



Technical report of the Oceanographic Cruise Profrentes-00 in the Nayarit coast (january 20-21, 2016)

Reporte técnico del Crucero Oceanográfico Profrentes-00 en la costa de Nayarit (Enero 20-21, 2016)

Inda-Díaz E. A.¹, Romero-Bañuelos C. A.², Cepeda-Morales J.³, Hernández Almeida O. U.¹,
Largier J.⁴, Bernal-Jaspeado T. S.⁵

¹ Laboratorio de Oceanografía Biológica. Edificio CEMIC-01 Universidad Autónoma de Nayarit. Cd. de la
Cultura S/N. Colonia Centro. Tepic, Nayarit. C.P. 63000. México

² Laboratorio de Toxicología Ambiental. Universidad Autónoma de Nayarit. Cd. de la Cultura S/N.
Colonia Centro. Tepic, Nayarit. C.P. 63000. México

³ Laboratorio de Percepción Remota Satelital de Ecosistemas. Centro Nayarita de Innovación y Transferencia Tecnológica
A.C. (CENIT2). Calle 3 esquina con Av. 9 s/n. Ciudad Industrial. Tepic, Nayarit. C.P. 63173. México

⁴ Bodega Marine Laboratory. 2099 Westshore Rd. Bodega Bay, CA 94923. United States of America.

⁵ Programa de Biología. Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera Tepic-Compostela Km. 9.
Xalisco, Nayarit. C.P. 63780. México

Cite this paper/Como citar este artículo: Inda-Díaz E. A., Romero-Bañuelos C. A., Cepeda-Morales J., Hernández Almeida O. U., Largier J., Bernal-Jaspeado T. S. (2018). Technical report of the Oceanographic Cruise Profrentes-00 in the Nayarit coast (january 20-21, 2016). *Revista Bio Ciencias* 5, e376. doi: <https://doi.org/10.15741/revbio.05.e376>



ABSTRACT

Hydrographic data from 8 CTD stations and 4 transects are reported. The oceanographic campaign PROFRENTES-00 took place from January 20th to 21st 2016 on board of the RV 'Don Emilio M. González' of the University of Nayarit, around the Santiago river plume in front of its mouth 'Boca del Asadero'. This sampling was part of the project 'Physical-biological processes in river plume fronts of the Mexican Pacific' (Conacyt: I010/532/2014 MOD.ORD/42/2014 CB-2014-01 241916). Vertical profiles for each station are reported, physical variables measured were temperature, salinity, density anomaly, dissolved oxygen, fluorescence, and turbidity; as well as surface transects of continuous measurements of the same variables.

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: October 16th 2017.

Accepted/Aceptado: December 15th 2017.

Available on line/Publicado: November 14th 2018.

***Corresponding Author:** Emilio A. Inda-Díaz. Laboratorio de Oceanografía Biológica. Edificio CEMIC-01. Universidad Autónoma de Nayarit. Cd. de la Cultura S/N. Colonia Centro. Tepic, Nayarit. C.P. 63000 Teléfono: + 52 311 2118800 ext. 8916. E-mail: eindad@uan.edu.mx

RESUMEN

Se reportan los datos hidrográficos de 8 estaciones y 4 transectos de CTD realizados del 20 al 21 de Enero de 2016 durante la campaña oceanográfica PROFRENTES-00, a bordo del Buque Oceanográfico PROFRENTES-00, a bordo del Buque Oceanográfico "Don Emilio M. González" de la Universidad Autónoma de Nayarit, en la zona de la pluma del río Santiago frente a la Boca del Asadero. Dicho muestreo se realizó como parte del proyecto 'Procesos físico-biológicos en frentes de pluma de río del Pacífico Mexicano' (Conacyt: I010/532/2014 MOD.ORD/42/2014 CB-2014-01 241916). En este reporte se presentan para cada estación perfiles verticales de temperatura, salinidad, anomalía de densidad, oxígeno disuelto, fluorescencia y turbidez. Transectos con medición continua de temperatura, salinidad, anomalía de densidad, oxígeno disuelto, fluorescencia y turbidez.

PALABRAS CLAVE

Prospección; Datos hidrográficos Enero 2016; Frentes y pluma del río Santiago; Plataforma Continental de Nayarit.

KEY WORDS

Prospection; January 2016 hydrographic data; Santiago river plume and fronts; Nayarit's continental shelf.

Introduction

The oceanographic campaign on board R/V Don Emilio M. González (property of Autonomous University of Nayarit) was conducted during January 20th and 21st 2016 nearby Santiago river plume zone in front of 'Boca del Asadero'. As part of the project 'Physical-biological processes in river plume fronts of the Mexican Pacific' (Conacyt: I010/532/2014 MOD. ORD/42/2014 CB-2014-01 241916), it was named PROFRENTES-00.

The river plume fronts, hydrographic structures formed by continental freshwater systems run-offs to the sea, are key processes on coastal productivity, hydrological cycle, and thermodynamics stability of coastal seas (Martínez-Flores *et al.*, 2011). The fronts between the plumes and adjacent waters in transition zones highly influence circulation, productivity, sediment dynamics, and water quality in coastal zones, despite the importance for several processes and biological communities, those are not completely understood (Largier, 1993).

The incomparable potential capacity to transport terrigenous sediments, nutrients and pollutants is under the influence of river flow, tides, and meteorological conditions. The river mouths near areas are usually highly productive, and these could sustain commercial fisheries (Pritchard, 2000). Such frontal zones concentrate high phytoplankton biomass (Franks, 1992) that could promote energy transfer to upper trophic levels (as zooplankton and minor pelagic fishes). On the other hand, the accumulation and availability of plankton in frontal zones has been widely documented, both due to *in situ* production and accumulation by convergence in the front (Brandt, 1993), suggesting that transport processes are very important.

Among other processes, fronts influence retention and recruitment of planktonic larvae of commercial interest organisms such as fish, mollusks (bivalves, cephalopods, and gastropods), and crustaceans (Largier, 1993). So, river plume fronts are very important for coastal productivity, including fisheries.

Introducción

Los días 20 y 21 de Enero de 2016 se realizó el crucero oceanográfico en el área de la pluma del río Santiago frente a la 'Boca del Asadero', la campaña fue nombrada PROFRENTES-00, se llevó a cabo a bordo del B/O Don Emilio M. González propiedad de la Universidad Autónoma de Nayarit, y forma parte del trabajo del proyecto 'Procesos físico-biológicos en frentes de pluma de río del Pacífico Mexicano' (Conacyt: I010/532/2014 MOD. ORD/42/2014 CB-2014-01 241916).

Las plumas de río, formadas por la descarga de agua de sistemas acuáticos continentales hacia el mar a través de su boca, juega un papel muy importante en la productividad, ciclo hidrológico y estabilidad termodinámica de los mares costeros (Martínez-Flores *et al.*, 2011). Los frentes entre las plumas de río y aguas adyacentes influyen fuertemente la circulación, productividad, dinámica de los sedimentos, y calidad de agua de la zona, pero a pesar de dicha importancia para numerosos procesos, el entendimiento que se tiene de ellos es poco (Largier, 1993).

El potencial de las plumas de río para transferir sedimentos terrígenos, nutrientes y contaminantes, es incomparable y está sujeto a la variación natural del flujo de los ríos, las mareas, y las condiciones meteorológicas. Las cercanías de las desembocaduras de los ríos tienden a ser zonas altamente productivas que pueden mantener pesquerías comerciales (Pritchard, 2000). Dichas zonas frontales se caracterizan por alta concentración de biomasa de fitoplancton (Franks, 1992), que en muchos casos promueve la actividad en niveles tróficos superiores (por ejemplo, zooplancton y pelágicos menores). Por otro lado, ha sido documentado ampliamente la acumulación y disponibilidad de plancton en las zonas frontales, tanto por la producción *in situ* como al proceso de transporte y acumulación por convergencia hacia el frente (Brandt, 1993), sugiriendo que los procesos de transporte son muy importantes también.

Entre otros procesos, los frentes influyen en la retención y el reclutamiento de larvas planctónicas de diversos organismos de interés comercial tales como los peces, moluscos (bivalvos, cefalópodos, y gasterópodos), y crustáceos (Largier, 1993). De modo que, de manera directa, los frentes de pluma de río son muy importantes para la productividad costera, incluyendo las pesquerías.

In the Gulf of California, on southern continental shelf in front of Sinaloa and Nayarit, the occurrence of these fronts has been documented through satellite images (Martínez-Flores *et al.*, 2011), but also through foam accumulation, floating material, fish and bird activity, and the presence of the whale shark (*Rhincodon typus*) which indicates a high concentration of zooplankton biomass given their dietary needs (Murillo-Olmeda, 2010; Ketchum *et al.*, 2012).

Project aim

The overall objective of the project is to describe the physical structure of the Santiago river plume, chlorophyll and nutrients concentration, large phytoplankton groups, zooplankton biomass, and fish larvae abundance and community structure. The hydrographic and biological data from this oceanographic campaign will be used in undergrad and grad thesis, as well as scientific publications.

The first objective of this campaign was prospection and recognition of physical and biological variables in the plume area of Santiago river. The second objective was to adjust sampling logistics and board work of scientific crew for subsequent cruises of the project 'Physical-biological processes in river plume fronts of the Mexican Pacific'.

