

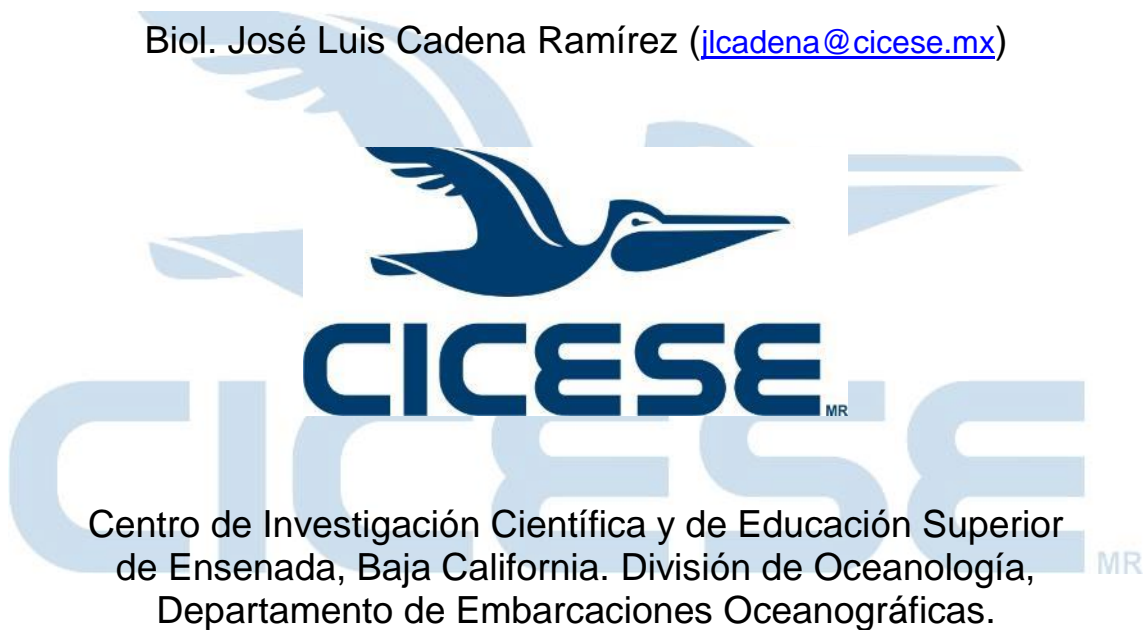
Informe Técnico CICESE

Serie Embarcaciones Oceanográficas



Reporte de salida de campo a la bahía de Todos Santos, B.C., a bordo de la embarcación menor *Rigel* el 2 de julio de 2019.

Biol. José Luis Cadena Ramírez (jlcadena@cicese.mx)



Derechos Reservados © CICESE 2020

DEPARTAMENTO DE EMBARCACIONES OCEANOGRÁFICAS (DEO)
SECCIÓN EMBARCACIONES MENORES (EM)

Salidas de campo: No 09/2019

Oficios de comisión: DEO/028/2019.

Solicitud de viáticos: 102201.

Fecha de elaboración del reporte: viernes 5 de julio de 2019.

Zarpe: rampa del Hotel Coral y Marina (HC&M).

Destino: Bahía Todos Santos (BTS).

Solicitante: Dr. Ernesto García Mendoza, investigador del Departamento de Oceanografía Biológica (DOB).

Embarcación utilizada: *Rigel*.

Nombre del proyecto: Consolidación del laboratorio FICOTOX y grupo de investigación regional, para la atención de la problemática asociada a ficotoxinas marinas, en el noroeste de México.

Responsable del proyecto: Dr. Ernesto García Mendoza.

Encargada del muestreo en campo: M.C. Yaireb Alejandra Sánchez Bravo.

Participantes del proyecto: Yaireb Alejandra Sánchez, Ramón Murillo Martínez, María de los Ángeles Horta García.

Participantes de embarcaciones menores (DEO): Téc. Iván Castro Navarro, Biól. José Luis Cadena Ramírez.

1.- Introducción.

