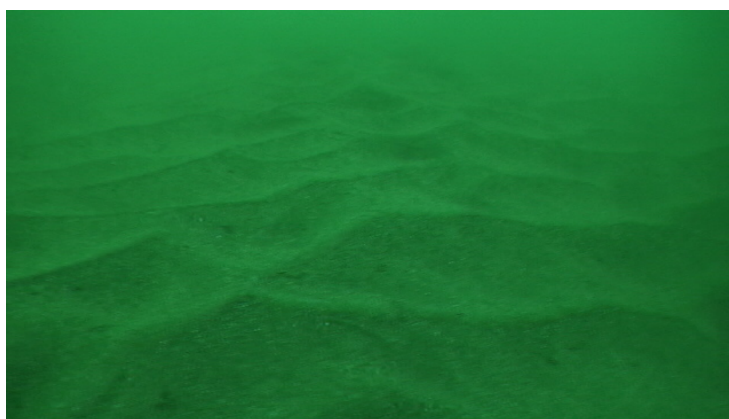


INFORME CONSULTORIA

AMPLIACIÓN DE ACTIVIDADES  
DETERMINACIÓN DE RUTA FACTIBLE DE TUBERIA

**“CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO SUBMARINO  
POTENCIALMENTE AFECTADO POR LA INSTALACIÓN DE  
LAS TUBERÍAS SUBMARINAS DEL PROYECTO PLANTA DE  
ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLE  
DERIVADOS DE PETRÓLEO”.**



Presentado a:

ALBA PETRÓLEOS DE EL SALVADOR S. E. M. de C. V.

Presentado por:

Alex Michel Hasbún (SUBATEC S.A. de C.V.) 3 Calle Poniente y 99  
Avenida Norte N°5020, Colonia Escalón. San Salvador, El Salvador.  
Tel. (503) 2264-0961

17 de julio del 2007  
San Salvador, El Salvador.

## CONTENIDO

<i>Resumen Ejecutivo</i>	3
<i>Introducción</i>	4
<i>Materiales y Métodos</i>	4
<i>Resultados</i>	8
<i>Parámetros físicos</i>	8
<i>Especies macro bentónicas</i>	8
<i>Diversidad entre puntos</i>	9
<i>Especies pelágicas</i>	10
<i>Caracterización de sitios de muestreo</i>	10
<i>Discusión y conclusiones</i>	12
<i>Referencias</i>	12
<i>Anexos</i>	14

## Resumen Ejecutivo

La empresa SUBATEC S.A. de C.V., a solicitud de ALBA PETRÓLEOS DE EL SALVADOR S. E. M. de C. V., desarrolló una extensión de estudio submarino entre el 11 y 16 de julio del 2007, de la posible ruta factible para la colocación de tuberías con el fin de caracterizar el medio submarino el cual sería potencialmente afectado por la instalación de tuberías submarinas en el marco de la ejecución del proyecto “Planta de Almacenamiento y Distribución de Combustibles Derivados de Petróleos”.

Dicha extensión de estudio incluye un inventario de fauna bentónica y pelágica en la ruta donde se colocarán las tuberías submarinas en un área de 1000 metros cuadrados; muestreo de dos puntos (estaciones de muestreo) de la nueva ruta de las tuberías submarinas y clasificación de las muestras recolectadas; tipo de fondo marino o sedimento en la zona de muestreo y verificación de la presencia o ausencia de arrecife en la zona de la posible ruta de las tuberías, todo ello en el proyecto ubicado en el Océano Pacífico, Municipio de Acajutla, Departamento de Sonsonate, El Salvador, a una profundidad no mayor de los Veinte metros.

Para el estudio se documentó la fauna de un tamaño mayor a 0.5 cm (macro bentos). Por cada estación de muestreo, se extrajo una muestra de sustrato del fondo de 24 cms de profundidad y 17 cms de ancho, mediante la incorporación en forma vertical de recipientes cilíndricos de plástico, usando equipo SCUBA. En sustrato esta mayormente conformado por arena y muestras de fauna.

Considerando lo anterior, el presente informe documenta la fauna macro bentónica y pelágica compuesta mayormente por Anélidos poliquetos (gusanos marinos; Polychaeta), caracoles y conchas (Gastropoda y Bivalvia), y peces (Actinopterygii).

El transepto sujeto a estudio consistió en su mayoría un sustrato arenoso (aproximadamente 98%). Únicamente el 2% representa lodo y compuestos arcillosos, con profundidades que oscilan entre los 4 a los 18 mts.

Se documentó una menor biodiversidad macro bentónica en el punto A y E comparada con los puntos 3.0, 2.5 y 2.0. Las características heterogéneas de esta zona ( puntos A al E ) brinda una mayor factibilidad para la colocación de la tubería.