Report objective

The aim of this report is to present the study area of the project and the vertical structure of the Santiago's river plume during January 2016, including temperature, salinity, density anomaly, dissolved oxygen, fluorescence and turbidity. As well as the geographic location of continuous measurements in surface transects of temperature, salinity, density anomaly, dissolved oxygen, fluorescence and turbidity.

In order to use the information in this report, a written permission from project responsible Dr. Emilio A. Inda-Díaz is required (eindad@uan.edu.mx).

Study area

The reported data were obtained in the area of Santiago's river mouth in the Nayarit continental shelf region, from the coastline to approximately 25 km (Figure 1), between 21°42'00" N–20°30'00" N and 105°30'00" W–104°15'00" W. Table 1 summarizes the geographic location, depth, date and time of occupation

Sobre la plataforma continental al sur del Golfo de California ha sido documentada la presencia de estos frentes (Martínez-Flores *et al.*, 2011), a menudo como acumulación de espuma, material flotante, actividad de peces y aves, y la presencia del tiburón ballena (*Rhincodon typus*) el cual indica la elevada concentración de biomasa de zooplancton dadas sus necesidades alimenticias (Murillo-Olmeda, 2010; Ketchum *et al.*, 2012).

Objetivo del proyecto

El objetivo general del proyecto es describir las propiedades físicas de la pluma del río Santiago, concentración de clorofila y nutrientes, la composición de grandes grupos de fitoplancton, la biomasa de zooplancton, la abundancia y estructura comunitaria de larvas de peces. Los datos hidrográficos y biológicos de esta campaña oceanográfica serán utilizados en una tesis de licenciatura y dos de maestría, así como en publicaciones derivadas de éstas y del proyecto mismo.

El primero objetivo de esta campaña fue la prospección y reconocimiento de las variables físicas y biológicas en el área de la pluma del río Santiago. El segundo objetivo fue ajustar la logística de la toma de muestras y trabajo de la tripulación científica para posteriores cruces del proyecto 'Procesos físico-biológicos en frentes de pluma de río del Pacífico Mexicano'.

Objetivo del informe

El objetivo de este informe es presentar el área de estudio del proyecto, la estructura vertical de la pluma del río Santiago durante Enero de 2016, incluyendo las variables de temperatura, salinidad, anomalía de densidad, oxígeno disuelto, fluorescencia y turbidez. Así como la localización geográfica de los transectos superficiales con mediciones continuas de temperatura, salinidad, anomalía de densidad, oxígeno disuelto, fluorescencia y turbidez.

Para hacer uso de la información aquí presentada se requiere autorización por escrito del titular del proyecto Dr. Emilio A. Inda-Díaz (eindad@uan.edu.mx).

Área de estudio

Los datos reportados en este documento fueron tomados en el área de la desembocadura del río Santiago en la región de la plataforma continental de Nayarit, desde la línea de costa hasta los 25 km aproximadamente (Figura 1), entre los 21° 42' 00" y los 20° 30' 00" de latitud Norte y 105° 30' 00" y 104° 15' 00" de longitud Oeste. En la Tabla 1 se resume

of the hydrographic stations. Table 2 summarizes date, time, initial position, final position and length of continuous surface transects.

la información sobre la localización geográfica, profundidad del fondo, fecha y hora de ocupación de las estaciones hidrográficas. En la Tabla 2 se resume la información de fecha,

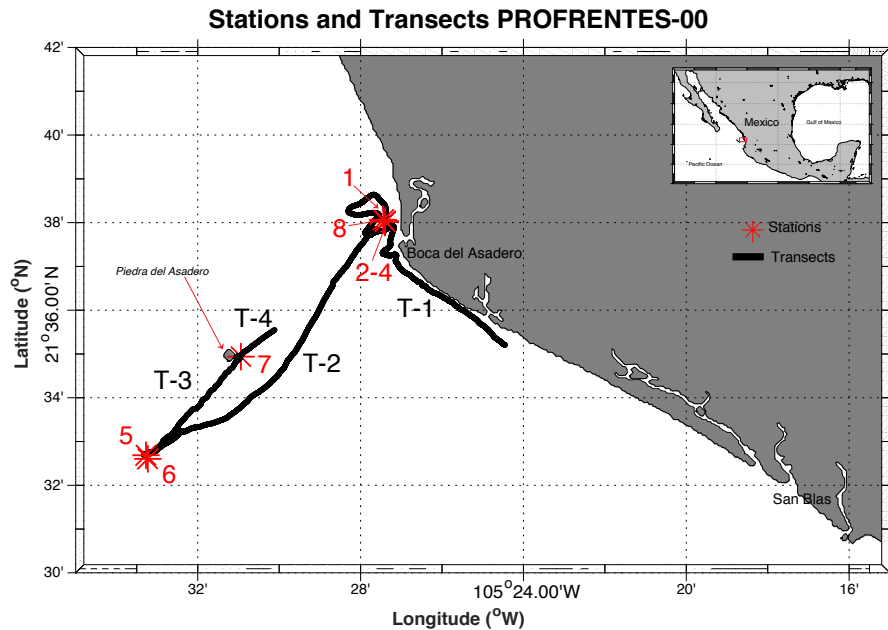


Figure 1. Study area and geographic position of stations and transects.

Figura 1. Área de estudio y posición geográfica de estaciones y transectos.

Table 1.

Geographic position of CTD stations of PROFRENTES-00 campaign. Station data are cast sequential number, name, position, local hour date and depth (m)

Tabla 1.

Posición geográfica de las estaciones de CTD de la campaña PROFRENTES-00. Los datos de cada estación son: número secuencial, nombre, posición, hora local, fecha y profundidad (m).

CAST	STATION	LATITUDE (°N)	LONGITUDE (°W)	HOUR (Local)	DATE (mm/dd/yyyy)	Station DEPTH (m)
230	1	21.6343	-105.4572	11:39:30	01/20/2016	5.4
231	2	21.6338	-105.4568	11:45:39	01/20/2016	5.4
232	3	21.6338	-105.4568	11:51:00	01/20/2016	5.4
233	4	21.6337	-105.4568	12:26:15	01/20/2016	5.4
235	5	21.5449	-105.5549	14:27:05	01/20/2016	37
236	6	21.5437	-105.5537	18:37:52	01/20/2016	39.24
238	7	21.5821	-105.516	21:44:36	01/20/2016	17.28
240	8	21.6337	-105.457	00:12:27	01/21/2016	5.9

Table 2.
Date, hour, starting position, final position of continuous surface transects

Tabla 2.
Fecha, hora, posición inicial y posición final de transectos continuos superficiales

Cast	Transect	Starting Latitude (°n)	Starting Longitude (°w)	Final Latitude (°n)	Final Longitude (°w)	Starting Hour (Local)	Final Hour (Local)	Date
229	1	21.5417	-105.3356	21.6347	-105.4569	09:47:36	11:34:50	01/20/2016
234	2	21.6328	-105.4583	21.5449	-105.5549	13:13:43	14:21:50	01/20/2016
237	3	21.5462	-105.5496	21.5821	-105.516	21:18:59	21:44:36	01/20/2016
239	4	21.5856	-105.5119	21.6337	-105.4570	23:22:00	23:50:21	01/20/2016

Methods

Instruments and Calibration

This section describes the calibration and data acquisition of the SBE-911plus CTD (SCPlusV2_RS232) manufactured by Sea Bird Electronics, Inc., serial number (01907465), which consists of a submarine unit (SBE-911 plus). The SBE-911 unit consists of a pressure box (up to 6800 m deep capacity), containing power sources and electronics for data acquisition and telemetry, in addition to the pressure sensor. Outside there are modular sensors for temperature (SBE 3plus premium), pressure (Digiquartz® Pressure sensor), and conductivity (SBE 4C), which are fed by a constant speed pump controlled seawater flow (30 mls-1). The unit provides up to eight input channels to connect optional sensors; during PROFRENTES-00 campaign extra sensors were used for dissolved oxygen (SBE 43), fluorescence (Fluorometer WET Labs WETstar), and turbidity (Turbidity Meter Seapoint).

CTD Calibration

The processes for pressure, temperature, conductivity and dissolved oxygen sensors calibration in laboratory have been described by Godínez *et al.*, (1995). Table III presents coefficients of the manufacturer's calibration for temperature (T), salinity (S), dissolved oxygen (DO), fluorescence (FI) and turbidity (Tz) used sensors.

CTD Data Acquisition

The obtained data with temperature, salinity, dissolved oxygen, fluorescence and turbidity sensors were stored in the internal memory of the unit, both in

Métodos utilizados

Instrumentos y calibración

En esta sección se describe la calibración y adquisición de datos del CTD modelo SBE-911 plus (SCPlusV2_RS232) fabricado por la compañía Sea Bird Electronics, Inc. con número de serie (01907465), el cual consiste de una unidad submarina (SBE-911 plus). La unidad SBE-911 consta de una caja de presión (con capacidad hasta 6800 m de profundidad), conteniendo en su interior fuentes de poder y la electrónica para adquisición y telemetría de datos, además del sensor de presión. En su exterior tiene sensores modulares de temperatura (SBE 3plus premium), presión (Digiquartz® Pressure sensor), y conductividad (SBE 4C), los cuales son alimentados con flujo controlado de agua de mar por una bomba de velocidad constante (30 mls-1). La unidad provee hasta ocho canales de entrada para conectar sensores opcionales; durante la campaña oceanográfica PROFRENTES-00 se emplearon sensores extras de oxígeno disuelto (SBE 43), fluorescencia (Fluorometer WET Labs WETstar), y turbidez (Turbidity Meter Seapoint).