Para dar seguimiento a los muestreos de fitoplancton y a sus toxinas en la bahía de Todos Santos (BTS), se continuó con los muestreos de las condiciones ambientales del agua costera de Ensenada, B.C., asociadas a los florecimientos de algas nocivas (FAN) y su permanencia, se programó la salida de campo No. 3 del proyecto del Dr. García (DOB), solicitada al DEO para navegar a bordo de la EM *Rigel*.

Para realizar los muestreos del agua, se utilizaron los equipos oceanográficos CTD's RBR y YSI *Castaway* para perfilar la columna vertical del agua (temperatura, oxígeno, profundidad), arrastres con red cónica de 20 micras para fitoplancton y colecta de agua de mar con botella *Niskin* de cinco metros a diferentes profundidades ópticas.

1.1.- Objetivos.

Muestreo de las condiciones ambientales del agua, asociadas al fitoplancton y sus toxinas en BTS.

2.- Materiales y métodos.

2.1.- Área de operaciones.

La Bahía de Todos Santos (BTS), se localiza en la costa occidental de la península de Baja California, entre las latitudes 31°41' y 31°56' N y las longitudes 116°34 y 116°51'W. Los límites naturales son Punta San Miguel al norte, Punta Banda al sur y las islas de Todos Santos en la porción central.

2.2.- Plan de estaciones oceanográficas.

El trabajo en esta salida de campo consistió en cubrir una red de 17 estaciones, separadas entre sí de 1.1 a 2.62 millas en la BTS (Fig. 1).

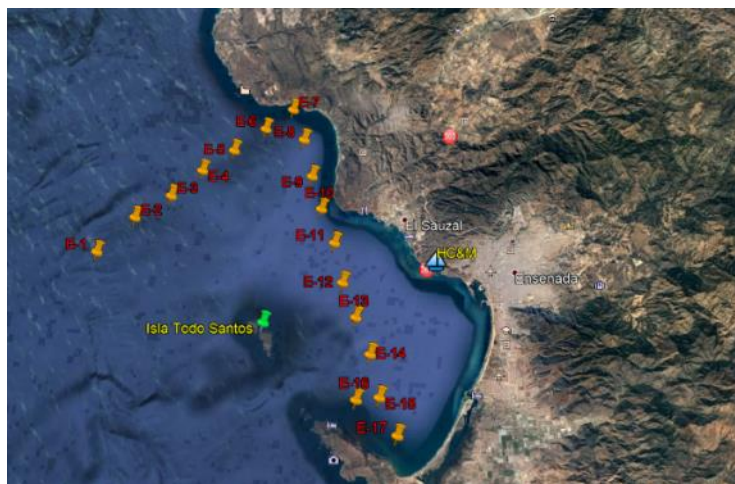


Fig. 1.- Red de estaciones en BTS.

2.3.- Equipo de navegación.

Para realizar los muestreos del agua para localizar fitoplancton (Dinoflagelados y Diatomeas) se utilizó la EM *Rigel* de la sección de EM del DEO, equipada con:

Especificaciones dimensionales

- Eslora (longitud) total: 7.62 metros.
- Manga (anchura) máxima: 2.87 metros.
- Calado: 0.6 metros.
- Arqueo bruto/neto: 6/3 ton.

Equipamiento de navegación

- Radio VHF: *ICOM IC-M127*.
- Navegador GPS: *Garmin GPSMAP 182C*.
- Radar: *Furuno 1731 Mark-3*.
- Ecosonda: *Furuno FCV-582L*.

3.- Preparativos de la salida de campo.

Los preparativos de la salida de campo realizados bajo el oficio de comisión DEO/028/2019 y solicitud de viáticos SV 102201 iniciaron el día lunes 1 de julio del 2019 en las oficinas del DEO. El día martes 2 de julio del 2019 llegué a las 06:38 horas a los patios traseros del edificio de la División de

Oceanología en CICESE para preparar la salida de campo No. 09/2019, subir a bordo de la embarcación *Rigel*, el equipo científico para la toma de muestras y registro de las variables físicas del agua (temperatura, salinidad), y la herramienta mecánica (Fig. 2).



