

# Informe Técnico CICESE Serie Embarcaciones Oceanográficas



## Reporte de actividades realizadas para la salida del Proyecto Estero de Punta Banda, Ensenada, B.C., México 2014.

M.C. Arturo Iván Ocampo Torres (torres@cicese.mx)  
Biol. José Luis Cadena Ramírez (jlcadena@cicese.mx)



**CICESE**<sup>MR</sup>

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior  
de Ensenada, Baja California. División de Oceanología.  
Departamento de Embarcaciones Oceanográficas.



Derechos Reservados © CICESE 2021

## Contenido.

	Página
Lista de Tablas.	ii
Lista de Figuras.	ii
Resumen.	iii
1. Introducción.	1
2. Objetivos de la salida de campo.	1
3. Metodología.	1
3.1 Instalación de sensores por medio de buceo.	2
3.2 Área de estudio.	2
4. Instrumentación.	4
4.1 CTD modelo SB16.	4
4.2 Grabador de Mareas y Oleaje (WAVE & TIDE Recorder SBE 26 SEAGAUGE).	5
4.3 Sensor RBR virtuoso.	6
4.4 CTD CastAway.	6
5. Recuperación e instalación de sensor SBE (posteriormente RBR virtuoso).	8
5.1 Certificado de calibración de fábrica del CTD.	10
6. Agradecimientos.	12
7. Bibliografía.	13

## Lista de Figuras.

Figura		Página
1	Área de estudio, Estero de Punta Banda, Ensenada, B.C., México (tomado de Google Earth).	4
2	Sensor Seabird electronics modelo SB16	5
3	Sensor Seabird electronics modelo SB26	5
4	Sensor RBR, modelo virtuoso, utilizado en el proyecto EPB	6
5	CTD CastAway	7
6	Perfiles presentados por el CTD CastAway en campo	7
7	Sensores Modelos SBE EPB	8
8A	Recuperación de sensor Seabird en la cabecera del EPB	8
8B	Recuperación de sensor Seabird en la cabecera del EPB	9
9	Buzo regresa superficie después de instalar sensor SBE	9
10	Investigador perfilando la columna vertical del agua con CTD	10
11	Hoja de calibración de fábrica del CTD (proporcionada por el fabricante)	11
12	Se observan perfiles de conductividad y salinidad	12

## Lista de Tablas.

Tabla		Página
I	Posiciones y parámetros tomados en las estaciones de CTD	12

**Resumen.**

Se documentan los equipos oceanográficos utilizados para el trabajo realizado en el Estero de Punta Banda (EPB) en Ensenada, B.C., México, de abril a noviembre del 2014, para la instalación y recuperación de sensores de presión a diferentes profundidades, marca SeaBird Electronics (SBE), SB26 y SB16, y otro equipo de la marca RBR virtuoso (correntómetro), así como lances verticales de la columna de agua con CTD, en algunas de las salidas, en una red establecida en el Estero de Punta Banda.

Palabras claves: Estero de Punta Banda, Ensenada, sensores de presión, CTD.

## **1.- Introducción.**

En el mes de abril, se instalaron dos sensores de presión, marca SeaBird Electronics (para información técnica consultar <http://www.seabird.com>), modelo SB26 y SB16, en el Estero de Punta Banda (EPB), en Ensenada, B.C., México, uno de ellos en la cabeza del estero ( $31^{\circ} 42.123'N$  y  $116^{\circ} 38.209'W$ ) y otro en la boca del estero ( $31^{\circ} 46.078'N$  y  $116^{\circ} 36.697'W$ ), a bordo de la embarcación *Genus* operada por el Departamento de Embarcaciones Oceanográficas (DEO) del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE). El Objetivo principal fue medir la entrada y salida de la corriente de marea en el EPB. Mediante buceo se instalaron los dos sensores de presión a diferentes profundidades; uno en la boca a una profundidad aproximada de 6.0 m y el otro en la cabeza a una profundidad aproximada de a 1.5 m. También se realizó una "línea L" de 16 estaciones de perfiles con el CTD (Sontek CastAway) a lo largo de del EPB (Tabla I). Se hicieron varias salidas al EPB (24 de abril, 24 y 25 de mayo, 11 de junio, 9 de julio, 25 de septiembre y 27 de noviembre), en las cuales se revisó y/o se cambió el sensor para su mantenimiento en CICESE (descargar los datos de los instrumentos, cambio de baterías, una limpieza). Posteriormente por cuestiones técnicas (mayores y mejores mediciones) se decidió cambiar un sensor SB16, por un sensor BRB virtuoso. En la mayoría de las salidas se hicieron los lances del CTD en la malla de estaciones.