Calibración del CTD

La manera en que se calibran en laboratorio los sensores de presión, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto ha sido descrita por Godínez *et al.*, (1995). En la Tabla III se presentan los coeficientes de la calibración realizada por el fabricante a los sensores de temperatura (T), salinidad(S), oxígeno disuelto (DO), fluorescencia (FI) y turbidez (Tz), utilizados.

Adquisición de los datos del CTD

Los datos obtenidos con la unidad SBE-911 plus con los sensores temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fluorescencia y turbidez, fueron almacenados en la memoria

Table 3.

Calibration coefficients of sensors. D depth (m), T temperature (°T), C Conductivity (S/m), DO Dissolved oxygen (mL/L), FI Fluorescence (µg/L), Tz Turbidity (NTU).

Tabla 3.

Coefficientes de calibración de los sensores: D profundidad (m), T temperatura (°T), C Conductividad (S/m), DO Oxígeno Disuelto (mL/L), FI Fluorescencia (µg/L), Tz Turbidez (NTU)

Coefficient	D	T	C	DO	FI	Tz
Calibration Date	01/17/2014	01/22/2014	01/22/2014	02/01/2014	08/01/2013	08/01/2013
Serial number	01907465	01907465	01907465	2820	WS3S-835P	1955
Slope	1.00000000	1.00000000	1.00000000			
Offset	0.0000	0.0000	0.00000	-0.4929		
a	2.02902600e+000	1.23902368e-003	-9.98299700e-001	-2.6753e-003		
b	-6.80672200e+001	2.76802378e-004	1.43990000e-001	1.3612e-004		
c	5.24449000e+005	-1.31191594e-006	2.78030100e-004	-2.9724e-006		
d	2.50907500e+001	1.89435487e-007	4.06718800e-005	2.5826e+000		
Cpcor			-9.57000000e-0081.00000000			
CTcor			3.2500e-006			
Cell Const			2000.000			
WBOTC			0.00000000e+000			
Boc				0.0000		
Soc				4.7119e-001		
Pcor				0.00e+000		
Tcor				0.0000		
Tau				1.0900		
Scale Factor					1.00000000e+001	20.000000
Vblank					0.0540	
Dark Voltage					0.076000	

the vertical profiles and transects. Additionally, in the surface transects, they were stored in real time in a computer on deck connected to a load data cable (Sea-Bird Wet-pluggable Load-Bearing data cable MCIL-4FS to DB-9S, 100 m). The technical specifications given by the manufacturer for each sensor are shown in Table 4.

interna de la unidad tanto en los perfiles verticales como en los transectos. Adicionalmente, en los transectos superficiales, se almacenaron en tiempo real en una computadora en cubierta conectada con un cable de datos de carga (Sea-Bird Wet-pluggable Load-Bearing data cable MCIL-4FS to DB-9S, 100 m). Las especificaciones técnicas dadas por el fabricante para cada sensor se muestran en la Tabla 4.

Table 4.
CTD sensor specifications as given by the manufacturer (Sea Bird Electronics).

Tabla 4.
Especificaciones de los sensores del CTD sensor dados por el fabricante (Sea Bird Electronics).

SENSOR	RANGE	PRECISION	RESOLUTION (24 Hz)	STABILITY	RESPONSE TIME
Pressure	0–10,500 m	± 0.015% of full scale	0.001% of full scale	± 0.02% or full year scale	0.015 s
Temperature	-5–35°C	± 0.001 °C	0.0002 °C	0.0002 °C per month	0.065 s
Conductivity	0–7 S/m	± 0.0003 S/m	0.00004 S/m	0.0003 S/m per month	0.065 s
Fluorescence	0.03-75 µg/L	0.03 µg/l			0.125 s
Turbidity	25–4000 NTU	200–2 (mV/NTU)			0.125 s

Vertical profiles were measured by manually lowering the CTD at ~0.5 meters per second. For continuous surface transects, the CTD was placed in an *ad hoc* wooden box (1 m x 0.5 m x 0.5 m) of 250 L, which was fed with seawater pumped at 1 m depth (750 L/min), the residence time of seawater was 20 seconds, and navigation speed 6 knots.

Data processing

The 7.26.7 version of SBE Data Processing© (Sea-Bird Electronics) was used for data processing. This software consists of modules to convert, edit, process and graph oceanographic data obtained with the Sea-Bird 911plus CTD, and is part of the Seasoft V2 software suite 2017 (<http://www.seabird.com/software/sbe-data-processing>).

Se realizaron perfiles verticales bajando el CTD manualmente a una velocidad aproximada de 0.5 m por segundo. Para los transectos continuos se colocó el CTD en un cajón de madera fabricado *ad hoc* (1 m x 0.5 m x 0.5 m) con capacidad de 250 L, mismo que fue alimentado con agua de mar extraída con una bomba de 750 L/min a una profundidad aproximada de 1 m, el tiempo de residencia del agua fue de 20 segundos, y la velocidad de navegación durante los transectos fue de 6 nudos.

Procesamiento de los datos

Para el procesamiento de los datos se utilizó la versión 7.26.7 del software, SBE Data Processing© (Sea-Bird Electronics), la cual consiste en módulos con para convertir, editar, procesar y graficar datos oceanográficos obtenidos con el CTD Sea-Bird 911plus, y es parte de la suite Seasoft V2 software 2017 (<http://www.seabird.com/software/sbe-data-processing>).

Data were downloaded and processed to obtain profiles of measured parameters (temperature, salinity, dissolved oxygen, fluorescence and turbidity) as well as density (derived). During the data processing the 'noise' was reduced, errors eliminated, and calculations were made to finally obtain values at every 0.1 m depth. All "raw" data recorded by the CTD during the cast were processed and converted to conventional units using DATCNV module. Due to the high vertical (profiles) and horizontal (transects) variation in coastal shallow data, the process suggested by the manufacturer (Sea-Bird Electronics, 2017^a) was modified on an empirical basis and the WILDEDIT module was not used.

Due to differences in response time of each sensor, the first step for data processing was to advance measurements using the ALIGNCTD module in 0.05 s temperature and conductivity, 5 s dissolved oxygen, and 0.11 s fluorescence and turbidity. This delay is independent of that due to sensors' conduit position (0.073 s; Sea-Bird INC, 1992), which was automatically adjusted when configuring the SBE-911plus control unit.

To eliminate depth inconsistencies due to boat pitching and manual descent/ascent of the CTD, the data were adjusted in the LOOPEDIT module. All data were maintained (from the surface). Data obtained with a CTD speed of less than 0.1 m were eliminated.

The next step was reduction of undesirable 'noise' (due to different sensor responses) through the FILTER module, using a single pole low-pass filter with a constant of 10 s for temperature, conductivity, fluorescence, dissolved oxygen and turbidity. This filtering is based on the criterion of visually minimizing peak salinity profiles (Morrison et al., 1994). Finally, data were averaged in centered 0.1 m blocks using the BINA VG module.

The reported temperature used to derive variables is ITS-90, the salinity is UPS, density is calculated from the seawater state equation according to the UNESCO proposal (1991) and density anomaly is reported $\gamma\theta$ ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$). The used algorithm to calculate dissolved oxygen concentration uses the Owens and Millard equation

Los datos de cada lance se descargaron y procesaron con menús el software para obtener los perfiles de los parámetros medidos (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fluorescencia y turbidez), así como densidad (derivada). Durante el proceso de datos se disminuyó el 'ruido', se eliminaron errores, y se realizaron cálculos para obtener finalmente valores a cada 0.1 m de profundidad. En el procesamiento se utilizaron todos los datos "crudos" registrados por el CTD durante el lance y fueron convertidos a unidades convencionales por medio del módulo DATCNV. Debido a la alta variación vertical (lances) y horizontal (transectos) de los datos en poca profundidad, el proceso sugerido por el fabricante (Sea-Bird Electronics, 2017^a) fue modificado con una base empírica y el módulo WILDEDIT no fue utilizado.

Debido al tiempo de respuesta de cada sensor, el primer paso para el procesamiento de los datos fue avanzar 0.05 s las mediciones de temperatura y conductividad, 5 s la de oxígeno disuelto, y 0.11 s las de fluorescencia y turbidez; a través del módulo ALIGNCTD. Este desfase en las lecturas es independiente a aquel debido a la posición de los sensores en el conducto (0.073 s; Sea-Bird INC, 1992), mismo que se ajustó automáticamente al configurar la unidad de control SBE-911plus.

Para eliminar las inconsistencias en la profundidad debido al cabeceo del barco, y debido al descenso y ascenso manual del CTD, mismas que invierten el sentido del ascenso o descenso del mismo, los datos fueron ajustados a su profundidad con el módulo LOOPEDIT. Se mantuvieron todos los datos (desde la superficie), Se eliminaron los datos obtenidos con una rapidez del CTD menor a 0.1 m.

El siguiente paso en el procesamiento de los datos fue la reducción del 'ruido' no deseable debido a las diferentes respuestas de los sensores con el módulo FILTER, utilizando un filtro de paso bajo de polo sencillo con una constante de 10 s para temperatura, conductividad, fluorescencia, oxígeno disuelto y turbidez. Este filtrado se basa en el criterio de minimizar visualmente los picos los perfiles de salinidad (Morrison et al., 1994). Finalmente, los datos fueron promediados en bloques centrados de 0.1 m usando el módulo BINA VG.