Fig. 2.- EM *Rigel* lista para recibir el equipo científico.

A las 07:15 horas nos dirigimos vía terrestre de las instalaciones de CICESE hacia la rampa del HCM, utilizando un remolque jalado por la unidad 15C asignada al DEO. Llegamos a la rampa del HCM (07:33 horas) para botar al agua la EM. Se solicitó al personal de guardia del hotel, que abrieran el portal de acceso a la rampa de la marina, para botar al agua la embarcación.



Fig. 3.- La *Rigel* es puesta a flote en la marina.

A continuación, se procedió a sacar el remolque del agua para estacionarlo en el área destinada para remolques de embarcaciones que frecuentemente utilizan la rampa de la marina para navegar en la BTS.

Después de que la EM *Rigel* fue puesta a flote, el capitán Castro responsable de la embarcación, acoderó la embarcación en el peine principal y

de abastecimiento de combustible, para que los investigadores del proyecto del Dr. García (DOB) abordaran la embarcación (Fig. 4).



Fig. 4.- Se observa a los participantes listos para abordar la *Rigel*.

Una vez que subieron los tres investigadores a bordo de la EM *Rigel* y se colocaron sus respectivos chalecos salvavidas, se procedió a navegar (07:40 horas) con rumbo a la estación oceanográfica No. 1, localizada con posición 31°51.008' lat N y 116°57.013' lon W, de una red formada de 17 estaciones, diseñadas para realizar el estudio físico-biológico y la colecta de agua de las bahías de Todos Santos y Salsipuedes (Fig. 5).

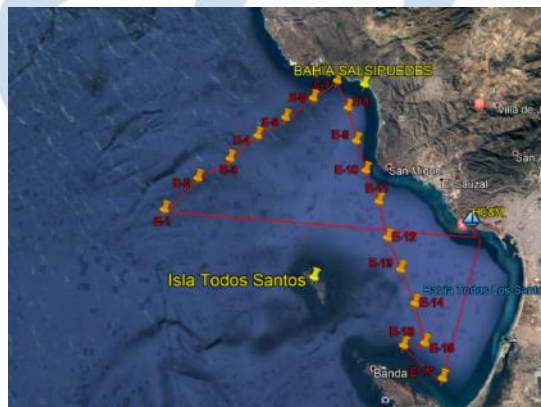


Fig. 5.- Localización de las estaciones del muestreo.

La navegación inició con una condición de mar del uno, cielo nublado y un poco de neblina. La *Rigel* alcanzó una velocidad de navegación promedio entre de 18.5 y 19.0 nudos, realizando un tiempo total de 52 minutos para recorrer una distancia de 17.14 millas. Sin contratiempos se arribó a la primera estación

oceanográfica E-1 (08:32 horas), a 12.3 millas de la estación costera E-7 localizada en bahía Salsipuedes (BS) a 12.3 millas (20 km) al norte de Ensenada.

4.- Preparativos de los equipos oceanográficos.

Siguiendo el protocolo utilizado en la salida de campo del 12 junio 2019, para el muestreo de perfiles de las variables físicas de agua, se procedió a acoplar los CTD's RBR y YSI *Castaway*, para la medición simultánea de la estructura de la columna del agua (Fig. 6).



Fig. 6.- Acoplamiento de los CTD's RBR y *Castaway*.

El CTD YSI *Castaway*, que es un instrumento hidrográfico liviano y fácil de usar en campo, fue acoplado por medio de un cincho de nylon a la estructura de metal del CTD RBR, y por medio de un nudo marinero se amarró la cuerda de arrastre, al gancho de seguridad tipo *Snap*, de soporte y carga del CTD. El capitán y responsable de la embarcación Iván Castro realizó y supervisó los amarres de seguridad aplicados a los equipos de investigación, que fueron utilizados para realizar los muestreos en el mar (Fig. 7).



Fig. 7.- Hechura y supervisión de nudos de seguridad.

