aliotta y G. O. Lizasoain. 2009.** Sistema interconectado de canales de marea del estuario de Bahía Blanca, Argentina: evaluación de la circulación de sedimentos como carga de fondo por métodos acústicos. Latin American Journal of Aquatic Research 37: 231-245.
- Ginsberg, S. S.; Aliotta, S. y Lizasoain, G. 2009.** Sistema interconectado de canales de marea: estudio de la circulación residual de sedimento como carga de fondo con métodos acústicos. Latin American Journal of Aquatic Research, 37(2),
- Ginsberg, S.S. y G.M.E. Perillo. 2004.** Characteristics of tidal channel in a mesotidal estuary of Argentina. Journal of Coastal Research 20: 489-497.
- Gómez, E., Ginsberg, S.S. y Perillo, G.M.E, 1996.** Geomorfología y sedimentología de la zona interior del canal principal del estuario de Bahía Blanca. Rev. Asoc. Arg. Sedimentología, Vol.3 (2): 55-61.
- Gómez, E.A. 1989.** "Geomorfología y sedimentología del sector marítimo exterior al Canal Bermejo (Estuario de Bahía Blanca)". Tesis Doctoral Universidad Nacional del Sur, 200 p.
- Gómez, E.A. and Perillo, G.M.E., 1992.** Largo Bank: A shorface-connected linear shoal at the Bahía Blanca Estuary entrance, Argentina. Marine Geology, 104, 193-204.
- Gómez, E.A. y Cuadrado, D.G., 2006.** Nueva herramienta en Argentina para "ver" el fondo marino: El Sonar Batimétrico por Medición de Fase. VI Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, XIV Coloquio de Oceanografía, Pto. Madryn, p 61.
- Gómez, E.A., Aliotta, S. y Lizasoain, W.O., 1990.** Litologías presentes en el Canal Principal del Estuario de Bahía Blanca entre boyas 29 y 27 (km 3 – km 7,5). Informe técnico I. Boskalis, 14 pp.
- Gómez, E.A., Borel, C.M., Aguirre, M.L and Martínez, D. E., 2008.** Radiocarbon Reservoir Ages and Hard-Water Effect for the northeastern coastal waters of Argentina. Radiocarbon, 50 (1): 119-129.
- Gómez, E.A., Cuadrado, D.G. and Pierini, J.O., 2010.** Sand Transport on an estuarine submarine dune field. Geomorphology (ISSN: 0169-555X), 121: 257-265.
- Gomez, E.A., Grecco, L.E. and Perillo, G.M.E., 2000.** "Influence in the morphodynamics of the outer Bahía Blanca Estuary due to inner channel modifications, Argentina". Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, Teil I, Ed. Veit et al. (Bern), E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Stuttgart) (7/8): 695-707, ISBN: 3-510-66021-8.
- Gómez, E.A., Martínez, D.E., Borel, C.M., Guerstein, G.R. and Cusminsky, G.C. 2005.** Submarine evidence of Holocene sea-level fluctuations in the Bahía Blanca Estuary, Argentina. Journal of South American Earth Sciences (Elsevier, ISSN: 0895-9811), 20 (1-2): 135-155.

