

WHOI-2011-

Woods Hole Oceanographic Institution



Stratus 11
Décimo Primer Posicionamiento de la Estación de Referencia
Oceánica Stratus
(Eleventh Setting of the Stratus Ocean Reference Station)

Crucero a Bordo de la Nave RV *Moana Wave*
Marzo 31 – Abril 16, 2011
Arica – Arica, Chile

por

Sebastien Bigorre,¹ Jeff Lord,¹ Nancy Galbraith,¹ Sean Whelan,¹
William Otto,² James Holte,¹ Ludovic Bariteau,² Robert A. Weller,¹

Woods Hole Oceanographic Institution
Woods Hole, Massachusetts 02543

Septiembre 2011

Informe Técnico

Los fondos fueron proporcionados por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica bajo la Subvención No. NA09OAR4320129



Upper Ocean Processes Group
(Grupo de Procesos de la Parte Superior del Océano)
Woods Hole Oceanographic Institution
Woods Hole, Massachusetts 02543
Informe Técnico (UOP Technical Report) 2011-02

¹ Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Massachusetts
² NOAA, Earth System Research Laboratory, Colorado

Resumen

La Estación de Referencia Oceánica localizada en 20°S, 85°O bajo las nubes stratus al oeste de la parte norte de Chile recibe servicio de mantenimiento para proporcionar registros constantes sobre la calidad climática de la meteorología de la superficie, flujos de calor aire-océano, agua dulce, y momento, y de la temperatura del la parte superior del océano, salinidad, y variabilidad de la velocidad. La Estación de Referencia Oceánica (ORS Stratus, por sus siglas en inglés) se mantiene con el apoyo del Programa de Observación del Clima de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA por sus siglas en inglés). La estación se recupera y se vuelve a desplegar en el océano anualmente, con cruceros, que en el pasado han ocurrido entre los meses de octubre y diciembre. Debido a que ninguna nave de NOAA se encontraba disponible, este crucero se realizó en un barco rentado, el *Moana Wave*, el cual pertenece a Stabbert Maritime.

Durante el crucero del 211 en el barco *Moana Wave* al sitio de ORS Stratus, las actividades principales fueron la recuperación de la parte sumergida de la boya de superficie Stratus 10 de WHOI, el despliegue de una nueva boya de superficie de WHOI (Stratus 11), calibración en el lugar de los sensores meteorológicos de la boya por comparación con los instrumentos colocados a bordo del barco por parte del personal de NOAA Earth System Research Laboratory (ESRL), y recolección de datos oceanográficos durante el trayecto así como en la estación, para continuar caracterizando la parte superior del océano en la región stratus. La boya Stratus 10 se había desenganchado y la boya de superficie con la parte superior de los instrumentos bajo el agua se habían recuperado anteriormente. Se recolectaron perfiles de CTD (UCTD) a lo largo de la trayectoria y durante sondeos dedicados a la investigación de la variabilidad de los remolinos (“eddy” en inglés) en la región. También se lanzaron al mar boyas derivadoras de superficie, durante el trayecto.

Se tenía la intención de visitar también la boya para el sistema de alerta de tsunamis del Pacífico que recibe mantenimiento por parte del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada Chilena (SHOA). Esta boya DART (“*Deep-Ocean Assessment and Reporting of Tsunami*” por sus siglas en inglés: Estudio de la Profundidad del Océano e Informe de Tsunami) había sido desplegada en diciembre del 2010.

INDICE DE CONTENIDO

Resúmen	ii
Índice de Contenido.....	iii
Lista de Figuras	v-vi
Lista de Tablas.....	vi
I. Introducción	1
A. Calendario de Trabajo	1
B. Antecedentes y Objetivo	4
II. Preparación para el Crucero	7
A. Evaluación de los Sensores y Pruebas.....	7
B. Preparación y Carga en Arica	18
C. Giros de Boya	19
III. La Boya Stratus 11 y sus Componentes	20
A. Diseño de la Boya	20
B. Instrumentos de la Boya.....	23
1) ASIMET	23
2) Temperatura de la superficie del Mar	25
3) Temperatura del Aire y Humedad Relativa	25
4) Precipitación	26
5) Radiación de onda corta.....	26
6) Radiación de onda larga.....	26
7) Presión barométrica	26
8) Viento	26
9) Transmisor Argos bajo la superficie.....	27
10) Telemetría	27
11) PCO ₂	27
12) Paquete de sistema de Ondas	28
C. Instrumentos bajo la superficie	28
1) VMCMs	31
2) Perfilador de Corrientes Acústico Doppler de RDI	31
3) Nortek	31
4) Aanderaa RCM 11s.....	31
5) Aanderaa Seaguard RCM	31
6) Registrador de Temperatura SBE-39.....	31
7) Registrador de Conductividad y Temperatura MicroCat SBE-37	32
8) Registrador de Temperatura y Conductividad Brancker XR-420 (Stratus 10).....	32
9) Emisor Acústico.....	32
D. Sistema de Medidores de Corrientes.....	33
E. Giros de Brújula en los medidores/perfiladores de corrientes	34
F. Capas Anti-fouling (contra daños provocados por adherencia de organismos marinos).....	36
G. Operaciones de despliegue de instrumentos.....	37
1) Despliegue de la Boya Stratus 11	37
2) Inspección del ancla.....	42
H. Inter-comparaciones de Instrumentos	44
1) Observaciones del Laboratorio de Estudios de Sistemas Terráqueos de NOAA (ESRL).....	44
2) Fuentes de Inter-comparación de Datos	50
3) Resultados de Inter-comparación	52

IV. Boya e Instrumentos Stratus 10.....	61
A. Recuperación.....	61
B. Fallo en el cable de instrumentos	63
C. Recuperación de Datos de la Boya Stratus 10.....	63
1) Estado al momento de la recuperación	64
2) Recuperación de Datos	65
i) SBE 37	65
ii) SBE 39	67
iii) VMCM.....	69
iv) ADCP.....	71
v) Inventario del Registro de Temperatura.....	73
V. Proyectos Complementarios	75
A. Hidrografía: UCTD y CTD	75
1) Operación.....	75
2) CTD – especificaciones del sensor	76
3) Procesamiento de datos.....	76
4) UCTD - Resultados.....	77
B. Despliegue de Boyas Apex y Boyas Derivadoras.....	82
C. DART	85
Agradecimientos y Reconocimientos	88
Referencias	88
Apéndice 1: Giros de Boya.....	89
Apéndice 2: Información sobre Registradores bajo la Superficie Seabird (y SBE 39 ATMP)	98
Apéndice 3: Bitácora de la boya e instrumentos de la Stratus 10.....	105
Apéndice 4: Bitácora de la boya e instrumentos de la Stratus 11	113

Lista de Figuras

Fig No.	Página
1-1	Itinerario del crucero Stratus 11: Arica – boya de SHOA – boya de WHOI – Arica.4
2-1	Último período de pruebas en WHOI cuando la boya estaba fuera del edificio (SWR)8
2-2	Último período de pruebas en WHOI cuando la boya estaba fuera del edificio (LWR)8
2-3	Último período de pruebas en WHOI cuando la boya estaba fuera del edificio (ATMP)9
2-4	Último período de pruebas en WHOI cuando la boya estaba fuera del edificio (HRH).....9
2-5	Último período de pruebas en WHOI cuando la boya estaba fuera del edificio (WSPD).... 10
2-6	Último período de pruebas en WHOI cuando la boya estaba fuera del edificio (SST) 10
2-7	Último período de pruebas en Arica (SWR).....12
2-8	Último período de pruebas en Arica (diferencia relativa SWR).....12
2-9	Último período de pruebas en Arica (LWR)13
2-10	Último período de pruebas en Arica (ATMP)13
2-11	Último período de pruebas en Arica (HRH).....14
2-12	Último período de pruebas en Arica (WSPD)14
2-13	Último período de pruebas en Arica (SST)15
2-14	Último período de pruebas en Arica (COND).....15
2-15	Último período de pruebas en Arica (BPR).....16
2-16	Último período de pruebas en Arica (PRC).....16
2-17	Datos de telemetría de la Stratus 11, después del despliegue17
2-18	Giros de boya de la Stratus 11, en Arica, Chile19
3-1	Representación de la boya ASIMET Stratus 9 (la Stratus 11 es similar)20
3-2	Diagrama de la boya Stratus 11 y sus componentes21
3-3	Error en las brújulas de los instrumentos Seaguard Aanderaa, desplegados en Stratus 11 ..35
3-4	Error en las brújulas de los instrumentos ADCPs RDI Workhorse y Nortek35
3-5	Ruta de despliegue de la Stratus 11 el 6 de abril 201138
3-6	Ruta de despliegue de la Stratus 1142
3-7	Inspección del Ancla - Stratus 1143
3-8	Sistema de Flujo de Turbulencia montado en la torre45
3-9	Retrodifusión del pluviómetro óptico y el ceilómetro46
3-10	Perfil de radiosonda durante uno de los eventos lluviosos, 7de abril, 201147
3-11	Series temporales de flujos recolectados durante el crucero Stratus 1148
3-12	Foto del <i>Moana Wave</i> con la torre meteorológica52
3-13	Presión barométrica y frecuencia de la lluvia durante la inter-comparación del despliegue de la Stratus 1153
3-14	SWR hacia abajo, el 8 de abril, 2011 durante la inter-comparación del despliegue de la Stratus 1154
3-15	Diferencia de SWR hacia abajo durante la inter-comparación54
3-16	LWR hacia abajo el 8 de abril, 2011 durante la inter-comparación del despliegue de la Stratus 1155
3-17	SST y salinidad el 8 de abril, 2011 durante la inter-comparación del despliegue de la Stratus 1156
3-18	Temperatura del aire el 8 de abril, 2011 durante la inter-comparación del despliegue de la Stratus 1157
3-19	Diferencia de la temperatura del aire, el 8 de abril, 2011 durante la inter-comparación del despliegue de la Stratus 1157
3-20	Perfil de la temperatura del aire el 8 de abril, 2011, durante la inter-comparación del despliegue de la Stratus 1158
3-21	Perfil de la humedad del aire el 8 de abril, 2011, durante la inter-comparación del despliegue de la Stratus 1159
3-22	Diferencia de la humedad del aire el 8 de abril, 2011, durante la inter-comparación del

despliegue de la Stratus 11	59
3-23 Perfil de la velocidad del viento el 8 de abril, 2011, durante la inter-comparación del despliegue de la Stratus 11	60
4-1 Fallo de la boya Stratus 10.....	63
4-2 Stratus 10 SBE 37 – Repuntes antes del despliegue.....	66
4-3 Stratus 10 SBE 37s- Repuntes después del despliegue.....	66
4-4 Stratus 10 SBE 39 Repuntes antes del despliegue.....	68
4-5 Stratus 10 SBE 39s Repuntes después del despliegue.....	68
4-6 Stratus 10 SBE 39 SN 3437 – Repunte después del despliegue	69
4-7 Stratus 10 VMCMs en el momento del fallo del cable de la boya	70
4-8 VMCM – recuperación de datos de la Stratus 10	71
4-9 Stratus 10 RDI ADCP indicando el inicio de las mediciones.....	72
4-10 Stratus 10 RDI ADCP: serie temporal de velocidades del este y del norte	73
4-11 Registro de temperature de los instrumentos bajo la superficie de la Stratus 10, cerca del Momento del fallo del cable de la boya.....	74
4-12 Registros de temperatura de los instrumentos bajo la superficie recuperados de la Stratus 10	74
5-1 UCTD ensamblado	76
5-2 Mapa de los lanzamientos de UCTD durante el trayecto boya WHOI Stratus-Arica.....	77
5-3 Perfiles de salinidad y temperatura durante la sección de UCTD - Stratus 11	78
5-4 Relación T-S de los lanzamientos de UCTD durante el crucero Stratus 11	79
5-5 Lanzamientos de CTD hechos durante el crucero Stratus 11	80
5-6 Lanzamientos de UCTD hechos con la primera sonda (#23) – crucero Stratus 11	81
5-7 Lanzamientos de UCTD hechos con la segunda sonda (#27) - crucero Stratus 11	81
5-8 Boya flotadora Apex Float del tipo desplegado durante el crucero Stratus 11	82
5-9 Típica boya flotadora de superficie	84
5-10 Anomalía de la Altura de la superficie marina el -3 de abril 2011 en la zona del crucero Stratus 11	85
5-11 Esquema del sistema de boya e instrumentos DART	87
5-12 Boya de superficie DART II inspeccionada durante el crucero Stratus 11	87

Lista de Tablas

Tabla No.	Página
3-1 Stratus 11 ASIMET series/alturas	24
3-2 Stratus 11 repuntes y notas de los instrumentos de superficie.....	25
3-3 Stratus 11 – Conjunto de instrumentos para medir la temperatura de superficie	29
3-4 Sistema de instrumentos bajo la superficie de la Stratus 11	29
3-5 Stratus 11 – pruebas de emisores - realizadas 2011/04/01	32
3-6 Sistema de medidores de Corrientes acústicos y perfiladores de la Stratus 11	34
3-7 Stratus 11 aplicación de capas anti-fouling (contra organismos marinos)	36
3-8 Alturas (en m) de sensores de ESRL y frecuencia de toma de muestras en el <i>Moana Wave</i>	50
3-9 Sensores meteorológicos VOS, Alturas y frecuencias de toma de muestras.....	51
4-1 Metadatos para los instrumentos recuperados de la Stratus 10.....	64
4-2 SBE 37s – recuperación de datos de la Stratus 10, recuperados en abril 2011.....	65
4-3 SBES 39s – recuperación de datos de la Stratus 10, recuperados en abril 2011	67
4-4 VMCMs – recuperación de datos de la Stratus 10, recuperados en abril 2011	70
4-5 Configuración - Stratus 10 RDI ADCP	72
5-1 Períodos de uso de las diferentes sondas de UCTD utilizadas – crucero Stratus 10.....	77
5-2 Bitácora de Despliegue de Boyas Flotadoras, fechas y posiciones de los despliegues	83
5-3 Bitácora de Despliegue de Boyas Derivadoras, Crucero Stratus 11	84

I. Introducción

A. Calendario de Trabajo

El crucero se inició en Arica, Chile, el 31 de marzo del 2011, y finalizó en Arica, Chile, el 16 de abril del 2011. A continuación se muestra un resumen de la cronología del crucero.

Mar 31. Salida de Arica a las 22:00 hora local (UTC -3) después de esperar por el equipo de eco-sonar. El equipo fue entregado finalmente a las 21:00 (UTC -3) pero también incluye el transductor, el cual no podemos instalar por nuestra cuenta, por lo tanto no tendremos un eco-sonar de profundidad para este crucero.

Abr 1. Nos dirigimos hacia la boya DART (266 T, 10.2 kn). Paramos a las 13:15 (UTC -3) para una prueba de lanzamiento de CTD y de emisores acústicos. Salida de la ZEE de Chile a las 20:00 (UTC -3).

Abr. 2. Llegada durante la noche, a la última posición calculada para la boya DART de alerta de tsunami, cerca de la 01:30 (UTC -3), nos acercamos lentamente, a 3 nudos. A las 02:40 (UTC -3), cuando nos alejamos de la zona, la boya se encuentra justamente frente a nosotros. La luz en la boya no funciona y el radar del barco no detecta la boya. El mar está picado y la visibilidad disminuida por la niebla, por lo que tomamos nota de la posición (19° 18.6639'S, 74° 43.5680'O) y decidimos regresar a la boya DART con la luz del día durante el viaje de regreso al final del crucero. Lanzamiento de boyas flotadoras 1 y 2 y boyas derivadoras 1,2,3 a las 11:36 (UTC -3) en (19° 45'S, 76° 00'O). Lanzamiento de boyas flotadoras 3, 4 y derivadoras 4, 5, 6 a las 14:30 (UTC -3) en (19° 45'S, 76° 30'O). Lanzamiento de boyas flotadoras 5, 6 y derivadoras 7, 8, 9 a las 17:40 (UTC -3) en (19° 45'S, 77° 00'O). Encendimos los relojes para las boyas derivadoras. Sea Beaufort 4, vientos de 15 nudos, nublado, nos dirigimos hacia el Este a 10 nudos.

Abr 3. Lanzamos la boya derivadora 10 a las 06:00 (UTC -3) en (19° 45'S, 79° 00'O). Bill Otto conduce un entrenamiento de lanzamiento de globo a las 08:30 (UTC -3). Comienzan los lanzamientos de globos cada 6 horas. Al mediodía (UTC -3), retrasamos el tiempo local 1 hora a UTC -4, para tener luz durante el trabajo de la mañana, usualmente alrededor de la hora del desayuno a las 07:00 hora local.

Abr 4. Globos y boyas derivadoras. Está nublado, el oleaje es más débil y desde el SSE, viento de 10 nudos. Alrededor de las 19:00 (UTC -4), llegamos al sitio del anclaje de la boya Stratus 9 en donde tenemos datos de batimetría de Seabeam de un crucero anterior. Estamos a la deriva por una hora y vamos a la estación a 8 millas náuticas con viento favorable (304° T) desde el sitio del ancla de la boya Stratus 9. Terminamos las observaciones con globos.

Abr 5. El barco condujo maniobras de patrones del clima durante la noche (contra y con la dirección del viento a 1.5 nudos). Decidimos una nueva posición para el ancla de la boya Stratus 11, levemente hacia el este. Este es un sitio menos profundo que el de la Stratus 9, por cerca de unos 100 m y se acomoda mejor al diseño de la línea de

instrumentos de la Stratus 11. Comenzamos un despliegue de prueba a las 07:50 (UTC -4), llendo al SSE a lo largo de 130°T a 1.5 nudos. A las 11:35 (UTC -4) hemos viajado 3.7 millas náuticas. Llovizna en la mañana y chubascos y lluvia ligera durante la tarde.

Abr 6. Mar en calma, olas pequeñas. El despliegue de la boya comenzó después del desayuno, cerca de las 08:00 (UTC -4). A las 12:00 (UTC -4), se puso el último instrumento en el agua. Aún quedaban 3000m de cuerda que desenrollar y cerca de 5 millas náuticas hasta llegar al sitio fijado. El ancla se echó al mar a las 15:29 (UTC -4) en (19°41.675'S, 85°33.826'O). Se realizó el estudio del ancla y nos movimos 1 milla náutica en dirección del viento de la boya Stratus 11. Escribimos un nuevo calendario de la boya Stratus 10 utilizando una copia en PDF.

Abr 7. Dejamos el sitio de la boya Stratus 11 cerca de las 06:30 (UTC -4) y nos movimos hacia el sitio del ancla de la boya Stratus 10. Preparamos emisores acústicos a las 07:25 (UTC -4); los soltamos a las 07:37 (UTC -4), las bolas salieron a la superficie a las 08:28 (UTC -4) cerca de 150 yardas a babor del barco. Comienza la recuperación de los instrumentos. La misma termina a las 15:00 (UTC -4). Observamos muchos enredos en el cable y poco equipo de pesca. Mar en calma y llovizna intermitente. De vuelta a la boya Stratus 11 y comenzamos la inter-comparación del barco vs. la boya a las 19:00 (UTC -4). El barco está a ¼ o ½ milla en dirección del viento, de la boya, la proa frente al viento pero el viento se intensifica en la tarde y el barco debe hacer maniobras para mantenerse en posición favorable al viento durante la primera parte de la noche.

Abr 8. Llovizna durante la mañana. Lanzamiento de CTD a 1700m de profundidad a las 08:06 (UTC -4) en (19° 39.8'S, 85° 35'O), cerca de la Stratus 11. Se realizó un simulacro de incendio al mediodía. A mediodía se vuelven a hacer las observaciones de globos, con lanzamientos cada 4 horas. Continúa la inter-comparación. Sean descarga los datos de la Stratus 10.

