

T/6574/T37

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y ALIMENTOS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA**



**“CONDICIONES FÍSICAS OCEANOGRÁFICAS EN LA BAHÍA SAMANCO Y SU INFLUENCIA EN LA DISTRIBUCIÓN DEL RECURSO CONCHA DE ABANICO (*Argopecten purpuratus*) EN LOS AÑOS 1997-2000”**

**Tesis para optar el Título de Ingeniero Pesquero**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. José Luis Tenorio Calderón**

**ASESOR DE TESIS:**

**Ing. Walter Alvites Ruesta**

**Co-ASESOR DE TESIS:**

**Ing. Luis Vásquez Espinoza**

**CALLAO – 2016**

**PERU**

## **DEDICATORIA**

A Jessica mí querida esposa, Yazid y Yery mis hijos amados, por su apoyo y comprensión en concluir la presente tesis.

A mis queridos padres Jesús y Teófila que siempre me orientaron y me apoyaron en mí formación profesional.

A mí hermano Jesús, por brindarme su apoyo, orientación y perseverancia en mis ambiciones profesionales.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Instituto del Mar del Perú por haberme brindado la oportunidad de realizar mi tesis, en especial a la Dirección en Investigaciones Oceanográficas, Unidad de Investigaciones en Oceanografía Física, al Ing. Luis Vásquez por su asesoría y orientación, al Lic. Roberto Flores por su apoyo y perseverancia y amistad, al Ing Octavio Morón por su orientación y apoyo en el desarrollo del presente trabajo.

Al personal del Area de Instrumentación Oceanográfica IMARPE, en especial a Noel, Marcelo y Julio, que de una u otra manera contribuyeron a la realización del trabajo.

Al profesor Ing. Walter Alvites, especial agradecimiento por su asesoría y ayuda en la realización de la presente tesis.

## INDICE

	<u>Pag</u>
I.- <u>INTRODUCCION</u>	
1.1 IMPORTANCIA.....	10
1.2 PROBLEMÁTICA.....	12
1.3 OBJETIVOS.....	12
II.- <u>ANTECEDENTES</u>	
2.1 ANTECEDENTES.....	14
III.- <u>MATERIALES Y METODOS</u>	
3.1 ESTUDIO DEL RECURSO.....	19
3.1.1 Biología la concha de abanico ( <i>Argopecten purpuratus</i> )	
3.1.2 Distribución y Hábitat.	
3.1.3 Taxonomía.	
3.2 DISTRIBUCION Y VARIACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL AGUA DE MAR.....	21
3.2.1 Temperatura .....	23
3.2.1.1 Concepto de temperatura.	
3.2.1.2 Temperatura en el Perú.	
3.2.2 Salinidad. ....	27
3.2.2.1 Concepto de salinidad.	
3.2.2.2 Salinidad en el Perú.	
3.2.2.3 Masas de agua, su relación con la circulación superficial y subsuperficial	
• Aguas Subtropicales Superficiales (ASS)	
• Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES)	
• Aguas Tropicales Superficiales (ATS)	
• Aguas Costeras Frías (ACF)	
• Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS)	
• Aguas Ecuatoriales Profundas (AEP)	
• Aguas Templadas de la SubAntártica (ATSA)	
• Aguas Antárticas Intermedias (AAI)	
3.2.3 Circulación Marina. ....	34
3.2.3.1 Concepto de corrientes marinas	
3.2.3.2 Las Corrientes Oceánicas.	
• La Corriente de Humboldt	
• La Corriente Costera Peruana (CCP)	
• La Corriente Oceánica Peruana (COP)	
• Contracorriente Subsuperficial Peruano-Chilena	

- Contracorriente Peruana
- Contracorriente SurEcuatorial (CCSE)
- Corriente Submarina Ecuatorial (CSE)

3.3	TECNOLOGIA A EMPLEAR.....	39
IV.-	<u>RESULTADOS</u>	
4.1	CARACTERIZACION GEOMORFOLOGICA DE LA BAHIA SAMANCO.....	42
4.1.1	Bahía Samanco Geográficamente	
4.2	DISTRIBUCION DE SEDIMENTO .....	46
4.2.1	Textura Sedimentaria de Samanco	
4.3	CARACTERISTICA ANUAL DE LAS VARIABLES OCEANOGRAFICAS.....	47
4.3.1	Bahía de Samanco durante 1997.	
4.3.2	Bahía de Samanco durante 1998.	
4.3.3	Bahía de Samanco durante 1999.	
4.3.4	Bahía de Samanco durante el 2000.	
4.3.5	Sección Vertical de la Bocana Principal (1992-2000)	
4.3.6	Serie de Tiempo de Temperatura y Anomalía Térmica En el Laboratorio Costero de Chimbote.	
4.4	DISTRIBUCION Y CONCENTRACION DEL RECURSO CONCHA DE ABANICO.....	64
4.5	RELACION RECURSO AMBIENTE.....	67
4.6	DELIMITACIÓN DEL BANCO DE CONCHA DE ABANICO.....	67
4.7	PERSPECTIVAS DE EXPLOTACION.....	68
V.-	<u>DISCUSION</u> .....	70
VI.-	<u>CONCLUSIONES</u> .....	72
VII.-	<u>RECOMENDACIONES</u> .....	74
VIII.-	<u>REFERENCIA BIBLIOGRAFICA</u> .....	76
	ANEXOS	
	CUADROS	
	FIGURAS	

**“CONDICIONES FISICAS OCEANOGRAFICAS EN LA BAHIA SAMANCO Y  
SU INFLUENCIA EN LA DISTRIBUCION DEL RECURSO CONCHA DE  
ABANICO (*Argopecten purpuratus*) EN LOS AÑOS 1997-2000”**

**I.- INTRODUCCION**

Los ecosistemas tanto acuáticos como terrestres en el Perú se caracterizan por una alta variabilidad en la densidad de población y biomasa aprovechable de sus recursos vivos en especial los invertebrados marinos, determinando también grandes fluctuaciones en las actividades económicas relacionadas con estos recursos altamente fluctuantes. En el ecosistema marino peruano son ya bastante conocidos los calentamientos "El Niño" (EN), que inducen grandes cambios en la productividad pesquera, con graves implicancias económicas. Estos calentamientos se alternan con eventos fríos conocidos como "Anti-Niño" o "La Niña", sobre cuyo impacto biológico se conoce muy poco. Desde fines del siglo pasado, los científicos atribuyeron las alteraciones climáticas recurrentes, particularmente intensas en la costa norte del Perú, a una corriente de aguas cálidas provenientes del norte.

En condiciones normales el océano frente a las costas peruanas presenta como aspectos notables el afloramiento ecuatorial y costero, que dan lugar a la presencia de aguas frías en la superficie del mar donde se debería tener aguas más cálidas. Como resultado del afloramiento ecuatorial se forma una lengua fría orientada al oeste hasta aproximadamente los 170°W en forma más pronunciada los meses de julio a octubre. Como resultado del afloramiento costero, lenguas frías se apartan en varios puntos de la costa dependiendo de la estación del año.

El afloramiento constituye el mecanismo físico fundamental para la fertilización de las aguas costeras.

Las condiciones antes mencionadas se ven alteradas por la ocurrencia de fenómenos anómalos como el fenómeno El Niño, que es un fenómeno recurrente con condiciones climáticas extraordinarias producido por la alteración del océano y la atmósfera en el Pacífico Ecuatorial.

La evolución del evento El Niño frente a la costa peruana se caracteriza por una proyección norte-sur de Aguas Tropicales Superficiales (ATS) y Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) que tienen poca salinidad (menores de 34,8 ups), altas temperaturas (mayores a 25 °C) y pocos nutrientes inorgánicos, y por la proyección oeste-este (hacia la costa) de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) que también presentan altas temperaturas pero con altas salinidades y escasos nutrientes inorgánicos, dando como resultado de los desplazamientos un ecosistema alterado que sufre una falta de elementos medioambientales por el desarrollo de recursos propios de la zona, ya que se modifica el ambiente típico del ecosistema del mar peruano.

El estudio de las condiciones ambientales y su relación con los recursos permite determinar las condiciones favorables y adversas para el desarrollo de los recursos marinos.

En los últimos años se ha llegado a la conclusión de que en conjunto "El Niño" y "La Niña", constituyen fases complementarias del ciclo "El Niño -

Oscilación del Sur" (ENOS). Actualmente se sabe que el evento ENOS es un evento episódico de escala global que se manifiesta generalmente cada 3 a 4 años, con un impacto muy grande en casi todas las actividades humanas particularmente en Perú, Ecuador, Chile, Colombia, Bolivia y repercusiones en casi todo el mundo. Esta oscilación constituye la variabilidad climática global interanual más importante y está constituida por una componente oceanográfica conocida propiamente como EN y otra atmosférica denominada Oscilación del Sur.

En la costa peruana la fase caliente del ENOS, conocida como El Niño (EN), se manifiesta principalmente como: incursión de aguas calientes a consecuencia de la llegada desde el oeste de ondas marinas internas denominadas Kelvin, que invaden el ámbito del sistema de surgencia costero de la corriente de Humboldt, normalmente caracterizada por aguas frías muy ricas en nutrientes y plancton (organismos microscópicos que sirven de alimento a las densas poblaciones de peces como la anchoveta); cambios en la dirección de las corrientes marinas, avance de aguas ecuatoriales hacia el sur y aguas oceánicas hacia el este; elevación de la temperatura del agua de mar y del nivel del mar; incremento en la concentración de oxígeno en los fondos marinos; y disminución de nutrientes para el fitoplancton (algas microscópicas que viven en la masa de agua) y macroalgas marinas, con la consiguiente disminución del alimento para los peces. Si bien el ENOS tiene su origen en el Océano Pacífico, tiene también muchas repercusiones en los ambientes terrestres. En el Perú, durante la fase EN se manifiesta un incremento de la temperatura del aire,



precipitaciones e inundaciones en el norte, así como sequías y heladas en la parte alto-andina de la sierra central y sur.

La fase fría del ENOS, conocida como La Niña (LN), se manifiesta en la costa marina peruana, como masas de agua frías que, al contrario de EN, se propagan hacia el oeste. Durante estos períodos se intensifican las aguas frías de la Corriente de Humboldt (Corriente Costera Peruana), con un consiguiente incremento de la productividad marina. Durante LN ocurren manifestaciones en el continente opuestas a la fase cálida, destacando una fuerte disminución de la temperatura.

Así tenemos las observaciones realizadas frente al Perú en 1982 - 83 muestran evidencias que después de un verano casi frío de 1982, se vino un calentamiento desusado entre setiembre de 1982 y junio de 1983. Las anomalías térmicas mostraron dos características opuestas una entre noviembre'82 y junio'83 donde las anomalías incrementaron sus valores cerca de la costa en cambio antes y después de este periodo las anomalías incrementaron sus valores lejos de la costa.

Mientras que el evento de 1992 fue catalogado como un evento moderado, se caracterizó por la proyección de aguas cálidas hacia la costa, siendo notable la profundidad que alcanzaron las aguas ecuatoriales casi 100 m frente a Punta Falsa y 30 m frente a Chimbote aunque mezcladas con las ASS.

El fenómeno climático 1997 - 1998 tuvo su origen frente al Perú en marzo de 1997 alcanzando sus máximos valores (mayores de 30 °C) en agosto de 1997 y febrero de 1998, su declinación empezó en marzo de 1998 y finalizó en junio de 1998.

Las condiciones oceanográficas del mar peruano estuvieron determinadas por la advección de aguas cálidas del norte y del oeste. En el primer caso, las Aguas Ecuatoriales Superficiales determinaron el ambiente físico en toda la franja marina peruana al norte de los 07°S y por fuera de la zona costera hasta los 10° - 12°S, en tanto que, las aguas cálidas del oeste dominaron al sur de Pimentel con valores máximos de 35,617 ups.

## **1.1 IMPORTANCIA**

El recurso concha de abanico constituye uno de los recursos más valiosos desde el punto de vista social y económico, muy importante por su aceptación en el mercado internacional, lo que ha motivado, especialmente en los últimos años, un esfuerzo de pesca muy intenso sobre él (Rubio et al., 1998).

Al respecto, Mendo et al. (1987) menciona que el peligro de la sobre explotación de un recurso ha sido y será uno de los incentivos para que, tanto administradores pesqueros como científicos, se preocupen por la evaluación de un stock, asociadas a algunos cambios climatológicos que afectan a la distribución y depredación del recurso. De allí que, el conocimiento del medio ambiente marino y la influencia e impacto de los cambios climáticos, ayudaría a

la conservación, mejoramiento del cultivo y extracción del recurso, estableciendo alternativas para su uso, generando fuentes de trabajo propias para la población de la zona, beneficiando finalmente a los pescadores artesanales, empresarios, comunidad científica y público en general, para contribuir a los grandes objetivos de desarrollo económico de nuestro país.

La alta productividad del área y las características del fondo marino, en la Bahía de Samanco, han favorecido el asentamiento y crecimiento del recurso concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), que han permitido sustentar la pesquería de este recurso en el tiempo.

También, el conocimiento de las características oceanográficas y dinámicas de la bahía de Samanco tiene otras aplicaciones como en estudios y/o trabajos de reconocimiento submarino, conocimiento de transporte de masa y probable intensidad y dirección de contaminantes en caso de alguna contingencia.

El desarrollo del presente proyecto pretende establecer un análisis que permita un conocimiento real de la variabilidad de los parámetros físicos, circulación marina y sus efectos en los recursos vivos, como la concha de abanico, así como posibilitar el pronóstico del transporte y dispersión de las masas de agua que afectan a la distribución, abundancia y fluctuación de los recursos vivos.

## **1.2 PROBLEMATICA**

Samanco es una de las bahías que cuanto a estudios físicos oceanográficos se desconoce o se conoce muy poco, es así, que las fluctuaciones ambientales ocasionados por el evento El Niño 97-98 y su impacto en el recurso concha de abanico, tiene una gran variación con el contrarrestado evento de La Niña 99-00. Los impactos ocasionados en ambos eventos son o no favorables para el desarrollo de la concha de abanico.

Con el presente estudio se trata de entender los cambios que puedan sufrir los recursos pesqueros dentro de la Bahía Samanco, estos asociados a variaciones anómalos que puedan ser originados por un evento calido o frío, como son El Niño 97-98 y La Niña 99-00.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **OBJETIVOS GENERALES:**

Desarrollar estudios técnico - científicos de los cambios físicos oceanográficos y su comportamiento en la distribución del recurso concha de abanico, en la Bahía Samanco.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

1. Estudiar la variabilidad estacional e interanual en los años 1997 - 98 - 99 - 2000 de los parámetros físicos de la columna de agua, y la circulación marina (dirección y velocidad de las corrientes).

2. Ejecutar un estudio evolutivo de las principales áreas de producción del recurso concha de abanico por latitud y longitud.
3. Estudiar las características de la circulación en el fondo marino, estableciendo áreas potencialmente productivas.
4. Estudiar la relación de los parámetros ambientales con el recurso concha de abanico (*Argopecten purpuratus*).

## II.- ANTECEDENTES

Los efectos positivos de "El Niño" sobre la concha de abanico, sugiere que las temperaturas mayores a las históricamente normales origina un incremento en la tasa de crecimiento tanto individual como de la población, bajo condiciones "El Niño" (Wolff, 1985). Después del fenómeno de El Niño, cuando las condiciones ambientales vuelven a su estado "normal", todos los efectos positivos anteriormente mencionados cesan, y por lo tanto es de suponer que, en un determinado lapso, la magnitud de la población va a retomar las características que tenía antes del fenómeno de El Niño (Mendo et al., 1987).

Las condiciones que caracterizan el fenómeno de El Niño han favorecido a estas especies, debido al origen del género en zonas tropicales como el Caribe (Wolff, 1985). Estas condiciones tropicales, dadas especialmente por el fenómeno de El Niño 1982-83, han permitido a la especie tener una mayor fecundidad, una baja mortalidad de larvas, debido al acortamiento del periodo larval y una baja mortalidad de juveniles y adultos por depredación y competencia (Wolff, 1985). La disminución en la depredación de las fases juveniles y adultos, fue a consecuencia de la disminución y/o mortalidad de los depredadores y competidores que habitan en el medio, donde se encuentra la concha de abanico (Arntz, 1986).

*A. purpuratus* representa un recurso de gran importancia socioeconómica en el Perú y siendo un recurso de origen tropical (Wolf, 1985), las condiciones ambientales frías que caracterizaron los años 1995-1996 no le fueron favorables,

diminuyendo sus niveles poblacionales debido a la intensa extracción ejercida y a la presencia de anomalías térmicas negativas (Yamashiro, 1997).

Ancieta (1952) registró la desaparición de bancos de concha de abanico existentes desde 20 años atrás en la zona del Callao por el uso en forma indiscriminada de rastras. Mejía *et al.* (1985) realizó el primer intento de evaluación de la concha de abanico en Bahía Independencia-Pisco, indicando el tamaño del stock.

Estudios sobre la biología y dinámica poblacional de la concha de abanico *A. purpuratus* han sido realizados por Wolff & Wolff (1983), Mejía *et al.* (1985), Samamé *et al.* (1985 b) y Mendo *et al.* (1987); quienes evaluaron los bancos naturales de las Bahías Paracas e Independencia, registrando sus niveles poblacionales y determinando el efecto positivo de la temperatura sobre la población de *A. purpuratus*.

Arntz & Valdivia (1985) realizaron estudios sobre el impacto del evento "El Niño" en algunos moluscos del litoral peruano, principalmente en la zona de Pisco utilizando como material comparativo los datos del IMARPE y del Ministerio de Pesquería (MIPE). Yamashiro (1994) señaló que durante el evento "El Niño" 1982-1983 hubo un incremento poblacional de concha de abanico ocurrido principalmente en el área de Pisco concretando una gran flota marisquera ya demás la pesquería y comercialización de este recurso se constituyeron en actividades económicas prioritarias durante el período 1982-1985 generando un aporte substancial de divisas.

Mendo *et al.* (1988) señalaron los cambios en la densidad, número y biomasa de la población de concha de abanico (*A. purpuratus*) en Bahía Independencia -Pisco durante 1984-1987. Yamashiro & Mendo (1988) determinaron que la talla mínima legal para la comercialización de la concha de abanico era de 65 mm y las tasas de crecimiento fluctuaron entre 8,9 y 1,3 mm para ejemplares de 40 a 80 mm de altura de la valva respectivamente.

Yamashiro & Espino (1991) estimaron la población de concha de abanico (*A. purpuratus*) mediante la aplicación del método de Leslie en Bahía Independencia-Pisco durante 1988-1989. Vakily (1992) realizó una compilación de datos sobre los parámetros de crecimiento de *A. purpuratus* en Bahía de Paracas.

Rubio *et al.* (1994) efectuaron la evaluación de concha de abanico con la finalidad de conocer la situación poblacional del recurso y su interrelación con el ambiente en tres áreas conocidas como criaderos naturales de Chimbote (Isla Santa, Bahía Samanco y los Chimus) del 7 al 12 de Octubre de 1994. Rubio *et al.* (1995) registraron los resultados de la evaluación de concha de abanico (*A. purpuratus*) en el área del Callao (mayo de 1995) dando a conocer que los ejemplares de las tallas comerciales representaron el 5,6% y los juveniles o semillas el 13,5% de toda la población evaluada. Durante ese mismo año Bandín (1995) realizó estudios sobre la abundancia y distribución vertical de las larvas de concha de abanico y su relación con parámetros ambientales en El Queso, Bahía Independencia - Pisco.



Espino & Yamashiro (1996), analizan los efectos inmediatos y las consecuencias a mediano plazo del Evento "El Niño" (ENSO) en los diferentes ecosistemas del afloramiento peruano. Ishiyama y Shiga (1997) demostraron la influencia de "El Niño" 1992-1993 sobre la reproducción de *A. purpuratus* en Bahía Independencia- Pisco. Espino (1997) analizó los efectos de "El Niño" sobre los principales recursos pesqueros, comparando el evento 1997-1998 con los extraordinarios de 1982-1983 y 1925-1927, indicando que los recursos pelágicos presentan alta concentración, mortalidad por pesca y alta mortalidad natural en años Niño; y los recursos demersales se encuentran dispersos presentando baja mortalidad por pesca y mortalidad natural e hincando que la concha de abanico incrementa su población.

### III.- MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó básicamente con los datos técnicos - científicos recopilados de los archivos de la Dirección General de Investigación Oceanográfica, Dirección de Oceanografía Física y Pronósticos Oceanográficos, Oceanografía Pesquera (DGIO-DOFPO-AOP) y de la biblioteca del IMARPE que fueron obtenidos de diversas prospecciones y monitoreos durante los años 1997, 1998, 1999 y 2000.

Los datos procesados durante los años 97 - 99, han sido registradas por diversos investigadores del IMARPE y recopilados por el presente tesista de las operaciones denominadas: Evaluación de los efectos y calidad microbiológica 9706; Evaluación del recurso concha de abanico 9708; Evaluación de los efectos de la contaminación microbiológica del agua de mar 9712; Análisis comparativo entre el contenido de hidrocarburos de petróleo en especies comerciales y sedimentos 9803; Análisis comparativo del contenido de hidrocarburos de petróleo en sedimentos y organismos marinos 9807; Evaluación del recurso concha de abanico en la bahía Samanco 9808; Estudio comparativo de hidrocarburos de petróleo en sedimento y organismos marinos 9811 y Evaluación del recurso concha de abanico 9909. Mientras que durante el año 2000 los datos han sido recopilados por el propio tesista, durante las operaciones: Caracterización físico químico y geológico en la bahía Samanco 2000/03-04; Caracterización físico químico y geológico en la bahía Samanco 2000/07 y la Evaluación del recurso concha de abanico en la bahía Samanco 2000/11-12.

Así también cabe mencionar que las muestras obtenidas y procesadas para la realización de esta tesis, han sido recopiladas con diversos equipos oceanográficos (correntómetro Aanderaa RCM-9, botellas niskín, termómetros de superficie e inversión KALSHICO, salinómetro GUILDLINE 8410A) para la determinación de los factores físicos ambientales del mar como la temperatura, salinidad y corriente marina tomadas a diversas profundidades dentro de la bahía Samanco.

### **3.1 ESTUDIO DEL RECURSO**

#### **3.1.1 Biología la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*)**

El recurso concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) es un bivalvo bentónico que habita en la zona infralitoral, formando parches o franjas de diferentes densidades entre los 2 y 40 m de profundidad, especialmente entre 9 y 27 m, sobre fondos arenosos, areno-fangosos y conchuelas (Mejia et al. 1985). Puede alcanzar la talla comercial (65 mm de altura valvar) en un año o año y medio en condiciones normales y en seis meses a un año en condiciones cálidas o eventos El Niño, esto es debido a que es un recurso de origen tropical (Mendo et al., 1988), por lo cual, los eventos "El Niño" inciden positivamente en él, alcanzando mejores niveles de desarrollo cuando en su hábitat se registran temperaturas mayores que las normales. Esto se refleja en una baja de la tasa de mortalidad, acortamiento del periodo larval, intensificación del desove y la disminución de sus depredadores y competidores (Wolff,

1985). La distribución del recurso se amplía y se incrementan su disponibilidad y abundancia, principalmente en el período post Niño.

### **3.1.2 Distribución y Hábitat.**

Presenta una amplia distribución geográfica, distribuidos en las costas de Perú y Chile, desde Paita (Perú) hasta Coquimbo (Chile) (Rubio et al., simp. 1998). Alamo & Valdivieso (1987) (Figura 1). La concha de abanico (Argopecten purpuratus) es uno de los recursos de mayor demanda en el litoral. En nuestro país, los bancos naturales más importantes se encuentran en la Bahía Independencia, Bahía de Sechura, Isla Lobos de Tierra, Bahía de Samanco, Bahía de Paracas, Isla San Lorenzo, Isla El Frontón, Los Chimus, Isla Blanca entre otros.

El IMARPE realiza evaluaciones poblacionales del recurso en los principales bancos naturales del litoral, así como el monitoreo biológico-pesquero del mismo en los puntos de mayor desembarque. Actualmente, se viene realizando el cultivo de ciclo completo de esta especie en diversas áreas del litoral.

### **3.1.3 Taxonomía.**

Valdivieso & Chirichigno (1956) realizaron estudios de índole taxonómicos, distribución geográfica, morfológicos y formas de vida en relación con el medio ambiente e importancia económica del recurso.

Olsson (1961) describió la taxonomía de la especie de la siguiente manera:

Phylum:	Mollusca.
Clase:	Pelecypoda.
Orden:	Anisomyaria.
Familia:	Pectinidae.
Género:	<i>Argopecten</i> .
Especie:	<i>Argopecten purpuratus</i> .

Ventilla (1982) indicó que su alimento estuvo constituido por diatomeas y las principales especies fueron: *Coscinodiscus*, *Skeletonema*, *Thalassionema* y *Navicula*. Wolf y Wolf (1983) realizando observaciones sobre la utilización y crecimiento del pectínido *A. purpuratus* indicando que esta especie tiene un crecimiento rápido y que el stock de concha de abanico está sobre-pescado por que existen gran cantidad de ejemplares jóvenes o pequeños en la captura.

### **3.2 DISTRIBUCION Y VARIACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL AGUA DE MAR**

Las propiedades del agua de mar se agrupan en propiedades conservativas y no-conservativas. Dentro de las primeras están la Temperatura y la Salinidad las cuales presentan características más sobresalientes del agua de mar y por lo tanto la determinación de estos parámetros tiene una importancia sobresaliente. La no-conservativa son aquellas como el oxígeno, fosfato, silicato,

nitrato, nitrito, etc. Que están sujetas a grandes cambios por efecto de fenómenos atmosféricos, procesos químicos y biológicos.

La superficie del mar constituye la parte más importante del océano, pues, a través de ella se realizan las interacciones entre el océano y la atmósfera, con un flujo constante de energía radiante hacia la masa líquida y de estas hacia el espacio.

Las fluctuaciones de las condiciones ambientales ocasionan una marcada influencia en las migraciones estacionales y no estacionales de los recursos marinos, provocando que algunos recursos se concentren en áreas cercanas a la costa haciéndolos más accesibles a la extracción. Por otro lado, los cambios ambientales influyen en la supervivencia y crecimiento de los recursos, así como en sus actividades.

La distribución de la temperatura en los océanos es uno de los factores que influyen en la distribución de organismos marinos. Debido a la capacidad calórica del agua de mar, la temperatura superficial del mar varía mucho menos que la temperatura terrestre. Consecuentemente, el mar provee un ambiente muy estable para la vida marina y una influencia moderada sobre el clima costero.