La temperatura reportada y utilizada para derivar variables es ITS-90, la salinidad es UPS y la densidad es calculada a partir de la ecuación de estado para agua de mar según la propuesta de la UNESCO (1991) y se reporta la anomalía de densidad $\gamma\theta$ ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$). El algoritmo utilizado para el cálculo de la concentración de oxígeno disuelto utiliza la ecuación de Owens

(1985). All these algorithms are performed internally by software provided by (Sea-Bird Electronics, 2017^b; <http://www.seabird.com/software/sbe-data-processing>).

To locate errors that have not been eliminated using the procedures described above, a visual inspection was carried out after the data had been processed. Most of the errors are due to communication failure between the CTD and computer, sometimes they could be due to lack of time to sensors' stabilization at surface, however, for this campaign a special care has been taken to stabilize sensors due to the high vertical and horizontal variation in the physical properties measured in river plumes. These errors are eliminated by editing the original files, reviewing the process, and if necessary is repeated completely.

Resultados

Los datos procesados de cada lance de CTD se presentan en el Anexo 7.1, en cada perfil se muestran los datos generales, datos de variables tabulados y los perfiles verticales. En el caso de los transectos continuos se presentan en el Anexo 7.2, y además de los datos generales y tabulados, se presenta una serie de tiempo de las variables medidas promediadas a cada segundo. La simbología utilizada en los perfiles se describe en la Tabla 5.

& Millard (1985). Todos estos algoritmos se realizan internamente por el software proporcionado por (Sea-Bird Electronics, 2017^b; <http://www.seabird.com/software/sbe-data-processing>).

Posterior al procesamiento de los datos se realiza una inspección visual para localizar errores no eliminados con los procedimientos anteriormente descritos. La mayoría de los errores son por falla en la comunicación entre el CTD y la computadora personal, algunas veces podrían ser debido a que no se dejaron estabilizar los sensores en la superficie del mar al inicio del lance, sin embargo para éste proyecto se ha tenido especial cuidado en estabilizar los sensores el tiempo necesario debido a la alta variación vertical y horizontal en las propiedades medidas en la plumas de río. Estos errores se eliminan mediante edición de los archivos originales, revisión del proceso, y de ser necesario se repite completamente.

Resultados

The processed data of CTD cast are presented in Annex 7.1, general data, tabulated physical variables data and vertical profiles. The surface continuous transects are presented in Annex 7.2, in addition to the general and tabulated data, a time series for measured physical variables averaged each second is presented. The symbols used in the profiles are described in Table 5.

Table 5.
Used abbreviations in CTD vertical profiles headers.

Tabla 5.

Abreviaciones utilizadas en los encabezados de perfiles verticales y transectos superficiales continuos de CTD.

VERTICAL PROFILES		TRANSECTS	
VARIABLE	ABBREVIATION	VARIABLE	ABBREVIATION
Station	St	Transect	Tr
Cast	Ct	Cast	Ct
Latitude (°N)	Lat	Starting Latitude (°N)	Lat_St
Longitude (°W)	Lon	Starting Longitude (°W)	Lon_St
Date (mm-dd-yyyy)	Date	Final Latitude (°N)	Lat_Fn
Hour (hr:mm:ss)	Hr	Final Longitude (°W)	Lon_Fn
Station Depth (m)	St_z	Date (mm-dd-aaaa)	Date
Depth (m)	z	Hour (hr:mm:ss)	Hr
Potential temperature (°C)	Temp	Time (s)	Sec
Salinity	Sal	Potential temperature (°C)	Temp
Density anomaly (kg/m ³)	Dens	Salinity	Sal
Dissolved oxygen (mL/L)	DO	Density anomaly (kg/m ³)	Dens
Fluorescence (µg/L)	Fl	Dissolved oxygen (mL/L)	DO
Turbidity (NTU)	Tz	Fluorescence (µg/L)	Fl
		Turbidity (NTU)	Tz

In addition, below there is a T-S diagram with data of all vertical sets from PROFRENTES-00 oceanographic campaign in front of the Boca del Asadero, in the plume area of the river.

De manera complementaria, a continuación, se presenta un diagrama T-S con los datos de todos los lances verticales realizados durante la campaña oceanográfica PROFRENTES-00 realizado frente a la Boca del Asadero, en el área de la pluma del río.

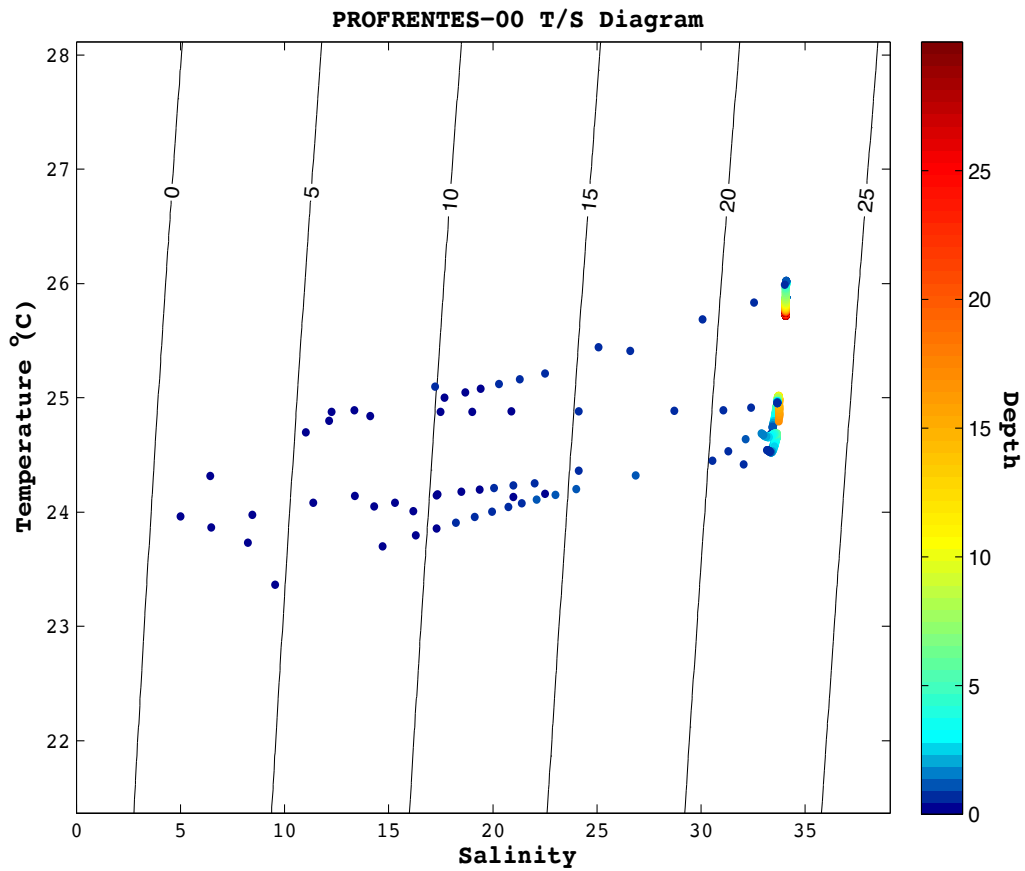


Figure 2. T-S diagram from all CTD cast of the PROFRENTES-00 campaign. Colors are depth (m).

Figura 2. Diagrama T-S de todas los lances de CTE de la campaña PROFRENTES-00. Profundidad en metros (colores).

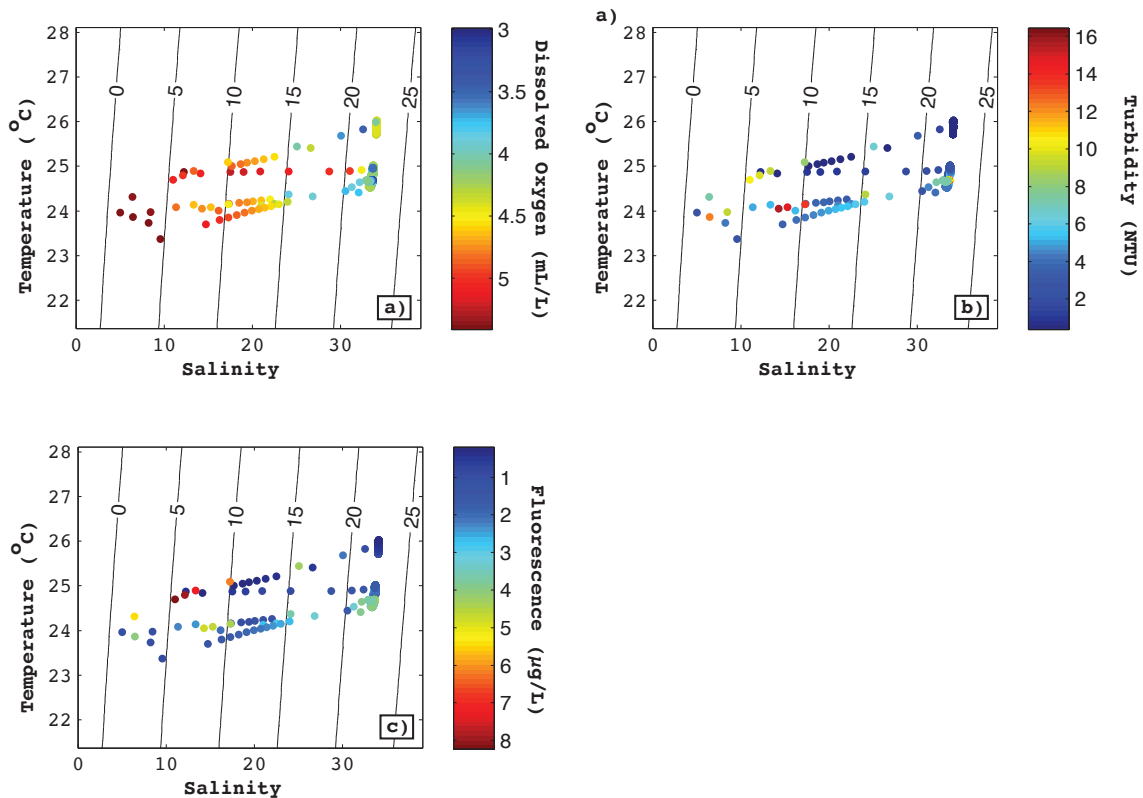


Figure 3. T-S diagrams of CTD stations of PROFRENTES-00 campaign. Colors are (a) dissolved oxygen (ml/l), (b) turbidity (NTU), (c) fluorescence ($\mu\text{g/L}$).