Abr 9. Nublado, mar en calma (en menor proporción que Beaufort 3), con vientos de cerca de 5 nudos. Continúan los lanzamientos de globos cada 4 horas (0000Z, 0400Z ... 2000Z). La inter-comparación termina a las 07:00 (UTC -4). Nos movemos a 5 millas náuticas hacia el viento, desde el sitio de la boya. Lanzamiento de UCTD de profundidad (850m) a las 09:00 (UTC -4). Entrenamiento de UCTD de las 08:00 a las 12:00 (UTC -4). Trabajo en la parte posterior del barco. Se aseguran los VMCMs. Realizamos una práctica de arrastre del UCTD (tow-yo) a las 16:00 (UTC -4). Notamos que 2 sensores de radiaciones en la popa de la cubierta O2 están parcialmente cubiertos por la sombra de la chimenea de la popa durante la tarde, cuando el sol se encuentra en la parte posterior del barco.

Abr 10. Cerca de las 07:30 (UTC -4), dejamos la zona de la boya Stratus. Lanzamos las boyas flotadoras 7 y 8 y 3 derivadoras a las 07:55 (UTC -4), en 19° 39.8'S, 85° 39.1'O; Pasamos por la Stratus 11 a las 08:54 (UTC -4); la línea de medición del agua es de 60 – 65 cm. No dirigimos al este a lo largo de la latitud 19° 40'S a 6 – 6.5 nudos. Continúan las guardias, con lanzamientos de UCTD cada hora además de globos cada 6 horas. El primer UCTD se lanza a las 09:00 (UTC -4) con 480m de cuerda en la parte posterior del

barco y llega a una profundidad de 480m. Mar en calma (menor que Beaufort 3) con olas largas y viento débil.

Abr 11. Nos dirigimos hacia el Este a 8.5 -9 nudos max. A las 04:00 (UTC -4), los lanzamientos de UCTD se incrementan a cada ½ hora con 400m de cuerda en la parte posterior del barco y un tiempo de caída de 120s. El mar se convierte en Beaufort 4, con vientos de cerca de 15 nudos, está nublado. Comenzamos el estudio del arrecife cerca de las 23:00 (UTC -4) a lo largo de 19° 40'S, entre 80° 24'O and 80° 14'O, utilizando un tow-yo UCTD (de arrastre) a 3 nudos; realizamos una parada cerca de la mitad del arrecife.

Abr 12. Finalizamos el estudio con instrumentos de arrastre“tow-yo” del arrecife de Nazca a las 02:20 (UTC -4). Reanudamos uso de UCTD cada ½ hora. La baja velocidad en el cabestrante de UCTD apenas funciona. La sonda 23 se golpeó contra la parte posterior del barco durante su recuperación. Se utilizó una nueva sonda, número 29. A las 03:00 (UTC -4) redujimos la toma de muestras a 1 hora para disminuir la tensión en el cabestrante. En la tarde, basándonos en datos de altimetría de satélite, entramos en una zona de anticiclón cerca de 79 ° O, la cual está al oeste de la gran zona de ciclón en la cual nos enfocaremos. Paramos el barco a las 17:00 (UTC -4) para realizar reparaciones en el cabestrante de UCTD; volvemos a movernos de Nuevo a las 17:30.

Abr 13. Continuamos con el estudio del remolino (“eddy”). Instalamos un cabestrante para UCTD de repuesto. La computadora con software de navegación Nobeltec se apaga durante la noche. No estamos seguros si es porque realiza una actualización automática o porque la pista con el software de Nobeltec es demasiado grande. Uso de CTD de profundidad y UCTD de profundidad en el lado oeste del remolino ciclónico (punto de ruta 5 del estudio del remolino). Uso de CTD de profundidad en el centro del remolino (punto de ruta 6 del estudio del remolino).

Abr 14. Uso de CTD en 19° 54.9'S, 75° 40.3'O a las 05:39 (UTC -4); fin del uso de CTD a las 07:20. Fin del estudio del remolino (punto de ruta 7). Nos movemos hacia la boya DART a 9 nudos. Llegada a la boya DART a las 15:00 (UTC -4): inspección visual. Realizamos un simulacro de “hombre al agua” utilizando el bote pequeño. El personal chileno inspecciona la boya DART de cerca, utilizando el bote pequeño. Se desmantela y se empaca el sistema VOS. Nos movemos hacia el este de la boya DART y lanzamos la última boya derivadora, luego utilizamos un CTD en 19° 18.185'S, 74° 38.979'O. A las 18:00 (UTC -4), avanzamos el tiempo local una hora, a UTC -3. Navegamos hacia el Este a 8 nudos; reiniciamos los lanzamientos de UCTD cada hora. El último globo se lanza a las 21:00 (UTC -3).

Abr 15. Uso de CTD en 19° 19.325'S, 73° 11.629'O a las 07:00 (UTC -3). El CTD llega a 1700m de profundidad a las 07:42 y está de regreso en la cubierta del barco a las 08:15 (UTC -3). Navegamos hacia Arica a las 08:22 (UTC -3). El Capitán incrementa la velocidad del barco a casi 10 nudos entre cada estación de UCTD para lograr tener cierto tiempo adicional acumulado para llegar a la estación en Arica a la mañana siguiente.

Finalizan los ejercicios con UCTD a las 15:00 (UTC -3). Finalizan los ejercicios con CTD a las 16:00 (UTC -3). Finaliza la recolección de datos. Navegamos hacia Arica.

Abr 16. Entramos en el puerto de Arica.

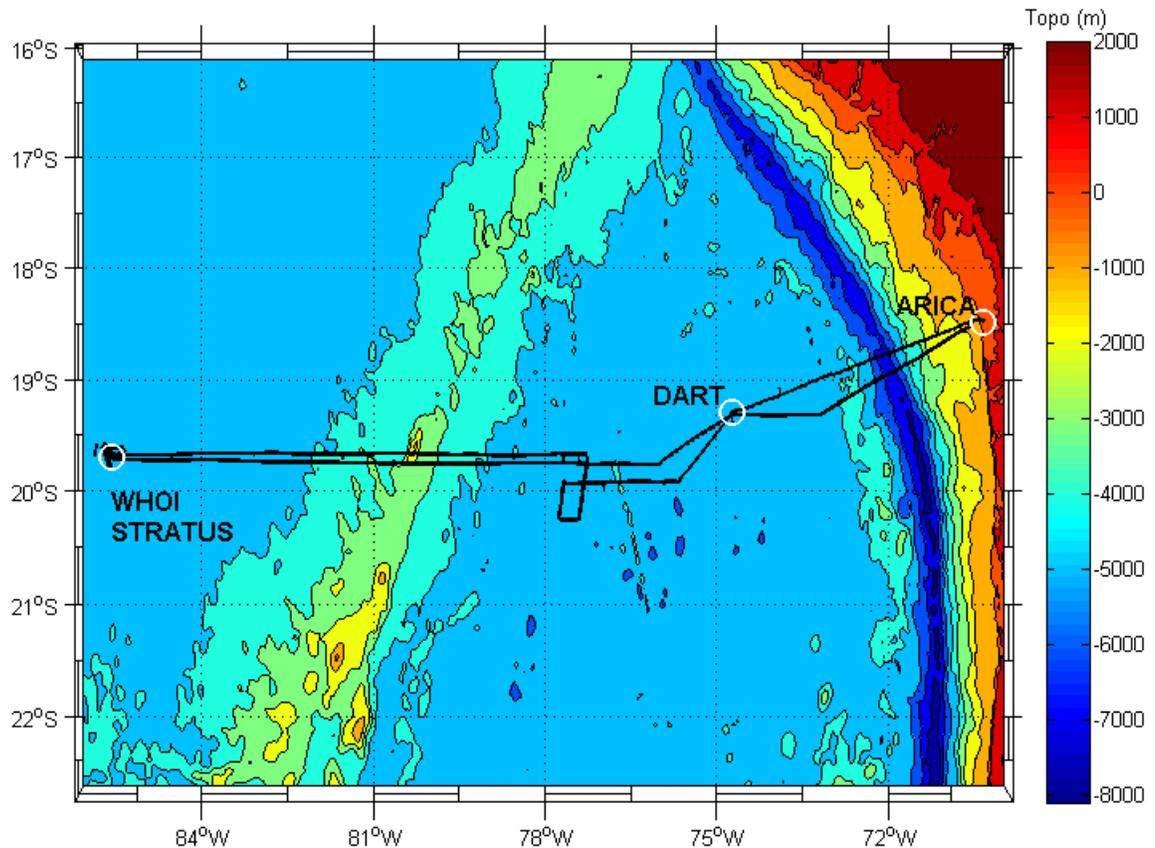


Figura 1-1. Itinerario del crucero Stratus 11: Arica - boya de SHOA – boya de WHOI - Arica, Chile. Batimetría en contornos de color.

B. Antecedentes y Objetivo

La presencia de una persistente cubierta de nubes stratus en el Pacífico oriental subtropical es objeto de activas investigaciones de la ciencia atmosférica y oceanográfica. Su origen y su persistencia aún están abiertos a discusión. Es deseable obtener un mejor entendimiento de los procesos responsables de esta situación, no solamente porque se necesita tener un mejor entendimiento sobre la naturaleza de las interacciones atmósfera-oceano en esta región, sino también porque los modelos climáticos en este momento tienen campos de SST (“*Sea Surface Temperature*” – Temperatura de la Superficie del Océano) que son demasiado cálidos en la parte oriental del Pacífico Sur. También se necesita monitorear los datos obtenidos en el sitio para proporcionar datos verdaderos desde ‘tierra’ para percepciones remotas.

La Estación de Referencia Oceánica en 20°S, 85°O bajo las nubes stratus al oeste de la parte norte de Chile está recibiendo mantenimiento para proporcionar constantes registros de calidad de meteorología de la superficie, de flujos de calor de atmósfera-océano, de agua dulce, de momentum, y de temperatura, salinidad y variabilidad de la velocidad en la parte superior del océano. La Estación de Referencia Oceánica (ORS Stratus) es mantenida por el Programa de Observación del Clima de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA). La estación se recupera y se vuelve a desplegar en el mar anualmente, con cruceros que se han realizado entre octubre y diciembre. La boya Stratus 10 se desplegó en enero del 2010. La parte de la superficie de la boya se separó del sitio en julio del 2010 y se recuperó poco tiempo después. Se instaló una nueva boya en abril del 2011, durante el crucero Stratus 11 que se describe en este informe.

Durante el crucero del 2011 en la nave *Moana Wave* al sitio de la Estación de Referencia Oceánica Stratus, las actividades principales fueron la recuperación de la parte inferior de la boya de superficie Stratus 10 de WHOI, el despliegue de una nueva boya de superficie Stratus 11 de WHOI en la cercanía del lugar, calibración en el sitio de los sensores meteorológicos de la boya por comparación con instrumentos sensores meteorológicos de WHOI, los cuales fueron instalados en el barco y con instrumentos puestos a bordo por el personal del Laboratorio de Estudios de Sistemas Terráqueos de NOAA (ESRL, anteriormente llamado ETL). Como parte de la colaboración con el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada Chilena (SHOA), también visitamos la boya de alerta de tsunami que es operada por SHOA en la posición 20°S, 75°O, para realizar una inspección visual y unos pocos lanzamientos de CTD. Se realizaron lanzamientos durante el trayecto de CTD (UCTD por sus siglas en inglés) a lo largo de una sección de la zona y a través de un remolino, llegando a profundidades entre 400 y 500 m. Finalmente, se lanzaron además, durante el crucero, boyas derivadoras de superficie y boyas flotadoras bajo la superficie.

Las boyas ORS Stratus están equipadas con dos sistemas de Meteorología Mejorada (IMET), los cuales proporcionan la velocidad y dirección del viento de superficie, la temperatura del aire, la humedad relativa, la presión barométrica, la recepción de radiación de onda corta, la recepción de radiación de onda larga, el índice de precipitación, y la temperatura de la superficie del océano. La boya también está equipada con un sistema de muestreo de PCO₂ perteneciente a Chris Sabine (NOAA Pacific Marine Environmental Laboratory, PMEL). También contiene un paquete de medición de olas diseñado por NDBC. Los datos de IMET están disponibles en casi tiempo real utilizando telemetría de satélite. El cable de la boya porta instrumentos para medir la salinidad del océano, oxígeno disuelto, la temperatura y las corrientes. Los instrumentos de ESRL utilizados durante el crucero del 2011 incluyeron sensores para meteorología promedio y turbulenta de la superficie, así como perfiles atmosféricos de las radiosondas.

En preparación para el crucero, Weller había solicitado permiso para tomar muestras en aguas chilenas (Figura 1-1_ y diseñó el plan del crucero. Este plan consistía en inspeccionar primeramente la boya de alerta de tsunami y dirigirse luego hacia el oeste al sitio de la boya Stratus para desplegar la boya Stratus 11, recuperar el resto de los

instrumentos de la boya Stratus 10 y comparar los datos telemétricos de los nuevos instrumentos desplegados por WHOI con las mediciones hechas en el barco. Después de las operaciones relacionadas con las boyas, se planeó realizar lanzamientos de UCTD durante el viaje de retorno hacia Arica. Sin embargo, debido a negociaciones de contrato de último momento entre NOAA y Stabbert Maritime, quienes operan la nave *Moana Wave*, ocurrieron ciertos retrasos justo antes de que comenzara el crucero. Primeramente, tomó un par de días para que los contenedores de WHOI y de ESRL obtuviesen el permiso para salir de aduanas en Arica; esto ocurrió después de que nuestro personal ya estuviese en el sitio. En segundo lugar, el eco-sonar proporcionado por Stabbert Maritime, categorizado para 6000m de profundidad, también se demoró más de lo planeado para salir de aduanas. Este instrumento fue entregado finalmente el 31 de marzo a las 21:00 (hora local), 5 horas después de la hora planeada para zarpar. Una vez que se resolvió este asunto, el *Moana Wave* dejó Arica a las 22:00 tiempo local y se dirigió hacia la boya de SHOA. La toma de muestras en aguas chilenas ocurrió en el viaje de retorno a Arica, después de que hubiésemos cumplido con el principal objetivo del crucero: las operaciones en la boya e instrumentos en la Estación de Referencia Oceánica (ORS).

II. Preparación para el Crucero

A. Evaluación de los Sensores y Pruebas

Las pruebas de las unidades de ASIMET desplegadas en la boya Stratus 11 comenzaron en la Institución Oceanográfica de Woods Hole el 8 de octubre del 2010, cuando los primeros registradores SN L-04 y L-15 se encendieron y cargaron con onda corta (SWR) e instrumentos de temperatura de la superficie del océano (SST). Cerca del 4 de enero del 2011, estos dos sistemas primarios y un sistema de repuesto (logger 17) estaban cargados con SWR, onda larga (LWR), SST, temperatura de humedad y del aire (HRH y ATMP) y viento (WND). El registrador 15 además tenía un sensor de presión barométrica (BPR). Unidades independientes de HRH y WND también se colocaron y estaban funcionando. Únicamente faltaba instalar unidades de precipitación (PRC) y un par de BPR, pero las bajas temperaturas de la estación y las nevadas no permitieron que se llevaran a cabo buenas pruebas debido a que la boya se tenía que instalar muy a menudo en la bodega del taller para resguardarla. El 11 de enero, se extrajeron los datos de 1 minuto tomados por los registradores, como se muestra en las Figuras 2-1 a 2-6. El 7 de febrero, el registrador 15 se reemplazó por el registrador 14 y se descargó una serie de datos el 9 de febrero. La boya se desmanteló el 11 de febrero y se envió a Arica, Chile, en contenedores, poco después, junto con otro equipo de UOP. Ver el apéndice que contiene el calendario y el procedimiento de pruebas para la boya Stratus 11.

Los datos que se muestran en las Figuras 2.1 y 2.6 corresponden a un período en el cual la boya se encontraba bajo prueba, en el exterior de WHOI, del 30 de diciembre al 1 de enero y del 4 de enero al 6 de enero. Las mediciones realizadas durante estos períodos mostraron pequeñas diferencias entre los sensores, los cuales se calificaron como listos para ser desplegados. Las diferencias a ser mencionadas se encontraban entre SWR y LWR. La SWR llegó a 20 Wm^{-2} en los máximos valores (cerca de 400 Wm^{-2} a mediodía hora local) cuando se sacó el promedio sobre una hora. Aunque esto parece ser un valor alto, algunas de estas mediciones son causadas por las diferencias en posición de sensores similares instalados en la boya, lo cual puede contar por 30% a 50% de la diferencia. El bias en el LWR es de cerca de 5 Wm^{-2} y representa el nivel de precisión al que se llegó cuando los sensores fueron calibrados contra un instrumento estándar, utilizando mediciones de comparación tomadas en el techo del edificio Clark. Otros instrumentos mostraron buena concordancia. En particular, el ATMP y HRH medidos de los dos sistemas primarios en la boya fueron bastante buenos. Las variaciones diarias observadas se asocian con el exceso de calor solar en uno de los instrumentos comparado con el otro sensor. Cuando la boya es desplegada y se orienta en dirección al viento, se reduce grandemente el calentamiento diferencial. Debemos notar que el patrón de pruebas en WHOI es poco óptimo para obtener mediciones exactas, ya que el viento es típicamente débil y las sombras y reflejos de los árboles, edificios, vehículos y postes de alumbrado pueden causar problemas. En cuanto al SST, las mediciones de prueba se realizan en una cubeta llena de agua salada de mar y se espera que haya diferencias debido a que el agua de la cubeta no se agita y dos sensores miden diferentes partes del volumen del agua en la cubeta. Finalmente, la comparación entre los sensores de la boya y el sistema de repuesto mostrarán diferencias debido a que el sistema de repuesto se localiza en una plataforma diferente. Usualmente vemos cierto efecto de ruido de radio-frecuencia (RF) causado

por los transmisores Argos PTT, especialmente en datos de prueba (ver por ejemplo las Figuras 2.3 y 2.4; este efecto es casi siempre mucho menor después del despliegue).

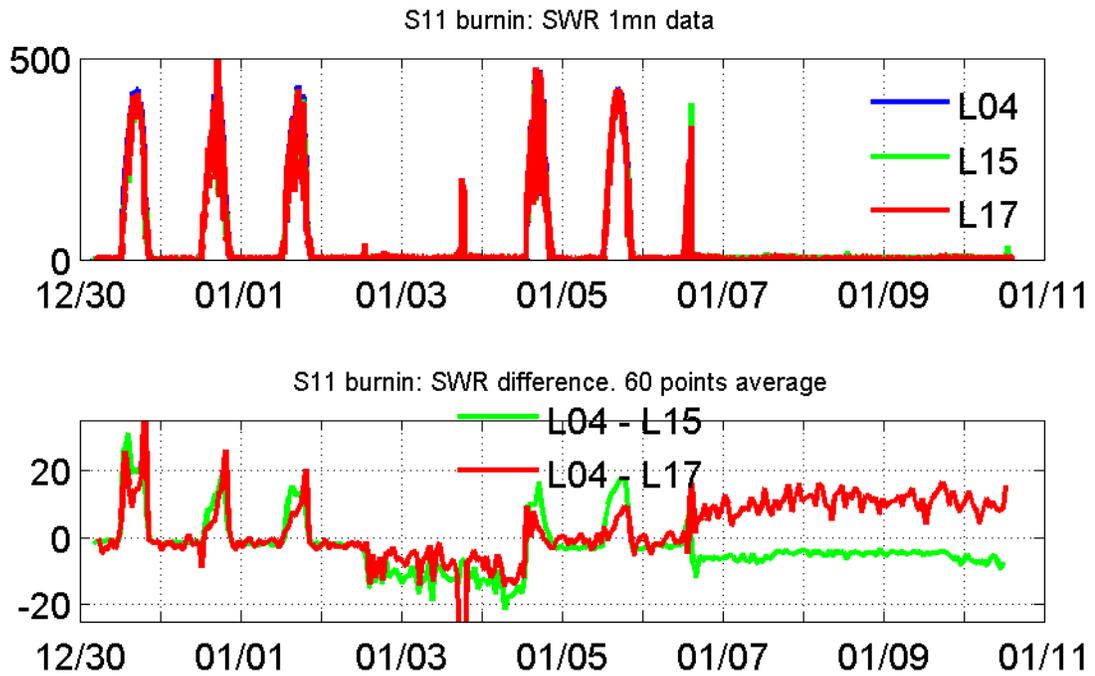


Figura 2-1. Último periodo de prueba en WHOI cuando la boya se encontraba afuera del edificio. El panel superior muestra las series temporales de datos de 1-minuto de la radiación solar de onda corta hacia abajo (SWR), en Wm^{-2} . El panel inferior muestra la diferencia entre los sensores, promediada a lo largo de 1 hora.

