



Universidad Autónoma de
Baja California
Facultad de Ciencias Marinas



REPORTE TÉCNICO DEL CRUCERO OCEANOGRÁFICO BTS 2017-2

Editor: Dr. Héctor Bustos-Serrano

Responsables de la elaboración del reporte:

Dr. Ronald Spelz Madero (Oceanografía Geológica)

Dr. Rubén Castro Valdez (Oceanografía Física)

Dr. Héctor Bustos-Serrano (Oceanografía Química)

Dra. Mary Carmen Ruiz dela Torre (Oceanografía Biológica)

Jefe de Crucero: Dr. Héctor Bustos-Serrano

Cita: Bustos-Serrano H., Castro-Valdez R., Ruiz de la Torre M.C., Lugo-Ibarra K.C., Mejía-Piña K.G., Ashida-Hernández E., Canino-Herrera S.R., Sánchez-González A., Larios-Castillo S.I., Bennett-Carreño A., Díaz-García M.A., Romero-González C., Spelz-Madero R.M., Morales-Chávez R., Herrera-Gutiérrez A.R., Santa Rosa del Río M.A., Yarbuh-Lugo I.U., Guardado-France R., Martínez-Alcalá A., Durante-Barajas G., Zavala-Hamz V.A. y J.G.

Vaca-Rodríguez (2018). **REPORTE TÉCNICO DEL CRUCERO OCEANOGRÁFICO BTS 2017-2**. Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas. Ensenada, Baja California. 81pp.



Universidad Autónoma de Baja California Facultad de Ciencias Marinas



Autores

Héctor Bustos-Serrano,
Rubén Castro-Valdez
Mary Carmen Ruiz de la Torre
Karina del Carmen Lugo-Ibarra
Karla Gabriela Mejía-Piña
Eduardo Ashida-Hernández
Sergio Raúl Canino-Herrera
Alejandro Sánchez-González
Sergio Ignacio Larios-Castillo
Abraham Bennett-Carreño
Mariana Alejandra Díaz-García,
Citlalli Romero-González
Ronald M. Spelz-Madero
Rafael Morales-Chávez
Ángel Raúl Herrera-Gutiérrez
Miguel Ángel Santa Rosa del Río
Ismael Usama Yarbuh-Lugo
Rigoberto Guardado-France
Antonio Martínez-Alcalá
Giovanni Durante-Barajas
Víctor A. Zavala-Hamz
Juan G. Vaca-Rodríguez



TABLA DE CONTENIDOS

OCEANOGRAFÍA GEOLÓGICA

Introducción.....	5
Objetivos	6
Objetivos Particulares.....	6
Área de estudio.....	6
Métodos.....	7
Resultados	11
Referencias	25
Anexo G	26

OCEANOGRAFÍA FÍSICA

Resumen	32
Área de estudio.....	33
Resultados	35
Anexo F.....	40

OCEANOGRAFÍA QUÍMICA

Resumen	46
Área de estudio.....	47
Materiales y métodos.....	48
Resultados	50
Conclusión.....	54
Referencias	55
Anexo Q	55

OCEANOGRAFÍA BIOLÓGICA

Resumen	60
Introducción.....	61
Objetivo general	61
Objetivos específicos.....	61
Área de estudio.....	62
Metodología.....	62
Resultados	65
Conclusiones	77
Referencias	78

INTRODUCCIÓN

Para dar continuidad a la colaboración entre SEMAR y la UABC, realizamos este estudio oceanográfico en las inmediaciones de Bahía Todos Santos en todas las áreas de la oceanografía.

El presente reporte contiene la información por áreas del conocimiento y hacemos entrega a la Estación de Investigación Oceanográfica de Ensenada para que complemente los estudios que la SEMAR está llevando a cabo para el cuidado de los mares y costas mexicanos.

Los resultados se compararon en términos generales con los reportes de crucero BTS 2016-2 y BTS 2017-1 (Bustos-Serrano *et al.*, 2016; 2017).

OCEANOGRAFÍA GEOLÓGICA

Responsable: Dr. Ronald Spelz Madero

Colaboradores: Dr. Ronald M. Spelz – Madero, M. C. Ángel Raúl Herrera – Gutiérrez, Dr. Miguel Ángel Santa Rosa del Río, Dra. Karla Mejía – Piña, Dr. Ismael Usama Yarbuh Lugo, M.C. Rigoberto Guardado – France

Introducción

Los ambientes marinos someros son regiones de una alta productividad biogénica, la cual se ve reflejada en la abundancia de organismos presentes en los sedimentos depositados en el lecho marino (Nichols, 2009). Los organismos desempeñan un importante papel en la modificación del sustrato en el que habitan. Esto es, algunos estabilizan los sedimentos al estar fijados al sustrato, mientras que otros lo pueden remover por medio de su desplazamiento a través del mismo, lo que produce mezcla y re-suspensión del sedimento, permitiendo una oxigenación de las capas inferiores del sustrato y promoviendo la oxidación de la materia orgánica a través de la actividad bacteriana (Nichols, 2009).

En el caso particular de la Bahía de Todos Santos (BTS; Fig. G1), los sedimentos hemipelágicos se caracterizan por ser una mezcla de sedimentos predominantemente finos, constituidos principalmente por una fracción terrígena y, una fracción biogénica representada por foraminíferos. Esta combinación de aportes sedimentarios orgánicos e inorgánicos, aunada a la contribución de las componentes autógenas (e.g., CaCO_3 entre otros), representan una rica fuente de información geoquímica (Sageman y Lyons, 2003). Por su parte, los foraminíferos, cuyas testas están formadas por CaCO_3 , permiten a partir de ellos elaborar interpretaciones relacionadas con la climatología y el tipo de ambiente en que estos se desarrollan (Lipps *et al.*, 1979). La identificación de la clasificación taxonómica se fundamenta en la morfología de la testa que presentan estos organismos, los cuales en su mayoría son especies bentónicas, aunque algunas han sabido adaptarse a la vida pelágica (planctónicos). La comprensión de la respuesta fisiológica de estos organismos a las variaciones climáticas es clave para el conocimiento de los nichos de especies individuales, al igual que de la interpretación de los patrones de distribución, siendo esto un tema de suma importancia para futuras investigaciones (Murray, 2006).

En este trabajo se reportan los resultados derivados del análisis de muestras de sedimento colectadas a lo largo de tres transectos que cubren prácticamente la totalidad la Bahía de Todos Santos (Fig. G1). El estudio tiene como propósito estudiar e investigar la distribución y las características texturales de los sedimentos, así como el análisis geoquímico de los mismos, y la diversidad de los foraminíferos presentes en la zona de estudio. Esto permitirá evaluar la variación espacio-temporal de la distribución de sedimentos, la abundancia y la diversidad de los foraminíferos planctónicos y bentónicos, así como la variación en la distribución de los porcentajes de carbono orgánico e inorgánico en la Bahía, mismos que pueden ser utilizados como un proxy de la productividad orgánica primaria en la región.

Objetivos

Caracterizarla variación espacial de los sedimentos superficiales depositados en la Bahía de Todos Santos (BTS), para conocer la distribución de sus parámetros texturales, geoquímicos y, además, la distribución y abundancia de los foraminíferos planctónicos y bentónicos.

Objetivos Particulares

- (a) Determinar la textura de los sedimentos para conocerla distribución espacial de arenas, limos y arcillas en los sedimentos superficiales de la BTS.
- (b) Establecerla distribución espacial, el porcentaje de ocurrencia y la abundancia de los foraminíferos planctónicos y bentónicos de los sedimentos superficiales depositados en la BTS.
- (c) Inferir sobre las características ecológicas en la BTS, a partir de las asociaciones de foraminíferos planctónicos y bentónicos.
- (d) Determinar la distribución espacial del contenido de carbono orgánico (C_{org}), carbono inorgánico (C_i) y carbono total (C_{tot}) de los sedimentos superficiales depositados en la BTS.
- (e) Establecer la relación entre las características texturales (i.e., contenido de arenas, limos y arcillas) y geoquímicas (i.e., contenido de C_{org} , C_i y C_{tot}) en los sedimentos superficiales depositados en la BTS.

Área de estudio

La Bahía de Todos Santos (BTS; $31^{\circ} 48' N$ y $116^{\circ} 42' O$), es un cuerpo de agua semi-cerrado con una superficie de $\sim 230\text{km}^2$ (Fig. G1). Presenta dos conexiones importantes (norte y sur) con el mar abierto y las cuales están separadas por las Islas de Todos Santos (ITS). La entrada norte, está delimitada por las ITS y la Punta San Miguel (PSM) y se caracteriza por presentar una longitud de ~ 11 km y una profundidad máxima de 50 m. En contraste, la entrada sur tiene ~ 5 km de longitud y una profundidad >400 m debido a la presencia de un cañón submarino (Miranda-Bojórquez, 2012).

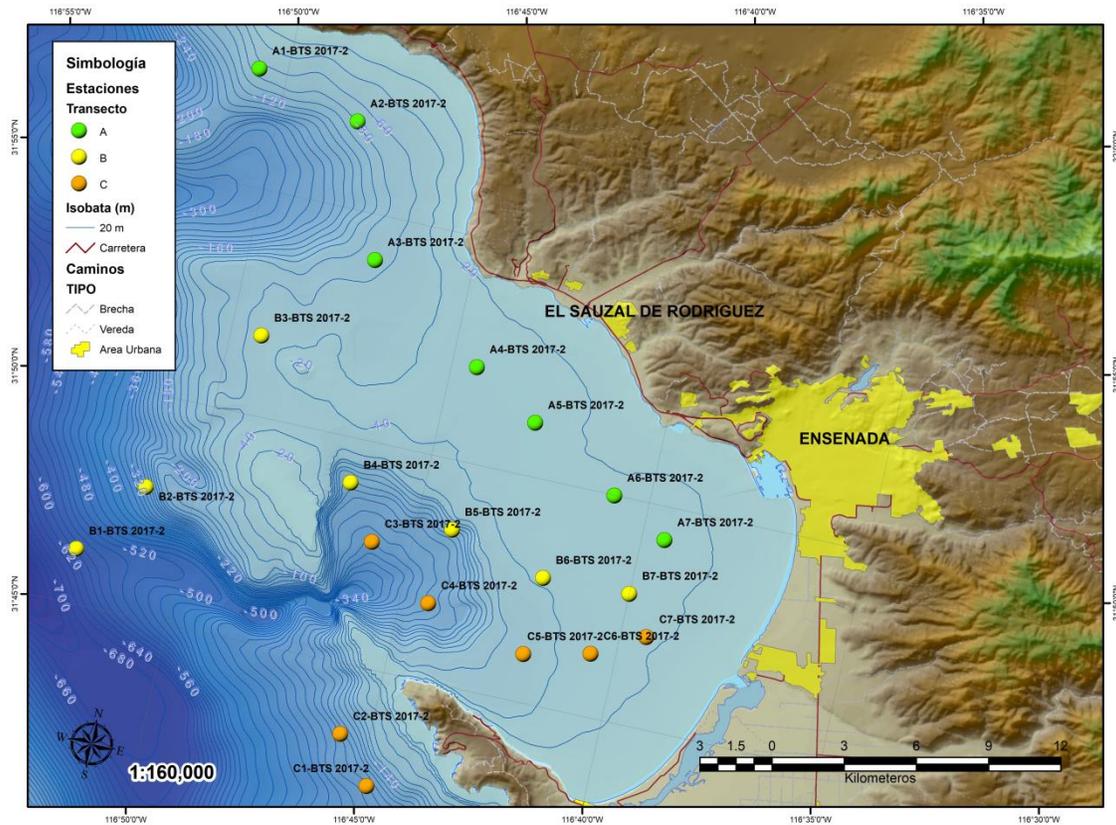


Figura G1. Localización de las estaciones de muestreo durante la campaña oceanográfica BTS 2017-2, distribuidas a lo largo de tres transectos: transecto A (puntos verdes), transecto B (puntos amarillos) y transecto C (puntos naranja).

Métodos

Las muestras superficiales de sedimentos utilizadas en este estudio fueron recolectadas los días 20, 21 y 22 de Septiembre de 2017 (Tabla GI; Fig. G1. Área de estudio), durante la campaña oceanográfica BTS 2017-2 a bordo del Buque de la Armada de México ARM Farías (PO-110). El plan de muestreo consistió en tres transectos distribuidos en la BTS (A, B, C; Fig. G1), cada uno con siete estaciones. Sin embargo, solamente para 18 de las 21 estaciones planeadas se lograron recuperar muestras sedimentarias, debido al intenso oleaje (estaciones C1 y C2) y a la imposibilidad de recuperar sedimentos profundos (>400 m, estación B1). El muestreo se llevó a cabo utilizando una draga Van Been, lanzada desde la embarcación utilizando un cable de acero y un cabrestante. Una vez recuperada la draga, las muestras recolectadas fueron guardadas en bolsas de plástico Ziploc® y etiquetadas adecuadamente para su posterior análisis en el Laboratorio de Investigación de Oceanografía Geológica en la Facultad de Ciencias Marinas.

Tabla GI. Localización geográfica de las estaciones donde se recolectaron sedimentos superficiales durante el crucero BTS2017-2, incluyendo la profundidad de la columna de agua (m) determinada con ecosonda.

Estación	Profundidad (m)	Latitud	Longitud
A1-BTS-2017-2	92	31.9606	-116.844
A2-BTS-2017-2	71	31.9492	-116.803
A3-BTS-2017-2	70	31.9000	-116.786
A4-BTS-2017-2	34	31.8691	-116.740
A5-BTS-2017-2	30	31.8535	-116.714
A6-BTS-2017-2	24	31.8333	-116.680
A7-BTS-2017-2	17.5	31.7425	-116.639
B2-BTS-2017-2	-	31.9122	-116.826
B4-BTS-2017-2	126	31.8168	-116.777
B5-BTS-2017-2	86	31.8078	-116.736
B6-BTS-2017-2	37	31.7975	-116.699
B7-BTS-2017-2	26	31.7987	-116.666
C3-BTS-2017-2	246	31.7969	-116.764
C4-BTS-2017-2	257	31.7790	-116.739
C5-BTS-2017-2	52	31.7681	-116.700
C6-BTS-2017-2	30	31.7737	-116.676
C7-BTS-2017-2	27	31.7842	-116.657

Análisis textural de los sedimentos

Para obtener la textura de las muestras sedimentarias, se utilizó el método del Hidrómetro de Bouyoucos, el cual permite estimar de manera rápida y precisa la proporción de arenas, limos y arcillas presentes en la muestra (Beretta *et al.*, 2014). El método se fundamenta en la Ley de Stokes, que establece la relación entre el tamaño de partículas y su tasa de sedimentación, es decir, el método se basa en la concentración del sedimento en suspensión y en la velocidad de asentamiento de las partículas en una columna de agua a una temperatura específica (20 °C).

El método consistió en cuartear la muestra hasta obtener una submuestra de ~ 60 g, la cual fue pesada antes y después de ser calcinada a 550 °C en una mufla durante 2 hr, con el objetivo de eliminar la materia orgánica. La diferencia en peso de la muestra antes y después de ser calcinada es una aproximación del porcentaje en peso de la materia orgánica presente en la muestra sedimentaria. Posteriormente, la muestra se vertió en una botella mezcladora de 340 mL, se le agregaron 2.0 g de

defloculante $[(\text{NaPO}_3)_6]$, se aforó con agua destilada y se agitó vigorosamente durante 5 - 7 minutos. La mezcla fue transferida a un cilindro de asentamiento de 1.0 L, aforada con agua destilada, homogenizada por agitación e inmediatamente colocada en reposo. Transcurridos 40 segundos y utilizando el hidrómetro de Bouyoucos, se midió la concentración g L^{-1} de los limos y arcillas suspendidos (este último procedimiento se realizó por triplicado, hasta que las lecturas fueron consistentes). Debido a que el hidrómetro está calibrado para fluidos con temperaturas de 20 °C, las lecturas deben ser corregidas utilizando las siguientes ecuaciones:

(a) Para temperaturas >20 °C:

$$\text{Lectura corregida} = \text{lectura medida} \left(\frac{\text{g}}{\text{b}} \right) + [(T \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ medida} - 20) * 0.36 * \frac{\text{g}}{\text{l}}]$$

(b) Para temperaturas >20 °C:

$$\text{Lectura corregida} = \text{lectura medida} \left(\frac{\text{g}}{\text{b}} \right) + [(T \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ medida} - 20) * 0.36 * \frac{\text{g}}{\text{l}}]$$

Una vez la concentración de limos, el cilindro de asentamiento se agito nuevamente y se dejó en reposo durante 120 minutos. Inmediatamente después se tomó la lectura del hidrómetro correspondiente al contenido de arcilla de la muestra (está lectura también fue corregida por temperatura, de acuerdo con las ecuaciones anteriores). Es importante mencionar que para ambas mediciones (limos y arcillas) se realizaron blancos de procedimiento compuestos por 2.0 g de $(\text{NaPO}_3)_6$ diluidos en 1.0 L de agua destilada.

El contenido porcentual de la fracción arenosa, limosa y arcillosa se calculó mediante las siguientes ecuaciones propuestas por Beretta *et al.*, (2014):

$$\% \text{ limos} + \text{arcillas} = \frac{[\text{Lectura corregida (40 s)} - \text{Blanco}] * 100}{\text{Peso seco del sedimento}}$$

$$\% \text{ arcillas} = \frac{[\text{Lectura corregida (120 s)} - \text{Blanco}] * 100}{\text{Peso seco del sedimento}}$$

$$\% \text{ arenas} = 100 \% - (\% \text{ limos} + \% \text{ arcillas})$$

Determinación de carbono orgánico, inorgánico y total

El contenido de carbono orgánico (C_{org}), inorgánico (C_i) y total (C_{tot}) en los sedimentos superficiales, se determinó utilizando un coulómetro de dióxido de carbono (UIC, Inc. Modelo CM150) equipado con dos módulos (acidificación y combustión). Para el C_i , ~ 20 mg de muestra (seca y macerada) fueron tratados en el módulo de acidificación, añadiendo 5 mL de $HClO_4$ 2 N para obtener $CO_2(g)$. Para el caso del C_{tot} , ~ 20 mg de la muestra se introdujeron al módulo de combustión a una temperatura de 930 °C, produciendo $CO_2(g)$. El $CO_2(g)$ generado en ambos módulos es acarreado a la celda electroquímica donde se cuantifica. El C_{org} se calcula restando el C_i al C_{tot} . Aunque el coulómetro de CO_2 no requiere ser calibrado, se utilizó un estándar de $CaCO_3$ en polvo (Mallinckrodt ® 4072) con el que se obtuvo un porcentaje de recuperación de $100 \pm 13\%$ (n=6), una desviación estándar relativa de 0.26% y blancos que siempre estuvieron por debajo del límite de detección del método (8.8×10^{-3} mg C).

El porcentaje en peso del contenido de $CaCO_3$ en las muestras sedimentarias, se calculó utilizando la ecuación:

$$\% CaCO_3 = \frac{0.8335 * (\mu g C_{i_{muestra}} - \mu g C_{blanco})}{Peso_{muestra}}$$

en donde el término ($\mu g C_{i_{muestra}}$) corresponde al contenido de C_i en las muestras obtenido mediante el módulo de acidificación.

Preparación de muestras para la identificación de foraminíferos

Los foraminíferos planctónicos y bentónicos fueron separados de la fracción sedimentaria utilizando tamices de 3 y 4 ϕ (125 μm y 63 μm , respectivamente). El material retenido en el tamiz de 4 ϕ se colocó en una caja Petri y se secó en un horno de convección a una temperatura inferior a 60 °C hasta eliminar toda la humedad. Posteriormente, los foraminíferos fueron montados en una placa, utilizando un microscopio estereoscópico (LEICA) e identificados de acuerdo con las guías reportadas por Cushman (1980) y Walton (1955).

Resultados

Análisis textural

Tabla GII. Contenido porcentual de arenas, limos, arcillas de cada una de las muestras sedimentarias colectadas durante la campaña oceanográfica 2017-2, así como el promedio (\pm una desviación estándar) y el rango general calculado para el área de estudio.

Estación	Arcillas (%)	Arenas (%)	Limos (%)	Limos + Arcillas (%)
A1-BTS-2017-2	3.2	40	57	60
A2-BTS-2017-2	5	73	22	27
A3-BTS-2017-2	1.7	97	1.2	2.9
A4-BTS-2017-2	2.5	96	1.7	4.2
A5-BTS-2017-2	-	-	-	-
A6-BTS-2017-2	2.5	75	22	25
A7-BTS-2017-2	2.4	67	31	33
B1-BTS-2017-2	-	-	-	-
B2-BTS-2017-2	5.2	77	18	23
B3-BTS-2017-2	-	-	-	-
B4-BTS-2017-2	6.6	40	53	60
B5-BTS-2017-2	3.7	58	38	42
B6-BTS-2017-2	-	-	-	-
B7-BTS-2017-2	-	-	-	-
C1-BTS-2017-2	-	-	-	-
C2-BTS-2017-2	-	-	-	-
C3-BTS-2017-2	11	43	46	57
C4-BTS-2017-2	4.3	61	34	39
C5-BTS-2017-2	2.1	53	45	47
C6-BTS-2017-2	3.6	85	12	15
C7-BTS-2017-2	-	-	-	-
Promedio	4.1 \pm 2.4	67 \pm 20	29 \pm 18	33 \pm 20
Rango	1.7 - 10.7	40 - 97.1	1.2 - 57.3	2.9 - 60.5

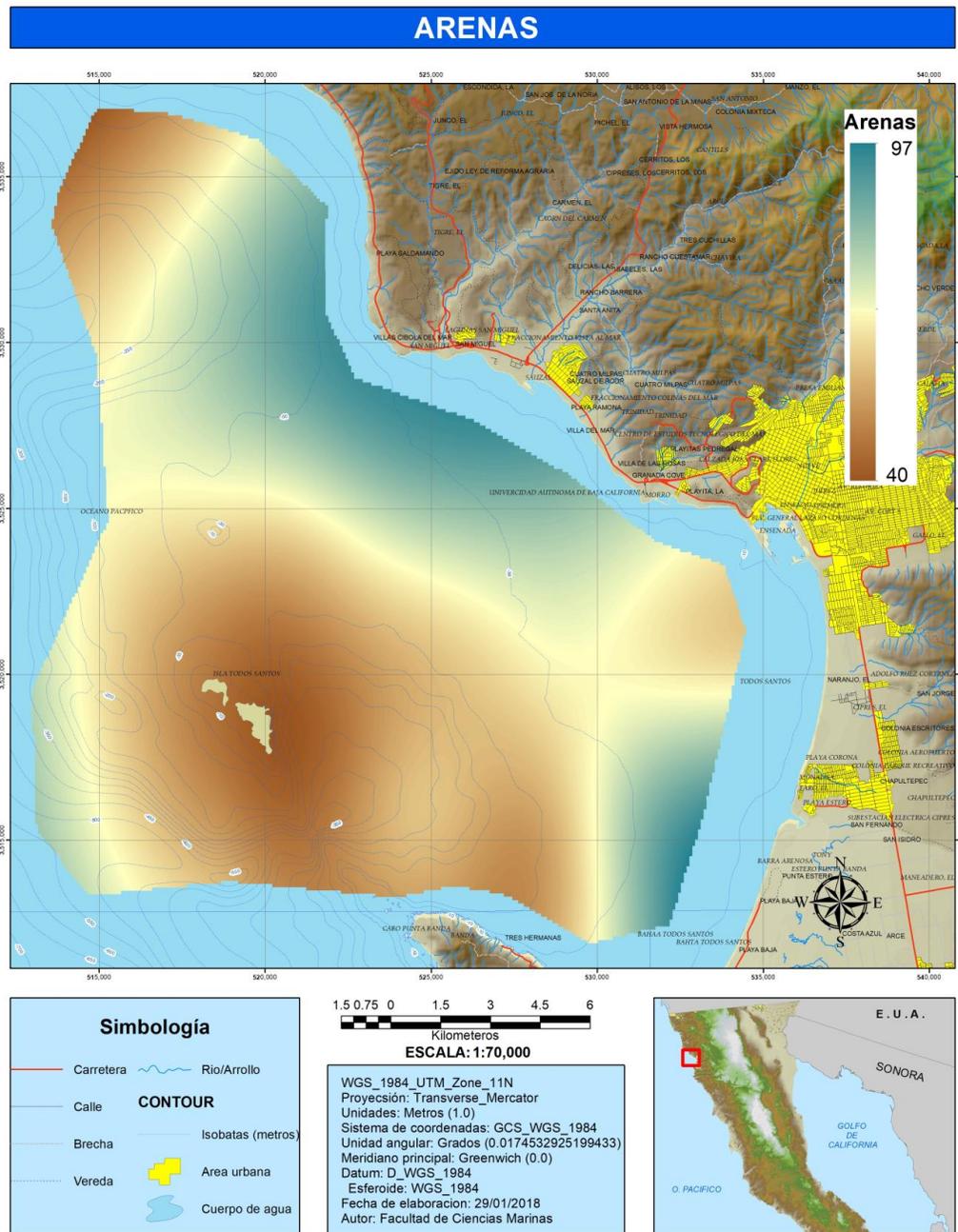


Figura G2. Mapa de contornos que muestra la distribución espacial del contenido (%) de arenas en las muestras de sedimento colectadas durante la campaña oceanográfica 2017-2 en la Bahía de Todos Santos. La mayor concentración de sedimentos arenosos ocurre principalmente en la porción NO de la Bahía, en la zona costera localizada frente a punta San Miguel, así como en una pequeña área localizada hacia el O del Estero de Punta Banda en el SE de la Bahía.

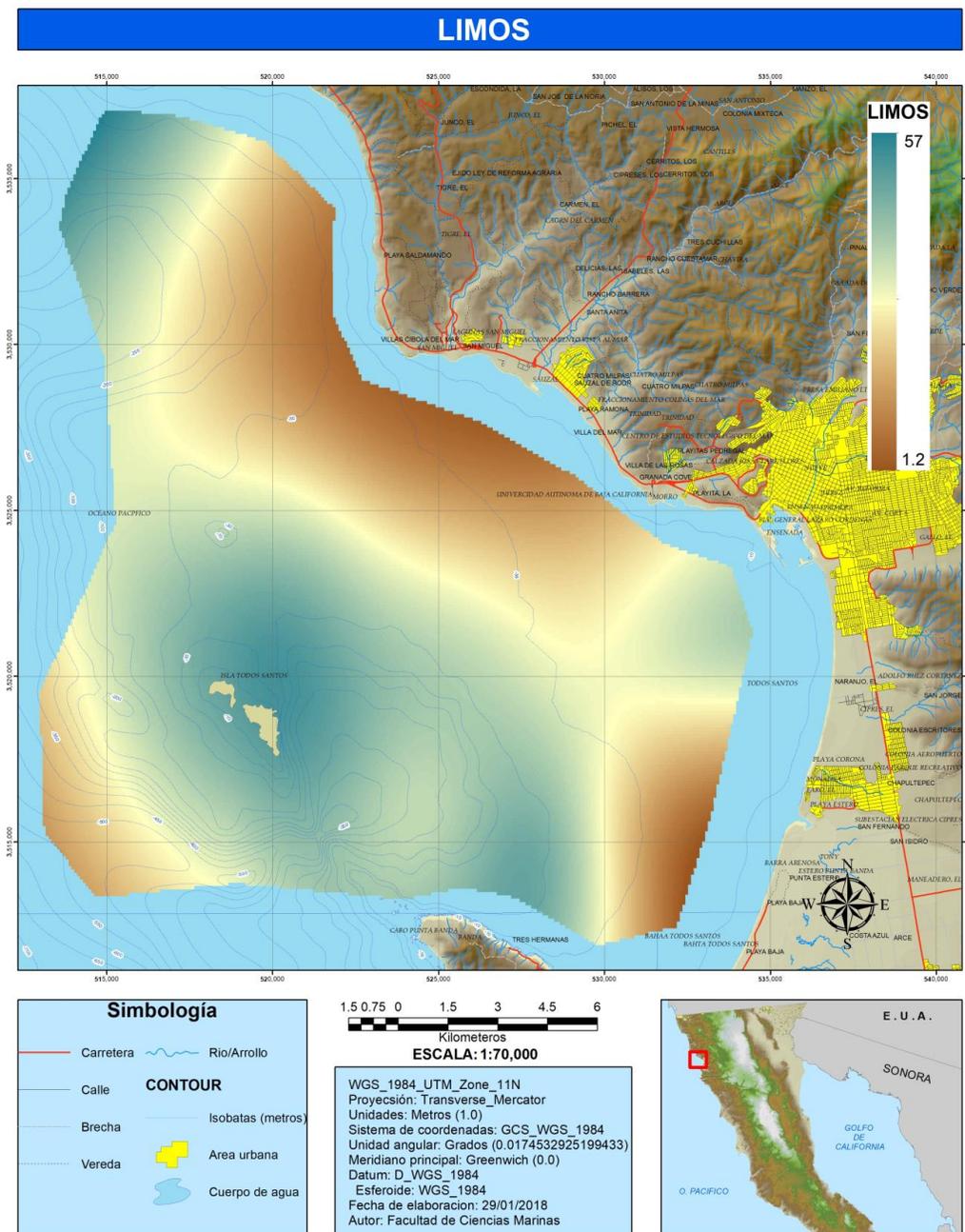


Figura G3. Mapa de contornos que muestra la distribución espacial del contenido (%) de limos en las muestras de sedimento colectadas durante la campaña oceanográfica 2017-2 en la Bahía de Todos Santos. En contraste con las arenas (Fig. G2), la menor cantidad de limos ocurre a lo largo de la franja costera de la Bahía. Esto es más evidente en la porción NO de la Bahía (Punta San Miguel) y en una pequeña área localizada hacia el O del Estero de Punta Banda.