El crecimiento es directamente dependiente de las relaciones metabólicas; en la velocidad de convertir material nutritivo en materia viva, hay un nivel de temperatura en el cual la diferencia entre el metabolismo activo e

inactivo es máxima. Este es el nivel máximo de actividad del pez. Por lo tanto, hay un óptimo de temperatura para un óptimo de crecimiento de una especie dada, ya climatizada.

De acuerdo a la posición geográfica del Perú sus costas deberían presentar un clima eminentemente tropical, pero esto se presenta solo al norte de los 03°S, siendo las características típicas al sur de los 06°S, con temperaturas superficiales bajas y menores que la del aire, cielo cubierto por nubes a causa de la condensación de humedad que absorben los vientos secos que generalmente tienen la dirección SE. (MIPE, 1976).

### **3.2.1 TEMPERATURA**

#### **3.2.1.1 Concepto de Temperatura**

Es la medida de la energía cinética molecular media que tienen las moléculas de agua, es el parámetro más fácil de obtener en el mar. La temperatura del agua de mar generalmente oscila entre 2 °C y 30 °C y con valores extremos entre -4 °C y +42 °C. La temperatura del agua de mar es influida por la cantidad de calor proveniente de tres fuentes principales: calor original del interior de la tierra, calor de degradación radiactiva y calor de la radiación solar. La radiación solar directa y la difusa celeste forman el constituyente más importante de la radiación solar. Los factores de mayor importancia que permiten el cambio de la temperatura del agua de mar son:

- Latitud (tiempo de insolación).
- Profundidad de los mares.
- Topografía costera y submarina.
- Corrientes marinas.

La cantidad de calor recibido en el Ecuador es 2,5 la que se recibe en los polos geográficos. (Circulación océano - atmósfera). **La latitud**, que supone una diferencia en los tiempos de insolación y en la inclinación de los rayos solares al incidir en el mar es una de las principales causas.

La variación anual de la temperatura superficial es menor en los trópicos debido principalmente a que el sol está a mayor altitud casi todo el año y a la nubosidad, que es relativamente más abundante que en otros lugares, lo cual produce pequeños cambios en la cantidad de energía recibida por el océano. En los sub-trópicos la absorción de la radiación solar tiene marcada influencia sobre la variación anual de la temperatura, habiendo grandes variaciones en la distancia zenital, con gran absorción de la energía reflejada hacia el cielo por la baja nubosidad.

Las temperaturas del mar se elevan hacia el ecuador y disminuyen hacia los polos, además en gran parte del Océano Pacífico, y especialmente en altas latitudes, las isotermas presentan una distribución zonal, y la circulación anticiclónica del Pacífico Sur produce la deflexión de las isotermas hacia el norte en las altas latitudes y hacia el oeste cerca



del Ecuador, correspondiendo a las costas de Chile, Perú y Ecuador. El notable gradiente zonal frente a la costa está relacionado con el afloramiento costero que lleva aguas frías de fondo a la superficie.

La **profundidad de los mares** influye muy directamente en las variaciones de la temperatura. Mares pocos profundos son muchos más afectados por los diferentes factores influyentes en la temperatura que los profundos. Las máximas variaciones, como es natural, se dan en las capas superficiales. Un mar poco hondo puede ser afectado por las variaciones en toda su profundidad, porque los fenómenos de convección de superficie a fondo se producen en toda su masa sin la acción amortiguadora a que puede dar lugar, en un mar profundo, la convección de fondo a superficie de la masa del fondo del mar, de características térmicas mucho más estables.

La **topografía** costera puede tener también una gran influencia. Un mar cerrado, independiente de la gran masa oceánica, estará fuera de la acción reguladora de aquella gran masa. E incluso en mares no cerrados, pero con comunicación pequeña con los grandes mares, el fenómeno de aislamiento térmico se puede producir en gran amplitud.

En cuanto a las **corrientes marinas**, estas serán descritas seguidamente de las masas de agua.

### **3.2.1.2 Temperaturas en el Perú**

La distribución de temperatura superficial frente a la costa Peruana, se caracterizan por el aumento en sentido Oeste y Norte, dando lugar a gradientes zonales latitudinales principalmente en el verano, período en que las mayores temperaturas se proyectan hacia el sur y hacia la costa o zonas de afloramiento. Estas gradientes son muy intensas en verano.

En el Perú (Zuta y Guillen) el área fría está entre los 14°S - 16°S, otras áreas frías semipermanentes se presentan entre los 6°S y 7°S-9°S, en tanto que frente a Supe, el enfriamiento notable se presenta en la primavera. En las cartas de Wyrcki (1964) también se destaca el área fría alrededor de San Juan, y sobre todo la lengua caliente de verano y otoño que se aproxima a los 18°S en marzo y desaparece casi completamente en los meses de julio a setiembre. En febrero y marzo se registran las máximas temperaturas, alcanzando valores de 25 °C a 26 °C por fuera de las 150 mn, mientras que las mínimas se ubican en el lado costero al sur de los 14°S con valores de 17 °C a 18 °C.

En general, el rango estacional de temperatura frente al Perú disminuye de norte a sur y es como sigue: al este de los 86°W la temperatura se presenta entre los 13 °C a 27 °C durante el año, sin embargo hasta las 100mn las temperaturas oscilan entre 13 °C y 25 °C y hasta las 50 mn las temperaturas se presentan entre 13 °C y 24 °C

alcanzando las máximas y mínimas en verano e invierno respectivamente.

Desde la postrimería de la primavera (diciembre) hasta fines de otoño (junio), la temperatura aumenta lejos de la costa y las isotermas muestran una tendencia predominantemente paralela a la línea costera entre las latitudes de 5°S a 10°S y hasta las 100 mn de la costa.

Esta característica sufre modificaciones notables en el invierno, especialmente en agosto y setiembre, en que la distribución térmica es muy irregular, debido a las advecciones de aguas frías hacia el mar abierto y de aguas calientes hacia la costa, principalmente entre los 15°S y 10°S respectivamente.

### **3.2.2 SALINIDAD**

#### **3.2.2.1 Concepto de Salinidad**

La salinidad es otro de los parámetros conservativos que da características especiales al agua de mar y depende fundamentalmente de los procesos de evaporación y precipitación.

La salinidad es una de las propiedades más importantes del agua de mar; las aguas oceánicas oscilan entre las 33 ups<sup>1</sup> y 38 ups

---

<sup>1</sup> Unidades Prácticas de Salinidad (ups) UNESCO 1981: relación de conductividad de una muestra de agua de mar con una solución estándar de *KCl*. 35 ups es exactamente equivalente a 35 g de sal por L de solución o 35 partes por mil (ppt o ‰).

(“unidades prácticas de salinidad” y representa la cantidad de gramos de sales disueltas en un kilogramo de agua de mar), los valores altos de salinidad se encuentran en lugares donde la evaporación excede a la precipitación y en cuanto a los valores bajos es lo contrario.

La salinidad de una muestra de agua, es definida por la cantidad total de materiales sólidos expresada en gramos, contenidos en un kilogramo de agua de mar. En resumen si se evapora un kilogramo de agua de mar se obtienen alrededor de 35 gramos de sales.

El aumento de la profundidad no implica necesariamente un incremento en la salinidad para obtener la estabilidad de la masa de agua. Debido a la disminución rápida de la temperatura, la estabilidad estática se puede obtener aún con salinidades más bajas en la profundidad. De hecho, las capas más saladas se hallan en la superficie o en las capas superiores.

La salinidad subsuperficial resulta muy útil para la predicción a largo plazo y tiene interés para determinar el comportamiento de la capa de mezcla.

Según ZUTA et al., (1985) manifiestan que la salinidad es otro parámetro importante del mar, pero los datos son de mayor costo y menos fácil de obtener en comparación con la temperatura superficial del mar (TSM). De aquí que la densidad y cobertura de los datos de salinidad

superficial del mar (SSM) sean menores que la TSM en el análisis de las condiciones oceanográficas.

### **3.2.2.2 La Salinidad en el Perú**

La presencia de sales en el agua de mar juega un papel preponderante dentro de la determinación de las características físicas y químicas de la misma y es evidentemente la causa primordial de las diferencias existentes con el agua pura.

Como término medio el mar peruano presenta concentraciones de 35,6 a 33,2 ups y 35,4 a 33,8 ups en verano e invierno respectivamente, las altas salinidades proceden de la región subtropical, zona de gran evaporación, mientras que las mínimas de la región tropical, donde predomina la precipitación.

En el verano se registra una gran aproximación de las altas salinidades de la región subtropical hacia la costa, mientras que las bajas concentraciones de las Aguas Ecuatoriales y Tropicales avanzan hasta aproximadamente los 6°S, replegando cerca de la costa a las Aguas Costeras Frías relacionadas con el afloramiento.

En el invierno, la mayor intensidad de los vientos da lugar a una intensificación del afloramiento costero, la capa de salinidades moderadas (34,9 – 35,0 ups) se extiende hacia el oeste y norte, lo que da lugar a un repliegue de las Aguas Ecuatoriales y Tropicales hacia el norte y las Aguas Subtropicales hacia el oeste.

Las aguas a lo largo de la costa peruana se hallan influenciadas por las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) al oeste, al norte por las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) y al sur por las Aguas Sub-Antárticas (ATSS). Las aguas de afloramiento corresponden a la Corriente Costera Peruana (CCP), Aguas Costeras Frías (ACF) con salinidad de 34,80 ups – 35,10 ups y temperatura de 15 °C a 19 °C durante el año.

### **3.2.2.3 Masas de agua, su relación con la circulación superficial y subsuperficial**

El término Masas de Agua se utiliza para definir volúmenes de agua, los cuales poseen temperaturas y salinidades más o menos uniformes, tomando el nombre de la región de origen o formación; las fluctuaciones latitudinales y longitudinales de estas masas de agua, juegan un rol importante en la mayor o menor concentración y distribución de los recursos marinos.

Frente a la costa sudamericana se encuentran aguas formadas en el frente polar (AAI), en el área de la región Sub-Antártica (ATSA), en la región Sub Tropical (ASS) y en la región Ecuatorial (ATS, AES, AESS) (Wooster and Gilmarin, 1961; Wyrki, 1967; Zuta & Guillen, 1970; Mamayev, 1973; Silva and Konow, 1975; Cucalón, 1983 Blanco y Díaz, 1986; Grados, 1989). La situación geográfica de la costa del Perú hace que sus aguas costera tengan una mayor influencia de las aguas de la

región subtropical en tanto la influencia de las aguas de la región ecuatorial es predominante hacia al norte de Punta Falsa (6°S), estando la parte costera sujeta a la influencia del afloramiento y procesos de mezcla (Figura 2).

En la superficie tenemos, las **Aguas Subtropicales Superficiales (ASS)** presentan grandes variaciones térmicas del verano al invierno, sus índices termohalinos son mayores a 18 °C, mayores a 35,1 ups y entre 5,0 y 6,0 ml/L. Se encuentra en el ámbito de la Corriente Oceánica del Perú y en la parte sur de la Contracorriente del Perú. Esta agua se origina en la región subtropical del Océano Pacífico Sur (donde la evaporación parece ser responsable de mantener, o incluso aumentar su salinidad) y la circulación la lleva a la región frente al Perú con fluctuaciones notables hacia la Costa dependiendo del grado de actividad del anticiclón del Pacífico (J.R. Donguy, 1994).

En la parte norte del litoral peruano se presenta las **Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES)** con índices termohalinos mayores de 18 °C y de 34,0 a 34,8 ups y entre 4,6 y 5,1 ml/L de oxígeno disuelto. Ubicadas normalmente al norte de los 6°S, asociado a la Contracorriente Sur Ecuatorial cubre la mayor parte del Pacífico tropical oriental, con gran intensidad en los meses de primavera y verano, en tanto que en otoño e invierno muestra sus menores intensidades; estas fluctuaciones se deben al desplazamiento del frente ecuatorial y al comportamiento de la Corriente Costera Peruana.

Las ***Aguas Tropicales Superficiales (ATS)*** tienen su origen en la Región Tropical, al norte de los 4°S, su formación es principalmente por el fuerte régimen de precipitación que hace que mantenga niveles altos de temperatura con índices termohalinos mayores a 24 °C y concentraciones de salinidad menores a 34,0 ups, concentraciones de oxígeno entre 4,6 y 5,1 ml/L; mostrando una capa superficial homotérmica y homohalina de hasta 20 m de espesor, situada encima de la termoclina superficial permanente.

Las ***Aguas Costeras Frías (ACF)***, considerada por Zuta y Guillén (1970) como tipos de aguas y presenta índices termohalinos entre 14 °C a 18 °C y entre 34,8 y 35,0 ups, con concentraciones de oxígeno entre 2,0 y 8 ml/L. Resultado de los procesos de afloramiento costero, procesos de mezcla y CCP. Distinguiendo las aguas de afloramiento reciente con tenores menores de 4 ml/L de concentraciones de oxígeno, se ubican a lo largo de la franja costera y hasta aproximadamente 20-30 mn de la costa en verano y de 50 a 60 mn en invierno. Al sur de los 15°S pueden aflorar aguas de hasta 34,8 ups cuando las ATSA se encuentran próximas a la superficie.

En Subsuperficie contamos con las ***Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS)***; que se presentan entre los 50-300 m, identificadas en el norte por debajo de las AES con temperaturas de 13 °C a 15 °C, salinidades de 34,9 a 35,1 ups. Son aguas relativamente homotérmicas, relativamente salinas y de relativamente alto contenido de



oxígeno, debido a que proviene del ramal sur de la bifurcación de las aguas de la Corriente Cromwell y de los procesos dinámicos de mezcla de las Aguas Subtropicales y Ecuatoriales. Estando su límite sur alrededor de los 48° S (Silva y Nshiva, 1979).

Otras de las masas de aguas que se identifican son las **Aguas Ecuatoriales Profundas (AEP)**, que oscilan entre los 150-700 m, con temperatura de 7 °C a 13 °C y salinidad de 34,6 – 34,8 ups. Esta masa de agua coincide íntegramente con la capa de mínima de oxígeno, aunque la mínima absoluta se sitúa en su mitad superior. Se origina en los procesos dinámicos de mezcla de las aguas de la corriente Peruana y Ecuatoriales. Normalmente se ubica entre los 5°S - 9°S.

Las **Aguas Templadas de la SubAntártica (ATSA)**, provienen del borde norte de la región subantártica, encontrándose por encima de los 100 m en la zona costera y profundizándose lejos de la costa. Se caracteriza por presentar un mínimo de salinidad por encima del máximo de salinidad de las AESS. Su rango de temperatura es de 13 °C a 15 °C y de salinidad de 34,6 a 34,8 ups. El límite superior fue registrado por Silva y Konow (1975) en los 14°S y por Wooster and Gilmartin (1961) y Wyrcki (1967) en los 15°S.

A profundidades comprendidas entre los 600 y 900 metros se encuentra en toda la región las **Aguas Antárticas Intermedias (AAI)**, con temperaturas de 5 °C a 6 °C y salinidades de 34,3 a 34,6 ups, se

caracteriza por un mínimo de salinidad y en cuya capa de oxígeno aumenta notablemente con la profundidad y hasta tiende a formar un máximo. Normalmente se ubica al sur de los 12°S llegando en el período de invierno hasta los 9°S. Por encima del AAI están relacionados en la circulación de esta región otras masas de agua superficiales y subsuperficiales.

### **3.2.3 CIRCULACION MARINA**

#### **3.2.3.1 Concepto de Corrientes marinas**

El sistema de circulación marina es bastante complejo, mas aun frente a la costa del Perú, integrado por corrientes marginales superficiales (causadas por desigualdades calentamientos y enfriamientos, que origina diferencia de dilataciones y densidades del agua y el esfuerzo de arrastre que el viento ejerce sobre la superficie del mar) y subsuperficiales (causados por corrientes provenientes de los polos y afloramientos). Las corrientes están sujetas a variaciones en tiempo y espacio.

### **3.2.3.2 Las Corrientes Oceánicas**

La gran corriente antártica que corre hacia el Este, al chocar con el continente en las vecindades del paralelo 30° S. Queda dividida en dos ramales principales, una que sigue a lo largo de la costa Occidental de América del Sur y la otra que contornea la extremidad Sur del continente. La que continua a lo largo de la costa Occidental de América del Sur y siguiendo la configuración del continente, tiene el nombre de **Corriente de Humboldt o Corriente del Perú** (este nombre se acordó en la I Conferencia Oceanográfica Iberoamericana, celebrada en Málaga en 1935) y baña principalmente las costas de Chile, Perú y Ecuador. (Figura 3)

**Corriente de Humboldt.** Se forma como consecuencia de la bifurcación de la parte norte de la corriente Circumpolar Antártica o corriente de Deriva de los Vientos del Oeste, que al acercarse al continente sudamericano se divide en dos: Corriente de Humboldt y Corriente del Cabo de Hornos. La zona de la corriente de Humboldt se extiende, de sur a norte, entre los 40°S - 45°S hasta los 4°S proyectándose a veces hasta el Ecuador, en tanto que en sentido este-oeste está definida desde el continente sudamericano hasta alrededor de los 87° W perpendicular frente al Callao.

El sistema de corrientes superficiales hacia el Ecuador está compuesto por la **Corriente Costera Peruana (CCP)** y la **Corriente**

**Oceánica Peruana (COP)**, que transportan aguas de origen subantártica.

**\* La Corriente Costera Peruana (CCP)**

Se inicia hacia los 40° de latitud Sur, pegándose a la costa siguiendo su topografía hasta llegar a los 7° ó 6° de latitud Sur (Pimentel, Bayóvar), lugar donde vira hacia el Oeste, en dirección a las Islas Galápagos, está relacionada con el afloramiento costero peruano y del Norte de Chile. Sus características son las aguas templadas (entre 14 °C y 21 °C, según la estación del año), bastante más frías que las que debiera tener por su posición tropical, es decir, 26 °C - 28 °C; la salinidad está siempre alrededor de 35,0 ups con una o dos décimas más o menos; presenta una velocidad media de 20,6 a 25,7 cm/seg., cuando pasa por la parte de la costa sur-ecuatorial, alcanza un ancho variable entre 60 y 100 millas y su espesor se sitúa alrededor de 200 m de profundidad. Wyrtky calculó que esta corriente transporta 6 millones de m<sup>3</sup> de agua por segundo; su actividad es máxima en el invierno y mínima en el verano, estación en la cual la corriente se presenta más débil y las temperaturas de sus aguas aumentan en un promedio de 4 °C cerca a la costa del Perú, como consecuencia del avance del Sur del frente oceánico ecuatorial.

**\* La Corriente Oceánica Peruana (COP)**

También tiene dirección Norte en su recorrido frente a la costa peruana y gira hacia el oeste a los 7°S y forma parte de la corriente Sur-

ecuatorial. Se caracteriza por temperaturas cálidas de 24 °C – 28 °C y salinidades algo mayores de 35,0 ups. Su flujo se sitúa aproximadamente a 100 millas de distancia del litoral y su ancho total sobrepasa el límite de las 200 millas marinas del dominio marítimo peruano, verticalmente llega hasta los 700 m de profundidad siendo más intensa que la Corriente Costera. Wyrky calculó que esta corriente transporta 8 millones de m<sup>3</sup> por segundo. En invierno es normal la unión de las dos corrientes, apareciendo un gran flujo de 300 o más millas de ancho.

**Las Contracorrientes.** Se sitúan entre los 100 y 200 m; estas corrientes fluyen en sentido contrario a las anteriores; es decir, de Norte a Sur.

Una de ellas es denominada **Contracorriente Subsuperficial Peruano-Chilena** por Wooster y Gilmartin y llega hasta los 22°S, se le observa pegada a la costa con velocidades de 4 a 10 cm/seg. Frente al Perú excepto Punta Falsa donde puede alcanzar velocidades de 20 cm/seg. Presenta un bajo contenido de oxígeno aumentando hacia el fondo por sus aguas profundas ricas en oxígeno con valores de 0,1 a 2,0 ml/L; su transporte es de 3 millones de m<sup>3</sup> por segundo, frente a San Juan y 21 millones m<sup>3</sup> por segundo frente a Paita, con profundidades que varían de 100 a 800 m. desde Paita a la Isla Juan Fernández en Chile.

La otra denominada **Contracorriente Peruana** fue descrita por Wyrky y llegaría sólo hasta los 15° S con velocidades que van disminuyendo paulatinamente, fluye entre la Corriente Costera y Oceánica, presenta mayores velocidades entre los 100 y 200 m de profundidad llegando su acción hasta debajo de los 500 m. En los meses de agosto y setiembre los vientos actúan sobre el flujo hacia el Norte, de tal manera que la contracorriente se hace superficial ocurriendo lo contrario ante la disminución de la intensidad de los vientos, ya que origina una mayor extensión en la superficie y con mayor transporte de aguas ecuatoriales.

Además de la **Contracorriente Surecuatorial (CCSE)**, se introduce en la red de estaciones hacia los 9°S, 86°W, transportando 10 millones de m<sup>3</sup>/seg. Parte de ésta agua gira adentrándose en las COP y parte hacia regresa hacia el norte de la CSE y la CPSS.

Lukas (1986) usa mediciones hidrográficas para inferir que la **Corriente Submarina Ecuatorial (CSE) o Corriente de Cromwell** (Knauss, 1960) se fracciona en las Islas Galápagos: un ramal se dirige al norte hasta los 3° - 6°N, con velocidades máximas a 100 y 200 m de profundidad y un ramal hacia el sur, la CSE sur se bifurca en dos ramales: uno costero y otro fuera de la Costa próximo a los 84°W. Estos dos flujos, que se debilitan hacia el sur, están separados por una corriente débil hacia el ecuador.

El primer ramal hacia el sur es la **Extensión Sur de la Corriente de Cromwell** (ESCC) que se extiende en épocas Niños en la zona costera hasta la altura de Pimentel – Chicama, para luego integrarse a la CPSS, se puede ubicar principalmente entre Paita y Punta Falsa (5°S - 6°S), se caracteriza por presentar temperaturas de 15 °C a 13 °C, salinidades de 34,9 a 35,1 ups y concentraciones relativamente altas de oxígeno (>1,0mL/L a 100 o 200 m de profundidad).

El segundo ramal fluye al sudeste de las Galápagos y se ubica a 50 – 150 mn alrededor de los 6° - 7°S formando la **Contracorriente Peruano-Chilena (CCPC)** que prevalece hasta los 35° - 40°S (Strub, et al., 1998) siendo máxima en primavera y mínima en otoño. Tsuchiya (1985) usa las lenguas de la distribución mínima de fosfatos para inferir trayectorias similares entre la CSE y la CSP y la CCPC, (descrita anteriormente).

### **3.3 TECNOLOGIA A EMPLEAR**

Las Evaluaciones consideradas para la presente tesis se realizaron desde 1997 hasta 1999 a cargo del Instituto del Mar del Perú. El autor de la tesis participó en los monitoreos de “Caracterización Físico Químico y Geológico en la Bahía Samanco”, bahía en estudio (Figura 4), durante el año 2000; realizados por el Instituto del Mar del Perú, con la finalidad de determinar las condiciones ambientales y ver la interrelación de estas con los recursos.

El área de estudio que estuvo comprendida entre La Boquita y Playa

Lancón (Sur y Norte de la bahía, respectivamente), y entre los  $09^{\circ}10'30''$  y  $09^{\circ}16'00''$  S. Durante la evaluación se realizaron estaciones oceanográficas donde se hicieron observaciones en la superficie nivel intermedio y fondo, la navegación y la ubicación de las estaciones se hizo con un sistema de navegación satelital GPS.

La temperatura en la superficie del mar se registró con un termómetro de superficie y para las temperaturas de la columna de agua se utilizaron termómetros de inversión protegido KALHSICO con una precisión de  $0,01^{\circ}\text{C}$  (Figura5a).

Para la determinación de salinidad, se colectaron muestras en frascos de polietileno de 200 ml y posteriormente se analizaron en la sede central del Instituto del Mar del Perú, por el método de inducción usando el salinómetro PORTASAL Guildline modelo 8410 A (precisión de 0,0001) previamente calibrado (Figura 5c).

Para la determinación de la circulación marina (velocidad y dirección de los flujos) se empleó un correntómetro tipo doppler de última generación de marca Aanderaa modelo RCM9 (Figura 5b), tomándose información en los niveles antes mencionados manteniendo el correntómetro estacionado (anclado) por un tiempo de 10 minutos en cada nivel, luego se procesaron y filtraron la información con el programa 4059 propio del equipo, para obtener promedios por nivel de velocidad y dirección, mediante descomposición vectorial de las corrientes marinas.



Complementario a estos muestreos físicos, se realizaron muestreo de sedimentos utilizando una draga tipo Van Veen, de 0,5 m<sup>2</sup> colectándose para el estudio, solo los primeros 3 cm del sedimento superficial. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio en estado de congelamiento, una vez allí, se registró su color, de acuerdo a la escala de colores del Munsell Soil Color Chart, los análisis de granulometría se realizaron con tamices según Ingram (1971), de acuerdo a la metodología empleada por Galehouse (1971), basado en los resultados del análisis granulométrico se determinaron las texturas sedimentarias de acuerdo a Shepard (1954). Estos análisis fueron realizados por personal especializado del Laboratorio de Geología Marina del IMARPE.

Para el desarrollo del trabajo de tesis, los datos obtenidos fueron procesados y graficados en computadoras mediante la hoja de calculo Excel y los resultados numéricos fueron tratados con el método de interpolación Kriging, ploteados y graficados usando el software Surfer 8.0, dando como producto cartas de distribución térmica, halina y de la circulación marina, las que se analizaron y a continuación se describe los aspectos más saltantes de las mismas.

#### **IV.- RESULTADOS**

##### **4.1 CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS DE LA BAHIA SAMANCO**

La Bahía Samanco, es considerada como una bahía cerrada, presenta playas arenosas y acantiladas, las isóbatas de 3 y 5 brazas, mantienen paralelismo con la línea de costa casi en toda la bahía, a excepción de la zona ubicada frente a Punta Caleta Piedra y Puerto Samanco (Figura 8). Su forma, en media luna, las puntas, pequeñas islas y rocas. La configuración geomorfológico costero de la zona de estudio, favorece la protección de la línea de costa de las corrientes y oleaje al interior de la bahía donde sus efectos son menores, la bahía siempre se caracterizó por presentar valores ligeramente elevados de temperatura y salinidad respecto a los valores de los mismos parámetros fuera de la bahía (Vásquez et al. 2000b) , por otro lado, la remoción de las masas de agua es lenta permitiendo una ganancia de calor (incremento de la temperatura) y por ende una mayor evaporación lo que contribuye a incrementar las concentraciones de sales dentro de la bahía. La circulación marina medida durante los diversos muestreos, muestra que la parte central de la bahía no es intensa, condicionando escaso transporte de sedimentos y constituyendo depósitos de fango.