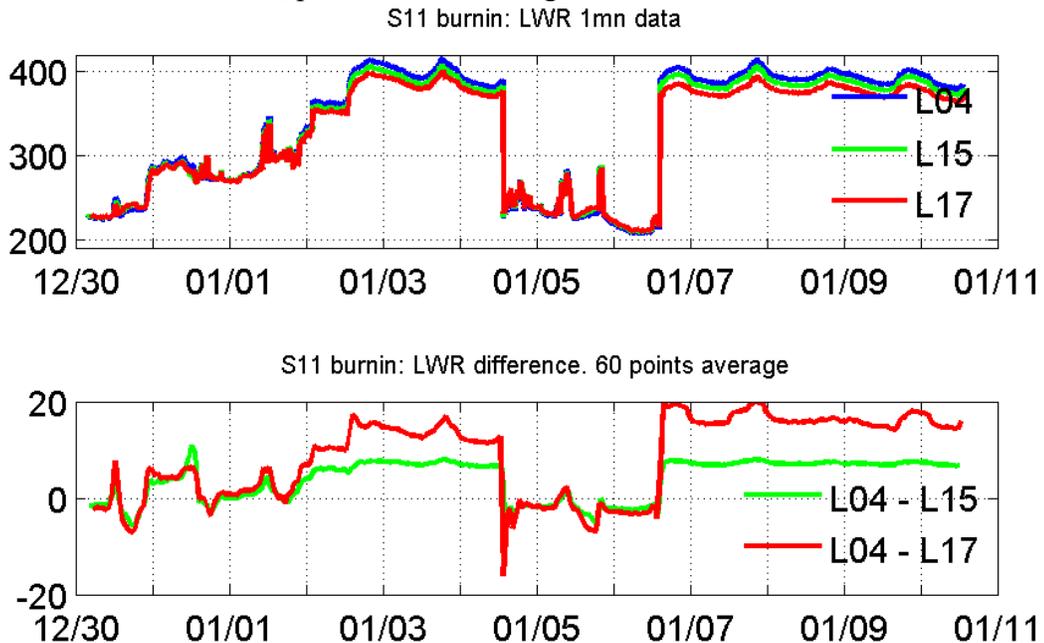


Figura 2-2. Igual que la Fig. 2-1, pero para radiación de onda larga hacia abajo (LWR), en Wm^{-2} .

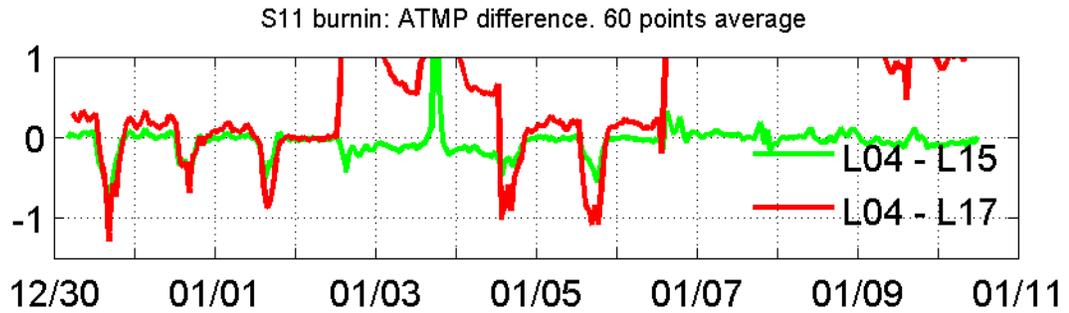
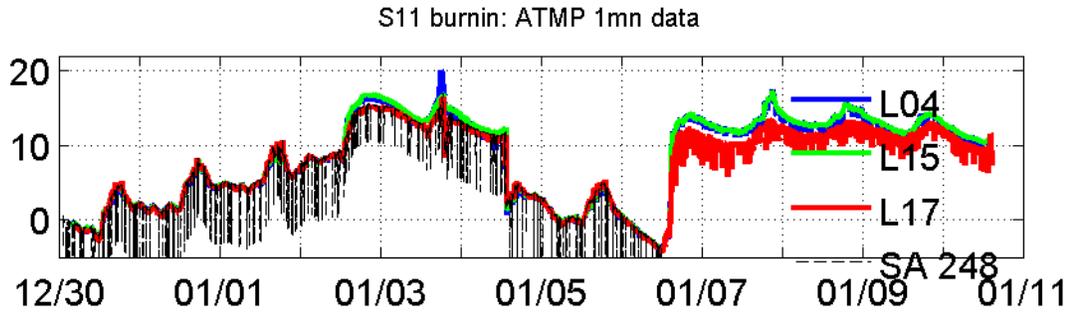


Figura 2-3. Igual que la Fig. 2-1, pero para temperatura del aire (ATMP), en grados °C.

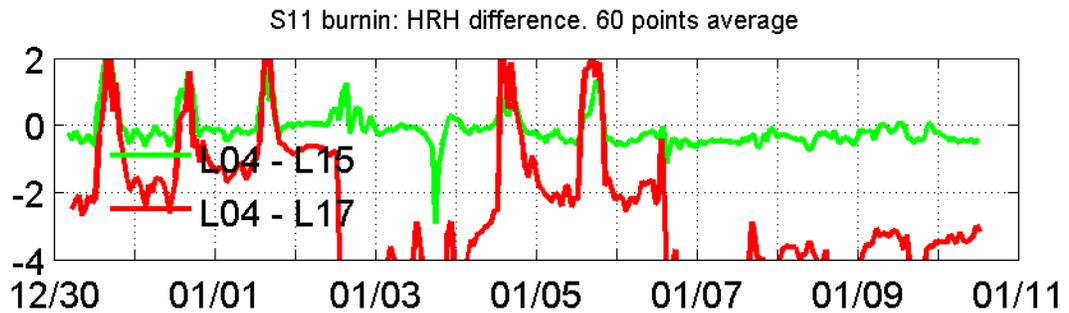
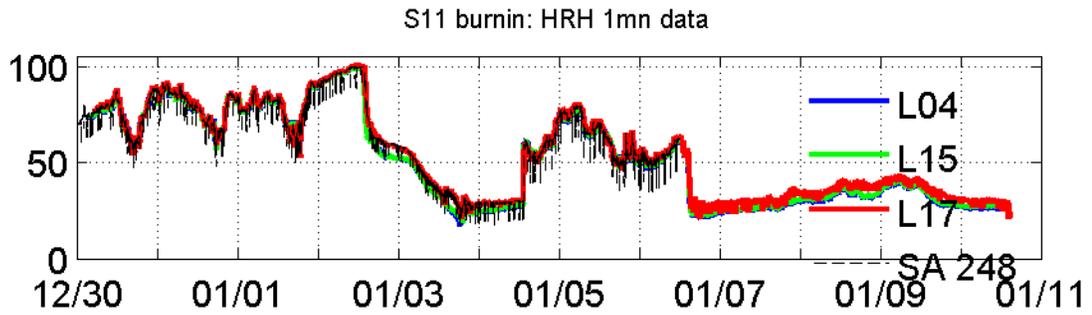


Figura 2-4. Igual que la Fig. 2-1, pero para humedad relativa del aire (HRH), en %RH.

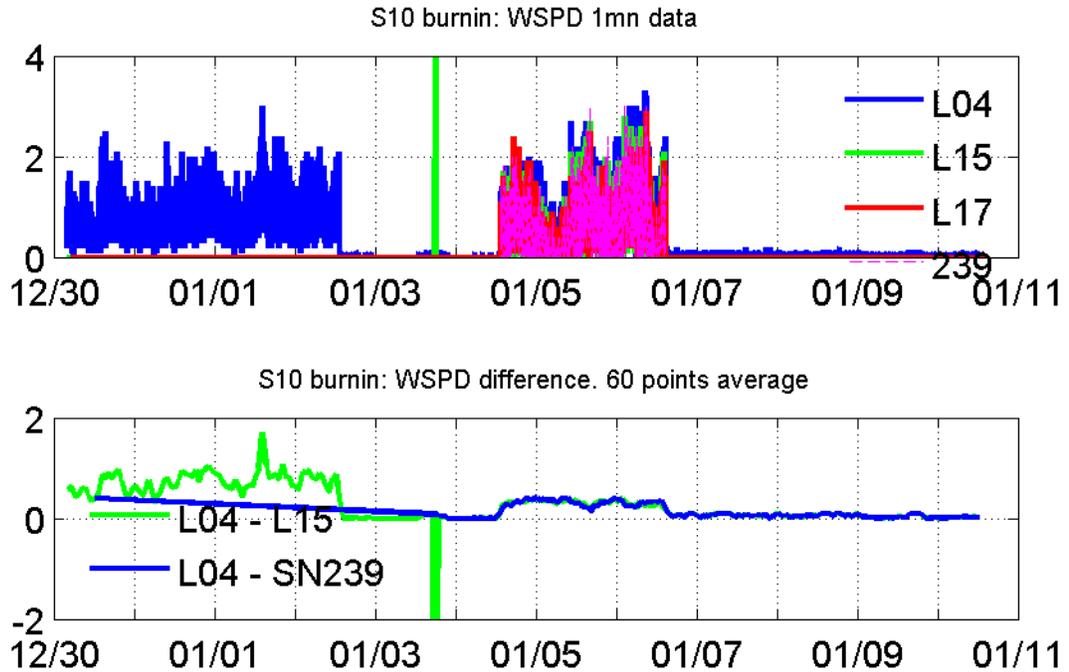


Figura 2-5. Igual que la Fig. 2-1, pero para velocidad del viento (WSPD), en m/s.

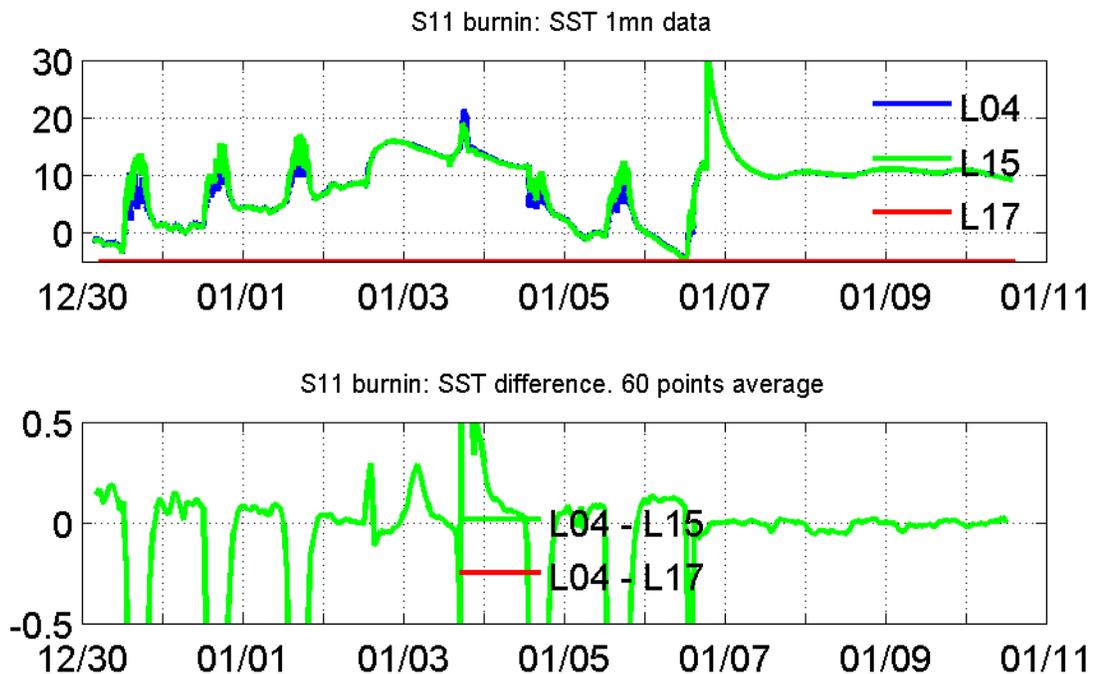


Figura 2-6. Igual que la Fig. 2-1, pero para temperatura de la superficie del mar (SST), en grados °C.

Una vez que la boya se volvió a ensamblar en Arica durante la tarde del 25 de marzo, comenzó un segundo período de pruebas de la boya para revisar las mediciones apropiadas de los sensores ASIMET. El 30 de marzo a las 14:00 hora local (UTC -3), la boya se montó en el barco, en el estribor de la cubierta posterior. El barco zarpó del puerto de Arica el 31 de marzo, 22:00 hora local, y navegó hacia el oeste a unos 10 nudos. Mientras que la boya se mantuvo en el puerto de Arica, las condiciones para toma de mediciones fueron muy buenas. No hubo obstrucciones de viento solar. La exposición solar en Arica es constante y no hay muchas nubes. El viento es también bastante estable y varía solamente con el tiempo del día cuando la brisa del mar cambia de dirección. Los datos recolectados durante este período se descargaron de los registradores el 5 de abril mientras que el barco estaba en tránsito hacia la boya del sitio de Stratus. Las Figuras 2.7 a 2.17 muestran las comparaciones entre los dos sistemas primarios en la boya durante este período. La SWR (radiación de onda corta) del sistema 2 ha sido cambiado por un sensor de repuesto (SN 208) el 21 de enero y esto muestra un mejor acuerdo con el sensor en el sistema 1 (SN 502), como se puede ver en las Figuras 2.7 y 2.8. Estas figuras muestran que el bias de la SWR está levemente reducida (promedio en horas), siendo la SWR 502 más bajo que la SWR 208 por 15 Wm^{-2} máximo, para los valores de SWR en el momento cumbre del mediodía. La Figura 2.8 muestra que la diferencia relativa de SWR entre los dos sensores es 1.5% al mediodía, pero mayor para los ángulos bajos del sol. La figura 2.10 muestra que la diferencia de la ATMP (temperatura del aire) está dentro de los $0.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ para los valores durante la noche pero puede aumentar a $0.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ debido al calentamiento solar durante el día. Notar que el incremento en la diferencia que se observa en 4/27 y 4/28 se debe probablemente a la sombra del barco, y a las múltiples posiciones a las que se movió el barco en el puerto, para prevenir este tipo de efecto y mantenerla lejos de esta actividad mientras que se cargaba equipo en el barco. La HRH (humedad relativa) en la Figura 2.11 es bastante buena, con un acuerdo mejor que 2% RH. La velocidad del viento (WSPD) estuvo en concordancia con 0.2 a 0.3 m/s para vientos típicos de 4 a 5 m/s (Fig. 2.12). La precipitación (PRC) estuvo de acuerdo cuando los instrumentos para medición de la lluvia se llenaron y se volvieron a vaciar, como se ve en la Fig. 2.16 (no llovió en Arica).

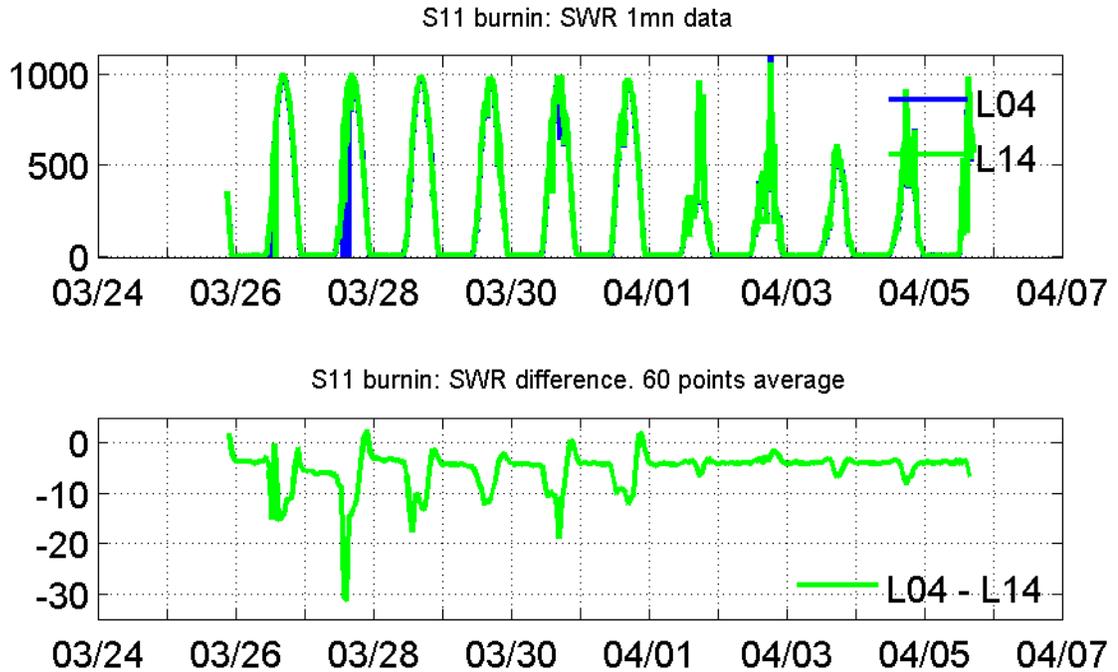


Figura 2-7. Como en la Fig. 2-1 pero para el periodo de pruebas en Arica y al comienzo del cruceo.

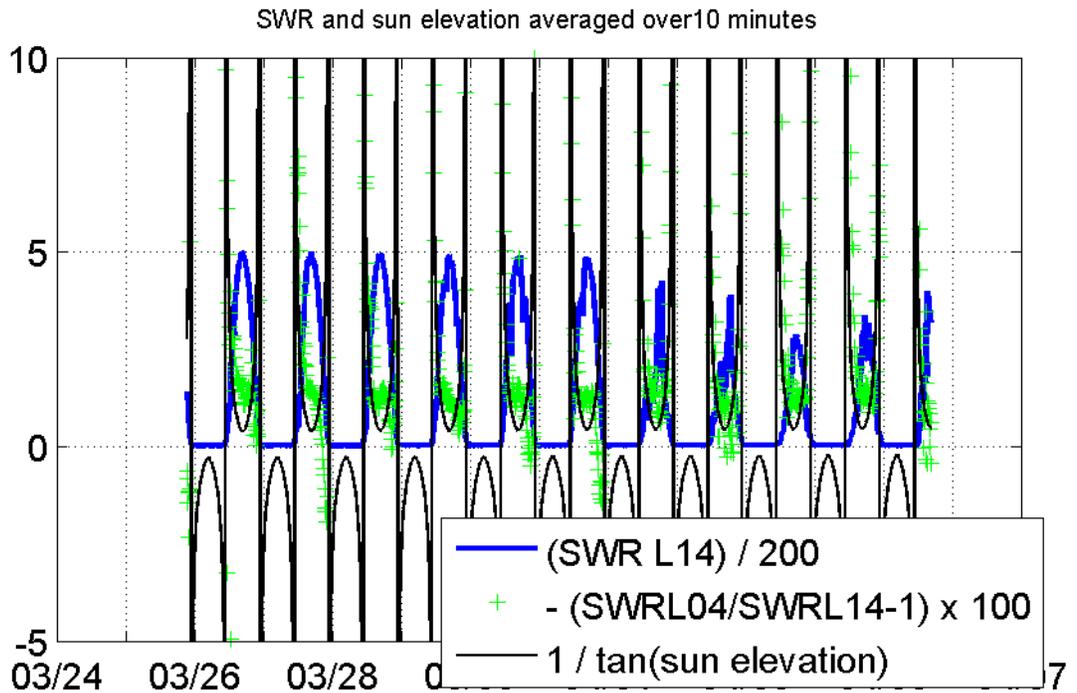


Figura 2-8. Promedios de 10 minutos de la Radiación de Onda Corta (SWR) (factor 1/200), diferencia relativa de la SWR entre los sistemas 1 y 2 , y \tan^{-1} (elevación del sol).