Figure 3. Diagrama T-S de los lances de CTD de la campaña PROFRENTES-00. En colores: (a) oxígeno disuelto (ml/l), (b) turbidez (NTU), (c) fluorescencia ($\mu\text{g/L}$).

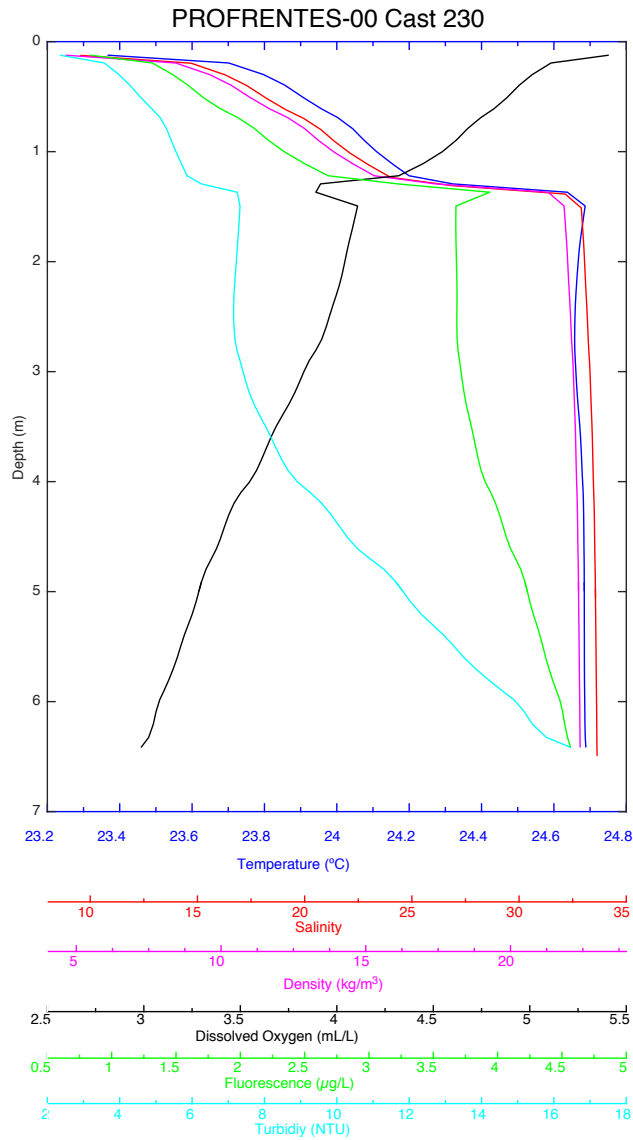
Acknowledgments

This work is part of the project 'Procesos físico-biológicos en frentes de pluma de río del Pacífico Mexicano' (Conacyt: I010/532/2014 MOD.ORD/42/2014 CB-2014-01 241916). It also gives special recognition to the students of the Biological Oceanography Laboratory and Environmental Toxicology Laboratory of the Autonomous University of Nayarit. We thank all the people who helped with any interest to carry out this campaign. Special thanks to Eng. Fidencio Serrano Estrada "Otates," captain of B/O "Don Emilio M. González," and to the students of the National School of Fishing Engineering, who worked as part of the crew. To the National School of Fishing Engineering of the Autonomous University of Nayarit, and in general to all the instances and institutions that made the successful realization of this campaign.

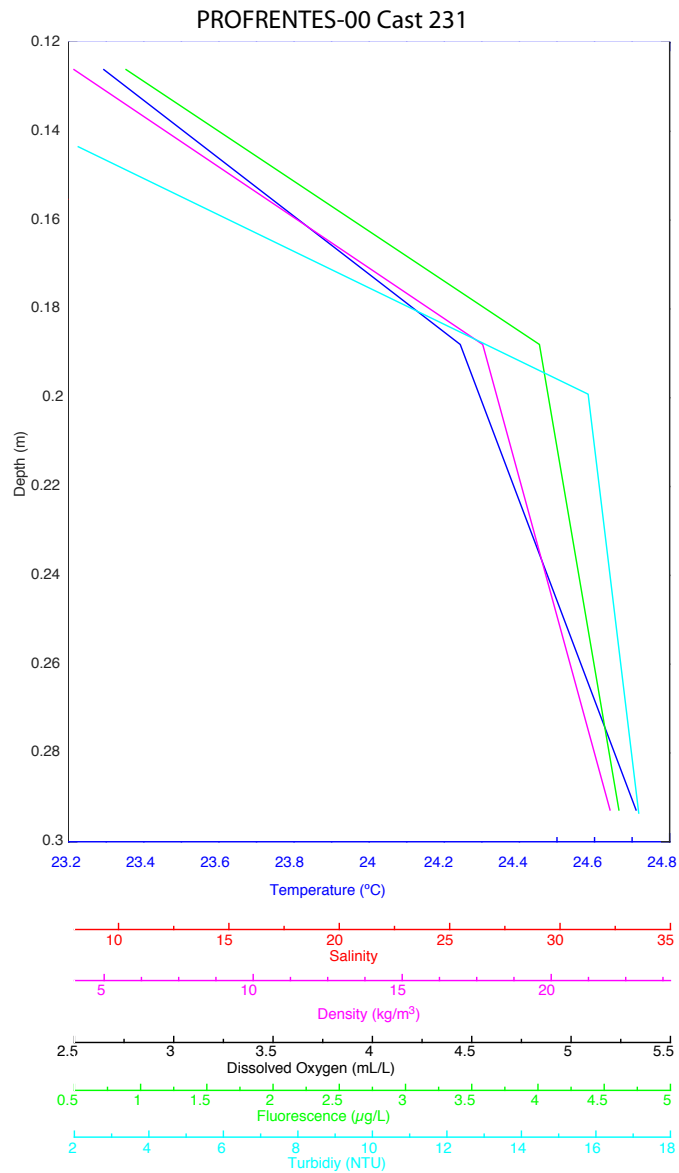
Agradecimientos

Este trabajo es un producto del proyecto 'Procesos físico-biológicos en frentes de pluma de río del Pacífico Mexicano' (Conacyt: I010/532/2014 MOD.ORD/42/2014 CB-2014-01 241916). Además reconoce especialmente a los estudiantes los Laboratorios de Oceanografía Biológica y Toxicología Ambiental de la Universidad Autónoma de Nayarit, y distintas personas que ayudaron sin ningún interés a que se realizara esta campaña. Al Ing. Fidencio Serrano Estrada "Otates", capitán del B/O "Don Emilio M. González", y a los estudiantes de la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera que trabajaron como parte de la tripulación. A la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit, y en general a todas las instancias e instituciones que hicieron la exitosa realización de esta campaña.