- Gómez, E.A.; Amos, C.L. and Li, M.Z., 2006.** Evaluation of sand transport models by in situ observations under unidirectional flow. *Journal of Coastal Research* (ISSN: 0749-0208) Special Issue 39, 578 - 581.
- Gonzalez Uriarte, M. 2010.** Geomorfología aplicada a la gestión ambiental. Pp 91-125 en: *Ambiente y recursos naturales del partido de Bahía Blanca: clima, morfología, suelos y agua.* Paoloni, J. D. (comp.). Ed. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- González, M., 1984.** Depósitos marinos del Pleistoceno superior en Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. *Noveno Congreso Geológico Argentino, S.C. de Bariloche. Actas III: 538-555.*
- Gradín, C. y F. Oliva (eds.). 2004.** La región pampeana, su pasado arqueológico. Ed Laborde. Argentina.
- Grunwald S. 2006.** Environmental soil-landscape modelling: Geographic information Technologies and pedometrics. CRC Press, New York.
- Guía de Protección Ambiental. 1996.** Tomo III: Catálogo de estándares ambientales – GTZ/BMZ. Disponible en: )HDL/EN/envsp/Vol348.htm">http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC"/>)HDL/EN/envsp/Vol348.htm
- Hammerley Dupuy, Daniel. s/f** Bahía Blanca: La “Fortaleza Protectora Argentina”. Un baluarte frente a los indios Pampas. En: *Historia de la fundación de Bahía Blanca.*
- Hayman, P., J. Marchant y T. Prater. 1986.** Shorebirds. An identification guide to the waders of the world. Chistopher Helm, Londres.
- Heffner, M. 2003.** Aportes de agua a la ría de Bahía Blanca. Comité Técnico Ejecutivo de la Secretaría de Política Urbano Ambienta, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
- Hoffmeyer, M.S., 2004.** Decadal change in zooplankton seasonal succession in the Bahía Blanca estuary, Argentina, following introduction of two zooplankton species. *Journal of Plankton Research* 26, 181–189.
- IADO 2003.** Programa de monitoreo de la calidad ambiental de la zona interior del estuario de Bahía Blanca. Informe Final. Junio de 2003.
- IADO 2006.** Programa de monitoreo de la calidad ambiental de la zona interior del estuario de Bahía Blanca. Informe Final. Mayo de 2006.
- IADO 2008.** Programa de monitoreo de la calidad ambiental de la zona interior del estuario de Bahía Blanca. Informe Final.
- IADO. 2000.** Estudio de la calidad del agua de la ría de Bahía Blanca (2da Etapa). Informe Final.
- IGM. 1948.** Carta Topográfica 3963-17 Bahía Blanca. Escala 1:100.000
- IGM. 1969.** Carta Topográfica 3963-17-1 Bahía Blanca. Escala 1:50.000.
- INDEC, 2005.** Censo Nacional Económico 2004/2005. <http://www.indec.mecon.ar/economico2005/economico.asp>
- INDEC, 2011.** Encuesta Permanente de Hogares Continua Series Histórica 2003-2008. <http://www.indec.mecon.ar/dbindec/login.asp>
- INDEC. 2001.** Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001. <http://www.indec.mecon.ar/webcenso/index.asp>
- INDEC. 2002.** Censo Nacional Agropecuario 2002. [http://www.indec.mecon.ar/agropecuario/cna\\_principal.asp](http://www.indec.mecon.ar/agropecuario/cna_principal.asp)

**INDEC. 2010.** Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 Resultados Provisorios. <http://www.censo2010.indec.gov.ar/>

**Instituto Cultural Bahía Blanca. 2011.** <http://mhistorico.bahiablanca.gov.ar/i>

**Iorio MI, GJ Macchi, CE Fischbach & HE Christiansen. 1996.** Estudios sobre la dinámica reproductiva del langostino (*Pleoticus muelleri*) en el área de Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires, Republica Argentina). Frente Marítimo 16(A): 111-118.

**Isla, F., Rutter, N., Schnack, E., Zárate, M., 2000.** La transgresión Belgranense en Buenos Aires. Una revisión a cien años de su definición. Asociación Geológica Argentina. Serie D. Publicación especial 4: 3-14.

**Isla, F.I. 1995.** Holocene coastal evolution in Buenos Aires Province, Argentina. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula, 11: 297-321.

**Izzo, A., J. D. Bartozetti y L. A. Salvini.** Relevamiento de la flota pesquera artesanal de la flota costera de la ría de Bahía Blanca y Monte Hermoso. Informe Técnico Interno DNI-INIDEP No 42/99.

**Johnson E., Politis G., Gutierrez M. 2000.** Early Holocene bone technology at the La Olla 1 site, Atlantic coast of the Argentine Pampas Journal of Archaeological Science, 27 (6), pp. 463-477.

**Kogan, M. L. Lopez Greco, L. A. Romano y E. Rodriguez. 2000.** Effect of cadmium and somatic gonadal growth of juvenile females of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Brachiura; Grapsidae). Zoological Studies 39: 344-350.

**Kostadinoff, J. Affolter, G.F. de y Colaboradores. 1979.** Máximo Gravimétrico e Isostasia en la Ría de Bahía Blanca. Instituto Argentino de Oceanografía, Contribución Científica N°48.

**Kranck, K. 1980.** Experiments on the significance of flocculation in the settling of fine-grained sediment in still water. En Canadian Journal. Of Earth Sciences, 17(11):1517-1526.

**Krumbein y Pettijohn. 1948.** Manual of Sedimentary Petrography. Appnleton Co., New York.

**Lanctot, R. B., D. E. Blanco, R. A. Dias, J. P. Isacch, V. A. Gill, J. B. Almeida, K. Delhey, P. F. Petracci, G. A. Benke y R. A. Balbuena. 2002.** Conservation status of the Buff-breasted Sandpiper. Historic and contemporary distribution and abundance in South America. Willson Bulletin 114:44-72.

**Lanfranchi, A. L., M. N. Menone, K. S. Miglioranza, L. Janiot, J. E. Aizpun y J. E. Moreno. 2006.** Striped weakfish (*Cynoscion guatucupa*): a biomonitor of organochlorine pesticides in estuarine and near-coastal zones. Marine Pollution Bulletin 52: 74-80.