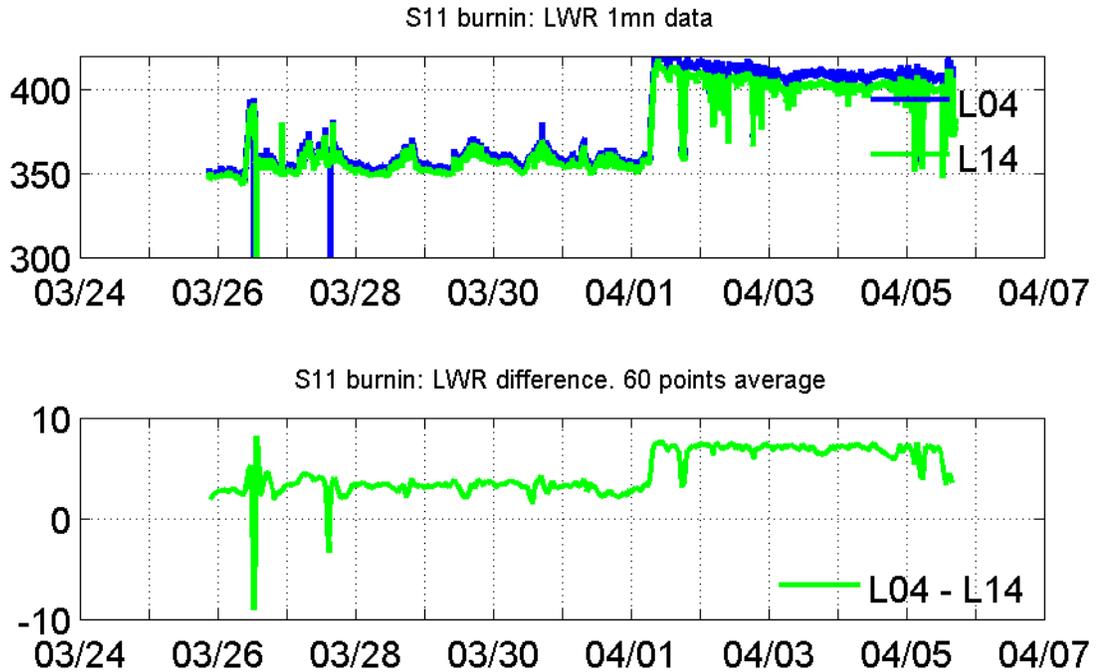


Figura 2-9. Como en la Fig. 2-7 pero para la Radiación de Onda Larga (LWR).

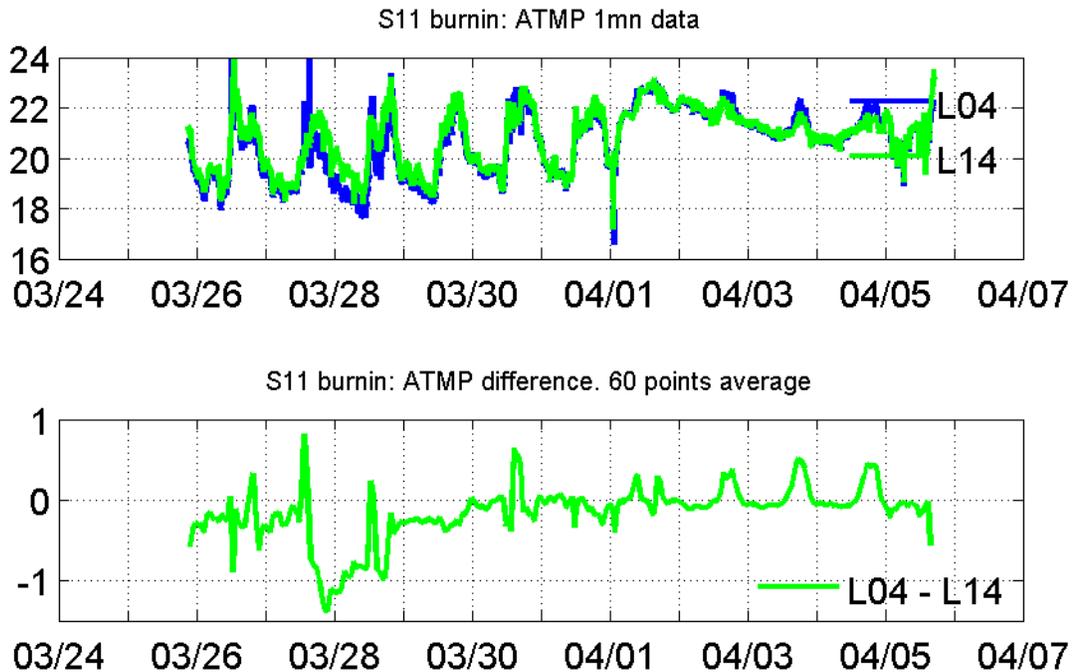


Figura 2-10. Como en la Fig. 2-7 pero para la Temperatura del Aire (ATMP).

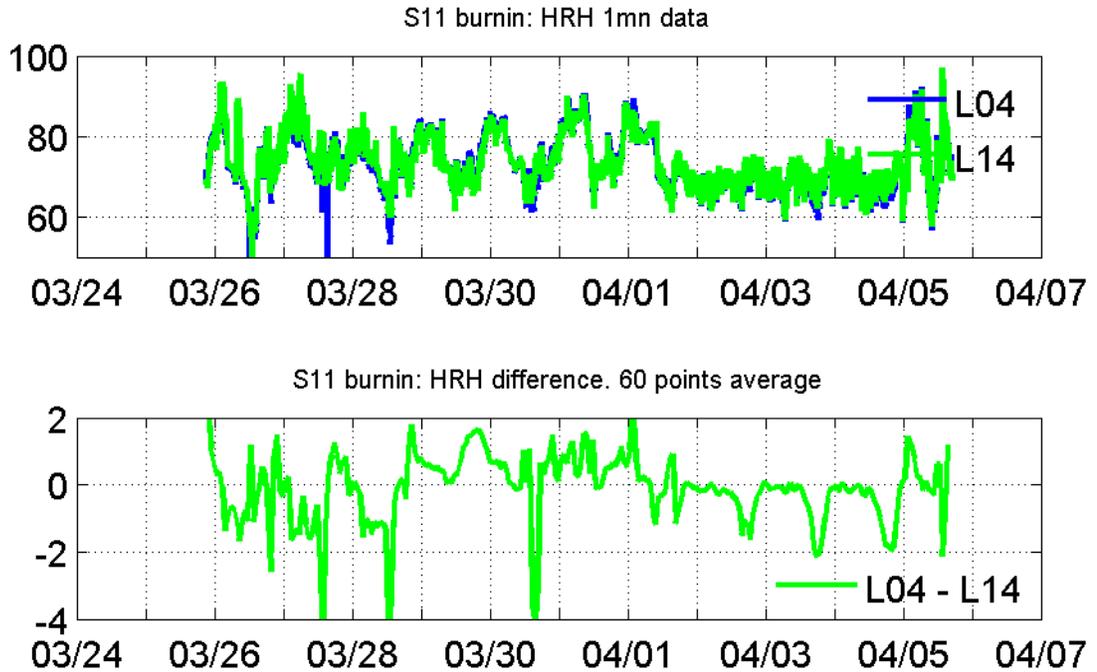


Figura 2-11. Como en la Fig. 2-7 pero para la Humedad Relativa (HRH).

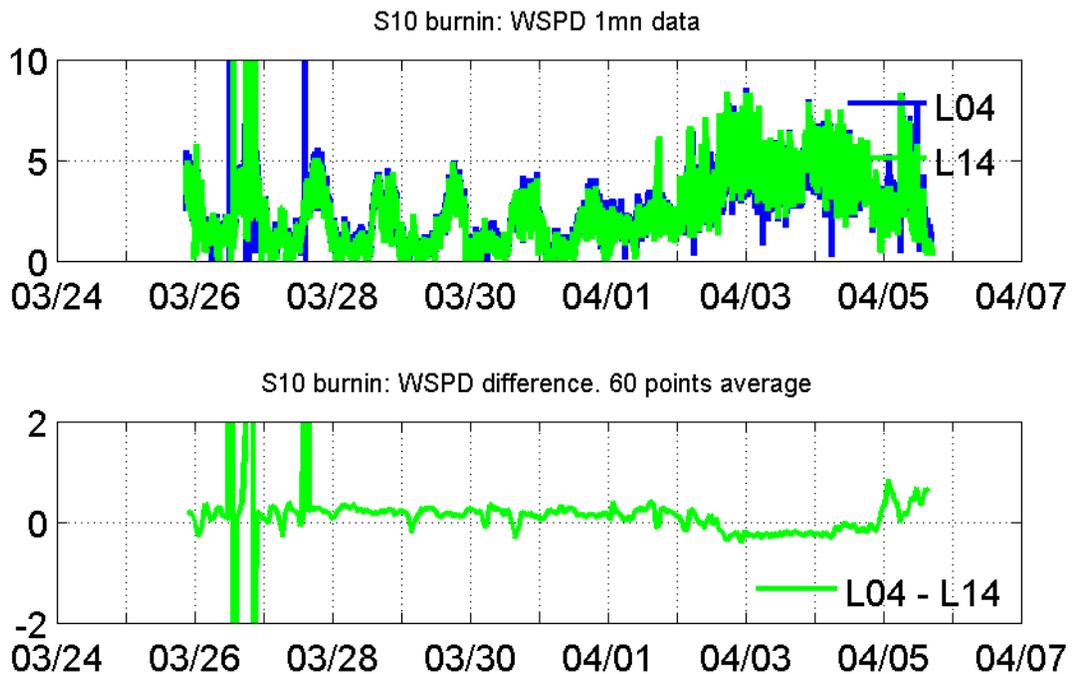


Figura 2-12. Como en la Fig. 2-7 pero para la Velocidad del Viento (WSPD).

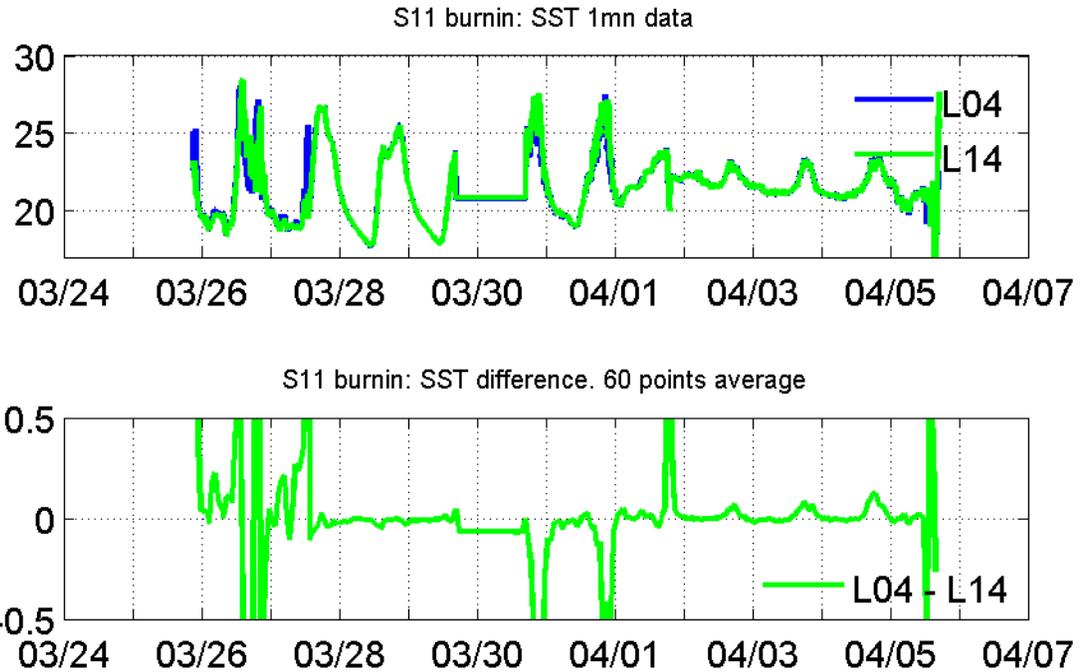


Figura 2-13. Como en la Fig. 2-7 pero para la Temperatura de la Superficie del Océano (SST).

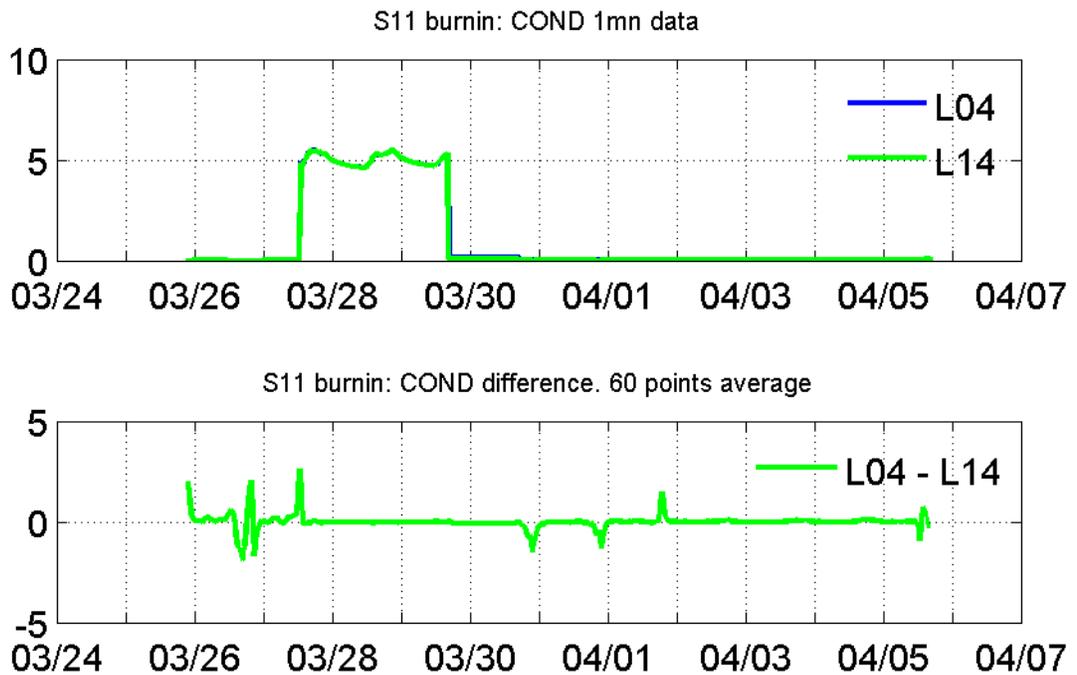


Figura 2-14. Como en la Fig. 2-7 pero para conductividad (COND).

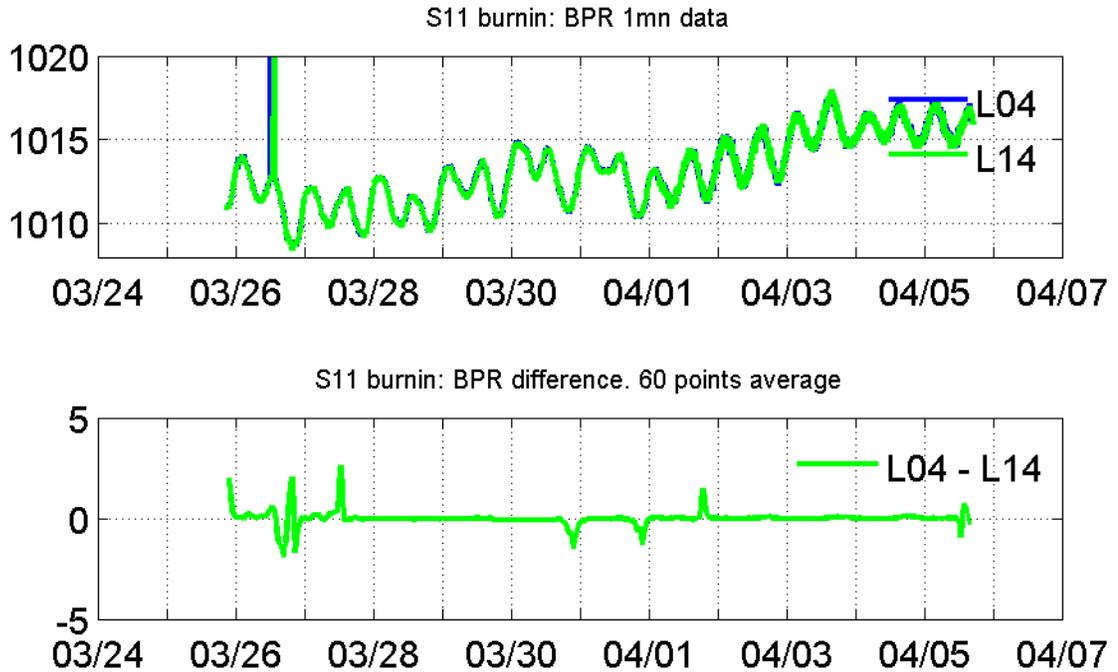


Figura 2-15. Como en la Fig. 2-7 pero para presión barométrica (BPR).

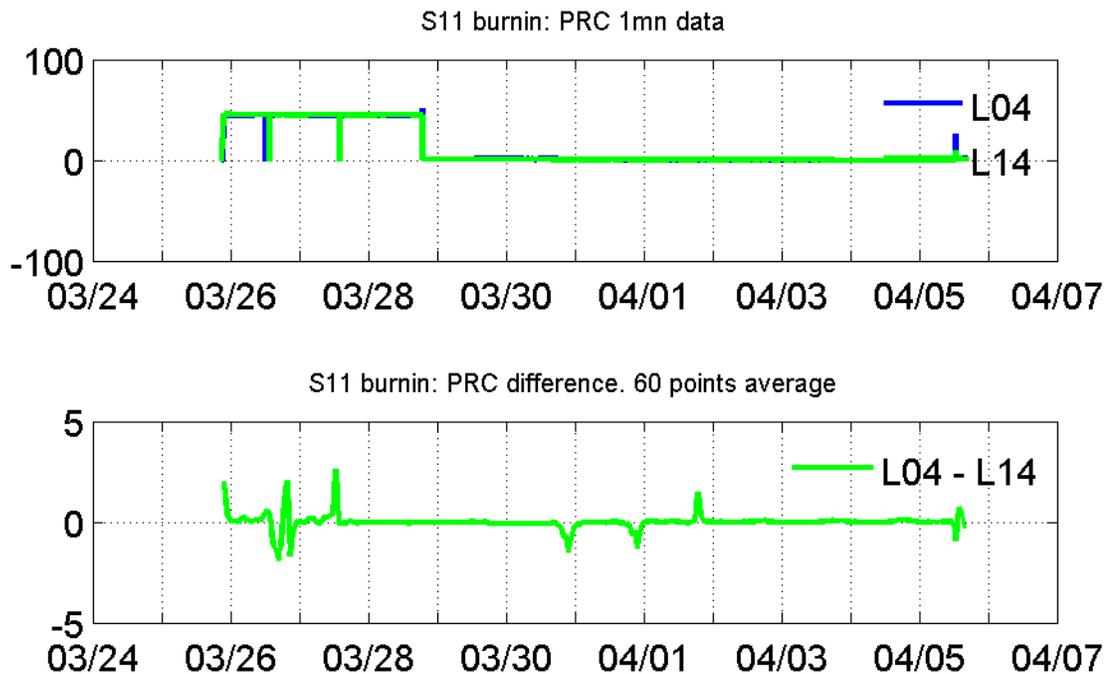


Figura 2-16. Como en la Fig. 2-7 pero para acumulación de lluvia (PRC).

Finalmente, promedios de una hora de mediciones de ASIMET en “casi tiempo real” están disponibles en el sitio de internet del grupo UOP, a través de telemetría de Argos. La Figura 2.17 muestra los datos más recientes transmitidos, en el momento de escribir este informe. Las diferencias son similares a las que se ven durante el período de prueba, aunque la ATMP y la HRH concuerdan mejor (0.1 °C y 1%RH, respectivamente).