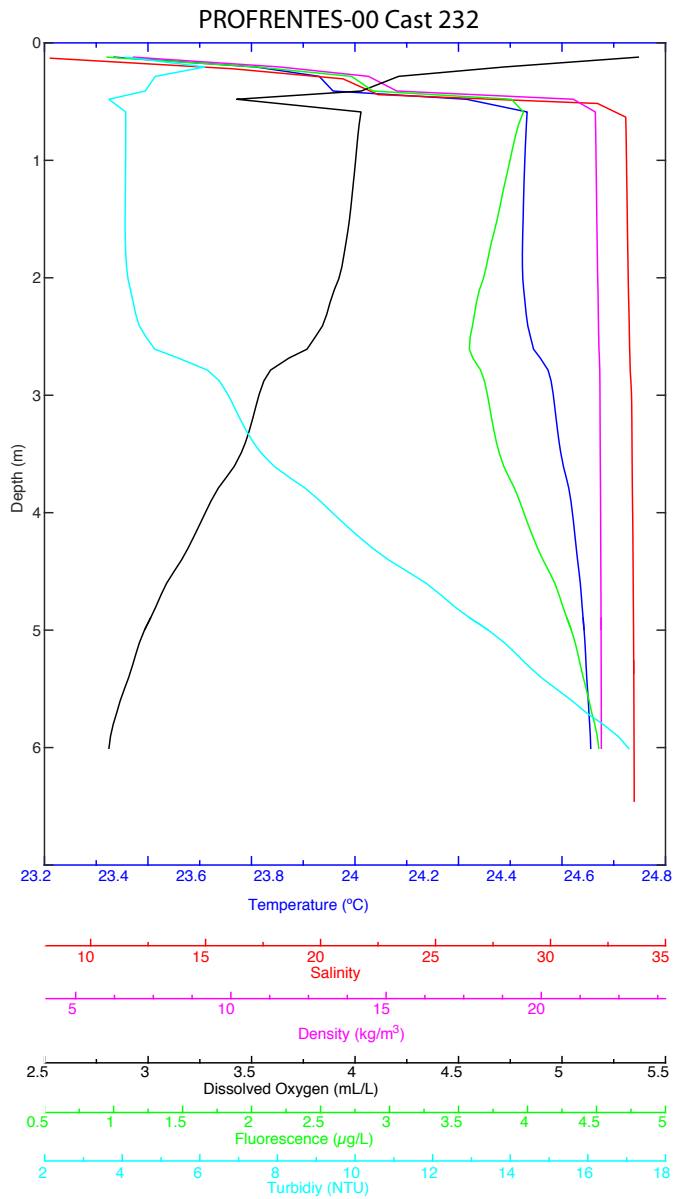
St	01	Ct	230	Lat	21.6343	Lon	-105.4572
Date	01/20/2016	Hr	11:39:30	St_z	5.4		
z	Temp	Sal	Dens	DO	pH	Fl	Tz
0.10	23.3662	9.5383	4.6248	5.4093	9.381	0.8331	2.3506
0.20	23.7012	14.7111	8.4326	5.11	9.379	1.3165	3.576
0.30	23.7973	16.3008	9.6026	5.0132	9.379	1.4741	3.9777
0.40	23.8554	17.2966	10.3357	4.9465	9.378	1.5902	4.2737
0.50	23.9088	18.2338	11.0259	4.8803	9.377	1.7152	4.5918



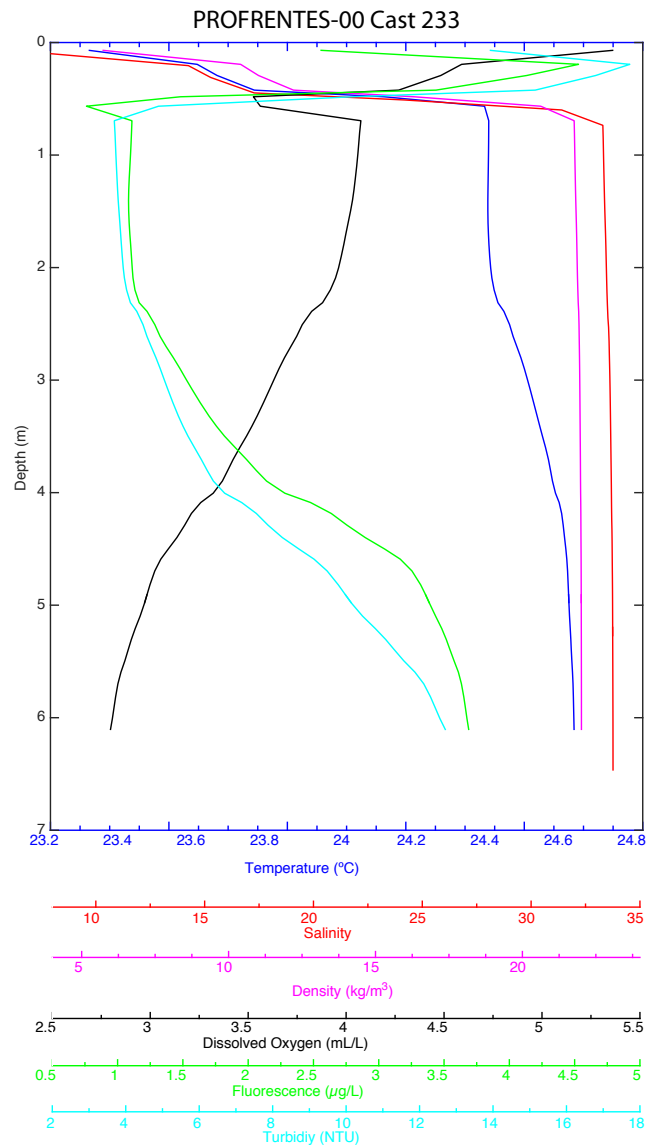
St	02	Ct	230	Lat	21.6338	Lon	-105.4568
Date	01/20/2016	Hr	11:45:39	St_z	5.4		
z	Temp	Sal	Dens	DO	pH	Fl	Tz
0.10	23.9615	4.9842	1.0544	5.4125	9.368	0.9699	2.5444
0.20	23.0803	11.3662	5.8222	4.8179	9.375	2.2099	5.093
0.30	23.1389	13.3627	7.3076	4.6218	9.377	2.4483	5.346
0.40	23.1942	15.426	8.8432	4.4019	9.378	2.662	5.5557
0.50	23.4036	24.0998	15.3079	3.5979	9.393	3.3508	6.1425



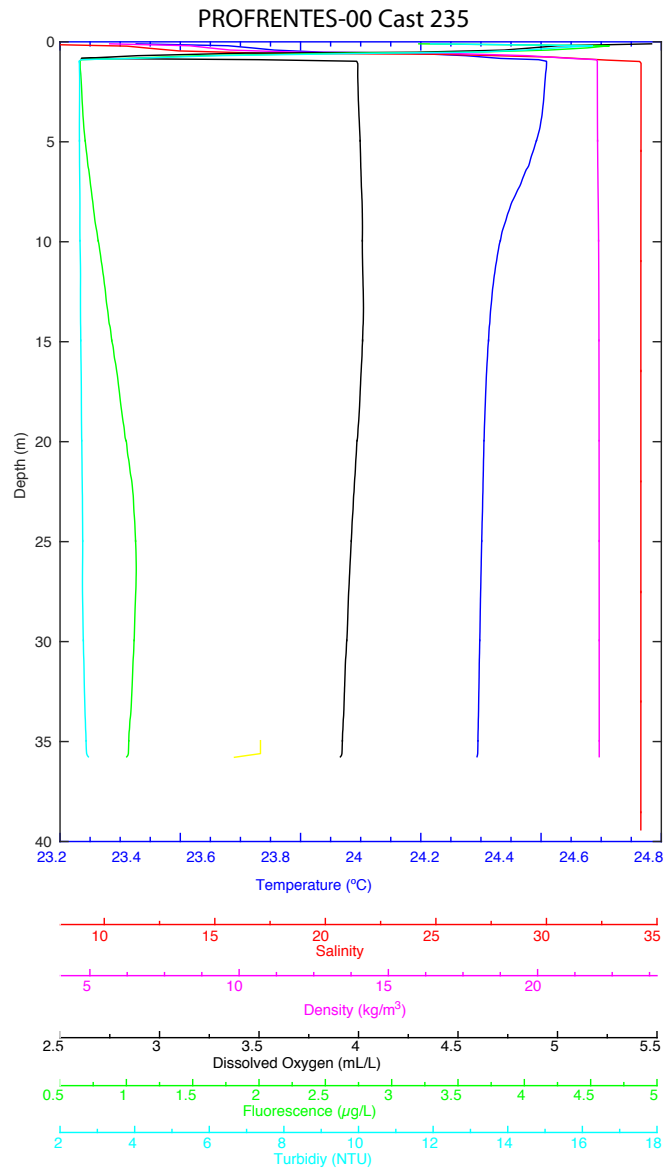
St	02	Ct	232	Lat	21.6338	Lon	-105.4568
Date	01/20/2016	Hr	11:51:00	St_z	5.4		
z	Temp	Sal	Dens	DO	pH	Fl	Tz
0.10	23.733	8.2293	3.5544	5.3933	9.419	0.9483	4.1635
0.20	24.0083	16.1846	9.469	4.8515	9.426	2.0334	5.3248
0.30	24.1309	20.9805	13.0433	4.4259	9.43	2.7257	4.6062
0.40	24.1577	22.5084	14.1853	4.2753	9.432	2.8802	4.4603
0.50	24.4154	32.0477	21.2892	3.774	9.474	3.8835	3.9335