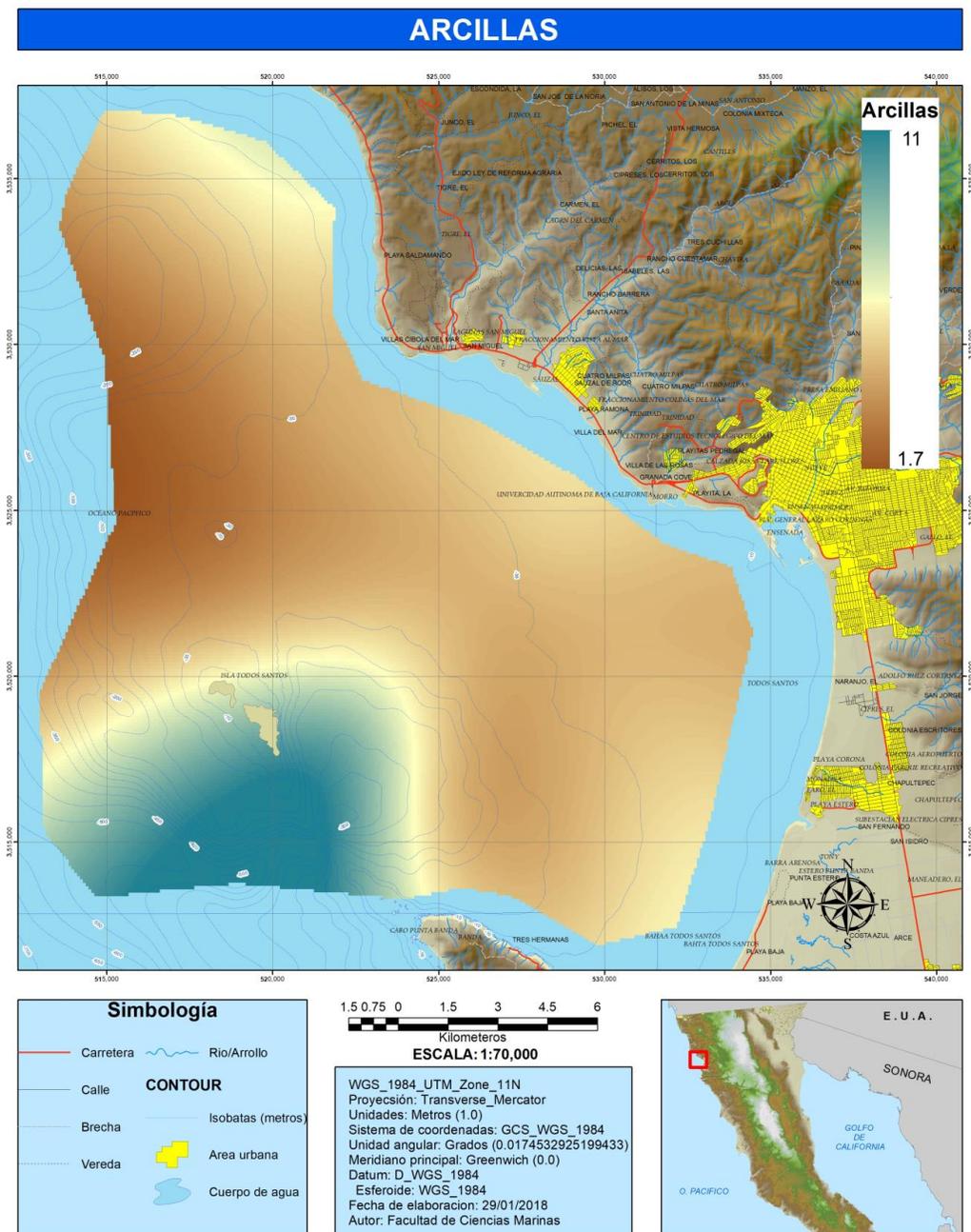


Figura G4. Mapa de contornos que muestra la distribución espacial del contenido (%) de arcillas en las muestras de sedimento colectadas durante la campaña oceanográfica 2017-2 en la Bahía de Todos Santos. Se puede observar que las arcillas, al igual que los limos (Fig. G3), son poco abundantes a lo largo de la franja costera de la Bahía, incrementándose dramáticamente su contenido hacia el W en la zona del cañón submarino localizado en la entrada sur de la Bahía.

Carbono orgánico, inorgánico y total.

Las concentraciones promedio de C_{org} (0.72 ± 0.83), C_i (0.6 ± 1.1), $CaCO_3$ (4.8 ± 9.5) y C_{tot} (1.3 ± 1.4) en los sedimentos superficiales recolectados en la BTS, así como el valor para cada una de las estaciones se muestran en la Tabla GIII. Las figuras G5, G6 y G7 muestran, respectivamente, la distribución espacial de C_{org} , $CaCO_3$ y C_{tot} . Para el caso de las estaciones B2 y B7, el porcentaje de carbono inorgánico en forma de $CaCO_3$ es considerablemente alto (35 y 29%, respectivamente), por lo que estas no fueron consideradas para la interpolación en el mapa de distribución espacial de $CaCO_3$ (Fig. G6).

Tabla GIII. Contenido porcentual de carbono orgánico (C_{org}), inorgánico (C_i), carbonato de calcio ($CaCO_3$) y carbono total (C_{tot}) de las muestras sedimentarias recolectadas durante la campaña BTS 2017-2, así como el promedio (\pm una desviación estándar) y el rango general calculado.

Estación	C_{org} (%)	C_i (%)	$CaCO_3$ (%)	C_{tot} (%)
A1-BTS-2017-2	3.1	0.41	3.4	3.5
A2-BTS-2017-2	--	--	--	--
A3-BTS-2017-2	0.6	0.054	0.45	0.65
A4-BTS-2017-2	0.2	0.16	1.3	0.35
A5-BTS-2017-2	0.3	0.24	2	0.54
A6-BTS-2017-2	0.24	0.078	0.65	0.32
A7-BTS-2017-2	0.38	0.11	0.92	0.49
B1-BTS-2017-2	--	--	--	--
B2-BTS-2017-2	0.16	4.2	35	4.3
B3-BTS-2017-2	--	--	--	--
B4-BTS-2017-2	1.9	0.74	6.2	2.7
B5-BTS-2017-2	1	0.18	1.5	1.2
B6-BTS-2017-2	0.023	0.19		
B7-BTS-2017-2	0.65	2.3	19	2.9
C1-BTS-2017-2	--	--	--	--
C2-BTS-2017-2	--	--	--	--
C3-BTS-2017-2	0.59	0.22	1.9	0.81
C4-BTS-2017-2	--	--	--	--
C5-BTS-2017-2	0.26	0.024	0.2	0.28
C6-BTS-2017-2	0.25	0.018	0.15	0.26
C7-BTS-2017-2	0.36	0.032	0.27	0.4
Promedio	0.72 ± 0.83	0.6 ± 1.1	4.8 ± 9.5	1.3 ± 1.4
Rango	0.16 -3.11	0.018 - 4.17	0.15 - 34.7	0.26 - 4.34

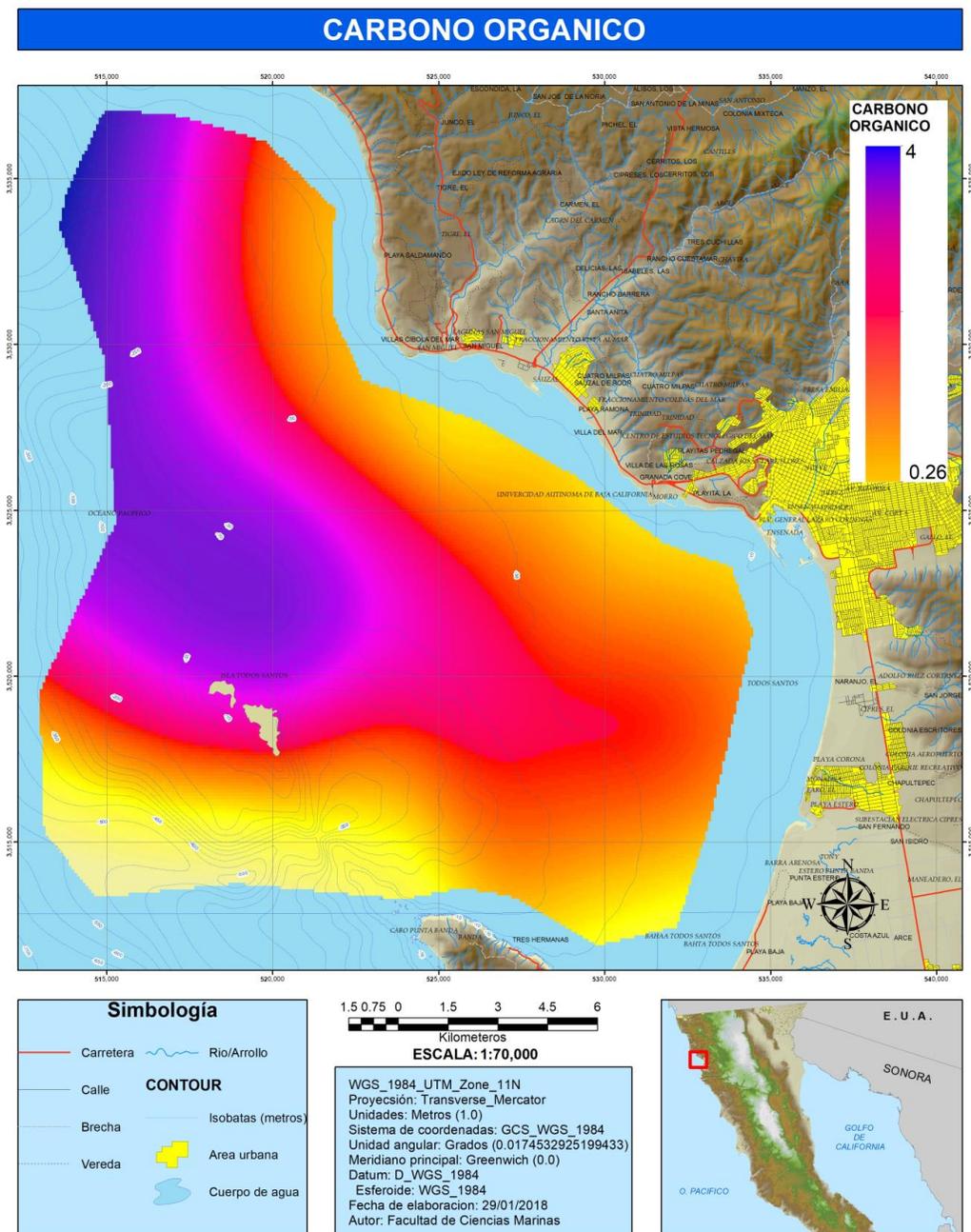


Figura G5. Mapa de contornos que muestra la distribución espacial del contenido porcentual de carbón orgánico (C_{org}) en las muestras de sedimento superficial recolectadas durante la campaña oceanográfica BTS 2017-2.

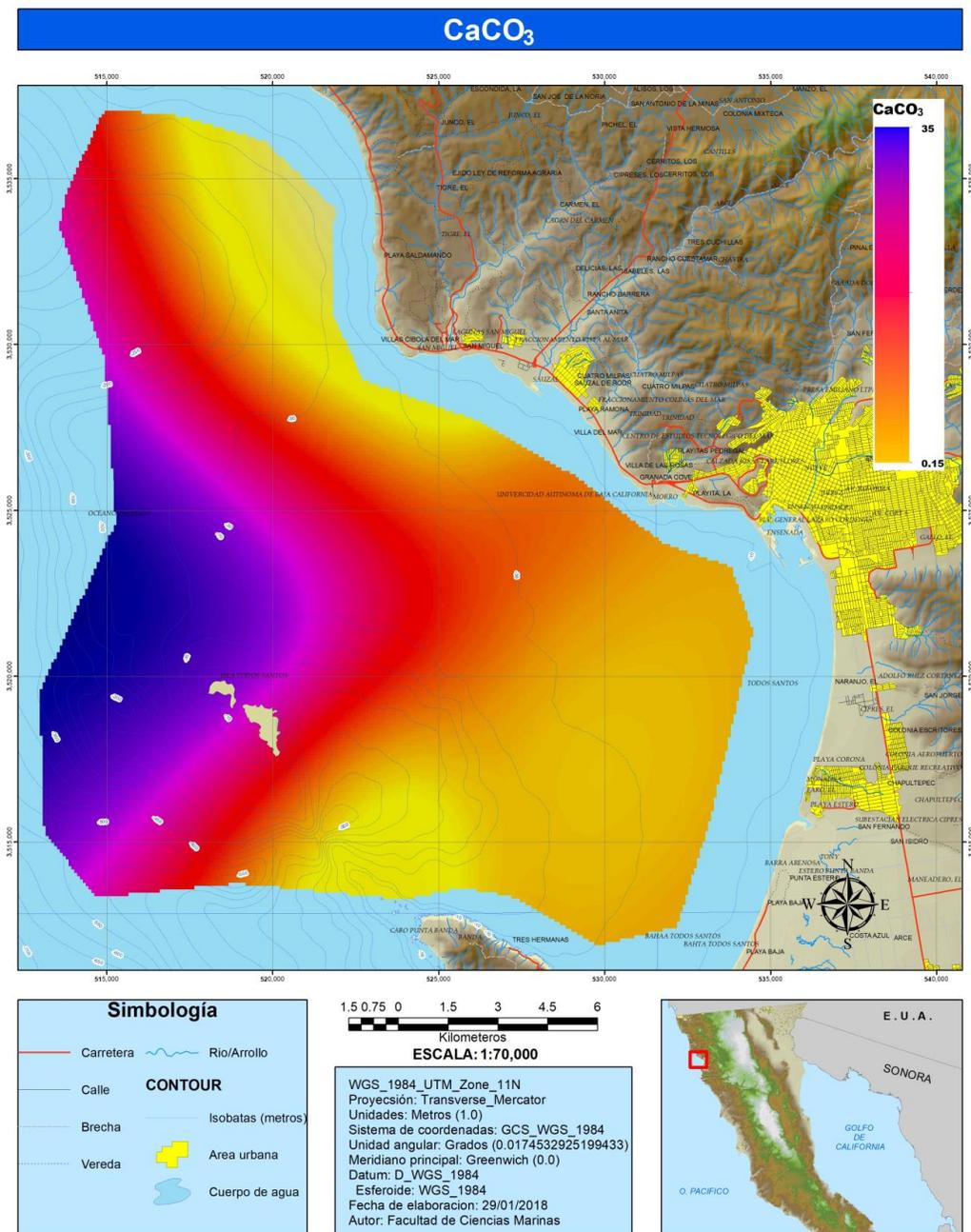


Figura G6. Mapa de contornos que muestra la distribución espacial del contenido porcentual de carbonato de calcio (CaCO₃) en las muestras de sedimento superficial recolectadas durante la campaña oceanográfica BTS 2017-2.

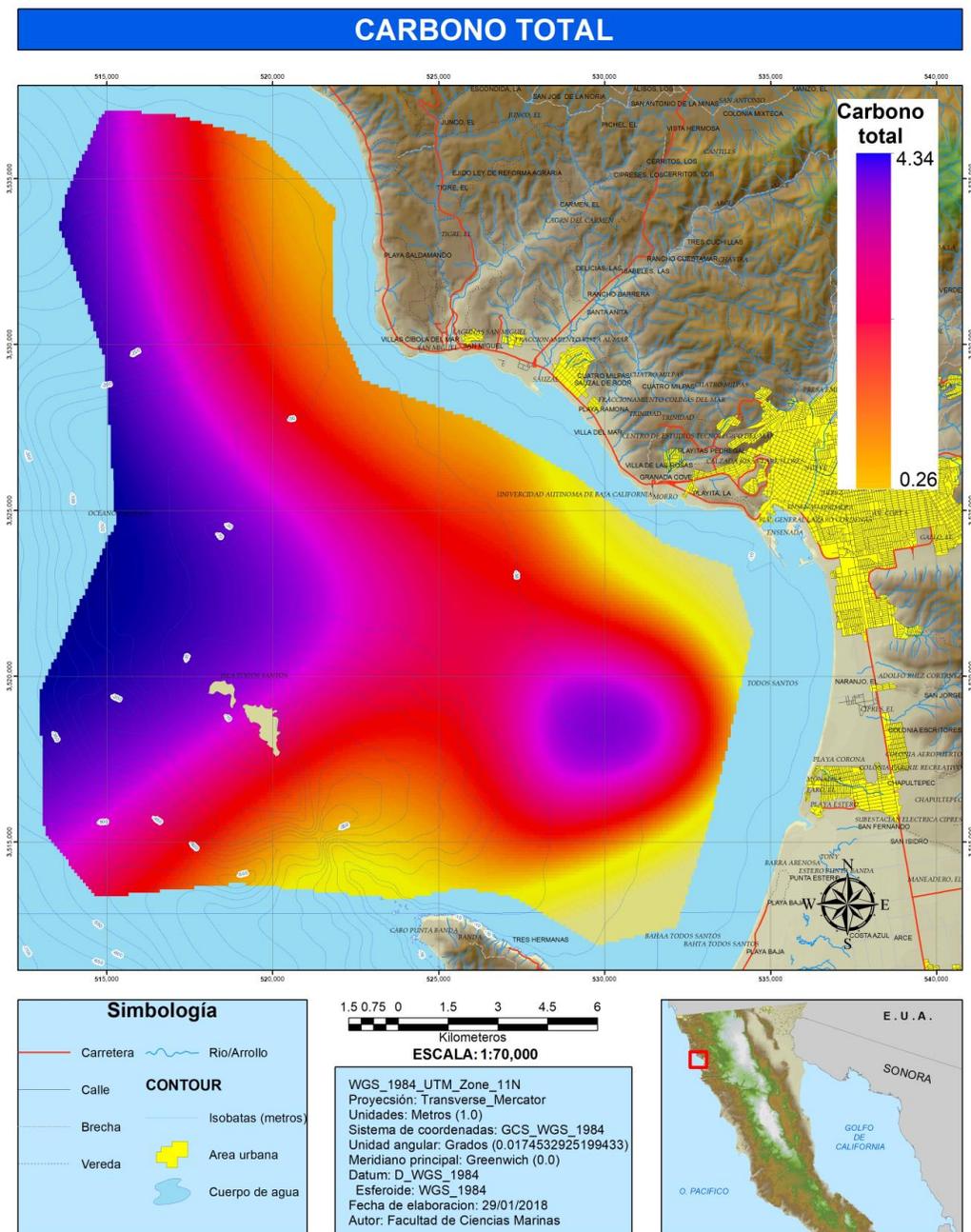


Figura G7. Mapa de contornos que muestra la distribución espacial del contenido porcentual de carbono total (C_{tot}) en las muestras de sedimento superficial recolectadas durante la campaña oceanográfica BTS 2017-2.

Distribución, abundancia y diversidad de foraminíferos

En la figura G8 se muestra la diversidad de foraminíferos en cada una de las estaciones, inferida a partir del índice de Simpson, el cual es calculado de acuerdo a lo propuesto por Gotelli y Colwell (2001). Los valores más altos (i.e., cercanos a uno) de este índice, representan una alta dominancia de una especie determinada, en contraste, valores bajos (i.e., cercanos a cero) indican menos dominancia pero mayor diversidad.

Para el caso de la relación entre grupos de foraminíferos, se encontró un 31% perteneciente al grupo de foraminíferos planctónicos, mientras el 69% restante corresponde a formas bentónicas (Fig. G9).

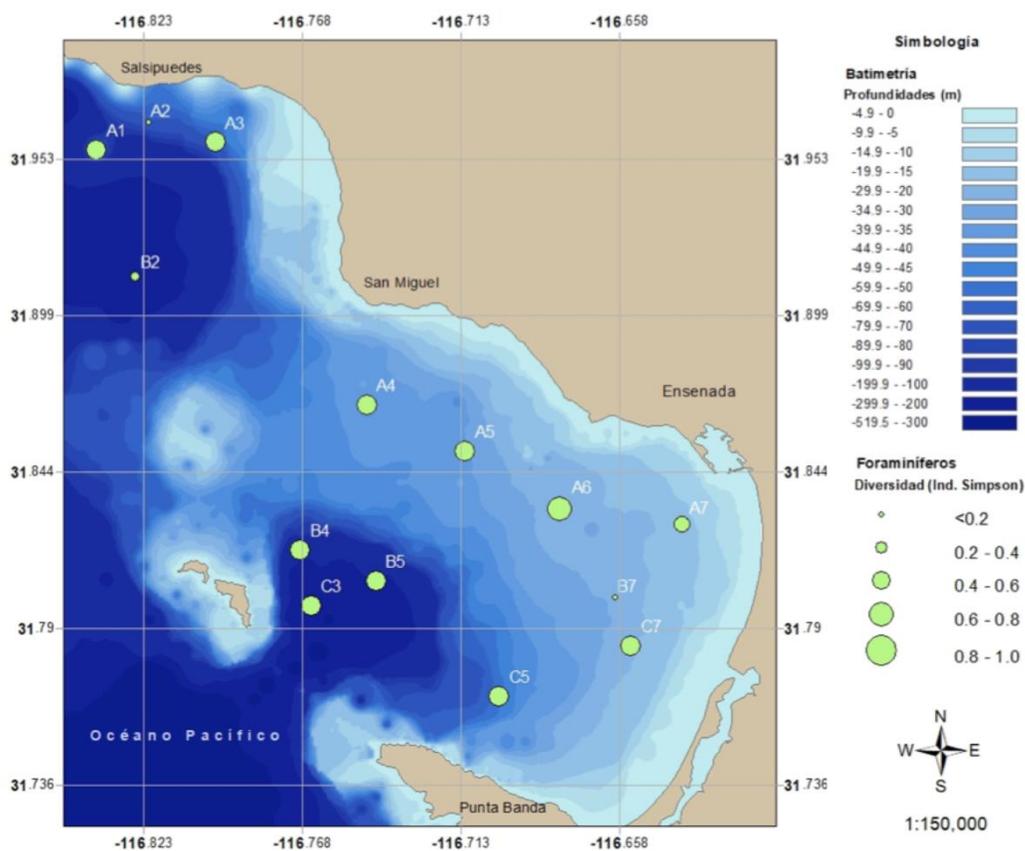


Figura G8. Diversidad de Foraminíferos estimado por el Índice de Simpson para cada una de las estaciones de la campaña oceanográfica 2017-2. Los valores más altos (i.e., cercanos a uno) representan alta dominancia de una especie determinada, mientras que los valores cercanos a cero indican menos dominancia pero mayor diversidad.

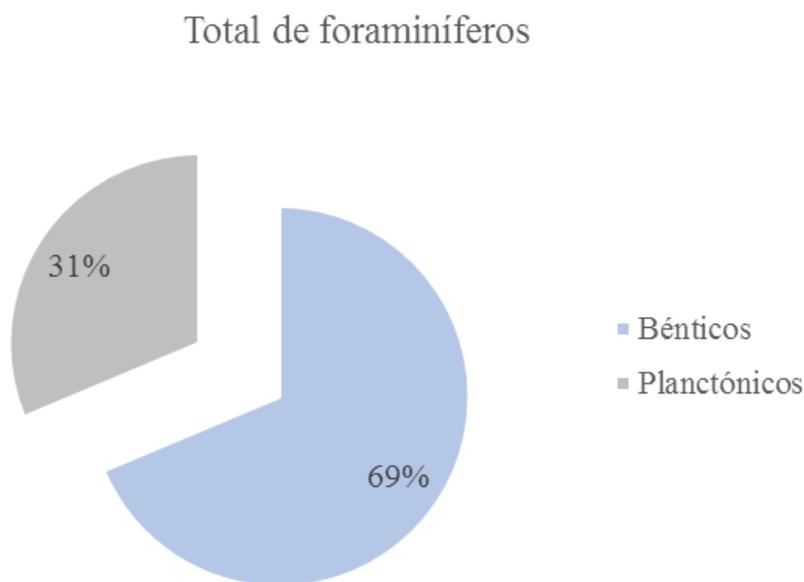


Figura G9. Porcentajes de foraminíferos bentónicos y planctónicos encontrados en 1 gramo de sedimento en cada estación del Crucero BTS 2017-2. Los resultados sugieren que las especies bentónicas de foraminíferos tienen dominancia en la ecología de la Bahía de Todos Santos. Esto se debe a que la técnica de muestreo y análisis está diseñada para organismos bentónicos, mientras que los organismos planctónicos pudieran ser solo parte de la tanatocenosis.

En la Tabla GIV se reportan los índices de Simpson y de Shannon, así como el género más abundante de los foraminíferos identificados en cada estación del crucero BTS 2017-2. Los resultados indican que todas las estaciones presentan una baja diversidad, siendo la estación A6 la que presenta un indicador más contundente de la dominancia de un género (*Globorotalia*). *Globorotalia* corresponde al género más frecuentemente identificado en los análisis de la campaña oceanográfica BTS 2017-2 (Fig. G10; Anexo G).

Tabla GIV.- Índices de diversidad y género más abundante de foraminíferos por cada estación de muestreo del crucero oceanográfico BTS 2017-2.

Estación	Índice de Simpson	Índice de Shannon	Género más abundante	No. de individuos
A1-BTS-2017-2	0.6498	1.38	<i>Cassidulina</i>	19
A2-BTS-2017-2	0.7909	1.794	<i>Discorinopsis</i>	14
A3-BTS-2017-2	0.7863	1.822	<i>Trochammina</i>	15
A4-BTS-2017-2	0.6425	1.191	<i>Globorotalia</i>	20
A5-BTS-2017-2	0.525	1.864	<i>Nonionella</i>	3
A6-BTS-2017-2	0.8333	0.9819	<i>Globorotalia</i>	26
A7-BTS-2017-2	0.376	0.8057	<i>Trochammina</i>	32
B2-BTS-2017-2	0.7438	1.506	<i>Nonionella</i>	14
B4-BTS-2017-2	0.781	1.716	<i>Bulimina</i>	14
B5-BTS-2017-2	0.6888	1.387	<i>Elphidium</i>	18
C3-BTS-2017-2	0.7638	1.747	<i>Globigerina</i>	16
C5-BTS-2017-2	0.7567	1.737	<i>Globorotalia</i>	18
C6-BTS-2017-2	0.7368	1.531	<i>Globorotalia</i>	8

Según el índice de Shannon, los valores normales de una población oscilan entre 2 y 3 (Gotelli y Colwell, 2001); valores superiores de tres representan poblaciones muy diversas, mientras que por el contrario, los valores inferiores de dos indican poblaciones con una baja diversidad.

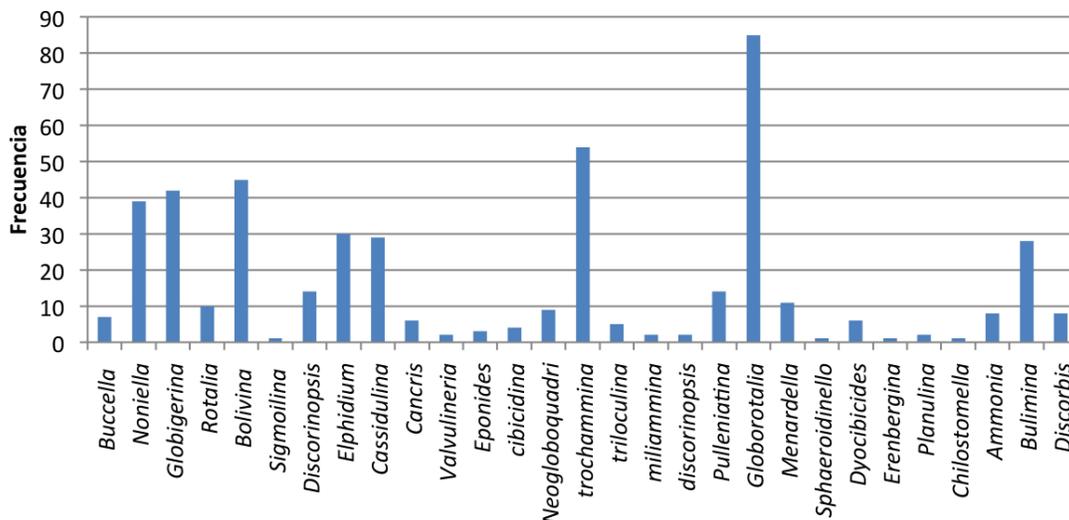


Figura G10. Histograma de frecuencias de los géneros de foraminíferos identificados en las muestras de sedimento colectadas durante la campaña oceanográfica BTS 2017-2.