En los puntos estudiados ( A y E )se presentan mayormente Gastropodos, Bivalvos y poliquetos, no se documentan corales blandos ni zonas pedregosas en la ruta factible propuesta.

## Introducción

La empresa ALBA PETRÓLEOS DE EL SALVADOR S. E. M. de C. V. , mediante contrato y fecha 11 DE JULIO DEL 2007, con SUBATEC SA de CV, desarrolla una ampliación del estudio consistente delimitar ruta submarina factible para la instalación de tuberías y la caracterización del medio submarino potencialmente afectado por la instalación de tuberías submarinas en dicha ruta del proyecto “Planta de Almacenamiento y Distribución de Combustibles Derivados de Petróleos”.

Dicha ampliación del estudio incluye una demarcación y verificación hidrográfica de la ruta factible para la colocación de las tuberías, un inventario de fauna bentónica y pelágica en la ruta factible donde se colocarán las tuberías submarinas en un área de un kilómetro; muestreo de dos puntos de la ruta establecida y clasificación de las muestras recolectadas; tipo de fondo marino o sedimento en la zona de muestreo y verificación de la presencia o ausencia de arrecife en la zona de la posible ruta de las tuberías del proyecto, todo ello en el proyecto ubicado en el Océano Pacífico, Municipio de Acajutla, Departamento de Sonsonate, El Salvador, a una profundidad que no excediera de los Veinte metros.

Considerando lo anterior, el presente informe amplía la información y documenta la proposición de la ruta factible de la tubería y la fauna macro bentónica y pelágica observada entre el 11 y 16 de julio del 2007.

## Materiales y Métodos

### ***Área de estudio:***

El presente estudio de ruta factible para la colocación de tubería submarina en fondo de consistencia y característica arenosa se desarrollo en áreas próximas al muelle de Acajutla, Departamento de Sonsonate. Las profundidades del transepto documentado varia entre aproximadamente 4 mts. a 18 mts.

Las coordenadas geográficas en grados y minutos son los siguientes:

ACAJUTLA, Depto. SONSONATE		
Punto	Latitud (Norte)	Longitud (Oeste)
A	N 13° 34' 24''	O 89° 50' 12''
B	N 13° 34' 24''	O 89° 50' 18''
C	N 13° 34' 24''	O 89° 50' 22''
D	N 13° 34' 24'	O 89° 50' 25''
E	N 13° 34' 24''	O 89° 50' 33''

**Parámetros físicos:** Se localizaron los sitios de muestreo establecidos en los términos de referencia para el desarrollo del presente trabajo (contrato ALBA PETRÓLEOS DE EL SALVADOR S. E. M. de C. V. / SUBATEC, SA de CV) mediante el uso de un Global Positioning System (GPS), Magellan 4000XL. La profundidad y tipo de fondo se estableció mediante sonar NAVMAN 4430, así como mediante inmersiones de buceo con equipo S.C.U.B.A. Ambas temperaturas del agua de la superficie así como de la profundidad de los sitios de muestreo fueron registradas. Así mismo, muestras de agua fueron colectadas para registrar la salinidad mediante el uso de un refractómetro.



**Fig. 1.** Ubicación geográfica de los puntos de interés para la colocación submarina de la tubería. La ruta color amarillo refleja la zona factible para el trazo submarino de la tubería conectando con el punto 2.0.