En este informe sólo se describen los instrumentos utilizados para el proyecto, los datos obtenidos se utilizaron para la elaboración de la tesis de maestría en ciencias en Oceanografía Física de Braulio Juárez-Araiza (2016).

## **2.- Objetivos de la salida de campo.**

Instalación, recuperación y mantenimiento de sensores de presión a diferentes profundidades, marca SeaBird Electronics modelo SB26 y SB16, así como un correntómetro RBR virtuoso. También se hicieron lances verticales de la columna de agua con CTD (CastAway) en el EPB.

## **3.- Metodología.**

El 23 de abril del 2014, se dio inicio al proyecto Estero de Punta Banda (EPB), en Ensenada, B.C., a cargo del Dr. José Gómez Valdez, con el objetivo de monitorear el EPB, y

generar datos para el curso: “Introducción a la Hidrodinámica de Lagunas Costeras y Estuarios” (IHLCyE), que fue impartido por el Dr. Arnoldo Valle-Levinson (Depto. Oceanografía Civil y Costera) de la Universidad de Florida. Se llevaron dos “pesos muertos” con el objetivo de instalar los equipos oceanográficos en el mismo sitio de trabajo, poder recuperar los instrumentos, y volver a ponerlos exactamente en el mismo lugar. Del 23 al 25 de mayo se realizó la salida práctica del curso IHLCyE, el 25 de mayo se recuperaron los sensores de presión para usar los datos en la segunda parte del curso en CICESE. Posteriormente en otras salidas de campo al EPB (cómo se mencionó anteriormente) se volvieron a instalar los sensores de presión en los mismos sitios de anclaje, se dejaron por un período de cuatro meses, se recuperaron para cambiar baterías y darle un pequeño mantenimiento a los instrumentos, sobre todo limpiarlos debido a que se le incrustaron (pegaron) larvas pelágicas del plancton, organismos que necesitan un sustrato para fijarse y seguir su desarrollo, los datos registrados por los sensores pueden ser de mala calidad (presentar “ruido”) o incluso ya no registrar datos.

Los datos de los sensores, así como del CTD, fueron utilizados para una tesis de maestría (Juárez-Araiza, 2016) en el Departamento de Oceanografía Física (DOF), cualquier relación o interés por los datos dirigirse con el responsable del Proyecto el Dr. Gómez Valdez (DOF) en CICESE.

### 3.1.- Instalación de sensores por medio de buceo.

Para colocar los instrumentos oceanográficos en el fondo del estero fue muy importante utilizar la EM *Genus*, para navegar a los puntos establecidos para los muestreos, donde se instalaron las estructuras de metal-peso muerto que sirvieron para montar los equipos oceanográficos durante el estudio hidrográfico del EPB. Fue fundamental el buceo subacuático para la instalación y recuperación de los sensores del fondo.

### 3.2.- Área de estudio.

En la zona de estudio predomina un clima semiárido templado, con una temperatura media anual de  $16 \pm 9.6$  °C. El régimen de lluvias es invernal con una precipitación anual entre 200 y 300 mm. Se localiza entre los 31° 40' y 31° 48' de latitud Norte y los 116° 34' y los 116° 40' de longitud Oeste a 13 km al Sur de La Ciudad de Ensenada. Con una superficie de 20km<sup>2</sup>

el estero se extiende de Norte a Sur en la parte terminal costera de una cuenca sedimentaria denominada valle de Maneadero (Becerril-Morales, 1998) (Fig. 1). Este valle consta principalmente de terrenos de cultivo que limitan al estero en su parte Norte y Este. Al Sur, se extiende transversalmente un cuerpo montañoso que termina en la península de Punta Banda, dónde este cuerpo montañoso quizás esté generando microclimas específicos para el lugar, en su parte Oeste el Estero tiene la influencia de la Bahía Todos Santos (Becerril-Morales, 1998). El EPB presenta una forma de “L” (Campuzano-Hernández, 2010) tiene comunicación directa con la Bahía de Todos Santos por medio de una abertura (boca) en su parte Noroeste. El EPB está separado de la bahía por una barra de arena de 7.5 km de largo que parte de la base península de Punta Banda. Su canal principal es paralelo a la barra de arena en los primeros 7 km curveándose hacia el Sureste en los últimos 3 km.