**La Nueva Provincia. 1928.** Centenario de Bahia Blanca. 1828-1928.

**La Nueva Provincia. 1978.** Sesquicentenario de Bahia Blanca. Exposicion histórica, politica, social economica desu evolucion. Chrismar Edicionas. Bahia Blanca.

**Lasta, C. A., C. O. Ruarte y C. R. Carozza. 2001.** Flota costera argentina. Antecedentes y situación actual. Contribución INIDEP 1169, El Mar y sus Recursos Pesqueros 3: 89-106.

**Latini, S. 2007 Reseña sobre Luiz, María Teresa. 2006.** Relaciones Fronterizas en Patagonia. La convivencia hispano-indígena a fines del período colonial. En: Memoria Americana. N°15, CABA.

**Ley 10.419** de la Provincia de Buenos Aires de creación de la Comisión Provincial del Patrimonio Cultural de la provincia de Buenos Aires.

**Ley Nacional 25.743** de Protección del patrimonio arqueológico y paleontológico.

**Lizasoain, W., Montesarchio L., y Colaboradores. 1981.** Dinámica Sedimentaria en la denominada Ría de Bahía Blanca. Segundo Informe. Instituto Argentino de Oceanografía. Contribución Científica N° 58.

**Lizasoain, W., Montesarchio, L. y Colaboradores. 1979.** Dinámica Sedimentaria en la denominada Ría de Bahía Blanca. Primer Informe. Instituto Argentino de Oceanografía. Contribución Científica N°.45.

**Lopez Cazorla, A. 1996.** The food of *Scinoscion striatus* (Cuvier) (Pisces: Scianidae) in the Bahía Blanca area, Argentina. Fisheries Research 28: 371-379.

**Lopez Cazorla, A. 1997.** Análisis de la evolución de las capturas de pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) (Pisces Scienidae). Durante el período 1991-1995. En: COLACMAR 7 Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, San Pablo, Brasil; 95-97

**López Cazorla, A. 2000.** Age structure of the population of weakfish *Cynoscion guatucupa* (Cuvier) in the Bahía Blanca waters, Argentina. Fisheries Research 46: 297-286.

**López Cazorla, A. 2004.** Peces. En: Perillo, G. y M. Hoffmeyer (eds.). Ecosistema del estuario de Bahía Blanca. Instituto Argentino de Oceanografía: 191-202.

**Lopez Cazorla, A., 1987.** Contribución al conocimiento de la ictiofauna marina del área de Bahía Blanca. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata, 247 pp.

**Lopez-Lanús, B., P. Grilli, E. Coconier, A. Di Giácomo y R. Banchs. 2008.** Categorización de las aves de la Argentina según su estado de conservación. Informe de Aves Argentinas / AOP y Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires, Argentina.

**Loponte, D. y A. Acosta. 1986.** Sitios acerámicos de la costa de Necochea. Estudios de Antropología Pampeana, 1: 3-47.

**Madsen, O.S. 1980.** Sediment Transport in Unsteady Flow. Contribución al Primer Curso Superior de Ingeniería de Costas. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Buenos Aires.

**Mallo, J.C. y P.M. Cervellini 1988.** Identification, distribution and abundance of larvae and postlarvae of *Artemesia longinaris*, *Pleoticus muelleri* and *Peisognathus petrunkevitchi* (Crustacea, Decapoda, Penaeidea) in coastal waters of the Blanca bay (Buenos Aires province, Argentina). Journal of Aquaculture in the Tropics, 3:1-9

**Marcovecchio, J. E., M. S. Gerpe, R. O. Bastida, D. H. Rodriguez y S. G. Morón. 1994.** Environmental contamination and marine mammals in coastal Waters from Argentina: an overview. Science of the total environment 154:141-151.

**Marcovecchio, J. E., V. J Moreno y A. Perez. 1991.** Metal accumulation tissues of sharks from the Bahía Blanca estuary. Marine Environmental Research 31:263-274.

**Marcovecchio, J., J. S. Andrade, L. D. Ferrer, R. O. Asteusian, S. G. DeMarco, M. A. Gavio, N. A. Scarlato, R. H. Freijey A. E. Pucci. 2001.** Mercury distribution in estuarine environments from Argentina: the detoxification and recovery of salt marshes after 15 years. Wetland and Ecological Management 9: 317-322.