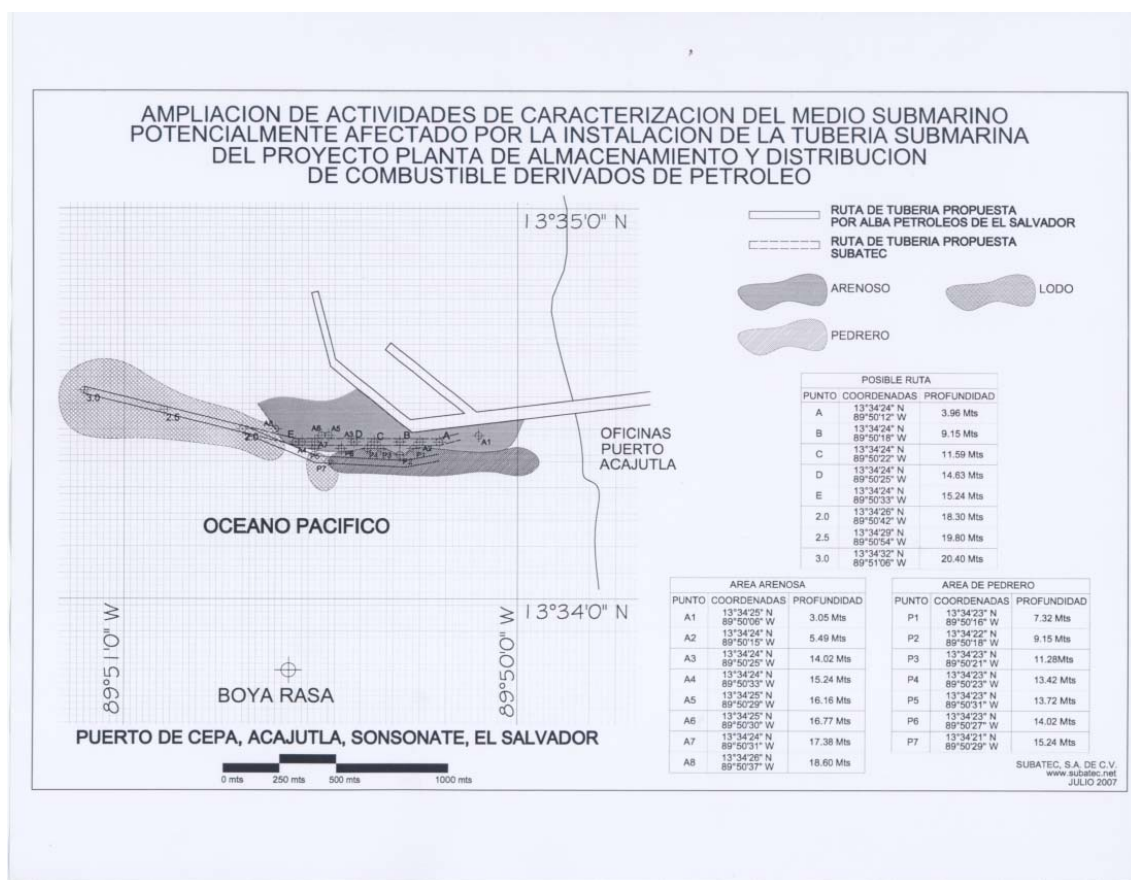


Fig. 2. Plano de trayectoria de ruta propuesta.

***Inventario de fauna macro bentónica:*** Para el desarrollo del inventario rápido de organismos asociados al fondo marino de la zona de estudio, se considero únicamente la fauna de un tamaño mayor a 0.5 cm (macro bentos). Se establecieron dos estaciones de muestreo correspondientes a 2 puntos (Puntos A y E) en profundidades distintas ubicadas en el transecto donde se recomienda colocar la tubería para el descargue de petróleo. (ver Fig 1 y Fig 2).

Por cada estación, se extrajo una muestra de sustrato del fondo de 24 cms de profundidad y 17 cms de ancho, mediante la incorporación en forma vertical de recipientes cilíndricos de plástico, usando equipo de buceo S.C.U.B.A.

Las muestras extraídas fueron procesadas no mas de seis horas después en tierra firme, para lo cual se procedió a cernir bajo un tamiz de 500 µm de poro el sustrato de la arena e identificar y preservar el material biológico obtenido.

Los anélidos poliquetos se relajaron con ácido acético por 10 minutos, para luego preservarse en etanol al 70%. Los restos de Gastropodos y Bivalvos fueron depositados directamente en etanol al 70%. Posteriormente, las muestras fueron clasificadas, identificadas y contabilizadas, para luego etiquetarlas con datos de profundidad y coordenadas geográficas, temperatura y salinidad del agua.

La dominancia se calculó mediante la comparación simple de las cantidades de especies por sitio de muestreo. Para el análisis cuantitativo, se consideró estadísticamente significativo un valor de  $p < 0.05$ . Muestras de la fauna identificada, fueron mostradas al Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales – MARN.

***Inventario de fauna pelágica:*** Se desarrollo un inventario rápido de la fauna pelágica de la zona de estudio, mediante el uso de redes con pescadores artesanales así como por el lance de nasas para especies pequeñas ( $\leq 4$  cm de circunferencia ). Con el fin de complementar el inventario de fauna pelágica, se anotaron las especies vistas durante inspecciones submarinas así como entrevistas a pescadores de Los Cóbano.



## Resultados

### Parámetros físicos

Los parámetros físicos documentados durante el presente estudio se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Parámetros físicos del sitio de muestreo en Acajutla, Sonsonate, El Salvador.

Punto	Coordenadas Geográficas Latitud Norte y Longitud Oeste		Prof. mts	Fondo	Temp spf °C	Temp prof. °C	Sal. spf 0/00	Sal. prof 0/00
A	N 13° 34' 24''	O 89° 50' 12''	4	Arena	30	28	34.5	35
E	N 13° 34' 24''	O 89° 50' 33''	15.2	Arena	31	29	35	35

### Especies macro bentónicas

Las especies macro bentónicas documentadas durante el presente estudio se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Especies macro bentónicas del sitio de muestreo en Acajutla, Sonsonate, El Salvador