La ubicación geográfica de la bahía de Samanco y la ligera proyección hacia el oeste del extremo norte de su bocana permite el ingreso de flujos de agua procedentes del sur, las cuales ingresan por el norte y centro de la bahía, y fluyen siguiendo la configuración de la costa recirculando dentro de la bahía con

movimiento horario, para dejar la bahía emigrando por la parte sur de la bocana grande. La circulación marina en el fondo no es intensa, principalmente en la parte central de la bahía, condicionando escaso transporte de sedimentos y generando depósitos de sedimentos fangosos arena limosa y limo arcillosa (Vásquez et al., 2000b). A pesar de que la mar es normalmente quieta en Samanco, hay ocasiones en que entran en la bahía gruesos volúmenes de agua, que se agitan y arremolinan con alarde amenazante, aunque este fenómeno se disipa en la misma forma repentina con que aparece.

#### **4.1.1 Geográficamente la Bahía Samanco se describe de la siguiente manera:**

Bahía Samanco (ubicado en los 09° 12,2' S., 78° 32,0' W.): Entre el cabezo de la Isla Redonda y la Punta Filomena por el SE, se abre un canal de unas 2 millas de ancho al que cruza a todo lo largo el veril de los 35 m.

Este canal que hemos mencionado da acceso a la espaciosa y cerrada Bahía de Samanco, cuyo puerto del mismo nombre, está ubicado en el seno SE, de dicha bahía. Tiene 6 millas de largo por 3 y ½ milla de ancho, con fondo del orden de 19 a 22 brazas de agua en la entrada y con 3 m. de profundidad a unos 1200 m. de distancia a la playa baja o restinga que la comunica o separa otras veces de la Bahía Ferrol (Hidronav 34, 1987).

Al ingresar a la bahía por el centro del canal, que está libre de obstáculos, se podría divisar hacia el NNE y a unas 4 millas un islote blanquecido conocido con el nombre de El Grillo, cubierto de guano, de mediana altura, separado algo mas de ½ milla de tierra y rodeado de piedras en sus proximidades, a unos 1500 m. al Norte, sobre la playa de arena que sale a la restinga, aparece una masa oscura de piedras que resalta en la arena como una isla, este pequeño cerro se llama Cerro Tancay (Hidronav 34, 1987).

Entre este cerro y la Punta Zamora por el SE, se forma un semicírculo que constituye la primera mitad de la Bahía Samanco. Desde Punta Zamora, la costa toma la dirección norte, sobre los flancos acantilados del Cerro Divisor que formará a una milla de esa punta, la playa Caleta Palo; esta remata por el Norte en la Punta Infiernillo. Siguiendo el acantilado, a unos 500 m, al Norte se encuentra la Punta Caleta Colorada, y por último la Punta Caleta Piedra, donde termina el conjunto rocoso y se inicia una larga y abierta Playa, llamada Lancón, de unas 4 millas de largo orientada E-W, que limita hacia el Este con el ya mencionado Cerro Tancay.

Pasando este cerro, se forma una playa abierta de arena, de algo más de una milla, que termina en un promontorio rocoso que deja salir la Punta Cocina. Unos 300 m. Antes de esta punta y a pocos metros de la playa, se forma un conjunto de islotes llamado Las Hermanas.

Caleta Vesique (09° 12,2' S., 78° 29,2' W.): El Cerro El Túnel, forma con la Punta Golpeadora por el SE, la pequeña y tranquila Caleta de Vesique, con una playa de unos 250 m, hoy abandonada. Esta pequeña caleta está prácticamente deshabitada y es más utilizada como balneario que como caleta de pescadores. A este caserío se le llama también Nuevo Samanco (Hidronav 34, 1987).

Desde la Punta Golpeadora la costa labra una pequeña playa de arena que despide en su parte Sur un islote llamado Isla Blanca, para luego elevarse en acantilados por un tramo de unas 2 millas que despiden algunas peñas que afloran y en dirección SSW, pasando por la Playa Mirador, en las faldas de los Cerros Samanco y Colorado hasta llegar al Puerto de Samanco.

El Puerto Samanco (09° 15,3' S., 78° 29,7' W.): Se encuentra situado en el último seno SE, que labra la costa dentro de la bahía al abrigo de cerros altos. Este puerto antiguamente utilizado para el embarque de los productos del fértil Valle de Nepeña, fue abandonado por varios años.

La costa al salir del seno que forma la Bahía Samanco por el Sur, avanza al SW, aproximadamente 2 millas sobre terreno acantilado, al término de las cuales se halla una saliente de espolón de color negro que la conocen con el nombre de Punta Filomena. Entre estas y las instalaciones del puerto se aprecia una punta poco pronunciada, llamada

Punta La Viuda. Entre esta punta y la Filomena, la costa forma una entrante angosta, bordeada de acantilados llamada La Boquita, donde quedan los restos de una antigua fábrica de harina de pescado (Figura 8).

Sobre la Punta Filomena, como ya dijimos, se prolonga hacia el mar, el Islote Roca Negra, que cierra por el lado Sur la Bahía Samanco.

## **4.2 DISTRIBUCION DE SEDIMENTOS**

Durante las evaluaciones realizadas en el año 2000, se observaron en las muestras colectadas, sedimentos de coloración verde oscuro y presencia de diatomeas y algunos foraminíferos, la fracción arena se halló presente por lo general en las zonas más someras (menores a 10 m de profundidad) con texturas de arena y arena limosa con presencia significativa de minerales micáceos (Figura 9). Los mayores valores de la fracción limo/arcilla se hallaron presentes en la parte central y más profunda de la bahía (superiores a los 10 m de profundidad).

### **4.2.1 TEXTURA SEDIMENTARIA DE LA BAHÍA SAMANCO**

Las texturas sedimentarias obtenidas en base a los resultados de análisis de granulometría de la Bahía de Samanco, son arena limosa, limo arcilloso y limo, (Figura9) además de los resultados de los análisis, los reportes visuales, indican que los sedimentos arenosos están distribuidos en las zonas más cercanas a la costa como la zona del Dorado y al norte de

el puerto de Samanco. Los mayores contenidos de materia orgánica (que llegan hasta 11,32% aproximadamente) se hallan distribuidos hacia el noreste de Isla Redonda y en menor medida frente a Caleta Vesique. En estas zonas, las características del sedimento como el intenso olor sulfídrico, y su relación inversa con los contenidos oxígeno ponen de manifiesto las condiciones geoquímicas reductoras del fondo, lo cual permite la preservación de la materia orgánica como se observa en los altos valores obtenidos en los análisis granulométricos. En cambio en las zonas más oxigenadas, de menor profundidad y cercanas a la costa, hacia la zona de El Dorado y Puerto Samanco, los valores son menores (hasta un mínimo de 1,07%) y se hallan asociados a sedimentos arenosos mencionados

#### **4.3 CARACTERÍSTICAS ANUAL DE LAS VARIABLES OCEANOGRÁFICAS**

La distribución de temperaturas presenta características propias para cada ciclo estacional (Zuta y Guillén), tanto en valores como en ubicación, mostrándonos valores cuyas diferencias entre máximas y mínimas oscilaron entre 4 a 2° C en la superficie y de 6 a 2° C en el fondo, así mismo la salinidad muestra concentraciones halinas elevadas, correspondiendo dichos valores como propias de la zona. El tipo de masa de agua presentada en la zona pertenece a Agua Costeras Frías (ACF) y aguas de mezcla (ACF y ASS). La distribución de oxígeno tanto en superficie y fondo presentan variaciones en promedio entre 5,00 a 6,18 ml/L y 1,07 a 2,75 ml/L respectivamente. Se observan anoxia en zona central de la bahía y en las proximidades del fondo

(estación de verano). La circulación marina en superficie presenta características de acorde a la configuración de la costa. Los flujos en superficie presentan ingreso de aguas por el norte de la bocana principal, la cual con giro ciclónico y siguiendo la configuración de la costa, emigran por el lado sur de la bocana principal frente al Boquita, en tanto que en el fondo el ingreso de los flujos se presenta por el lado sur de la bocana principal emigrando la misma por el lado norte de la bocana principal.

Así observamos que las condiciones ambientales en el interior de la bahía Samanco, presentaron a lo largo de la década del los años 90, temperaturas superficiales y sub-superficiales distribuidas homogéneamente, en especial durante los años 93 al 96 (fase frías), presentando una diferencia clara de los efectos de El Niño 97-98 en donde se muestra el ingreso de las aguas cálidas ( $> 24^{\circ} \text{C}$ ) hacia el interior de la bahía, manifestados desde junio 97 hasta marzo 98, posterior a este periodo las temperaturas dentro de la bahía mantuvieron una característica representativa (cálida), debido a la configuración de la bahía, permaneciendo por un periodo de transición (hasta fines del 1998) para dar paso a lo que se conoce como La Niña, en la cual, para el año 99, se manifestó enfriando esta bahía, presentando condiciones frías, posteriormente en el 2000 (mes de marzo), se apreció el continuo descenso de la temperatura superficial del mar, especialmente en las zonas cercanas a la bocana principal debido al incremento de la intensidad de los vientos y a la Corriente Costera Peruana propias del período. Se observó un avance de las masas de aguas frías hacia el norte y oeste de la bahía, lo que determinó una importante área ocupada



por aguas de mezcla. También se noto una mayor amplitud del área fría en la zona sur de la bahía.

#### **4.3.1 CONDICIONES AMBIENTALES EN SAMANCO DURANTE 1997**

Los años 1995 y 1996 fueron consideradas como años típicamente fríos con un invierno bastante crudos registrándose en setiembre de 1996 en la bahía de Samanco temperaturas de 15,4 a 17,0° C (Morón y Rojas, 1996), mientras que en diciembre del mismo año se notó un ligero aumento de la temperatura alcanzando valores de 16,1 a 20,7° C (Morón y Beltrán, 1996).

Parcialmente el año de 1996 fue un año frío caracterizado por un intenso afloramiento para luego pasar a un periodo cálido, asociado al evento “El Niño” en 1997-98

Las elevadas temperaturas registradas a partir del mes de junio de 1997 (Figura 10) están relacionadas directamente con las anomalías térmicas del Pacífico Sur-oriental debido a la evolución de “El Niño 1997-98”, evento catalogado como “muy fuerte” (Forum: El Fenómeno El Niño, 1997-1998) superando en intensidad a los eventos “moderados” de 1976, 1987 y 1992.

Durante la primera mitad de 1997, las condiciones oceanográficas mostraron temperaturas superficiales máximas de 22° C, en abril y junio,

resultando un otoño cálido lo que evidencia el efecto del evento "El Niño" en esta latitud 9° S.

Las temperaturas en el segundo semestre de 1997, se mantuvieron elevadas y similares a las registradas en el mes de junio (Morón y Rojas, 1997) asociadas al pleno desarrollo del evento cálido antes mencionado (Figura 11). Es así, que en la Bahía Samanco y en pleno invierno de 1997, se presentaron temperaturas superficiales mayores en 3 a 5° C que las observadas en el verano de 1996, en tanto, en el fondo las diferencias fueron mayores sobrepasando los 6° C.

Entre junio y diciembre la temperatura superficial del mar dentro de la Bahía sobrepasó los 25,0°C, en forma similar ocurrió en las proximidades del fondo donde se registró temperaturas que variaron de 23,2 a 25,0° C, manteniendo las isotermas una distribución en forma regular. También se debe mencionar que entre agosto y octubre la temperatura descendió a valores menores de 23,8° C en la superficie, incrementándose la temperatura después de este periodo (Figura 12).

Los altos valores de salinidad se presentaron durante todo el año, esto se debieron a la forma cerrada de esta bahía, que permite incrementos térmicos con una consecuente gran evaporación y un incremento en las concentraciones de sales.

En los primeros meses del año 1997 (enero - junio) las concentraciones halinas, mostraron gran variación con los años normales, conservando valores relativamente altos dentro de la bahía (35,12 a 35,26 ups), en agosto las condiciones anómalas favorecieron a una fuerte incursión de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) que originaron la elevación de la salinidad en el orden de 0,2 a 0, 5 ups con respecto a años normales, todo este panorama es bastante atípico dado que El Niño se encontraba en pleno desarrollo. En esta época se tuvo salinidades que variaron entre 35,32 y 35,60 ups, concentraciones bastante altas asociadas a las altas salinidades que se presentaron en la parte externa de la bahía por la aproximación de las ASS hacia la costa, concentraciones que se vieron incrementadas en el interior de la bahía debido a la configuración de la misma.

La circulación marina dentro de esta bahía, en la superficie y en el fondo presentaron flujos moderados a débiles (con intensidades promedios de 7.8 y 5.8 cm/s, respectivamente) que ingresan por el extremo norte de la bocana que alcanzan la parte central de la bahía; compuesta por dos ramales, para seguir la configuración de la costa y la otra se proyecta directamente al interior de la bahía para luego descargar por el lado sur, presentando formación de un remolino en sentido horario en ambos niveles, esto se puede relacionar con los altos valores de salinidad (propias del interior) que se registran en las zonas mencionadas y del mismo nivel.

Los resultados obtenidos demuestran que el impacto biológico de la segunda fase de calentamiento de "El Niño", hasta fines de diciembre, es menor que el de la primera fase (en otoño). Además, las tendencias de las condiciones oceanográficas, sólo podrían inducir un impacto biológico menor al observado durante "El Niño 1982-83". Finalmente, el restablecimiento del ecosistema tardó varios meses después de terminadas las anomalías oceanográficas, debido al efecto "Post-Niño".

#### **4.3.2 CONDICIONES AMBIENTALES EN SAMANCO DURANTE 1998**

Durante los primeros meses del año 1998, entre febrero y marzo, la temperatura en la superficie del mar presentó los valores máximos del segundo pico de calentamiento de "El Niño 1997-98", alcanzando valores de hasta 28,0° C. Posteriormente, la temperatura empezó a declinar rápidamente y a fines de junio bajando hasta 15,4° C, mostrando un fuerte enfriamiento de aproximadamente 7 a 8° C con respecto a lo registrado en marzo del mismo año (Figura 13).

En los primeros meses de 1998, la bahía Samanco se encontró fuertemente influenciada por el evento El Niño 1997-98, por las altas temperaturas, con presencia de Aguas Subtropicales (ASS) y Ecuatoriales (AES), es por ello que las salinidades se mantienen bastante similares en los dos niveles de la Bahía (superficie y fondo).

Térmicamente “El Niño 1997-98” alcanzó su máxima intensidad en superficie durante los primeros meses de este año, específicamente en marzo, debido a que ya se observó una disminución de la temperatura en la capa sub-superficial, lo que indicaría el inicio del proceso de normalización, estas aguas relativamente frías ingresan por la parte mas profunda (centro de la bocana), incrementando su valor hacia el interior, donde la poca remoción de agua hace que la temperatura presente los máximos valores. Mientras que la salinidad superficial mostró valores bajos (menores de 35,20 ups) en el interior de la bahía, si lo relacionamos con las altas temperaturas, estas podrían ser el resultado de las aguas relativamente frías, con bajo tenor de salinidad que vienen ingresando por la capa sub-superficial, mezclándose con la superficie.

En julio de 1998 las condiciones oceanográficas en la bahía de Samanco se encontraron muy próximas a lo normal, con temperaturas superficiales de 16,7 a 20,1°C. Las temperaturas de superficie y de fondo disminuyeron entre 7 a 9° C, asimismo los valores de salinidad en el fondo mostraron una ligera reactivación del afloramiento costero, lo que estuvieron desplazando los altos valores termo-halinos de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), las mismas que con gran intensidad se ubicaron dentro de la bahía en meses anteriores (Figura 14).

Después de los cuatro primeros meses de 1998, es evidente la tendencia a la normalización de los parámetros oceanográficos al cesar la influencia de masas de aguas atípicas para la zona. Al finalizar el año

1998 ya se muestran condiciones oceanográficas casi normales, con diferencia de temperaturas de 6° C respecto a diciembre de 1997.

Los resultados obtenidos evidencian que las anomalías positivas de temperatura provocadas por el "El Niño 1997-1998" dentro de la bahía, se mantuvieron hasta fines de mayo de 1998, y a partir de junio comenzaron a desaparecer. Sin embargo, el impacto biológico no terminó, lo cual se pudo evidenciar en los recursos pesqueros (Figura 15).

En cuanto a la circulación marina se puede apreciar que durante el segundo pico del evento El Niño 97-98, sigue manteniendo la influencia de los flujos hacia el interior de la bahía, con ingreso de aguas calidas por la capa superficial y circulando en sentido horario (movimientos ciclónicos), para posteriormente dejar la bahía por la zona sur de la bocana principal próximo a Punta La Viuda, este comportamiento se mostró contrario a la capa subsuperficial (fondo), donde se muestra que todos los flujos tienden a dejar la bahía por la capa subsuperficial, con flujos predominantes de suroeste.

#### **4.3.3 CONDICIONES AMBIENTALES EN SAMANCO DURANTE 1999**

Dentro de la bahía Samanco durante el año de 1999 (periodo post El Niño 97-98) solo se pudo realizar una prospección, este se realizó en setiembre, donde se presentaron condiciones físicas propias a la

normalización con temperaturas en promedio de 17.7°C en la superficie, con distribución térmica característica de la bahía, mostrando el ingreso de aguas frías por la bocana principal, replegando a las más cálidas hacia el centro y norte de la bahía. Mientras que en el fondo la distribución de temperatura presentó un mayor gradiente térmico principalmente en la zona norte de la bahía, debido al fuerte ingreso de aguas frías con temperaturas menores de 15°C. Este comportamiento térmico se manifestó en todo el litoral peruano, debido a que posterior al evento El Niño 97-98, hubo inmediatamente un cambio drástico en el ambiente marino, disminuyendo los valores térmicos, y observándose anomalías térmica negativas en aproximadamente -2 y -3°C, dando paso a un periodo frío, iniciado en el segundo semestre del 98, y catalogado este periodo con un evento La Niña, repercutiendo en las zonas costeras, manifestándose en la Bahía Samanco. El cambio térmico se manifestó en superficie como en el fondo, obteniéndose valores térmicos mínimos de 16.8 y 14.0°C para la superficie y fondo respectivamente (Figura 16).

La distribución de salinidad en superficie y fondo presentaron las mismas características halinas, abarcando la bahía la isohalina de 35.1 ups, concentraciones característicos de las ACF, con ligeras elevadas concentraciones halinas, esto debido a que Samanco es una bahía semi-cerrada, descrita ya anteriormente, además se observaron a las menores concentraciones halinas (<35.05 ups) en la proximidad de la bocana principal, incrementándose hacia el interior de la bahía (>35.15 ups)

observadas en ambas capas (superficie y fondo). En general las concentraciones fueron normales para la época.

En el 1999 se observaron principalmente variaciones térmicas (enfriamiento) mientras que los valores halinos mantuvieron sus propias características de concentraciones elevadas de sal, debido a la configuración de la bahía descrita anteriormente.

Los flujos marinos mostraron una ligera incursión de las aguas por la zona norte de la bocana principal (próximo a la Isla Redonda) observado en superficie y fondo, circulando dentro de la bahía en sentido horario, para posterior dejar la misma por la zona sur de la bahía, próximo a La Boquita, este comportamiento es característico de la bahía, el cual está influenciado por la Corriente Costera Peruana (CCP) que transporta aguas frías provenientes del sur y mostrándolo el sentido horario sujetándose a la configuración de la costa de la bahía.

#### **4.3.4 CONDICIONES AMBIENTALES EN SAMANCO DURANTE 2000**

Durante el periodo del 2000 la bahía continuó con el descenso térmico, observándose para marzo, el descenso de la TSM, especialmente en las zonas cercanas a la costa debido al incremento de la intensidad de los vientos y a la intensificación de la Corriente Costera Peruana (CCP) propias del período, lo que generó un avance de las masas de aguas frías hacia el norte y oeste de la bahía, determinando



una importante área ocupada por estas aguas, respecto al periodo anterior.

La distribución de TSM en marzo presentó características propias para la estación de otoño e invierno (Zuta y Guillén), tanto en valores como en ubicación, mostrándonos valores cuyas diferencias de máximas y mínimas oscilaron entre 1.8°C en la superficie y de 7.0°C en el fondo, así mismo la salinidad mostró concentraciones de sales de 35,1 ups, correspondiendo dichos valores como propias de la zona. El tipo de masa de agua presente en toda la zona durante los meses de marzo y abril pertenece a Aguas de Mezcla y en el mes de julio correspondieron a ACF. La circulación marina en superficie presentó características de acorde a la configuración de la costa.

Estas temperaturas superficiales dentro de la Bahía, durante los meses de marzo y abril fluctuaron entre 20.5° y 22.3°C con un promedio de 21.4°C, la distribución fue homogénea, proyectándose las isotermas con dirección noroeste con un consecuente ligero aumento de la temperatura hacia el interior de la Bahía (Figura 17). Comparando con los valores de marzo de 1998 encontramos diferencia de 5 a 6°C debido a que en 1998 se desarrolló evento El Niño (O. Morón, L. Vásquez, Informe Interno 1998-b). En el fondo marino la temperatura tuvo una variación de 14.2° a 22.0°C, con un promedio de 17.9°C. En general podemos decir que en superficie y fondo se presentaron temperaturas con valores propios de la zona correspondientes para la estación de otoño

En julio estas temperaturas superficiales fluctuaron entre 17,5 y 19,4°C con un promedio de 18,7°C, presentando una distribución homogénea y con características propias para la bahía; temperaturas elevadas (> 19°C) en la zona norte y cerca de la línea de costa (entre Punta Caleta Colorada y Tancay) en cambio las temperaturas más bajas (< 17,5°C) se ubicaron frente al Puerto de Samanco. En el fondo la temperatura tuvo una variación de 15,5 a 19,0°C, con un promedio de 16,3°C. En este nivel la distribución térmica muestra un incremento térmico hacia el norte de la Bahía, donde se observa un fuerte gradiente térmico (16 - 19°C) de aproximadamente 1°C/15" (Figura 18).

En diciembre, la temperatura superficial varió de 17,6 a 19,5 °C con un promedio de 18,9°C, la distribución también se presentó homogénea, observándose un incremento térmico de la bocana hacia la parte interna de la bahía, muy característico de esta bahía. Los más altos valores se registraron alrededor de la Isla El Grillo, mientras que los más bajos próximos a la bocana principal (Figura 19). En el fondo la temperatura varió de 14,2 a 18,9°C con un promedio de 15,5 °C; la distribución presentó un mayor contraste térmico principalmente en la zona norte, que es la parte menos profunda de la bahía, en cambio en la zona centro-sur la distribución fue homogénea, la zona más fría se localizó entre La Boquita y Punta Caleta Colorada con temperaturas menores de 15°C.

En cuanto a la salinidad, la superficie del mar en verano mostró concentraciones homogéneas de sales, que fluctuaron de 35.039 a 35.188 ups, ligeramente menor a las observadas en marzo de 1998, las mayores concentraciones se ubicaron frente al Puerto Samanco, formando un núcleo con concentraciones mayores a 35.15 ups, característica algo diferente a las comunes donde generalmente las mas altas concentraciones se presentan muy pegadas a la línea costera entre punta Tancay y Punta La Cocina. Mientras que en el fondo las concentraciones de sales fueron de 35.002 a 35.166 ups, en la zona norte se presentó un mayor contraste halino debido al ingreso de las aguas frías antes mencionadas y que cubren gran parte de la bahía asociadas a salinidades próximas a 35.0 ups.

En de invierno (julio 2000) la superficie del mar mostró concentraciones de sales fluctuantes entre 34,840 a 35,140 ups, distribuidas en forma casi homogénea a excepción de dos pequeños núcleos con concentraciones mayores a 35,10 ups. En el fondo las concentraciones de sales fueron de 34,902 a 35,141 ups. En este nivel también las concentraciones de sales fueron homogéneas.

Podemos decir que en la Bahía Samanco las concentraciones encontradas fueron típicas de la zona en toda la columna de agua, los relativos altos valores se deben a la fuerte evaporación en toda la bahía y a la débil circulación dentro de la misma.

En diciembre la salinidad presentó distribuciones homogéneas en ambas capas (superficie y fondo) con valores mayores de 35,10 ups. Esta bahía cerrada, ya descrita anteriormente, presenta comportamientos oceánicos homogéneos, con un cambio lento de aguas, permaneciendo un mayor periodo de tiempo el agua dentro de la bahía, contribuyendo a un incremento térmico y halino del agua, debido a la evaporación del agua en la zona. Las masa de agua predominante en toda la columna de agua de este periodo, fueron las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS).

La circulación marina dentro de la bahía se mantuvo de acuerdo al patrón de circulación, presentándose más débil en el mes de julio respecto al muestreo de verano, mientras que la temperatura en la columna de agua se ha mantenido constantes, con excepción de la capa próxima a la superficie, donde se mostró el descenso térmico. La débil circulación provoca que el movimiento de las masas de agua sea lento, ocasionando incrementos de temperatura, salinidad, saturación y disminución en la concentración del oxígeno en toda la bahía.

La circulación reflejada por los flujos marinos siguió la configuración de la costa formando un movimiento ciclónico dentro de la bahía, para dejar la misma por el lado sur de la bocana principal, frente a la Boquita. Los flujos presentados tuvieron intensidades fuertes en el centro de la bahía pero muy poca intensidad pegados a los bordes costeros (entre playa Lanchón y Vesique). Al norte entre Punta Caleta

Colorada – Playa Lanchón y Punta Cocina, parte del flujo al chocar con el talud se profundiza mezclándose con aguas de fondo.

Para diciembre las intensidades de los flujos variaron entre 3,1 a 21,4 cm/s en superficie de 3,3 a 20,0 cm/s en el fondo. Se puede decir que en ambos niveles la circulación es semejante siendo la capa superficial, ligeramente más intensa que la capa inferior. Los flujos ubicados al sur de la Isla El Grillo - Isla Redonda presentan una tendencia clara de dejar la bahía a través de la bocana en cambio los ubicados al norte hacia la costa son más débiles que los anteriores.

#### **4.3.5 SECCION VERTICAL EN LA ENTRADA DE LA BOCANA (Serie de Tiempo)**

En la figura de series de tiempo de la estructura vertical en la entrada de la bahía (Bocana Principal) desde el año 1992 al 2002, la estructura térmica muestra el periodo cálido de 1997-1998 asociados a los eventos El Niño, alcanzando temperaturas mayores a 24°C principalmente sobre los 25 m de profundidad, abarcando este calentamiento desde junio del 97 hasta mayo del 98, además se observan 2 periodos fríos asociados a La Niña 1996 y 1999-2000 donde las temperaturas son menores a 17°C en la capa subsuperficial, predominando en la capa superficial valores de temperatura ligeramente mayores a 18°C, pero por debajo de los 15 m de profundidad temperaturas frías menores a 15°C (Figura 20).