Relación de Biocenosis y Tanatocenosis de foraminíferos

Con respecto a la relación de las comunidades de foraminíferos vivos y muertos (biocenosis y tanatocenosis, respectivamente), se refiere a una tasa entre los organismos que son encontrados vivos al momento de hacer el muestreo. Dicha tasa se calcula siguiendo el método descrito por Walton (1955), tiñendo las muestras de sedimento con Rosa de Bengala. Este químico tiene la capacidad de teñir de color rosa el protoplasma que se encuentra en las testas de los foraminíferos vivos, y de esa manera se pueden discriminar las biocenosis de las tanatocenosis con el objetivo de utilizarlas como un proxy para estimar la tasa de sedimentación en el área de estudio. Esto es, una mayor relación de tanatocenosis sobre las biocenosis nos indica, por ejemplo, una mayor tasa de sedimentación. El resultado del análisis es $R = (46/3866) = 0.01189$, el cual nos indica que el 1.18% de los organismos muestreados se encontraban vivos y, por lo tanto, es mayor la proporción de organismos muertos lo cual sugiere que las tasas de sedimentación en la BTS son altas. Las especies que mostraron mayor número de organismos vivos fue *Nonionella miocenica stella* con 20 organismos y *Cibicides fletcheri* con 9 (Fig. G11).

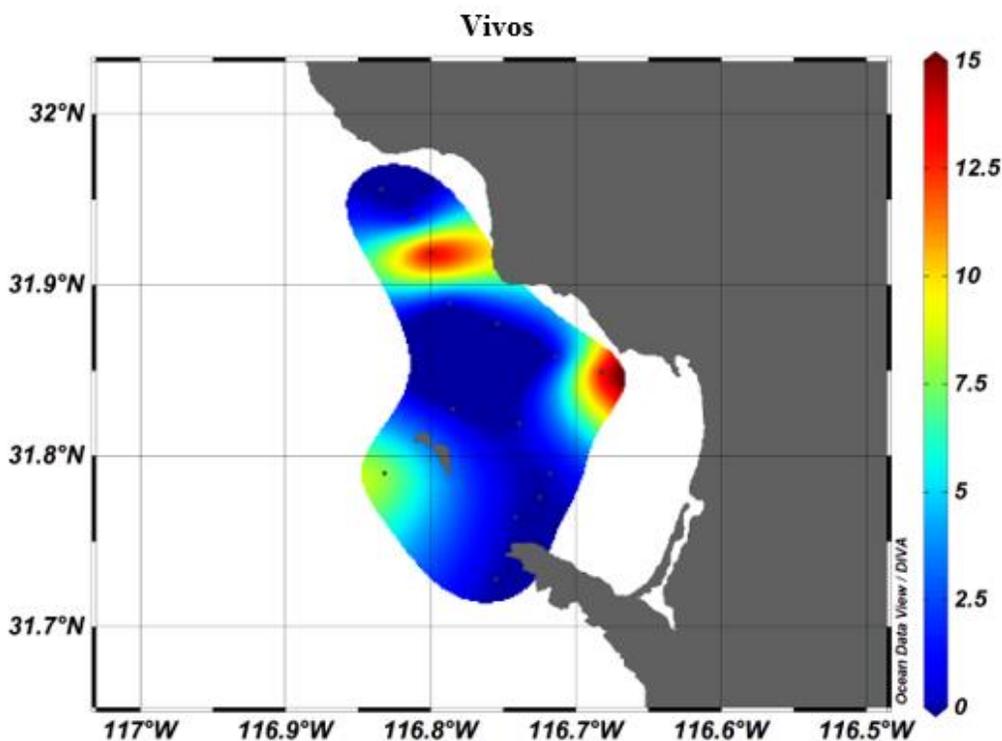


Figura G11. Distribución espacial de foraminíferos vivos dentro de la BTS. Las especies que mostraron mayor número de organismos vivos fueron *Nonionella miocenica stella* y *Cibicides fletcheri*.

Distribución espacial de foraminíferos

Del total de organismos identificados, se logró discriminar las testas con base a su estructura y forma, pudiendo hacer posteriormente una distribución espacial del tipo de testa (Fig. G12). Las formas hialinas (e.g. rotálidos) predominan sobre las aglutinadas y porcelanidas, lo cual concuerda con un ambiente dominado por condiciones marinas. Adicionalmente se discriminaron las poblaciones de foraminíferos planctónicos y bentónicos desde el punto de vista de su hábitat (Fig. G13).

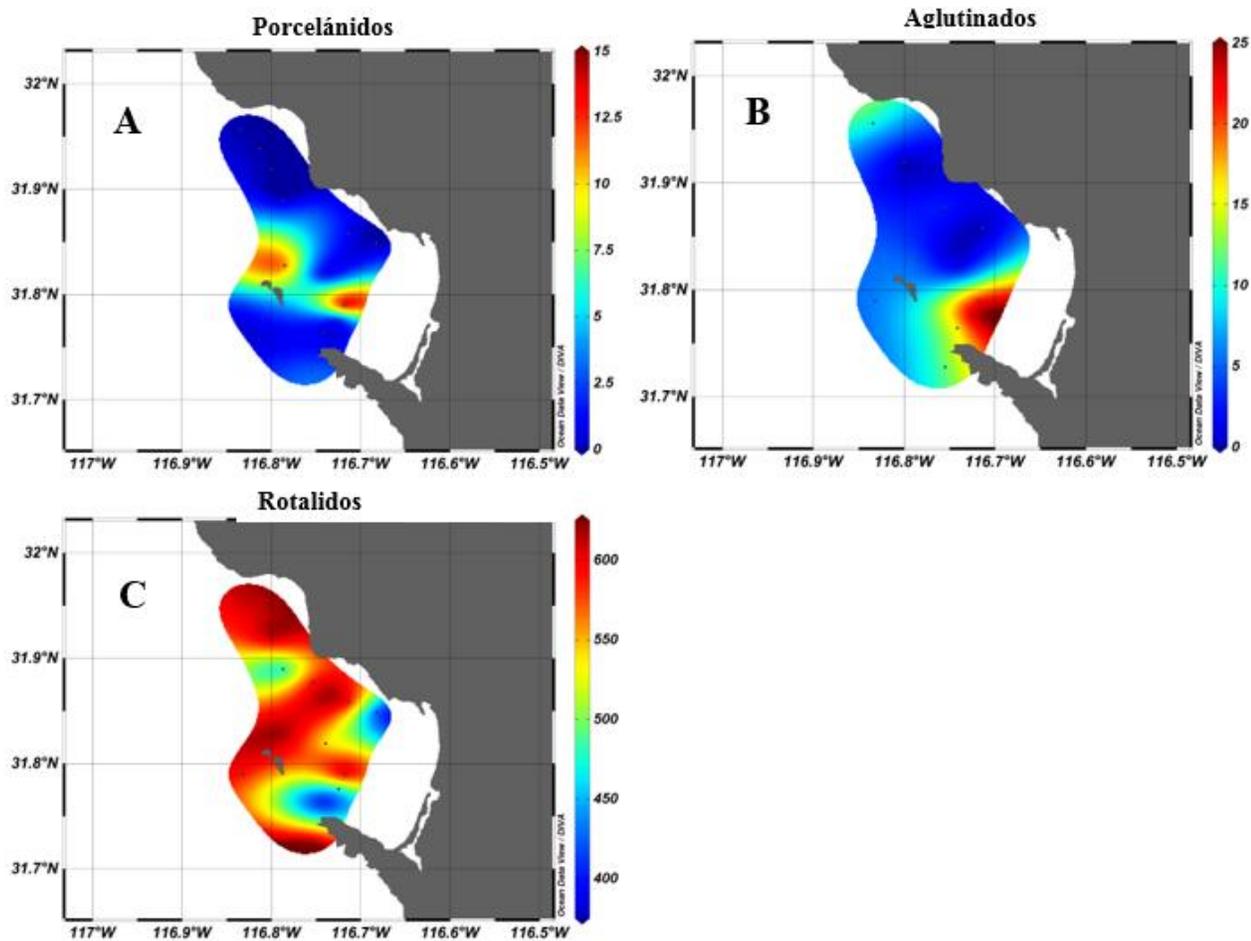


Figura G12. Distribución espacial de grupos de foraminíferos, A) Porcelánidos; B) Aglutinados; C) Rotalidos dentro de la BTS. Aproximadamente el 90% de los foraminíferos identificados en este estudio pertenecen al grupo de los rotalidos. De manera similar, el bajo porcentaje de organismos aglutinados presentes en las muestras puede interpretarse debido al limitado aporte de agua pluvial a la BTS.

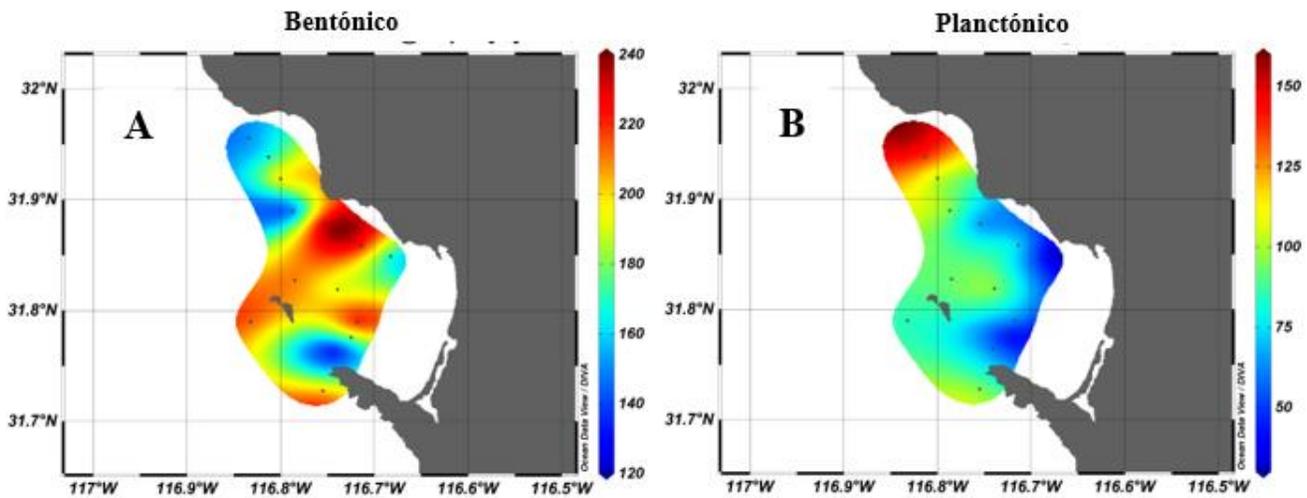


Figura G13. Distribución espacial de foraminíferos dentro de la BTS por su hábitat; A) bentónicos; B) planctónicos. Nótese la mayor abundancia de foraminíferos bentónicos en la Bahía de Todos Santos.

Abundancia y similitud de especies de foraminíferos

La figura G14 muestra el dendrograma que relaciona las estaciones dependiendo de la abundancia y similitud de especies que estas presentan. De esta figura es posible observar la relación que existe entre los transectos A6 y C3, así como los transectos C4, C5 y A4, indicando la similitud en cuanto a la abundancia de especies identificadas. Esta relación podría deberse a que dichas estaciones se encuentran en la parte central de la Bahía y responden a las mismas condiciones dinámicas y fisicoquímicas.

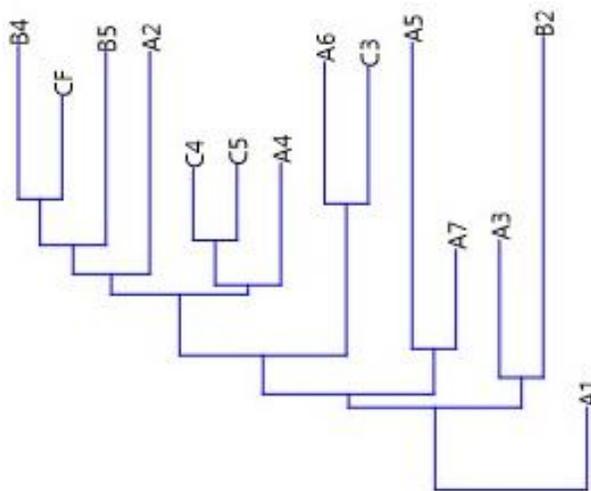


Figura G14. Dendrograma donde se relaciona las estaciones por su abundancia de las especies de foraminíferos encontrados dentro de la BTS. Nótese la relación que existe entre los transectos A6 y C3, así como los transectos C4, C5 y A4 (ver texto para mayor información).

Referencias

- Beretta, A.N., Silbermann, A.V., Paladino, L., Torres, D., Bassahun, D., Musselli, R. And García-Lamothe, A. (2014). Soil texture analyses using a hydrometer: modification of the Bouyoucos method. *Ciencia e Investigación Agraria* Vol. 41, No. 2, p. 263-271
- Cushman, J. (1980). Foraminifera: their classification and economic use. Harvard college. Cuarta edición. EUA. 605 Pp.
- Gotelli, N. J. Colwell, R. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* Vol. 4 379-391 pp.
- Lipps, J. H., W. H. Berger, M. A. Bruzas, R. G. Douglas and C. A. Ross, 1979. Foraminiferal Ecology and Paleoecology, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, U.S.A., 187 p.
- Miranda-Bojórquez, L.E. (2012). Caracterización de las corrientes en las entradas y alrededores de la Bahía de Todos Santos. Tesis de maestría en ciencias. CICESE. México.
- Murray, J.W. (2006). Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. Cambridge. Primera edición. EUA. 426 pp.
- Sageman, B.B. and Lyons, T.W. Geochemistry of fine-grained sediments and sedimentary rocks pp. 115-158. In *Sediments, diagenesis and sedimentary rocks* (ed. F.T. Mackenzie) Vol. 7 *Treatise on Geochemistry* (eds. H.D Holland and K.K. Turekian), Elsevier-Pergamon. Oxford.
- Walton, W. (1955). Ecology of living benthic foraminifera, Todos Santos Bay, Baja California. *Journal of Paleontology*, Vol. 29, No. 6 (Nov., 1955), pp. 952-1018.

Anexo G

Anexo 1. Listado de foraminíferos béticos identificados en cada estación de muestreo durante el crucero oceanográfico BTS 2017-2.

Especie	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B2	B4	B5	C3	C4	C5	C6	Total
<i>Ammutium planissimum</i>														13	13
<i>Amphistogina madagascaniensis</i>				2											2
<i>Arenoporella mexicana</i>											1	1			2
<i>Astacolus naplesensis</i>				1											1
<i>Astacolus wenmanensis</i>										3					3
<i>Astronion stellatum</i>								4							4
<i>Astrononion goundkoffi</i>				4											4
<i>Astrononion milleri</i>				1											1
<i>Baculogypsina sp.</i>		4													4
<i>Baggina californica</i>	1			1	12			13							27
<i>Bolivina acuminata</i>												3			3
<i>Bolivina argentea</i>	7						2	8							17
<i>Bolivina blakei</i>				1											1
<i>Bolivina bramlettei</i>	9			1			2	3	28						43
<i>Bolivina churchi</i>										8					8
<i>Bolivina denudata</i>						11									11
<i>Bolivina exilocostata</i>										1					1
<i>Bolivina humillis</i>				1											1
<i>Bolivina interjuncta</i>										1					1
<i>Bolivina minuta</i>												10	18	9	37
<i>Bolivina pacifica</i>	1							25			7	3	5	9	50
<i>Bolivina pseudopissa</i>										1					1
<i>Bolivina santanaensis</i>										2					2
<i>Bolivina spissa</i>												1			1
<i>Bolivina striatella</i>			4			1					6	7	5		23
<i>Bolivina tumida</i>										1					1
<i>Bolivina vaughani</i>							3	1			2				6
<i>Bolivina woodringi</i>			5												5
<i>Buccella oregonensis</i>				2											2
<i>Bulimina affinis</i>		10													10
<i>Bulimina denudata</i>												2			2
<i>Bulimina exilis</i>										4		1	1		6
<i>Bulimina spinifera</i>										1					1

Especie	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B2	B4	B5	C3	C4	C5	C6	Total
<i>Bulimina subacuminata</i>	11		14												25
<i>Buliminella elegantissima</i>				1			1				19				21
<i>Candeina nitida</i>											1				1
<i>Cassidulina cuadrata</i>						31					10				41
<i>Cassidulina laevigata</i>			8		1			1	2			1			13
<i>Cassidulina limbata</i>						4									4
<i>Cassidulina quadrata</i>													9		9
<i>Cassidulina subglobosa</i>			15			2									17
<i>Chilostomella ovoidea</i>												2	2		4
<i>Cibicides fletcheri</i>	31		36		105		44	2							218
<i>Cibicides mckannai</i>			5		10		16								31
<i>Cibicidina nitidula</i>													7		7
<i>Cibicidina nitidula</i>											1				1
<i>Cibicidoides cushmani</i>							5								5
<i>Cibicidoides cushmani</i>		27							5	16				3	51
<i>Cibicidoides mckanni</i>				5											5
<i>Cibicidoides spiralis</i>												24	12		36
<i>Cornuspira spp.</i>					2										2
<i>Crancris auricula</i>													1	2	3
<i>Crancris lippsi</i>				1											1
<i>Dentalina atascaderoensis</i>							2			1					3
<i>Dentalina lagoei</i>	9						1		1						11
<i>Dentalina sp.</i>		8													8
<i>Discorbis sp.</i>		11						1	3				4	19	38
<i>Discorinopsis aguayoi</i>									2						2
<i>Duplella baggi</i>														2	2
<i>Eggerella advena</i>	10		4		3	16	4	6	1		20		4		68
<i>Ehrenbergina compressa</i>												1			1
<i>Elphidium crispum</i>							12								12
<i>Elphidium translucens</i>	13		9		3		1								26
<i>Enantiodentalina muraii</i>		18													18
<i>Ephidium granti</i>				1											1
<i>Ephidium tumidum</i>												1			1
<i>Epistominella smithi</i>														1	1
<i>Eponides subtenera</i>						20									20

Especie	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B2	B4	B5	C3	C4	C5	C6	Total
<i>Fissurina bisucatiformis</i>		6													6
<i>Fissurina decipiens</i>											1				1
<i>Fissurina esimilis</i>						5									5
<i>Fissurina longipunctata</i>				1											1
<i>Fissurina multicostulata</i>						2									2
<i>Fissurina natlandi</i>					2		3	5							10
<i>Fissurina sp.</i>	4			1							9				14
<i>Fronicularia sp.</i>				1											1
<i>Gaudryina subglabatra</i>			4						4	1		15	20	21	65
<i>Gavilonopsis holkos</i>				1											1
<i>Globocassidulina monicana</i>			9	4											13
<i>Globocassidulina neopulchela</i>				1											1
<i>Goesella flintii</i>									6				4	8	18
<i>Guttulina pacifica</i>											6				6
<i>Guttulina sp.</i>														5	5
<i>Gyrodina neosoldanii</i>													5		5
<i>Hansenisca multicamerata</i>										1					1
<i>Hanzawaia deplaopoi</i>				4											4
<i>Hoglundina elegans</i>								1							1
<i>Jadammina polystoma</i>	16						12								28
<i>Kleinpella californiensis</i>				1											1
<i>Labrospira columbiensis</i>														1	1
<i>Labrospira columbiensis</i>						39					23				62
<i>Labrospira inflata</i>											1				1
<i>Lagena apliopleura</i>				1											1
<i>Lagena fragosa</i>										1					1
<i>Lagena insinuosa</i>						1									7
<i>Lagena mexicana</i>			4												4
<i>Lagena noditorquata</i>				2											2
<i>Lagena pacifica</i>				2											2
<i>Lagena retortocosta</i>							2								2
<i>Lagenasolenia dubiosa</i>						6									6
<i>Lagenosolenia augustsoni</i>						8									8
<i>Lagenosolenia bilagenoides</i>				1											1
<i>Lagenosolenia confosa</i>				1											1
<i>Lagenosolenia glomerata</i>				1											1

Especie	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B2	B4	B5	C3	C4	C5	C6	Total
<i>Lagenosolenia lagenoides</i>												1			1
<i>Lamellodiscorbis spp</i>		4									6	1	2		13
<i>Lenticulina cushmani</i>			6				12								18
<i>Lenticulina douglassi</i>				1											1
<i>Lenticulina indianadensis</i>				1											1
<i>Lenticulina reedi</i>				1											1
<i>Lenticulina sandholtana</i>				1											1
<i>Lenticulina smileyi</i>	13		37	9	5			105		6					175
<i>Lenticulina sp.</i>										3					3
<i>Lernella sp.</i>				1											1
<i>Loxostoma digitata</i>				8											8
<i>Loxostoma pseudobeyrichi</i>			7						29		1		7		44
<i>Marginulinopsis beali</i>				1											1
<i>Marginulinopsis sp.</i>		1													1
<i>Milimmina fusca</i>									1			1		11	13
<i>Neoeponides navarretei</i>				2											2
<i>Nodogerina sp.</i>				2											2
<i>Nonionella basispinata</i>			8			5	6	2						1	22
<i>Nonionella milleri</i>			11	3											14
<i>Nonionella miocenica stella</i>	7	34	5	32	54	18	20	14	84	66	18	38	49	79	518
<i>Oolina borealis</i>	9						3					3	7	7	29
<i>Oolina confragosa</i>													7		7
<i>Oolina lineata</i>												12	6		18
<i>Oolina melo</i>							6								6
<i>Oolina setosiformis</i>													3		3
<i>Oolina tinkersiana</i>											1				1
<i>Oridorsalis umbolatum</i>				2											2
<i>Parafisurina decipiens</i>											1				1
<i>Planorbulina sp.</i>				18											18
<i>Planulina arimensis</i>					36		3	36							75
<i>Plectofrondicularia californica</i>										1					1
<i>Polymorphina amplissima</i>				2						6					8
<i>Polymorphina laxiformis</i>										2					2
<i>Polymorphina sp.</i>		20								9					29
<i>Procerolagena sp.</i>														6	6
<i>Pseudonion basipinatum</i>				1						1					2

Especie	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B2	B4	B5	C3	C4	C5	C6	Total
<i>Pseudonion costiferum</i>				3											3
<i>Pseudonion multicameratum</i>				1											1
<i>Pseudonion schencki</i>				1											1
<i>Pullenia salisburyi</i>													1		1
<i>Pullenia sp.</i>				2											2
<i>Quinqueloculina sp.</i>									1					8	9
<i>Recurvoides sp.</i>									10					6	16
<i>Reophax agglutinatus</i>									1						1
<i>Reophax curtus</i>														2	2
<i>Reophax scorpiurus</i>									2						2
<i>Reusoolina simplex</i>														8	8
<i>Robertina charlotensis</i>		1							3						4
<i>Rotalia becarii</i>						17					41				58
<i>Rubulus spp.</i>								7						1	8
<i>Sigmolina miocenica</i>						1		2			2			4	9
<i>Sigmorphina torta</i>								1							1
<i>Sphaeroidinellopsis kochi</i>								1							1
<i>Spirillina neoartica</i>				3											3
<i>Spirillina neoradiosa</i>		5													5
<i>Suggrunda KleinPELLI</i>							2								2
<i>Tenuitellinata angustiumbilocata</i>										4					4
<i>Textularia earlandi</i>											7				7
<i>Textularia schencki</i>			4								10			1	15
<i>Triloculina spp.</i>					1				11		1				13
<i>Trochammina inflata</i>						19		3	11	1	7			9	50
<i>Trochammina kelleetae</i>								1	3					1	5
<i>Trochammina pacifica</i>						18		1	3		4		2		28
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i>		6													6
<i>Neogloboquadrina acosataensis</i>				1											1
<i>Globigerina bulloides</i>	29	47	14	39	2		9		51	85		39	29	41	385
<i>Globigerina insueta</i>					2										2
<i>Globigerina obessa</i>				31					41			15	11	23	121
<i>Globigerina praebulloides</i>	13	5	4	1	11		3								37
<i>Globigerina quinqueloba</i>				2						1					3
<i>Globigerina umbilicata</i>												9			9
<i>Globigerinella aequilateris</i>										1					1

Especie	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B2	B4	B5	C3	C4	C5	C6	Total
<i>Globigerinella obesa</i>		40	5		7		1	4		2					59
<i>Globigerinella pseudobesa</i>			5					2		2					9
<i>Globigerinita parkerae</i>					7			2							9
<i>Globigerinoides bulloideus</i>	16			1		15	3	9			23				67
<i>Globigerinoides quadribatus</i>			4												4
<i>Globigerinoides ruber</i>					2			19							21
<i>Globigerinoides subaquadatus</i>										1					1
<i>Globigerinoides tenellus</i>			4					2							6
<i>Globigirenitia parkerae</i>				1											1
<i>Globiregina pseudoperoensis</i>		35		2						3					40
<i>Globoquadrina venezuelana</i>				1											1
<i>Globoratooides hexagona</i>	8		6				10	2			1				27
<i>Globorotalia cibaoensis</i>	16							7							23
<i>Globorotalia inflata</i>			5												5
<i>Globorotalia puncticulata</i>			21												21
<i>Globorotalia sticula</i>											1				1
<i>Globorotalia tumida tumida</i>					8			3							11
<i>Globorotaloides suteri relizensis</i>				1											1
<i>Globorotaloides trema</i>				1											1
<i>Globorotalia acrostoma</i>				1											1
<i>Globorotalia conoidea</i>				1											1
<i>Globorotalia mayeli</i>				6						1					7
<i>Globorotalia praescitula</i>				1											1
<i>Globorotalia zealandica</i>				6											6
<i>Globorotariabirnaegee</i>				1											1
<i>Globulimina sp.</i>		6													6
<i>Neoglobigerina continuosa</i>						46					51				97
<i>Neoglobigerina dutertrei</i>											14				14
<i>Neogloboquadrina acostaensis</i>	30		19		13		5	11		1					79
<i>Neogloboquadrina continuosa</i>	29		9	1	6		5	24							74
<i>Orbulina saturalis</i>	16		7		6						1				30
<i>Orbulina universa</i>						16					5				21

OCEANOGRAFÍA FÍSICA: HIDROGRAFÍA Y METEOROLOGÍA

Responsable: Dr. Rubén Castro Valdez

Colaboradores: Antonio Martínez Alcalá, Eduardo Ashida Hernández

Resumen

Con el propósito de estudiar la Bahía de Todos Santos, B. C., con enfoque didáctico, y con interpretación de las observaciones, se realizó una campaña oceanográfica por parte de la Facultad de Ciencias Marinas con apoyo de la Secretaría de Marina, Armada de México. El experimento se efectuó a bordo del Buque “Farías”, durante el 20, 21 y 22 de septiembre de 2017. Se realizaron tres transectos con un total de 21 estaciones, en las cuales solo se realizaron mediciones en la columna de agua en 19 estaciones (Fig. F1).

Para la obtención de los lances hidrográficos utilizó un perfilador CTD (Conductividad, temperatura, profundidad) modelo RBR-Maestro. La densidad del agua de mar fue obtenida con las formulas EOS-80. Para la temperatura superficial del mar, se tomó una muestra de agua de la superficie con una cubeta y se midió con un termómetro manual. Además, se realizaron mediciones con instrumentos del buque de parámetros meteorológicos en cubierta: temperatura ambiente, humedad relativa, presión atmosférica, magnitud y dirección del viento. La cobertura de nubes se obtuvo en octas de manera visual.

A continuación, se presenta un resumen de todas las observaciones obtenidas. Se anexa una tabla (Tabla FI) donde se resumen las variables medidas en la cubierta del buque de parámetros meteorológicos. Gráficos de los parámetros superficiales. Posteriormente se presentan gráficos promedios de los lances realizados de la temperatura, salinidad y densidad a través de perfiles verticales. Se incluyen un diagrama T-S y se compara con otros cruceros de otoño de 2010, 2011 y 2012. Finalmente se anexan en tablas las observaciones (ver Tabla FIII) obtenidas por el CTD a cada 5 m de profundidad para cada uno de los lances.