Punto	Clase	Familia	Genero y especie	n	NE
E	Crustacea	-	-	1	2
E	Polychaeta	-	-	1	3
E	Polychaeta	-	-	1	4
E	Polychaeta	-	-	2	5
E	Polychaeta	-	-	2	6
E	Polychaeta	-	-	2	7
E	Gastropoda	<i>Olividae</i>	<i>Olivilla sp</i>	2	8
E	Gastropoda	<i>Mitridae</i>	-	1	9
E	Gastropoda	<i>Buccinidae</i>	-	1	10
E	Gastropoda	<i>Turridae</i>	-	2	11
E	Gastropoda	<i>Turridae</i>	-	1	12
E	Gastropoda	<i>Calyptraeidae</i>	<i>Crucibulum sp</i>	1	13
E	Bivalvia	<i>Pectinidae</i>	-	2	14
E	Bivalvia	<i>Tellinidae</i>	-	1	15
E	Bivalvia	<i>Cardiidae</i>	-	1	16
E	Bivalvia	<i>Donacidae</i>	-	1	17
A	Polychaeta	<i>Pilargidae</i>	-	1	1
A	Polychaeta	<i>Pilargidaae</i>	-	2	2
A	Polychaeta	<i>Lumbrineridae</i>	-	2	3
A	Bivalvia	<i>Cardiidae</i>	-	1	5
A	Gastropoda	<i>Calyptraeidae</i>	<i>Crepidula sp</i>	2	6
A	Gastropoda	<i>Calyptraeidae</i>	<i>Crucibulum sp</i>	2	7
A	Gastropoda	-	-	1	8
A	Gastropoda	-	-	1	9

n: Numero de individuos observados; NE: Numero de etiqueta. S: Sin muestra

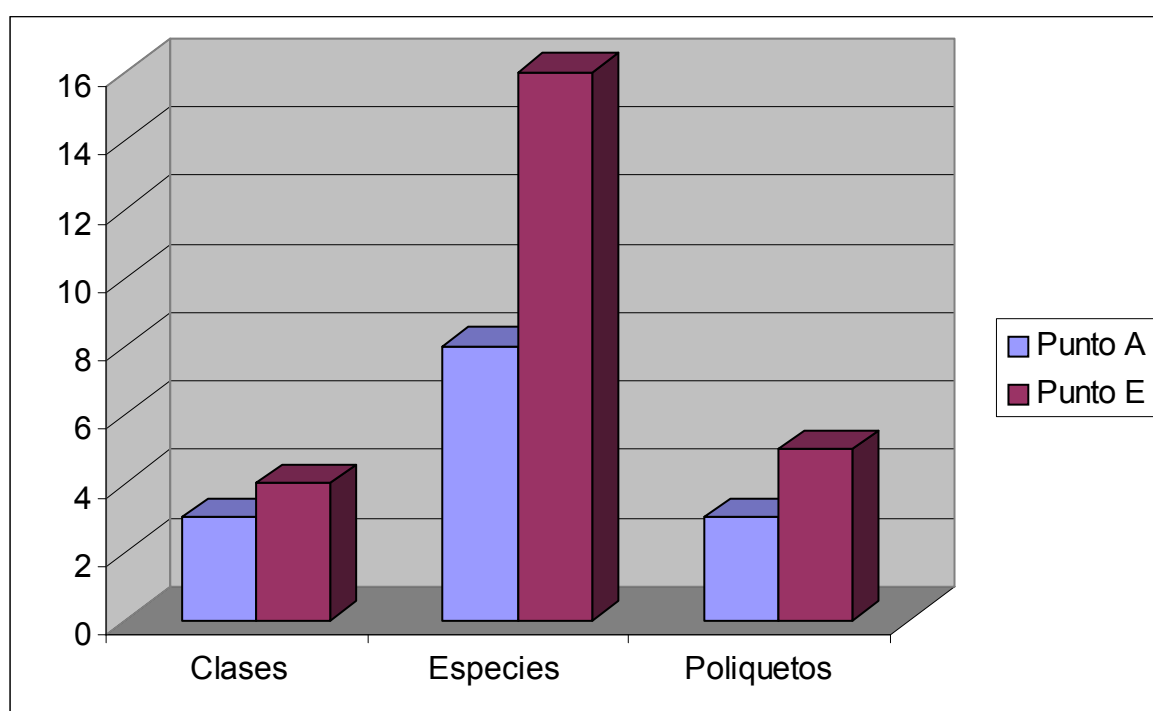


### ***Diversidad entre puntos:***

Considerando la diversidad de fauna macro bentonica, asi como la cantidad de especies en general y especies de poliquetos en especifico documentadas en este estudio, se documenta que a mayor profundidad mayor cantidad de especies de poliquetos y a menor profundidad se documenta menor diversidad de Especies (ver Tabla No. 3 y Grafica No. 1).

**Tabla No. 3:** Diversidad de Clases, Especies (en general) y Especies de Poliquetos en los puntos de muestreo. Acajutla, Sonsonate, Julio 2007.