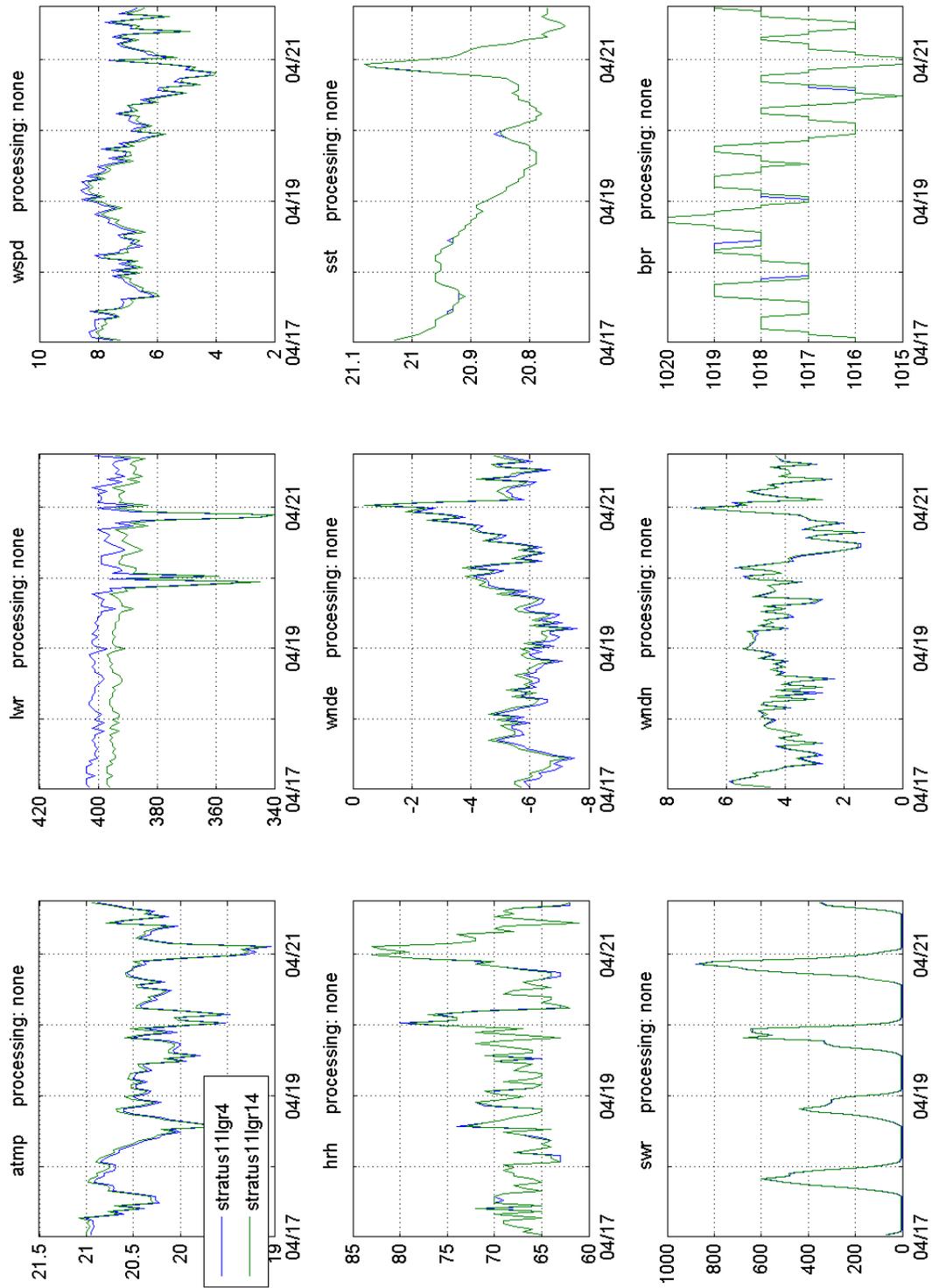


Figura 2-17. Promedios de una hora de datos de ASIMET de la boya Stratus 11, obtenidos de telemetría de Argos el 22 de abril, 2011.

B. Preparación y Carga en Arica

A mediados de febrero, se enviaron desde WHOI hasta Arica, Chile, tres contenedores de cuarenta pies y un contenedor de 20 pies, cargados con la boya, los componentes que van bajo la superficie, e instrumentos de soporte del crucero. Se realizaron acuerdos con AJ Broom, nuestro agente en Chile, para aceptar el equipo y proporcionar apoyo a WHOI. Este apoyo incluyó una zona de preparación, apoyo con carretillas elevadoras (forklift), una grúa en puerto y acceso al puerto.

El 17 de marzo nos enteramos de que NOAA firmaría un contrato con Stabbert Maritime, quienes proporcionarían el barco *Moana Wave* para realizar el crucero Stratus del 2011. Un primer grupo de personal de UOP (4 personas) volaron desde Boston el 21 de marzo y llegaron a Arica al día siguiente. El 23 de marzo, nos reunimos con un representante de Broom, quien nos mostró el área en la que trabajaríamos, pero nos informó que los contenedores no habían salido aún de aduanas. Por razones que no tenemos claras, no tuvimos acceso a nuestros contenedores hasta cerca del mediodía del 25 de marzo. En este momento nos proporcionaron la carretilla de descarga y el soporte que pedimos. Todo el equipo fue removido de los contenedores. La torre de la boya se ensambló así como el casco de la boya. El equipo restante se volvió a meter en los contenedores para mantenerlo accesible. Un contenedor se preparó con sillas y mesas para que sirviese como espacio de laboratorio para los preparativos.

El sistema de pCO₂ se instaló y se revisó y se realizó un giro de boya final. La boya estuvo lista la tarde del 25 de marzo y los datos de ASIMET se transmitieron por medio de telemetría de Argos; esta señal se localizó directamente en el muelle utilizando un receptor Alpha Omega. Los medidores de corrientes Seaguard se revisaron para ver el rendimiento de la brújula, utilizando un procedimiento de giro de la brújula similar al que se utiliza en la boya. También se instaló el Sea-Bird SBE39 ATMP, con un período de toma de muestras de 5 minutos. El *Moana Wave* llegó a puerto el 27 de marzo a las 15:00 hora local. El equipo se llevó a bordo del *Moana Wave* al día siguiente, excepto las anclas, el cabestrante, y el contenedor de 20 pies de ESRL. Se determinó que el contenedor de WHOI no iba a caber, ya que había un contenedor soldado al sitio en la cubierta 01. Tres personas más de WHOI llegaron a Arica. El 29 de marzo llegaron los soldadores para ayudar a instalar la torre de ESRL y para soldar aros para atar las anclas. La gigantesca grúa del puerto llegó en la tarde, y el equipo pesado se cargó en el barco. Los contenedores de la parte superior que estaban abiertos se movieron más cerca al barco para que se pudiesen transferir las bolas de vidrio al contenedor abierto en la cubierta 01. Se instaló en el barco la instrumentación de VOS. El medidor de viento sónico en el mástil de la proa, y el laboratorio científico se preparó, incluyendo los cables para varios receptores de GPS y los receptores locales Alpha/Omega para monitorear la boya. El personal de ESRL quienes llegaron unos días antes, también instalaron su equipo en el barco. Dos trabajadores chilenos llegaron ese día, incluyendo al observador nacional. La boya se cargó en el barco el 30 de marzo a las 14:00 hora local y se preparó para el trayecto; continuó el trabajo para asegurar el equipo a la cubierta y colocar el equipo pesado. La mayoría de los orificios en la cubierta estaban llenos de pintura y basurilla, por lo que se pasó mucho tiempo limpiándolos y tapando las superficies para

poder montar el cabestrante, el tirador de aire, la cornamusa en forma de H (“H-bit cleat” en inglés) otras cornamusas o sostenedores de cuerdas, UCTDs, etc. El *Moana Wave* zarpó al día siguiente a las 22:00 hora local.

C. Giros de Boya

Se realizaron giros de boya (“buoy spins”, en inglés) y se encontró que satisficieron las expectativas. El giro de boya es un procedimiento para revisar la brújula de la boya. Se realizó de forma un poco diferente que en los años anteriores ya que se usó un monitor GPS diferencial que indica la dirección del Norte verdadero. Por lo tanto no hay necesidad de fijar las veletas a una dirección de referencia (identificada por un punto de referencia distante) sino que las veletas se fijan una vez con respecto a la boya. La boya se orienta hacia 8 direcciones diferentes, con incrementos de 45°. En cada una de estas direcciones se lee la brújula de los sensores de viento y se compara con el valor del GPS. Una vez que el valor local de la desviación magnética se toma en cuenta, la diferencia indica un estimado del error de la brújula que se reporta. Típicamente, las brújulas utilizadas para los sensores de ASIMET tienen un margen de error de menos de 5°. Parte de este error se debe probablemente a efectos del hierro suave que provienen de la estructura metálica de la misma torre de la boya. La Figura 2.18 muestra el error de la brújula como una función de la orientación de la boya y la curva sinusoidal es sintomática de este efecto del hierro suave.

Se realizó un primer giro de boya en Woods Hole y un segundo giro en Arica. Éste último puede haberse visto afectado por la estructura metálica insertada en el concreto, la cual hace la plataforma en la que se realizó la el giro de la boya. De hecho, una inspección manual con una brújula de mano mostró claramente una influencia magnética fuerte y variable en diferentes sitios del muelle. Pero este efecto se atenúa cuando la distancia vertical desde el muelle se incrementa y los sensores en la boya se vuelven, por lo tanto, menos sensibles al mismo. Los resultados de giros de boya se muestran en la Figura 2.18. Ver el apéndice para detalles de los giros de boya.

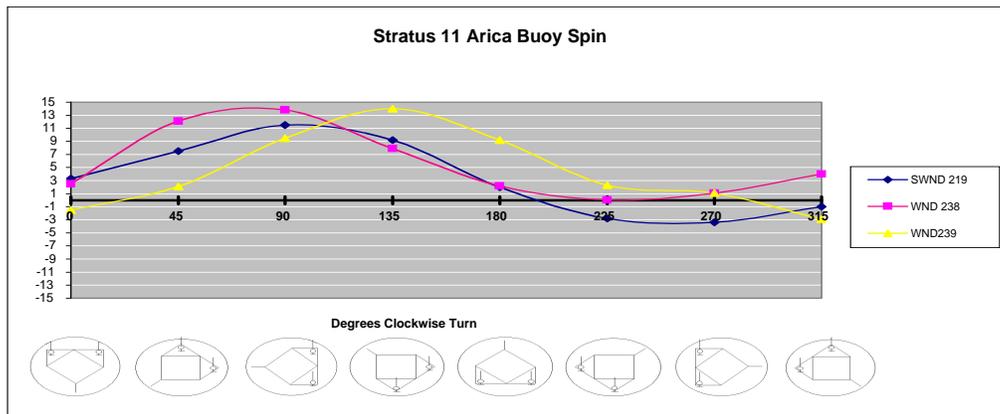


Figura 2-18. Giros de boya se la Stratus 11, en Arica, Chile.

III. La Boya Stratus 11 y sus Componentes

A. Diseño de la Boya

Las boyas utilizadas en el proyecto Stratus están equipadas con instrumentos meteorológicos de superficie, incluyendo dos sistemas de Meteorología Mejorada (IMET) (ver la Figura 3-1). El cable de la boya también lleva instrumentos bajo la superficie que miden la conductividad y la temperatura y una selección de medidores de corrientes acústicos y medidores de vectores de corrientes (VMCM).

La boya de WHOI tiene un diseño catenario inverso utilizando cable metálico, cadenas, y cuerdas de nylon y polipropileno y tiene un ámbito de 1.25 (ámbito se define como largo de la comba de la cuerda/profundidad del agua). La boya de superficie Stratus 11 tiene una boya de material de espuma de 2.7 metros de diámetro con una torre de aluminio y una agarradera o brida rígida en la base de la boya. El diseño de estas boyas de superficie toma en consideración las pronosticaciones de corrientes, vientos, y las condiciones del estado del océano que se esperan durante la duración del despliegue o posicionamiento en el agua. Ver la Figura 3-2 para un dibujo completo de la boya y sus componentes.

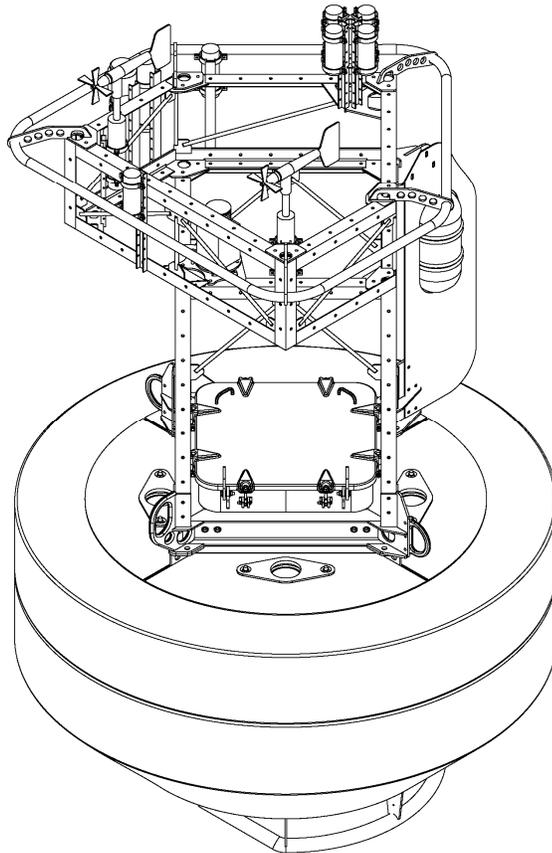


Figura 3-1: Representación de la boya ASIMET Stratus 9 (La boya Stratus 11 es similar).

12/27/2010
 PO # 1226

STRATUS 11TH DEPLOYMENT V6 - SHEET 1 OF 2

MAX. DIA. BUOY WATCH CIRCLE = 3.7 N.Miles

Position: 19°46.5'S, 85°29.0'W

2.7 m Surlyn Foam MOBS Buoy with:
 (2) IMET/ARGOS Telemetry,
 (2) Floating Sea Surface Temperature Sensor
 (4) Stand Alone HRH

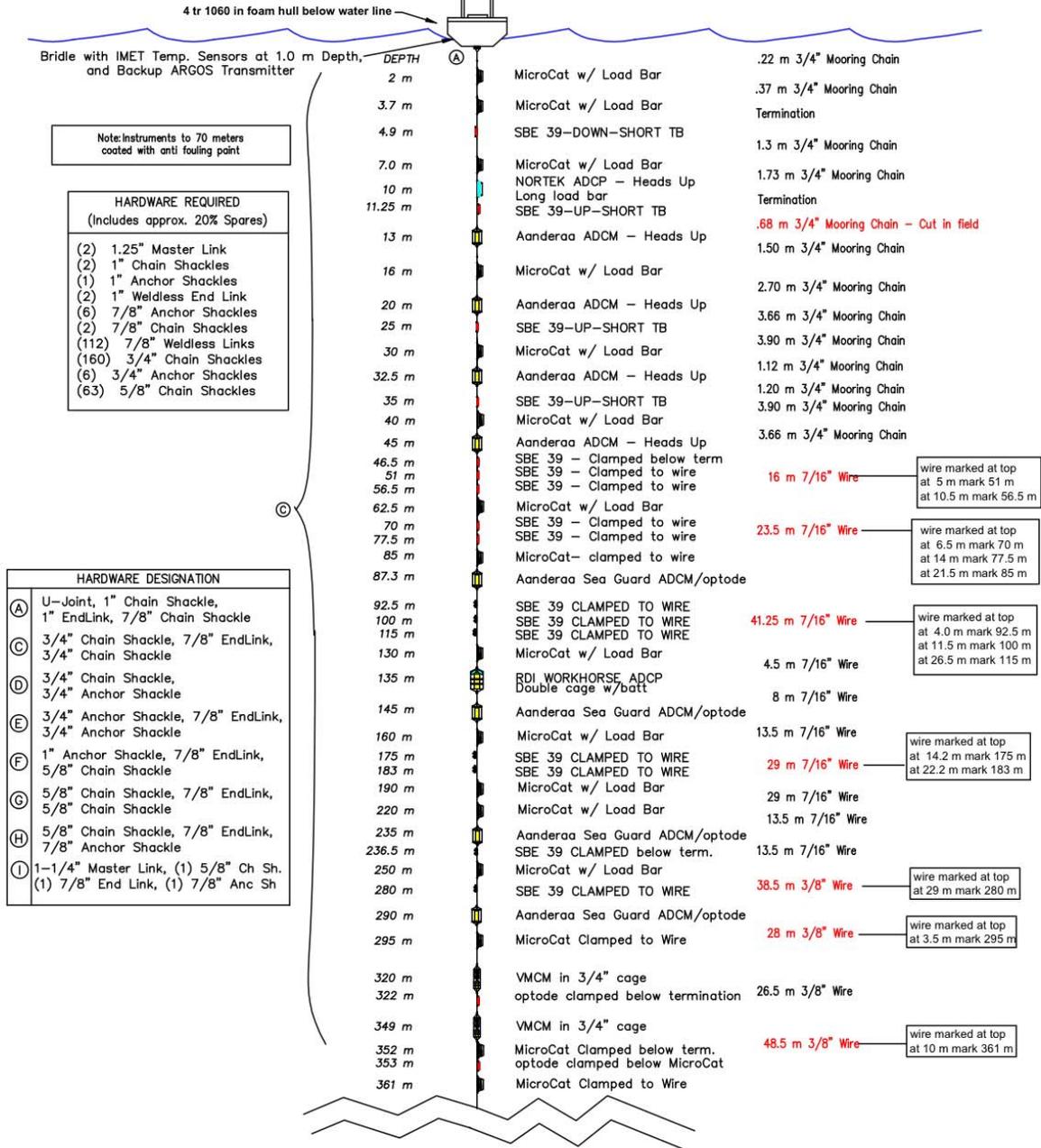


Figura 3-2. Diagrama de la boya Stratus 11 y sus componentes.

STRATUS 11TH DEPLOYMENT V6 SHEET 2 OF 2

CONTINUED AFTER 48.5 METER SHOT OF
WIRE AT 400 METERS

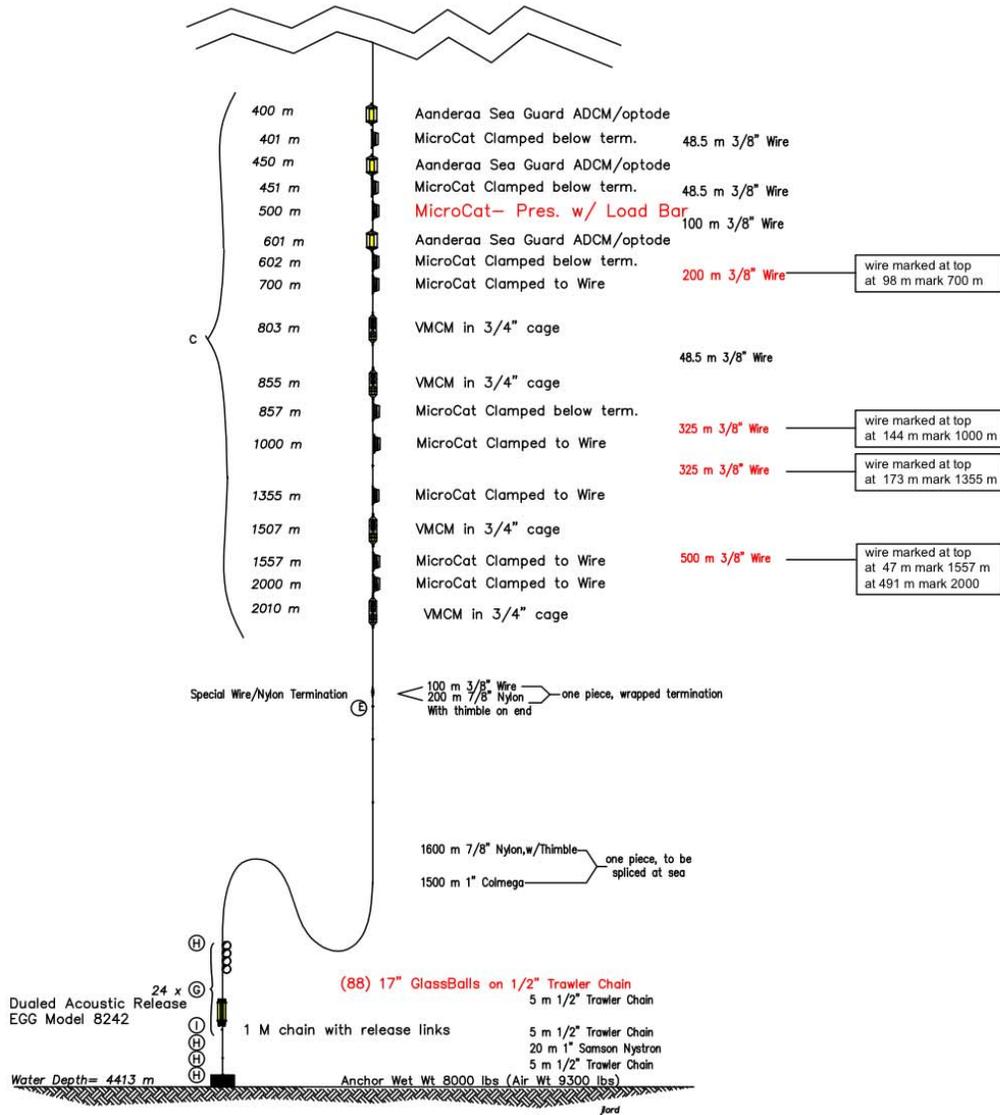


Figura 3-2. Diagrama de la boya Stratus 11 y sus componentes (parte inferior).