Área de estudio

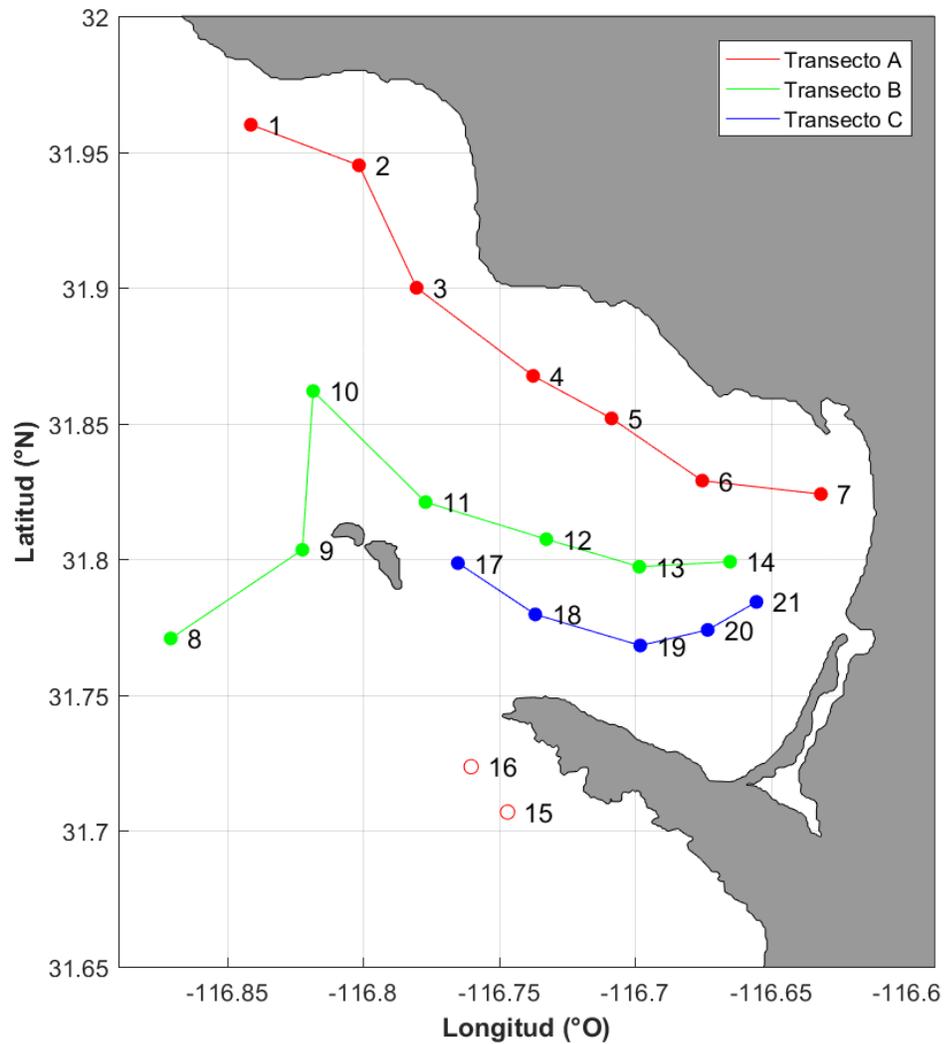


Figura F1. Localización de las estaciones oceanográficas realizadas en la Bahía de Todos Santos, B. C. Los transectos **A (1-7)**, **B (8-14)** y **C (17-21)**, corresponden a los días 20, 21 y 22 de septiembre de 2017, respectivamente. En las estaciones 15 y 16 no se realizaron lances con CTD.

Tabla FI. Variables meteorológicas e hidrográficas medidas en la cubierta del buque, crucero oceanográfico 2017-2 en la Bahía de Todos Santos, para cada una de las estaciones.

Estación	Prof. de lance (m)	Viento (nudos)	Dir. viento (Az.)	P atm. (mb)	T. superficial (°C)	Escala de Beaufort	T. bulbo seco (°C)	T. bulbo húmedo (°C)	Hr (%)	Cobertura (c/8)	Tipo de nubes
A1	50.543	4.8	218	1016	21	2	19	20	80	8	Cirroestratos
A2	50.543	1.6	245	1016	19.5	2	20	21	76	8	Cirroestratos
A3	52.560	5	245	1015	21	2	20	22	74	1	Estratos
A4	24.903	5	170	1014	21	1	21	22	77	0	-
A5	25.259	7.8	240	1013	22	1	21	22	75	0	-
A6	18.280	7.3	240	1013	22	2	21	21.5	74	0	-
A7	15.202	6.5	45	1013	17	-	20	22	73	0	-
B1	432.176	1.8	217	1014	21	1	22	21	69	7	Estratocúmulos
B2	75.749	5.2	40	1014	22	1	20.5	21.5	73	7	Estratocúmulos
B3	35.314	7	38	1013	21	1	19	20	89	6	Estratocúmulos
B4	128.293	9.3	283	1013	19	-	20	21	90	6	Cúmulos
B5	49.535	8.5	26	1012	19	-	19	21	88	4	Cúmulos
B6	24.329	17.3	31	1012	20	2	20	21	77	2	Estratocúmulos
B7	14.160	14.12	41	1012	20	2	19.5	20.5	77	3	Cúmulos
C1	204.497	1.3	282	1014	-	1	22	20	61	2	Cúmulos
C2	95.788	5.9	254	1014	-	1	21	21	64	2	Cúmulos
C3	31.152	1.8	342	1014	19	1	19	20	65	2	Estratos
C4	26.273	5.4	4.2	1014	18	1	20	20	67	1	Cúmulos
C5	16.191	12.8	263	1012	18	3	20	21	72	1	Estratocúmulos
C6	50.543	9.7	0.85	1012	20	2	19	20	72	1	Cúmulos
C7	50.543	10.9	90	1012	20	2	20	20	70	1	Cúmulos

Resultados

Graficas de parámetros meteorológicos superficiales

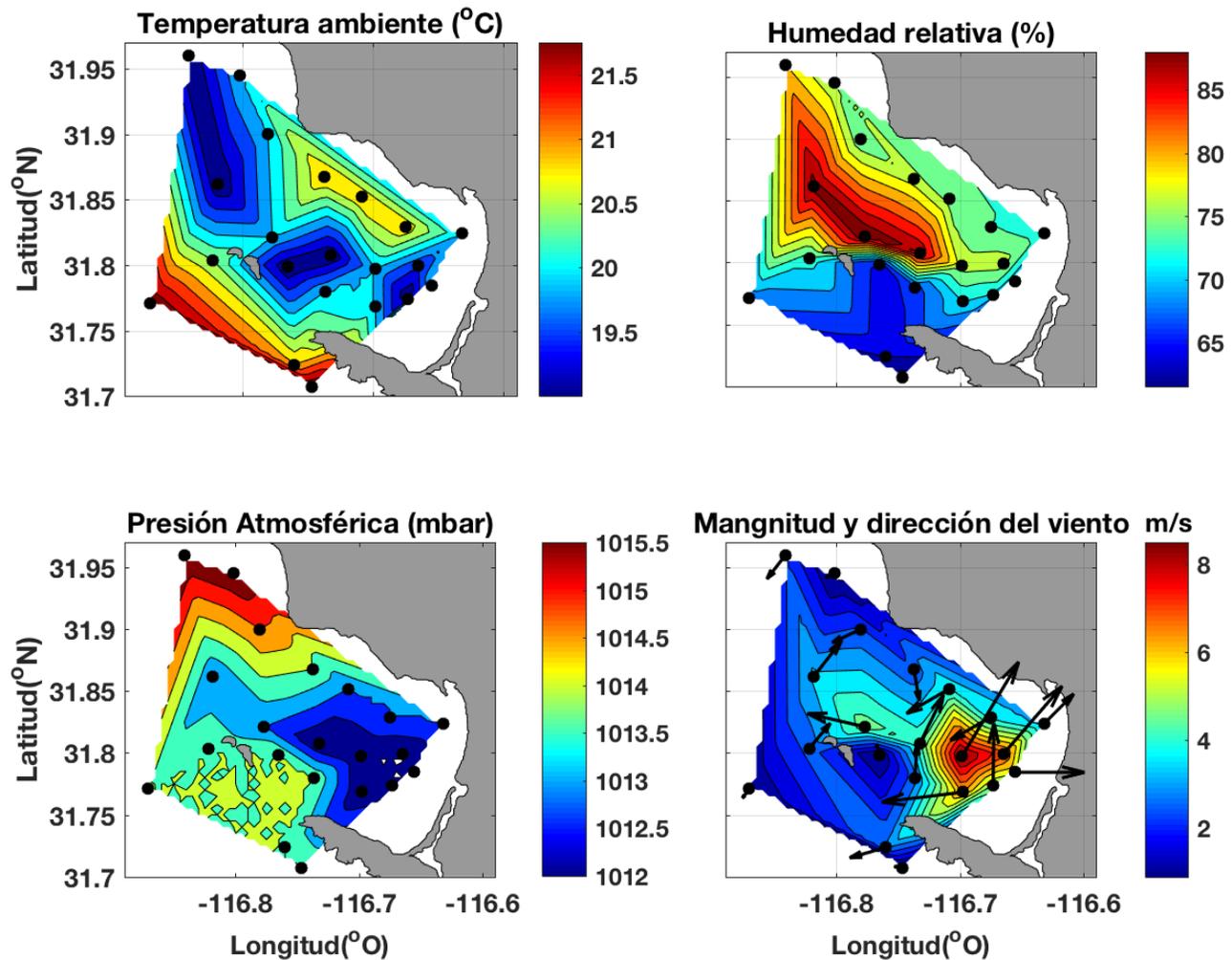


Figura F2. Distribución de parámetros meteorológicos en la Bahía de Todos Santos medidos en la cubierta del buque durante el crucero oceanográfico 2017-2. Las flechas de los vectores de viento indican de donde viene el viento.

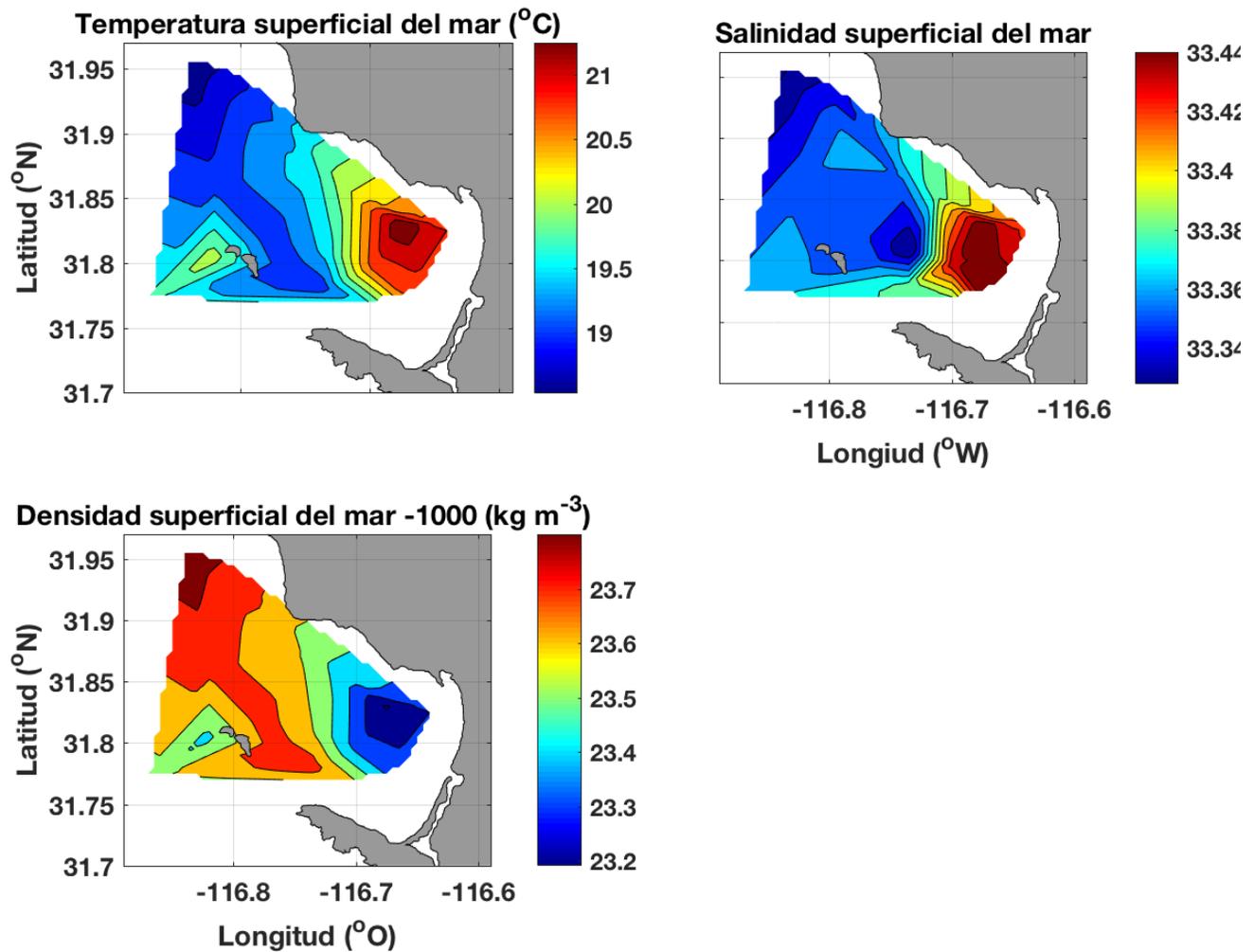


Figura F3. Distribución de parámetros hidrográficos superficiales medidos con él CTD en la Bahía de Todos Santos durante el crucero oceanográfico 2017-2.

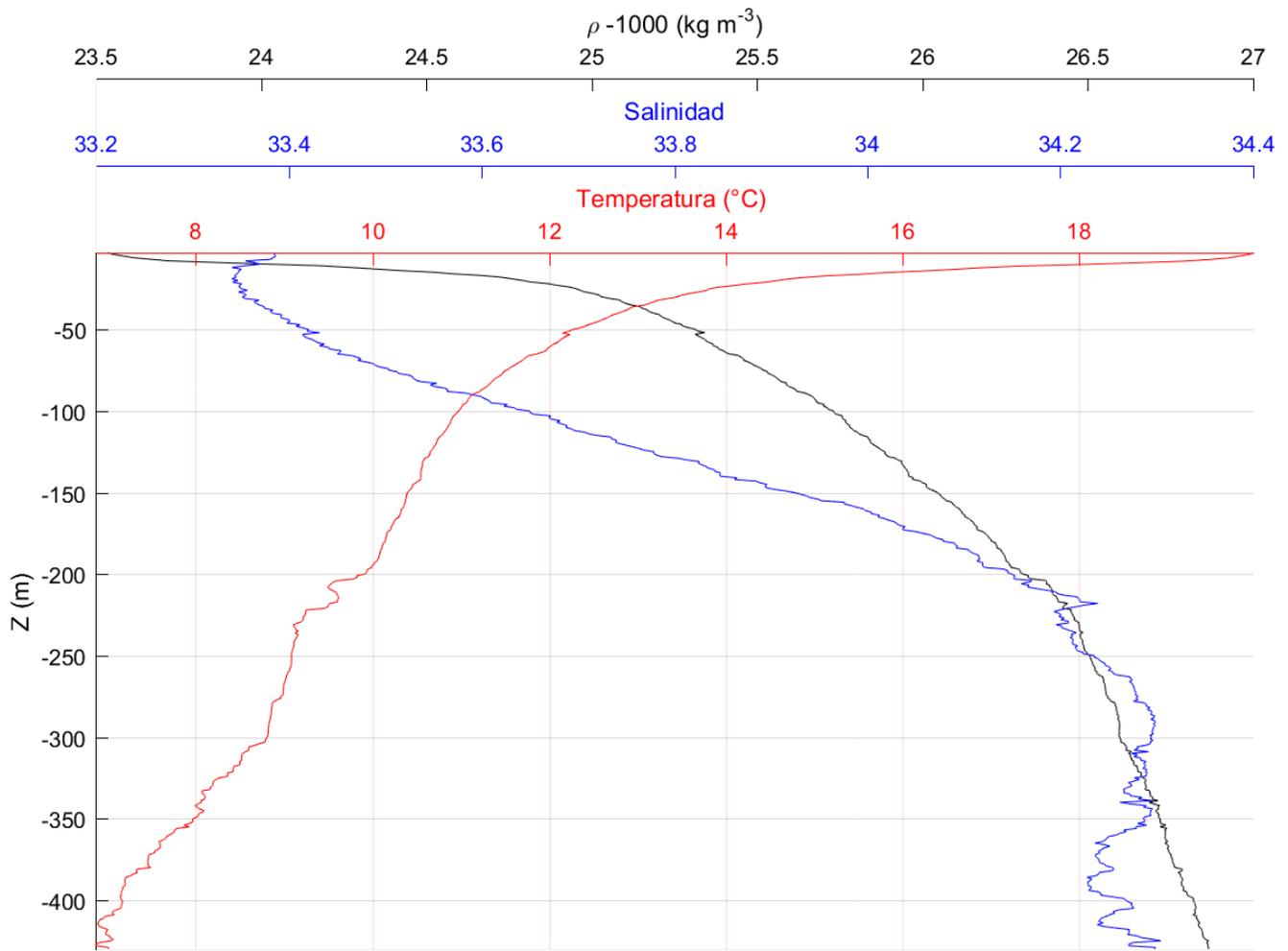


Figura F4. Perfil vertical promedio de todos los lanzes realizados en la Bahía de Todos Santos obtenidos con el CTD, durante el crucero de septiembre de 2017. Temperatura (rojo), salinidad (azul) y densidad (ρ) (negro).

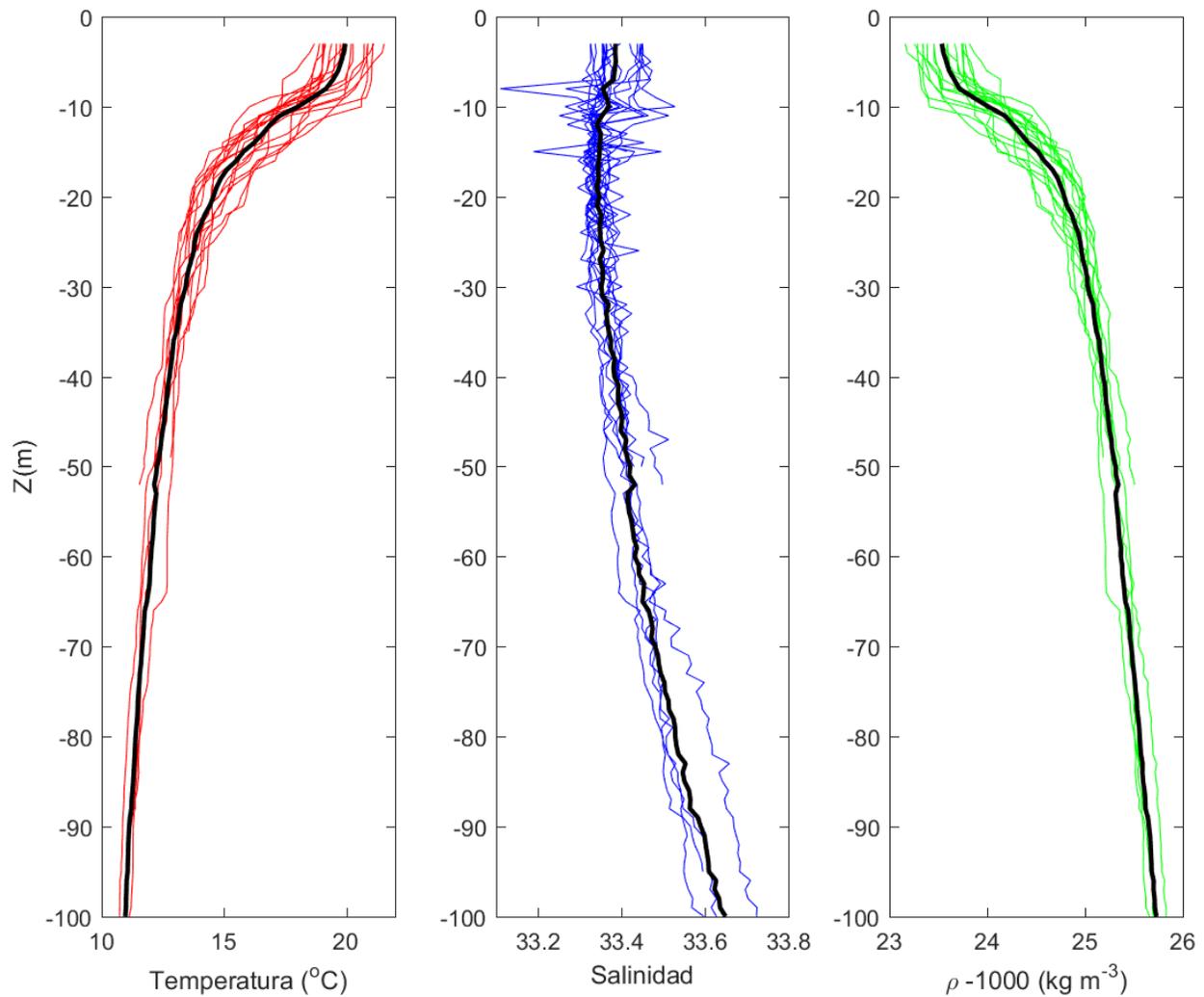


Figura F5. Perfiles verticales de todos los lances de CTD hasta los 100 m de profundidad para las variables de temperatura (rojo), salinidad (azul) y densidad (verde). Las líneas negras en cada perfil representa el perfil promedio.

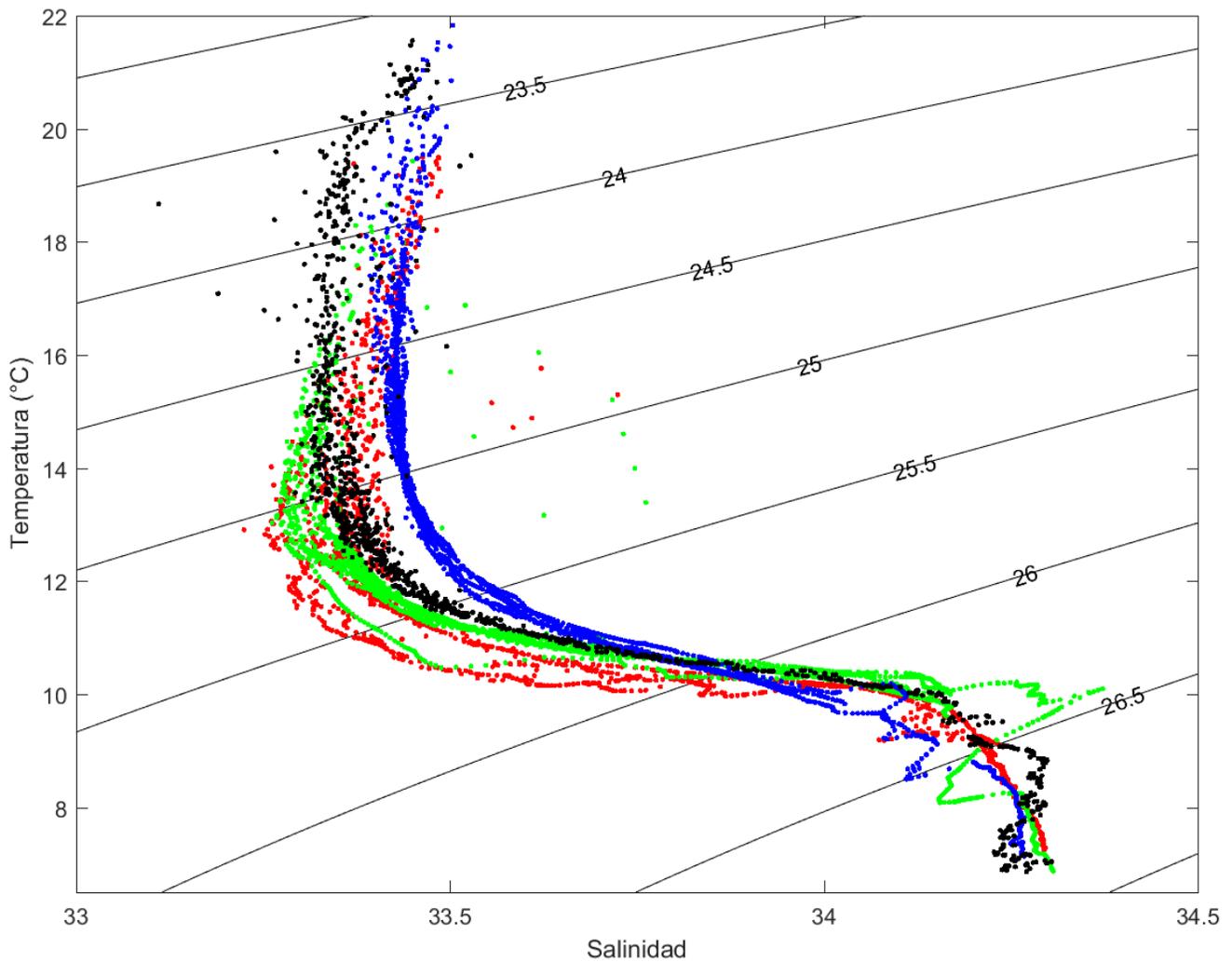


Figura F6. Diagrama T/S del cruceo de septiembre de 2017 (●). Para comparación con crucesos previos se incluyen septiembre de: 2011 (●), 2012 (●) y octubre de 2010 (●). Los contornos indican la densidad (S, T, 0) (kg/m^{-3}) - 1000.

Anexo F

Tabla FII. Localización de los lances y profundidades máximas.

Lances	Mes	Día	Año	Hora	Minuto	Latitud	Longitud	Prof. Ecosonda
A1	9	20	17	09	30	31.9601	-116.8409	92
A2	9	20	17	11	00	31.9484	-116.8026	72
A3	9	20	17	12	45	31.9000	-116.7874	70
A4	9	20	17	14	25	31.8684	-116.7417	34
A5	9	20	17	15	40	31.8525	-116.7126	30
A6	9	20	17	16	30	31.8314	-116.6773	24.8
A7	9	20	17	17	16	31.8263	-116.6368	17.5
B1	9	21	17	10	17	31.7706	-116.8713	576
B2	9	21	17	12	21	31.8035	-116.8225	103
B3	9	21	17	14	01	31.8619	-116.8184	48
B4	9	21	17	14	49	31.8211	-116.7771	126
B5	9	21	17	16	15	31.8074	-116.7327	86
B6	9	21	17	17	20	31.7974	-116.6986	37
B7	9	21	17	18	11	31.7992	-116.6651	23
C1	9	22	17	-	-	31.7069	-116.7469	252
C2	9	22	17	-	-	31.7236	-116.7603	231
C3	9	22	17	11	05	31.7985	-116.7651	246
C4	9	22	17	12	54	31.7797	-116.7367	-
C5	9	22	17	14	41	31.7683	-116.6987	52
C6	9	22	17	15	42	31.7740	-116.6733	30
C7	9	22	17	16	13	31.7844	-116.6557	21.9

Tabla FIII. Datos de los lances para cada estación realizada en el Crucero BTS-2017- 2. El intervalo de profundidad se interpoló a cada 5 m.