El Estero tiene 11 km de longitud y 800 m de ancho (Campuzano-Hernández, 2010) y una profundidad máxima de 7 m registrada en su boca y en el punto donde el canal se vuelve perpendicular a la barra de arena (De-La-Paz-Vela, 1978), se atribuye el origen del estero al agua capturada entre la barra de arena y la planicie costera de la cuenca estuarina (hoy seca) del Valle del Maneadero, B.C.

Los estudios de la hidrografía del Estero de Punta Banda indican que, bajo las condiciones normales, la evaporación excede a la precipitación y a las descargas de agua dulce en conjunto, en consecuencia, por lo general la salinidad del estero aumenta desde la boca hacia la cabeza (valores). Sin embargo, durante la temporada de lluvias que ocurren en invierno de algunos años, los aportes de agua dulce pueden exceder las pérdidas por evaporación (Campuzano-Hernández, 2010).

Las corrientes más fuertes se encuentran en la boca del estero y su velocidad disminuye hacia la cabeza del sistema. Las corrientes son principalmente de marea viva o pleamar y están orientadas a lo largo del eje del canal principal. En cuanto al sedimento, existe un flujo neto hacia afuera del estero que se considera suficiente para mantener la condición natural de “autodragado” en la región de la boca. Sin embargo, hacia el interior del estero el transporte de sedimento resulta considerablemente menor que en la región de la boca, y es prácticamente nulo en la región de la cabeza (Campuzano-Hernández, 2010).

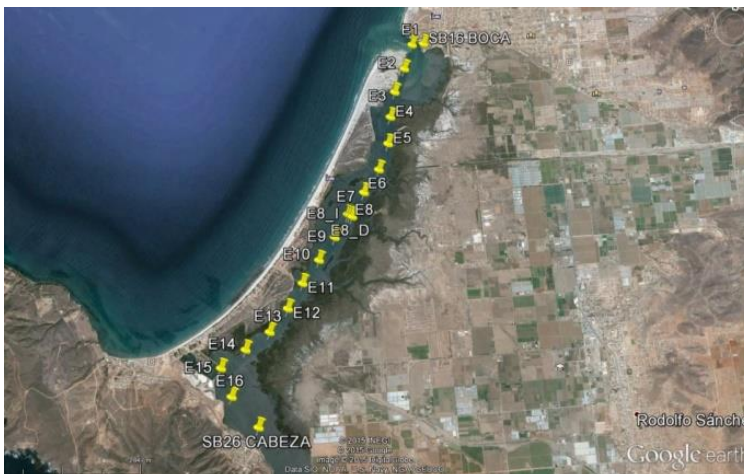


Figura 1.- Área de estudio del EPB, Ensenada, B.C., México (tomado de Google Earth).

#### 4.- Instrumentación.

En esta sección se describen los instrumentos oceanográficos utilizados en las salidas de campo del proyecto EPB, Ensenada, B.C., México.

A continuación, se hace una descripción general de los sensores instalados a diferentes profundidades en la boca y cabecera en el EPB, los modelos fueron SeaBird Electronics SB16 y SB26 (Fig. 2), las especificaciones de dichos sensores pueden verse en <http://www.seabird.com/>.

##### 4.1.- CTD modelo SB16.

El SBE 16plus V2 SeaCAT es un registrador de conductividad y temperatura (presión opcional) de alta precisión diseñado para amarres u otros despliegues de larga duración en sitios fijos. Admite numerosos sensores auxiliares (oxígeno disuelto, pH, turbidez, fluorescencia, aceite, PAR, etc.)



Figura 2.- Sensor Seabird electronics modelo SB16.

#### 4.2.- Grabador de Mareas y Oleaje (WAVE & TIDE Recorder SBE 26 SEAGAUGE).

Integra medidas del nivel de agua y caracteriza oleajes con una rápida ráfaga de muestreo intercalado a más de 4 Hz. Combina un sensor de presión, reloj de precisión, un termómetro de precisión y un sensor opcional de conductividad para proporcionar datos de nivel de agua, oleaje, temperatura y salinidad con una alta resolución y exactitud. Se trata de un aparato ideal para la monitoreo litoral y portuaria de múltiples aplicaciones (Fig. 3).



Figura 3.- Sensor Seabird electronics modelo SB26.