Los CTD's fueron preparados a bordo de la embarcación para su funcionamiento en el agua de mar. El RBR fue activado al principio de los muestreos y la manera de comprobar su activación fue verificando el parpadeo de una luz intermitente en uno de sus sensores, y el otro sensor fue identificado al emitir una luz fija de color azul intenso (Fig. 8).



Fig. 8.- Las flechas rojas indican los sensores del CTD RBR.

El *Castaway* se activó cada vez que fue bajado al mar, de no hacerlo se tuvo que repetir el lance para realizar el perfil vertical de la estación. La ventaja de utilizar el *Castaway* durante los perfiles, fue que este equipo oceanográfico permitió conocer *in situ* las variables físicas del agua, como la temperatura (para conocer la profundidad de la termoclina), durante los muestreos en cada estación.

5.- Perfiles del agua con CTD.

La profundidad máxima para realizar los perfiles del agua se estableció a 40 metros, y en donde la profundidad de la estación fue menor (de acuerdo al ecosonda de la embarcación), los CTD's fueron sumergidos hasta tres metros arriba de la profundidad del fondo marino indicado por el ecosonda, para proteger el equipo, y de esta manera evitar el golpeo de los sensores y su posible descalibración.

Los CTD's fueron colocados bajo la superficie del agua por 60 segundos para estabilizar los sensores, e inmediatamente descendieron los perfiladores a la profundidad estándar programada, para registrar las variables físicas del agua. La recuperación de los CTD's se realizó de manera manual a una velocidad moderada, utilizando el pescante de la embarcación.

Al llegar los CTD's a bordo de la EM *Rigel* (Fig. 9), se utilizó la profundidad de la termoclina (Hogan, 1973) registrada del *Castaway*, para la colecta de agua del muestreo con botella *Niskin*.



Fig. 9.- Se observa el CTD RBR.

6.- Muestreo de agua con botella *Niskin*.

Fue muy importante seguir el protocolo utilizado en otras salidas de campo, para el muestreo de agua con la botella *Niskin*. La botella de tipo *Niskin* es un dispositivo oceanográfico, diseñado con el propósito de coleccionar muestras a diferentes profundidades de la columna de agua.

Este equipo consistió de un tubo de plástico de PVC reforzado, utilizado para coleccionar agua a diferentes profundidades, que está abierto en sus extremos, para la circulación del flujo de agua al descender hasta llegar a la profundidad de la termoclina, cambio de temperatura registrado por el *Castaway*.

Tiene además un mecanismo de enganche que permite mantener abiertas las tapaderas, para que al descender la botella el agua circule libremente a través del cilindro, antes de ser disparada a la profundidad de colecta. Este mecanismo fue accionado por un mensajero de metal (fierro/bronce) que se lanzó desde superficie, y que descendió a través de la línea de seguridad, hasta golpear el disparador de la botella, cerrando las tapas para la colecta de agua.

Las muestras coleccionadas de agua de mar, fueron tamizadas con una malla de 30 micras (Fig. 10), para separar el macrozooplancton y realizar análisis del fitoplancton. Las muestras de agua fueron rotuladas con los datos de campo,

guardadas en botellas de plástico, y conservadas en hielo dentro de una hielera, que permitan el estudio posterior en el laboratorio de FICOTOX en CICESE.

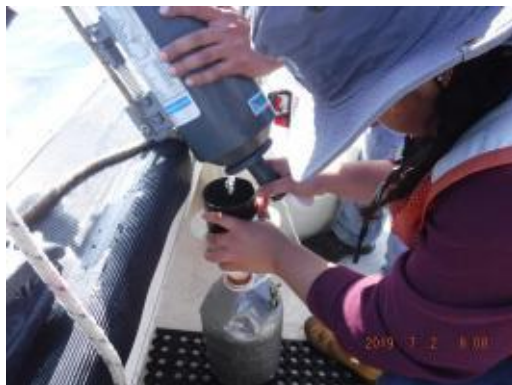


Fig. 10.- Filtrado de agua de la botella *Niskin*.