Estación	Latitud	Longitud	Z (m)	T (°C)	Salinidad	Densidad (kgm ⁻³)
A1	31.960	-116.841	5	18.208	33.327	1023.940
A1	31.960	-116.841	10	17.344	33.320	1024.144
A1	31.960	-116.841	15	15.628	33.317	1024.537
A1	31.960	-116.841	20	13.633	33.334	1024.976
A1	31.960	-116.841	25	13.138	33.349	1025.087
A1	31.960	-116.841	30	12.950	33.402	1025.165
A1	31.960	-116.841	35	12.839	33.383	1025.172
A1	31.960	-116.841	40	12.574	33.396	1025.234
A1	31.960	-116.841	45	12.376	33.413	1025.286
A1	31.960	-116.841	50	12.152	33.448	1025.355
A2	31.948	-116.803	5	18.764	33.335	1023.809
A2	31.948	-116.803	10	17.340	33.395	1024.203
A2	31.948	-116.803	15	15.183	33.337	1024.650
A2	31.948	-116.803	20	13.900	33.354	1024.936
A2	31.948	-116.803	25	13.719	33.343	1024.965
A2	31.948	-116.803	30	13.242	33.349	1025.066
A2	31.948	-116.803	35	12.965	33.367	1025.135
A2	31.948	-116.803	40	12.854	33.389	1025.174
A2	31.948	-116.803	45	12.572	33.418	1025.251
A2	31.948	-116.803	50	12.201	33.430	1025.332
A3	31.900	-116.787	5	19.283	33.360	1023.696
A3	31.900	-116.787	10	18.103	33.378	1024.005
A3	31.900	-116.787	15	14.408	33.365	1024.839
A3	31.900	-116.787	20	13.727	33.360	1024.976
A3	31.900	-116.787	25	13.361	33.361	1025.051
A3	31.900	-116.787	30	12.948	33.366	1025.137
A3	31.900	-116.787	35	12.535	33.395	1025.241
A3	31.900	-116.787	40	12.257	33.426	1025.318
A3	31.900	-116.787	45	11.864	33.467	1025.424
A3	31.900	-116.787	50	11.747	33.479	1025.455
A4	31.868	-116.742	5	19.325	33.374	1023.696
A4	31.868	-116.742	10	16.052	33.336	1024.456
A4	31.868	-116.742	15	15.042	33.337	1024.681
A4	31.868	-116.742	20	13.913	33.364	1024.941
A4	31.868	-116.742	25	13.230	33.383	1025.095

A5	31.852	-116.713	5	20.268	33.385	1023.460
A5	31.852	-116.713	10	17.195	33.329	1024.186
A5	31.852	-116.713	15	14.948	33.339	1024.703
A5	31.852	-116.713	20	13.773	33.405	1025.002
A5	31.852	-116.713	25	13.489	33.368	1025.031
A6	31.831	-116.677	5	21.133	33.471	1023.294
A6	31.831	-116.677	10	18.531	33.356	1023.883
A6	31.831	-116.677	15	15.261	33.431	1024.706
A7	31.826	-116.637	5	20.662	33.443	1023.400
A7	31.826	-116.637	10	17.355	33.424	1024.221
A7	31.826	-116.637	15	15.087	33.414	1024.730
B1	31.771	-116.871	5	19.692	33.360	1023.592
B1	31.771	-116.871	10	18.392	33.265	1023.847
B1	31.771	-116.871	15	15.698	33.352	1024.548
B1	31.771	-116.871	20	15.061	33.329	1024.671
B1	31.771	-116.871	25	14.398	33.333	1024.816
B1	31.771	-116.871	30	14.209	33.325	1024.849
B1	31.771	-116.871	35	13.469	33.326	1025.003
B1	31.771	-116.871	40	13.030	33.356	1025.113
B1	31.771	-116.871	45	12.606	33.378	1025.214
B1	31.771	-116.871	50	12.116	33.416	1025.337
B1	31.771	-116.871	55	11.767	33.442	1025.423
B1	31.771	-116.871	60	11.654	33.465	1025.462
B1	31.771	-116.871	65	11.561	33.467	1025.480
B1	31.771	-116.871	70	11.410	33.520	1025.549
B1	31.771	-116.871	75	11.164	33.580	1025.640
B1	31.771	-116.871	80	11.045	33.611	1025.686
B1	31.771	-116.871	85	10.944	33.642	1025.728
B1	31.771	-116.871	90	10.855	33.670	1025.765
B1	31.771	-116.871	95	10.801	33.683	1025.785
B1	31.771	-116.871	100	10.730	33.724	1025.830
B2	31.804	-116.823	5	20.146	33.367	1023.479
B2	31.804	-116.823	10	19.556	33.363	1023.629
B2	31.804	-116.823	15	16.171	33.313	1024.412
B2	31.804	-116.823	20	15.089	33.329	1024.664
B2	31.804	-116.823	25	14.032	33.317	1024.880
B2	31.804	-116.823	30	13.154	33.346	1025.081
B2	31.804	-116.823	35	12.782	33.370	1025.173
B2	31.804	-116.823	40	12.719	33.364	1025.181
B2	31.804	-116.823	45	12.607	33.386	1025.220
B2	31.804	-116.823	50	12.287	33.407	1025.298

B2	31.804	-116.823	55	12.024	33.423	1025.360
B2	31.804	-116.823	60	11.909	33.428	1025.385
B2	31.804	-116.823	65	11.845	33.436	1025.403
B2	31.804	-116.823	70	11.651	33.478	1025.472
B2	31.804	-116.823	75	11.453	33.489	1025.517
B3	31.862	-116.818	5	19.055	33.359	1023.754
B3	31.862	-116.818	10	17.969	33.296	1023.974
B3	31.862	-116.818	15	17.085	33.190	1024.105
B3	31.862	-116.818	20	15.699	33.335	1024.535
B3	31.862	-116.818	25	14.575	33.341	1024.785
B3	31.862	-116.818	30	13.677	33.374	1024.997
B3	31.862	-116.818	35	13.555	33.340	1024.995
B4	31.821	-116.777	5	19.043	33.354	1023.752
B4	31.821	-116.777	10	17.165	33.329	1024.193
B4	31.821	-116.777	15	16.791	33.335	1024.285
B4	31.821	-116.777	20	15.916	33.342	1024.492
B4	31.821	-116.777	25	14.210	33.357	1024.874
B4	31.821	-116.777	30	13.564	33.293	1024.957
B4	31.821	-116.777	35	12.981	33.383	1025.144
B4	31.821	-116.777	40	12.796	33.393	1025.188
B4	31.821	-116.777	45	12.664	33.402	1025.221
B4	31.821	-116.777	50	12.437	33.411	1025.272
B4	31.821	-116.777	55	12.164	33.423	1025.333
B4	31.821	-116.777	60	12.041	33.427	1025.360
B4	31.821	-116.777	65	11.793	33.459	1025.431
B4	31.821	-116.777	70	11.689	33.477	1025.465
B4	31.821	-116.777	75	11.594	33.497	1025.497
B4	31.821	-116.777	80	11.531	33.498	1025.510
B4	31.821	-116.777	85	11.420	33.523	1025.550
B4	31.821	-116.777	90	11.289	33.552	1025.596
B4	31.821	-116.777	95	11.276	33.550	1025.596
B4	31.821	-116.777	100	11.124	33.598	1025.662
B5	31.807	-116.733	5	19.527	33.334	1023.614
B5	31.807	-116.733	10	18.504	33.338	1023.875
B5	31.807	-116.733	15	17.357	33.323	1024.143
B5	31.807	-116.733	20	14.776	33.350	1024.748
B5	31.807	-116.733	25	14.001	33.343	1024.907
B5	31.807	-116.733	30	13.429	33.381	1025.053
B5	31.807	-116.733	35	13.174	33.417	1025.132
B5	31.807	-116.733	40	12.978	33.390	1025.150
B5	31.807	-116.733	45	12.918	33.389	1025.161

B6	31.797	-116.699	5	20.859	33.433	1023.339
B6	31.797	-116.699	10	20.630	33.441	1023.407
B6	31.797	-116.699	15	17.233	33.380	1024.216
B6	31.797	-116.699	20	15.060	33.331	1024.673
B7	31.799	-116.665	5	21.048	33.444	1023.297
B7	31.799	-116.665	10	19.529	33.528	1023.762
C3	31.799	-116.765	5	19.025	33.356	1023.759
C3	31.799	-116.765	10	17.975	33.345	1024.011
C3	31.799	-116.765	15	15.625	33.373	1024.581
C3	31.799	-116.765	20	14.146	33.337	1024.872
C3	31.799	-116.765	25	13.476	33.353	1025.022
C3	31.799	-116.765	30	13.168	33.353	1025.084
C3	31.799	-116.765	35	12.977	33.374	1025.138
C3	31.799	-116.765	40	12.566	33.388	1025.229
C3	31.799	-116.765	45	12.386	33.401	1025.274
C3	31.799	-116.765	50	12.233	33.417	1025.316
C3	31.799	-116.765	55	12.129	33.427	1025.343
C3	31.799	-116.765	60	11.829	33.450	1025.417
C3	31.799	-116.765	65	11.611	33.481	1025.482
C3	31.799	-116.765	70	11.568	33.486	1025.494
C3	31.799	-116.765	75	11.508	33.492	1025.510
C3	31.799	-116.765	80	11.425	33.508	1025.537
C3	31.799	-116.765	85	11.310	33.536	1025.579
C3	31.799	-116.765	90	11.159	33.575	1025.637
C3	31.799	-116.765	95	11.062	33.610	1025.682
C3	31.799	-116.765	100	11.042	33.628	1025.699
C4	31.780	-116.737	5	18.748	33.358	1023.830
C4	31.780	-116.737	10	17.579	33.407	1024.154
C4	31.780	-116.737	15	14.942	33.310	1024.682
C4	31.780	-116.737	20	14.512	33.341	1024.798
C4	31.780	-116.737	25	14.123	33.332	1024.873
C4	31.780	-116.737	30	13.940	33.315	1024.898
C4	31.780	-116.737	35	13.375	33.343	1025.035
C4	31.780	-116.737	40	13.165	33.348	1025.080
C4	31.780	-116.737	45	12.977	33.360	1025.127
C4	31.780	-116.737	50	12.894	33.358	1025.142
C4	31.780	-116.737	55	12.715	33.377	1025.191
C4	31.780	-116.737	60	12.679	33.391	1025.210
C4	31.780	-116.737	65	12.450	33.411	1025.269
C4	31.780	-116.737	70	11.977	33.444	1025.385
C4	31.780	-116.737	75	11.814	33.464	1025.431

C4	31.780	-116.737	80	11.548	33.500	1025.508
C4	31.780	-116.737	85	11.486	33.504	1025.523
C4	31.780	-116.737	90	11.201	33.566	1025.622
C4	31.780	-116.737	95	11.108	33.595	1025.662
C5	31.768	-116.699	5	19.759	33.387	1023.594
C5	31.768	-116.699	10	17.373	33.407	1024.204
C5	31.768	-116.699	15	16.215	33.325	1024.411
C5	31.768	-116.699	20	14.797	33.362	1024.753
C5	31.768	-116.699	25	13.580	33.382	1025.023
C5	31.768	-116.699	30	13.545	33.370	1025.021
C6	31.774	-116.673	5	20.716	33.447	1023.388
C6	31.774	-116.673	10	17.294	33.356	1024.184
C6	31.774	-116.673	15	15.523	33.328	1024.569
C6	31.774	-116.673	20	14.479	33.337	1024.802
C6	31.774	-116.673	25	14.014	33.350	1024.909
C7	31.784	-116.656	5	20.823	33.453	1023.364
C7	31.784	-116.656	10	18.673	33.420	1023.896
C7	31.784	-116.656	15	16.155	33.495	1024.555

OCEANOGRAFÍA QUÍMICA

Responsable: Dr. Héctor Bustos Serrano

Colaboradores: Alejandro Sánchez-González, Karina del Carmen Lugo-Ibarra, Rafael Morales-Chávez, Nut Valeria Chávez M., Eduardo Ashida Hernández, Abraham Bennett Carreño Sergio Raúl Canino Herrera, Sergio I. Larios Castillo, Giovanni Durante-Barajas.

Resumen

Se estudió la distribución espacial de las variables oceanográficas presentes en la Bahía de Todos Santos, durante el final del verano de 2017. En una serie de muestreos realizados del 20 al 22 de septiembre, durante la campaña BTS 2017-2, se colectaron muestras de agua a distintas profundidades en 19 puntos de la bahía. Se analizaron las variables de temperatura, salinidad, los parámetros del sistema de CO₂ (pH y Alcalinidad Total), las concentraciones de nutrientes inorgánicos disueltos (NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻ y SiO₄⁴⁻ y parámetros de evaluación de calidad del agua (O₂ disuelto y metales traza). Se observaron rangos de variación de 6.93 a 25.00 °C en temperatura, 123 a 294 μM en oxígeno disuelto, 7.63 a 8.16 en pH y 2343 a 2694 en AT. Los cuatro nutrientes inorgánicos presentaron mínimos de 0, mientras las concentraciones máximas observadas fueron, 7.8, 1.2, 3.2 y 32.6 μM en NO₃⁻, NO₂⁻, PO₄³⁻ y SiO₄⁴⁻ respectivamente.

Se presenta la metodología usada para el análisis de las distintas variables y una serie de gráficos de parámetros superficiales y subsuperficiales, así como gráficos de perfiles verticales para los diferentes nutrientes inorgánicos. Posteriormente, se anexan tablas todas las mediciones de las variables hechas para cada estación.

Área de estudio

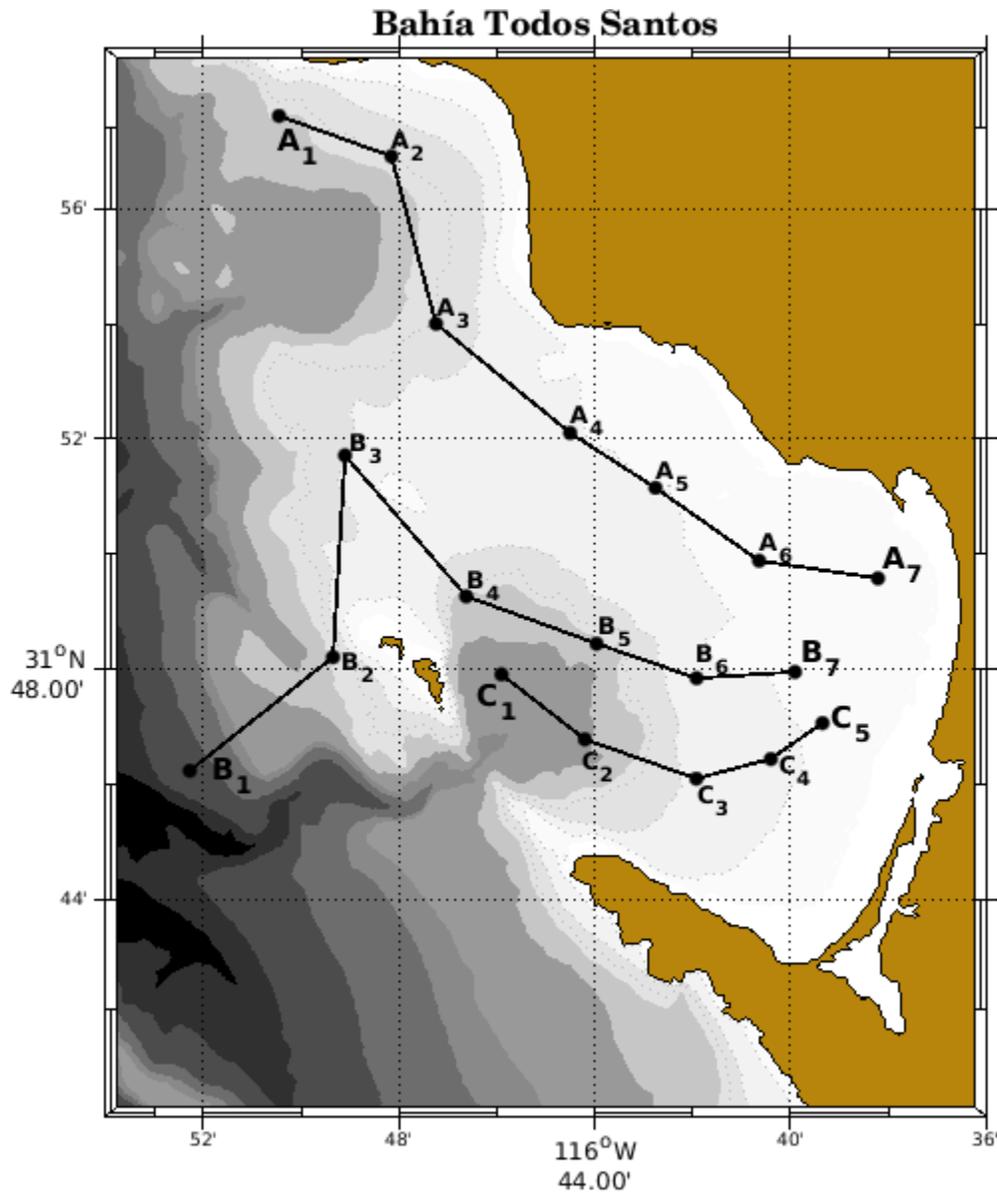


Figura Q1. Mapa batimétrico de Bahía Todos Santos, en el cual se muestran las estaciones de muestreo y la trayectoria que siguió el buque para cada transecto de la campaña BTS 2017-2.

Materiales y métodos

Los procedimientos llevados a cabo durante la realización del presente trabajo pueden agruparse en tres fases.

La primera de ellas corresponde al muestreo oceanográfico in situ. La segunda, corresponde al análisis químico ejecutado para la valoración de las muestras; ya sea, a bordo del buque o en laboratorio. Y la tercera involucra el tratamiento de los datos y la producción de figuras descriptivas.

Fase I. Muestreo oceanográfico

A bordo de la patrulla oceánica PO-110 ARM “Farías”, perteneciente a la Secretaría de Marina Armada de México, se siguieron tres transectos de muestreo correspondientes a las regiones norte (A), centro (B) y sur (C) de la bahía (Fig. Q1).

Se diseñó cada transecto con 7 estaciones de muestreo, sin embargo, sólo los dos primeros cumplieron con esto, ya que las condiciones del oleaje presentes el tercer día permitieron completar sólo 5 estaciones en el último. Se realizó una trayectoria por cada día de la campaña oceanográfica (20, 21 y 22 de septiembre de 2017).

Por medio de lances hidrográficos, se colectaron muestras de agua a diferentes profundidades en cada estación, en función de la batimetría en cada punto; se empleó un balde para colectar el agua superficial, y para profundidad, se emplearon botellas Niskin y Van Dorn de 1, 5 y 8 litros, aseguradas a un cable hidrográfico de poco más de 450 m de longitud en carrete.

Por lo general, para las estaciones más someras las profundidades muestreadas fueron 5, 10, 20 y 30 m. Para estaciones con más profundidad se continuó con colectas a 50, 75, 100 y 200 m; en la estación correspondiente al Cañón de Todos Santos (B1, Fig. Q1), además de las anteriores, se realizaron colectas a 300 y 450 m.

Se colectaron muestras para cada una de las variables a estudiar; en cubierta se llevaron a cabo los análisis para Oxígeno Disuelto (OD), pH y Alcalinidad Total (AT). Mientras que las variables de salinidad, nutrientes inorgánicos, y metales traza se analizaron posteriormente en el laboratorio.

Fase II. Variables oceanográficas y análisis químico

Oxígeno Disuelto. Posterior a la colecta de agua en botellas BOD de 300 ml, se empleó el método iodométrico Winkler para determinar la concentración de O₂ disuelto de cada una de las profundidades muestreadas por estación. Se siguieron las indicaciones descritas en Bustos-Serrano (2017) para realizar el análisis de las muestras a bordo del buque o de cualquier otra plataforma oceanográfica de muestreo.

pH y Alcalinidad Total. Se utilizaron botellas de polipropileno para coleccionar 250 ml de agua tanto del balde superficial como de las botellas Niskin y Van Dorn. Posterior a ello, se llevaron a un baño de temperatura controlada a 25 °C, por 30 minutos como mínimo. El montaje del equipo y el posterior análisis de cada muestra se realizó como en lo descrito por Bustos-Serrano (2017).

Nutrientes Inorgánicos. Se coleccionaron dos muestras de 250 ml por cada profundidad, acto seguido se reservó cada muestra en un congelador, hasta su análisis en laboratorio. Una de las botellas se destinó al análisis de nitritos y nitratos (NO_2^- , NO_3^-), correspondiendo la otra a fosfatos y silicatos (PO_4^{3-} y SiO_4^{4-}). La determinación de cada uno de los nutrientes se realizó en el laboratorio de acuerdo a las indicaciones en Bustos-Serrano (2017).

Temperatura y Salinidad. Se coleccionaron muestras en dos botellas de citrato de magnesio de 300 ml (30 y 50 m de profundidad, o bien lo determinado en función de la profundidad de la estación). En el laboratorio se usó un salinómetro de inducción Industrial Instruments Inc., y se procedió de acuerdo al método descrito por Bustos-Serrano (2017). Así mismo, se compararon los valores resultantes con los datos obtenidos con los lances hidrográficos del CTD RBR-maestro durante la campaña oceanográfica.

Metales traza. Se coleccionó un vial por cada estación de muestreo para la determinación de metales (Zn y Cu) en el laboratorio, según las instrucciones de Bustos-Serrano (2017).

Fase III. Tratamiento de los datos

Se generaron interpolaciones por el método de trazadores cúbicos naturales, para presentar mapas superficiales y secciones verticales de contornos de las variables de Temperatura, OD, pH, AT.

Resulta pertinente mencionar que el comportamiento de dichos contornos es más confiable si es cercano a los puntos de muestreo señalados, ya que los trazadores cúbicos producen cierta suavidad artificial.

Por otro lado, de los datos de nutrientes se presentan perfiles promedio por transecto, con la respectiva variabilidad en los puntos de muestreo.

Resultados

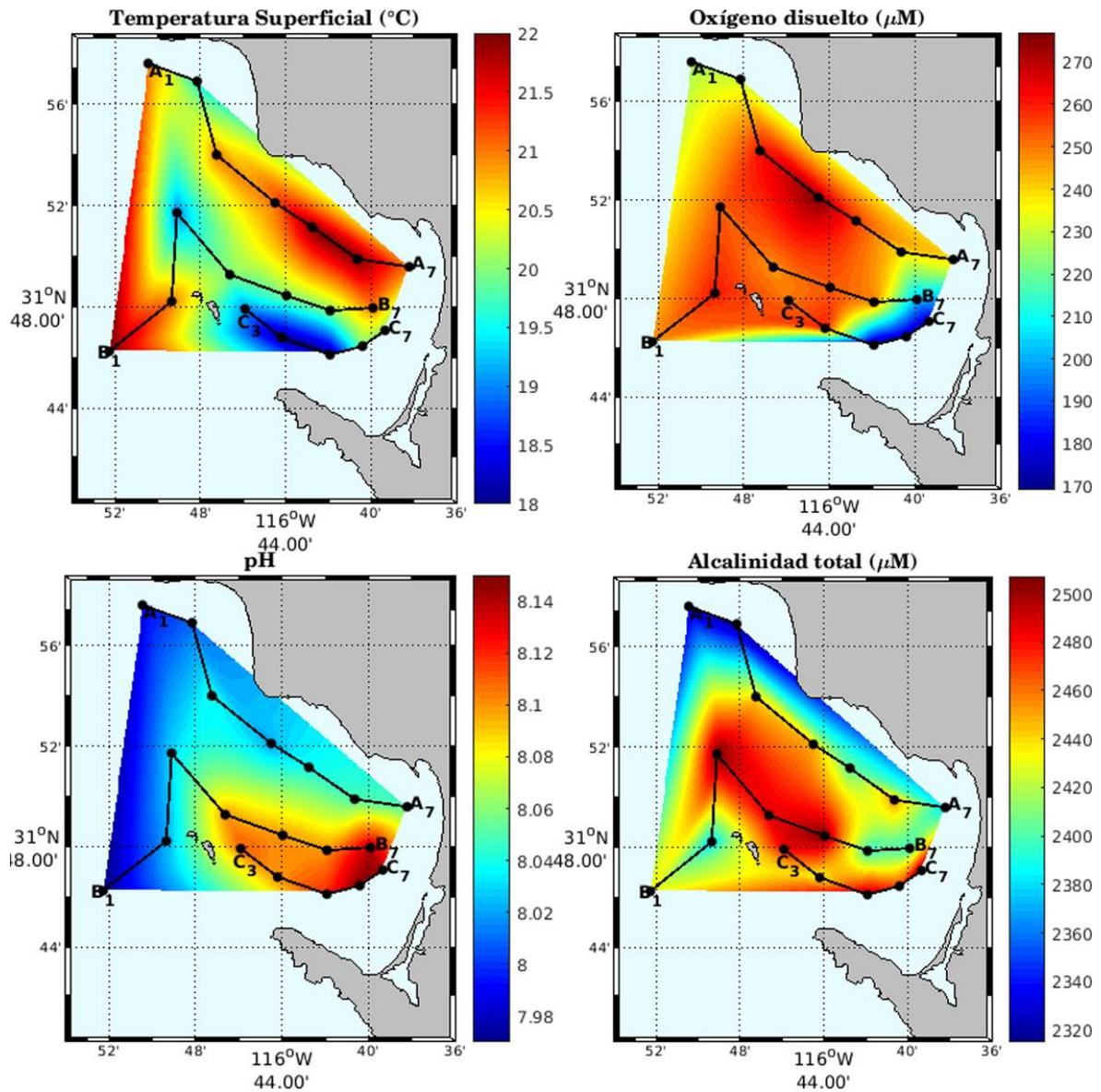


Figura Q2: Distribución espacial superficial de temperatura, OD y parámetros del sistema de CO₂ para septiembre de 2017.

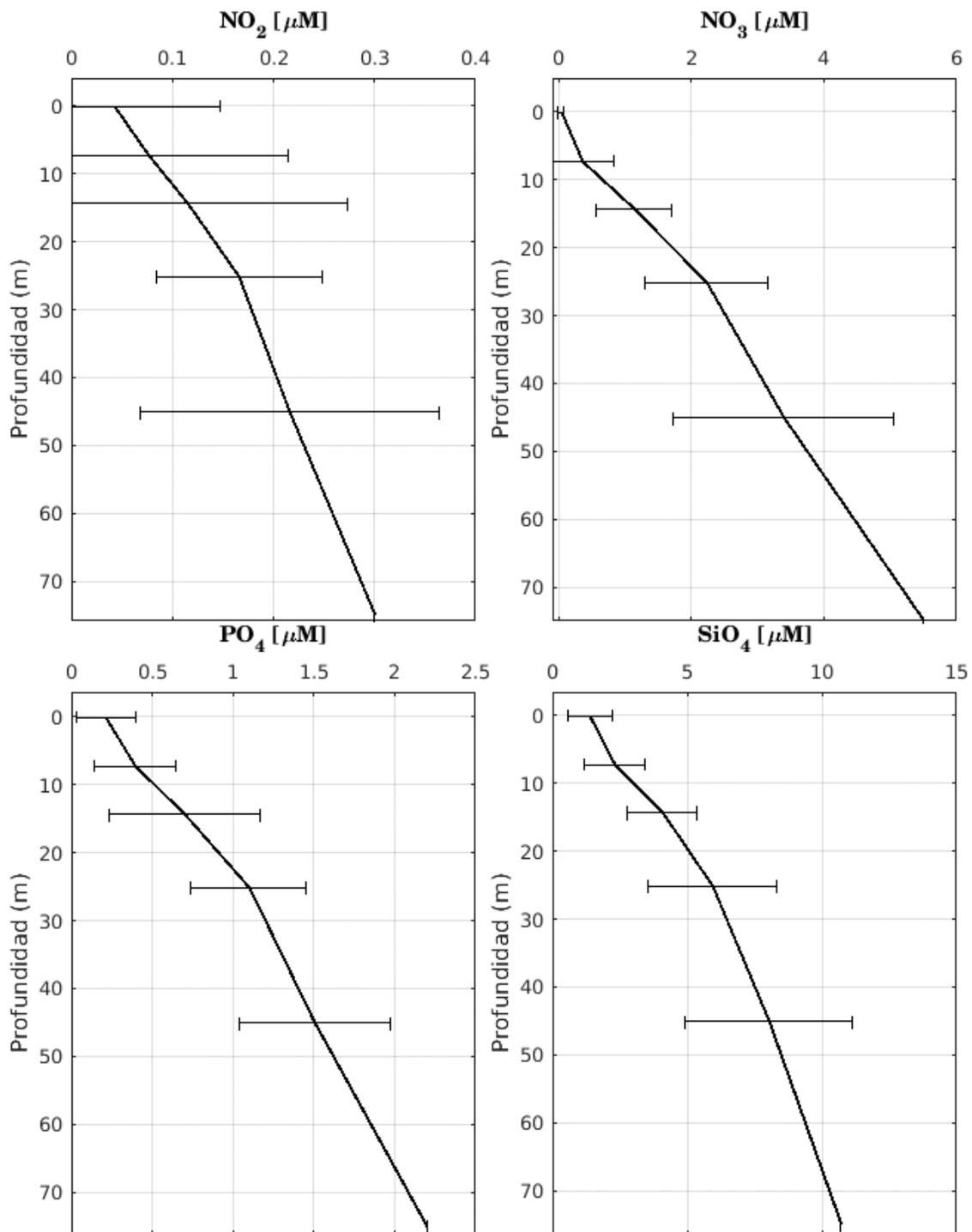


Figura Q3: Perfiles promedio de nutrientes inorgánicos disueltos para el transecto A. Las barras de desviación corresponden a las fluctuaciones que pudieran existir dentro del mismo transecto.

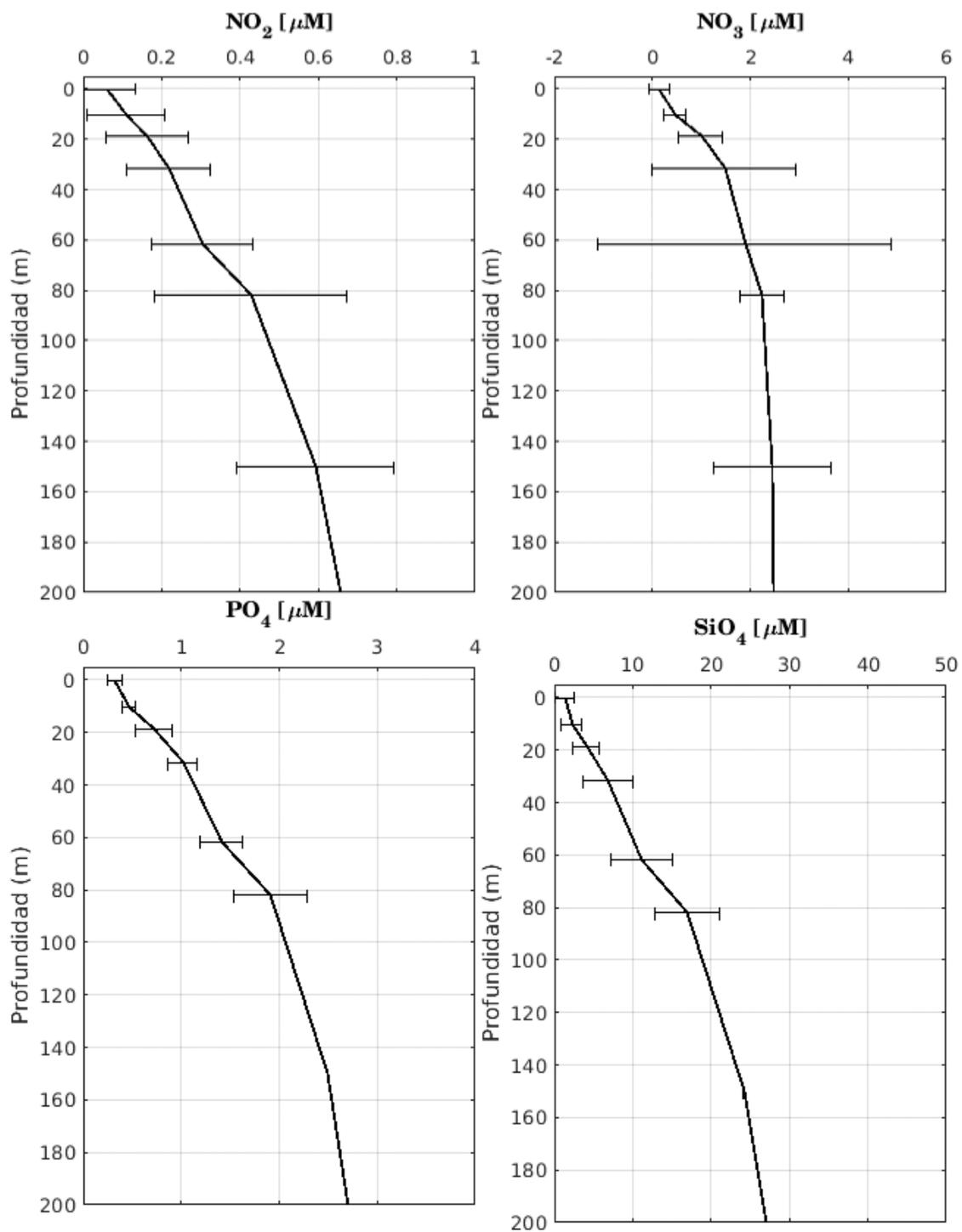


Figura Q4: Perfiles promedio de nutrientes inorgánicos disueltos para el transecto B. Las barras de desviación corresponden a las fluctuaciones que pudieran existir dentro del mismo transecto.