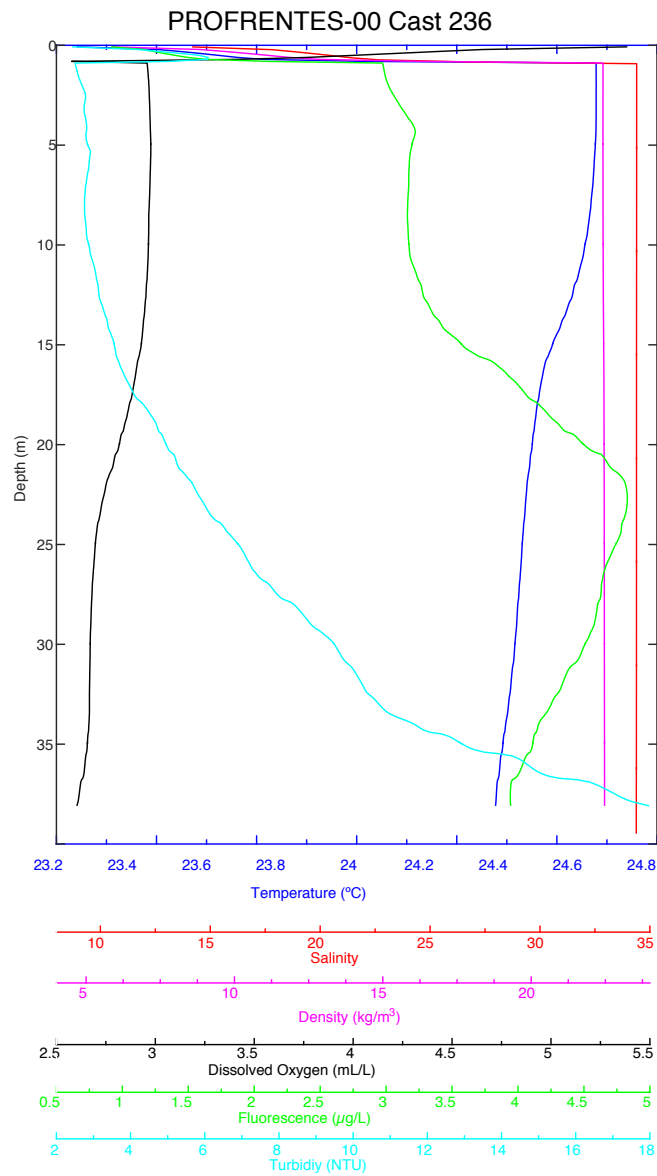
St	04	Ct	233	Lat	21.6337	Lon	-105.4568
Date	01/20/2016	Hr	11:51:00	St_z	5.4		
z	Temp	Sal	Dens	DO	pH	Fl	Tz
0.10	23.8645	6.4743	2.197	5.376	9.455	4.0204	12.3835
0.20	24.0478	14.2888	8.0288	4.7355	9.465	4.8049	15.6946
0.30	24.0814	15.3018	8.7815	4.6476	9.466	4.6475	14.8887
0.40	24.1441	17.2884	10.2582	4.4699	9.466	4.3718	13.4586
0.50	24.3632	24.1354	15.3469	3.8566	9.471	3.5953	9.1316



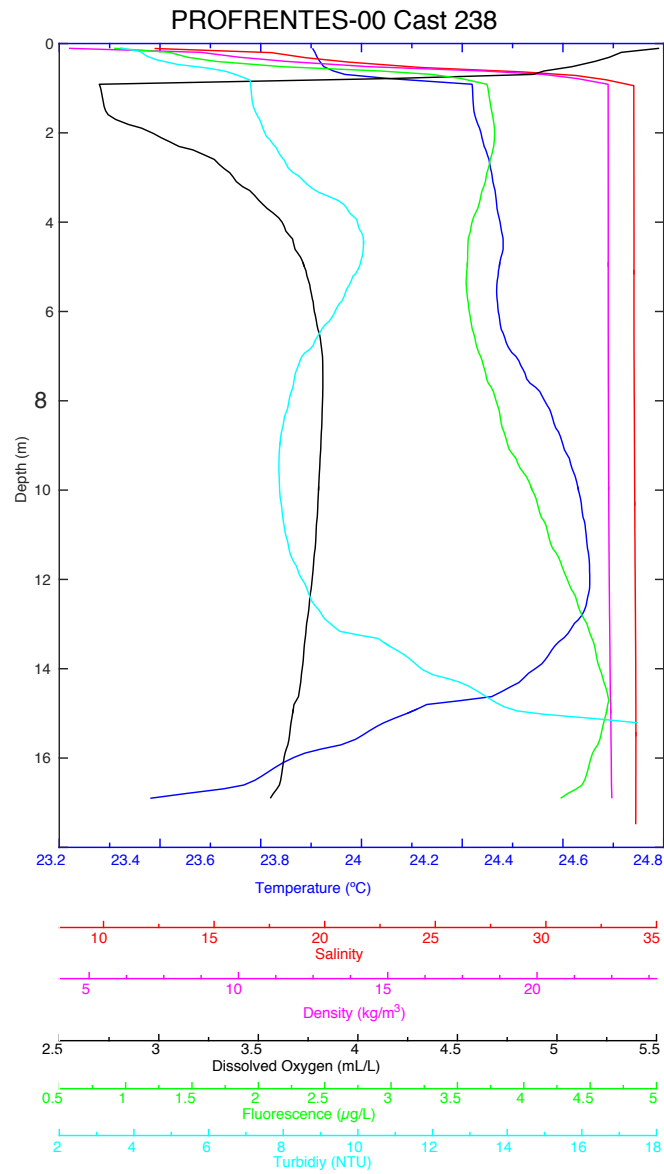
St	05	Ct	233	Lat	21.5449	Lon	-105.5549
Date	01/20/2016	Hr	14:27:05	St_z	37		
z	Temp	Sal	Dens	DO	pH	Fl	Tz
0.10	24.3137	6.412	2.0353	5.3699	9.534	5.3596	7.3831
0.20	24.6979	11.0042	5.3881	5.0557	9.542	8.2241	10.625
0.30	24.7981	12.1348	6.2101	4.969	9.543	7.8907	9.9024
0.40	24.8911	13.336	7.0865	4.8776	9.544	7.3074	9.2809
0.50	24.0958	17.2262	9.9497	3.586	9.546	6.1433	8.2237



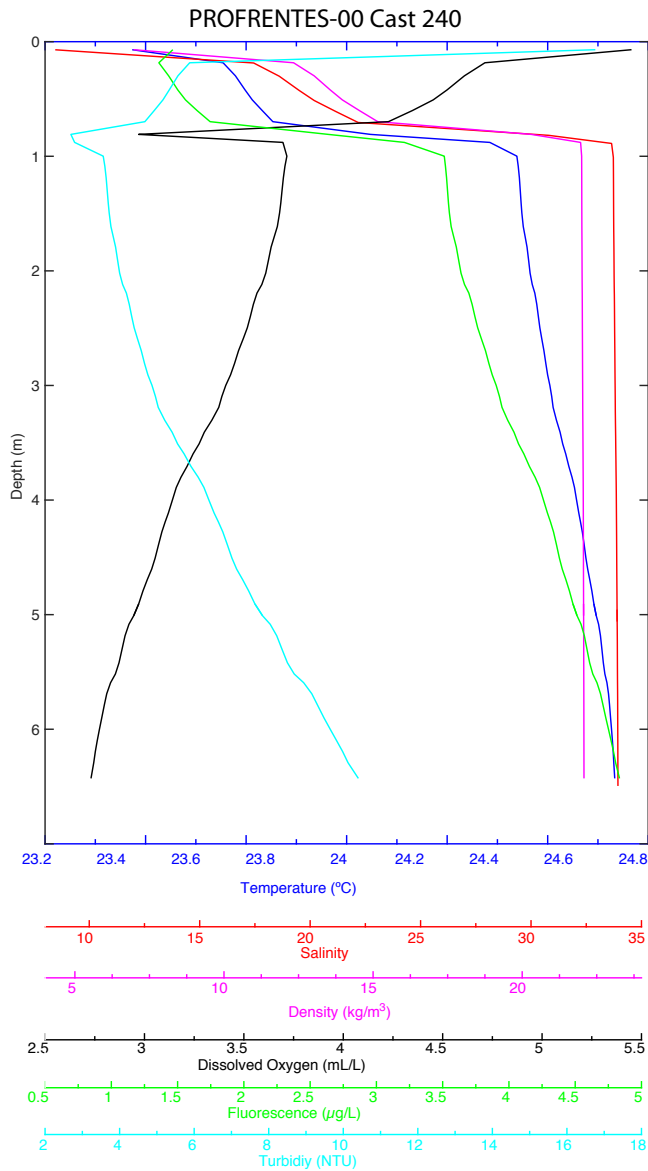
St	06	Ct	236	Lat	21.5437	Lon	-105.5537
Date	01/20/2016	Hr	18:37:52	St_z	39.24		
z	Temp	Sal	Dens	DO	pH	Fl	Tz
0.10	24.8405	14.1023	7.6738	5.0605	9.371	0.1911	0.4118
0.20	25.003	17.6818	10.3188	4.8678	9.38	0.2452	0.461
0.30	25.0469	18.6741	11.0514	4.8091	9.383	0.262	0.4768
0.40	25.08	19.4228	11.6041	4.7621	9.384	0.2762	0.4903
0.50	25.1187	20.3053	12.2555	4.7036	9.387	0.295	0.5057



St	07	Ct	238	Lat	21.5821	Lon	-105.516
Date	01/20/2016	Hr	18:37:52	St_z	17		
z	Temp	Sal	Dens	DO	pH	Fl	Tz
0.10	24.8405	12.2567	6.2888	5.3852	9.454	0.3818	0.7059
0.20	24.003	17.4796	10.2116	5.2601	9.458	0.5642	0.9342
0.30	24.0469	19.0148	11.3645	5.2203	9.458	0.6246	1.0089
0.40	24.08	20.884	12.7682	5.1726	9.459	0.7188	1.1203
0.50	24.1187	24.1336	15.2086	5.0967	9.46	0.9365	1.365