De manera rápida y práctica las muestras de agua de superficie, fueron colectadas con un recipiente de plástico, y para el almacenaje del agua fue filtrada con el cedazo de 30 micras de luz de malla, para separar el macrozooplancton del agua, que será analizada en el laboratorio (Fig. 11).



Fig. 11.- Filtrado de agua de la superficie.

Adicionalmente al muestreo se colectaron ocho muestras de agua superficial, colocada en viales de 20 ml (Fig. 12), para el análisis en el laboratorio de la presencia de algas unicelulares del género *Pseudonitzschia* (familia *Bacillariaceae*), que es una microalga del grupo de las Diatomeas que producen una neurotoxina conocida como ácido domoico.



Fig. 12.- Muestra de agua para análisis de toxinas.

7.- Colecta de fitoplancton con red cónica.

Los arrastres verticales de plancton se realizaron con red cónica de 30 cm de diámetro y de luz de malla de 20 micras, largando 20 metros de cuerda, y cuando el material colectado fue pobre, se repitió el arrastre, para acumular suficiente biomasa de microorganismos, para su análisis cualitativo y cuantitativo en el laboratorio de FICOTOX en CICESE (Fig. 13).

Las muestras colectadas del agua con la red de 20 micras, para estudiar el fitoplancton (dinoflagelados y diatomeas), fueron guardadas en frascos de neopreno, en este caso no fue necesario tamizarlas debido a que el copo colector de 20 micras, acoplado a la red de arrastre, filtró directamente las muestras.



Fig. 13.- Arrastre con red cónica de 20 micras

8.- Remanente de FAN en BS.

Al llegar a la estación costera E-7 localizada dentro de BS, Ensenada, B.C., donde se encontró anclado el rancho marino para la engorda de peces pelágicos (jaulas y encierros flotantes sujetos al fondo marino, por un sistema

de anclaje), el atún Aleta Azul (*Thunnus thynnus*) como especie principal, así como atún Aleta Amarilla (*Thunnus albacares*) y Jurel (*Seriola dorsalis*) como especies secundarias.

Se observó en la superficie del agua una coloración café-marrón, que en ese momento asumimos como la presencia de un florecimiento de algas. Los investigadores procedieron a tomar muestras de agua y colecta de biomasa de fitoplancton con arrastres de red cónica de 30 cm de diámetro (Fig. 14).



Fig. 14.- Se observa material adherido de color café-marrón en la red.

9.- Resultados del muestreo.

Las condiciones del clima fueron buenas cuando inició la navegación, a la primera estación del muestreo E-1, de una red de 17 estaciones (Tabla 1) programadas para esta salida de campo. La entrada del viento y la rugosidad de la superficie del agua originaron el levantamiento del oleaje y trajo como consecuencia la movilidad y deriva de la embarcación.

El ecosonda de la EM *Rigel* no registró las profundidades de las primeras cuatro estaciones del muestreo oceánicas (E-1 a E-4). La falta de datos de batimetría no fue un factor de riesgo para los equipos oceanográficos utilizados, debido a que la profundidad máxima del muestreo se estableció a los 40 metros.

La salida de campo tuvo una duración de seis horas y 40 minutos, para muestrear la red de 17 estaciones y navegar una distancia aproximada de 58 millas, a una velocidad de navegación de la EM *Rigel* que promedió entre 18-19 nudos.

Tabla I. Datos de las actividades de la colecta de campo.