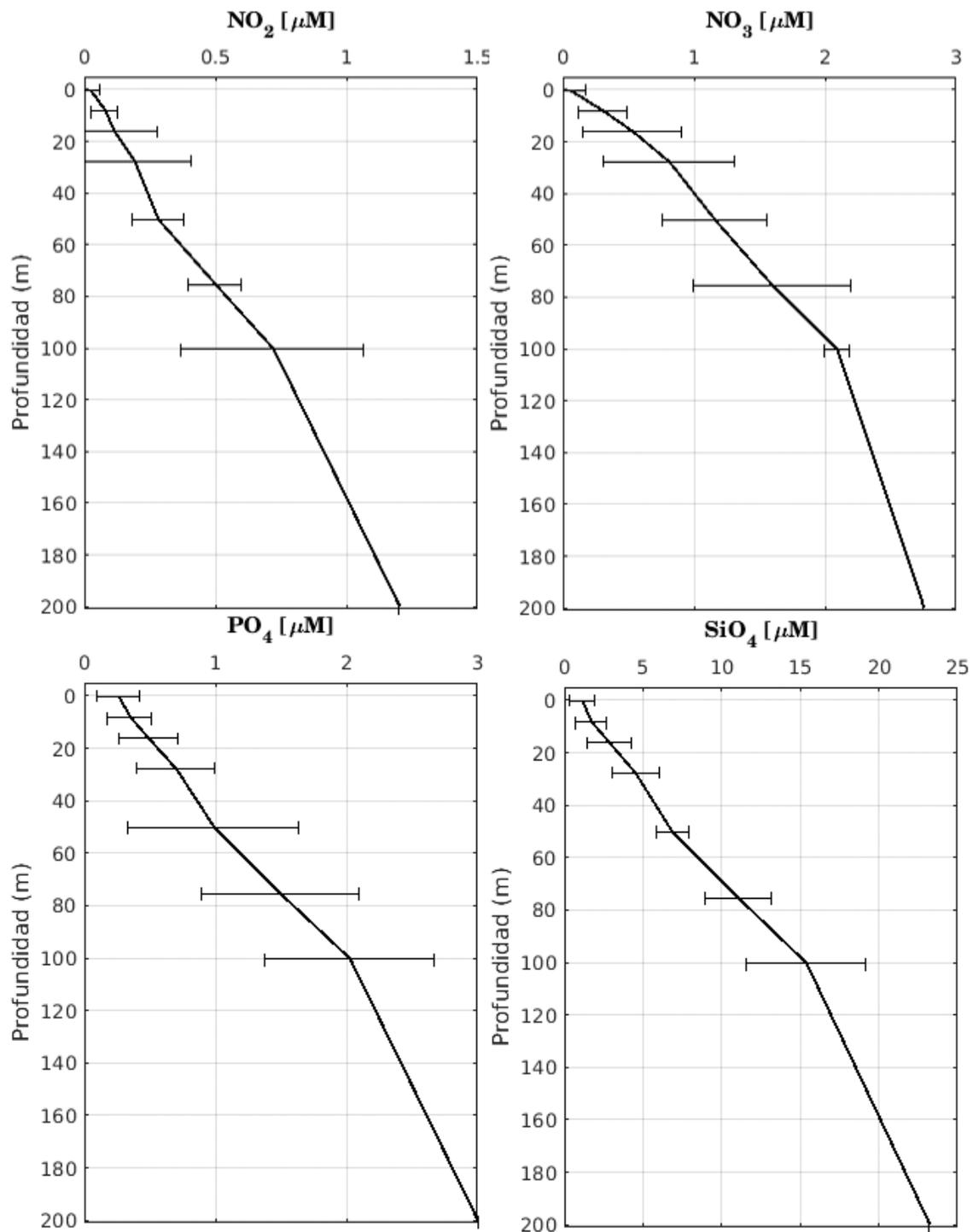


Figura Q5. Perfiles promedio de nutrientes inorgánicos disueltos para el transecto C. Las barras de desviación corresponden a las fluctuaciones que pudieran existir dentro del mismo transecto.

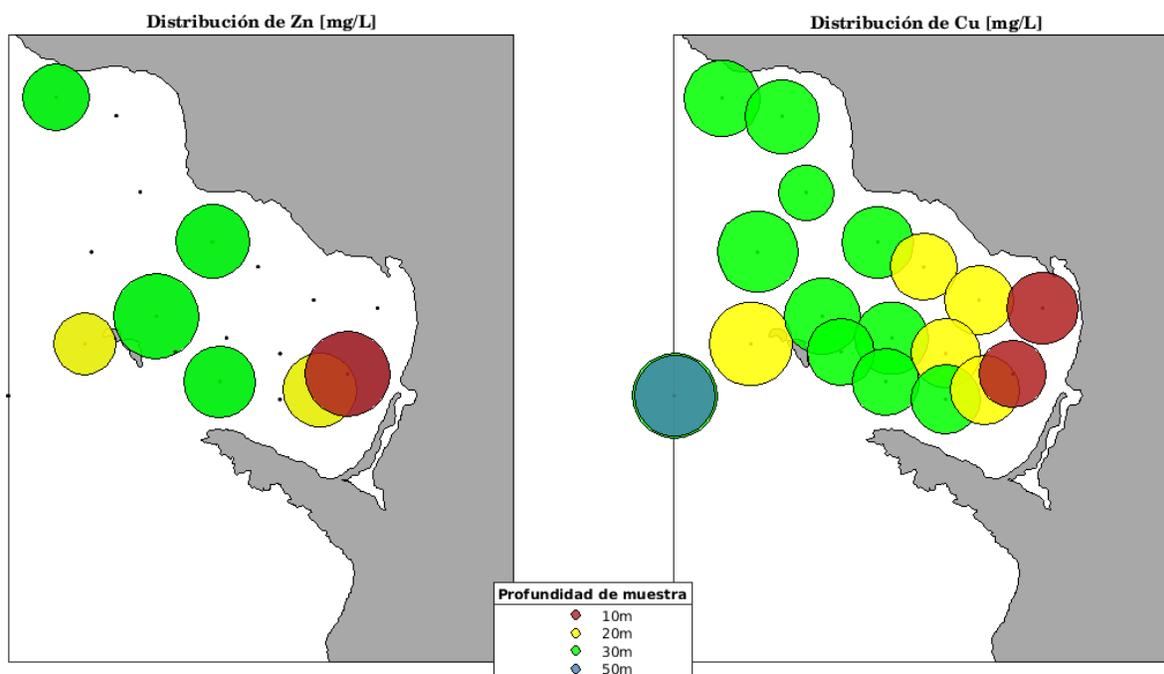


Figura Q6: Distribución espacial de las concentraciones de Zinc y Cobre en el área de muestreo. El radio de los círculos es linealmente proporcional a la concentración del respectivo metal. Los colores indican la profundidad a la que se tomó la muestra, tal y como se indica en la leyenda de la figura. En el caso del Zn, el círculo de radio mayor corresponde a la concentración de $2.02 \mu\text{gL}^{-1}$, mientras el círculo de radio más pequeño corresponde a $1.08 \mu\text{gL}^{-1}$. Para el caso del cobre, el círculo de radio mayor corresponde a la concentración de $1.44 \mu\text{gL}^{-1}$, mientras el de radio menor corresponde a $0.61 \mu\text{gL}^{-1}$.

Conclusión

Se determinaron rangos de variación de 6.93 a 25.00 °C en temperatura, 123 a 294 μM en oxígeno disuelto, 7.63 a 8.16 en pH y 2343 a 2694 en AT.

Los cuatro nutrientes inorgánicos presentaron mínimos de 0, mientras las concentraciones máximas observadas fueron, 7.8, 1.2, 3.2 y $32.6 \mu\text{M}$ en NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} y SiO_4^{4-} respectivamente.

Las mayores concentraciones de Zinc corresponden a las estaciones B4 y C5, con un valor de $2.02 \mu\text{gL}^{-1}$. Los valores máximos de Cu se encontraron en las estaciones externas de la bahía, y los máximos observados fueron de $1.44 \mu\text{gL}^{-1}$.

Referencias

Bustos-Serrano, H. (2017). Manual de Prácticas de Oceanografía Química (Bustos-Serrano H., Vol. 1), UABC- FCM-Press. Ensenada. 143 pp.

Anexo Q

Tabla QI. Posición de las estaciones hidrológicas y profundidades máximas.

Estación	Mes	Día	Año	Hora	Minuto	Latitud	Longitud	Prof. Ecosonda (m)
A1	9	20	17	09	30	31.9500	-116.8333	92
A2	9	20	17	10	55	31.9347	-116.8000	71
A3	9	20	17	12	47	31.9000	-116.7874	70
A4	9	20	17	14	45	31.8686	-116.7394	30
A5	9	20	17	15	50	31.8522	-116.7114	30
A6	9	20	17	16	35	31.8314	-116.6773	34
A7	9	20	17	17	18	31.8258	-116.6378	17.5
B1	9	21	17	10	00	31.7700	-116.8714	576
B2	9	21	17	12	20	31.8005	-116.8264	104
B3	9	21	17	14	00	31.8620	-116.8184	48
B4	9	21	17	14	40	31.8211	-116.7771	151
B5	9	21	17	16	5	31.8080	-116.7376	86
B6	9	21	17	17	10	31.7974	-116.6986	33
B7	9	21	17	18	00	31.7991	-116.6651	23
C1	9	22	17	10	59	31.7922	-116.7590	246
C2	9	22	17	12	50	31.7885	-116.7342	130
C3	9	22	17	14	15	31.7667	-116.7003	53
C4	9	22	17	15	28	31.7750	-116.6733	30
C5	9	22	17	16	07	31.7842	-116.6564	20.6

Tabla QII. Concentraciones de metales para cada estación a cada profundidad medida.

Estación	Profundidad (m)	Cobre ($\mu\text{g/L}$)	Zinc ($\mu\text{g/L}$)
A1	30	1.16	1.27
A2	30	1.13	0
A3	30	0.61	0
A4	30	1.06	1.55
A5	20	0.91	0
A6	20	0.96	0
A7	10	1.06	0
B1	30	1.44	0
B2	20	1.41	1.08
B3	30	1.36	0
B4	30	1.18	2.02
B5	30	1.08	0
B6	20	0.96	0
B7	20	0	0
C1	30	0.93	0
C2	30	0.91	1.46
C3	30	0.98	0
C4	20	0.98	1.55
C5	10	0.91	2.02

Tabla QIII. Variables analizadas por estación del transecto A.

Estación	Z (m)	Temp. (°C)	Sal. medida	Sal. CTD	OD (µM)	pH (25 °C)	AT (µM)	NO ₃ ⁻ (µM)	NO ₂ ⁻ (µM)	PO ₄ ³⁻ (µM)	SiO ₄ ⁴⁻ (µM)
A1	0	21.000	-	-	226	7.99	2326	0.0	0.0	0.7	2.4
A1	10	17.388	-	33.323	240	7.95	2285	1.5	0.1	0.4	1.6
A1	20	13.718	-	33.315	212	7.89	2305	1.7	0.0	0.6	2.2
A1	30	12.954	33.4378	33.356	184	7.81	2305	2.5	0.2	1.1	10.3
A1	50	12.177	-	33.454	168	7.76	2299	4.8	0.1	1.7	10.7
A1	75	-	33.509	-	189	7.77	2315	5.5	0.3	2.2	9.9
A2	0	19.500	-	-	230	8.01	2315	0.4	0.0	0.5	2.1
A2	10	17.694	-	33.350	244	7.96	2334	0.2	0.0	0.7	1.6
A2	20	14.081	-	33.371	208	7.86	2361	0.1	0.2	0.9	1.5
A2	30	13.281	-	33.341	186	7.84	2313	1.2	0.4	1.1	4.5
A2	50	12.213	-	33.417	-	7.77	2341	1.3	0.1	1.2	11.6
A3	0	21.000	-	-	261	8.04	2440	0.1	0.0	0.2	4.2
A3	10	18.444	-	33.338	284	8.05	2411	0.0	0.0	0.1	3.0
A3	20	13.778	-	33.367	216	7.86	2420	0.6	0.1	0.6	5.4
A3	30	13.057	33.581	33.375	233	7.86	2388	1.6	0.1	0.7	4.9
A3	50	11.738	33.577	33.481	234	7.83	2374	1.7	0.1	0.7	4.9
A4	0	21.000	-	-	277	8.02	2450	0.0	0.0	0.0	1.4
A4	5	19.687	-	33.360	240	8.04	2420	0.0	0.0	0.0	1.5
A4	10	16.868	-	33.293	294	8.03	2444	0.0	0.0	0.0	2.2
A4	20	14.087	-	33.363	269	7.99	2400	0.0	0.0	0.3	2.7
A4	30	-	33.616	-	239	7.88	2435	0.4	0.0	0.5	4.3
A5	0	22.000	-	-	256	8.04	2400	0.0	0.0	0.1	1.7
A5	5	20.283	-	33.385	260	8.05	2418	0.1	0.0	0.0	1.8
A5	10	18.197	-	33.357	283	8.01	2422	0.0	0.0	0.0	1.4
A5	20	13.838	33.521	33.360	233	7.88	2461	0.0	0.0	0.3	3.6
A6	0	22.000	-	-	238	8.05	2454	0.1	0.0	0.4	0.0
A6	5	21.476	-	33.447	231	8.07	2465	0.0	0.1	0.3	0.1
A6	10	19.736	-	33.344	240	8.03	2418	0.1	0.1	0.5	0.2
A6	20	-	33.639	-	143	7.77	2446	0.1	0.2	1.1	3.2
A7	0	23.000	-	-	241	8.05	2383	0.1	0.4	0.2	2.3
A7	5	20.966	-	33.425	263	8.04	2479	0.1	0.5	0.3	0.9
A7	10	18.731	33.632	33.387	272	7.99	2440	0.1	0.3	1.5	2.5

Tabla QIV. Variables analizadas por estación del transecto B.

Estación	Z (m)	Temp. (°C)	Sal. medida	Sal. CTD	OD (µM)	pH (25 °C)	AT (µM)	NO ₃ ⁻ (µM)	NO ₂ ⁻ (µM)	PO ₄ ³⁻ (µM)	SiO ₄ ⁴⁻ (µM)
B1	0	20.000	-	33.512	247	7.97	2431	0.2	0.2	0.5	5.0
B1	20	15.331	-	33.333	259	7.95	2413	0.5	0.3	0.4	5.8
B1	30	14.243	33.514	33.329	230	7.98	2343	-	-	-	-
B1	50	12.195	-	33.394	242	7.88	2397	1.0	0.3	0.9	8.9
B1	75	11.209	-	33.598	218	7.86	2368	1.1	0.4	1.2	9.4
B1	100	10.734	-	33.725	184	7.73	2360	1.4	0.4	1.8	19.2
B1	200	9.841	-	34.177	151	7.68	2380	1.9	0.5	2.3	23.3
B1	300	8.816	-	34.293	128	7.63	2368	2.3	0.2	3.2	32.6
B1	450	6.936	33.511	34.302	213	7.87	2382	1.3	0.9	0.6	3.9
B2	0	22.000	-	-	261	8.02	2380	0.1	0.0	0.5	1.4
B2	10	19.933	-	33.373	262	8.02	2397	0.1	0.0	0.4	1.5
B2	20	15.201	-	33.322	246	7.89	2358	4.5	0.4	1.0	2.2
B2	40	12.733	33.382	33.364	200	7.81	2373	1.5	0.0	1.4	9.3
B2	70	11.722	31.562	33.462	181	7.74	2353	7.8	0.0	1.1	13.2
B3	0	23.000	-	-	253	8.03	2507	0.5	0.2	0.4	1.4
B3	10	18.062	-	33.347	255	7.99	2399	0.3	0.1	0.5	1.8
B3	20	15.894	-	33.296	261	8.01	2380	0.2	0.1	0.4	1.4
B3	30	13.717	33.577	33.372	223	7.88	2343	1.1	0.1	0.7	3.4
B4	0	20.000	-	-	247	8.10	2486	-	-	0.3	2.5
B4	10	17.339	-	33.358	241	8.10	2492	-	-	0.4	4.2
B4	20	15.979	-	33.348	267	8.08	2446	-	-	0.4	2.3
B4	30	13.638	33.573	33.354	244	7.89	2415	-	-	-	-
B4	50	12.443	-	33.410	211	7.90	2413	4.3	0.1	1.0	6.0
B4	75	11.598	-	33.489	209	7.79	2560	2.3	0.1	1.6	7.8
B4	100	11.203	33.757	33.569	186	7.73	2475	1.2	0.0	2.2	12.4
B5	0	19.000	-	-	253	8.10	2507	0.0	0.2	0.3	1.0
B5	10	18.534	-	33.338	259	8.11	2503	0.0	0.1	0.4	1.4
B5	20	15.041	-	33.347	270	8.10	2480	0.0	0.1	0.5	1.1
B5	30	13.536	-	33.373	237	7.96	2465	0.0	0.2	1.0	0.7
B5	50	12.823	-	33.396	226	7.91	2499	0.3	0.7	0.8	2.2
B5	70	-	-	-	199	7.81	2467	2.4	0.2	1.3	9.2
B6	0	20.000	-	-	249	8.10	2394	0.8	0.0	0.4	0.9
B6	5	20.842	-	33.438	241	8.04	2365	0.6	0.1	0.3	0.7
B6	10	20.629	-	33.429	237	8.07	2363	0.6	0.1	0.2	1.1
B6	20	15.262	33.487	33.352	237	8.00	2471	-	-	-	-

B7	0	25.000	-	-	202	8.14	2394	0.0	0.0	0.7	0.3
B7	5	21.083	-	33.443	255	8.15	2433	0.4	0.3	0.5	1.5
B7	10	20.823	-	33.483	263	8.14	2694	0.5	0.3	0.4	1.3
B7	20	-	33.491	-	260	8.01	2380	0.2	0.3	0.5	1.1

Tabla QV. Variables analizadas por estación del transecto C.

Estación	Z (m)	Temp. (°C)	Sal. medida	Sal. CTD	OD (µM)	pH (25 °C)	AT (µM)	NO ₃ ⁻ (µM)	NO ₂ ⁻ (µM)	PO ₄ ³⁻ (µM)	SiO ₄ ⁴⁻ (µM)
C1	0	19.000	-	-	250	8.11	2484	0.2	0.0	0.5	1.3
C1	10	18.303	-	33.363	253	8.11	2499	0.1	0.0	0.5	1.2
C1	20	14.181	-	33.353	223	7.99	2503	-	0.2	0.7	4.1
C1	30	13.178	33.542	33.354	237	7.96	2499	0.4	0.2	0.8	3.3
C1	50	12.292	-	33.427	215	7.90	2490	1.0	0.2	1.5	5.6
C1	75	11.511	-	33.499	204	7.87	2480	1.2	0.2	1.6	9.0
C1	100	11.045	-	33.615	195	7.80	2507	1.7	0.7	1.9	13.5
C1	200	10.025	34.309	34.114	123	7.69	2526	2.4	1.2	3.0	23.2
C2	0	18.000	-	-	260	8.10	2433	0.4	0.0	0.2	0.5
C2	10	18.398	-	33.367	267	8.03	2453	0.5	0.0	0.0	0.7
C2	20	14.550	-	33.319	276	8.00	2455	0.0	0.0	0.0	1.0
C2	30	13.993	-	33.325	255	7.97	2446	0.2	0.0	0.0	5.9
C2	50	12.913	-	33.357	235	7.90	2453	0.2	0.0	0.4	3.5
C2	75	11.888	-	33.455	213	7.82	2444	2.2	0.0	0.6	4.8
C2	100	-	33.517	-	273	8.03	2457	0.1	0.0	0.0	0.7
C3	0	20.893	-	33.522	169	8.12	2495	1.2	0.2	0.3	2.7
C3	10	19.747	-	33.351	179	8.11	2512	0.6	0.1	0.3	2.0
C3	20	17.993	-	33.336	184	8.07	2497	0.0	0.2	0.4	4.3
C3	30	14.949	33.522	33.390	135	7.90	2487	1.3	0.0	0.6	2.7
C4	0	20.985	-	33.514	175	8.15	2468	0.3	0.1	0.3	2.3
C4	5	20.737	-	33.452	180	8.16	2466	0.3	0.1	0.2	1.9
C4	10	17.924	-	33.370	195	8.09	2468	1.5	0.6	0.5	3.3
C4	20	14.496	33.514	33.336	164	7.98	2485	0.3	0.1	0.5	4.7
C5	0	20.000	-	-	177	8.14	2504	0.2	0.0	0.4	0.0
C5	5	20.872	-	33.444	177	8.14	2472	0.1	0.0	0.4	0.0
C5	10	19.975	33.655	33.418	189	8.11	2447	0.1	0.5	0.3	0.0

OCEANOGRAFÍA BIOLÓGICA

Distribución y estructura de las comunidades planctónicas de la Bahía Todos Santos, durante el crucero 2017-2.

Responsable: Dra. Mary Carmen Ruiz de la Torre.

Autores: Ruiz-de la Torre, Mary Carmen, Díaz-García, Mariana Alejandra, Romero-González Citlalli

Resumen

Se realizó un muestreo en la Bahía de Todos Santos, Ensenada, Baja California, México, en el Crucero Oceanográfico 2017-2 realizado por la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California con la colaboración de la Secretaría de Marina durante tres días los cuales se presentaron el 20, 21 y 22 de septiembre del 2017 a bordo del Buque de la Armada de México " Farías". Con el objetivo de decretar el reparto de los organismos con mayor abundancia correspondiente al mesoplacton y al macroplacton en la Bahía de Todos Santos. Las muestras de zooplancton se obtuvieron a través de redes de arrastre a una velocidad promedio de 3 nudos durante un tiempo de 2 minutos aproximadamente. Se observó que los organismos más abundantes fueron copépodos. Se encontró que las estaciones con mayor concentración de organismos fueron en A3 y B6, cerca de la costa. Debido a las condiciones favorables que se presentaron de los distintos factores físicos (temperatura) y biológicos (abundancia de alimento) habrá mayor producción de zooplancton.

Palabras claves:

Abundancia, Distribución, Zooplancton, Temperatura, Fitoplancton.

Introducción

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos, en su mayoría fotosintéticos que viven suspendidos en la columna de agua por lo que se encuentran a merced de las corrientes que existen en el agua. Esta comunidad tiene una gran importancia ya que son la base de las redes tróficas en el océano además de servir como bioindicadores de la calidad del agua. El fitoplancton se subdivide a su vez de acuerdo a su tamaño en: picoplancton (0.2-2 μm), nanoplacton (2-20 μm), microplancton (20-200 μm) y el mesoplancton (200-2000 μm). Los principales representantes de este grupo son las diatomeas, los dinoflagelados, las cianobacterias, los coccolitorfóridos y los silicoflagelados por mencionar algunos ejemplos, podemos encontrarlos en forma solitaria, en agregados, formando colonias, cadenas o filamentos. Su diversidad y abundancia se ven relacionadas directamente con las condiciones del agua donde habitan, esta es una de las razones por la que se usan como bioindicadores. Son muchos los factores que influyen en la diversidad y abundancia del fitoplancton, las condiciones bióticas como la presencia de pastoreadores y abióticas como la temperatura, los nutrientes y los niveles de oxígeno suelen ser las más influyentes (Oliva-Martínez *et al.*, 2014; Mora, 2015).

El zooplancton constituye un eslabón de gran importancia en la cadena trófica, ya que este grupo es la conexión existente entre los productores primarios y los herbívoros de gran tamaño, además de esto los herbívoros ejercen presión sobre el fitoplancton. Dentro de este grupo es posible encontrar todo tipo de consumidores, desde herbívoros hasta carnívoros que se alimentan de otro zooplancton. Dentro de este grupo de organismos podemos encontrar flagelados, ciliados, foraminíferos, radiolarios, copépodos, anfípodos, salpas, tunicados, larvaceos, pterópodos, chaetognatos y ctenóforos (Castro y Huber, 2007).

Objetivo general

- Determinar la relación de condiciones bióticas y abióticas con la estructura y composición de las comunidades de plancton de la bahía Todos Santos.

Objetivos específicos

- Evaluar la composición de la comunidad de zooplancton y fitoplancton de la Bahía de Todos Santos durante la campaña oceanográfica del 21 al 23 de septiembre de 2017.

- Documentar las variables abióticas como temperatura superficial, y el PAR en la Bahía Todos Santos durante la campaña oceanográfica del 21 al 23 de septiembre de 2017.

Área de estudio

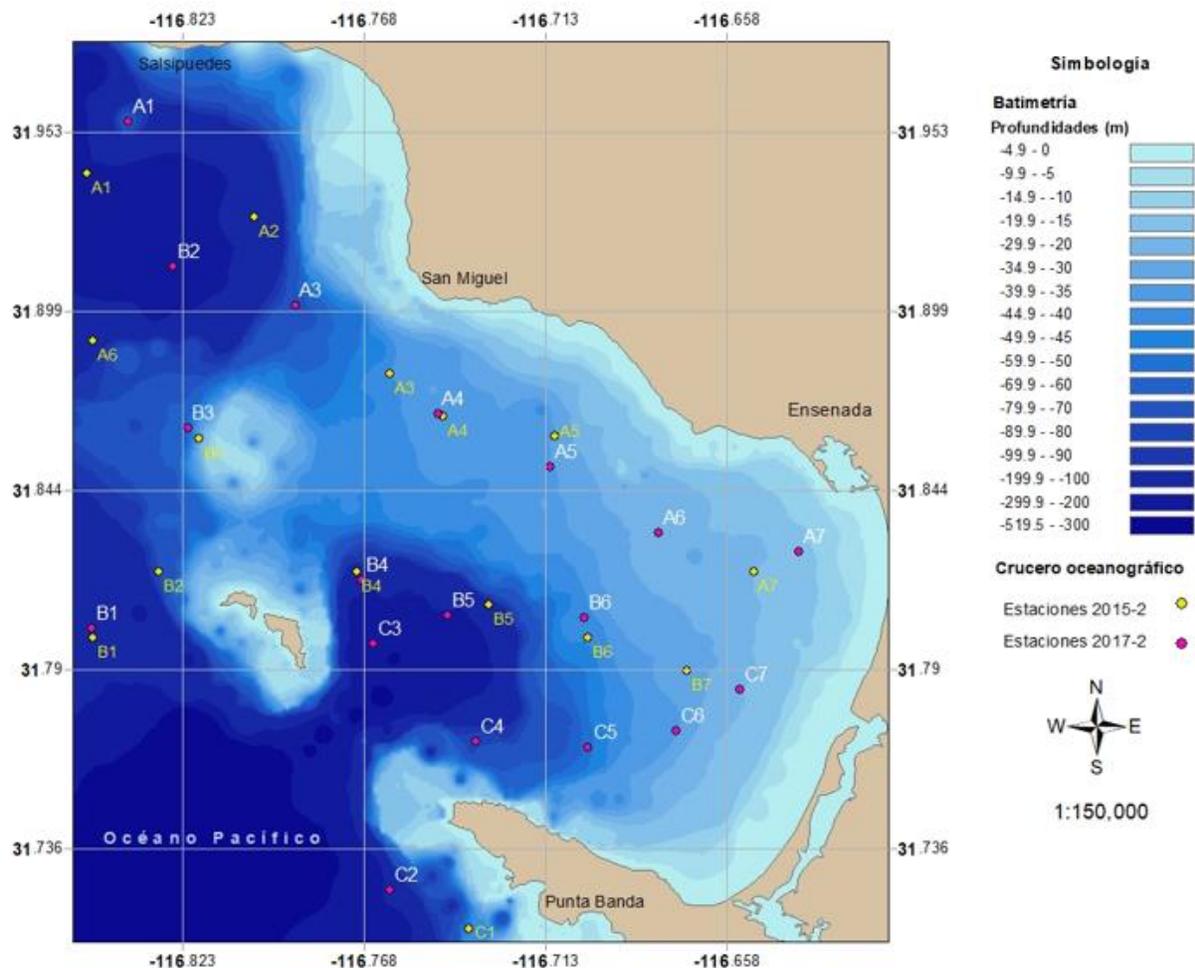


Figura B1. Estaciones de muestreo dentro de Bahía de Todos Santos Ensenada Baja California, México, durante las campañas oceanográficas de los periodos 2015-2 y 2017-2.

Metodología

Trabajo de campo

Se realizó una campaña de muestreo en un crucero oceanográfico de 3 días en el buque Farías de la Secretaría de Marina en la Bahía Todos Santos. Se realizaron un total de 3 transectos (A, B, y C), uno por día con siete estaciones cada uno, en cada estación se llenó una bitácora con los datos del muestreo.