Punto	Clases	Especies	Poliquetos
A	3	8	3
E	4	16	5



**Grafica No. 1.** Diversidad de Clases, Especies (en general) y Especies de Poliquetos en los puntos de muestreo. Acajutla, Sonsonate, Julio 2007.

### ***Especies pelágicas:***

Las especies pelágicas documentadas durante el presente estudio se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Especies pelágicas del sitio de muestreo en Acajutla, Sonsonate, El Salvador.

Familia	Nombre científico	Nombre común
<i>Ariidae</i>	<i>Bagre panamensis</i>	Bagre blanco
<i>Belonidae</i>	<i>Strongylura exilis</i>	Zanate
<i>Tetraodontidae</i>	<i>Diodon holocanthus</i>	Pez erizo
<i>Lutjanidae</i>	<i>Lutjanus guttatus</i>	Pargo lunarejo
<i>Dasyatidae</i>	<i>Dasyatis americana</i>	raya
<i>Ophichthidae</i>	-	Anguila
<i>Lutjanidae</i>	<i>Lutjanus peru</i>	Pargo

### ***Caracterización de sitios de muestreo:***

Los sitios de muestreo en la fecha realizada presentaron visibilidades de 1 a 1.5 mts. Las fuertes corrientes en la zona alteran la visibilidad aumentando la sedimentación en el área removiendo el sustrato a una profundidad de 3 a 5 cms. Según lo anterior, el suelo a mayor profundidad de los 10 cms se presenta compacto. Esto puede variar según temporada del año.

El transepto de estudio, con longitud total de 1000 m posee un porcentaje total de sustrato Arenoso (98%), con un porcentaje del 2% de fondo lodoso sin piedras. A continuación se presentan las características macro de cada punto de muestreo, así como lo encontrado entre dichos puntos.



**Fig 3.** Transepto de estudio (línea amarilla), mostrando los puntos de muestreo y zona rocosa (entre ambas marcas rojas). Acajutla, Sonsonte. Julio 2007.

**Punto A.** Estación de muestreo 4.0 mts de profundidad, con coordenadas N  $13^{\circ} 34' 24''$ , O  $89^{\circ} 50' 12''$ , de sustrato arenoso, T  $28^{\circ}\text{C}$  y salinidad  $35_{0/00}$ , en la cual habitan en su mayoría Gastropodos y poliquetos. Las lecturas de sonar indican una topografía heterogénea con leves depresiones hidrográficas de no mas de 90 cms.

**Punto E.** Estación de muestreo a 15.2 mts de profundidad, con coordenadas N  $13^{\circ} 34' 24''$ ; O  $87^{\circ} 50' 33''$ , Fondo arcilloso con poco lodo, arenoso fino, no compactado en los primeros 10 cm del fondo, con restos de conchas. La topografía es irregular, la lectura del sonar indican depresiones hidrográficas de 60 a 90 cms. En dicho ecosistema marino, habitan usualmente Poliquetos y Gastropodos.

**Transepto entre Punto A y E:** Topografía relativamente irregular decreciente hacia el Oeste, con hondonadas arenosas de hasta 1 mt de profundidad del suelo marino. Fondo mayormente arenoso. Visibilidad 1.5 mts.

## Discusión y Conclusiones

El área de estudio próximo al Puerto de Acajutla se sitúa cerca de un arrecife rocoso que es parte del arrecife de Los Cóbanos. Este arrecife representa un área costero-marina que contiene una significativa biodiversidad (ICMARES 2007). Los organismos macro bentónicos y pelágicos documentados en este estudio son representativos de plataformas lodosas y arenosas, así como áreas rocosas del sistema arrecifal; y la presencia y abundancia de poliquetos son parámetros útiles para monitorear la salud de los ecosistemas marinos (Ruppert & Barnes, 1994).

El transecto sujeto a estudio consistió en su mayoría en un sustrato arenoso (aproximadamente 98.0%). No se documentó arrecife ni corales en los puntos A y E, hay menor biodiversidad comparada con los otros puntos 3.0, 2.5 y 2.0. De acuerdo a lo anterior, y considerando que en los puntos 1.5 a 0.5 se encontraron piedras y rocas, es posible que las características heterogéneas de los puntos 0.5 a 1.5 no sean recomendables para la colocación de una tubería, por lo que las zonas de la ruta A y E conectando con los puntos 2.0, 2.5 y 3.0 son las más factibles para la colocación de una tubería en el fondo marino. Debido al movimiento de sustrato por el comportamiento de las corrientes submarinas de la zona, se deberá tomar en cuenta el posible asolvamiento de las tuberías en ciertas épocas del año, si esta se colocara directamente sobre el sustrato.

Debido a los movimientos migratorios según estado de reproducción y época del año, la composición de especies, así como las cantidades de estas y la hidrografía superficial pueden variar durante el transcurso de un año.