- Marcovechio, J., S. Botte, M. F. Severini y F. Delucchi. 2010.** Geochemical Control of heavy metal concentrations and distribution within Bahía Blanca Estuary (Argentina). *Aquatic Geochemical* 16:251–266.
- Marcovechio, J., V. J. Moreno y A. Perez. 1986.** Bio-magnification of total Mercury in Bahía Blanca estuary shark. *Marine Pollution Bulletin* 17: 276-278.
- Marcovechio, J., V. J. Moreno y A. Perez. 1988.** The sole, *Paralichthys* sp. as an indicator species of heavy metal concentration in the Bahía Blanca estuary, Argentina. *Sci. Tot. Environ.* 75: 191-20.
- Martínez, G. 2004** Resultados preliminares de las investigaciones arqueológicas realizadas en el curso inferior del río Colorado (Pdos. de Villarino y Patagones, Pcia. de Buenos Aires). En *Aproximaciones Contemporáneas a la Arqueología Pampeana. Perspectivas teóricas, metodológicas, analíticas y casos de estudio*, editado por G. Martínez, M. Gutierrez, R. Curtoni, M. Berón y P. Madrid. Facultad de Ciencias Sociales, UNCPBA, Olavarría.
- Martínez, G.; M. Gutiérrez, R. Curtoni, M. Berón y P. Madrid (eds.). 2004.** Aproximaciones arqueológicas pampeanas. Teorías, métodos y casos de aplicación contemporáneos. Facultad de Ciencias Sociales, UNCPBA, Olavarría.
- Mazzanti, D. y C. Quintana. 2001.** Cazadores recolectores de las Sierras de Tandilia Oriental 1: Geología, Paleontología y Zooarqueología. Laboratorio de Arqueología. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Mazzanti, D. y Valverde, F. 2001.** Artefactos sobre hueso, asta y valva. En: *Cueva Tixi: Cazadores y recolectores de las sierras de Tandilia Oriental. 1. Geología, Paleontología y Zooarqueología.* (D. Mazzanti y C. Quintana, eds.) Publicación especial 1, Laboratorio de Arqueología, Universidad Nacional de Mar del Plata, 157-180.
- Mazzanti, D.; M. Berón, F. Oliva (eds.). 2002.** Del mar a los salitrales: diez mil años de historia pampeana en el umbral del tercer milenio : volumen en homenaje a Guillermo Madrazo : selección de trabajos presentados al II Congreso de Arqueología de la Región Pampeana Argentina .Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Humanidades, Laboratorio de Arqueología.
- Melo W.D. 2004.** Orígenes morfológicos. En: *El ecosistema del estuario de Bahía Blanca.* IADO, Bahía Blanca. Pp: 21-27.
- Melo, W.D., 2003.** Génesis del estuario de Bahía Blanca: Relación morfodinámica y temporal con su cuenca hidrográfica. Tesis doctoral. Dpto. de postgrado de la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. 204 pp.
- Mendonça M.T. & L.M. Erhart. (1982)** Activity, population size and structure of immature *Chelonia mydas* & *Caretta caretta* in Mosquito lagoon, Florida. *Opeia* 1982(1):161-167 Musick y Limpus 1997
- Mesa, A y D. Conlazo. 1982.** Resultados de una prospección en Claromecó ( Pcia. de Buenos Aires, R.A.). *Actas VII Congreso Nacional de Arqueología (1980):* 92-97. Montevideo, Uruguay.
- Migniot, C.** Dynamique Sedimentaire Estuarienne - Materiaux Cohesifs et Non-cohesifs, *Oceanis*, 6, Fasc. 4 (1980-81). Pp. 359-432.
- Miotti, L. 2006.** Paisajes domésticos y sagrados desde la arqueología de los cazadores-recolectores en el Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz. *Cazadores Recolectores del Cono Sur* 1:11-40, Mar del Plata.