La colecta de muestras para mediciones de la abundancia del fitoplancton (organismos/L) consto de tirar una red de fitoplancton de 30 cm de diámetro con una abertura de 20 μ m, la cual tenía un copo

integrado, con la cual se realizó un arrastre vertical de 10 metros durante un tiempo aproximado de 1 minuto. La red fue recuperada en el menor tiempo posible, una vez dentro del barco la muestra fue recuperada desde el copo pasando por un tamiz, para eliminar el zooplancton, a un frasco debidamente etiquetado con los datos del punto de muestreo, al cual se le agregaron 10 gotas de lugol ácido en un volumen aproximado de 250 ml para fijar la muestra colectada.

En lo que respecta a las muestras para medir la clorofila en el agua se tomaron submuestras de las botellas para colecta de agua de 10 litros Niskin y Van Dorn. Dichas botellas fueron lanzadas desde la embarcación con ayuda de un cabrestante, y aseguradas a un cable hidrográfico de poco más de 450 m de longitud en carrete. Una vez que las botellas se encontraban dentro del barco, se recuperó una fracción de agua de un volumen conocido de aproximadamente 1 litro, esta fracción se filtró a través de un papel filtro del tipo GF/F de fibra de vidrio con 40 mm de diámetro, este filtro fue recuperado y guardado en papel aluminio debidamente etiquetado.

Las muestras de zooplancton (org/m^3) se tomaron con ayuda de una red de zooplancton de 30 centímetros de diámetro con una luz de malla de 300 μm la cual fue lanzada desde la embarcación para realizar un arrastre horizontal a una velocidad constante de 3 nudos durante un tiempo conocido de aproximadamente 2 minutos, la recuperación de la red al finalizar el arrastre se realizó de forma rápida para minimizar los errores. Cuando la red se encontraba dentro de la embarcación, se recuperó la muestra desde el copo hasta un frasco etiquetado al cual se le agregó formol al 10% para fijar la muestra.

Las mediciones de la profundidad a la cual llega el 1% de luz se realizaron de dos formas distintas. La primera de ella corresponde a la utilización del disco de Secchi, el cual fue lanzado desde la embarcación y bajado lentamente sin perderlo de vista, cuando el disco dejó de ser visible se subió de nuevo un poco hasta volver a observarlo por completo, desde este punto se subió el disco de Secchi contando los metros de cuerda que habían bajado y que correspondían a la profundidad. La segunda forma fue utilizando un sensor de irradiancia de 4π ubicado dentro de un CTD RBR maestro 6Hz. El CTD fue bajado a una profundidad conocida y recuperado con ayuda del cabrestante, este instrumentó registra la irradiancia existente en la columna de agua.

Las variables físicas fueron medidas con un CTD RBR maestro 6Hz, el cual tiene un sensor de fluorescencia (Turner) y un sensor de luz (PAR) y nos permite realizar mediciones de temperatura y un aproximado a la clorofila, este instrumento fue bajado a una profundidad conocida y recuperado con ayuda del cabrestante.

Los datos meteorológicos y las coordenadas geográficas se midieron con los sensores que contaba el buque.

Trabajo de laboratorio

Las muestras tratadas en el laboratorio fueron las de fitoplancton y de zooplancton, el resto de los datos procedió directamente tras su recuperación al gabinete.

Para realizar el análisis de la muestras de fitoplancton se realizaron conteos de aproximadamente 400 organismos por muestra, para esto cada una de las muestras fue observada bajo un microscopio de luz compuesto marca Zeiss modelo Axiostar, por gotas individuales colocadas sobre un portaobjetos limpio con un cubreobjetos encima. Los organismos fueron contados e identificados utilizando una guía de organismos de la bahía.

Con las muestras de zooplancton se realizaron dos procedimientos para cada una de las muestras, el primero para conocer la estructura de la comunidad y el otro para conocer la biomasa. En el primero de ellos las muestras primeramente se cuartearon usando un Folsom, fraccionando y recuperando una de las fracciones para devolver la otra al frasco original, las divisiones realizadas varían en cada una de las muestras ya que se efectuaron hasta que la fracción resultante se considere que contenga entre 400-1000 organismos. Una vez teniendo la fracción se realizó un conteo e identificación de todos los organismos presentes en la fracción recuperada utilizando un microscopio estereoscópico marca Zeiss modelo Stemi DV4. El segundo procedimiento involucra la medición de la biomasa por el método de volumen desplazado, para esto se toda la muestra de zooplancton se pasó por un tamiz para concentrar todos los organismos, estos se recuperaron posteriormente dentro de una probeta cuidando el volumen de agua utilizado, fue necesario esperar un tiempo aproximado de 24 horas para que los organismos sedimentaran, una vez transcurrido el tiempo se midió el volumen de agua sin los organismos, la diferencia de volumen es el volumen desplazado.

Análisis de datos

Para el análisis de los datos se utilizaron una serie de softwares dependiendo de los datos tratados y el resultado final.

Para el caso de los cálculos de abundancia del fitoplancton y zooplancton se utilizó el programa Microsoft Excel 2010. Los cálculos del fitoplancton únicamente involucraron el número total de organismos por estación y por muestreo, aplicando fórmulas para calcular porcentaje de cada una de las especies, es decir:

$$\text{Porcentaje} = \frac{(\text{Número de organismos por especie} * 100)}{\text{Número de organismos total en el muestreo}}$$

En cuanto a la abundancia del zooplancton fue necesario realizar previamente una serie de cálculos empezando por el volumen de agua que paso por la red para esto se aplicó la fórmula:

$$\text{Volumen filtrado} = (\text{Pi}) * (\text{r}^2)(\text{L})$$

Donde L es un parámetro que cambia de acuerdo a la estación muestreada y se calcula con la siguiente fórmula:

$$L = \text{Velocidad} * \text{Tiempo de arrastre}$$

Posteriormente se calculó la abundancia de cada organismo en metros cúbicos con la fórmula:

$$\text{Abundancia} = \frac{\text{Individuos del conteo} * \text{Fracción}}{\text{Volumen filtrado}}$$

Para el caso de los mapas, se generó una matriz de datos con las variables fisicoquímicas, los datos geográficos y las abundancias de los organismos para después utilizar el programa Ocean Data View y graficar los datos de interés para este trabajo.

Resultados

De acuerdo al trabajo de Lara- Lara y Matus-Hernández (1997) en la Bahía Todos Santos (BTS) existen una serie de factores que influyen en la distribución y abundancia de los organismos fitoplanctónicos (Fig. B2), algunos de estos factores son condiciones abióticas como las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, la temperatura superficial y la profundidad de la zona fótica, pero otros son bióticos como algunos organismos del zooplancton que pueden actuar como pastoreadores de los organismos fotosintéticos. El pastoreo se considera como la fuente principal de energía a los niveles tróficos más altos, es por esto que la mayor cantidad de organismos del zooplancton suelen asociarse a lugares donde la abundancia de fitoplancton es alto, específicamente el mismo trabajo hace referencia a que en la zona de Bahía Todos Santos los copépodos constituyen uno de los grupos mayoritarios de zooplancton y de pastoreadores y representaron uno de los grupos más abundantes registrando del 68% al 98% en la zona al igual que en nuestros datos donde obtuvimos que estos organismos son los que tienen mayor presencia dentro de la bahía constituyendo cerca del 60% del total de la población de zooplancton (Fig. B3).

En la figura B4 se puede apreciar la clorofila presente en el agua del mar, de acuerdo al texto de Pizarro *et al.* (2005) esta variable mantiene una estrecha relación con la biomasa de fitoplancton ya que este pigmento está presente en los organismo fotosintéticos, es por esta razón que este trabajo considera la clorofila como una variable para estimar la biomasa del fitoplancton. En la figura B4 a es posible observar que la mayor concentración de clorofila se encuentra cerca a la costa contenida totalmente en el interior de la bahía, en la misma figura se observa que las temperaturas más altas se presentan también en la misma zona, a diferencia de los niveles de oxígeno disueltos que aumentan al salir de la bahía y la región PAR que presenta su máximo en la región cercanas a las entradas de la bahía.

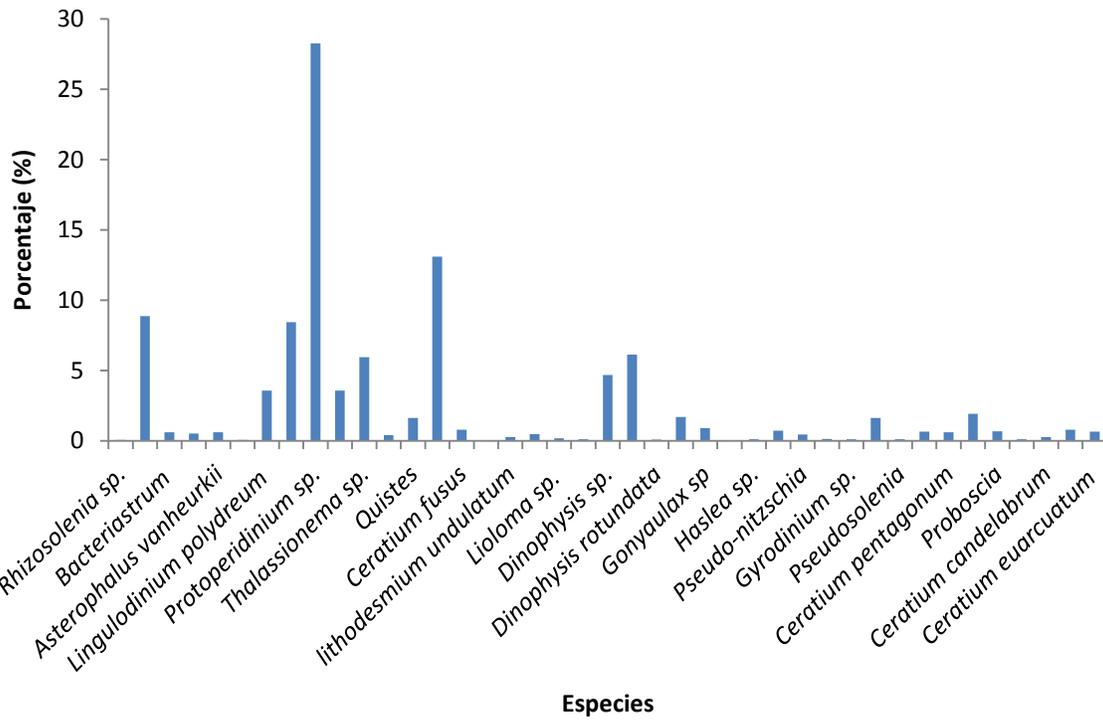


Figura B2. Organismos fitoplanctónicos identificados durante el mes de septiembre de 2017 en la Bahía Todos Santos.

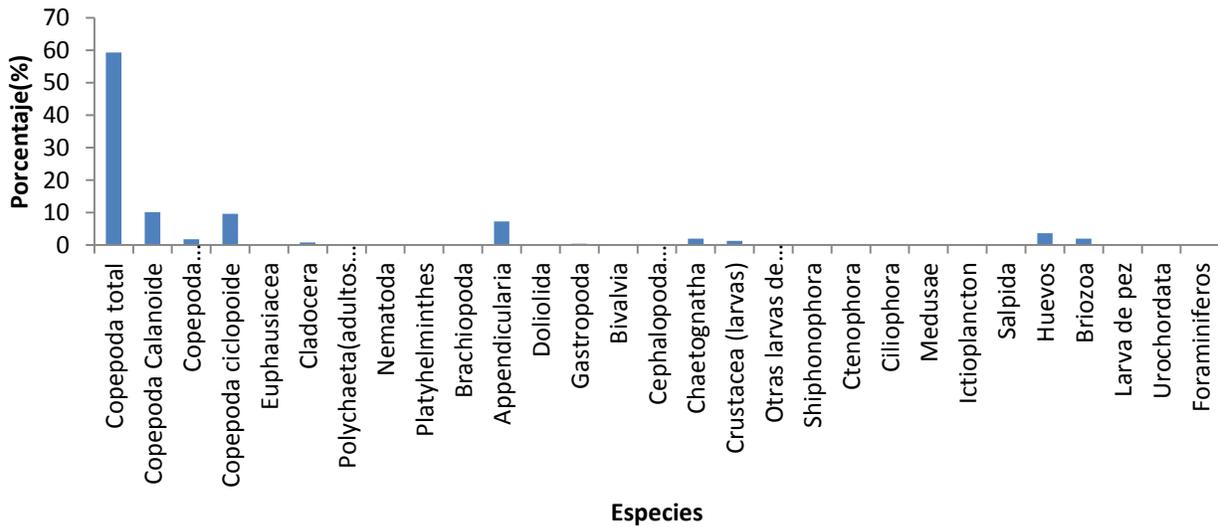


Figura B3. Abundancia de zooplancton en porcentaje identificados durante el mes de septiembre de 2017 en la Bahía Todos Santos.

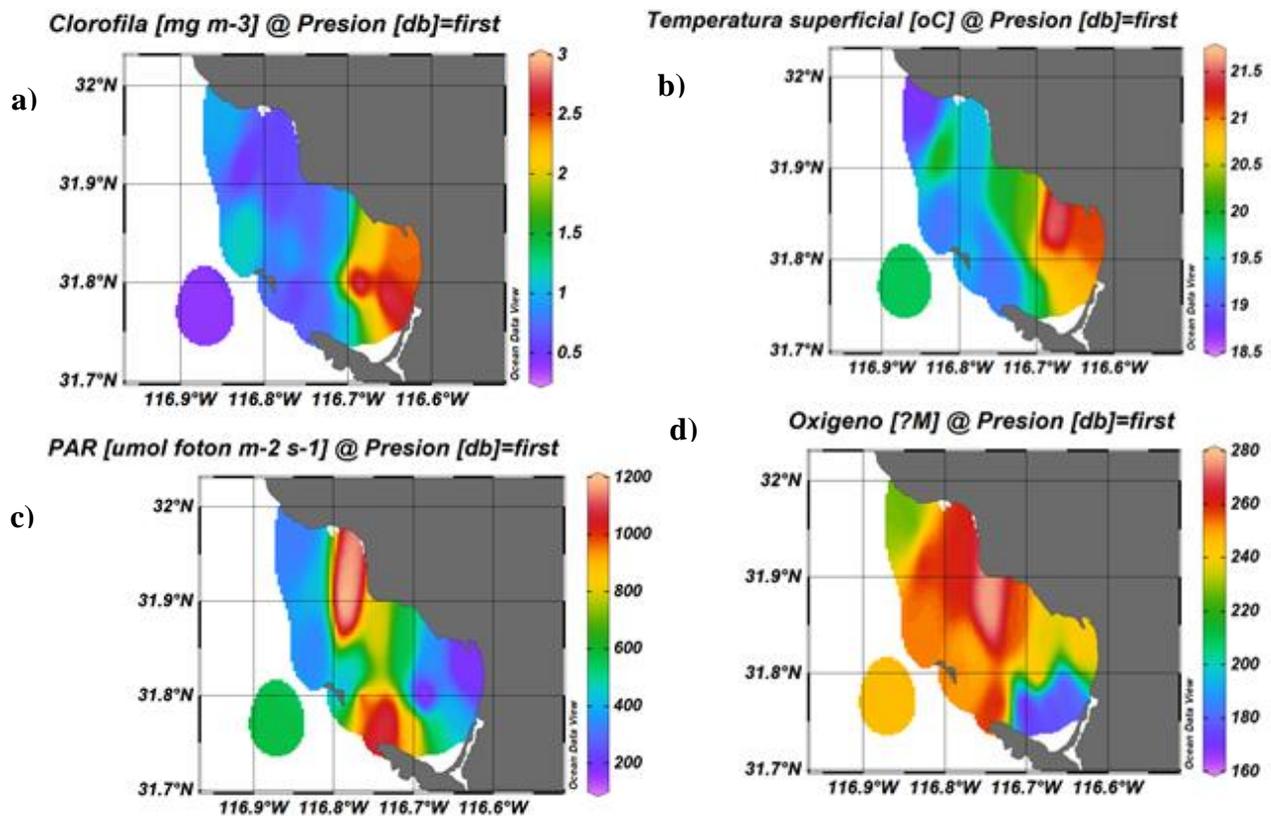


Figura B4. a) Distribución de las concentraciones de clorofila en la Bahía Todos Santos. b, c y d) Variables abióticas que puede limitar las condiciones de crecimiento del fitoplancton y el zooplancton durante la campaña oceanográfica del mes de septiembre de 2017.

En lo que respecta a la abundancia porcentual de fitoplancton podemos observar en la tabla BI que la especie dominante en la Bahía durante esta campaña oceanográfica fue el *Protoperdinium sp.*, representando cerca del 28% del total de los organismos identificados. Para cada una de las estaciones con las que se contaba con datos de conteo se calculó el índice de Shannon para el cual se obtuvieron valores de entre 1.2 hasta 2.5, estos valores muestran una gran variabilidad en cuanto a la diversidad pasando de diversidades muy bajas hasta normales, siendo la menos diversa la estación C7 y la más diversa la B7 (9 especies contra 15 especies).

Tabla BI. Datos por estación de fitoplancton

Estación	No. de especies	Especie más abundante	No. de individuos	% por estación	Índice de Shannon
A4	15	<i>Ceratium sp.</i>	149	31.04	1.968
A6	14	<i>Chaetoceros sp</i>	121	29.95	1.985
A7	16	<i>Thalassionema sp.</i>	267	27.22	2.275
B1	17	<i>Protoperidinium sp.</i>	410	47.45	1.961
B3	22	<i>Coscinodiscus sp</i>	271	27.02	2.253
B5	12	<i>Ceratium sp.</i>	135	31.69	1.942
B7	15	<i>Protoperidinium sp.</i>	67	17.58	2.525
C5	13	<i>Protoperidinium sp.</i>	183	63.49	2.047
C6	10	<i>Protoperidinium sp.</i>	193	36.75	1.314
C7	9	<i>Protoperidinium sp.</i>	236	57.56	1.283

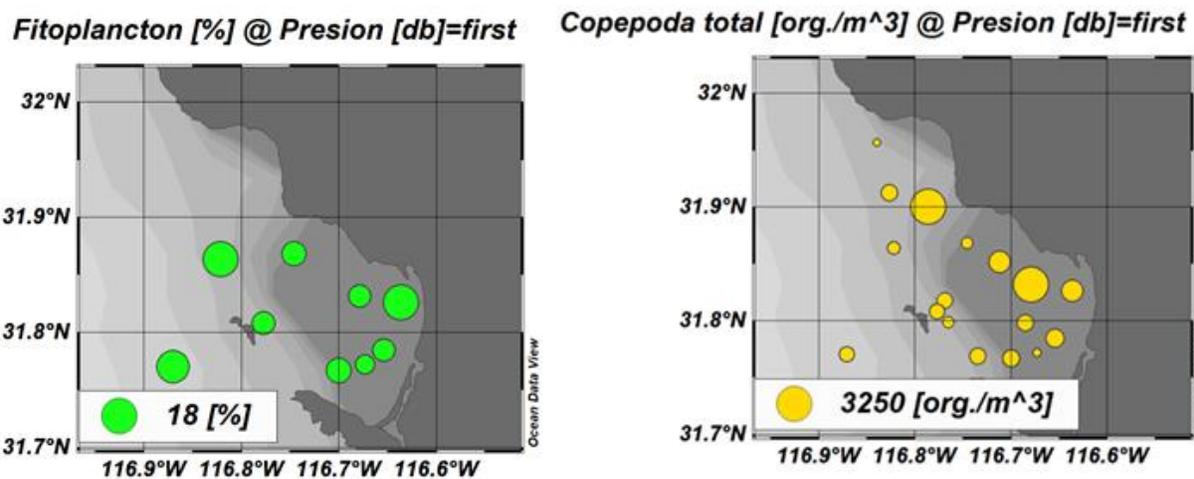


Figura B5: Abundancia en porcentaje de fitoplancton en algunas estaciones del muestreo así como la abundancia de los copépodos en la zona de la Bahía Todos Santos durante la campaña de muestreo.

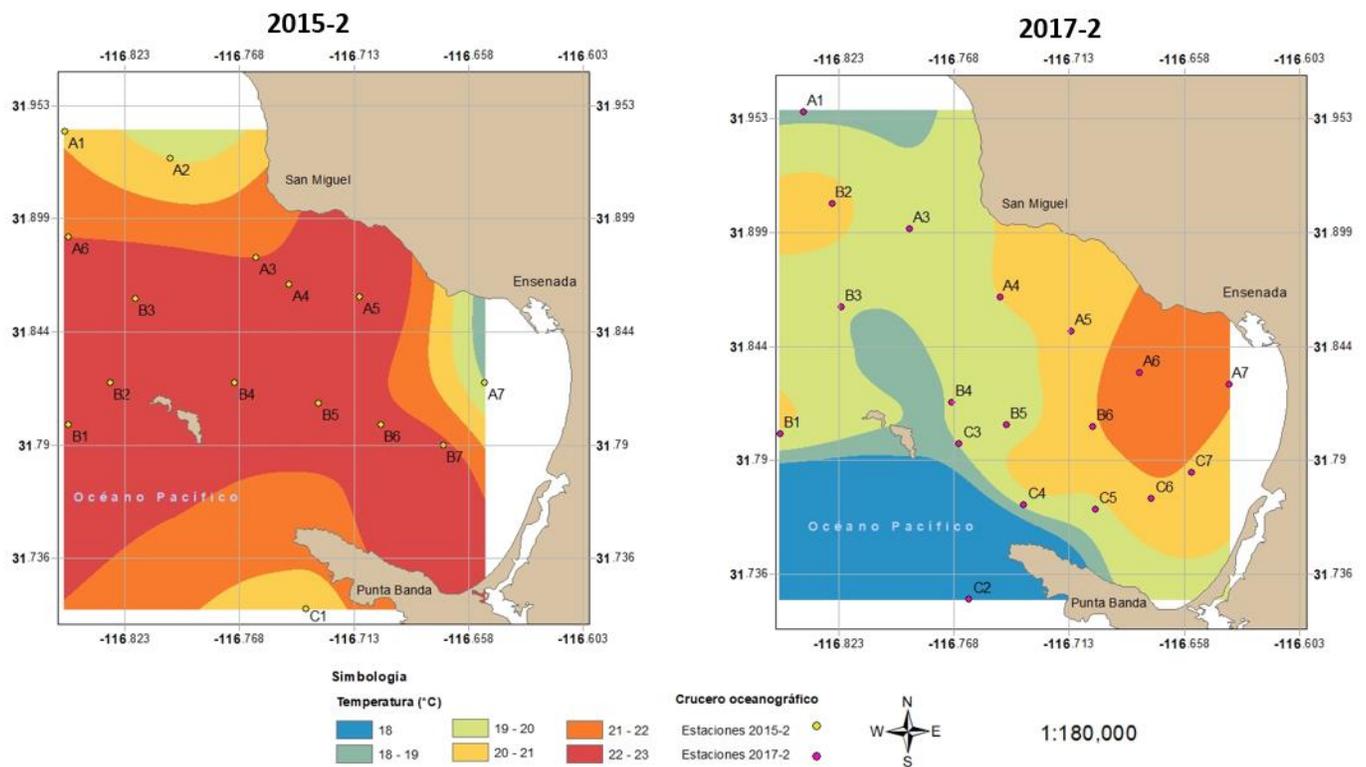


Figura B6. Comparación de variables abióticas entre 2017-2 y 2015-2

Los valores de la temperatura superficial y clorofila por estación representada espacialmente en la figura B2 y B3 están plasmados en la siguiente Tabla BII y BIII.

Tabla BII. Temperatura superficial y clorofila por estación para la campaña oceanográfica 2015-2.

Estación	Longitud	Latitud	T. Superficial (°C)	Clorofila (mg/m ³)
A1	-116.86	31.94	20.80	2.75
A2	-116.47	31.96	20.00	0.11
A3	-116.76	31.88	22.00	1.93
A4	-116.74	31.87	22.20	0.17
A5	-116.71	31.86	23.00	0.10
A6	-116.85	31.89	22.00	0.60
A7	-116.65	31.82	19.00	0.19
B1	-116.85	31.80	22.80	0.90
B2	-116.83	31.82	22.60	-
B3	-116.48	31.51	22.77	0.33
B4	-116.77	31.82	22.58	1.40
B5	-116.73	31.81	22.50	0.12
B6	-116.70	31.80	22.30	0.64
B7	-116.67	31.79	22.20	-
C1	-116.72	31.70	20.60	2.65

Tabla BIII. Temperatura superficial y clorofila por estación para la campaña oceanográfica 2017-2.

Estación	Longitud	Latitud	T. Superficial (°C)	Clorofila (mg/m ³)
A1	-116.84	31.96	18.71	1.01
A3	-116.79	31.90	19.41	0.60
A4	-116.75	31.87	20.00	0.68
A5	-116.71	31.85	20.28	0.88
A6	-116.68	31.83	21.56	2.03
A7	-116.64	31.83	21.13	2.42
B1	-116.85	31.80	19.86	0.40
B2	-116.83	31.91	20.20	0.41
B3	-116.82	31.86	19.09	1.21
B4	-116.77	31.82	19.06	1.07
B5	-116.74	31.52	19.61	0.75
B6	-116.68	31.62	20.88	2.83
C3	-116.77	31.80	19.04	0.48
C4	-116.73	31.77	19.16	0.72
C5	-116.70	31.77	19.76	1.00
C6	-116.67	31.77	20.74	1.99
C7	-116.65	31.78	20.89	2.74

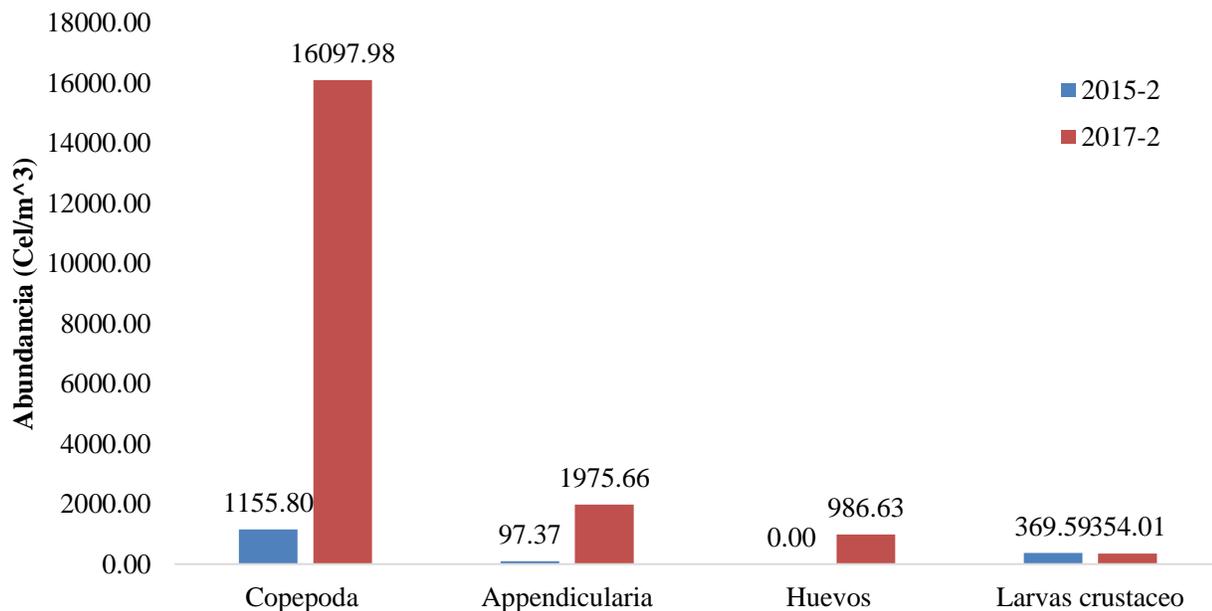


Figura B7. Histograma de frecuencias de los tres grupos funcionales de zooplancton más abundantes encontrados en las muestras colectadas durante la campaña oceanográfica 2015-2 y 2017-2 dentro de la Bahía de Todos Santos.

En la figura B7 se representa la abundancia en células/m³ de los 3 grupos funcionales más representativos de las campañas oceanográficas 2015-2 y 2017-2 en las cuales coinciden el grupo Copépoda y Appendicularia. El tercer grupo más representativo en el caso de 2015-2 fueron las larvas de crustáceo y para 2017-2 los huevos. Se puede observar una mayor abundancia de la mayoría de los grupos funcionales para el periodo 2017-2 excepto por una ligera diferencia en las larvas de crustáceo registradas. Los valores por estación están representados en la tabla BIV y BV.

Tabla BIV. Tres grupos funcionales de zooplancton más abundantes encontrados en las muestras colectadas durante la campaña oceanográfica 2015-2 por estación.