Respecto a las concentraciones de sales, estas son predominantemente altas (mayores a 35,1 ups), siendo estas concentraciones típicas de la bahía, exceptuando las encontradas durante El Niño 97-98 que estuvieron asociadas a la advección de aguas oceánicas (ASS) por el evento cálido antes mencionado, alcanzando valores halinos de hasta 35,40 ups en la entrada de la bocana con una profundización de 30 el cual abarca todo el ingreso de la bocana principal, manteniendo estrecha relación con temperaturas mayores a 22°C. En tanto las menores concentraciones se encontraron durante los periodos fríos asociadas a aguas afloradas, debemos resaltar que después de La Niña 98-99 persisten relativas bajas concentraciones de sales en la capa subsuperficial (por debajo de los 25 m).

La distribución de oxígeno, muestra que la capa superficial presenta pocos cambios, manteniéndose las concentraciones con valores próximos a 5mL/L, en cambio la capa subsuperficial si muestra cambios significativos (disminución en las concentraciones del oxígeno disuelto) durante La Niña 1996 y después de La Niña 99-00, persistiendo estas bajas concentraciones hasta la fecha analizada, aunque en menor escala.

#### **4.3.6 SERIE DE TIEMPO DE TEMPERATURA Y ANOMALIA SUPERFICIAL (Laboratorio Costero de Chimbote – IMARPE)**

Los promedios globales de la temperatura superficial del mar (TSM) obtenidos en el Laboratorio Costero de Chimbote (IMARPE

Chimbote) mantienen estrecha relación con los cambios ambientales ocurrientes en la Bahía Samanco, de los años fluctuantes desde 1990 al 2004 (Años fríos y cálidos). La serie nos muestra dos picos muy altos de calentamiento, uno en el 92 y otro entre 1997-98, sobresaliendo el mayor pico cálido (el evento calido del 97-98), catalogado como Niño Extraordinario, alcanzando su máxima TSM ( $29^{\circ}\text{C}$ ) en febrero y marzo del 98 con ATSM de  $+7^{\circ}\text{C}$ , estos alto valores fueron corroborados con salinidades muy altas ( $>35.2$  ups) indicios claros de las Aguas Subtropicales Superficiales ASS, que predominaron en esta área, de igual forma a inicios de este evento (junio-agosto 97) ubicamos a las máximas TSM de  $24.5^{\circ}\text{C}$  y una ATSM de  $+5.5^{\circ}\text{C}$ , que catalogaron a este evento como extraordinario de la década del 90' de similar intensidad a los registrado en El Niño 82-83; además en la década del 90' se pudo apreciar otro calentamiento ocurrido en el 92, pero de intensidad modera con temperatura máxima de  $26^{\circ}\text{C}$  y una ATSM máxima de  $4^{\circ}\text{C}$ , y catalogando como el Niño 92' de intensidad moderada (Figura 21).

Posterior al calentamiento del Niño 97-98, dio paso a una fase de condiciones frías observadas después de agosto del 98 y se prolongo hasta el 2000, el cual fue catalogado como un evento frío denominado La Niña 99-00 con temperaturas mínima de hasta  $17^{\circ}\text{C}$  y ATSM de  $-2^{\circ}\text{C}$ . Además previo al Niño 97-98, en el 96 se presidió otro periodo frío nombrando también a este periodo como un evento Niña del 96, con TSM mínimas de  $17,2$  y ATSM de hasta  $-1.8^{\circ}\text{C}$ .

Además se realizaron promedios de las evaluaciones realizadas en la Bahía Samanco, donde se obtienen los mínimos y máximos valores de temperatura (°C) y salinidad (ups), tanto en superficie como en el fondo, observándose claramente los periodos cálidos 97-98 y el periodo frío 98-00, manifestándose estas fluctuaciones en el fondo de la bahía. Estos valores se describen en la tabla N°1.

#### **4.4 DISTRIBUCION Y CONCENTRACION DEL RECURSO CONCHA DE ABANICO**

La extracción de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) ha experimentado ciertas fluctuaciones a través del tiempo. Estas se reflejan en incrementos de sus desembarques durante o después de los años caracterizados por el fenómeno de "El Niño" (Mendo et al., 1987).

No hay información sobre el efecto de eventos anteriores al 97-98, sobre el recurso en el área de Chimbote, sin embargo "El Niño 1997-98" determinó un efecto contrario a lo esperado, con una drástica baja en su densidad y abundancia.

A pesar de que no tenemos evidencia que el incremento de los desembarques durante las décadas del 60 y 70 ha sido producto de un aumento en la magnitud del stock de concha de abanico, los diferentes estudios y evaluaciones llevadas a cabo durante los años 80 por el Instituto del Mar del Perú, (Mejía et al., 1984; Samamé et al., 1985 a,b y 1986) sugieren que estos



incrementos se deben principalmente al aumento de la población en condiciones favorables para esta especie durante los años "El Niño".

En octubre de 1994, el Instituto del Mar del Perú realizó la primera evaluación del recurso en el área de Chimbote, obteniendo una población de 3.1 millones de ejemplares y biomasa de 77.3 Tn., para el área total de la Bahía Ferrol, Samanco y Los Chimus (Rubio et al., 1995). Posteriormente, la intensa actividad extractiva ejercida sobre el recurso y las condiciones ambientales frías que caracterizaron los años 1995 y 1996, determinaron una disminución de los niveles poblacionales, de 77.3 Tn en octubre de 1994, a 24.6 Tn en enero-febrero de 1996 y 18.9 Tn. de biomasa en diciembre de 1996 (Rubio et al., 1997).

Las evaluaciones del recurso de concha de abanico realizadas en el área de Chimbote, Región Santa, se realizaron entre agosto y setiembre de 1997, obteniéndose una biomasa total de 184.1 Tn. y una población de 17.2 millones de individuos. Sin embargo, en el área de Chimbote los efectos han sido altamente negativos, bajando la biomasa de 184.1 Tn. en setiembre de 1997 a poco más de 6 Tn. en agosto de 1998, con muy escasa presencia del recurso en Samanco y Tortugas. La población bajó de 1.6 a 0.3 millones de ejemplares en el mismo periodo. Esto se debió probablemente a que las temperaturas fueron excesivamente altas, llegando incluso a reportarse valores térmicos mayores a 28°C, así como a la repentina baja de la salinidad por el gran influencia de agua dulce y sedimentos que aportaron los ríos por las abundantes lluvias. (Rubio et al., simp 1998).

Desde la evaluación llevada a cabo en agosto de 1998 (Rubio et al., 1998), en donde se calculó una biomasa de 35.1 Tn. y una densidad media de 0.743 ej/m<sup>2</sup>, el recurso ha sido afectado negativamente por la extracción continua de ejemplares por debajo de la talla comercial y de juveniles con fines de engorde, así como por el acarreo de sedimentos sobre los bancos naturales de concha de abanico. En este sentido, se vienen observando signos de recuperación del recurso a través de un alto porcentaje de juveniles (60%), los que deben ser protegidos para garantizar la continuidad del recurso y la pesquería (Tafur et al., 1999).

En general, las mayores concentraciones de conchas de abanicos (>5 ejem/m<sup>2</sup>) se registraron en la zona noroeste de la bahía (agosto – setiembre 1997) entre la Isla Redonda y Punta Caleta Colorada, a diferencia de la distribución de agosto 1998, cuando la distribución fue menos amplia y con pequeños parches de presencia de ejemplares en la parte sureste, entre la Boquita de Samanco y Punta La Viuda (Figura 22b). En cuanto a la distribución del recurso en el 1999 y 2000 (Figura 22), estos tuvieron una similar distribución, pero en el 2000 (noviembre y diciembre) existió una mayor abundancia relativa de ejemplares (ejem/m<sup>2</sup>).

#### **4.5 RELACION RECURSO - AMBIENTE**

Se realizó una relación del recurso con la TSM y la ATSM registrada en el la zona de Chimbote con los desembarques de concha de abanico, donde se pudo observar lo siguientes: en la grafica Desembarque Vs TSM se aprecia la fase cálida del periodo El Niño 97-98 con un gran pico cálido en febrero del 98 (TSM 27°C) coincidiendo con uno de los picos de máximos desembarques en Chimbote con aprox. 17 Tn de desembarque de concha de abanico, previo a este periodo (setiembre 97) los desembarques mensuales fueron menores a 1000 Kg, similar a las registradas posterior a marzo del 98 y dar paso a una fase fría de la Niña y presentar un nuevo pico de desembarque de aprox. 13 Tn en agosto del 98, para posterior a este pico mantenerse en una etapa mínima de desembarque que se prolongo hasta mediados del 2002 y recuperarse este recurso, pero ya no a cambios ambientales, sino a un mejor manejo de los marisqueros de la zona y a las medidas de veda propuestas por las entidades competentes (Figura 23).

#### **4.6 DELIMITACIÓN DEL BANCO DE CONCHA DE ABANICO**

Samanco ocupa el segundo lugar en orden de importancia en la Región Santa. Los principales parches de extracción de los recursos bentodemersal (concha de abanico) se ubican en La Pampa del Dorado, Punta Zamora, La Boquita de Samanco y áreas de influencia.

El banco natural de concha de abanico presenta un área principal, acorde con los resultados de la distribución espacial del recurso encontrados en evaluaciones anteriores (ejecutadas por IMARPE). La superficie de dicho banco natural tiene un área aproximada de 2029.2 Has. En la Figura 24, también se han incluido las posiciones geográficas de los diversos puntos que delimitan el banco natural entre La Pampa del Dorado e Isla Redonda y La Boquita de Samanco.

Las áreas de extensión que delimitan los bancos naturales de concha de abanico están expresadas por las siguientes nomenclaturas: AEmax (Área de extensión máxima) que vienen hacer las zonas hasta donde se ubica la presencia del recurso; AEmed (Área de extensión media) esta área muestra una mayor concentración de recursos, mayores a las registradas en el AEmax y en algunas ocasiones forma parte de los núcleos; N (núcleo) son las áreas principales de la formación de los bancos naturales.

#### **4.7 PERSPECTIVAS DE EXPLOTACION DEL RECURSO**

Los cambios climáticos propios de la ocurrencia del fenómeno El Niño, con notorios calentamientos del agua del mar, deja notar sus efectos incrementando sustancialmente los procesos de reproducción y crecimiento del recurso, lo que se ha traducido en un incremento de la magnitud poblacional, que permite sustentar la pesquería de este recurso en el tiempo, siempre que se explote racionalmente, respetando la normativa que sobre tallas existe.

Los efectos positivos de "El Niño" sobre la reproducción, mortalidad y reclutamiento, sugieren que el óptimo de temperatura para la concha de abanico se encuentra sobre las temperaturas normales de los bancos naturales. Esto origina probablemente un aumento en la tasa de crecimiento, individual como de la población, bajo condiciones "El Niño" (Wolff 1985).

Después del fenómeno de El Niño, cuando las condiciones ambientales vuelven a su estado "normal", todos los efectos positivos anteriormente mencionados cesan, y por lo tanto es de suponer que, en un determinado lapso, la magnitud de la población va a retomar las características que tenía antes del fenómeno de El Niño (Mendo et al., 1987).

## V.- DISCUSION

- Es notable discutir acerca del aspecto halino, si encontramos variables como la temperatura y la circulación que guardan relación con los cambios estacionales en su distribución y valores, es muy extraño que valores de salinidad se presentan bastantes similares (35,2 ups) con una diferencia muy ligera, probablemente obedece a la configuración de la costa que no permite un cambio muy constante de masas de agua, lo que no ocurre con la temperatura y circulación, por que en el primer caso (temperatura) esta relacionado con el viento y la temperatura del ambiente; en tanto que el segundo (circulación) influyen factores como el viento las proyecciones de masas de aguas. Estos valores de salinidad permiten suponer que existe siempre masa de Agua de Mezcla y predominancia de ACF con ligeras elevadas salinidades.

- En la parte central de la Bahía Samanco y en la zona al noroeste de Isla Redonda, los sedimentos tienen texturas sedimentarias de arcillosa limosa, limo arcilloso y limo, presentando en la fracción más fina abundantes diatomeas, lo que estaría relacionado a la coloración verde oscuro predominante en el mayor porcentaje de muestras colectadas en la bahía y los altos contenidos de materia orgánica; por su textura y contenido de materia orgánica, Samanco, muestra poco efecto de contaminación de origen antropogénico existente en la zona, los valores más elevados de materia orgánica se explicarían por los procesos de degradación de esta en ambientes deficientes de oxígeno, como se muestran en reportes (Vásquez et al. 2000), la fuente de este material orgánico sería consecuencia de la sedimentación de los detritus orgánicos a través de la

columna de agua originados por la productividad biológica en la zona, que esta condicionada por la baja intensidad del régimen hidrodinámico del fondo que se observa en esta zona (Vásquez et al. 2000.)

- Los sedimentos más cercanos a la costa y en las zonas donde decrecen los contenidos de materia orgánica y carbonatos, presentan una fracción predominante de arena y limo, correspondiendo a texturas de arena y arena limosa, y limo arenoso, con abundantes micas, reflejan la naturaleza terrígena de estos sedimentos, distribuidas en esta zona por efectos de la corriente y cuya fuente de aporte serían las formaciones rocosas que afloran en la costa, erosionadas por la acción marina y el viento (Fuente Area de Geología Marina – IMARPE).
- La circulación es típica en la bahía, con ingresos de agua por la zona norte de la bocana principal, con movimiento ciclónico, para dejar la bahía por la zona sur, con intensidades débiles a moderadas (5 a 10 cm/s) y menor intensidad en la zona central.
- La distribución de los sedimentos intervienen directamente en la localización de los recursos invertebrados, especialmente en las zonas próximas a la costa de la zona noroeste de la bahía (entre Punta Caleta Colorada e Isla Redonda), conformado por fondos arenosos, areno-fangosos y de conchuelas, característica de crecimiento y desarrollo de la concha de abanico.

## **VI.- CONCLUSIONES**

- La variabilidad ambiental interanual observada en Samanco durante los años estudiados (97 al 2000) tanto en las capas horizontales y verticales muestran claramente los episodios anormales que el ambiente marino nos ofrece, las que han sido reflejados en los eventos El Niño 97-98 y La Niña 99-00, con aumentos y descensos térmicos considerables y la inestabilidad de la circulación marina, desviando los flujos predominantes en el interior de la Bahía Samanco.
- La Bahía Samanco es una de las principales áreas de producción de concha de abanico de la Región Santa, el cual tiene dos principales áreas de bancos naturales cercanas a La Pampa del Dorado y La Boquita de Samanco (delimitadas anteriormente) las cuales se encuentran asociados a concentraciones halinas propias de las Aguas Costeras Frías (ACF) predominante dentro de la Bahía, con elevadas concentraciones halinas, caracterizando la Bahía de Samanco, además de procesos de aguas de mezcla entre las ASS y ACF.
- En cuanto a la circulación marina predominante en la Bahía, los flujos en superficie presentan ingreso de aguas por el norte de la bocana principal, la cual con gira en sentido ciclónico y siguiendo la configuración de la costa emigrando por el lado sur de la bocana principal frente al Boquita, en tanto que en el fondo el ingreso de los flujos se presenta por el lado sur de la bocana principal emigrando la misma por el lado norte de la bocana principal.



- Sobre sus textura sedimentaria, la bahía Samanco esta conformado por sedimentos de textura arenosa en la zona del litoral, en la parte central arena limosa y limo arcillosa, algunos parches de arcilla limosa y fangosa cercana a zonas del litoral donde la influencia de la intensidad de corrientes es menor.
- Los cambios atmosféricos y oceanográficos propios de la ocurrencia del fenómeno El Niño 1997-98, con notorio calentamiento del agua de mar, deja notar sus incrementos substancialmente los procesos de reproducción y crecimiento del recurso concha de abanico. En general este recurso demuestra su desarrollo y crecimiento en Samanco, con valores óptimos de temperatura subsuperficial de 15°C a 18°C y concentraciones halinas de 35,0 a 35,1 ups.
- La optimización de la planificación del desarrollo oceanográfico permite identificar ciertos tropiezos así como insuficiencias que generan a lo largo de las diferentes tipos de muestreo obtenidos en la Bahía Samanco. Pero la mejora de los equipos que actualmente se utilizan ayudan tener un buen panorama de las condiciones físicas de la Bahía así también al estudio directo de la centralización del recurso concha de abanico que se encuentra dentro de la Bahía.

## **VII RECOMENDACIONES**

- El estudio de los parámetros físicos en la Bahía Samanco es una de las ventajas favorables para los empresarios en el desarrollo de la maricultura, por presentar esta Bahía características orográficas propias, de mantener valores elevados de temperaturas superficiales del mar así como de salinidad a través de los años.
  
- Podemos decir que los cambios de temperatura con respecto al tiempo, cambian las zonas de captación de semillas, influyen en las zonas de desarrollo de las mismas, actúan sobre la disponibilidad del alimento, es decir, las relaciones de alimentación, metabolismo y crecimiento son afectadas no solamente por la disponibilidad del alimento sino por la temperatura del agua.
  
- Asimismo, es conveniente intensificar el estudio del fondo marino y otros parámetros ambientales para determinar áreas propicias para el asentamiento y crecimiento de la especie que permitan el desarrollo de actividades de maricultura.
  
- Las condiciones ambientales durante los eventos cálidos, muestran desplazamiento de aguas del norte y del oeste, que modifican el ambiente marino, ya que estas aguas presentan altas temperaturas, bajas o altas salinidades según la procedencia de la masa de agua, creando así un ambiente favorable para el desarrollo de los recursos invertebrados como la concha de abanico.

- La ausencia de un control adecuado en las épocas de veda podría dar lugar a la extracción de ejemplares de tallas menores de 65 mm, talla mínima de extracción, y al incremento de especies competidoras y depredadoras de la concha de abanico, que se ven favorecidas por los restos de este recurso arrojados al mar durante el desvalvado. Es por ello que a las autoridades competentes se les recomienda tomen conciencia e implanten medidas para mejorar el desarrollo y crecimiento del recurso concha de abanico en la Bahía de Samanco.
  
- Por estas razones, la extracción de concha de abanico deben estar dirigida exclusivamente a los ejemplares mayores o iguales a 65 mm, con el objeto de proteger los procesos de reproducción, crecimiento y reclutamiento que permitan garantizar un stock capturable en el tiempo tal como los mencionaron: Yamashiro et al (1995) y Rubio et al (1995, 1996, 1997).
  
- Las carreras como Ing. Pesquera, Ing. en Geología Marina, Biología Marina, etc., están en desarrollo y algunos en etapas de planeación complementan el progreso industrial en sus niveles culminantes. Todos estos futuros profesionales requieren del apoyo de la Oceanografía para poder conocer el comportamiento de las masas de agua y dominar su tecnología.

### **VIII.- REFERENCIA BIBLIOGRAFIA**

- ARNTZ, W., A. LANDA & J. TARAZONA. 1985.** El Niño, su impacto en la fauna marina. Noveno Congreso Latinoamericano de Zoología. Bol. Inst. Mar. (vol. Extraord.), Perú-Callao, pp 222.
- ARNTZ, W & J. VALDIVIA. 1985.** Vision Integral del problema El Niño. En el Niño, su impacto en la Fauna Marina. pp 5-10.
- BAKUN, A. 1990.** Global climate change and intensification of coastal upwelling. Science, 247: 198-201.
- BARBER, R., S. ZUTA, J. KOGELSCHATZ AND F. CHAVEZ. 1983.** Temperature and nutrient conditions in the eastern equatorial Pacific, Oct. 1982. Tropical Ocean-Atmosphere Newsletter N° 16, 15-17.
- BLANCO, J. L. & M. DIAZ. 1985.** Características oceanográficas y desarrollo de El Niño 1982-1983 en la zona norte de Chile. Invest.Pesq.(Chile) 32:53-60.
- CALIENES, R. Y O. GUILLÉN. 1981.** Masas de agua y producción primaria en el Perú. Bol. Inst. Mar Perú. Vol. Extraordinario ICANE, pp:155-163.
- CALIENES, R., O. GUILLÉN Y N. LOSTAUNAU. 1985.** Variabilidad Espacio-Temporal de Clorofila, Producción Primaria y Nutrientes frente a la Costa Peruana. Bol. Inst. Mar Perú. Vol. 10 N°1.
- CUCALÓN, E. 1983.** Temperature, salinity and water mass distribution off Ecuador during an El Niño event 1976. Rev. Cien. Mar Limn. Vol2 No1.1-25.
- GUILLÉN, O., N. LOSTAUNAU Y M. JACINTO. 1985.** Características de El Fenómeno El Niño 1982-83. Bol. Inst. Mar. Perú-Callao, vol. extraordinario GTZ "El Niño" Su Impacto en la Fauna Marina (Eds) pp. 11-20.
- GRADOS, C, 1989.** Variabilidad del Régimen hídrico del codo peruano-chileno. Rev. Com. Pacífico Sur (Número Especial). 95-104.
- HIDRONAV-34. 1987.** Derrotero de la costa del Perú. Dirección de Hidrografía y Navegación. Volumen I. Segunda Edición. (2): 58-60.
- KNAUSS, J. A. 1960.** Measurements of the Cromwell Current. Deep-Sea Res., 6(4): 265-286.
- LABORATORIO COSTERO DE CHIMBOTE. 2003.** Diagnostico del recurso concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en el litoral peruano. Inf. Int. Inst. Mar del Perú.
- MEJIA J., E. VALDIVIA, C. BENITES, B. SANTOS Y A. PEREDA 1984.** Primer intento de evaluación de las reservas de concha de abanico en Bahía Independencia. Inf. Interno IMARPE: 14 pp.
- MENDO J., VALDIVIESO V., YAMASHIRO C., JURADO E., MORON O., Y RUBIO J. 1987** Evaluación de la Población de Concha de Abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia, Pisco, Perú 17 enero al 04 de febrero de 1987. Inf. Int. Inst. Mar del Perú.
- MORON O., ROJAS A., 1997,** Evaluación de Efectos y Calidad Microbiológica en las Bahías de Ferrol y Samanco (10-13 junio de 1997). Inf. Int. Inst. Mar del Perú.

**MORON O., VASQUEZ C., 1997**, Evaluación Poblacional del Recurso Concha de Abanico (*Argopecten purpuratus*) en Bahía Samanco - Los Chimus - Chimbote, (25-28 agosto de 1997). Inf. Int. Inst. Mar del Perú.

**MORON O., DOMINGUEZ N., 1997**, Evaluación de los Efectos de la Contaminación y Calidad Microbiológica del Agua de Mar en Bahías Ferrol y Samanco. (11-14 diciembre de 1997). Inf. Int. Inst. Mar del Perú.

**MORON O., CAMPOS M., 1998B**, Analisis Comparativos entre el Contenido de Hidrocarburos del Petróleo en Especies Comerciales y Sedimentos Correspondiente a la Bahía de Samanco y Ferrol (16-19 marzo de 1998). Inf. Int. Inst. Mar del Perú.

**MORON O., VASQUEZ C., 1998A**, Evaluación del Medio Marino y Calidad Microbiológica del Agua de Mar en Bahía Ferrol - Samanco (17-20 marzo de 1998). Inf. Int. Inst. Mar del Perú.

**MORON O., VASQUEZ C., 1998**, Evaluación del Contenido de Hidrocarburos de Petróleo en Sedimentos y Organismos Marinos en Bahía Ferrol - Samanco (05-09 julio de 1998). Inf. Int. Inst. Mar del Perú.

**ROQUE GARCÍA, CECILIA. 2001** Algunos aspectos en la biología, pesquería y población de concha de abanico *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) en el área de Callao, Perú durante y después del Evento "El Niño" 1997-1998". Tesis de la Universidad Nacional Federico Villarreal, 76 pp.

**RUBIO J., C. YAMASHIRO, A. TAIBE, O. MORON Y J. CORDOVA. 1995** Evaluación Poblacional del Recurso Concha de Abanico (*Argopecten purpuratus*) en el Area de Chimbote, octubre de 1994. Inf. Prog. N°12. Inst. Mar del Perú - Callao, 54 pp.

**RUBIO J., A. TAIBE Y M. SOTO, 1997** Evaluación de la Concha de Abanico (*Argopecten purpuratus*) en el área de Chimbote. 27 noviembre - 08 diciembre 1996. Inf. Prog N°52. Inst. Mar Perú-Callao, 41-52 pp.

**RUBIO J., A. TAIBE Y M. SOTO, 1998 A** Evaluación de la Concha de Abanico (*Argopecten purpuratus*) en el área de Chimbote. (19-31 de agosto 1998). Inf. Interno Inst. Mar del Perú, 24 pp.

**RUBIO J., A. TAIBE Y C. YAMASHIRO, 1998**, Simposio Impacto de "El Niño 1997-98" sobre la Población de la Concha de Abanico (*Argopecten purpuratus*) en el área de Chimbote. Inst. Mar Perú. RIBEN - Simposio "El Niño 1997-98".

**SAMAME M., BENITES C., VALDIVIESO V., MENDEZ M., YAMASHIRO C., Y MORON O. 1985-A** Evaluación del Recurso Concha de Abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia y otros bancos naturales, mayo 1985. Inf. Int. Inst. Mar Perú, 63 pp.

**SAMAME M., VALDIVIESO V., YAMASHIRO C., MENDEZ M., Y ZABALLOS J. 1985-B** Evaluación del Recurso Concha de Abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia y otros bancos naturales, octubre-noviembre 1985. Inf. Int. Inst. Mar Perú, 42 pp.

**SAMAME M., VALDIVIESO V., YAMASHIRO C., MENDEZ M., Y JURADO E. 1986** Evaluación del recurso concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia, abril 1986. Inf. Int. Inst. Mar Perú, 42 pp.