B. Instrumentos de la Boya

El sistema de Meteorología de Interacción Aire-Mar (“Air-Sea Interaction Meteorology” o ASIMET por sus siglas en inglés) es una versión actual de IMET, el cual es un paquete de sensores meteorológicos y de la superficie del mar que se despliegan con diferentes contenedores y empaques dependiendo de la aplicación. Los módulos ASIMET (uno o más sensores además de un sistema electrónico principal) pueden utilizarse con su propia unidad de poder independiente y realizan su propia grabación de datos, o se pueden conectar a una unidad de poder central y a un registrador, o ambos. Juntos, estos módulos miden la temperatura del Aire (ATMP), la humedad relativa (HRH), la temperatura y la conductividad de la superficie del mar (SST, SSC), la velocidad y dirección del viento (WSPD, WDIR), la presión barométrica (BPR), la radiación de onda corta (SWR), la radiación de onda larga (LWR), y la precipitación (PRC). Estas variables se utilizan para computar los flujos de calor aire-mar, la humedad y el momentum utilizando formulas aerodinámicas.

En las boyas, los módulos se empaquetan en cilindros de titanio los cuales incluyen provisiones para baterías y grabación de datos internamente. Los módulos de las boyas se despliegan usualmente en pares, con 6 pares de módulos meteorológicos montados en la torre de la boya y un par de sensores de temperatura-conductividad montados en la pata de la brida. Un receptor central graba datos de un minuto de todos los módulos con una base de tiempo en común, y también crea datos promedio de una hora que son transmitidos a la costa por medio de telemetría de satélite Argos. Algunos de los datos de un minuto son promedios dentro de cada minuto (ver la documentación de ASIMET en <http://frodo.who.edu/asimet>). Los instrumentos de la boya Stratus también incluyen un sistema de pCO₂ del Dr. Chris Sabine de NOAA PMEL y un paquete de sensores de olas NDBC.

1) ASIMET

La Tabla 3-1 proporciona una lista de los sensores ASIMET desplegados en la boya Stratus 11, mientras que la Tabla 3-2 contiene el tiempo de los aumentos impuestos en los registros antes del despliegue.

Tabla 3-1. Instrumentos ASIMET en la boya Stratus 11.

Systema 1			
Módulo	Serie	Versión de Firmware	Altura (cm)
Logger	4	LOGR53 V4.11 cf	
HRH	247	VOS HRH53 V4.29 cf	226.5
BPR	503	VOS BPR53 V4.03 cf (Heise)	236
SWND	219	SONIC WND53V4.11 cf	267.5
PRC	207	VOS PRC53 V4.03 cf	250
LWR	503	VOS LWR53 V4.02 cf	279.5
SWR	502	VOS SWR53 V4.01 cf	279.5
SST	2053		
PTT	12789	ID's = 27916, 27917, 27918	
Sistema 2			
Módulo	Serie	Versión de Firmware	Altura (cm)
Logger	14	LOGR53 V4.11cf	
HRH	250	VOS HRH53 V4.29 cf	226.5
BPR	212	VOS BPR53 V4.03 cf (Heise)	236.5
WND	238	VOS WND53V4.02 cf	267
PRC	206	VOS PRC53 V4.03 cf	249
LWR	224	VOS LWR53 V4.02 cf	279.5
SWR	208	VOS SWR53 V4.01 cf	279.5
SST	1838		
PTT	18171	ID's = 27919, 27920, 27921	
Módulos Independientes ("Stand-Alone")			
Módulo	Serie		Altura (cm)
WND	239	VOS WND53V4.02 cf	266
HRH	248	VOS HRH53 V4.29 cf	224.5
SBE39	1447	Sample 300 seconds	232
MINIMET	1	Top	232
MINIMET	2	bottom	201
PCO2			84
WAMDAS	28558	Iridium = 24277	
SIS		ID	
Buoy waterline (as observed 2011/4/7)			60 – 65 cm

Tabla 3-2: Stratus 11 Repuntes y notas de los instrumentos de superficie.

Repuntes (“spikes”) de los instrumentos de superficie		
PRC	Fill (llenar) / drain (drenar)	
	3/28/11 18:30	
	4/5/11 12:46	
SST spikes	On (encendido)	Off (apagado)
	4/5/11 15:19	

2) Temperatura de la superficie del Mar

Dos Sea-Bird SBE 37s se montaron en el fondo del casco de la boya a un metro de profundidad aproximadamente. Estos instrumentos son parte del sistema IMET y proporcionan datos de temperatura y conductividad cerca de la superficie del mar de una medida única cada minuto. Los promedios de cada hora también son transmitidos por medio de Argos en casi tiempo real. Los datos completos de 1 minuto son transmitidos al registrador, mientras que la memoria interna del SBE 37 solamente registra datos de 5 minutos.

Además de estos sensores de SST, un conjunto de TR-1060s se colocó en orificios del casco de la boya. La Tabla 3-3 muestra una lista del conjunto de instrumentos de SST en el casco de la boya.

Tabla 3-3: Conjunto de Instrumentos de la boya Stratus 11 para medir la Temperatura de la Superficie (SST)

Instrumento	Serie	Ubicación	Metros bajo la Cubierta	Grados de Orientación
TR-1060	14880	Hole #1	0.80	adelante
TR-1060	14875	Hole #2	0.80	popa
TR-1060	14879	Hole #3	0.80	estribor
TR-1060	14883	Hole #4	0.80	babor

3) Temperatura del Aire y Humedad Relativa

Sensor Rotronic MP-101A. Exactitud después de la calibración del UOP, 1%RH, 0.05°C. Desviación (post vs. pre cal después de 1 año): 1%RH, 0.05°C (Colbo y Weller, 2009). La sonda del sensor está protegida por un filtro de membrana Rotronic MF25 y colocado dentro de un escudo de radiación de placas múltiples para uso estándar, modificado, de la marca R.M. Young. Los sensores se instalan en la parte opuesta de la veleta de la boya para proporcionar un flujo de aire sin obstrucciones y minimizar los efectos de isla de calor. La medida se forma de una única toma instantánea cada minuto.

Hay indicaciones de despliegues recientes durante los dos últimos años, de que los sensores Rotronic pueden alterar su calibración después de ser transportados y pueden llevar a desviaciones inaceptables. Por lo tanto, se instaló un medidor de la temperatura del aire adicional en la Stratus 11; éste consistió en un Seabird SBE 39 con un escudo solar y tomó muestras de la temperatura del aire una vez cada 5 minutos.

4) Precipitación

Pluviómetro RM Young 50202, con sifón automático. Exactitud del ritmo de la lluvia después de calibración en el laboratorio, mm/hr (Serra et al., 2001). La medida se forma de una única toma instantánea cada minuto.

5) Radiación de onda corta

Piranómetro: Eppley Precision Spectral Pyranometer (PSP). Exactitud por comparación al estándar, 2 W/m^2 (Colbo y Weller, 2009). Desviación (post vs. pre calibración después de 1 año): 2 W/m^2 (Colbo & Weller, 2009). El sensor se montó en un sitio más alto que los otros instrumentos en la boya para evitar efecto de sombra. Una muestra de un minuto se forma al promediar 6 medidas de tomas realizadas cada 10 segundos.

6) Radiación de onda larga

Radiómetro: Eppley Precision Infrared Radiometer (PIR). Exactitud por comparación al estándar, 2 W/m^2 (Colbo y Weller, 2009). Drift (post vs. pre calibración después de 1 año): 2 W/m^2 (Colbo y Weller, 2009). La medida se forma de una única toma instantánea cada minuto.

7) Presión barométrica

Heise DXD (Dresser Instruments). Exactitud después de calibración en el laboratorio de UOP, 0.2 mb. Desviación (post vs. pre calibración después de 1 año): 1.5 mb (Colbo and Weller, 2009). La medida se forma de una única toma instantánea cada minuto.

8) Viento

Monitor de viento R.M. Young 5103. Exactitud después de calibración en el laboratorio de UOP, 1%, 3 grados. Desviación (posterior vs. antes de calibración; después de 1 año): 0.1 m/s, 2.0 grados (Colbo y Weller 2009). El sensor se montó en la parte opuesta a la veleta de la boya para evitar perturbación del flujo. La velocidad se mide por la rotación de hélices por 5 segundos, una medida de veleta cada segundo, y una toma instantánea única de compás durante esos 5 segundos. Por cada segmento de 5 segundos, se forma un promedio de vector del promedio de los 5 segundos promediados de la veleta y el compás de una toma única. Once de esos vectores de velocidad de 5 segundos se promedian al final del intervalo de un minuto para formar el producto final de velocidad. También se computa un promedio escalonado de la velocidad del viento tomando las rotaciones de las hélices, pero esta medida es más ruidosa.

Un Sensor de Viento Sónico marca Gill se incorporó dentro de las boyas Stratus 9 y Stratus 10. El anemómetro mide el tiempo que toma a un pulso ultrasónico para viajar de

un transductor hasta el transductor opuesto y luego lo compara con el tiempo que toma a otro pulso el viajar en la dirección opuesta. Igualmente, las diferencias se miden entre otros pares de transductores para permitir cálculos de la velocidad y la dirección del viento. Este sensor toma muestras a 40 Hz y los datos de un minuto se forman de once promedios de 5 minutos, similarmente al procesamiento del viento del RM Young.

9) Transmisor Argos bajo la superficie

Un Transmisor Bajo la Superficie de Monitoreo de Boyas (SMM 500), construido por Sensoren Instrumente Systeme GnbH (SiS), fue montado cabeza abajo en la parte inferior de la boya. Este constituye una ayuda adicional para recuperar la boya en caso de que las partes del cable y la boya se vuelquen o se hundan.

10) Telemetría

Cada módulo de ASIMET a bordo de la boya toma muestras de datos cada minuto y los graba en una tarjeta (“*flashcard*”) especial para este propósito. El registrador recibe y guarda esta información. También calcula promedios cada hora para las transmisiones de Argos. Estas transmisiones de Argos pueden ser recibidas también por un receptor Vertical Alpha Omega (*Uplink*) directamente desde la antena de Argos sobre la boya. Los promedios de cada hora ayudan a monitorear el estado de los instrumentos y la calidad de los datos proporcionados.

11) PCO₂

El afloramiento o ascensión de aguas frías profundas (“*Upwelling*” en inglés) en el Pacífico Ecuatorial conduce al aumento de la productividad biológica y flujo de CO₂ hacia la atmósfera a lo largo de la región que va de la costa de Suramérica hasta pasada la Línea Internacional de Cambio de Fecha. Esta vasta zona afectada hace que esta región sea un contribuyente importante a los ciclos biogeoquímicos globales. La variabilidad en la región de ascensión de aguas frías profundas de Suramérica ha sido vinculada a una gran variedad de cambios del ecosistema y biogeoquímicos. Entender esta variabilidad es una razón principal para el continuo trabajo en el sitio de Stratus. El sistema PCO₂ en la boya de Stratus es un componente en la red de PCO₂ de boyas de OceanSITES.

Las mediciones de CO₂ se hacen cada tres horas en el aire de la capa de la frontera marina y en el aire equilibrado con agua de mar de la superficie, utilizando un detector infrarrojo. El detector se calibra antes de cada lectura utilizando un gas cero derivado al quitar el CO₂ químicamente de una banda cerrada de aire y un gas expansivo (414 ppm CO₂) producido y calibrado por el Laboratorio de Estudios del Sistema Terráqueo de NOAA (ESRL).

Un archivo de resumen de las mediciones se transmite una vez al día y los trazados de los datos se ponen en la internet en tiempo casi-real. Para ver los datos diariamente, visite la siguiente página de internet de NOAA PMEL Moored CO₂. Página de Internet: http://www.pmel.noaa.gov/co2/moorings/stratus/stratus_main.htm.

Al año de la recuperación del sistema, los datos finales procesados se entregan al Centro de Análisis de Información de Dióxido de Carbono (“Carbon Dioxide Information Analysis Center – CDIAC”) para hacerlos disponibles al público.

12) Paquete de sistema de Ondas

El sistema de ondas WAMDAS utilizado en la boya Stratus 11, es fabricado por Neptune Sciences y fue adquirido por NDBC. Este incluye mediciones de ondas, posiciones de GPS, y tiempos de GPS. El paquete utiliza un paquete de movimiento de 3 ejes hecho por MicorStrain Inc. El WAMDAS es capaz de transmitir y guardar datos. Los datos transmitidos se envían por medio de comunicaciones Iridium cada hora. Este mensaje es finalmente transmitido a NDBC donde los datos se someten a controles de calidad automatizados y luego se exponen en el sitio de internet de NDBC. Los datos se guardan en formatos original y procesado en una tarjeta compacta “flash” de 1 GB en el instrumento.

C. Instrumentos bajo la superficie

Las siguientes secciones describen a los instrumentos individuales en la agarradera o brida de la parte de debajo de la boya y el cable sumergido de la boya. El cable de instrumentos de la boya Stratus 11 recibió dos sensores de oxígeno por parte de Lotha Stramma de IFM-Geomar.

The following sections describe individual instruments on the buoy bridle and mooring line. The Stratus 11 mooring received two oxygen sensors on behalf of Lotha Stramma at IFM-Geomar. Donde fue posible, se protegieron los instrumentos contra desgaste o pérdida causados por cuerdas de pesca, utilizando “trawl-guards” o protectores contra daños provocados por el arrastre de las cuerdas o redes de pesca; los protectores fueron diseñados y fabricados en WHOI. Estos protectores previenen que las cuerdas se enreden en los instrumentos atados al cable.

Antes de desplegar una boya y después de recuperarla, se imprimen diferentes señales físicas en los archivos de los instrumentos en ciertos momentos determinados. Esto revela la posible presencia de variantes o descompás en el reloj interno de los instrumentos. Los sensores de temperatura y salinidad se meten en un balde grande lleno de hielo y agua dulce por aproximadamente una hora. Los rotores VMCM se hacen girar y luego se bloquean.

Las Tabla 3-4 proporcionan un resumen del arreglo de los instrumentos sumergidos atados al cable de la boya. Los detalles de los instrumentos se muestran en los Adjuntos. El Apéndice que muestra la Bitácora de la Boya Stratus 11 y sus instrumentos en el momento del despliegue, contiene una lista de todos los instrumentos que fueron desplegados.

Tabla 3-4. Sistema de instrumentos bajo la superficie de la Stratus 11.

Instrumento	Serie	Profundidad (m)	Muestra (s)	Fecha de Comienzo	Hora de Comienzo	Comienzo Repunte	Final Repunte
SBE37 SST	2053	sst	300				En la cubeta
SBE37 SST	1838	sst	300				En la cubeta
SBE37	1325T	2	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 17:47	3/29/11 18:39
SBE37	1326T	3.7	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 17:47	3/29/11 18:39
SBE37	1328T	7	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 17:47	3/29/11 18:39
SBE37	1329T	16	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 17:47	3/29/11 18:39
SBE37	1330T	30	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 17:47	3/29/11 18:39
SBE37	8211T	40	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 17:47	3/29/11 18:39
SBE37	8212T	62.5	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 17:47	3/29/11 18:39
SBE37	1909Pc	85	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 17:47	3/29/11 18:39
SBE37	8213T	130	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 17:47	3/29/11 18:39
SBE37	8214T	160	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 17:47	3/29/11 18:39
SBE37	8215T	190	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 17:47	3/29/11 18:39
SBE37	8216T	220	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 17:47	3/29/11 18:39
SBE37	8217T	250	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 17:47	3/29/11 18:39
SBE37	1906c	295	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 18:42	3/29/11 19:47
SBE37	1908c	352	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 18:42	3/29/11 19:47
SBE37	2012c	361	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 18:42	3/29/11 19:47
SBE37	2015c	401	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 18:42	3/29/11 19:47
SBE37	8218c	451	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 18:42	3/29/11 19:47
SBE37	3733Tp	500	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 18:42	3/29/11 19:47
SBE37	8219c	602	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 18:42	3/29/11 19:47
SBE37	8220c	700	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 18:42	3/29/11 19:47
SBE37	8221c	857	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 18:42	3/29/11 19:47
SBE37	8222c	1000	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 18:42	3/29/11 19:47
SBE37	8223c	1355	300	28-Mar-11	1715	3/29/11 18:42	3/29/11 19:47
SBE37	8224c	1557	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 18:42	3/29/11 19:47
SBE37	8225c	2000	300	28-Mar-11	1400	3/29/11 18:42	3/29/11 19:47
SBE39	35	4.9	300	28-Mar-11	1300	3/28/11 15:40	n/a
SBE39	38	11.25	300	28-Mar-11	1300	3/28/11 15:40	n/a
SBE39	44	25	300	28-Mar-11	1300	3/28/11 15:40	n/a
SBE39	48	35	300	28-Mar-11	1300	3/28/11 15:40	n/a
SBE39	49	46.5	300	28-Mar-11	1300	3/28/11 15:40	n/a
SBE39	102	51	300	28-Mar-11	1300	3/28/11 15:40	n/a
SBE39	103	56.5	300	28-Mar-11	1300	3/28/11 15:40	n/a
SBE39	203	70	300	28-Mar-11	1300	3/28/11 15:40	n/a
SBE39	276	77.5	300	28-Mar-11	1300	3/28/11 15:40	n/a
SBE39	284	92.5	300	28-Mar-11	1300	3/28/11 15:40	n/a
SBE39	719	100	300	28-Mar-11	1300	3/28/11 15:40	n/a
SBE39	720	115	300	28-Mar-11	1300	3/28/11 15:40	n/a
SBE39	721	175	300	28-Mar-11	1300	3/28/11 15:40	n/a
SBE39	1498	183	300	28-Mar-11	1300	3/28/11 15:40	n/a

SBE39	1499	236.5	300	28-Mar-11	1300	3/28/11 15:40	n/a
SBE39	1500	280	300	28-Mar-11	1300	3/28/11 15:40	n/a
TR-1060	14880	hull	60	28-Mar-11	1500	3/28/11 15:40	n/a
TR-1060	14875	hull	60	28-Mar-11	1500	3/28/11 15:40	n/a
TR-1060	14879	hull	60	28-Mar-11	1500	3/28/11 15:40	n/a
TR-1060	14883	hull	60	28-Mar-11	1500	3/28/11 15:40	n/a
Nortek 2mhz Profiler	357	10	600 (80 pings)	20-Mar-11	01:00	3/28/11 15:48:30	3/28/11 18:36
RCM11	13	13	1800	28-Mar-11	15:48:30	3/28/11 16:36	3/28/11 18:36
RCM11	78	20	1800	28-Mar-11	15:48:30	3/28/11 16:36	3/28/11 18:36
RCM11	79	32.5	1800	28-Mar-11	15:48:30	3/28/11 16:36	3/28/11 18:36
VMCM	4	320	60	27-Mar-11	14:37:30	3/27/11 16:34	3/27/11 16:36
VMCM	31	349	60	27-Mar-11	14:37:30	3/27/11 16:34	3/27/11 16:36
VMCM	32	803	60	27-Mar-11	14:37:30	3/27/11 16:34	3/27/11 16:36
VMCM	42	855	60	27-Mar-11	14:37:30	3/27/11 16:34	3/27/11 16:36
VMCM	62	1507	60	27-Mar-11	14:37:30	3/27/11 16:34	3/27/11 16:36
VMCM	83	2010	60	27-Mar-11	14:37:30	3/27/11 16:34	3/27/11 16:36
RDI ADCP	1218	135	3600 (60s)	20-Mar-11	0100	3/29/11 12:20	3/29/11 13:40
Seaguard	138	45	1200 (200 pings)	31-Mar-11	14:00	3/31/11 21:33	0:05:00
Seaguard	140	87.3	1200 (200 pings)	31-Mar-11	14:00	3/31/11 21:33	0:05:00
Seaguard	141	145	1800 (300 pings)	31-Mar-11	15:00	3/31/11 21:33	0:05:00
Seaguard	142	235	1800 (300 pings)	31-Mar-11	15:00	3/31/11 21:33	0:05:00
Seaguard	143	290	1800 (300 pings)	31-Mar-11	15:00	3/31/11 21:33	0:05:00
Seaguard	144	400	1800 (300 pings)	31-Mar-11	15:00	3/31/11 21:33	0:05:00
Seaguard	181	450	1800 (300 pings)	31-Mar-11	15:00	3/31/11 21:33	0:05:00
Seaguard	182	601	1800 (300 pings)	31-Mar-11	15:20	3/31/11 21:33	0:05:00
Optode	691	322					
Optode	943	353					

1) VMCMs

Los VMCM tienen dos sensores de hélice ortogonal de respuesta al coseno que miden los componentes de la velocidad de corriente horizontal paralelamente a los ejes de los sensores de dos hélices. La orientación del instrumento relativa al norte magnético es determinada por una brújula de compuerta de flujo. Los componentes de velocidad del este y del norte se calculan continuamente; se les saca el promedio y luego se guardan. Todos los VMCMs que se desplegaron a partir del Stratus 4 han sido modelos de una siguiente generación que tienen tableros de circuito más nuevos y hacen registros en tarjetas de memoria flash en lugar de en cintas de casete. La temperatura también se registró utilizando un termistor montado en un contenedor de respuesta rápida, el cual fue montado en la parte superior del extremo del VMCM.