Estación	Longitud	Latitud	Copépoda (cel/m ³)	Appendicularia (cel/m ³)	Larvas de crustaceo (cel/m ³)
A1	-116.86	31.94	34.85	1.71	12.18
A2	-116.47	31.96	34.49	2.19	44.60
A3	-116.76	31.88	131.61	1.46	19.00
A4	-116.74	31.87	38.26	0.98	3.12
A5	-116.71	31.86	42.16	3.78	9.47
A6	-116.85	31.89	88.96	24.36	4.14
A7	-116.65	31.82	121.87	7.31	0.48
B1	-116.85	31.80	6.95	0.30	0.18
B2	-116.83	31.82	21.39	2.68	6.15
B3	-116.48	31.51	73.12	1.22	26.32
B4	-116.77	31.82	55.69	8.04	10.25
B5	-116.73	31.81	86.76	1.22	4.38
B6	-116.70	31.80	61.96	0.55	80.29
B7	-116.67	31.79	170.07	31.34	45.71
C1	-116.72	31.70	187.66	10.24	103.33

Tabla BV. Tres grupos funcionales de zooplancton más abundantes encontrados en las muestras colectadas durante la campaña oceanográfica 2017-2 por estación.

Estación	Longitud	Latitud	Copépoda (cel/m ³)	Appendicularia (cel/m ³)	Huevos (cel/m ³)
A1	-116.84	31.96	167.09	7.74	16.98
A3	-116.79	31.90	3226.21	853.02	147.73
A4	-116.75	31.87	358.31	4.84	11.84
A5	-116.71	31.85	1230.14	24.44	347.05
A6	-116.68	31.83	3193.34	0.00	12.21
A7	-116.64	31.83	1169.07	0.00	98.67
B1	-116.85	31.80	600.76	226.74	0.61
B2	-116.83	31.91	716.34	186.87	29.92
B3	-116.82	31.86	427.81	38.50	9.17
B4	-116.77	31.82	640.00	21.98	63.51
B5	-116.74	31.52	602.85	57.03	28.51
B6	-116.68	31.62	729.16	135.57	12.21
C2	-116.76	31.72	170.50	32.08	96.25
C3	-116.77	31.80	337.28	140.53	50.10
C4	-116.73	31.77	693.74	149.01	28.09
C5	-116.70	31.77	752.10	40.76	1.02
C6	-116.67	31.77	182.51	8.37	32.76
C7	-116.65	31.78	900.78	48.16	0.00

Los datos de abundancia de las Tablas BIV y BV están georreferenciados en las figuras B8, B9 y B10.

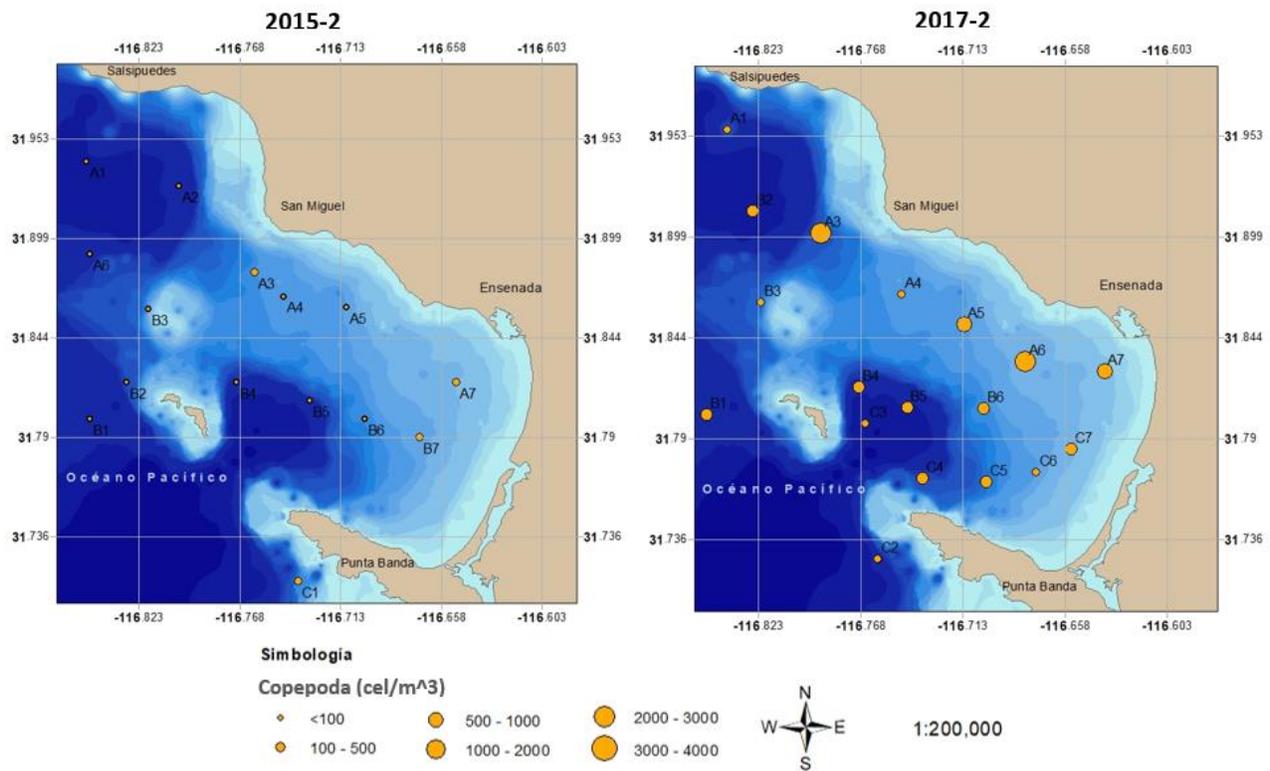


Figura B8. Comparación de la abundancia en cel/m³ y distribución espacial del grupo funcional de zooplancton Copépoda en BTS durante las campañas oceanográficas 2015-2 y 2017-2.

En la figura B8 se representa la abundancia en cel/m³ de Copépoda en las campañas oceanográficas 2015-2 y 2017-2, donde al igual que en el histograma de la figura B7 podemos notar que este grupo funcional del zooplancton tuvo mayor presencia en el periodo 2017-2 con entre 500-4000 cel/m³ en la mayoría de sus estaciones mientras que en el periodo 2015-2 apenas alcanzan las 500 cel/m³, las zonas con mayor abundancia de estos organismos coincide en los dos periodos con las estaciones cercanas a la costa entre San Miguel y Punta Banda.

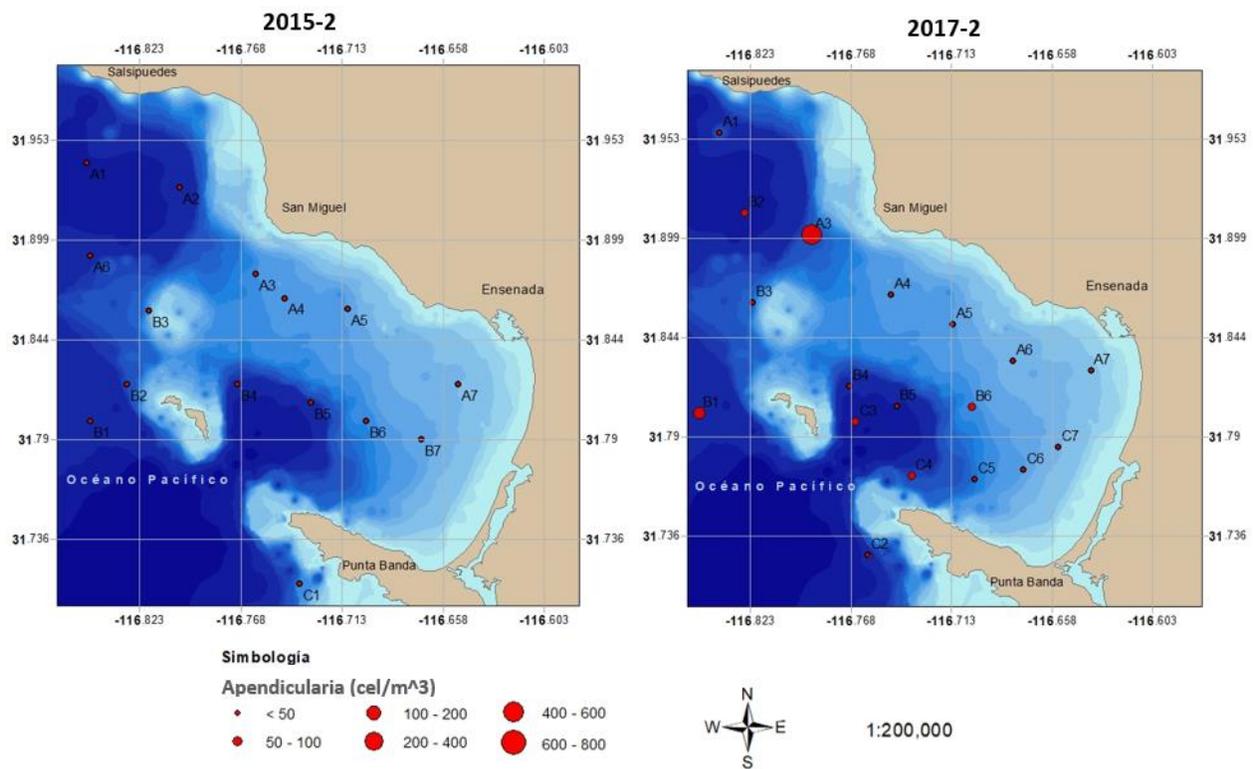


Figura B9. Comparación de la abundancia en cel/m³ y distribución espacial del grupo funcional de zooplancton Appendicularia en la BTS durante las campañas oceanográficas 2015-2 y 2017-2.

En la figura B9 se representa la abundancia en cel/m³ de Appendicularia en las campañas oceanográficas 2015-2 y 2017-2, donde al igual que en el histograma de la figura B7 podemos notar que este grupo funcional del zooplancton tuvo mayor presencia en el periodo 2017-2 con entre 100-800 cel/m³ en la mayoría de sus estaciones mientras que en el periodo 2015-2 apenas alcanzan las 100 cel/m³, la zona con mayor abundancia para el periodo 2017-2 fue la muestreada frente a San Miguel y en la parte posterior a la isla.

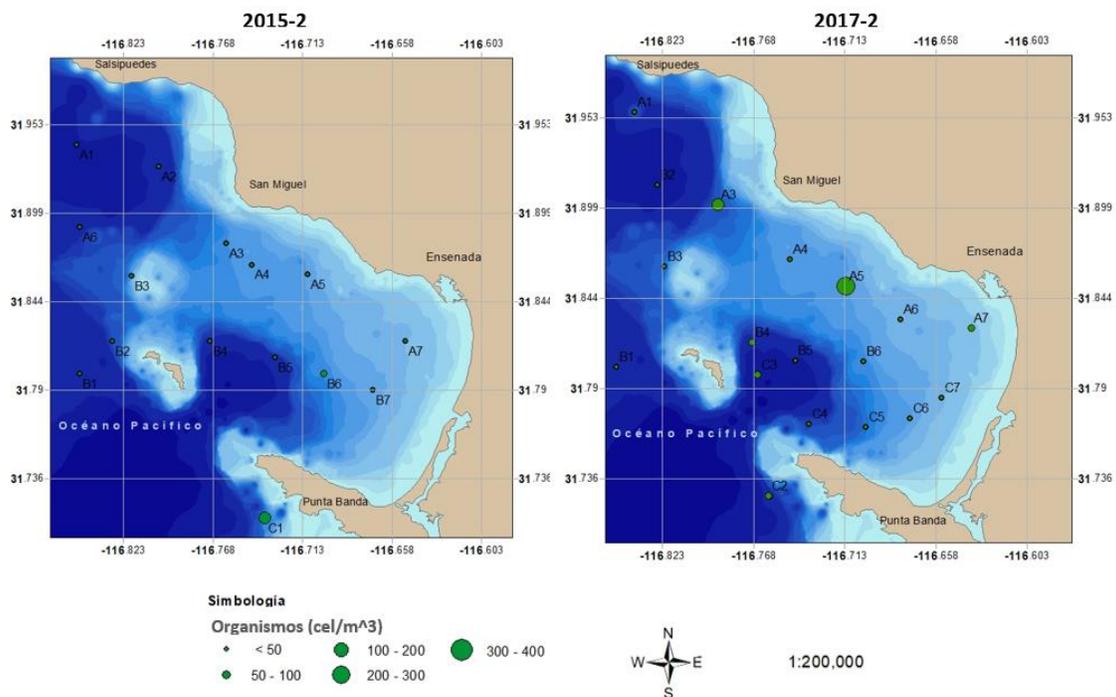


Figura B10. Comparación de la abundancia en cel/m^3 y distribución espacial de los grupos funcionales de zooplancton larvas de crustáceos y huevos en la Bahía de Todos Santos durante las campañas oceanográficas 2015-2 y 2017-2.

En la figura B10 se representan la abundancia en cel/m^3 de Larvas de crustáceo para el periodo 2015-2 y huevos para el periodo 2017-2, donde se puede observar que para el periodo 2015-2 la estación con mayor abundancia de larvas de crustáceo fue C1 frente a Punta banda del lado externo de la bahía, y para el periodo 2017-2 la estación A5 entre San Miguel y el puerto de Ensenada presento la mayor abundancia de huevos.

Tabla BVI. Especies con potencial nocivo identificadas por estación durante el crucero en la Bahía Todos Santos 2017-2.

Estación	Especie	No. de individuos	% por estación	Estación	Especie	No. de individuos	% por estación
A4	<i>Ceratium sp.</i>	149	31.04	B5	<i>Dinophysis sp.</i>	40	9.39
A4	<i>Dinophysis sp</i>	66	13.75	B5	<i>Prorocentrum sp.</i>	35	8.22
A4	<i>Pseudonitzschia</i>	5	1.04	B7	<i>Lingulodinium polydreum</i>	15	3.94
A6	<i>Ceratium sp.</i>	35	8.66	B7	<i>Dinophysis sp.</i>	17	4.46
A6	<i>Dinophysis sp</i>	31	7.67	B7	<i>Ceratium furca</i>	22	5.77
A6	<i>Prorocentrum sp.</i>	10	2.47	C5	<i>Lingulodinium polydreum</i>	29	5.82
A7	<i>Lingulodinium polydreum</i>	22	2.24	C5	<i>Ceratium sp.</i>	85	17.07
A7	<i>Ceratium sp.</i>	70	7.14	C5	<i>Dinophysis caudata</i>	33	6.63
A7	<i>Dinophysis sp</i>	116	11.82	C5	<i>Ceratium furca</i>	24	4.82
A7	<i>Prorocentrum sp.</i>	10	1.02	C6	<i>Lingulodinium polydreum</i>	38	12.50
B1	<i>Ceratium sp.</i>	57	6.60	C6	<i>Proto-peridinium sp.</i>	193	63.49
B1	<i>Dinophysis sp.</i>	79	9.14	C6	<i>Ceratium sp.</i>	30	9.87
B1	<i>Dinophysis caudata</i>	80	9.26	C6	<i>Gymnodinium catenatum</i>	3	0.99
B1	<i>Prorocentrum sp.</i>	8	0.93	C6	<i>Dinophysis sp.</i>	5	1.64
B1	<i>Pseudo-nitzschia</i>	21	2.43	C6	<i>Dinophysis caudata</i>	13	4.28
B3	<i>Lingulodinium polydreum</i>	23	2.29	C6	<i>Dinophysis rotundata</i>	4	1.32
B3	<i>Ceratium sp.</i>	148	14.76	C6	<i>Prorocentrum sp.</i>	6	1.97
B3	<i>Gymnodinium catenatum</i>	4	0.40	C7	<i>Lingulodinium polydreum</i>	65	15.85
B3	<i>Dinophysis sp.</i>	97	9.67	C7	<i>Ceratium sp.</i>	44	10.73
B3	<i>Prorocentrum sp.</i>	13	1.30	C7	<i>Dinophysis caudata</i>	45	10.98
B5	<i>Lingulodinium polydreum</i>	13	3.05	C7	<i>Dinophysis rotundata</i>	1	0.24
B5	<i>Ceratium sp.</i>	135	31.69	C7	<i>Prorocentrum sp.</i>	15	3.66

Conclusiones

- 1.- Se identificaron un total de 21 organismos fitoplanctónicos de los cuales el más abundante fue *Proto-peridinium sp.*
- 2.- Se identificaron un total de 29 grupos de organismos dentro del zooplancton de los cuales los copépodos fueron el grupo más abundante.
- 3.- Se identificaron un total de nueve especies nocivas de las cuales *Ceratium sp.* y *Dinophysis caudata* fueron las más abundantes.
4. Se observó un cambio de 2 °C entre la temperatura superficial promedio del periodo 2015-2 y el periodo 2017-2 que parece asociarse al cambio de condiciones anómalas relacionadas con el fenómeno del niño a condiciones normales de esta variable.
5. En el periodo 2017-2 se observa una abundancia en cel/m³ de 2 de los 3 grupos funcionales más representativos de ambas campañas oceanográficas en las cuales coinciden el grupo Copépoda y Appendicularia, el tercer grupo más representativo en el caso de 2015-2 fueron las larvas de crustáceo y para 2017-2 los huevos.

Referencias

- Aguilar-Rosas, R., Aguilar-Rosas, L., Ávila, G., Gonzáles, O. y Becerril, F. (2010) Macroalgas submareales de la bahía de Todos Santos, Baja California, México. *Revista mexicana de biodiversidad*. Vol. 81 no. 3 México. Dic. 2010
- Band-Schmidt, C. J., Bustillos-Guzmán, J. J., López-Cortés, D. J., Núñez-Vázquez, E., y Hernández-Sandoval, F. E. (2011). El estado actual del estudio de florecimientos algales nocivos en México. *Hidrobiológica*, 21(3), 381-413. Recuperado en 26 de noviembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972011000300013&lng=es&tlng=es.
- Castro, P. y Huber, M. (2007) *Biología Marina*. Sexta edición. McGraw-Hill/interamericana de España, S. A. U. España. 233-241 pp.
- Cruz-Aguirre, R.U. (2016) *Los florecimientos algales nocivos en Baja California: estado del conocimiento*. Recuperado de: <http://todos.cicese.mx/sitio/noticia.php?n=750>
- Gobierno del estado de Baja California (s.f.) *Principales sectores, productivos y servicios*. Recuperado de: http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/municipios/ensenada/sectores.jsp
- Hernández-Trujillo, S., Zárate-Villafranco, A., Pacheco-Chávez, R., Esqueda-Escárcega, G., Hernández-Alfonso, J. R., y Aceves-Medina, G. (2007). Pastoreo del mesozooplankton sobre el fitoplancton en la Bahía de La Paz, B. C. S., México. *Hidrobiológica*, 17(3), 225-231. Recuperado en 27 de noviembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972007000300005&lng=es&tlng=es.
- Jiménez-Pérez, L. C., Cortés-Lara, Ma. C. y Cupul-Magaña, A. L. (2013). Parches del zooplankton asociados con dos florecimientos algales nocivos en Bahía de Banderas. *Hidrobiológica*, 23(2), 176-186. Recuperado en 26 de noviembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972013000200006&lng=es&tlng=es.
- Lara-Lara, J. y Matus-Hernández, M. (1997) Tasas diarias de pastoreo del macrozooplankton en la costa de Baja California. *Ciencias Marinas*, 23(1), 71-81. Recuperado en 27 de noviembre de 2017 de: <http://www.redalyc.org/html/480/48023104/>
- Mexican Blue Fin, S.A. de C.V. (s.f.) *Manifestación de impacto ambiental modalidad particular*. Recuperado de: <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/bc/estudios/2005/02BC2005P0004.pdf>
- Mora, E. (2015) Composición del fitoplancton y relaciones especies-área de cinco sistemas lacustres en los tuxtlas, Ver., Méxio. Universidad Veracruzana Centro de Investigaciones Tropicales. 4-7 pp. Versión online recuperado el 6 de septiembre de 2017 de: <https://www.uv.mx/det/files/2012/06/MoraHerediaEnrique-Abril2015.pdf>
- Oliva-Martinez, M., Godínez-Ortega, J. y Zuñiga-Ramos, C. (2014) Biodiversidad del fitoplancton de aguas continentales en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85:S54-S61



Agradecimiento a la

Secretaría de Marina-Armada de México, y en particular al Vicealmirante, Rommel Eduardo Ledezma Abaroa, Comandante de la Segunda Región Naval en Ensenada.

Estación de Investigación Oceanográfica de Ensenada y en Particular al Capitán Rene Navarro, Jefe de la Estación.

Tripulación del Buque Farías.

Alumnos participantes:

MIERCOLES 20			JUEVES 21			VIERNES 22		
1	IOC	ARBALLO GUERRERO SEBASTIAN	1	IOC	ARCE LUGO ABRIL	1	OB1	CRUZ RAMIREZ VICTORIA
2	IOC	BARRERAS HERNANDEZ VANIA VIRIDIANA	2	IOC	CAMPOS OLETA GIBRAN	2	OB1	MACIAS IÑIGUEZ ISABELA
3	IOC	BORREGO WIDO MARIA FERNANDA	3	IOC	CASTRO GARCIA DIEGO	3	OB1	NEVAREZ FLORES EVERLY
4	IOC	CAMACHO SANCHEZ ENRIQUE MANUEL	4	IOC	CAZARES HERNANDEZ ADAIR	4	OB1	OYOLA SALVADO WENDY BARBARA
5	IOC	CHACON RAMIREZ JUAN MISDRAIM	5	IOC	DEVORA VELAZQUEZ ERIK	5	OB1	PAREDES HERNANDEZ JONATHAN DAVID
6	IOC	ENCISO MARRON JESSLIB	6	IOC	HERNANDEZ HIRALES CARLOS JOSUE	6	OB1	PEREZ TINOCO FRIDA PAOLA
7	IOC	ENRIQUEZ CASAS MARTHA JEANETH	7	IOC	MARQUEZ CASTRO JOSAFAT ISRAEL	7	OB1	RAMIREZ ARZALUZ LUIS ROBERTO
8	IOC	MENDEZ VILLALOBOS DIANA LETICIA	8	IOC	OLIVARES SOTO ROGELIO	8	OB1	RAMOS CARDIEL IVONNE ALEJANDRA
9	IOC	MINGUELA DUARTE CRISTIAN DAVID	9	IOC	PEÑA COLIN MARIA PAOLA	9	OB1	RODRIGUEZ ESCOBAR DIANA LAURA
10	IOC	QUIÑONEZ VALDIVIA ANGEL MIGUEL	10	IOC	REYES GARCIA NAOMI CITLALLI	10	OB1	ROMERO GONZALEZ CITLALLI
11	IOC	RAZO JIMENEZ ANDRES	11	IOC	MONTES CHAVEZ BRANDON ALFONSO	11	OBII	CHAVEZ MENDEZ NUT VALERIA
12	IOC	VALENZUELA OJEDA JUAN MIGUEL	12	OB1	DIAZ GARCIA MARIANA ALEJANDRA	12	OBII	DURANTE BARAJAS GIOVANNI
13	IOC	VEZ BLANDON LIZETH ADARELY	13	OB1	DOMINGUEZ SEVILLA JESUS JORDAN	13	OBII	FIMBRES MENDEZ ANNA
14	OB1	ACOSTA SOLIS GONZALO	14	OB1	EZETA KERRIOU ANDRE	14	OBII	GOMEZ GONZALEZ DAISY MICHEL
15	OB1	ANDRADE HERNANDEZ SELENE ESTEFANI	15	OB1	HERNANDEZ SENTENO LUIS ISAI	15	OBII	VILLANUEVA TORRES JORGE MARIANO
16	OB1	ARIAS MARTINEZ NOE	16	OB1	VILLEGAS VILLAVICENCIO HANS MANUEL	16	OBII	RAMIREZ RODRIGUEZ JULIAN
17	OB1	CASTILLO SANABRIA FERNANDO	17	OBII	ALVAREZ ALVAREZ ANGELES LEAH	17	OCF	ALVAREZ ALVAREZ ANGELES LEAH
18	OB1	RUIZ ARVIZU MARIANA	18	OBII	ARANA ORTEGA JORGE ENRIQUE	18	OCF	ZOLORZANO FIMBRES ABRAHAM
19	OB1	SALDAÑA TERRIQUEZ SAMANTHA	19	OBII	DE LA CRUZ GONZALEZ ELIOT E.	19	OCF	CRUZ PEREZ ALEJANDRA
20	OB1	SANCHEZ COBARRUBIAS GENESIS VEREN	20	OBII	CRUZ PEREZ ALEJANDRA	20	OCG	DIAZ GARCIA MARIANA ALEJANDRA
21	OBII	ALCALA VALENZUELA KIMBERLY DALY	21	OBII	SANCHEZ BARCENA ROGELIO	21	OCG	DOMINGUEZ SEVILLA JESUS JORDAN
22	OBII	MURILLO ROMAN LUZ EDITH	22	OBII	ZOLORZANO FIMBRES ABRAHAM	22	OCG	EZETA KERRIOU ANDRE
23	OBII	ROJAS ROSAS EDDIE JESUS	23	OCF	MURILLO ROMAN LUZ EDITH	23	OCG	HERNANDEZ SENTENO LUIS ISAI
24	OBII	LANDIN ESPINOZA JESSICA	24	OCF	ROMERO ALDUENDA MADELEIN	24	OCG	JUAREZ AGREDA MAYRA VIANEY
25	OCF	CARDONA BAZAN ANAYANSI	25	OCF	SANCHEZ COBARRUBIAS GENESIS VERENIC	25	OCG	RUIZ ARVIZU MARIANA
26	OCF	GOMEZ GONZALEZ DAISY MICHEL	26	OCF	CARDENAS MANRIQUE KARINA	26	OCQ	ASHIDA HERNANDEZ EDUARDO
27	OCF	MIRO GARCIA NEREA	27	OCF	GUZMAN HERNANDEZ MARIA ESTER	27	OCQ	CHAVEZ MENDEZ NUT VALERIA
28	OCF	SANCHEZ BARCENA ROGELIO	28	OCG	ACOSTA SOLIS GONZALO	28	OCQ	MIRO GARCIA NEREA
29	OCF	GUZMAN HERNANDEZ MARIA ESTER	29	OCG	ALCALA VALENZUELA KIMBERLY DALY	29	OCQ	MURILLO ROMAN LUZ EDITH
30	OCG	NEVAREZ FLORES EVERLY	30	OCG	ANDRADE HERNANDEZ SELENE ESTEFANIA	30	OCQ	PEREZ AVIÑA VICTOR OMAR
31	OCG	PEREZ TINOCO FRIDA PAOLA	31	OCG	ARIAS MARTINEZ NOE	31	OCQ	SANCHEZ BARCENA ROGELIO
32	OCG	RAMOS CARDIEL IVONNE ALEJANDRA	32	OCG	ARMADA TAPIA SOFIA	32	OCQ	VIÑAS VELAZQUEZ CARLOS JAVIER
33	OCG	RODRIGUEZ ESCOBAR DIANA LAURA	33	OCG	CRUZ RAMIREZ VICTORIA	33	OMM	URIBE LOPEZ ALICIA GUADALUPE
34	OCG	ROMERO GONZALEZ CITLALLI	34	OCG	LANDIN ESPINOZA JESSICA			
35	OCQ	ALVAREZ ALVAREZ ANGELES LEAH	35	OCG	MACIAS IÑIGUEZ ISABELA			
36	OCQ	ARANA ORTEGA JORGE ENRIQUE	36	OCG	RAMOS MENDOZA SARAHI			
37	OCQ	ASHIDA HERNANDEZ EDUARDO	37	OCQ	ASHIDA HERNANDEZ EDUARDO			
38	OCQ	BENNETT CARREÑO ABRAHAM	38	OCQ	BENNETT CARREÑO ABRAHAM			
39	OCQ	CRUZ PEREZ ALEJANDRA	39	OCQ	DURANTE BARAJAS GIOVANNI			
40	OCQ	DE LA CRUZ GONZALEZ ELIOT E.	40	OCQ	FIMBRES MENDEZ ANNA			
41	OCQ	VIÑAS VELAZQUEZ CARLOS JAVIER	41	OCQ	GOMEZ GONZALEZ DAISY MICHEL			
42	OCQ	ZOLORZANO FIMBRES ABRAHAM	42	OCQ	PEREZ AVIÑA VICTOR OMAR			
43	POS	BAUER JEREMIE LOIS NATHAN	43	OCQ	VIÑAS VELAZQUEZ CARLOS JAVIER			
44	POS	GONZALEZ MENA ABRAHAM	44	OMM	FUENTES ALDANA ORLANDO			
			45	POS	REVILLA LOVANO STEPHANIE			
			46	POS	VIZCARRA FERNANDEZ MARTIN FRANCISCO			
			47	POS	ZUMAYA BASURTO LINDA JOVANA			

Dr. Juan Guillermo Vaca Rodríguez
Director FCM

Dr. Víctor Antonio Zavala Hamz
Subdirector, FCM



Cita: Bustos-Serrano H., Castro-Valdez R., Ruiz de la Torre M.C., Lugo-Ibarra K.C., Mejía-Piña K.G., Ashida-Hernández E., Canino-Herrera S.R., Sánchez-González A., Larios-Castillo S.I., Bennett-Carreño A., Díaz-García M.A., Romero-González C., Spelz-Madero R.M., Morales-Chávez R., Herrera-Gutiérrez A.R., Santa Rosa del Río M.A., Yarbuh-Lugo I.U., Guardado-France R., Martínez-Alcalá A., Durante-Barajas G., Zavala-Hamz V.A. y J.G. Vaca-Rodríguez (2018). **REPORTE TÉCNICO DEL CRUCERO OCEANOGRÁFICO BTS 2017-2.** Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas. Ensenada, Baja California. 81pp.