**SCHWEIGGER, E. 1964.** El litoral peruano. Universidad Nacional Federico Villarreal. Segunda edición. pp 407.

- TAFUR R., SOTO M., PIZARRO L., LEDESMA J. Y VILLANUEVA P. 1999** Población de la Concha de Abanico (*Argopecten purpuratus*) en el Area de Chimbote, del 16 al 24 de setiembre de 1999. Inf. Prog. N°119. Inst. Mar del Perú - Callao 35 pp.
- UNESCO. 1981.** Documentos de base y datos en la Escala Práctica de Salinidad 1978. *Tech. Pap. Mar. Sci.*, 37: 144 pp.
- VASQUEZ L., CAMPOS M., 1998,** Estudio Comparativo de Hidrocarburos de Petroleo en Sedimentos y Organismos Marinos en Bahía Ferrol - Samanco (08-11 noviembre de 1998). Inf. Int. Inst. Mar del Perú.
- VASQUEZ, L., N. DOMINGUEZ Y J. TENORIO. 2000 A.** Caracterización Físico Químico y Geológico en la Bahía de Samanco 2000/03-04-Chimbote. Inf. Int. Inst. Mar del Perú. DGIO
- VASQUEZ, L., J. TENORIO, M. CRISPIN, F. VELASCO, Y J. SOLIS 2000 B.** Caracterización Físico Químico y Geológico en la Bahía de Samanco 2000/07-Chimbote (19-22 julio del 2000). Inf. Prog. N°131. Inst. Mar del Perú. 3-16 pp.
- VELAZCO, F. Y J. SOLIS. 2000.** Informe de avance del estudio sedimentológico componente el proyecto: Caracterización física, química y geológica de la Bahía de Samanco. Inf. Int. Inst. Mar del Perú. DGIO.
- VELAZCO, F. 1999.** Informe del estudio sedimentológico el proyecto: Análisis comparativo entre el contenido de hidrocarburos del petroleo en especies comerciales y sedimentos correspondiente a las Bahías de Samanco y Ferrol). Inf. Int. Inst. Mar del Perú.
- WOLFF M. 1985.** Fischerei, Oekologie und Populations dynamik der Pilgermuschel *Argopecten purpuratus* (L) im Fischereigebiet von Pisco (Perú) unter dem Einfluss des El Niño 1982/83. Kiel, Rep. Fed. Alemania.
- WOLFF M., Y R. WOLFF 1983.** Observations on the utilization and growth of the pectinid *Argopecten purpuratus* (L) in the fishing area of Pisco, Perú. Boletín Inst. Mar del Perú-Callao Vol. 7 N°6.
- WOOSTER, W. AND M. GILMARTIN. 1961.** The Peru – Chile Undercurrent. *J. Mar. Res.* 19:3, 97-122.
- WYRTKI. K. 1967.** Circulation and water masses in the eastern equatorial pacific ocean. *international journal oceanology and limnology*, 1(12):117-147
- YAMASHIRO C., J. ZEBALLOS, M. RABI, O. MORON Y A. TAÍPE. 1995.** Situación del recurso concha de abanico en el área de pisco y evaluación de la población en bahía independencia (18 marzo-06 de abril de 1995). inf. prog. inst. mar Perú-callao 06:19 pp.
- ZUTA, S Y O. GUILLEN, 1970.** Oceanografía de las aguas costeras en el Perú. Boletín Vol.2 num. 5, Inst. Mar Perú Callao, 2: 157-324.
- ZUTA, S. & W. URQUIZO. 1972.** Temperatura promedio de la superficie del mar frente a la costa peruana, periodo 1928-1969. Bol. Inst. Mar Perú Vol. 2(8):459-520.

# **ANEXOS**

## **RELACION DE TABLAS**

Tabla N°1 Promedio de las variables físicas oceanográficas en la Bahía Samanco (1997-2000).

Tabla N°2 Serie de los promedios mínimos y máximos de las variables físicas oceanográficas en la Bahía Samanco. 1996-- 2000

Tabla N°3 Característica física del sedimento en la Bahía.

Tabla N°4 Volúmenes de extracción (Kg) del recurso concha de abanico en el área de Chimbote.

Tabla N°5 Data de la Temperatura Superficial (°C) en la Estación Costera del Laboratorio de Chimbote - IMARPE.

Tabla N°6 Data de Anomalía Térmica Superficial ATSM (°C) en la Estación Costera del Laboratorio de Chimbote - IMARPE.



Tabla N°1 Promedio de las variables físicas oceanográficas en la Bahía Samanco (1997-2000).

	Dic. 96		Jun. 97		Agos. 97		Dic. 97		Mar. 98		Jul. 98	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
<b>Temp. (°C)</b> Sup.	16.1	20.7	24.8	25.5	22.3	23.8	25.4	26.6	26.5	27.5	17.8	20.1
	Fond.	13.5	17.5	23.2	25.0	20.1	22.9	24.2	26.2	23.4	27.4	15.4
<b>Salin. (ups)</b> Sup.	35.020	35.330	35.120	35.260	35.320	35.600	35.510	35.630	35.100	35.430	35.120	35.270
	Fond.	34.930	35.030	35.100	35.170	35.235	35.540	35.370	35.700	35.210	35.430	35.050
<b>Corr. (cm/s)</b> Sup.	---	---	6.3	16.6	4.0	10.0	8.3	10.4	5.0	17.0	3.0	11.0
	Fond.	---	---	4.2	12.5	2.0	5.0	5.6	4.0	17.0	3.0	8.0

	Agos. 98		Nov. 98		Agos. 99		Mar. 00		Jul. 00		Dic. 00	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
<b>Temp. (°C)</b> Sup.	16.6	18.4	16.9	20.6	16.8	18.8	20.5	22.3	17.5	19.4	17.6	19.5
	Fond.	14.7	17.7	14.7	19.5	14.0	18.0	14.2	22.0	15.5	19.0	14.2
<b>Salin. (ups)</b> Sup.	35.078	35.224	35.050	35.260	35.000	35.150	35.039	35.188	34.840	35.140	35.190	35.230
	Fond.	35.033	35.264	34.000	35.220	34.979	35.154	35.002	35.166	34.902	35.141	35.103
<b>Corr. (cm/s)</b> Sup.	2.0	19.0	4.1	13.3	---	---	1.8	18.8	2.0	12.6	3.1	21.4
	Fond.	2.0	24.0	4.1	11.0	---	---	1.0	25.0	1.8	14.2	3.3

Fuente: Unidad de Oceanografía Física (IMARPE)

Tabla N°2 Serie de los promedios mínimos y máximos de las variables físicas oceanográficas en la Bahía Samanco. 1996-- 2000

Superficie Temperatura		
Min.	Max.	Fechas
16.1	20.7	Dic-96
24.8	25.5	Jun-97
22.3	23.8	Ago-97
25.4	26.6	Dic-97
26.5	27.5	Mar-98
17.8	20.1	Jul-98
16.6	18.4	Ago-98
16.9	20.6	Nov-98
16.8	18.8	Ago-99
20.5	22.3	Mar-00
17.5	19.4	Jul-00
17.6	19.5	Dic-00

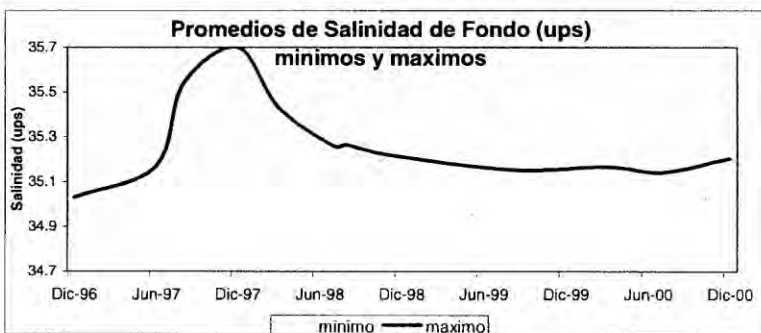
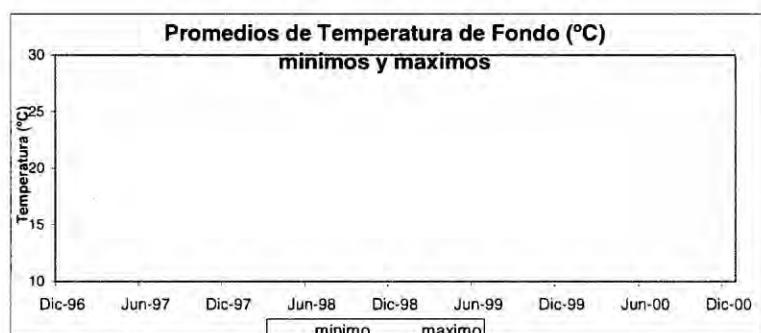
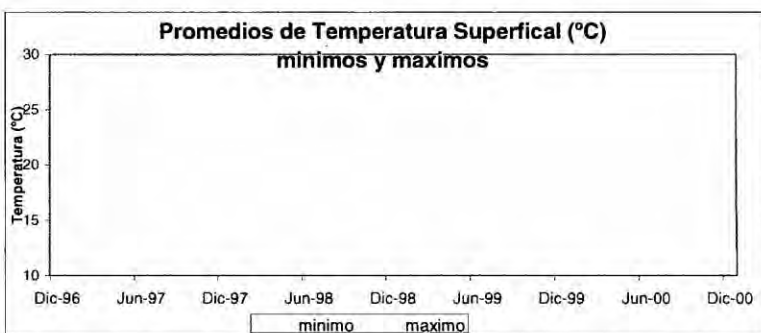
Fondo Temperatura		
Min.	Max.	Fechas
13.5	17.5	Dic-96
23.2	25.0	Jun-97
20.1	22.9	Ago-97
24.2	26.2	Dic-97
23.4	27.4	Mar-98
15.4	19.4	Jul-98
14.7	17.7	Ago-98
14.7	19.5	Nov-98
14.0	18.0	Ago-99
14.2	22.0	Mar-00
15.5	19.0	Jul-00
14.2	18.9	Dic-00

Superficie Salinidad		
Min.	Max.	Fechas
35.020	35.330	Dic-96
35.120	35.260	Jun-97
35.320	35.600	Ago-97
35.510	35.630	Dic-97
35.100	35.430	Mar-98
35.120	35.270	Jul-98
35.078	35.224	Ago-98
35.050	35.260	Nov-98
35.000	35.150	Ago-99
35.039	35.188	Mar-00
34.840	35.140	Jul-00
35.190	35.230	Dic-00

Fondo Salinidad		
Min.	Max.	Fechas
34.930	35.030	Dic-96
35.100	35.170	Jun-97
35.235	35.540	Ago-97
35.370	35.700	Dic-97
35.210	35.430	Mar-98
35.050	35.260	Jul-98
35.033	35.264	Ago-98
34.900	35.220	Nov-98
34.979	35.154	Ago-99
35.002	35.166	Mar-00
34.902	35.141	Jul-00
35.103	35.204	Dic-00



Continúa.....

Superficie Corrientes		
Min.	Max.	Fechas
6.3	16.6	Jun-97
4.0	10.0	Ago-97
8.3	10.4	Dic-97
5.0	17.0	Mar-98
3.0	11.0	Jul-98
2.0	19.0	Ago-98
4.1	13.3	Nov-98
		Ago-99
1.8	18.8	Mar-00
2.0	12.6	Jul-00
3.1	21.4	Dic-00

Fondo Corrientes		
Min.	Max.	Fechas
4.2	12.5	Jun-97
2.0	5.0	Ago-97
5.6	10.4	Dic-97
4.0	17.0	Mar-98
3.0	8.0	Jul-98
2.0	24.0	Ago-98
4.1	11.0	Nov-98
		Ago-99
1.0	25.0	Mar-00
1.8	14.2	Jul-00
3.3	20.0	Dic-00

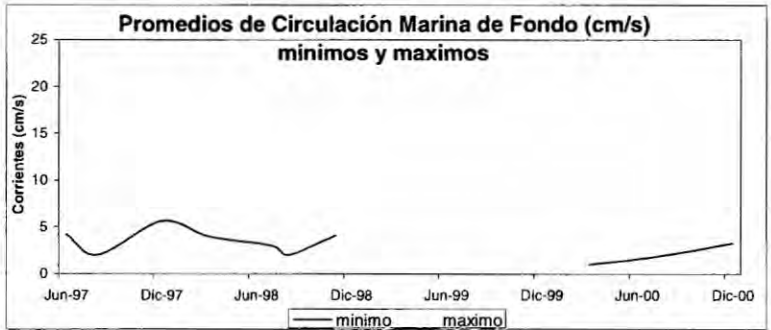
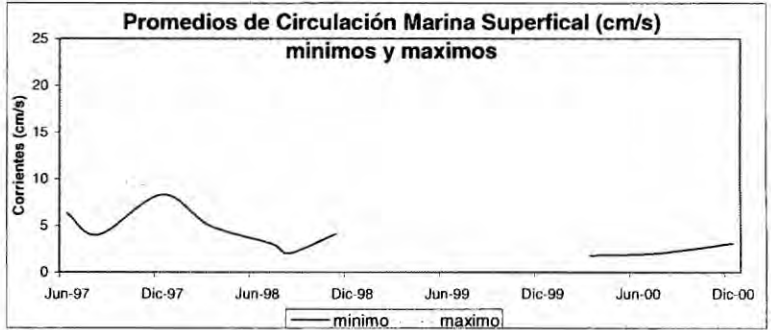


Tabla N°3 Característica física del sedimento en la Bahía Samanco.

EST.	POSICIONES		PRO. Fondo ( m ).	TEXTURA
	LONGT	LATITUD		
1	78°30.99	09°15.48	20	Fango verde oscuro, olor sulfuroso
2	78°31.47	09°15.51	32	Fango verde oscuro, olor sulfuroso
4	78°30.98	09°14.95	21	Fango verde oscuro, olor sulfuroso
6	78°29.68	09°14.63	5	Fango verde negrusco
7	78°30.49	09°14.48	10	Fango verde negrusco
8	78°31.47	09°14.47	23	Fango verde oliva , arena fina
9	78°32.50	09°13.96	32	Fango verde grisáceo, olor sulfuroso
10	78°32.58	09°14.48	25	Fango verde oscuro, olor sulfuroso
11	78°32.01	09°14.00	23	Fango pasroso verde oscuro, olor sulfuroso
14	78°29.49	09°13.52	10	Fango verde grisáceo, olor sulfuroso
15	78°30.54	09°13.47	16	Fango verde grisáceo, sin olor sulfuroso
16	78°31.51	09°13.50	18	Fango verde oscuro, olor sulfuroso
17	78°32.51	09°13.47	22	Fango verde grisáceo, olor sulfuroso
18	78°32.93	09°13.70	22	Fango verde oliva oscuro,olor sulfuroso
23	78°29.56	09°12.93	10	Fango arenoso, verde pardusco
25	78°30.01	09°12.48	10	Fango verde negrusco
26	78°30.47	09°12.51	12	Fango verde grisáceo, olor sulfuroso
27	78°31.51	09°12.45	15	Fango verde oscuro, olor sulfuroso
28	78°31.47	09°12.48	15	Arena fina, verde grisáceo, olor sulfuroso
29	78°32.97	09°12.53	15	Fango, verde oscuro, sin olor sulfuroso
33	78°29.99	09°11.79	8	Fango verde oscuro, sin olor sulfuroso
34	78°30.29	09°11.31	7	Fango verde oliva oscuro, sin olor sulfuroso
35	78°31.01	09°11.48	9	Fango verde oscuro, olor sulfuroso
36	78°32.48	09°11.52	10	Fango verde oscuro, olor sulfuroso
37	78°33.99	09°11.51	10	Fango verde oscuro, olor sulfuroso
38	78°33.00	09°11.48	8	Fango verde oliva, sin olor
41	78°32.51	09°10.67	5	Fango verde oliva oscuro, sin olor
43	78°31.48	09°10.74	5	Fango verde oscuro, olor sulfuroso

Fuente: Área de Geología Marina (IMARPE)

Tabla N°4 Volúmenes de extracción (Kg) del recurso concha de abanico en el área de Chimbote.

	1997*	1998*	1999*	2000**	2001**	2002**	2003**	2004**
<b>Enero</b>	353	17496	221	1053	49	600	9923	34386
<b>Febrero</b>	0	723	10	216	186	366	10154	72055
<b>Marzo</b>	6	666	37	74	838	652	12066	49286
<b>Abril</b>	416	876	0	70	77	400	14197	32653
<b>Mayo</b>	472	384	116	63	43	673	8082	17447
<b>Junio</b>	203	384	30	98	45	1743	11943	6789
<b>Julio</b>	79	744	90	65	55	789	12179	7024
<b>Agosto</b>	164	132	659	88	48	3788	12126	8554
<b>Setiembre</b>	144	264	1100	306	89	1461	21671	11449
<b>Octubre</b>	930	13780	17	480	110	8671	24569	
<b>Noviembre</b>	1209	120	468	690	298	14235	22649	
<b>Diciembre</b>	12050	372	212	63	198	12599	13096	

\* Estadística obtenida en el Muelle artesanal de Chimbote

\*\* Estadística obtenida en Muelle artesanal como en el mercado La Sirena

Tabla N°5 Data de la Temperatura Superficial (°C) en la Estación Costera del Laboratorio de Chimbote - IMARPE.

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<b>Enero</b>	20.2	28.4	19.8	20.3	20.6	20.5	23.2	21.44
<b>Febrero</b>	20.7	28.8	21	20.5	20.4	21.7	23.0	22.39
<b>Marzo</b>	23.1	27.9	20.9	20.2	22.5	25.3	21.9	21.4
<b>Abril</b>	22.6	25.1	19.2	20.7	21.6	22.4	20.0	20.32
<b>Mayo</b>	23.2	23	18.7	19.2	19	20.2	18.9	18.65
<b>Junio</b>	24.6	20.6	18	19.1	18.6	18.1	18.0	17.25
<b>Julio</b>	23.9	19.1	17.5	18.9	18.3	18.0	17.8	17.9
<b>Agosto</b>	23.7	18.2	18.1	19.1	18	18.8	17.6	17.63
<b>Setiembre</b>	23	18.5	17.2	18.3	17.9	18.4	18.3	
<b>Octubre</b>	21.9	18.9	18.2	18.7	17.8	19.2	18.5	
<b>Noviembre</b>	23.3	18.9	18.6	18.9	18.4	20.5	19.5	
<b>Diciembre</b>	26.2	19.3	19.5	19.9	19.1	22.1	20.7	

Tabla N°6 Data de Anomalía Térmica Superficial ATSM (°C) en la Estación Costera del Laboratorio de Chimbote - IMARPE.

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<b>Enero</b>	-0.8	7.4	-1.2	-0.7	-0.4	-0.6	2.2	0.44
<b>Febrero</b>	-1.4	6.7	-1.1	-1.6	-1.7	-0.4	0.9	0.29
<b>Marzo</b>	0.9	5.7	-1.3	-2	0.3	3.1	-0.3	-0.8
<b>Abril</b>	1.4	3.9	-2	-0.5	0.4	1.2	-1.2	-0.88
<b>Mayo</b>	3.2	3	-1.3	-0.8	-1	0.2	-1.1	-1.35
<b>Junio</b>	5.6	1.6	-1	0.1	-0.4	-0.9	-1.0	-1.75
<b>Julio</b>	5.5	0.7	-0.9	0.5	-0.1	-0.4	-0.6	-0.5
<b>Agosto</b>	5.6	0.1	0	1	-0.1	0.7	-0.5	-0.47
<b>Setiembre</b>	5	0.5	-0.8	0.3	-0.1	0.4	0.3	
<b>Octubre</b>	3.4	0.4	-0.3	0.2	-0.7	0.7	0.0	
<b>Noviembre</b>	4.1	-0.3	-0.6	-0.3	-0.8	1.3	0.3	
<b>Diciembre</b>	6.2	-0.7	-0.5	-0.1	-0.9	2.1	0.7	

## RELACION DE FIGURAS

- Figura 1 Distribución de concha de abanico *Argopecten Purpuratus* en el Perú.
- Figura 2 Esquema de la distribución de masas de agua frente al mar peruano.
- Figura 3 Esquema del Corrientes Marinas en el Pacifico Oriental.
- Figura 4 Localización de la zona de estudio (Bahía Samanco).
- Figura 5 Equipos oceanográficos empleados los muestreos.
- Figura 6 Toma de información y muestras durante los monitoreos, en la Bahía Samanco.
- Figura 7 Muestras realizadas in situ, durante los monitoreos, en la Bahía Samanco.
- Figura 8 Batimetría de la Bahía Samanco.
- Figura 9 Distribución de la textura de sedimento en la Bahía Samanco.
- Figura 10 Condiciones físicas oceanográficas durante **junio** de 1997.
- Figura 11 Condiciones físicas oceanográficas durante **agosto** de 1997.
- Figura 12 Condiciones físicas oceanográficas durante **diciembre** de 1997.
- Figura 13 Condiciones físicas oceanográficas durante **marzo** de 1998.
- Figura 14 Condiciones físicas oceanográficas durante **julio** de 1998.
- Figura 15 Condiciones físicas oceanográficas durante **noviembre** de 1998.
- Figura 16 Condiciones físicas oceanográficas durante **setiembre** de 1999.



- Figura 17 Condiciones físicas oceanográficas durante marzo del 2000.
- Figura 18 Condiciones físicas oceanográficas durante julio del 2000.
- Figura 19 Condiciones físicas oceanográficas durante diciembre del 2000.
- Figura 20 Distribución de la estructura Vertical de a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno disuelto (mL/L) en la Bocana Principal de la Bahía Samanco, 1992-2000.
- Figura 21 Serie de Tiempo de Temperatura (°C) y Anomalía Térmica Superficial (°C) en la estación costera del Laboratorio de Chimbote - IMARPE.
- Figura 22 Distribución y Concentración del recurso, en las áreas de Evaluación y Exploradas para el estudio de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en Bahía Samanco - Chimbote, (1997 - 2000).
- Figura 23 Relación Recurso – Ambiente (desembarque de concha de abanico Vs Temperatura y Anomalía Térmica) en Chimbote 1997-2004.
- Figura 24 Áreas de extensión que delimitan los bancos de concha de abanico en la Bahía Samanco.

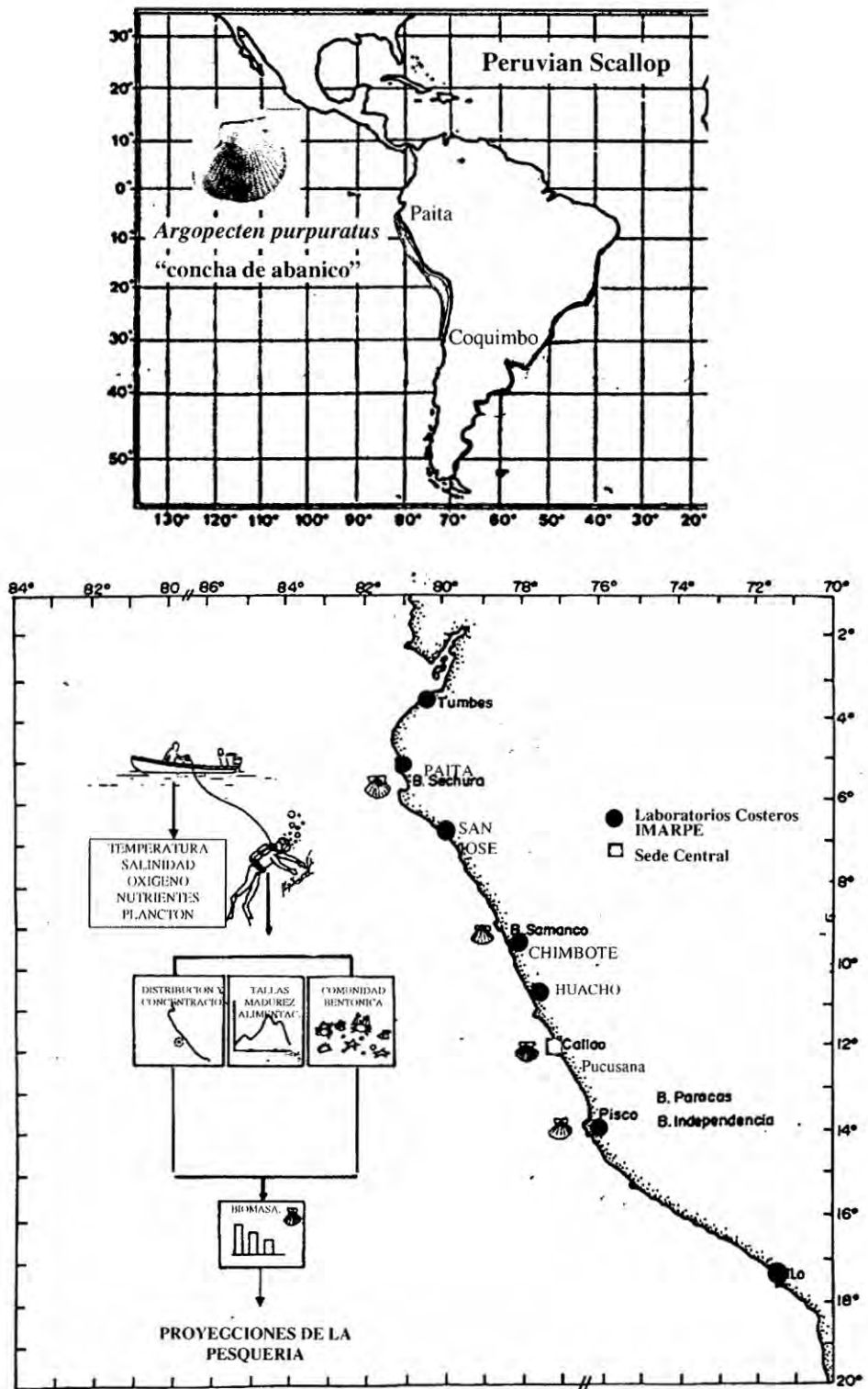


Figura. 1. Distribución de concha de abanico *Argopecten Purpuratus* en el Perú.