## Referencias

- Barraza J. E. 1994. Guía ilustrada de algunos poliquetos (Annelida: Polychaeta) de Solymar, La libertad, El Salvador. Boletín Técnico No. 2. AMAR. 17pp
- Barraza J. E. 1995. Gusanos segmentados (Anélidos) de El Salvador. Historia Natural y Ecológica de El Salvador. Ministerio de Educación. Tomo II. 67-75.
- Barraza J.E. & C.R. Hasbun. 2005. Los echinodermos (Echinodermata) de El Salvador. Rev. Biol. Tropical. Vol. 53 (Supl. 3) 139-146.
- Breedy O. & Guzman H.M. 2002. A revision of the genus *Pacifigorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). Proceedings of the Biological Society of Washington (Proc. Biol. Soc. Wash.). Vol. 115, No. 4, pp. 782-839.
- Fauchald, K. 1977. The Polychaete Worms. Definitions and keys to the Orders, Families and Genera. Science series 28. Los Angeles, California. 188pp.

Fauchald, K.1970, Polychaetous Annelids of the Familias Eunicidae, Lumbrineridae, Iphitimidae, Arabellidae, Lysaretidae and Dorvilleridae from Western Mexico. Number 5 Allan Hancock Monographs in Marine Biology. University of Southern California. Los Angeles, California. 335pp.

Fischer, W. , F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter & V.H. Niem (Eds). 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca Pacifico Centro Oriental. FAO, ROMA Italia.646 p.

García-Ríos, C.; M. Álvarez-Ruiz; J.E. Barraza, A.M. Rivera & C.R. Hasbun 2003. Los quitones (Mollusca: Polyplacophora) de El Salvador: guía para la identificación de las especies. Impresos Sea Grant. 32 pp.

Garrison, G. 2000. Peces de la Isla del Coco. Instituto Nacional de Biodiversidad. 430 pp.

Harlan 1998. The Pilargidae (Annelida: Polychaeta) of the Pacific Coast of Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 46 (6): 47-62.

ICMARES/UES 2006. Formulación del diagnostico de la línea base de las condiciones biofísicas, socioeconómicas e institucionales del sistema arrecifal de Los Cóbano. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador. Universidad de El Salvador. 99 pp +anexos.

Molina, O. 1995. Estructura del macrobentos y meiobentos del a Bahía de Jiquilisco. En: Javier Zamarro (Ed). Simposium Ecosistema de Manglares en el Pacifico Centroamericano. P 257-264. PRADEPESCA.

Ruppert, E.E. & R.D. Barnes, 1994. Invertebrate Zoology, 6th Edition. Saunders College Publishing, Harcourt Brace College Publishers, Orlando, FL. 1056 pp.

Tucker Abbot, R. & Zim, H. 1973. Conchas Marinas. Ediciones Daimon, Manuel Tamayo, Barcelona.160 pp.

Uebelacker & Johnson 1984. (eds) Taxonomic guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico. Final Report to the Minerals Management Service, Contract 14-12-001-29091. Barry A Vittor & Associates, Inc., Mobile, Alabama. 7 vols.

Vasconcelos, H. A & L. J. Fuentes. 1997. Comunidad Macrobentónica del Golfo de Fonseca (El Salvador). Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 61pp

## **Anexos**

Fotografías:

Procesos de Estudio  
Especies Pelágicas  
Especies de Fondo  
Notas de Campo



## Procesos de estudio



Sitio de muestreo. Puerto de Acajutla.



Embarcación utilizada para el estudio.



Puerto de Acajutla, sitio frente al Punto A.



Equipo de sonar.






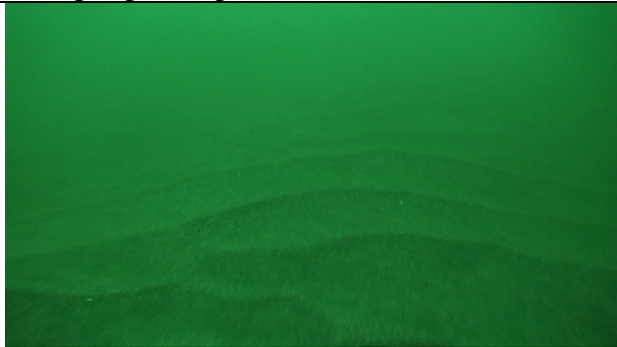
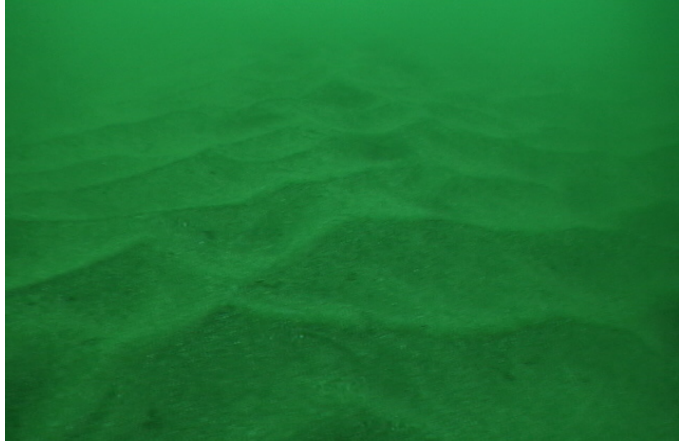