2) Perfilador de Corrientes Acústico Doppler de RDI

El Perfilador de Corrientes Acústico Doppler de RDI Instruments (RDI) (ADCP, Modelo WHS300-1) se monta mirando hacia arriba en la cuerda de la boya. El ADCP de RDI mide un perfil de velocidades de corrientes.

3) Nortek

El perfilador de corrientes de Nortek Aquadopp utiliza tecnología Doppler para medir corrientes. Tiene 3 rayos inclinados a 25 grados y tiene una frecuencia de transmisión de 2 MHz. La inclinación interna y los sensores de la brújula dan la dirección de la corriente

4) Aanderaa RCM 11s

El Aanderaa RCM 11 mide la velocidad y dirección de la corriente horizontal, así como la temperatura. El instrumento puede operar continuamente o en intervalos de 1 a 120 minutos.

5) Aanderaa SEAGUARD RCM

La nueva serie SEAGUARD RCM reemplaza a las series Standard RCM 9 y RCM 11. Ha sido completamente rediseñada desde la parte inferior hasta la parte superior y utiliza tecnología moderna en la sección de la bitácora de datos (“datalogger”), y en las diferentes soluciones de sensores. En la boya Stratus 11, estos instrumentos incluyen un sensor de oxígeno.

6) Registrador de Temperatura SBE-39

El Sea-Bird modelo SBE-39 es un registrador de temperatura pequeño, de poco peso, de larga duración y fiable. Este instrumento es un registrador de temperatura de alta precisión (opcionalmente también de presión) que contiene una batería interna y una memoria no volátil para despliegues a profundidades de hasta 10,500 metros (34,400 pies).

7) Registrador de Conductividad y Temperatura MicroCat SBE37

El MicroCat, modelo SBE37, es un registrador de conductividad y temperatura de alta precisión con una batería y memoria internas. Está diseñado para despliegues de boyas a largo plazo e incluye una interfaz serial estándar para comunicarse con una computadora personal (PC). Los datos que registra se guardan en una memoria FLASH no volátil. El rango de la temperatura es de -5° a +35°C, y el rango de la conductividad es de 0 a 6 Siemens/metro. El receptáculo para la presión está hecho de titanio y está clasificado para 7,000 metros. Los instrumentos se montaron en unas barras de tensión en línea y se desplegaron a varias profundidades a lo largo de las cuerdas de las boyas. La célula de conductividad está protegida contra daños que pueden ser ocasionados por organismos biológicos, por medio de unos cilindros anti-daños a cada extremo del tubo de la célula de conductividad. Cuando se recuperaron los instrumentos de la Stratus 10 del fondo del mar, dos de los SBE 37 con sensores de presión parecían haber experimentado filtraciones. Esto ocurrió probablemente porque el registrador de datos de presión no está clasificado para altas presiones.

8) Registrador de Temperatura y Conductividad Brancker XR-420 (Stratus 10)

El Brancker XR-420 CT es un registrador autónomo de temperatura y conductividad. El rango de temperatura de operación para este instrumento es de -5° a 35°C. Contiene una batería interna y registrador, con capacidad de guardar 1,200,000 muestras en un despliegue. Una Computadora Personal (PC) se utiliza para comunicarse con el Brancker por vía de un cable serial para configurar instrumentos y bajar datos.

9) Emisor Acústico

El emisor acústico utilizado en la boya Stratus 9 es un EG&G Modelo 8242. Este emisor puede ser disparado por una señal acústica y despegará a la boya de su ancla. Los emisores se prueban a profundidad antes del despliegue para asegurarse de que trabajan correctamente (Tabla 3-5).

Tabla 3-5: Pruebas de emisores de Stratus 11 realizadas en 2011/04/01

		<u>Activar</u>	<u>Ambito</u>	<u>Des-activar</u>	<u>Lanza-miento</u>	<u>Des-activar</u>
Stratus 11 #1	profundidad 200	y	y	y	y	y
	profundidad 1500	y	y	y	y	y
Stratus 11 #2	profundidad 200	y	y	y	y	y
	profundidad 1500	y	y	y	y	y

D. Sistema de Medidores de Corrientes

En la cuerda de instrumentos de la Stratus 11, se desplegaron 2 perfiladores de corrientes (1 Nortek y 1 RDI) y 11 medidores de corrientes acústicos (3 RCM11, 8 Seaguards). Estos instrumentos acústicos fueron desplegados en la columna superior de agua (sobre los 55m, excepto por el RDI, a 135m). Los ADCPs Nortek fueron desplegados a 10m y el RDI Workhorse Sentinel a 135m. Los tres RCM 11 estaban a una profundidad por encima de los 32.5 m. Los Seaguards cubrieron un ámbito de profundidad entre 45m y 601m. Además, se desplegaron 6 VMCMs; el de menor profundidad a 320m y el de mayor a 2010m.

El sistema de estos sensores es una compensación entre precisión de medidas y el tiempo de duración del registro (tiempo de vida de la batería). Para los perfiladores, el número de células y el rango subsecuente es también un criterio. El sistema de medidores de corrientes acústicos y perfiladores se resume en la Tabla 3-6.

Los Norteks toman muestras a 1 Hz y escogimos un período típico de promedio de 80s para que cada resultado de velocidad estuviese basado en un promedio de más de 80 pings. Nuestro sistema establecido para el perfilador Nortek tiene 11 celdas (tamaño de 1 m), una distancia de precisión en el lugar de rango o alcance de 0.4 m y un período de toma de muestras de 10 minutos. El nivel de poder de las mediciones (“pinging”) se estableció en “HIGH-” o “ALTO-” (esto es 6 dB menos que HIGH, la cual fue la posición establecida en los despliegues anteriores) ya que este instrumento está cerca de la superficie y puede haber mucho material de alteración o retrodispersión (“backscatter”). Con esta configuración, la utilización de la batería computada por el software del Nortek durante el período de instalación fue de 289%, y se asumió una duración de 548 días. Este estimado se basa en batería 50 W.h Alkaline. Generalmente utilizamos baterías de Litio, con una capacidad de 160 W.h, por ejemplo. El contenedor se extendió para acomodar 2 paquetes de baterías adicionales. En el futuro, puede que sea deseable incrementar el período de promedio a unos 160s, para promediar de forma apropiada la señal del oleaje (período de ~15s en el sitio de Stratus). La velocidad de actualización de la brújula se fijó en 1s, lo cual es importante para ser consistentes con la velocidad de la toma de muestras a 1 Hz.

El instrumento RDI Workhorse Sentinel opera a 307,200 Hz, con 4 rayos a 20° grados de la vertical. Para la Stratus 11 incrementamos la distancia de medición (“blanking”) a su nivel máximo, es decir 2.5m, debido a que los datos de los despliegues anteriores indicaron que la velocidad en el primer “bin” o celda era menor que otros bins y sospechamos que esto fue causado por una distorsión en el flujo debido a crecimiento de percebes en la caja del instrumento. Como en despliegues anteriores, escogimos 12 celdas de tamaño 10 m, 60 pings por conjunto y 1s por ping y un tiempo de emisión de muestras de 1 hr.

Nótese que para un perfilador cerca de la superficie, al escoger celdas que están más altas que la superficie del agua, es posible diagnosticar problemas en los datos porque hay una gran cantidad de retrodispersión (backscatter) causada por la interfase de aire-agua. Por ejemplo, si un rayo no muestra un máximo en la intensidad de la señal cerca de la superficie, se debe utilizar su registro con cautela. También, si el máximo en intensidad aparece en celdas diferentes para rayos diferentes, esto indica que el instrumento (y por lo

tanto la cuerda de la boya que tiene los instrumentos) está probablemente torcida. Sin embargo, la señal es válida únicamente por debajo y lejos de la superficie debido a los reflejos del lado (la distancia máxima es por lo tanto una función de $\cos(\alpha)$, donde α es el ángulo del rayo con la vertical).

Notamos que en despliegues anteriores un bin en datos de ADCP puede ser levemente anormal, en términos de retrodispersión y velocidad. Sospechamos que el reflejo en un instrumento localizado en la parte superior puede haber causado un incremento en la retrodispersión y la velocidad hacia cero. En varias ocasiones, el reflejo fue causado probablemente por la superficie lisa metálica del fondo de un SBE 37. Una manera de remediar esto sería cambiar esta superficie para que disperse la señal acústica del ADCP en la parte inferior. Una forma cónica probablemente funcione y probaremos esta opción el año próximo. Este asunto se realiza en una señal de 1 MHz ya que el ancho de la parte principal es el doble de grande que 2 MHz. Sin embargo, ambas señales tienden a mostrar la anomalía de la velocidad.

Tabla 3-6. Sistema de medidores de corrientes acústicos y perfiladores de la Stratus 11.

Instrumento	Nortek 357	RDI 1218	Aanderaa RCM 11 (13, 78, 79)	Aanderaa Seaguard (138, 140)	Aanderaa Seaguard (141 a 144, 181, 182)
Frecuencia de muestreo kHz	2000	307.2			
Intervalos de Mediciones (s)	600	3600	1800	1200	1800
Número de celdas	11	12	1	1	1
Tamaño de la celda (m)	1	10		2.5	2.5
Distancia de 'blanking' (m)	0.4	1.76		1	0.5
Intervalos promedio (s)	80	60		200 pings	300 pings
Carga de medición(%)	9	n/a	n/a	n/a	n/a
Nivel de energía	HIGH-	n/a	n/a	n/a	n/a
Utilización de baterías (%)	289	n/a	n/a	n/a	n/a
Días de la batería	548			698	706
Ritmo(s) de actualización de la brújula	1	n/a	n/a	n/a	n/a
Precisión vertical (cm/s)	0.4	n/a	n/a	n/a	n/a
Precisión horizontal (cm/s)	1.2				

(* Utilización de la batería basada en baterías alcalinas)

E. Giros de Brújula en los medidores/perfiladores de corrientes

Antes del despliegue, se hacen girar los medidores de corrientes y perfiladores para asegurar la veracidad de sus brújulas. En un procedimiento similar al del giro de la boya, el instrumento se rota 360°, en pequeños incrementos (15° en la Fig. 3-3 abajo) y se revisan las diferencias entre las lecturas de la brújula del instrumento y una brújula estándar. Generalmente aceptamos un error en la brújula de menos de 5°. La Figura 3-3 abajo muestra los resultados del giro de brújula realizado en el hotel en Arica en los instrumentos Seaguards Aanderaas. Tres de estos instrumentos (141, 143, 144) habían fallado en un giro de prueba anterior hecho en WHOI (enero del 2011) y habían sido

enviados a la fábrica de Aanderaa en Noruega para su re-calibración, después de que algunas partes defectuosas con acero inoxidable magnetizado se habían reemplazado.

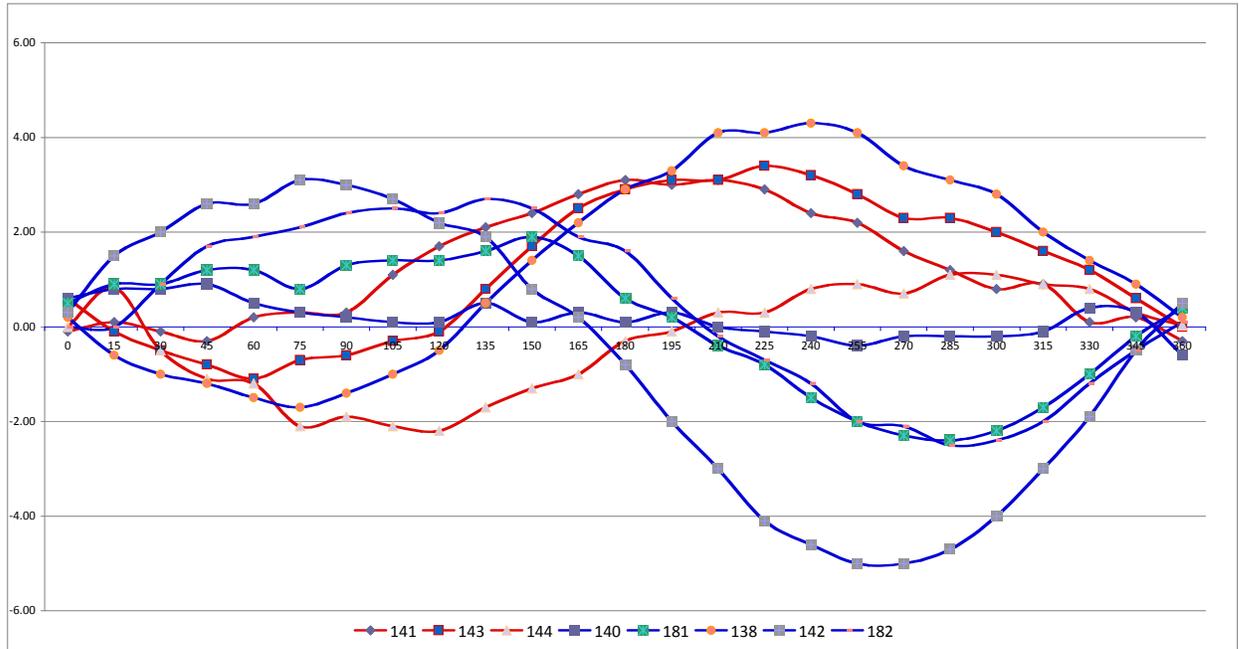


Figura 3-3. Error en las brújulas durante el giro de los instrumentos Seaguard Aanderaa , desplegados en la Stratus 11.

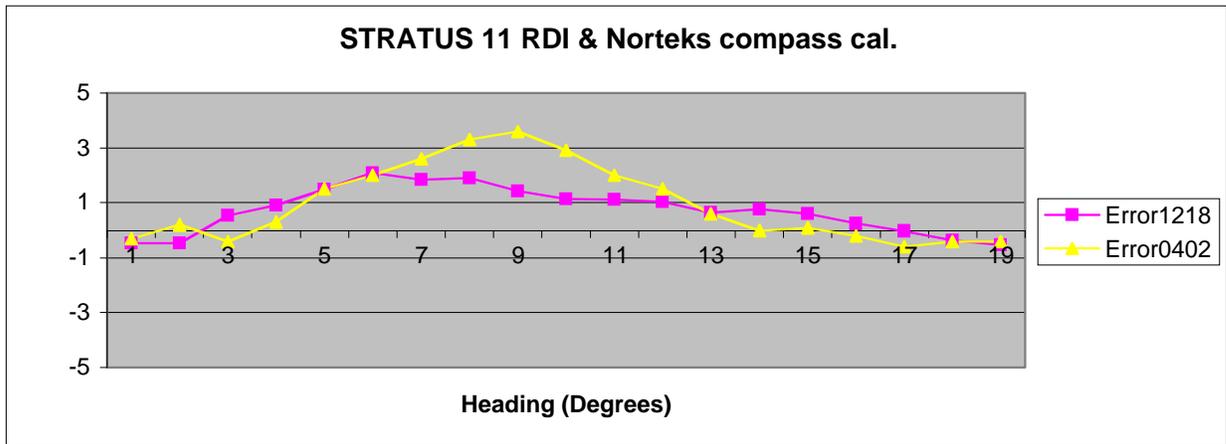


Figura 3-4. Error en las brújulas de los instrumentos ADCPs RDI Workhorse Sentinel (SN 1218, desplegados a 135m de profundidad) y en Nortek (SN 357 desplegado a 10m), desplegados en la Stratus 11. Nótese que hay un error en la leyenda: El número de serie de Nortek es 357, no 402.

F. Capas Anti-fouling (contra daños provocados por adherencia de organismos marinos)

Las boyas anteriores colocadas en el mismo sitio han sido utilizadas como pruebas para un número diverso de capas anti-fouling. El deseo ha sido el ir cambiando de pinturas anti-fouling con base de “organotin” (estaño) hasta productos que son menos tóxicos para el usuario y menos dañinos para el medio-ambiente. Basados en los resultados de las pruebas, el grupo de WHOI que se encarga de los procesos de la superficie del océano: “Upper Ocean Process group” confía en el producto Sunwave y Econominder de la compañía E Paint para utilizarlo como capa anti-fouling en el casco de la boya; además se utiliza la pintura ZO para la mayoría de los instrumentos desplegados a 70 metros de profundidad o más. Después de un año completo en el océano, los instrumentos tienen una cantidad considerable de organismos adheridos, sin importar el tipo de pintura utilizado en las cajas que contienen los instrumentos. La bio-grasa utilizada en las cabezas de los transductores ha sido muy efectiva, pero es también muy tóxica y se usa lo menos posible. Para la STRATUS II, solo se utilizó cinta adhesiva PVC en el cuerpo de los instrumentos. Esto hará la labor de limpieza de los instrumentos mucho más fácil, pero no actúa como un anti-organismo. Se utilizaron protectores de cobre en los instrumentos SBE 37 C/T, y pasta anti-rozaduras de pañal de marca Desitin se utilizó alrededor de todos los sensores en las cabezas de los transductores. La Desitin es una pasta viscosa, con base de zinc que ha sido utilizada como un elemento alternativo a las pinturas y grasas venenosas utilizadas generalmente. La bio-grasa venenosa se utilizó en el Nortek a 10 metros y en uno de los SSTs en la boya. La Tabla 3-7 abajo muestra los métodos utilizados para cubrir el casco de la boya y los instrumentos para el despliegue de la Stratus 11.