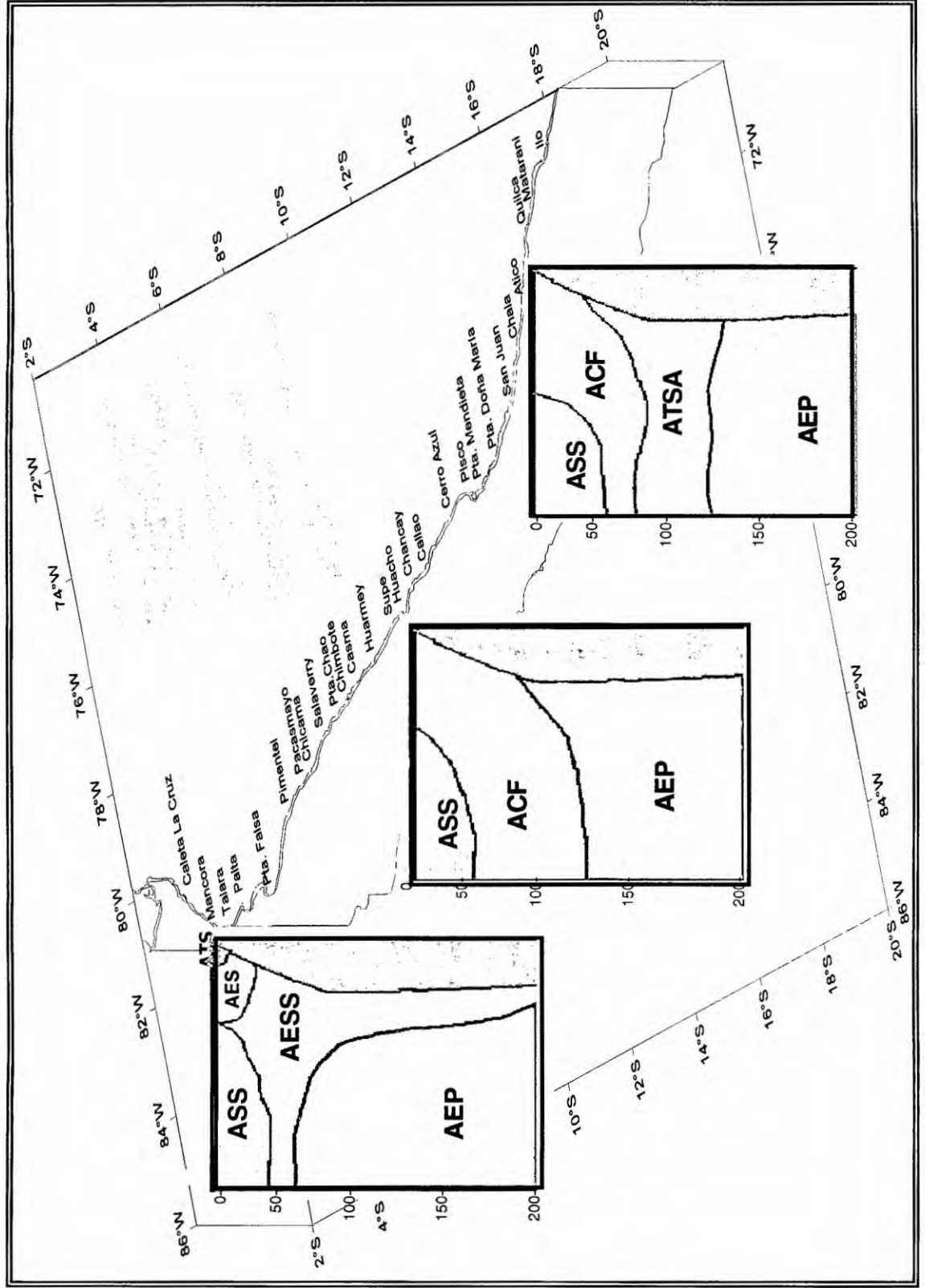


Figura. 2 Esquema de la distribución de masas de agua frente al mar peruano.

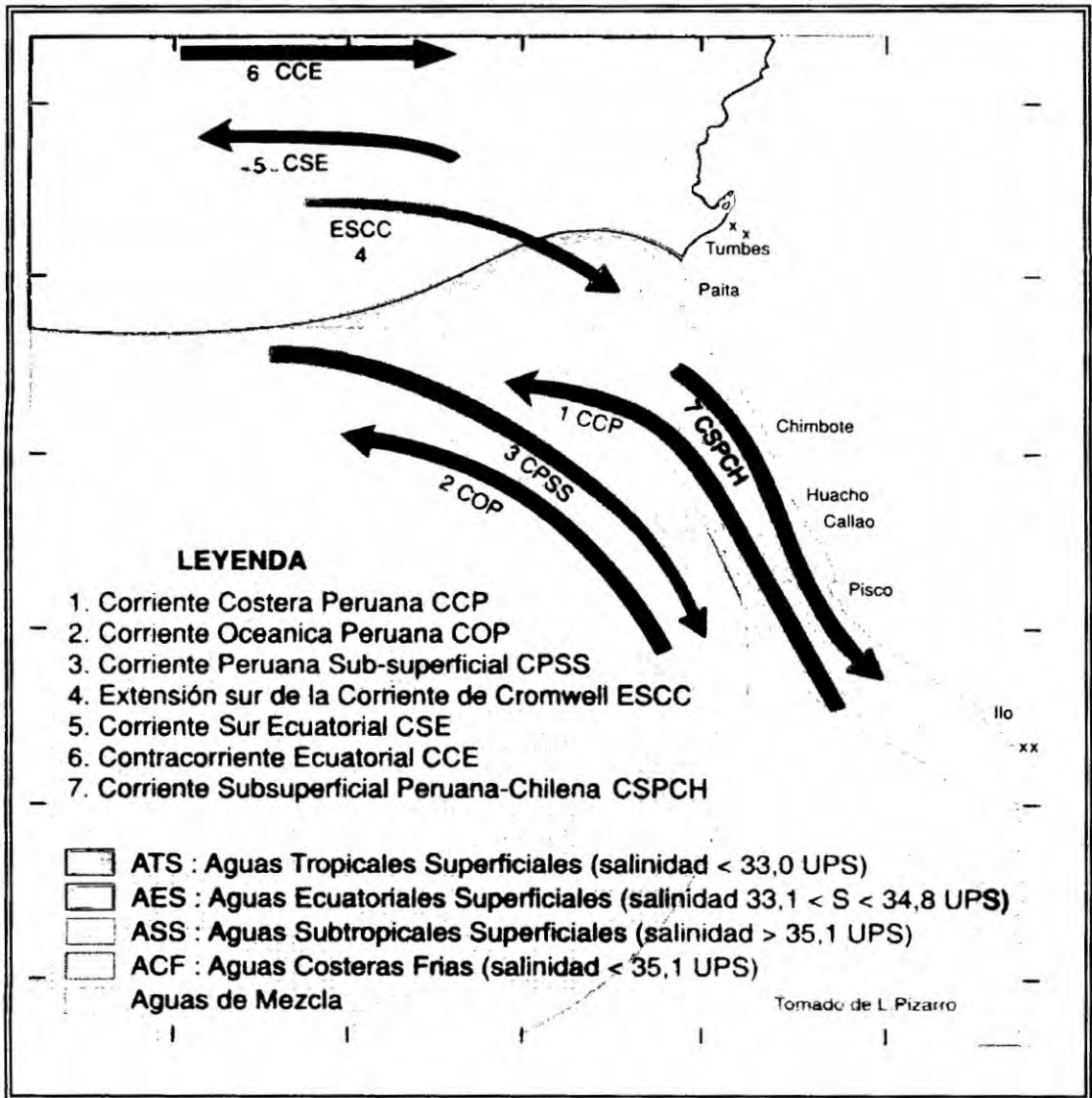


Figura. 3 Esquema del Corrientes Marinas en el Pacifico Oriental.

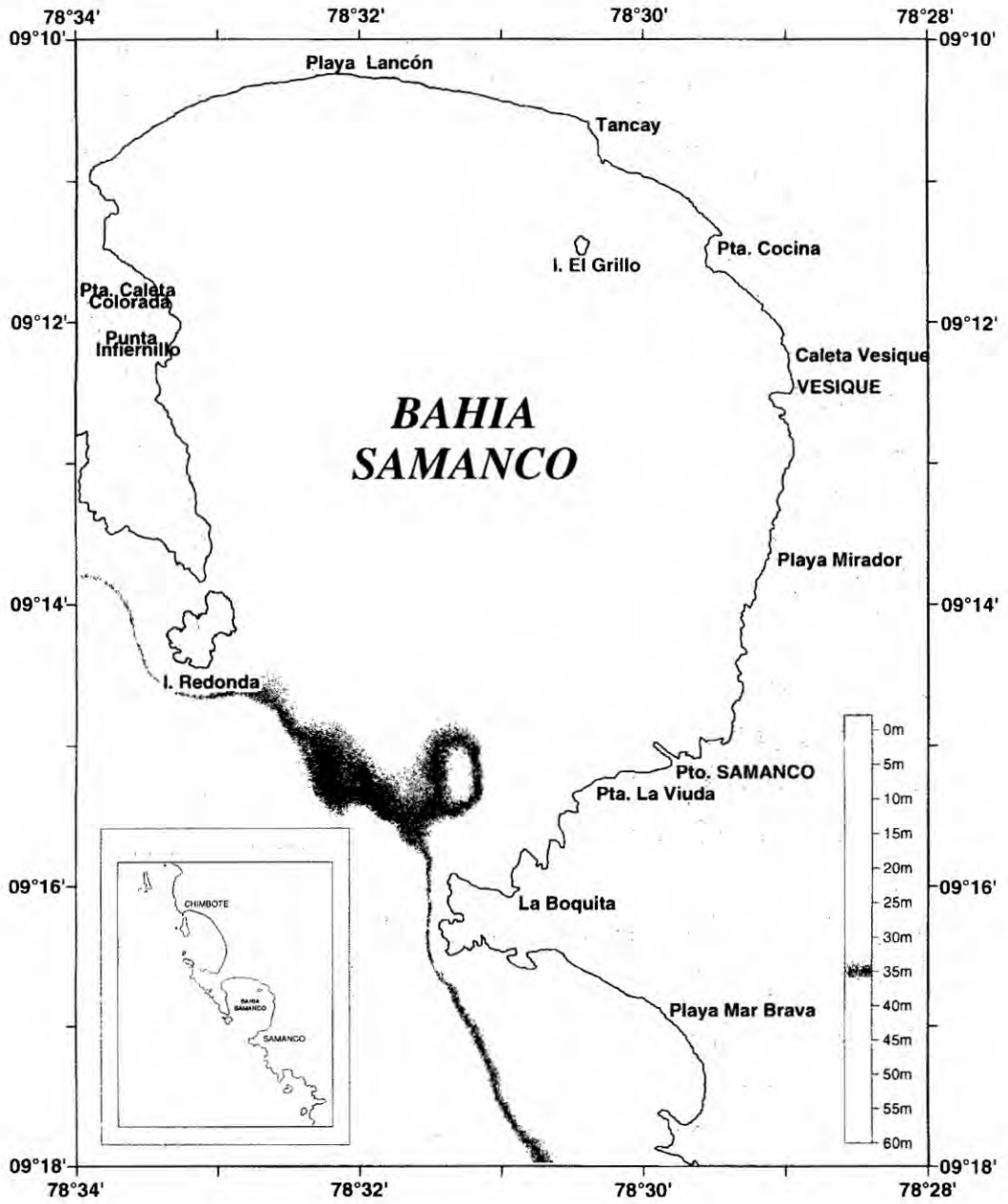


Figura. 4. Localización de la zona de estudio (Bahía Samanco - Chimbote).

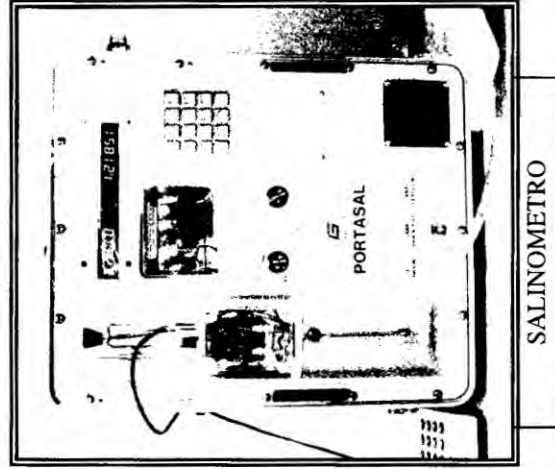
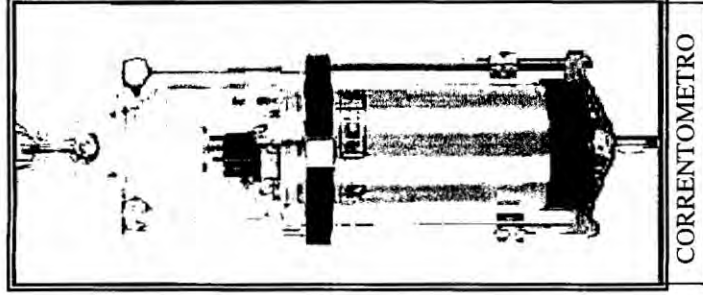
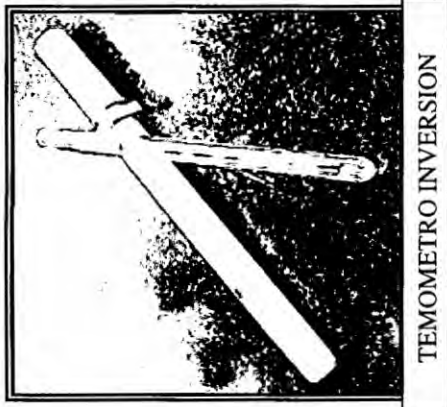
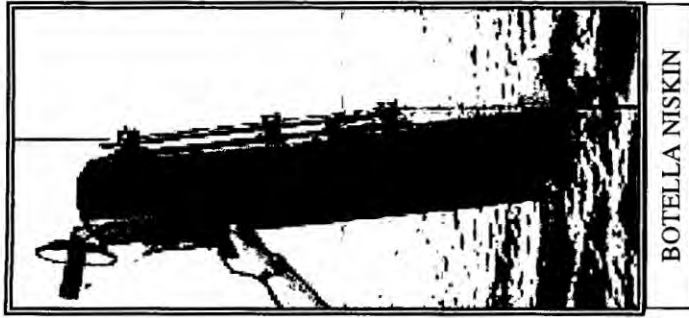


Figura. 5. Equipos oceanográficos utilizados en las diversas operaciones de mar por el IMARPE.  
a) Botella Niskin, b) Termómetro inversión, c) Correntómetro, d) Salinómetro.

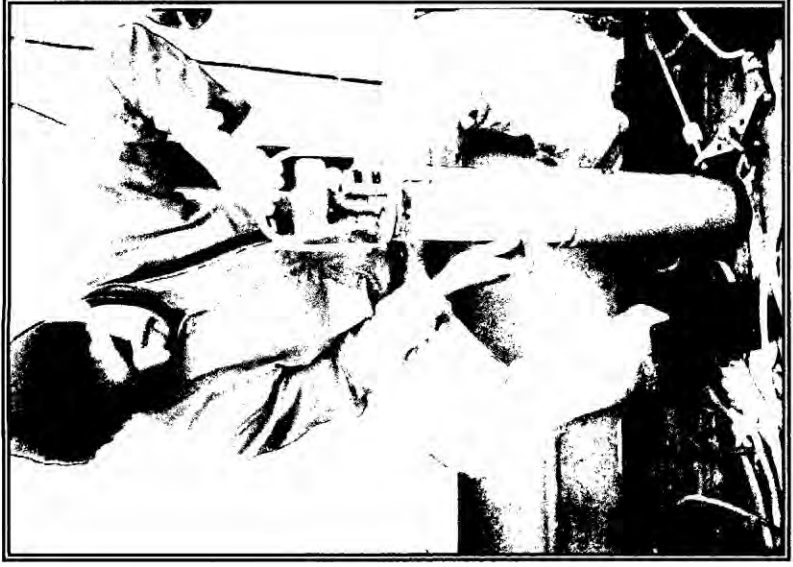


Figura. 6. Toma de información y muestras durante los monitoreos, en la Bahía Samanco.  
a) Uso de Botella Niskin y b) Armado del correntómetro RCM-9



Figura 7. Muestras realizadas in situ, durante los monitoreos, en la Bahía Samanco.



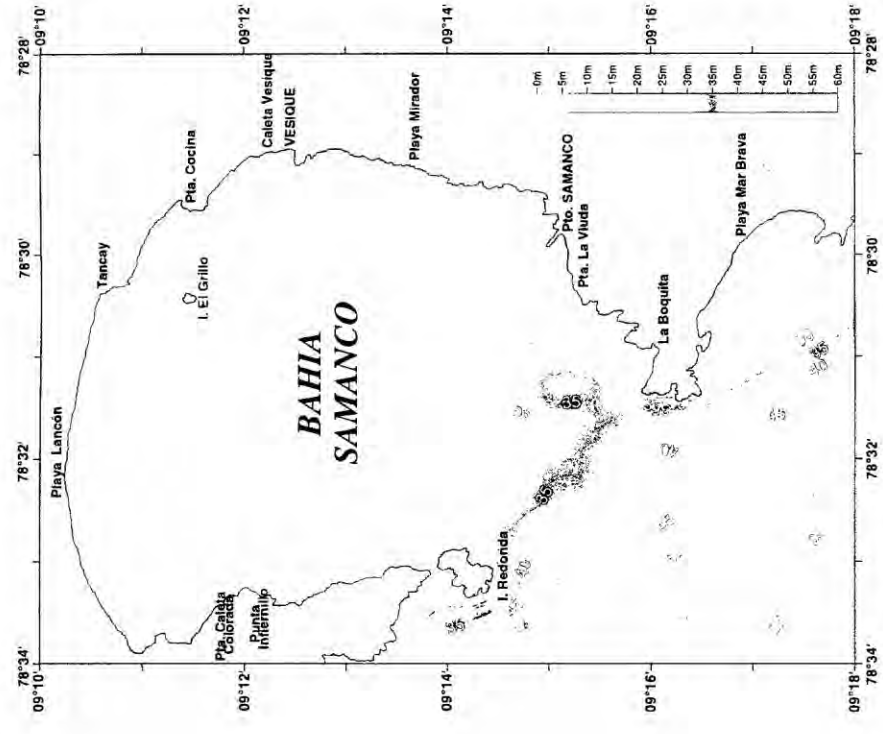


Figura 8. Distribución de la Batimetría (metros) en el interior de la Bahía Samanco.

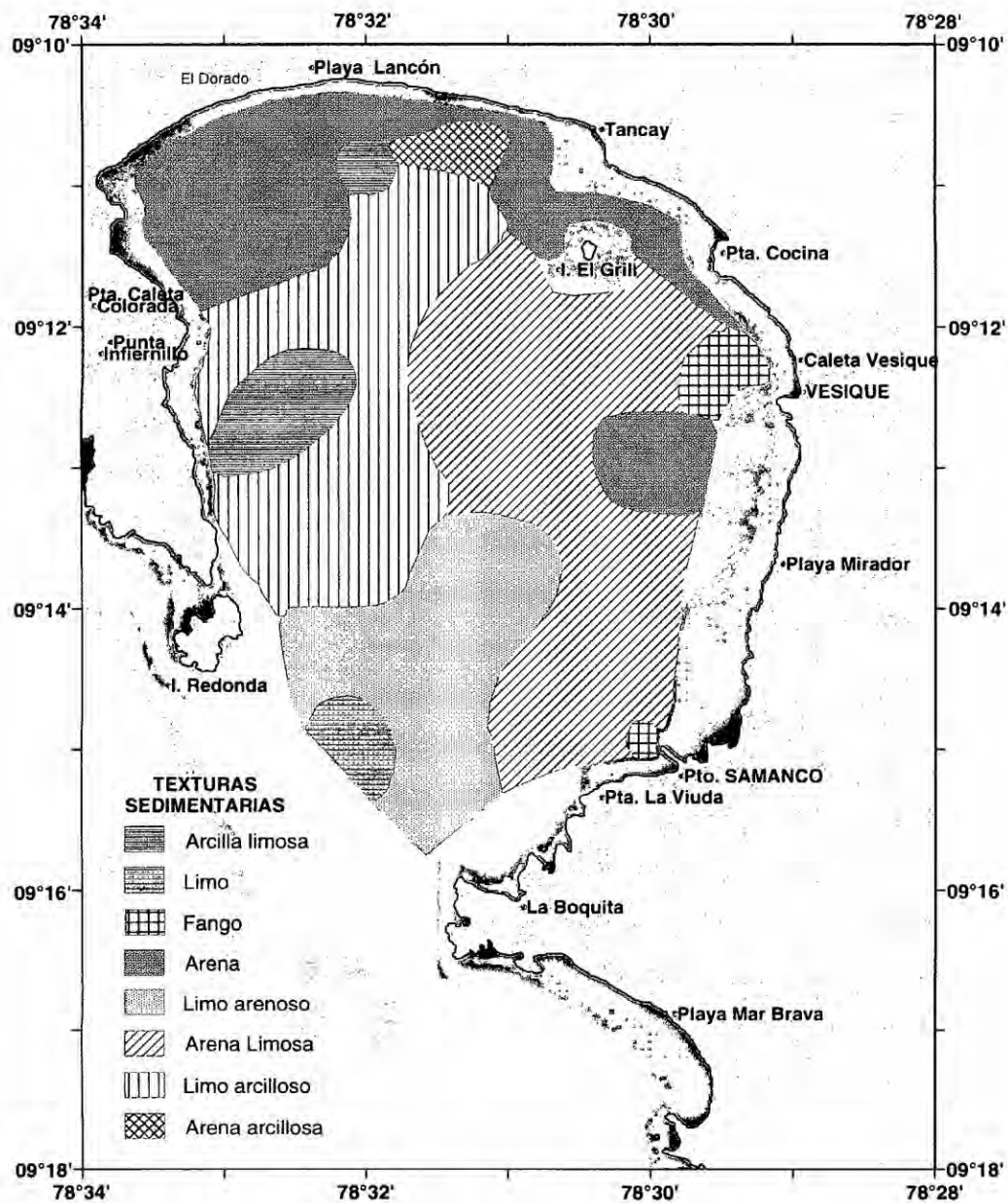


Figura. 9. Distribución de la textura de sedimento en la Bahía Samanco. Realizado por el Área de Geología Marina - IMARPE.

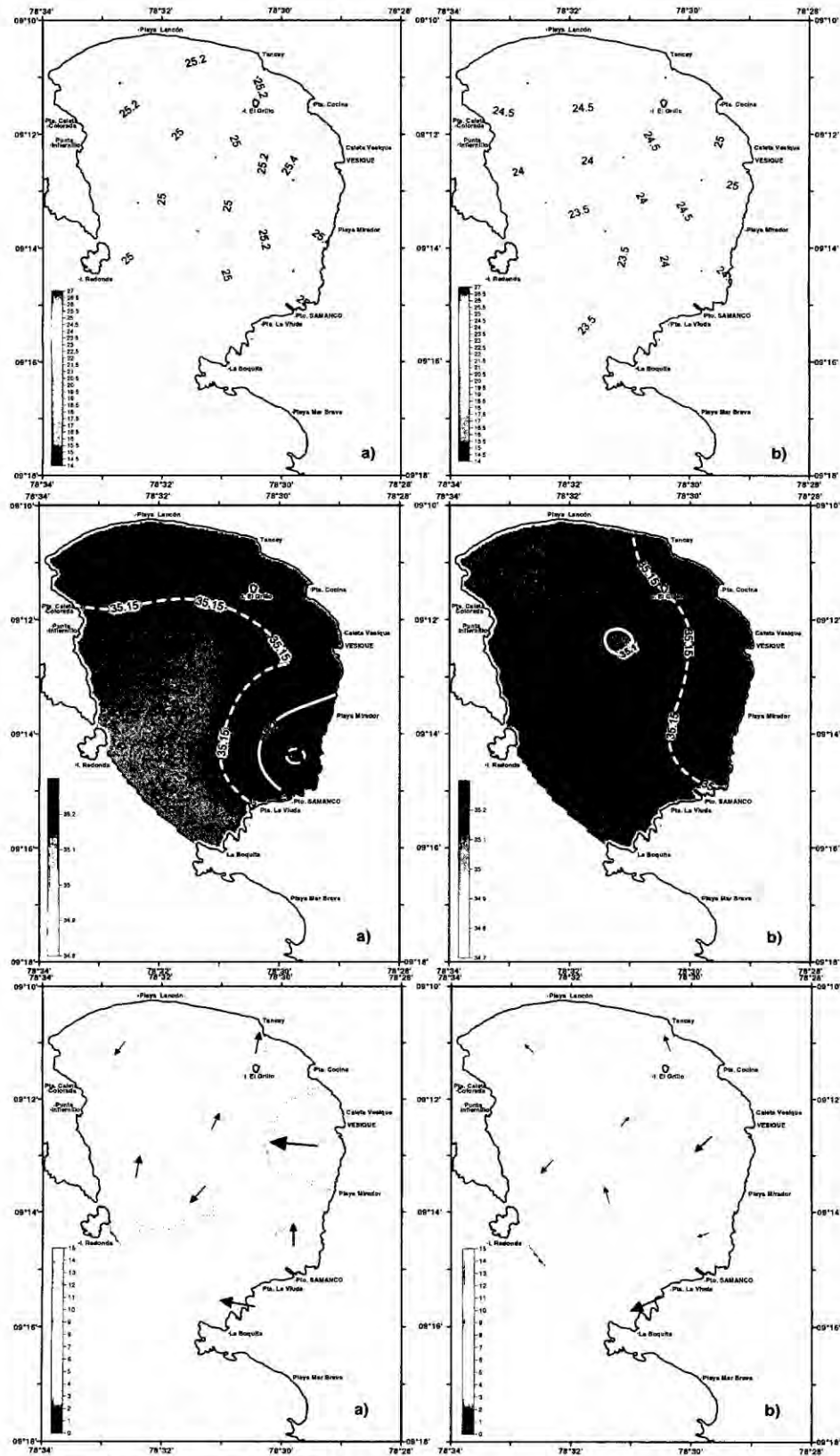


Figura 10. Condiciones físicas oceanográficas durante junio de 1997. a) Superficie y b) Fondo. Bahía Samanco.