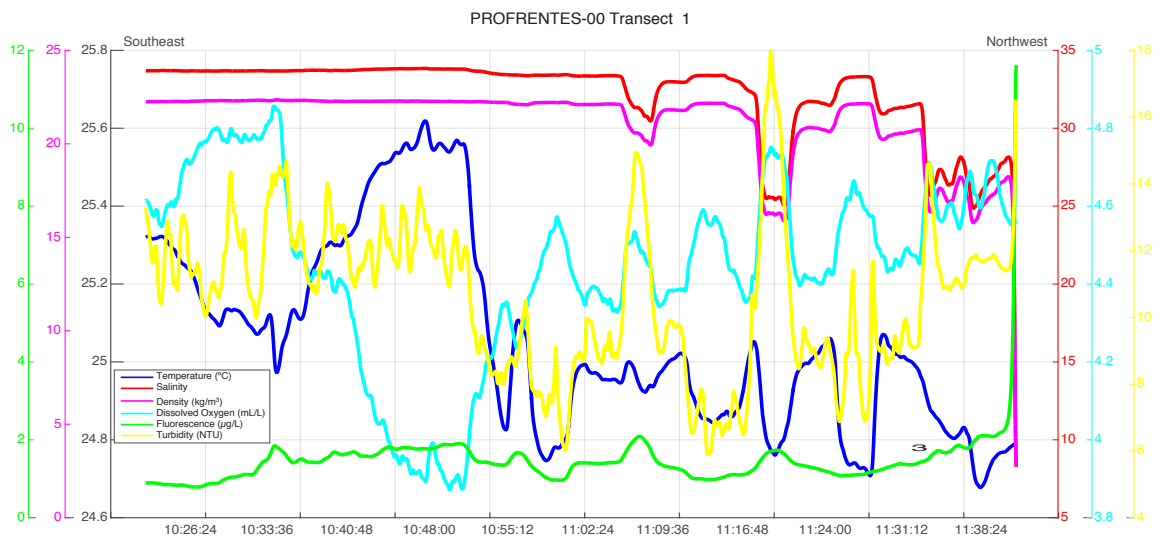


St	07	Ct	238	Lat	21.5821	Lon	-105.516
Date	01/20/2016	Hr	18:37:52	St_z	17		
z	Temp	Sal	Dens	DO	pH	Fl	Tz
0.10	23.9734	8.456	3.6678	5.3446	9.441	0.3818	9.2989
0.20	24.1542	17.3381	10.301	4.8585	9.444	0.5642	3.9182
0.30	24.1787	18.4805	11.1534	4.7905	9.444	0.6246	3.7622
0.40	24.1979	19.3736	11.8196	4.733	9.444	0.7188	3.6471
0.50	24.2123	20.0474	12.3221	4.687	9.443	0.9365	3.5634

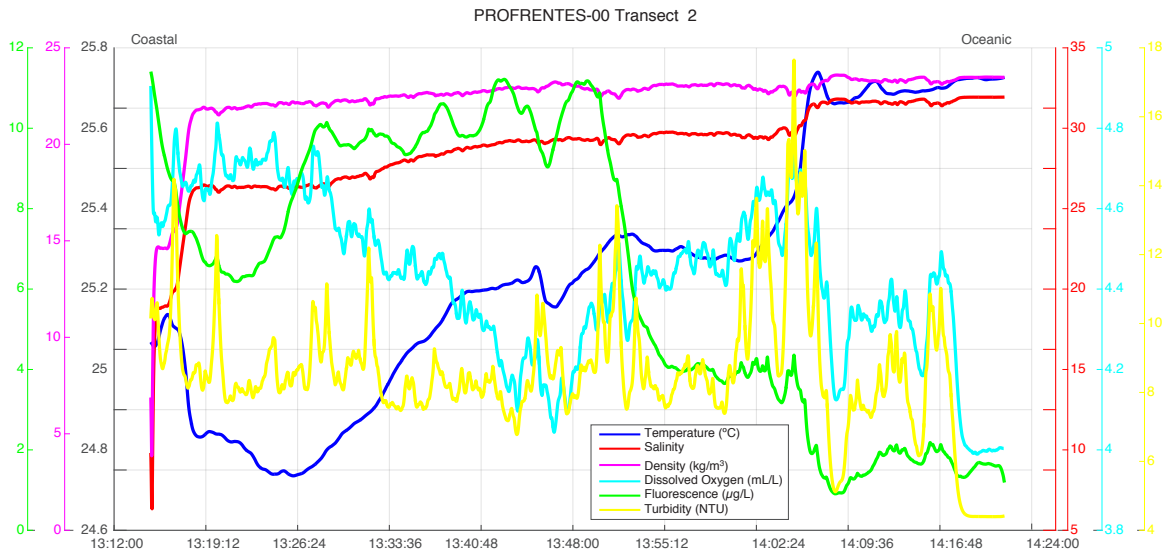


Transectos

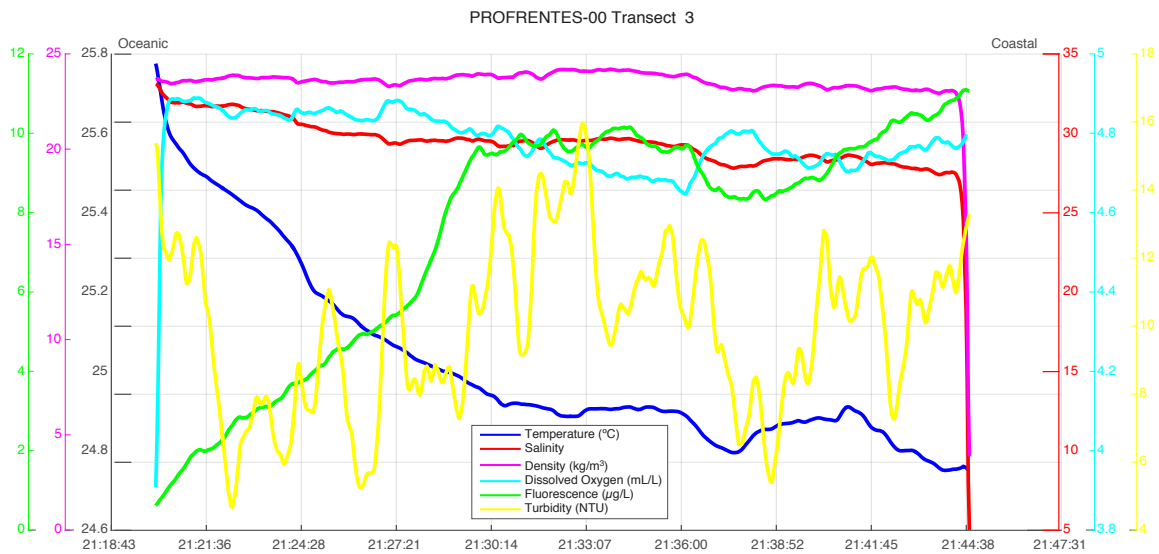
Tr	1	Ct	229	Lat_St	21.5417	Lon_St	-105.3356
Date	01/20/2016	Hr	09:47:36	Lat_Fn	21.6347	Lon_Fn	-105.4569
Sec	Temp	Sal	Dens	DO	pH	Fl	Tz
1	24.5598	30.2758	19.8118	4.802	8.894	1.2772	3.4625
2	24.5429	29.9572	19.5525	4.7765	8.899	1.2749	3.477
3	24.5229	29.5673	19.2362	4.7493	8.904	1.2722	3.4931
4	24.4985	29.1084	18.901	4.726	8.909	1.2691	3.5109
5	24.4677	28.694	18.6712	4.7092	8.915	1.2656	3.5306



Tr	2	Ct	234	Lat_St	21.6328	Lon_St	-105.4583
Date	01/20/2016	Hr	13:13:43	Lat_Fn	21.5449	Lon_Fn	-105.5549
Sec	Temp	Sal	Dens	DO	pH	Fl	Tz
1	25.2242	31.1414	20.3255	4.8526	9.466	1.7212	13.1709
2	25.2231	31.0583	20.2538	4.8352	9.466	1.718	13.4443
3	25.2219	30.9562	20.1657	4.8166	9.467	1.7145	13.7018
4	25.2208	30.8305	20.0574	4.7991	9.467	1.7109	13.9319
5	25.2198	30.6897	19.9632	4.7834	9.467	1.7072	14.158



Tr	3	Ct	237	Lat_St	21.5462	Lon_St	-105.5496
Date	01/20/2016	Hr	21:18:59	Lat_Fn	21.5821	Lon_Fn	-105.516
Sec	Temp	Sal	Dens	DO	pH	Fl	Tz
1	25.5861	33.9053	22.3355	3.3452	9.502	0.8517	6.9395
2	25.5825	33.9047	22.3362	3.4117	9.502	0.8534	6.9328
3	25.5782	33.9039	22.3369	3.4876	9.502	0.855	6.9162
4	25.5733	33.9029	22.3376	3.5734	9.502	0.8567	6.8849
5	25.5682	33.9015	22.338	3.6739	9.502	0.8584	6.8364



Tr	4	Ct	239	Lat_St	21.5856	Lon_St	-105.5029
Date	01/20/2016	Hr	20:23:32	Lat_Fn	21.6337	Lon_Fn	-105.4567
Sec	Temp	Sal	Dens	DO	pH	Fl	Tz
1	24.8655	33.1326	21.974	4.1661	9.466	1.5991	3.3201
2	24.8668	33.1395	21.9789	4.1743	9.465	1.5988	3.3223
3	24.8685	33.1479	21.985	4.185	9.465	1.5985	3.3258
4	24.8706	33.158	21.9923	4.1997	9.465	1.5982	3.3307
5	24.8731	33.1702	22.0014	4.2173	9.465	1.5977	3.3373