- Montañez Santiago, J.M., 1972.** Estudio tentativo de los movimientos de bancos y canales en la Ría de Bahía Blanca. Bol. Serv. Hidrog. Nav., 8(3): 37-60.
- Monterroso, P., Abreu, S. N., Pereira, E., Vale, C., Duarte, A.C. 2003.** Estimation of Cu, Cd and Hg transported by plankton from a contaminated area (Ria de Aveiro).
- Montesarchio, L. A. y Lizasoain, W. O., 1981.** Dinámica sedimentaria en la denominada ría de Bahía Blanca. Contribución Científica 58. Instituto Argentino de Oceanografía. 208 pp
- Morrison, R. y R. Ross. 1989.** Atlas of Neartic shorebirds on the coast of South America. Canadian Wildlife Service, Ottawa, Canada.
- Municipalidad de Bahía Blanca. 2008.** Código de Planeamiento Urbano. <http://www.bahiablanca.gov.ar/codplaneamiento/index.html>
- Municipalidad de Bahía Blanca. 2011.** Información Estadística. <http://www.bahiablanca.gov.ar/estadistica/>
- Municipalidad de Bahía Blanca. 2011.** Página Web. <http://www.bahiablanca.gov.ar/>
- Municipalidad de Bahía Blanca. 2010.** Plan de Desarrollo Local Bahía Blanca 2009-2028. <http://www.bahiablanca.gov.ar/codplaneamiento/index.html>
- Nacuzzi, L. 1998.** Identidades Impuestas. Tehuelches, Aucas y Pampas en el Norte de la Patagonia. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- Narosky, T. y A. G. Di Giacomo. 1993.** Las aves de la provincia de Buenos Aires: distribución y estatus. Asociación Ornitológica del Plata, Vázquez Mazzini Editores y LOLA, Buenos Aires.
- Narosky, T. y D. Yzurieta. 2010.** Aves de Argentina y Uruguay: Guía de identificación. Edición Total. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires, Argentina.
- Nauen, C., 1983.** Compilation of legal limits for hazardous substances in shellfish, fish and fishery products. FAO Fish.Circ.764:102p.
- Nebbia, A. J. y S. M. Zalba. 2007.** Comunidades Halófilas de la costa de la Bahía Blanca (Argentina): Caracterización, mapeo y cambios durante los últimos cincuenta años. Bol. Soc. Argent. Bot. 42 (3-4): 261 - 271. 2007.
- Nedeco-Arconsult, 1981.** Estudio del dragado del canal de acceso al Puerto de Bahía Blanca. Informe Geotécnico, 5 vols.
- Nedeco-Arconsult, 1983.** Informe Geotécnico. Estudio de dragado del canal de acceso al Puerto de Bahía Blanca. Argentina.
- Outes, F. 1908.** Arqueología de San Blas (Prov. de Buenos Aires). Anales del Museo Nacional de Buenos Aires, 9 (s. 3):249-275.
- Paoloni, J.D., M.E. Sequeira y M. E. Espósito. 2010.** Los recursos hídricos: evaluación de la calidada. Pp 176-219 en: Ambiente y recursos naturales del partido de Bahía Blanca: clima, morfología, suelos y agua. Paoloni, J. D. (comp.). Ed. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- Parodi, E. R., 2004.** Marismas y Algas Bentónicas. En: Ecosistema del Estuario de Bahía Blanca (M. C. Picollo y M. S. Hoffmeyer, ed.), IADO, Bahía Blanca, pp. 101-107.
- Pauwels, H. y S. Ahmed. 2007.** Fluoride in groundwater: origin and Elath impact. Geoscience 5: 317-320

- Pérez Macri, G. y A. Crespo. 1989.** Survey of the franciscana, *Pontoporia blainvillei*, along the Argentine coast, with a preliminary evaluation of mortality in coastal fisheries. Pp 57-63 en: *Biology and Conservation of the River Dolphins* (W. F. Perrin, R. L. Brownell Jr., K. Zhou and J. Liu, eds.). Occasional Papers of the IUCN Species Survival Commission 3.
- Peri, Lorena y Antón, Gabriel. 2010.** El proyecto urbano como instrumento de gestión y participación. Nuevas centralidades en el Plan de Desarrollo Local de Bahía Blanca. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona. Vol. XIV, núm. 331 (10), 1 de agosto de 2010
- Perillo, G. M. E., M. C. Piccolo, E. D. Palma, D. E. Pérez y J. O. Pierini. 2004.** Oceanografía Física Pp 61-78 en: *Ecosistema del estuario de Bahía Blanca*. Piccolo, M. C. y M. S. Hoffmeyer (eds.). Instituto Argentino de Oceanografía, Bahía Blanca, Argentina.
- Perillo, G. M. E., M. C. Piccolo. E. Parodi y R. H. Freije. 2001.** The Bahía Blanca estuary, Argentina. En: U. Seeliger y B. Kjerfve (eds.) *Coastal Marine Ecosystems of Latin America*, Springer-Verlag, Heidelberg
- Perillo, G.M. 1995.** Definitions and geomorphologic classifications of estuaries. En: Perillo, G. (ed). *Geomorphology and sedimentology of estuaries*. Developments in Elsevier Science, pp 17-47.
- Perillo, G.M.E. and Cuadrado, D.G., 1991.** Geomorphologic evolution of El Toro Channel, Bahía Blanca Estuary (Argentina) prior its dredging. *Marine Geology*. 97, 405-412.
- Perillo, G.M.E. and Piccolo, M.C., 1999.** Geomorphological and Physical Characteristics of the Bahía Blanca Estuary, Argentina. *The Argentina estuaries: a review*. In: G.M.E. Perillo, M.C. Piccolo and M. Pino-Quivira (eds.), *Estuaries of South America: Their Geomorphology and Dynamics*. Germany: Springer. pp. 195-216.
- Perillo, G.M.E. y Piccolo, M.C., 1991.** Tidal response in the Bahía Blanca estuary. *Journal of Coastal Research* 7:437-449.
- Perillo, G.M.E., Sequeira, M., 1989.** Geomorphologic and sediment transport characteristics of the middle reach of the Bahía Blanca Estuary Argentina. *Journal of Geophysical Research* 94, 14351–14362
- Petracci, P. F., M. R. Sotelo y L. I. Díaz. 2008.** Nuevo Registro de Nidificación de la Gaviota Cangrejera (*Larus atlanticus*) en la Reserva Natural de Bahía Blanca, Bahía Falsa y Bahía Verde, Buenos Aires, Argentina. *Hornero* 23(1):37-40.
- Petracci, P. F., M. Sotelo, V. Massola, M. Carrizo, A. Scorolli, S. Zalba y V. Delhey. 2010.** Actualización sobre El estado del apostadero de lobo marino de um pelo sudamericano (*Otaria flavescens*) em la isla Trinidad, estuário de Bahía Blanca, Argentina. *Mastozoología Neotropical* 17:175-182.
- Piccolo, C. M. y G. M. Perillo. 1990.** Physical characteristics of the Bahía Blanca estuary (Argentina). *East Coastal Shelf Science*, 31:303-317.
- Piccolo, M. C., Conde, A. A. y Pizarro, N., 2008.** “Análisis de las capturas de la flota costera en el puerto de Bahía Blanca. Período 1992-2007”. V Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense. Bahía Blanca.
- Piccolo, M.C. y Hoffmeyer, M. (eds.):** El Ecosistema del Estuario de Bahía Blanca. Instituto Argentino de Oceanografía, Bahía Blanca. 11-19.