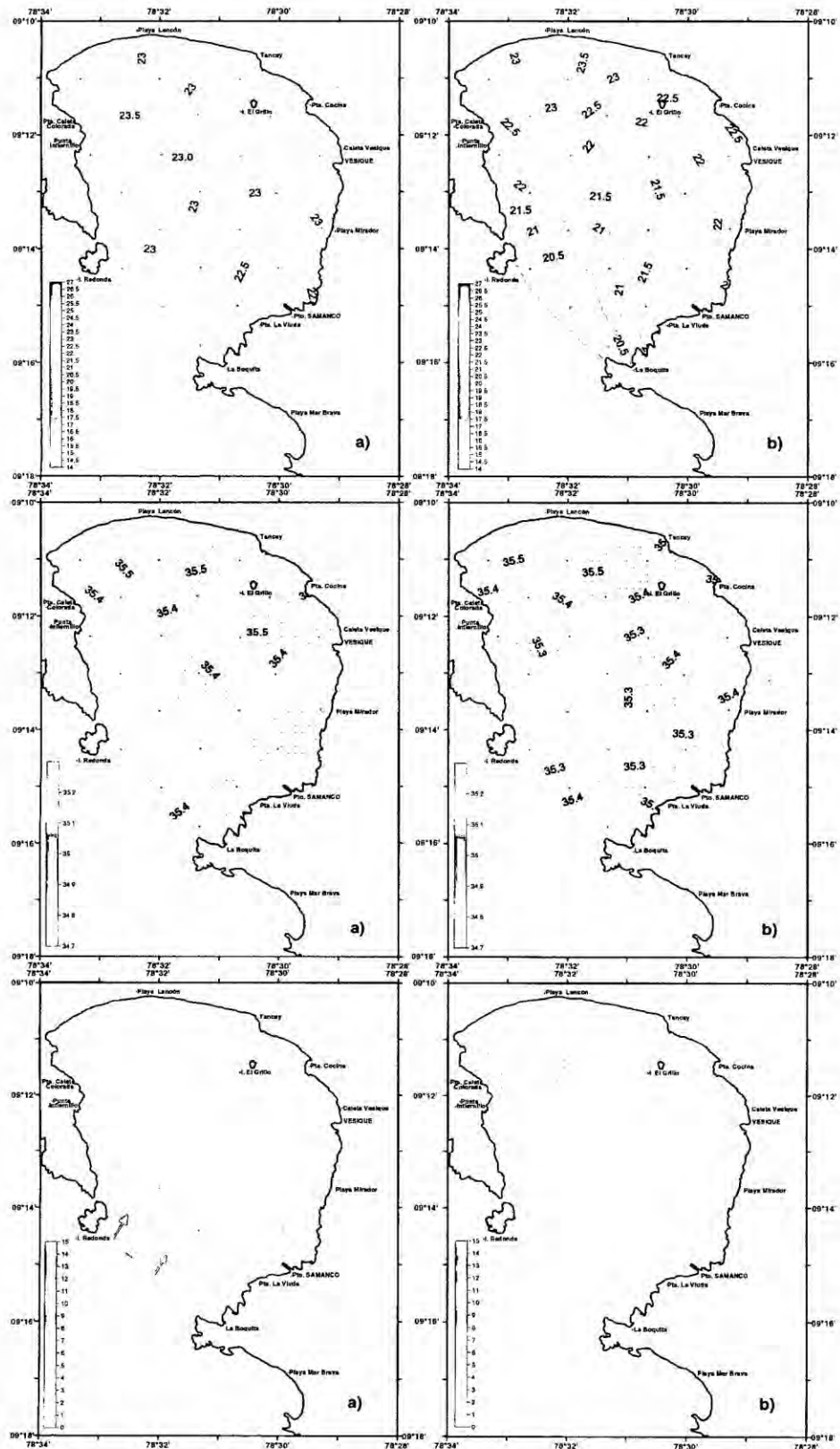


Figura 11. Condiciones físicas oceanográficas durante agosto de 1997. a) Superficie y b) Fondo. Bahía Samanco.

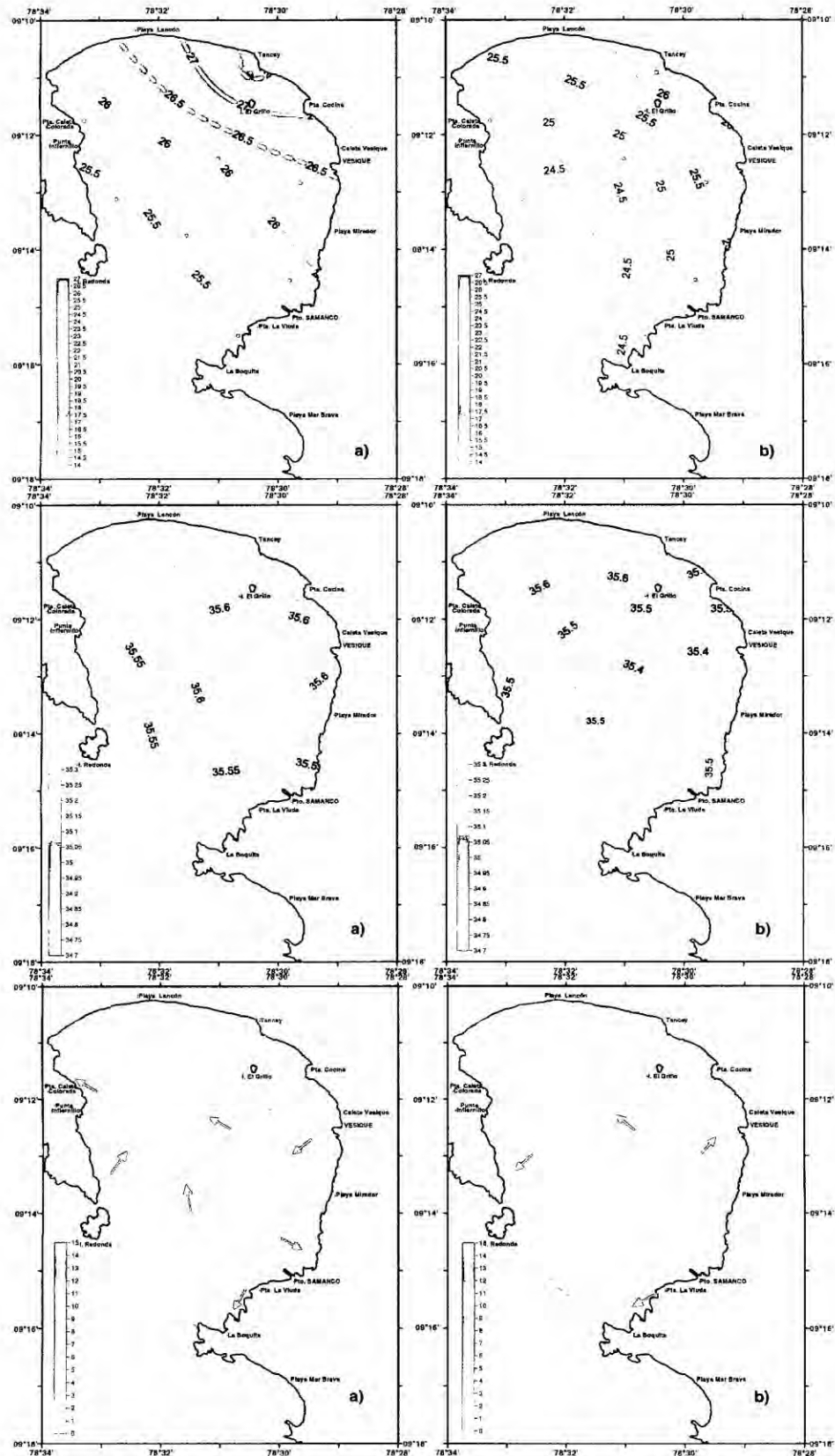


Figura 12. Condiciones físicas oceanográficas durante diciembre de 1997. a) Superficie y b) Fondo. Bahía Samanco.

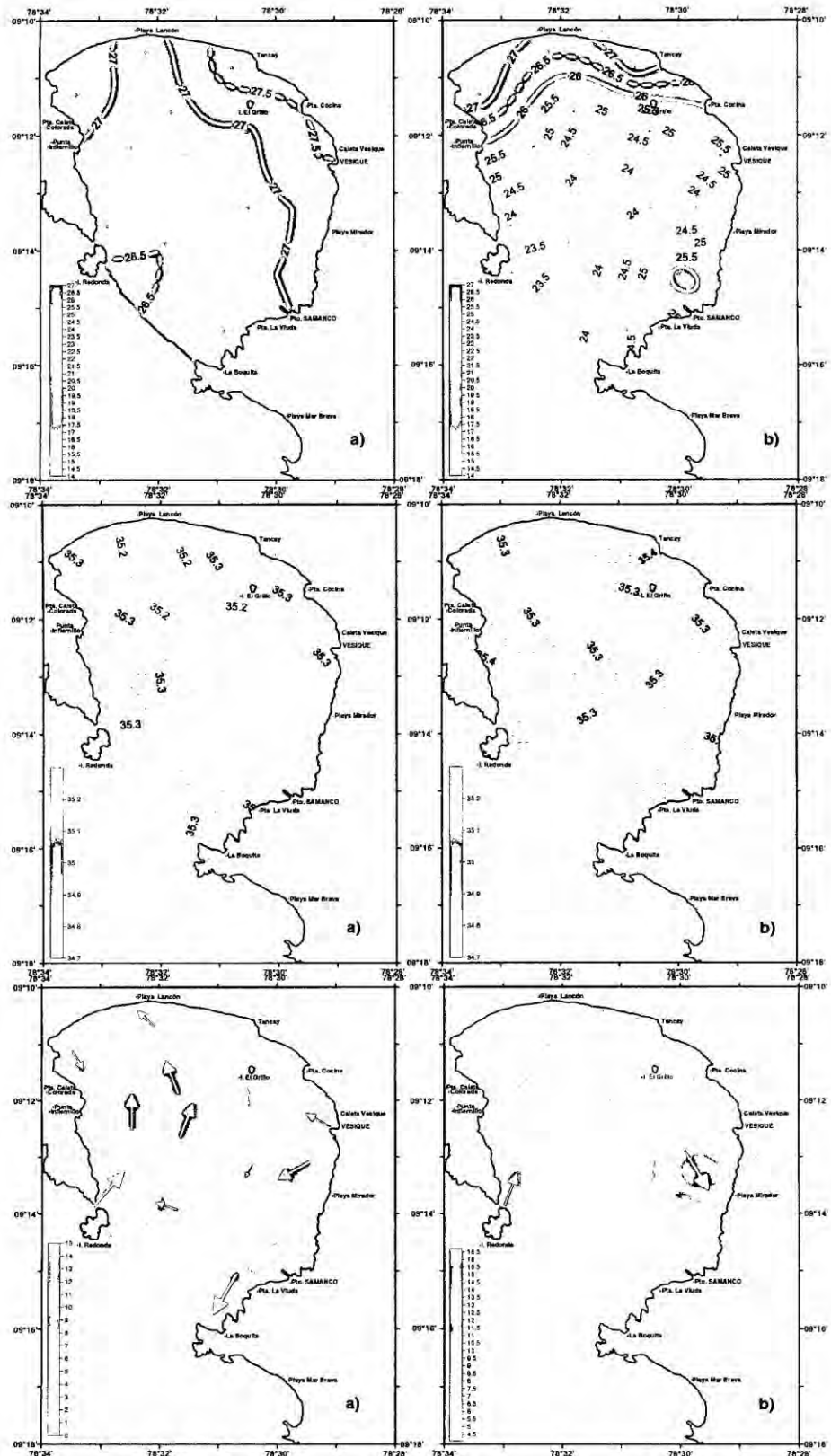


Figura 13. Condiciones físicas oceanográficas durante marzo de 1998. a) Superficie y b) Fondo. Bahía Samanco.

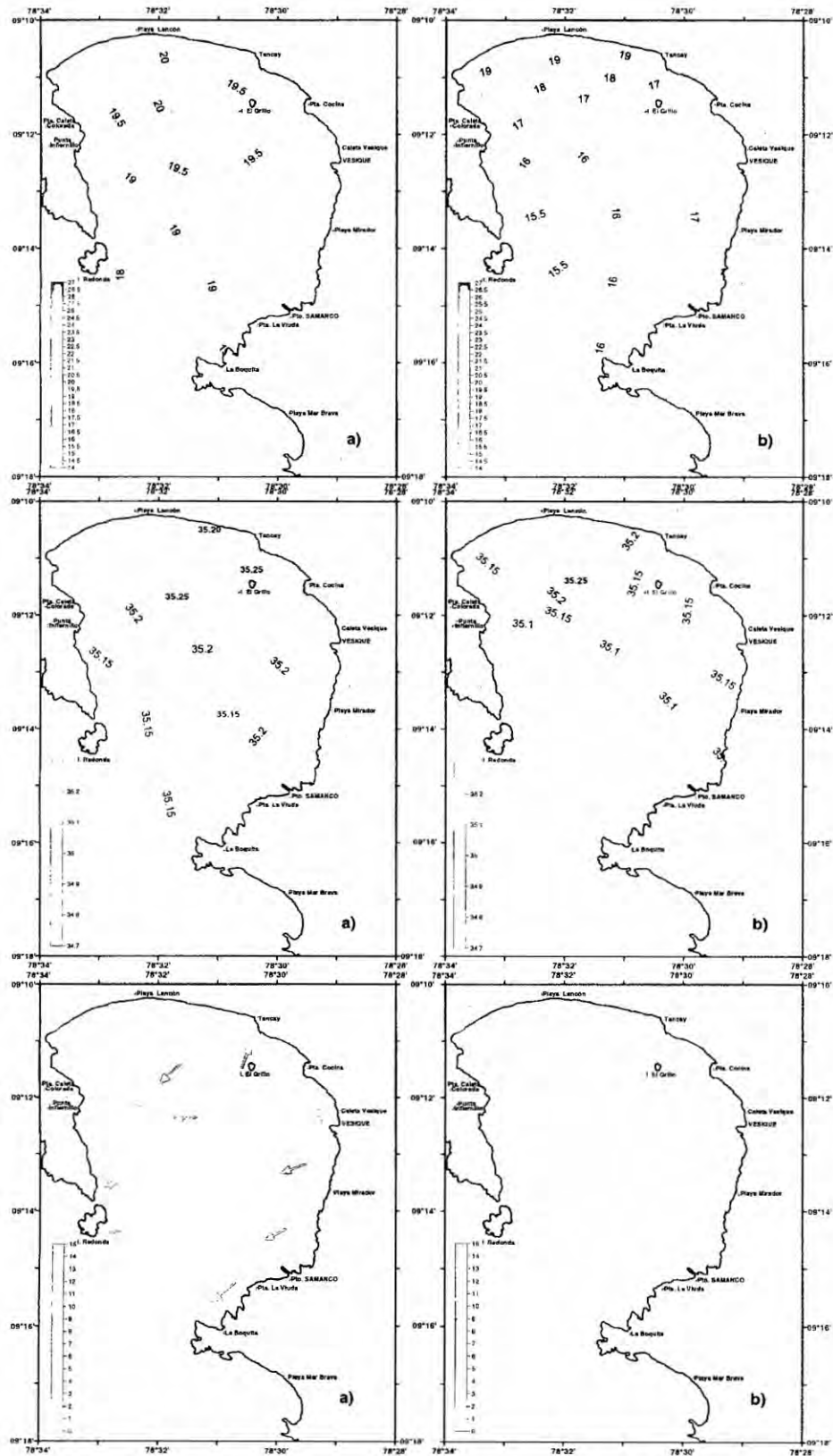


Figura 14. Condiciones físicas oceanográficas durante julio de 1998. a) Superficie y b) Fondo. Bahía Samanco.

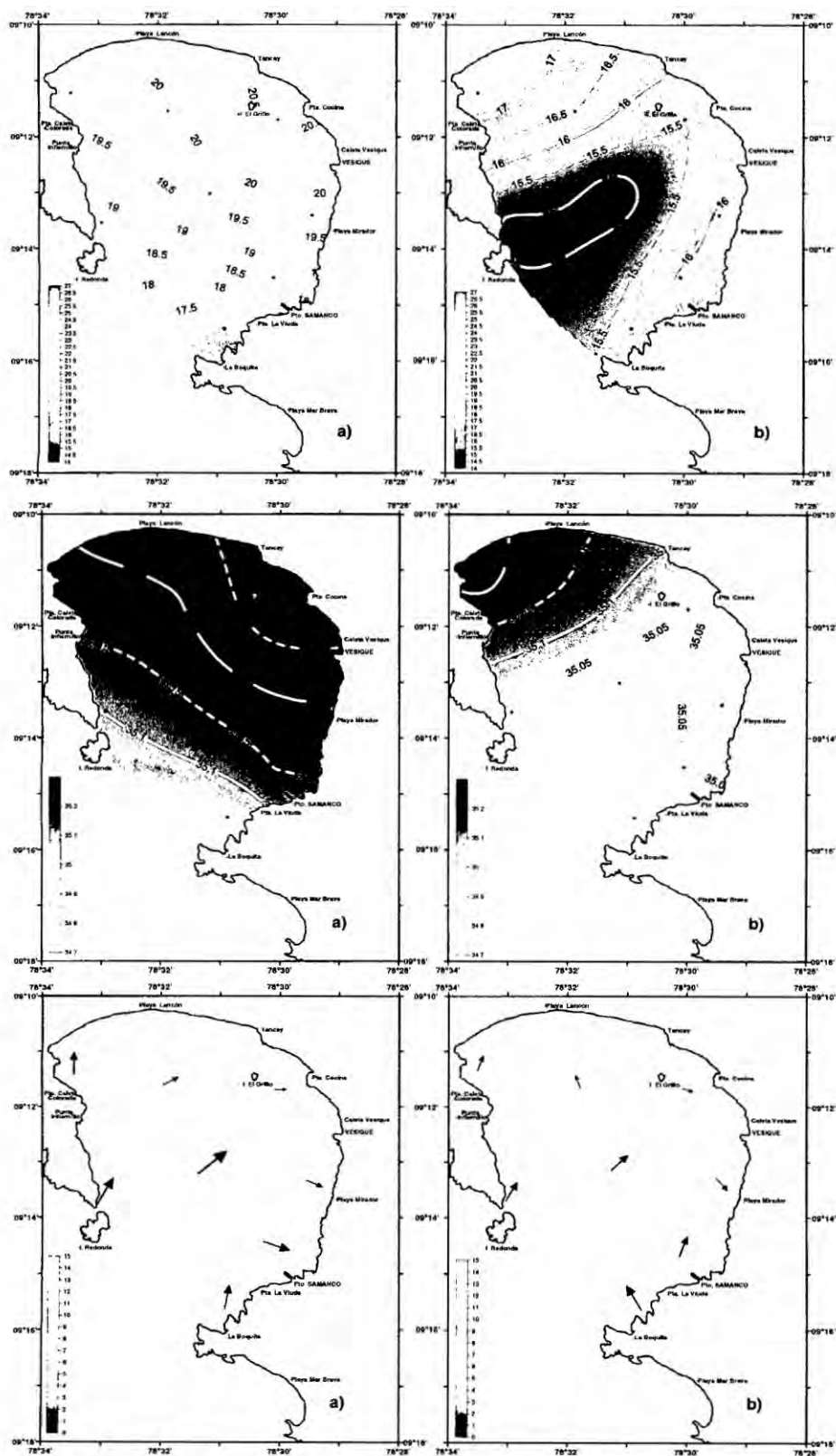


Figura 15. Condiciones físicas oceanográficas durante noviembre de 1998. a) Superficie y b) Fondo. Bahía Samanco.



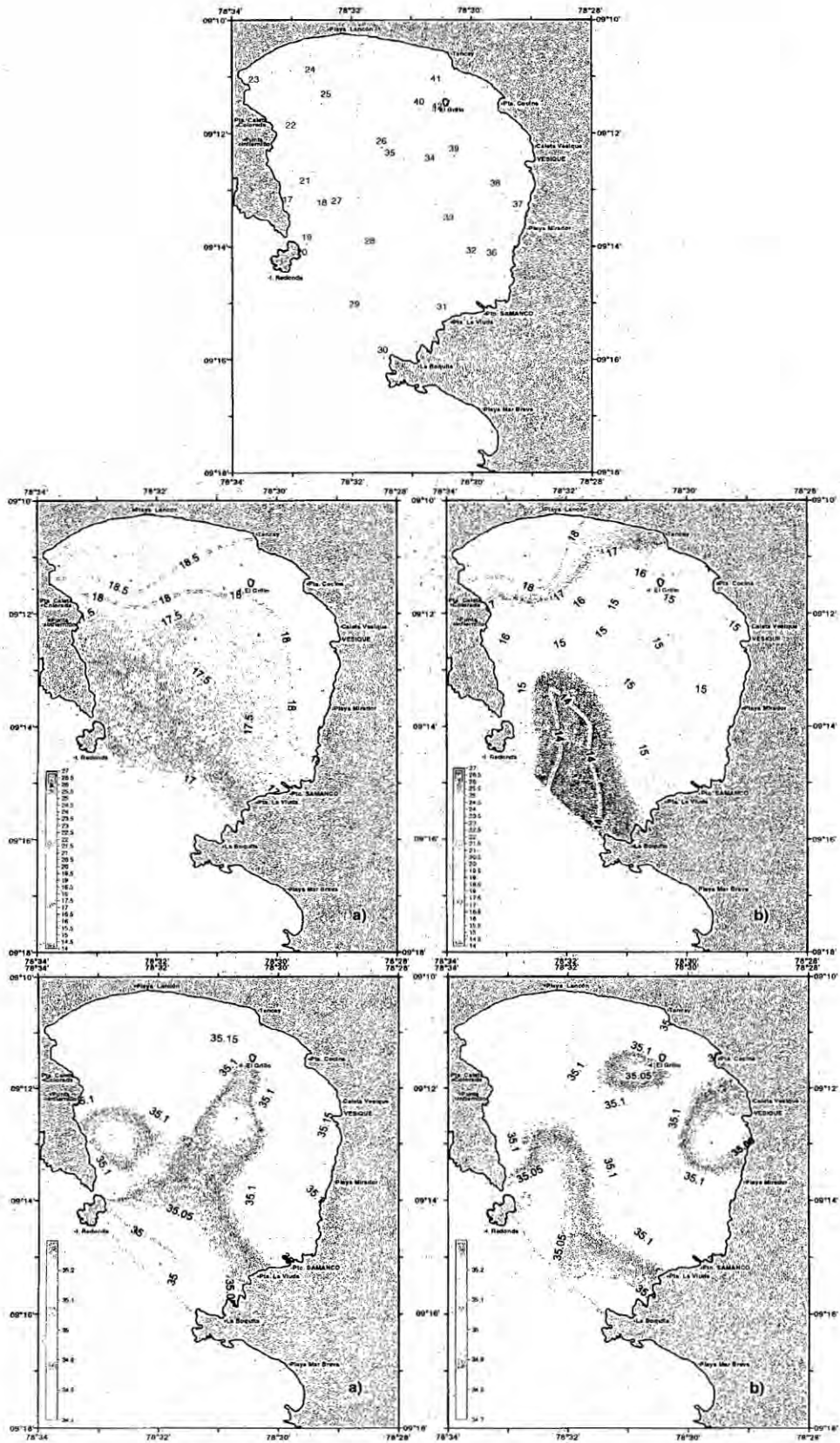


Figura 16. Condiciones físicas oceanográficas durante setiembre de 1999. a) Superficie y b) Fondo. Bahía Samanco.

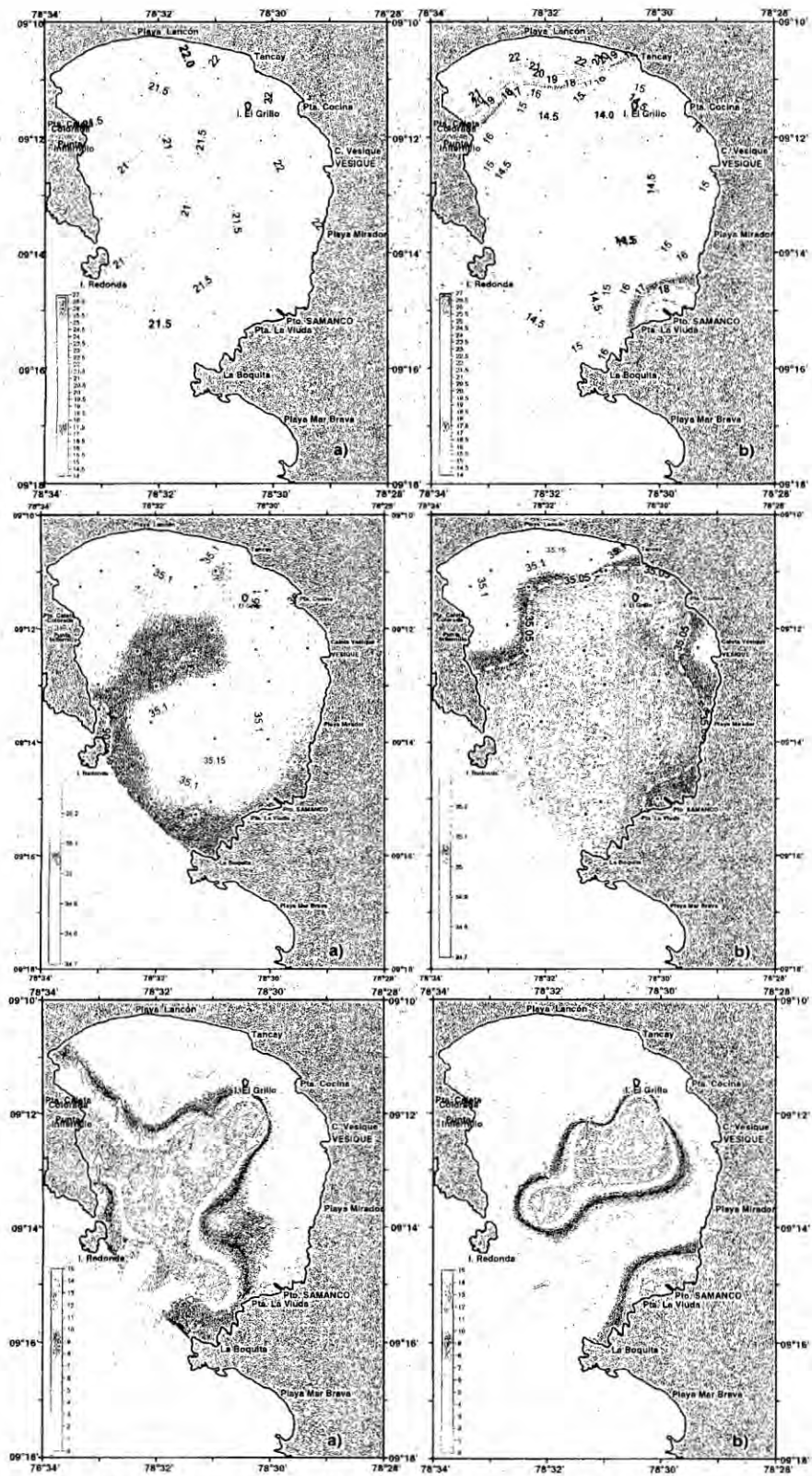


Figura 17. Condiciones físicas oceanográficas durante marzo del 2000. a) Superficie y b) Fondo. Bahía Samanco.