Est	Lat N	Lon W	Prof. Est (m)	temp (°C)	Prof. Termoclina (m)	Castaway Prof. (m)	Red Fito 20 m
E-1	31°50.995'	116°57.023'	N/R	20.0	15	40	√
E-2	31°52.401'	116°55.226'	N/R	19.5	10	40	
E-3	31°53.568'	116°53.612'	N/R	19.0	10	40	√
E-4	31°54.568'	116°52.278'	N/R	18.5	5	40	
E-5	31°55.966'	116°50.853'	280	18.0	10	40	√
E-6	31°57.122'	116°49.399'	76.0	18.0	5	40	
E-7	31°58.173'	116°48.052'	31.0	18.0	5	25	√
E-8	31°56.719'	116°47.360'	66.0	17.5	5	40	√
E-9	31°55.098'	116°46.674'	62.0	17.5	20	40	
E-10	31°53.656'	116°45.922'	44.2	18.0	10	40	√
E-11	31°52.156'	116°44.973'	38.9	18.5		35	
E-12	31°50.438'	116°44.287'	38.2	19.0	5	35	√
E-13	31°49.032'	116°43.389'	41.1	19.5	5	35	
E-14	31°47.514'	116°42.468'	51.0	20.0	5	40	√
E-15	31°45.786'	116°41.695'	47.7	20.0	5	40	
E-16	31°45.572'	116°42.830'	60.1	20.0	5	40	√
E-17	31°44.289'	116°40.625'	18.0	20.0	5	18	√

Ecosonda no registro profundidad=N/R Profundidad termoclina en metros.

Durante el muestreo de campo se realizaron lances de CTD's RBR y *Castaway* en todas las estaciones programadas, y en 10 de esas estaciones se colectó agua de superficie y de profundidad. La profundidad máxima de la colecta de agua fue determinada por el *Castaway* al registrar la termoclina entre profundidades que variaron entre los 5 y 20 metros.

Al llegar a la estación costera E-7 localizada dentro de BS, se encontró un remanente de marea roja que abarcó los ranchos de engorda de peces pelágicos. La presencia de este FAN también se observó en el muestreo de la salida de campo 07/2019 del DEO, realizado el 29 mayo 2019 (estaciones E-6 y E-7) (Cadena-Ramírez y Castro-Navarro, 2019), y en los muestreos de la salida de campo realizados el 12 de junio 2012 (estación E-9) al sur de la bahía de Salsipuedes (Cadena-Ramírez, 2019).

Los investigadores procedieron a tomar muestras de agua y colecta de biomasa de fitoplancton con arrastres de red cónica (Figs. 15 y 16). La distribución de la marea roja en este muestreo se ubicó al norte de la BS, desapareciendo los brotes observados (salida de campo 07/2019) en el puerto de Ensenada, y la franja bien definida en la zona costera hasta Punta Banda en la BTS.



Fig. 15.- Marea roja.



Fig. 16.- Rancho engorda de peces.

Respecto a la distribución de la temperatura superficial del agua durante el muestreo BTS y BS, alcanzó valores de 20.0°C en la estación oceánica E-1 y en las estaciones costeras (E-14, E-15, E-16 y E-17) localizadas en Rincón de Ballenas en BTS. Llama la atención que la temperatura superficial del agua (20.0°C) que se distribuyó en la estación E-1 (12.3 millas (19.8 km) de la zona costera en BS, y a una distancia de 8.58 millas (13.8 km) frente a Punta Banda), y además presentó valores similares de temperatura (20.0°C) en las estaciones E-14, E-15, E-16 y E-17. También se observó un decremento en los valores de temperatura (17.5 °C) al acercarnos a las estaciones costeras (E- 5, E-6, E-7, E-8 y E-9) (Fig. 17).



Fig. 17.- Temperatura superficial agua 2 julio 2019.

En cuanto a la distribución y localización de la termoclina en la zona de estudio, se observó a cinco metros, en 10 estaciones con profundidades menores de los 70 metros, representando 58.82 % del total de las 17 estaciones muestreadas, y 41.18 % correspondió a cuatro estaciones con una profundidad

de 10 metros, dos estaciones con profundidades de entre 15 y 20 metros, y en particular la estación E-11 fue la única que no registró valores claros de la profundidad de la termoclina del agua (Fig. 18). La estación costera E-9 localizada al norte de BS, con una profundidad de 62 metros y una temperatura superficial del agua de 17.5 °C, registró la termoclina más profunda del muestreo (20 metros).