**Pinedo, M. C., 1982.** Analises dos contudos estomacais de Pontoporia blainvillei (Gervais and D'Orbigny, 1844) e Tursiops gephyreus (Lahille, 1908) (Cetacea, Platanistidae e Delphinidae) na zona estuarial e costeira de Rio Grande, RS, Brasil. M.Sc. Thesis, Universidade do Rio Grande do Sul, Brasil.

**Pinedo, M. C., R. Praderi y R. L. Brownell Jr. 1989.** Review of the biology and status of the franciscana Pontoporia blainvillei. Pp 46-51 en: Biology and Conservation of the River Dolphins (W.F. Perrin, R.L. Brownell Jr., K.

**Pizarro, N., Piccolo, M. C., Conde, A. A. y Quiroga, D. R. A., 2007.** La evolución histórica de la actividad pesquera en el Estuario de Bahía Blanca. Período 1982-1998. En: Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. Contribuciones Científicas. Congreso Nacional de Geografía, 68 Semana de Geografía, Posadas, Misiones, 2007: 339-348.

**Politis, G. 1989** "¿Quién mató al megaterio?" Ciencia Hoy. Vol 1 n°2 pp.26-35..

**Politis, G. y M. Bonomo. 1999.** Territorio y movilidad entre la costa atlántica y la llanura en el Area Interserrana Bonaerense. Libro de Resúmenes del XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina: 372-373. Córdoba.

**Politis, G., M. Bonomo y L. Prates. 2003.** Territorio y movilidad entre la costa atlántica y el interior de la Región Pampeana (Argentina). Estudios Ibero-Americanos, 29 (1): 11-35.

**Politis, G., P. Lozano y L. Guzman. 1994.** Evidencias de la ocupación humana prehispánica del Litoral Bonaerense en el sitio La Olla. Resúmenes XI. Congreso Nacional de Arqueología Argentina, II: 240-241. San Rafael.

**Portal Ria Net. Página Web.** <http://www.rianet.com.ar/>

**Prefectura Naval Argentina. 2011.** Página Web. <http://www.prefecturanaval.gov.ar/>

**Programa Integral de Monitoreo (PIM) del polo petroquímico y área portuaria del distrito de Bahía Blanca. 2009.** Décima auditoría. Subsecretaría de Gestión Ambiental, Municipalidad de Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

**Pupio A.** El Fortín Cuatros en la conmemoración del pasado de General Cerri (Bahía Blanca, Pcia de Buenos Aires. En: Segundas Jornadas de Historia y Arqueología del S XIX.

**Rabuffetti, F. 2005.** Reserva de uso múltiple de Bahía Blanca, Bahía Falsa y Bahía Verde. Pp 54-56 en: Areas importantes para la conservación de las aves en Argentina: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Di Giacomo, A. S. (ed.). Temas de naturaleza y Conservación 5. Aves Argentinas / Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires.

**Ratnaike, R. 2006.** Arsenic in Elath and disease. Pp 297-309 en: managing arsenic in the environment: from soil to human health. Naidu, R., G. Owens. P Bhattacharya y P. Nadebaum. CSIRO Publishing.