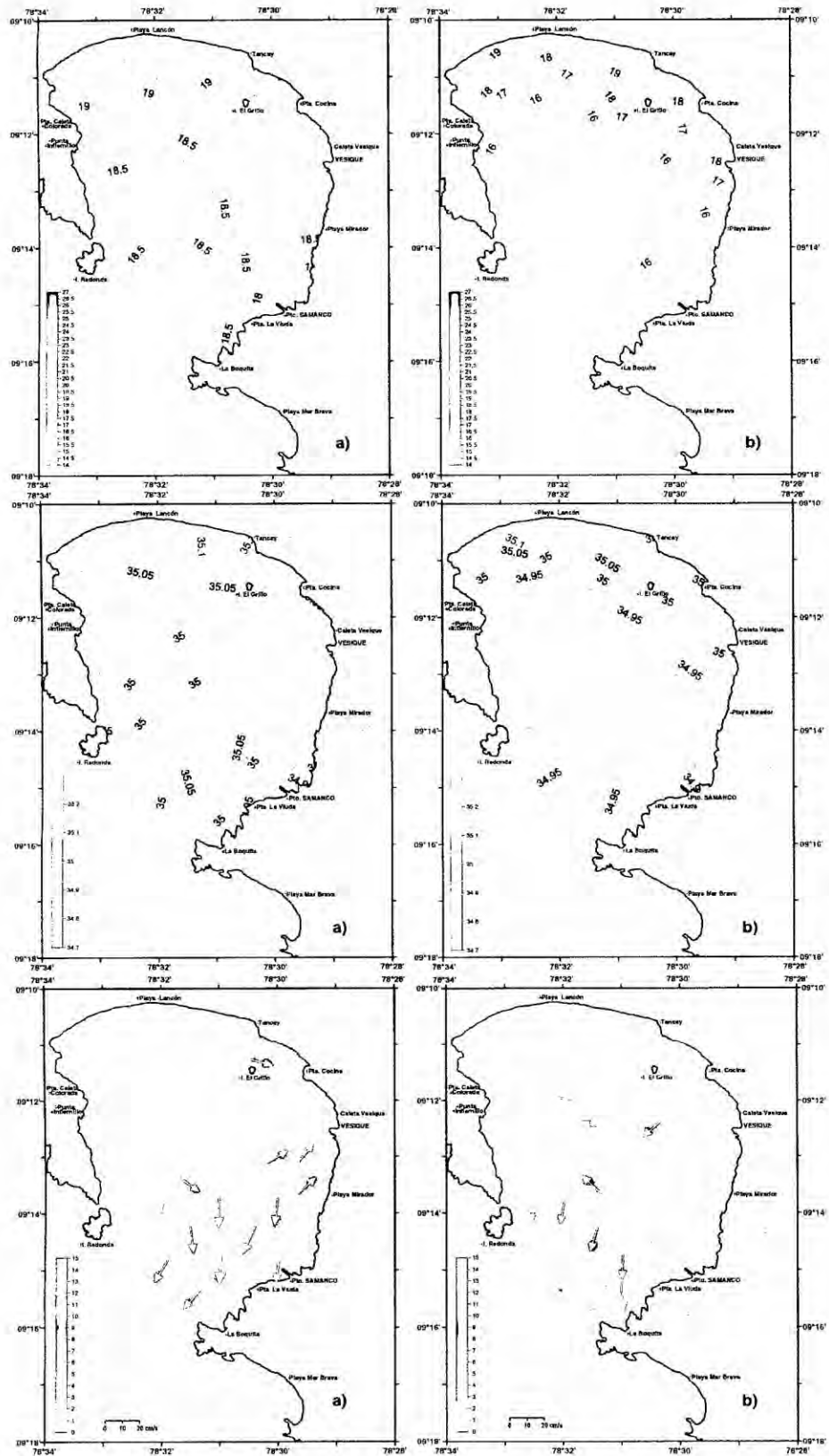


Figura 18. Condiciones físicas oceanográficas durante julio del 2000. a) Superficie y b) Fondo. Bahía Samanco.

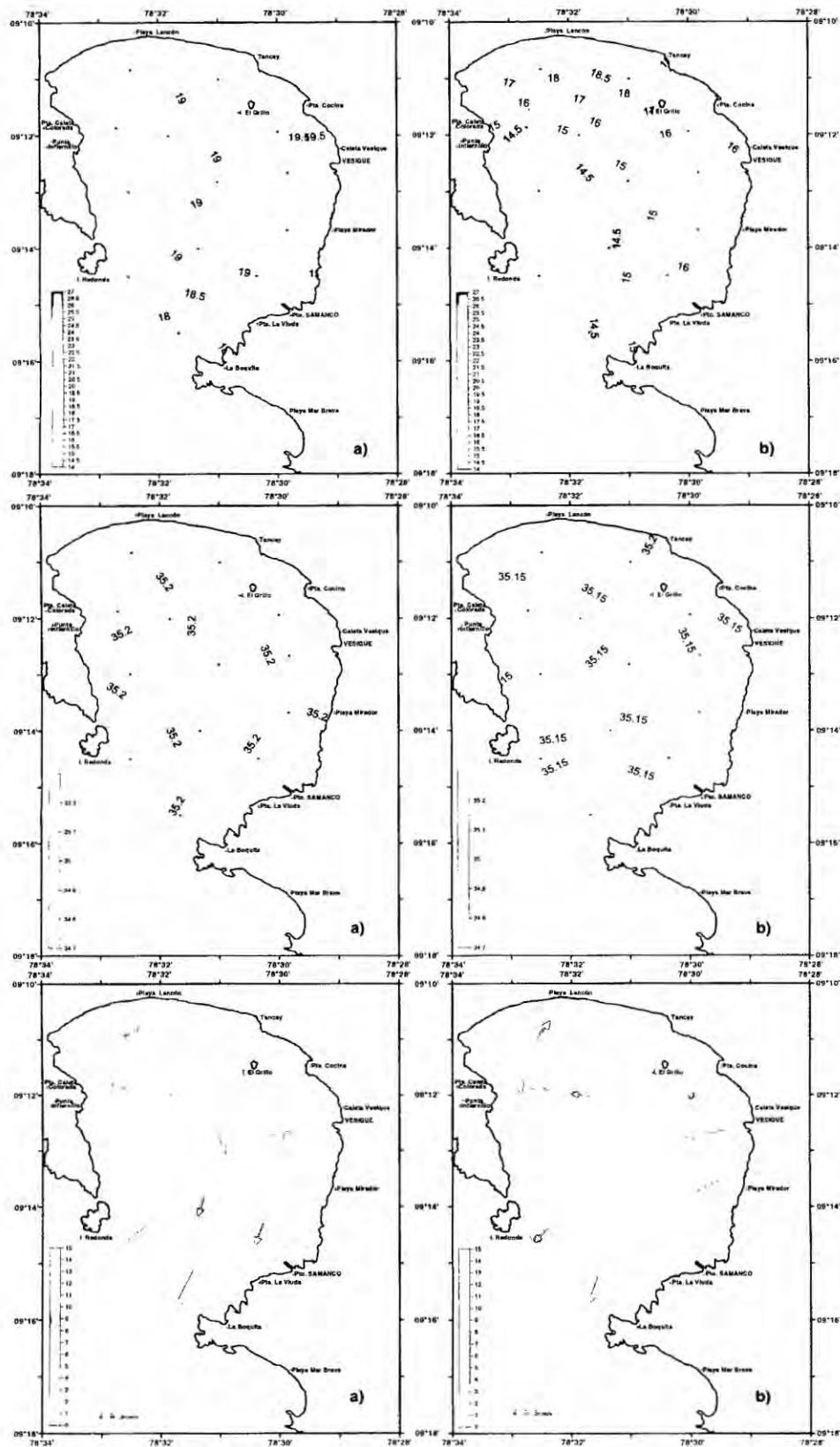


Figura 19. Condiciones físicas oceanográficas durante diciembre del 2000. a) Superficie y b) Fondo. Bahía Samanco.

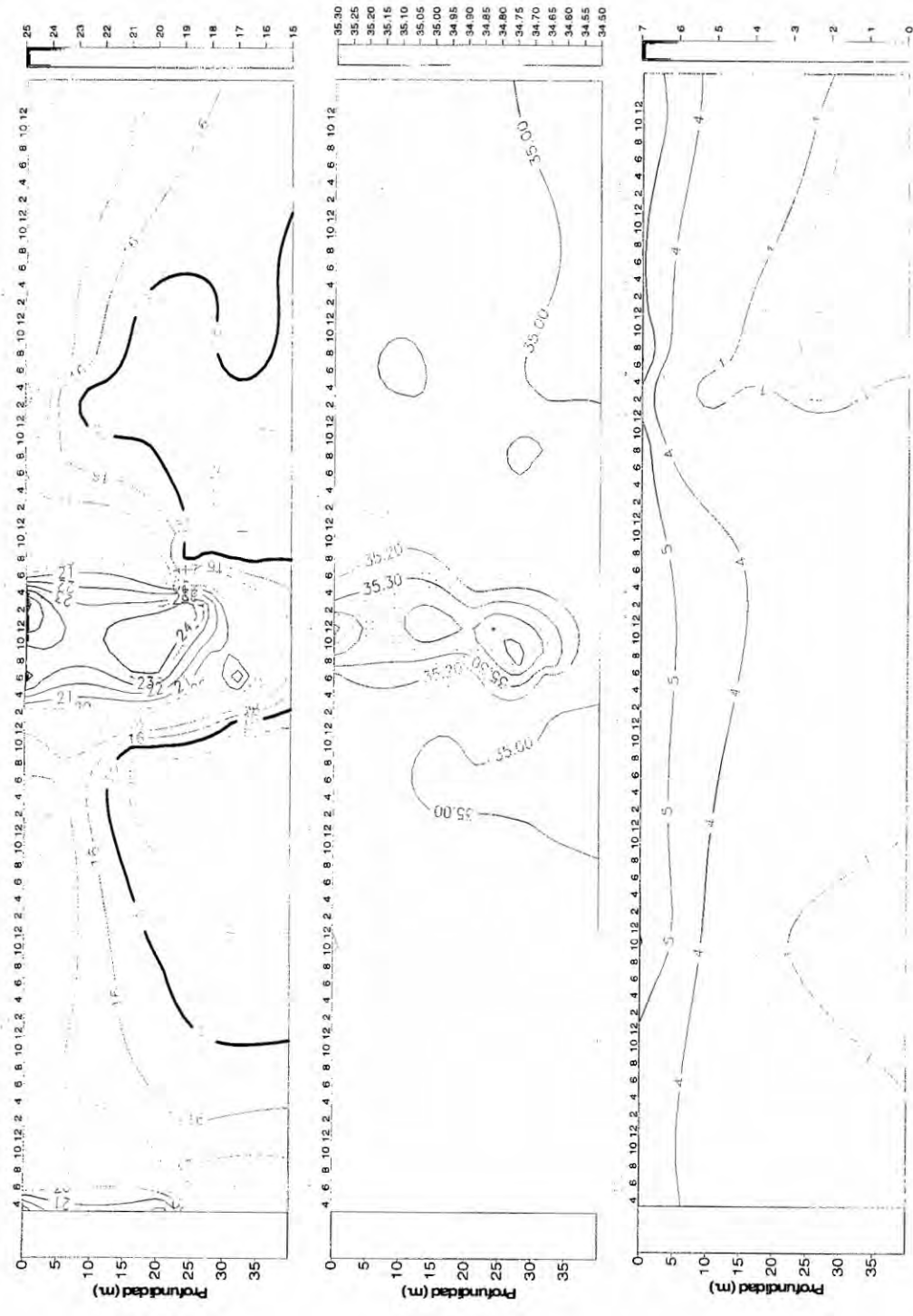


Figura 20. Distribución de la estructura Vertical de a) Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno disuelto (mL/L) en la Bocana Principal de la Bahía Samanco, 1992-2002.

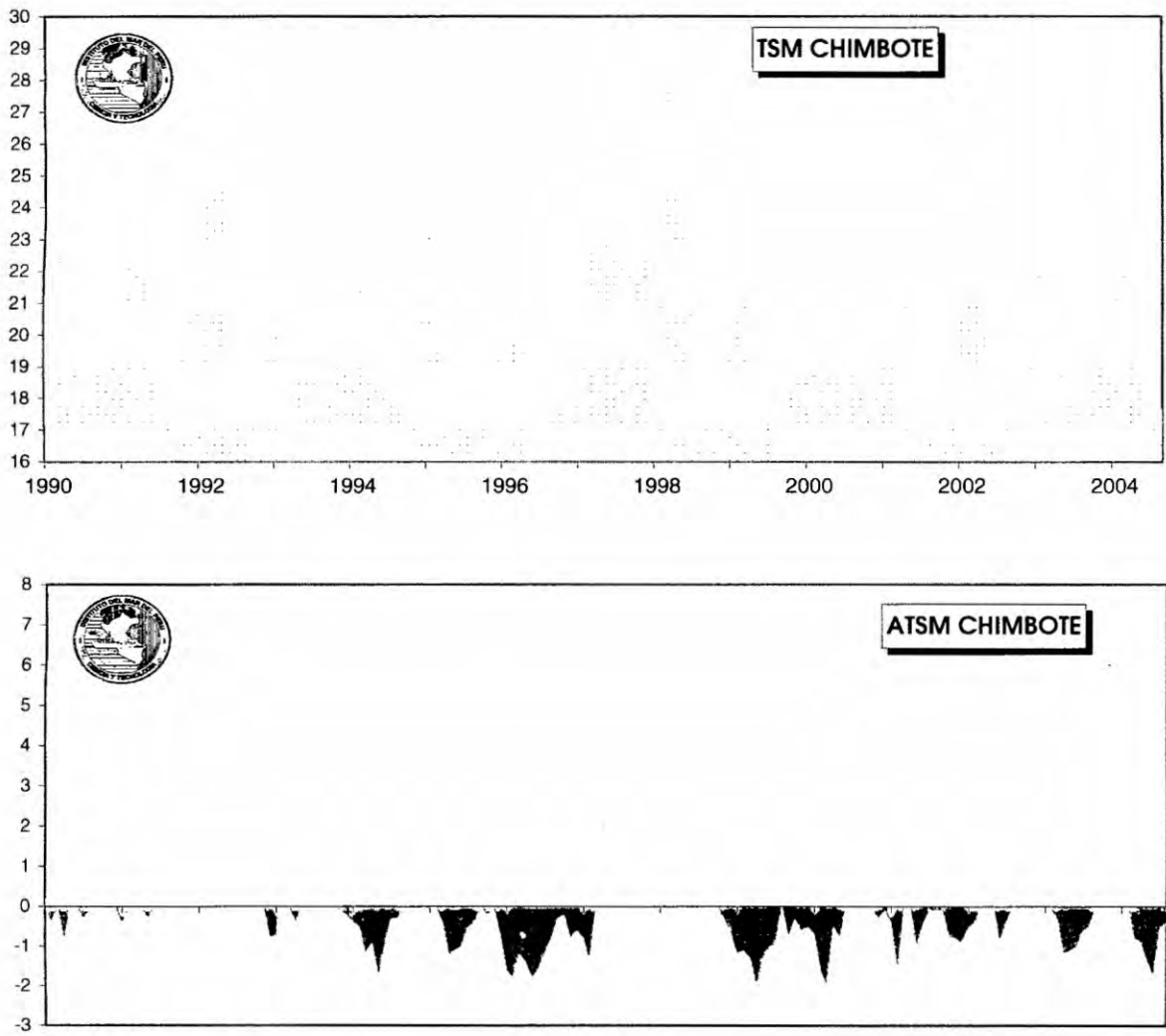


Figura 21. Serie de Tiempo de Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y Anomalía Térmica Superficial ( $^{\circ}\text{C}$ ) en la estación costera del Laboratorio de Chimbote - IMARPE.

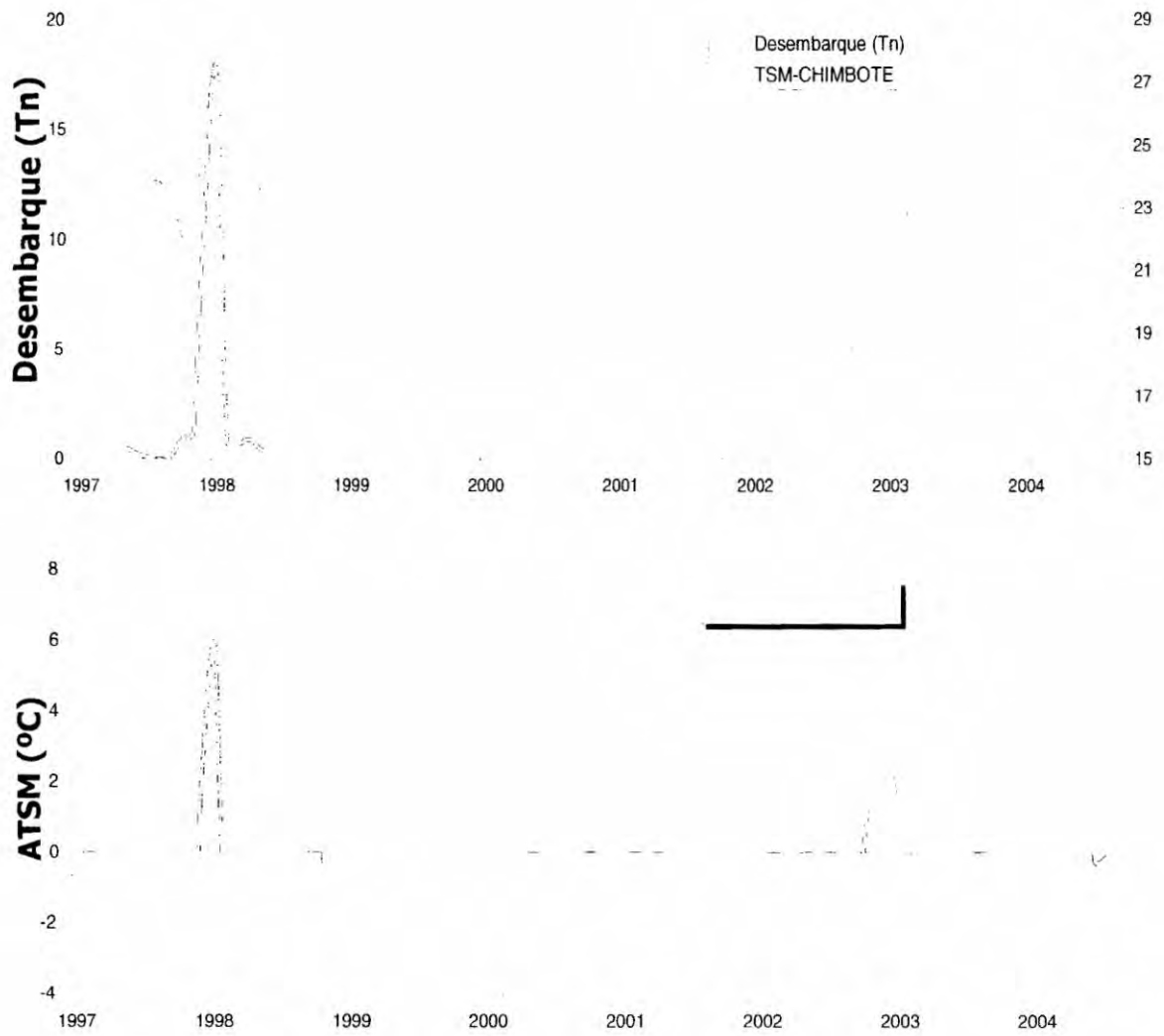


Figura 22. Relación Recurso – Ambiente (desembarque de concha de abanico Vs Temperatura y Anomalía Térmica) en Chimbote 1997-2004.

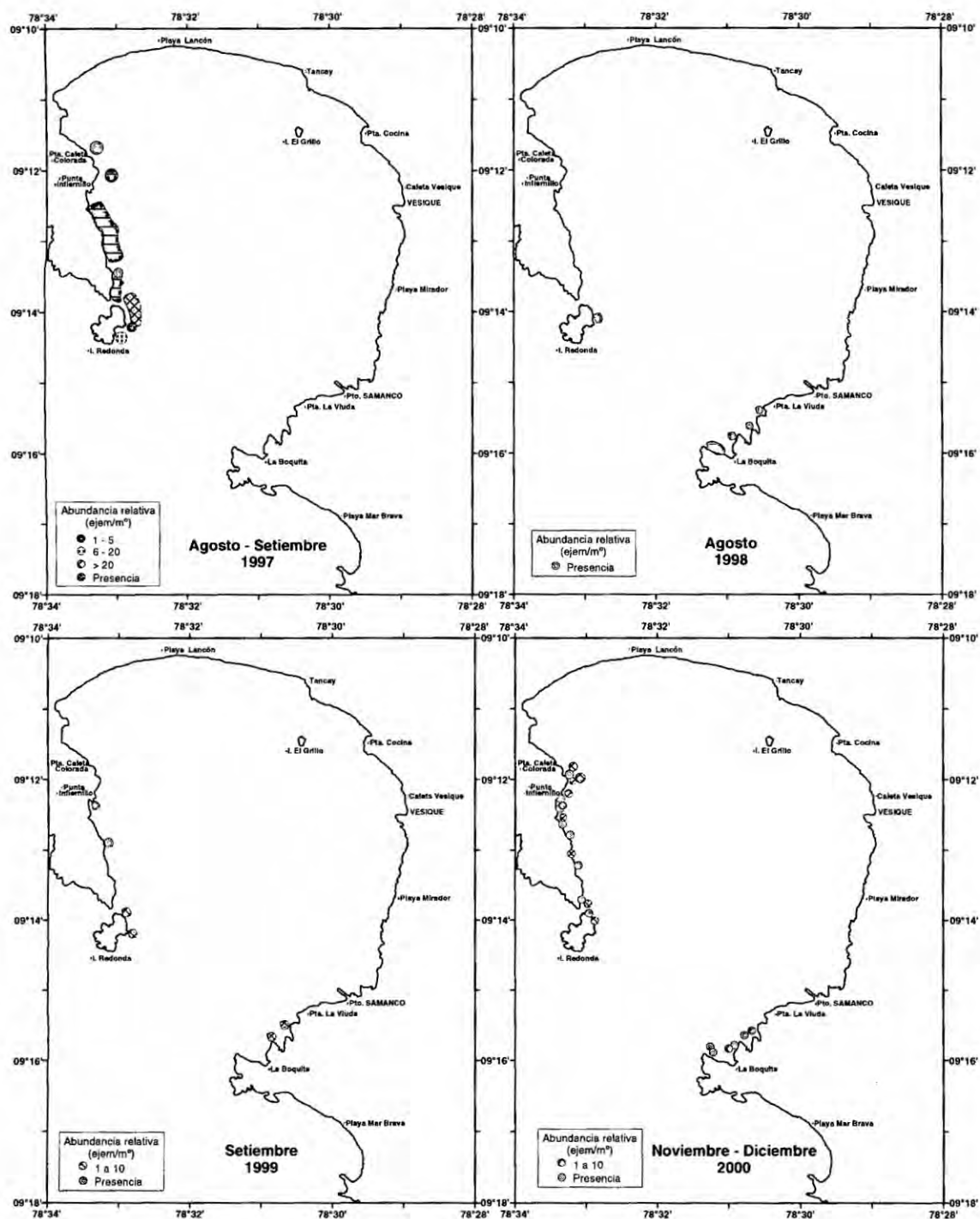


Figura 23. Distribución y Concentración del recurso, en las áreas de Evaluación y Exploradas para el estudio de la concha de abanico en Bahía Samanco - Chimbote, (1997 - 2000)



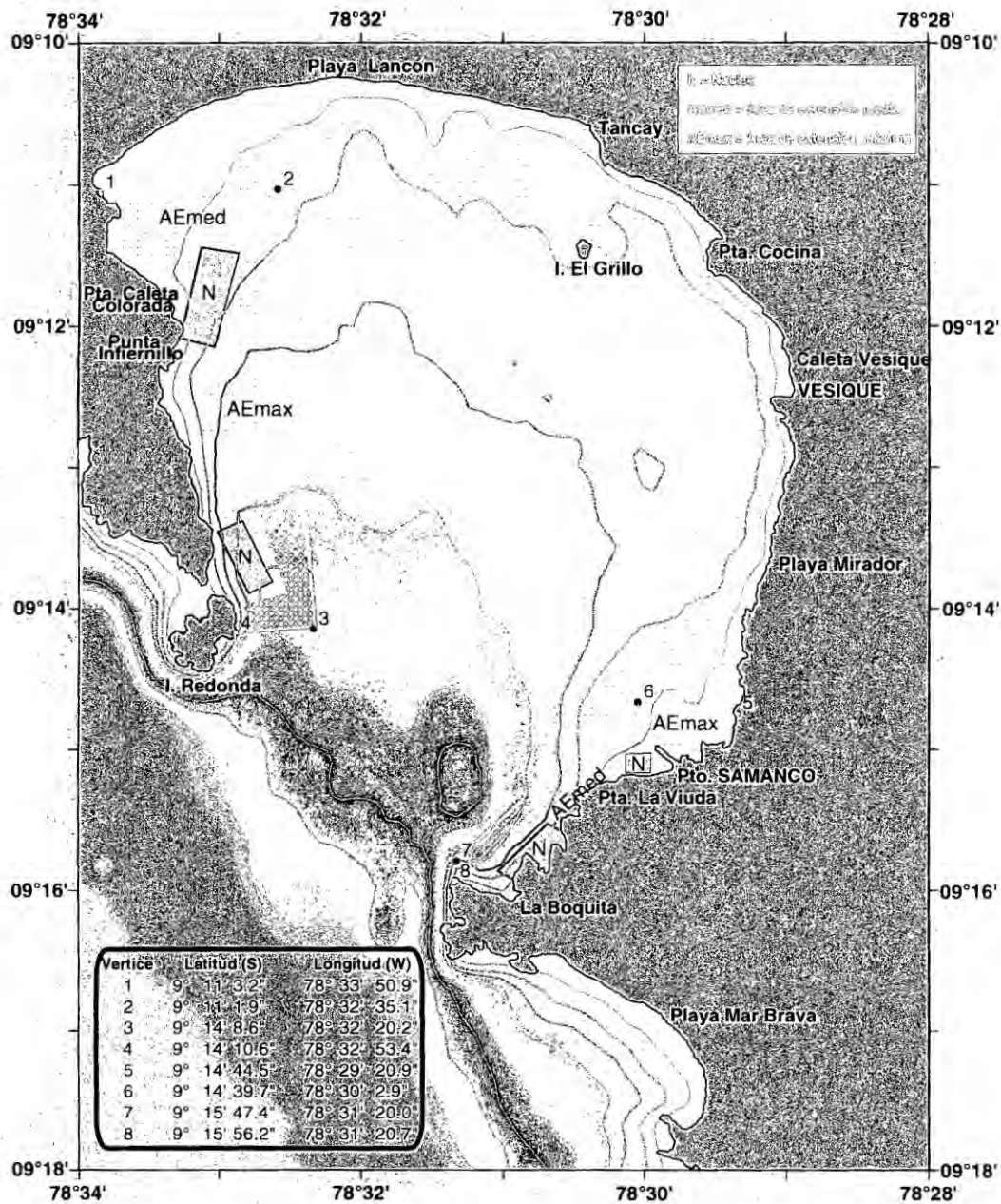


Figura 24. Áreas de extensión que delimitan los bancos de concha de abanico en la Bahía Samanco.

Fuente: Laboratorio Costero de Chimbote (IMARPE)