Buzo listo para la verificación submarina

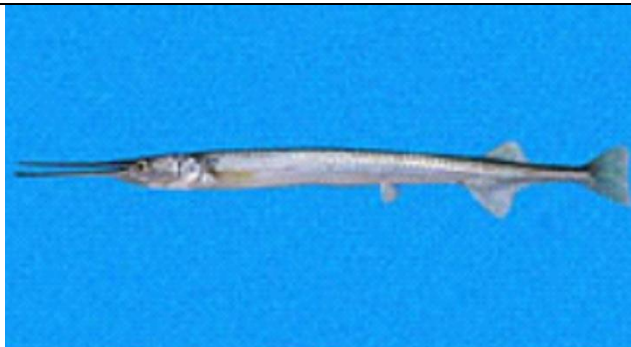





Boyas identificando transecto de fondo





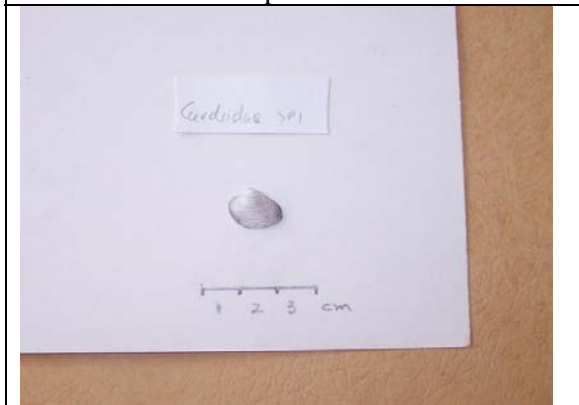





	
Buzo finalizando toma de muestras.	Buzo verificando zona con piedras.
	
Recolección de muestras.	Trampas para especies menores.
	
Buzo marcando zona con piedras.	Suelo marino arenoso del Punto E.
	
Suelo marino arenoso entre el Punto A y el Punto E.	Buzo realizando verificación submarina.

Especies pelágicas de la zona:

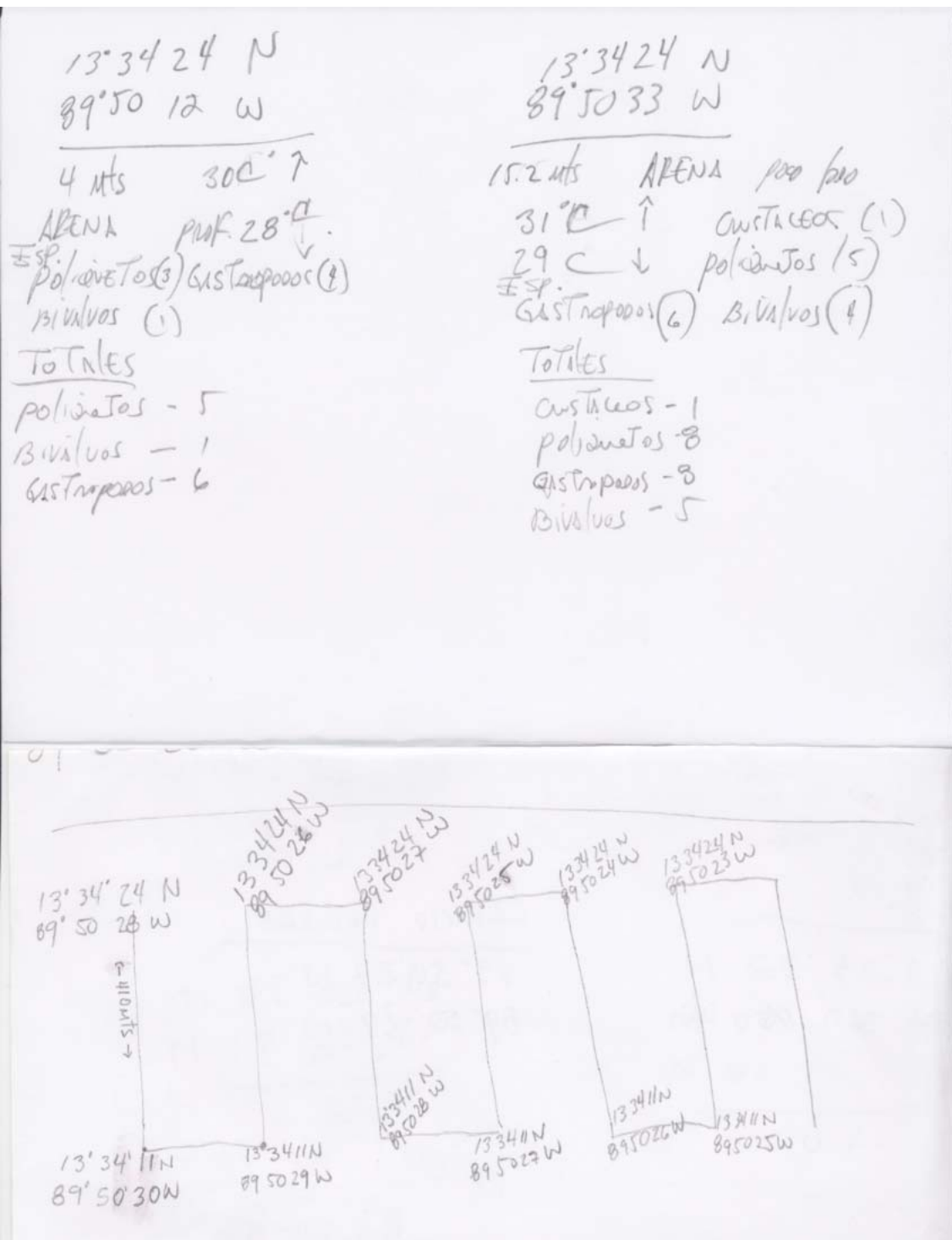
 <p>5 cm</p>	
<p>Zanate <i>Strongylura exilis</i></p>	<p><b>Pez Erizo</b> <i>Diodon holocanthus</i></p>
	