#### 4.3.- Sensor RBR virtuoso.

Los registradores de mareas y olas brindan la facilidad y flexibilidad para establecer el mejor régimen de muestreo para sus mediciones. Ambos registradores toman promedios de las lecturas de presión durante períodos de tiempo más largos y a velocidades de hasta 16 Hz para proporcionar lecturas precisas del nivel de la marea (Fig. 4).



Figura 4.- Sensor RBR modelo virtuoso para oleaje.

#### 4.4.- CTD CastAway.

Los datos de los perfiles de la columna de agua fueron medidos por un CTD CastAway (Sontek, 2010) (Fig. 5), este CTD trae incorporado un Geo Posicionador Satelital (GPS), en cada lance no sólo se obtiene los datos de salinidad, temperatura, conductividad y presión (profundidad), sino la posición en latitud y longitud del lugar donde se están tomando los datos, así como la fecha. También trae un reloj para saber la hora a la que se realizó el lance. Es importante encender el CTD unos 5 minutos antes, para que se “posicione” el GPS, y el CTD indica cuando está “listo” para usarse. Este CTD no debe usarse por seguridad en profundidades mayores a 90 m (270 ft). Utiliza 4 baterías alcalinas tipo AA (para más detalles puede consultarse en <http://www.sontek.com/productsdetail.php?CastAway-CTD-11>).



Figura 5.- CTD CastAway.

Se hace referencia a cada transmisión del CastAway-CTD con la hora y la ubicación utilizando su receptor GPS integrado. La latitud y la longitud se adquieren antes y después de cada perfil. Los gráficos de conductividad, temperatura, salinidad y velocidad del sonido frente a la profundidad se pueden ver inmediatamente en la pantalla LCD en color integrada del CastAway en el campo. Los datos brutos se pueden descargar fácilmente a través de Bluetooth a una computadora con Windows para un análisis detallado y/o exportar en cualquier momento (Fig. 6).

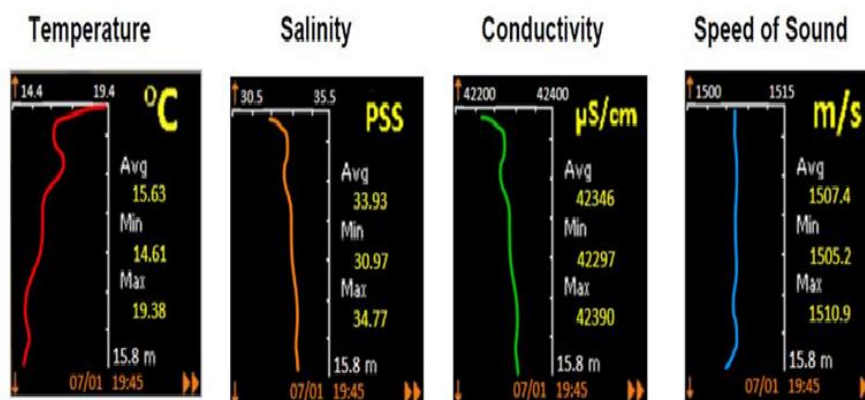


Figura 6.- Perfiles presentados por el CTD CastAway en campo.

## 5.- Recuperación e instalación de sensor SBE (posteriormente RBR virtuoso).

Uno de los objetivos de la salida fue cambiar los dos sensores anclados a diferentes profundidades en el fondo del EPB (Fig. 7), para recuperación de datos y cambio de baterías. El sensor Seabird Electronics (SBE) un registrador de conductividad y temperatura fue recuperado y cambiado para su mantenimiento, limpieza y ordeña de datos en la cabecera del EPB instalado a 1.5 m de profundidad.



Figura 7.- Sensores Modelos SBE EPB (figura hecha con Google Earth).

Recuperación del sensor instalado en la cabeza del EPB a una profundidad aproximada de 1.5 m, este sensor SBE registro conductividad y temperatura, fue recuperado para su mantenimiento, limpieza y descarga de los datos almacenados en la memoria (Figs. 8A y 8B).



Figura 8A.- Recuperación de sensor SBE en la cabecera del EPB.