**Sahu, B.K. 1964.** Depositional mechanism from the sine analyses of clase sediments'. Journal of Sedimentary Petrology, 34:73-84.

**Sala J. M., A. G. Bonorino y J. C. Carrica, 1985.** "Aspectos hidroquímicos del acuífero libre en los alrededores de Ing. White, provincia de Buenos Aires". Primeras Jornadas Geológicas Bonaerenses. Tandil. Actas: 505-529.

**Sarasola, C. 1999.** Nuestros paisanos los indios. Ed. Emece. Buenos Aires.

- Sardiña, P. 2004.** Ecología trófica de estadios juveniles de los esciéndidos dominantes en el estuario de Bahía Blanca. Pescadilla de red (*Cynoscion guatucupa*) y corvina rubia (*Micropogonias furnieri*). Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Sur.
- Sardiña, P. y Lopez Cazorla, A. C., 2005.** "Feeding habits of the juvenile striped weakfish, *Cynoscion guatucupa* Cuvier 1830, in Bahía Blanca estuary (Argentina): seasonal and ontogenetic changes", en: *Hydrobiologia*, n° 532, 2005, 23-38.
- Scian, B. 2010.** Clima: Bahía Blanca y el Sudeste bonaerense. Pp 27-83 en: *Ambiente y recursos naturales del partido de Bahía Blanca: clima, morfología, suelos y agua*. Paoloni, J. D. (comp.). Ed. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- Servicio de Hidrografía Naval. 2011.** Tablas de Marea. Predicciones de las pleamares y bajamares. Ministerio de Defensa, Secretaria de Planeamiento. [www.hidro.gov.ar](http://www.hidro.gov.ar)
- Severini, M. D., S. E. Botte, M. S. Hoffmeyer y J. E. Marcovecchio. 2008.** Spatial and temporal distribution of cadmium and copper in water and zooplankton in the Bahía Blanca estuary, Argentina. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 85: 57-66.
- Sistema Integrado de Información Sanitaria Argentino (SISA). 2011.** Red Federal de Establecimientos de Salud. <https://sis.ms.gov.ar/sisa/>
- Sistema Interactivo de Ordenamiento Urbano Territorial (SIOUT) 2011.** Página Web. [http://www.gob.gba.gov.ar/siout\\_map\\_res/](http://www.gob.gba.gov.ar/siout_map_res/)
- Soibelzon, E., Prevosti, F. J, Bidegain, J.C., Rico, Y., Verzi, D. H. y Tonni, E.P. 2009.** Correlation of late Cenozoic sequences of southeastern Buenos Aires province: Biostratigraphy and magnetostratigraphy. *Quaternary International*, 210 (1-2): 51-56.
- Spalletti y Gutierrez. 1976.** Estudio granulométrico de sedimentos glaciales, fluviales y lacustres de la Región del Monte de San Lorenzo, Prov. de Sta. Cruz. *R.A.G.A.* XXXI (2):95-117.
- Strahler, A. N. y A. H. Strahler. 1989.** Geografía Física. Omega S.A., Barcelona, España.
- Subsecretaría de Planeamiento Educativo. 2011.** Mapa Educativo Nacional. <http://www.mapaeducativo.edu.ar/>
- Suquele, P. y D. Colautti. 2003.** La pesca artesanal y comercial en los puertos de la zona de la ría de Bahía Blanca, Buenos Aires. Análisis de los partes de pesca correspondiente a los años 2000, 2001 y 2002. Departamento de Explotación Comercial, Subsecretaría de Actividades Pesqueras y Proyecto Langostino, INIDEP. Dirección de Desarrollo Pesquero. Ministerio de Asuntos Agrarios, Pcia. de Buenos Aires.
- Suquele, P. y D. Colautti. 2005.** La pesca artesanal y comercial en los puertos de la zona de la ría de Bahía Blanca, Buenos Aires. Análisis de los partes de pesca correspondiente a los años 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004. Departamento de Explotación Comercial, Subsecretaría de Actividades Pesqueras y Proyecto Langostino, INIDEP. Dirección de Desarrollo Pesquero. Ministerio de Asuntos Agrarios, Pcia de Buenos Aires.
- Suquele, P., D. Colautti y R. Wilches. 2003.** Informe sobre el estado de la pesquería de langostino y camarón de la ría de Bahía Blanca. Julio 2003. Estudios y estadísticas de pesquerías artesanales y comerciales de la Provincia de Buenos Aires. Dirección de Desarrollo Pesquero. Ministerio de Asuntos Agrarios, Pcia de Buenos Aires.