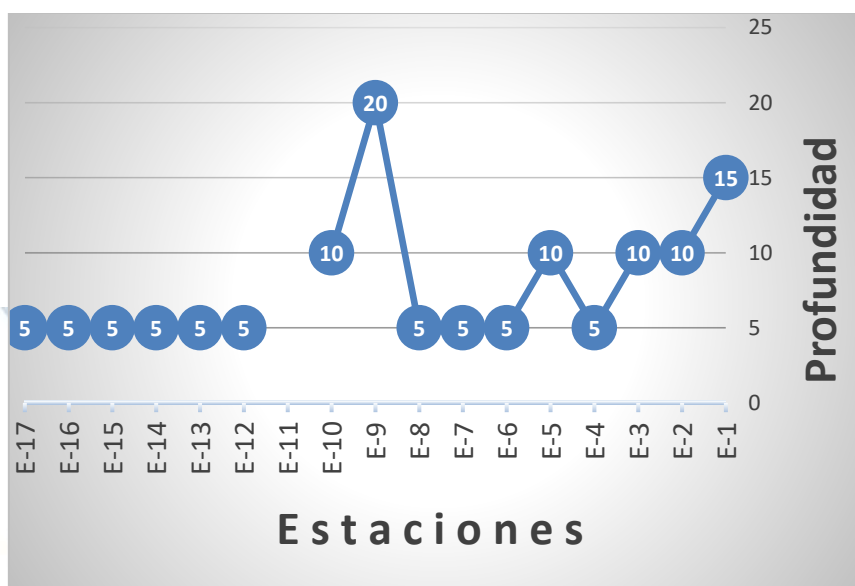


Fig. 18.- Termoclina de las 17 estaciones del muestreo en BTS y BS.

10.- Fin del muestreo en Rincón de Ballenas.

El muestreo físico-biológico de la salida de campo terminó a las 13:10 horas en la estación E-17, localizada en rincón de Ballenas en la BTS, e inmediatamente navegamos rumbo a puerto de la marina del Hotel Coral. Al llegar a la marina se recuperó la EM *Rigel* del agua (14:20 horas), y trasladamos la embarcación a los patios traseros del edificio de Oceanología de CICESE.

Se inició el enjuague de frenos, sistema de enfriamiento del motor y limpieza general de la embarcación con agua corriente, y dimos por terminada la salida de campo No. 9 a las 15:30 horas en el DEO en CICESE.

11.- Duración de la Salida de Campo.

La navegación realizada por la EM *Rigel* en la salida de campo, inició en HC&M a las 07:40 horas rumbo a la estación No.1, y terminó regresando a HC&M a las 14:20 horas, acumulando un tiempo total de seis horas y 40 minutos.

12.- Funcionamiento de la máquina *Volvo Penta*.

Considerando el funcionamiento de la máquina principal *Volvo Penta* de la EM *Rigel*, la máquina permaneció encendida seis horas y 40 minutos durante la salida de campo.

13.- Agradecimientos.

A los compañeros de trabajo, por su apoyo en la gestión, revisión y sugerencias, para la redacción y elaboración de los informes técnicos de las salidas de campo, solicitadas por investigadores de CICESE, para navegar a bordo de las embarcaciones, de la sección de Embarcaciones Menores del DEO.

14.- Bibliografía.

Cadena-Ramírez, J.L. 2019. Reporte de salida de campo a la bahía de Todos Santos, B. C., a bordo de la embarcación menor *Rigel* el 12 de junio de 2019. Informe técnico CICESE No. 24275, Serie Embarcaciones Oceanográficas, 14 p.

Cadena-Ramírez, J.L. y Castro-Navarro, I. 2019. Reporte de salida de campo a la bahía de Todos Santos, B. C., a bordo de la embarcación menor *Rigel* el 29 de mayo de 2019. Informe técnico CICESE No. 24949, Serie Embarcaciones Oceanográficas, 11 p.

Hogan, C.M. 1973. Definición de Termoclina. Consultado en <<https://es.wikipedia.org/wiki/Termoclina>> el 20 septiembre de 2019.