<p>Pargo <i>Lutjanus peru</i></p>	<p>Bagre <i>Bagre panamensis</i></p>



## Especies de fondo.

 <p>Cardiidae sp3</p>	 <p>Cardiidae sp2</p>
<p>Bivalvia <i>Cardiidae</i> sp</p>	<p>Bivalvia <i>Cardiidae</i> sp</p>
 <p>Cardiidae sp1</p>	 <p>Cardiidae sp9</p>
<p>Bivalvia <i>Cardiidae</i> sp</p>	<p>Bivalvia <i>Cardiidae</i> sp</p>
 <p>Gastropoda Calyptraeidae Crucibulum sp</p>	 <p>Bivalvia Donacidae</p>
<p>Gastropoda <i>Calyptraeidae</i>, <i>Crucibulum</i></p>	<p>Bivalvia. <i>Donacidae</i></p>
 <p>Bivalvia Tellinidae sp3</p>	 <p>Bivalvia Tellinidae</p>
<p>Bivalvia. <i>Tellinidae</i> sp</p>	<p>Bivalvia. <i>Tellinidae</i> sp</p>

## Notas de Campo



ARENOSO		PEDRERO		ZONA ARENOSA - RUTA POSIBLE	
13 34 24 N	50 pies	P6	13 34 23 N	45 pies	A MARCACION 1
89 50 33 W			89 50 27 W		13 34 24 N
13 34 25 N	53 pies				89 50 12 W
89 50 29 W		P1	13 34 23 N	24 pies	B MARCACION 2
13 34 25 N	55 pies		89 50 16 W		13 34 24 N
89 50 30 W		P2	13 34 22 N	30 pies	89 50 18 W
13 34 24 N	57 pies		89 50 18 W		C MARCACION 3
89 50 31 W		P3	13 34 23 N	37 pies	13 34 24 N
13 34 25 N	10 pies		89 50 21 W		89 50 22 W
89 50 06 W		P4	13 34 23 N	44 pies	D MARCACION 4
13 34 24 N	18 pies		89 50 23 W		13 34 24 N
89 50 15 W		P5	13 34 24 N	46 pies	89 50 25 W
13 34 24 N	46 pies		89 50 31 W		E MARCACION 5
89 50 25 W		P7	13 34 21 N	50 pies (PRIMERA REFERENCIA)	13 34 24 N
13 34 26 N	61 pies		89 50 29 W		89 50 33 W
89 50 37 W					50 pies

ZONA ARENOSA AL NORTE DE LA ZONA PEDRERO.



Ruta caracterizada

12 - Julio - 2007

BOYA #1

13° 34' 24 N  
89° 50' 18 W

BOYA #2

13° 34' 24 N  
89° 50' 22 W

BOYA #3

13° 34' 24 N  
89° 50' 25 W

BOYA #4

13° 34' 24 N  
89° 50' 33 W

BOYA #0

13° 34' 24  
89° 50' 12

prof 50 pies

Temp. 87 F

Fondo ARENOSO

Irregular