- Suquele, P., D. Colautti y R. Wilches. 2004.** Informe sobre el estado de la pesquería de langostino y camarón de la ría de Bahía Blanca. Marzo 2004. Estudios y estadísticas de pesquerías artesanales y comerciales de la Provincia de Buenos Aires. Dirección de Desarrollo Pesquero. Ministerio de Asuntos Agrarios, Pcia de Buenos Aires.
- Teruggi, M.E. 1964.** Las arenas de la costa de la Provincia de Buenos Aires entre Bahía Blanca y Río Negro. LEMIT. Ser. II:I-54.
- Thornthwaite, C.W. y J. Mather, 1955.** "Instrucciones y tablas para el cómputo de la evapotranspiración potencial y el balance hídrico". Boletín interno 46 (1967). INTA, Instituto de Suelos y Agrotecnia, Buenos Aires.
- Thornthwaite, C.W. y Mather (1948),** "An approach towards a rational classification of climate", Geographical Review, Vol. 38, pp. 55-94.
- Torres, L.M. 1922.** Arqueología de la Península de San Blas (Provincia de Buenos Aires). Revista del Museo de La Plata, 26: 473-532.
- Túnez, J. I., H. L. Cappozzo y M. H. Cassini. 2008.** Natural and anthropogenic factors associated with the distribution of South American sea lion along the Atlantic coast. Hydrobiologia 598:191-202.
- U.S. Army Coastal Engineering Research Center. 1977.** Shore Protection Manual. Volume I (3era. edición). U.S.Army C.E.R.C., Fort Belvoir, Va. USA.
- U.S. Army Coastal Engineering Research Center. 1977.** Shore Protection Manual. Volume III (3era. Edición. U.S.Army C.E.R.C., Fort Belvoir, Va. U.S.A.
- U.S. Environmental Protection Agency. 1988.** Special report on ingested inorganic Arsenic. Skin cancer; nutritional Essentiality. EPA/625/387/013. USEPA Risk Assessment Forum, Washington, U.S.
- Universidad Nacional del Sur (UNS). 2010.** Anuario Estadístico 2009. [http://www.uns.edu.ar/men\\_cifras.asp](http://www.uns.edu.ar/men_cifras.asp)
- Verettoni, H. N., 1961.** Las asociaciones halófilas del Partido de Bahía Blanca. Com. Ejec. 150 Aniv. Re. Mayo.
- Vignati, M. 1937.** Origen étnico de los cráneos pintados de San Blas. Relaciones de la Saa, vol. 1
- Wingard, J. y D. Bertuche. 1982.** Algunos aspectos de la biología pesquera del langostino (*Pleoticus muelleri*) de la Bahía Blanca y un análisis del desembarco comercial del período 1955-1979. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero, 3: 59-76.
- Wright, J. 2003.** Environmental Chemistry. Publisher Routledge, Cap 12: 305-330.
- Yorio, P. G. Punta, D. Rábano, F. Rabuffetti, G. herrera, J. Saravia y P. Friedrich. 1997.** Newly discovered breeding sites of Olrog's Gull *Larus atlanticus* in Argentina. Bird conservation international 7:161-165.
- Yorio, P. M. 1998.** Zona costera patagónica. Pp 139-167 en: Los Humedales de la Argentina: clasificación, situación actual, conservación y legislación. Canervari, P., D. E. Blanco, E. H. Bucher, G. Castro e I. Davidson (eds.). Wetlands International Publications 46, Buenos Aires, Argentina.

**Yorio, P., D. Rábano, F. Rabuffetti, P. Friedrich y G. Harris. 1998.** Distribución y abundancia de las aves marinas de la Provincia de Buenos Aires: de Bahía Blanca a Punta Redonda. Capítulo 3 en: Yorio, P., E. Frere, P. Gandini y G. Harris (eds.) Atlas de la distribución reproductiva de aves marinas en el litoral patagónico argentino. Plan de manejo integrado de la zona costera patagónica. Fundación Patagonia Natural y Wildlife Conservation Society. Instituto Salesiano de artes gráficas, Buenos Aires, Argentina.

**Zambrano, J. J. 1972.** Geología Regional Argentina. La cuenca del Colorado, en A.F. Leanza (Dir. y Ed) Acad Nac. de Ciencias de Córdoba. 419-438. II.

**Zárate, M. A. 2003.** Loess of southern South America. Quaternary Science Reviews, 22 (18-19): 1987-2006.

**Zárate, M. A. 2005.** El Cenozoico continental de la provincia de Buenos Aires. En: de Barrio, R. E., Etcheverry, R. O., Caballé, M. F. y Llambías, E. (Eds.): Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino, IX: 139-158.

**Zhou and J. Liu, eds.)**. Pages 46-51. Occasional Papers of the IUCN Species Survival Commission 3.