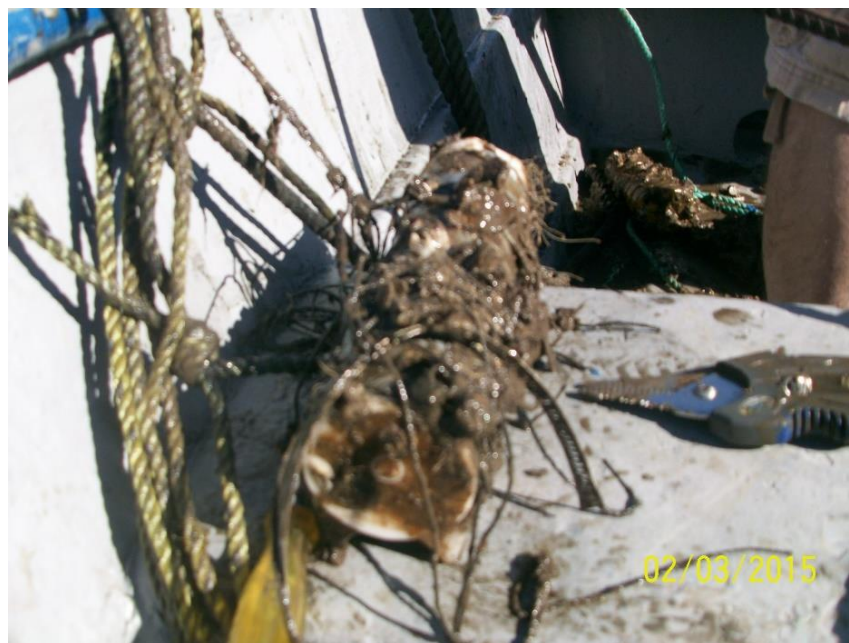


Figura 8B.- Recuperación de sensor SBE en la cabecera del EPB.

El segundo sensor SBE fue recuperado en la boca de entrada del agua que proviene de la Bahía de Todos Santos al EPB, aproximadamente a 4 m de profundidad por medio de buceo (SCUBA), situado muy cerca de la rampa de acceso al agua del Hotel *Estero Beach* (Fig. 9).



Figura 9.- Buzos regresando a superficie después de instalar sensor SBE.

Durante una de las salidas de campo se muestra el momento cuando se está realizando el perfil de la columna vertical del agua con el CTD CastAway (Fig. 10) es bajado manualmente, a bordo de la EM *Genus*. Es un CTD de dimensiones pequeñas, de poco peso y robusto, el instrumento es fácil de implementar, no requiere bomba y está diseñado hidrodinámicamente para una tasa de caída libre de 1 m/s. La pantalla de visualización de datos en tiempo real integrada, el sensor GPS interno y la transferencia de datos inalámbrica automatizada son características únicas que simplifican la recopilación de datos.



Figura 10.- Investigador perfilando la columna vertical del agua con CTD en una de las estaciones.

#### 5.1.- Certificado de calibración de fábrica del CTD.

También se presenta el certificado de calibración de fábrica del CTD, donde se puede apreciar el registro de fecha, tipo de sistema (CastAway), número de serie, presión aprobada, conductividad aprobada, temperatura aprobada y GPS aprobado (Fig. 11).



a xylem brand

9940 Summers Ridge Road  
San Diego, CA 92121  
Tel: (858) 546-8327  
support@sontek.com

### CALIBRATION CERTIFICATE

#### System Info

System Type	CastAway-CTD
Serial Number	CC1234002
Firmware Version	1.50
Calibration Date	10/3/2012

#### Power

Standby Mode (A)	0.2150 / PASS
Supply Voltage	2.9V

#### Calibration

Pressure	Passed
Conductivity	Passed
Temperature	Passed
GPS	Passed

Verified by: NVnguyen

Date: 10/4/2012

Figura 11.- Hoja de calibracion de fabrica del CTD (proporcionada por el fabricante).

El agua de casi todos los lagos, ríos, estuarios y océanos está estratificada en diferentes capas. La formación de estas capas suele estar determinada por la temperatura, la salinidad y/o la densidad. En general, el agua fría es más densa que el agua caliente, mientras que el agua salada es más densa que el agua dulce. El agua más densa generalmente tiende a asentarse cerca del fondo, mientras que el agua menos densa tiende a fluir hacia la superficie. Las condiciones de temperatura en una capa pueden ser notablemente diferentes de las condiciones en otra capa. El límite entre dos capas con diferente temperatura se llama termoclina. Las diferentes salinidades a menudo se estratificarán en capas, especialmente donde vienen las aguas dulces y saladas juntos. El límite donde hay un cambio notable en la salinidad se llama haloclina. Asimismo, un cambio en la densidad se llama picnoclina. En aguas costeras la picnoclina suele coincidir con la haloclina porque la densidad del agua está directamente relacionada con la temperatura y la salinidad (Sontek, 2010). Los datos brutos se pueden descargar fácilmente a través de Bluetooth a una computadora con Windows para un análisis detallado y/o exportar en cualquier momento (Fig. 12).

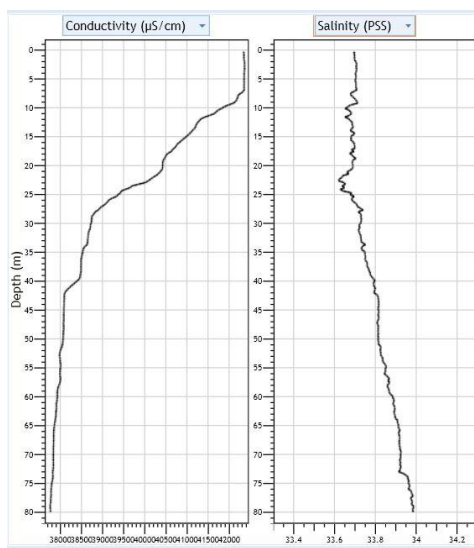


Figura 12.- Se observan perfiles de conductividad y salinidad.

Las posiciones de los lances de CTD se pueden ver en la tabla X, se muestra la posición, así como los parámetros que se tomaron en cada estación.

Tabla I. Posiciones y parámetros tomados en las estaciones de CTD.

	Línea	Posición	Línea CTD Estero	Prof (pies)	Temp.(H2O)	Fecha	Hora(Local)	Temp.(Aire)
E1	A	31° 46.495'N	116° 37.108'W					
E2	B	31° 46.224'N	116° 37.177'W					
E3	C	31° 45.962'N	116° 37.269'W					
E4	D	31° 45.689'N	116° 37.294'W					
E5	E	31° 45.404'N	116° 37.295'W					
E6	F	31° 45.123'N	116° 37.376'W					
E7	G	31° 44.872'N	116° 37.529'W					
E8	H	31° 44.623'N	116° 37.671'W					
E8_Dere	H_Derec	31° 44.613'N	116° 37.641'W					
E8_Izquier	H_Izquier	31° 44.631'N	116° 37.696'W					
E9	I	31° 44.387'N	116° 37.823'W					
E10	J	31° 44.143'N	116° 37.981'W					
E11	K	31° 43.896'N	116° 38.145'W					
E12	L	31° 43.634'N	116° 38.284'W					
E13	M	31° 43.389'N	116° 38.465'W					
E14	N	31° 43.196'N	116° 38.718'W					
E15	O	31° 42.997'N	116° 38.718'W					
E16	P	31° 42.735'N	116° 38.815'W					

## 6.- Agradecimientos.

Se agradece a los participantes M.C. Erick Rivera Lemus, Iván Castro Sandoval, Dr. José Gómez Valdés, Dr. Leonardo Tenorio, M.C. Braulio Juárez, así como al apoyo administrativo de Laura Ramírez Hernández, Guadalupe Pacheco Cabrera y Julieta Castro Navarro, al jefe del Departamento de Embarcaciones Oceanográficas Ocean. Daniel Loya Salinas y al Ing. Juan Carlos Leñero Vázquez por la logística para llevar a cabo todas las salidas para realizar con éxito el Proyecto Estero de Punta Banda.

## 7.- Bibliografía.

- Becerril-Morales, F. 1998. Interacción Ecológica: conducta de forrajeo y territorialidad entre *Calidris mauri* y *Calidris minutilla* (CHARADRIIFORMES: Scolopacidae) en el Estero Punta Banda (B.C., México), en la temporada invernal de 1996-1997. Tesis de Maestría en Ciencias en Ecología Marina. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, 80 pág.
- Campuzano-Hernández, A.C. 2010. Función de un sistema estuarino para subadultos y adultos del lenguado de California *Paralichthys californicus*. Tesis de Maestría en Ciencias en Ecología Marina. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, 61 pág.
- De-La-Paz-Vela, R. 1978. Hidrodinámica y dispersión de contaminantes en el Estero de Punta Banda, B.C. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California, 40 pág.
- Juárez-Araiza, B. 2016. Consecuencias de un forzamiento mareal tipo mixto semidiurno en una laguna costera somera. Tesis de Maestría en Ciencias en Oceanografía Física, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, 62 pág.
- Sontek, 2010. Principios de funcionamiento de CTD CastAway. Consultado el 14 de agosto del 2020, de <https://www.sontek.com/media/pdfs/castaway-ctd-principles-of-operation.pdf>