Tabla 3-7. Aplicaciones “anti-fouling” contra organismos marinos

Profundidad	Instrumento	Capa “Anti-organismos” Aplicada
Superficie	Casco de la Boya	E-prime capa de base E-Paint Ecominder – 5 capas – azul.
Superficie	SSTs Fijos (4)	(1) Desitin en el lado de la veleta, (3) Aqua lube en tres lados
1 M	SBE 37 – SST (2)	Cinta adhesiva de PVC y protectores de cobre (1)Desitin (1) bio grasa
2, 3.7, 7, 16, 30, 40, 62.5 M	SBE 37 (C/T)	Cinta adhesiva de PVC, escudo de cobre. Desitin alrededor de la celda
4.9, 11.25, 25, 35	SBE - 39	Cinta adhesiva de PVC, Desitin alrededor del sensor
10	NORTEK ADCP	Cinta adhesiva de PVC, bio grasa alrededor del sensor. **la bio grasa pareció desprenderse durante el despliegue
13, 20, 32.5, 45, 87.3 M	Aanderaa ADCM	Cinta adhesiva de PVC en el cuerpo. Desitin en las cabezas del transductor y alrededor de todo el tallo

G. Operaciones de despliegue de instrumentos

1) Despliegue de la Boya Stratus 11

La boya de superficie Stratus 11 se ensambló utilizando una técnica de dos fases. La Fase 1 consiste en bajar aproximadamente 50 metros de instrumentos seguidos por la boya, a babor del barco. La fase 2 implica el despliegue, o echar al mar, el resto de los componentes de la boya por medio de la Estructura en forma A en la popa (llamada “A-frame” en inglés).

El tambor del cabrestante TSE se arrolló previamente con los siguientes componentes del cable de la boya; la lista va de mayor a menor profundidad:

- 200 m 7/8” nylon - nylon a alambre
- 100 m 3/8” alambre - nylon a alambre
- 500 m 3/8” alambre
- 325 m 3/8” alambre
- 325 m 3/8” alambre
- 48.5 m 3/8” alambre
- 200 m 3/8” alambre
- 100 m 3/8” alambre
- 48.5m 3/8” alambre
- 48.5 m 3/8” alambre
- 48.5 m 3/8” alambre
- 26.5 m 3/8” alambre
- 28 m 3/8’ alambre
- 38.5 m 3/8” alambre
- 41.25 m 7/16” alambre
- 50 m 3/4” alambre de trabajo spectra

Una carreta de tensión se utilizó para pre-tensar el nylon y el cable durante el proceso de arrollado. El barco se posicionó a 8 millas náuticas en la dirección del viento y corriente abajo del sitio deseado. Un estudio anterior del fondo indicó que este trayecto llevaría al barco a una zona grande donde la profundidad del océano es consistente.

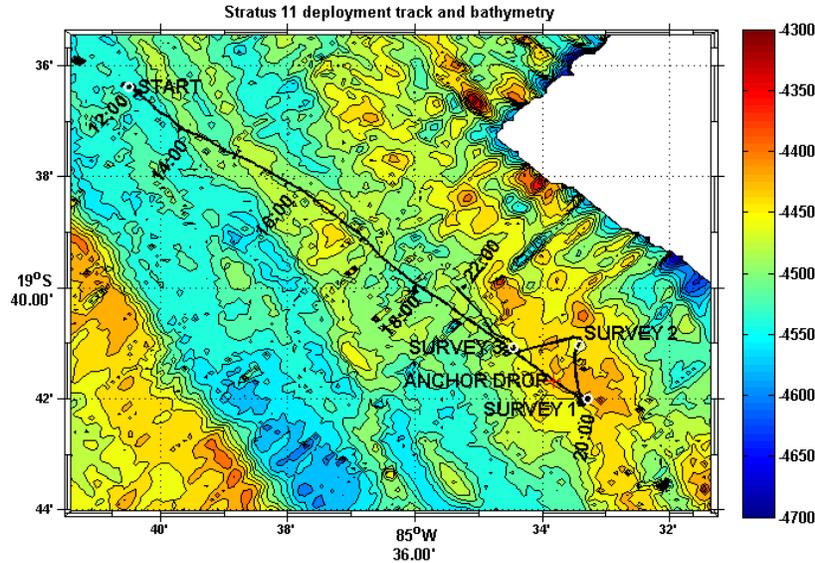


Figura 3-5. Ruta de despliegue de la Stratus 11 el 6 de abril del 2011. El comienzo de la ruta es cerca de 8 nm en posición favorable al viento, del sitio identificado para echar el ancla. También se muestran tres puntos de estudio de la posición del ancla (“survey”). La hora (UTC) del día se indica a lo largo de la ruta. Los contornos de color son la batimetría (en m; contorno intervalo 20m) de los datos de Seabeam (sin corregir con respecto a la velocidad del sonido o profundidad del transductor; la corrección debe ser +10m) recolectados durante el crucero Stratus 9.

Antes de desplegar la boya, se corrieron la cuerda de trabajo por el centro del marco de la estructura de forma “A”, alrededor del sitio entre la popa y babor y hacia delante a lo largo del riel de babor llegando hasta la zona donde se bajan los instrumentos.

Tres manipuladores de cable se posicionaron alrededor del riel de babor y la estructura en forma de “A”. El propósito de los ‘manipuladores de cable’ era evitar que los cables de enredaran en las hélices del barco y pasar el cable alrededor de la popa hacia los manipuladores del cable en el riel de babor.

Para empezar el despliegue de la boya, el barco haló con la proa posicionada con el viento levemente en la parte de babor de la proa. La botavara de la grúa se posicionó sobre la zona desde donde se bajarían los instrumentos para permitir un levantamiento vertical de por lo menos cinco metros. Todos los instrumentos que van bajo la superficie en esta fase se habían colocado en el orden en que iban a ser echados al mar en la cubierta principal de babor. Todos los instrumentos tenían cadenas o cables unidos con grilletes a la parte superior de la barra de montaje o la jaula del instrumento. Un grillete y un aro se colocaron en la parte de arriba de cada pedazo de cadena o cable.

El primer segmento de instrumentos que se bajó fue un registrador MicroCat C/T a 40 m. Este instrumento tenía un segmento de 3.9- metros de cadena engrillado a la parte de arriba de la jaula del instrumento, y un segmento de 3.66 metros de cuerda de alambre engrillado a la parte inferior. Este segmento de cadena se engrilló la cuerda de trabajo

que venía del cabrestante. El gancho de la grúa, suspendido sobre la zona de descenso de los instrumentos, se bajó hasta aproximadamente 1 metro sobre la cubierta. Una eslinga de seis pies se enganchó a la grúa y se pasó por un aro hasta la parte de arriba del pedazo de cadena de 3.9- metros que estaba engrilletado a la parte superior del medidor de corrientes.

Se subió la grúa para que la cadena y el instrumento fuesen levantados de la cubierta. La grúa lentamente bajó el cable y los componentes de la boya hacia el agua. Los manipuladores de cable posicionados alrededor de la popa dejaron deslizar el cable sobre babor, dejando suficiente cable para mantener el segmento de los instrumentos verticalmente en el agua. Un tirador de aire con un gancho de cadena se utilizó para tirar de la cadena y quitar la carga de la grúa. Un tapón se adjuntó al eslabón de la parte de arriba del conjunto de instrumentos por seguridad. Se removió el gancho de la grúa. Se continuaron bajando 15 instrumentos más y los segmentos de cadena se fueron juntando y echando en el mar.

La operación de bajar los componentes superiores de la cadena de la boya se repitió hasta llegar al medidor de temperatura SBE 37 MicroCat a los 7 metros. Se detuvo este instrumento utilizando una cuerda deslizante pasada entre un grillete hasta la terminación sobre la barra de montaje. Los instrumentos de 2 y 3.7 y 4.9- metros se engrilletaron al metal y la cadena conectándolos a la ensambladura universal en la parte de debajo de la boya. El conjunto de instrumentos colgando verticalmente en el agua se juntó a los dos instrumentos pegados a la parte de debajo de la boya.

La siguiente operación consistió en echar la boya al mar. Tres cuerdas deslizantes se pusieron en la boya para mantener el control durante el levantamiento. Se colocaron cuerdas debajo de la boya, en la torre, y entre la cubierta y la boya. Los 30 pies de cuerda deslizante se utilizaron para estabilizar el fondo de la boya al comenzar a levantarla. Los 50 pies de cuerda en la torre se amarraron para estabilizar la torre cuando el casco girara hacia fuera. Una cuerda deslizante de 75 pies se amarró para prevenir que la boya girase cuando fuese posicionada en el agua. Esto se hace para que el gancho de despegue rápido, que cuelga de la grúa, pueda ser liberado sin dañar la torre. La cuerda de la cubierta se removió justo al terminar de desplegar la boya.

Con las tres cuerdas deslizantes en su lugar, la grúa se posicionó sobre la boya. El gancho de liberación rápida, con un eslabón de eslinga de 1" se unió a la polea de la grúa. Se ejerció una tensión ligera para sostener la boya. Las correas de trinquete para sostener la boya en la cubierta se removieron. La boya se levantó y se deslizó hacia fueraborda al tiempo que las cuerdas deslizantes mantenían el casco firme. La cuerda de tapón que sostenía los 45 metros suspendidos de instrumentos se aflojó para permitir que la boya tomara la carga colgante. Primero se removió la cuerda deslizante de abajo, seguida por la de la torre. Una vez que el disco se posicionó sobre el agua (aproximadamente a 15 pies del lado del barco), y que se había aflojado el gancho de liberación, se activó el mecanismo de liberación rápida. La grúa se balanceó hacia adelante para mantener la polea lejos de la boya. Al mismo tiempo se soltó la cuerda deslizante atada a la cubierta.

El barco entonces maniobró lentamente hacia delante para permitir que la boya viniese hacia la popa.

El operador del cabrestante lentamente enrolló el cable una vez que la boya flotó a la deriva hacia la parte de atrás del barco. La velocidad del barco se incrementó a 1 nudo para mantener una distancia prudente entre la boya y el barco. El extremo del pedazo de cable engrilletado al cable de tirada se jaló y se paró en el travesaño.

Se suspendió una polea de la grúa. El lado libre de la cuerda de trabajo se pasó por la polea. El siguiente instrumento, un sistema de 45 metros de profundidad con un medidor de corrientes Aanderaa ADCM y un trozo de cadena pre-pegado se engrilletó al final de la línea de instrumentos. El extremo de abajo de la cadena se engrilletó a la parte de arriba de la cuerda de trabajo. El extremo libre del cable de arrastre se pasó por el cabestrante TSE para tensarlo. El cabrestante lentamente tomó la tensión del cable de instrumentos.

La cuerda del cabestrante se tiró hacia atrás, levantando el medidor de corrientes de la cubierta al ser subido. El cabrestante soltó cuerda hasta el siguiente tapón o terminación. Se paró el cable utilizando cuerdas atadas a cornamusas, y se removió el cable de arrastre del instrumento mientras que el siguiente instrumento se fijaba a la línea de componentes de la boya.

Los siguientes instrumentos fueron desplegados en forma similar. Cuando se tensaron los trozos de cable más largos, las terminaciones se cubrieron con unas envolturas de lona antes de enrollarlos en el tambor del cabrestante. La lona cubrió los grilletes y los extremos del alambre para prevenir daños al enrollar las capas inferiores de cable y nylon en el tambor. Este proceso de inserción de los instrumentos se repitió para los restantes instrumentos hasta los 2010 metros. Los instrumentos más pequeños se engrilletaron al alambre según se iba desenrollando del cabestrante.

El cabestrante continuó pasando alambre y nylon hasta que se soltaron todos los componentes del sistema de instrumentos de la boya que habían sido pre-arrollados. El extremo de los 200 m de nylon se paró a los 15 pies del travesaño utilizando un cabestrillo por el dedal.

Una cornamusa en forma de “H” (“H-bit cleat” en inglés) se posicionó frente al cabestrante TSE y se aseguró a la cubierta. El extremo libre del trozo de cuerda de nylon/Colmega de 3000 metros, estibado en tres canastas de metal forradas de madera se colocó en el H-bit y se pasó hacia la cuerda de la boya que se había parado. Se conectó con grilletes a los dos trozos de nylon. El manipulador de cuerda en el extremo del H-bit jaló todo el residuo y tensó la cuerda fuertemente contra el H-bit. Las cuerdas de tapón para parar cuerda de los aparejos se soltaron y se removieron.

La persona que manipulaba la cuerda en el H-Bit mantuvo la cuerda de los aparejos paralela al H-bit con tensión moderada. El manipulador de la cuerda del H-Bit y un asistente aflojaron la cuerda de los aparejos y empezaron a sacarla de la canasta y a

pasarla alrededor del H-bit a la velocidad apropiada relativa a la velocidad del barco. Otra persona echó agua en el H-bit para evitar que se calentara la cuerda.

Mientras se dejaban pasar las cuerdas Colmega y de nylon, la grúa se utilizó para levantar las 88 bolas de vidrio y sacarlas del contenedor. Estas bolas se colocaron en la proa y en la popa en segmentos de cuatro bolas, en la parte de babor de la cubierta.

Cuando se llegó al final de la cuerda de Colmega, se paró de jalar y se utilizó un pasador Yale para quitarle la tensión a la cuerda. La cuerda del cabestrante se engrilletó al final de la cuerda de Colmega. La cuerda se removió del H-Bit. La cuerda del cabrestante y la de los aparejos se enrollaron quitando la tensión de la cuerda de tapón del pasador Yale. Se removieron las cuerdas de tapón y el pasador Yale. El cabrestante TSE dejó pasar la cuerda de los aparejos hasta que casi toda, excepto un metro, de la cuerda de Colmega estaba sobre el travesaño del lado del barco.

Las 88 bolas de vidrio estaban atornilladas a una cadena de arrastre de 1/2" en incrementos de 4 bolas (4 metros). Los primeros dos grupos de bolas se arrastraron hasta la posición deseada y se engrilletaron juntos. Un extremo se pegó a la cuerda de los aparejos en el travesaño. El otro extremo se engrilletó al cabrestante. El cabrestante jaló y tensó la cuerda de los aparejos, se removieron las cuerdas de tapón, y el cabrestante dejó fluir la cuerda hasta que siete de las ocho bolas estaban en la parte de fuera de la popa. Se pegaron cuerdas de tapón, se removió la conexión al cabrestante, y el proceso se repitió hasta que las 88 bolas fueron desplegadas.

Un trozo de cadena de 5 metros se engrilletó al último segmento de bolas de vidrio. Los emisores acústicos se engrilletaron a la cadena. Otros 5 metros de cadena se engrilletaron a los emisores. Un ancla colgante Nyston de 20 metros se engrilletó a esa cadena, y otra sección de 5 metros de cadena de 1/2" de grosor se engrilletó al ancla colgante. El cabrestante arrolló estos componentes hasta que tenían la tensión de la boya. Los emisores acústicos estaban tendidos sobre cubierta.

La grúa se posicionó sobre los instrumentos en la cubierta. Un gancho con una eslinga se ató al gancho de la grúa. El gancho se ató a la cuerda de los instrumentos cerca de dos metros bajo los emisores acústicos. El alambre de la grúa se jaló hacia adentro para levantar los emisores de la cubierta. Mientras que el cabestrante soltaba cuerda, la grúa también bajaba su alambre y bajaba los emisores sobre el travesaño sin tocar la cubierta. El cabestrante paró, y la grúa soltó suficiente cable para liberar el gancho del cable de los instrumentos.

El cabrestante continuó desenrollando hasta el último pedazo de 5 metros de cadena estaba justo sobre el travesaño. Se ataron un grillete y un eslabón, un metro hacia arriba de este segmento de cadena. Se pasó una cuerda deslizante de trabajo pesado entre el eslabón y se ató firmemente al líder del cabestrante. El cabrestante enrolló hasta que la tensión se transfirió a la cuerda deslizante. Las ataduras de la cadena se removieron del ancla. La parte final de la cadena se removió del cabrestante y se engrilletó al ancla que

estaba posicionada sobre la plataforma que permite ladearla y deslizarla al agua (“tip plate” en inglés).

En este punto, el barco aún estaba a dos millas de la posición de objetivo para el ancla. Se incrementó la velocidad de la nave a dos nudos, mientras que la cuerda de instrumentos se arrastraba por el agua.

La grúa de estribor se movió para que la pluma de la grúa colgase por encima, y levemente hacia popa con respecto al ancla. La grúa se bajó y el gancho se ató a la agarradera de la plataforma para deslizar el ancla. Se le puso una tensión leve a la brida o agarradera. Se removió la cuerda deslizante, lo cual transfirió la tensión de la línea de instrumentos a la cadena de 1/2” y al ancla. Se jaló la cuerda de instrumentos y la grúa se alzó 0.5 metros, levantando la parte de delante de la plataforma y causando que el ancla se deslizase por la borda. El despliegue empezó a las 08:00 (UTC -4), el 06 de abril, y el ancla se bajó a las 15:29 hora local (UTC -4).

2) Inspección del ancla

Después de bajar el ancla, el barco *Moana Wave* se posicionó hacia el lado del sitio del despliegue y dejó pasar tiempo para que el ancla llegase al fondo. Se seleccionaron tres puntos para la inspección del ancla, a distancias de aproximadamente 1000 metros del punto estimado de localización del ancla (Figura 3-6).

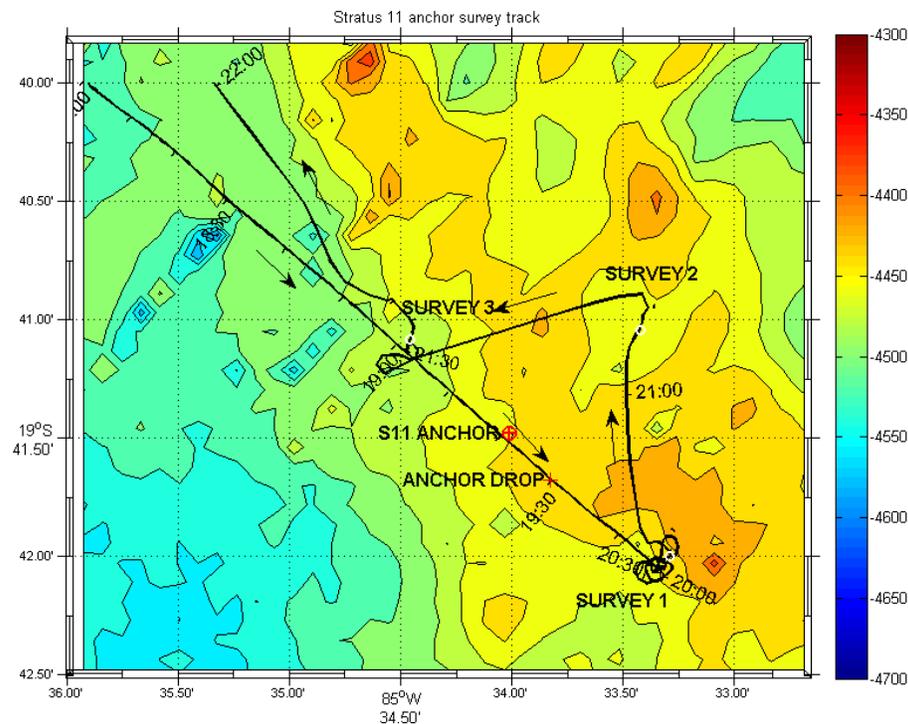


Figura 3-6. Ruta de despliegue de la boya Stratus. Igual que la Fig. 3-5 pero los datos de Seabeam se corrigieron para velocidad de sonido (+5m) y profundidad del transductor (+5m). La locación del ancla de la Stratus 11 en el fondo del mar se indica por medio de un círculo rojo con una cruz. La profundidad del sitio del ancla es 4440m.

En cada uno de estos sitios se utilizó una unidad de cubierta Edgetech 8011A para comunicarse con el emisor acústico en la boya. Se registró el tiempo de viaje de la señal en cada sitio. Las ubicaciones del barco durante las mediciones en cada sitio y el tiempo de viaje se registraron en el programa de Software de Inspecciones Acústicas de Arthur Newhall para calcular la posición del ancla. El programa utiliza la intersección de cada arco para calcular la posición del ancla, ver la Figura 3-7.

La caída entre el sitio donde se echa el ancla y la locación del ancla en el fondo del mar que se estudió es de cerca de 480 m. Probablemente sea un poco menos ya que se verificó el sitio donde se echó el ancla cerca de 1 minuto después de que en efecto se echara el ancla (tiempo que tomó para ir dentro del laboratorio y revisar el GPS) y el barco se movía a unos 2 nudos. En todo caso, la caída representa cerca del 10% de la columna de agua. Aunque es un poco alto, este valor es realístico ya que la boya se arrastró en la parte trasera del barco a 2 nudos cuando se echó el ancla al agua.

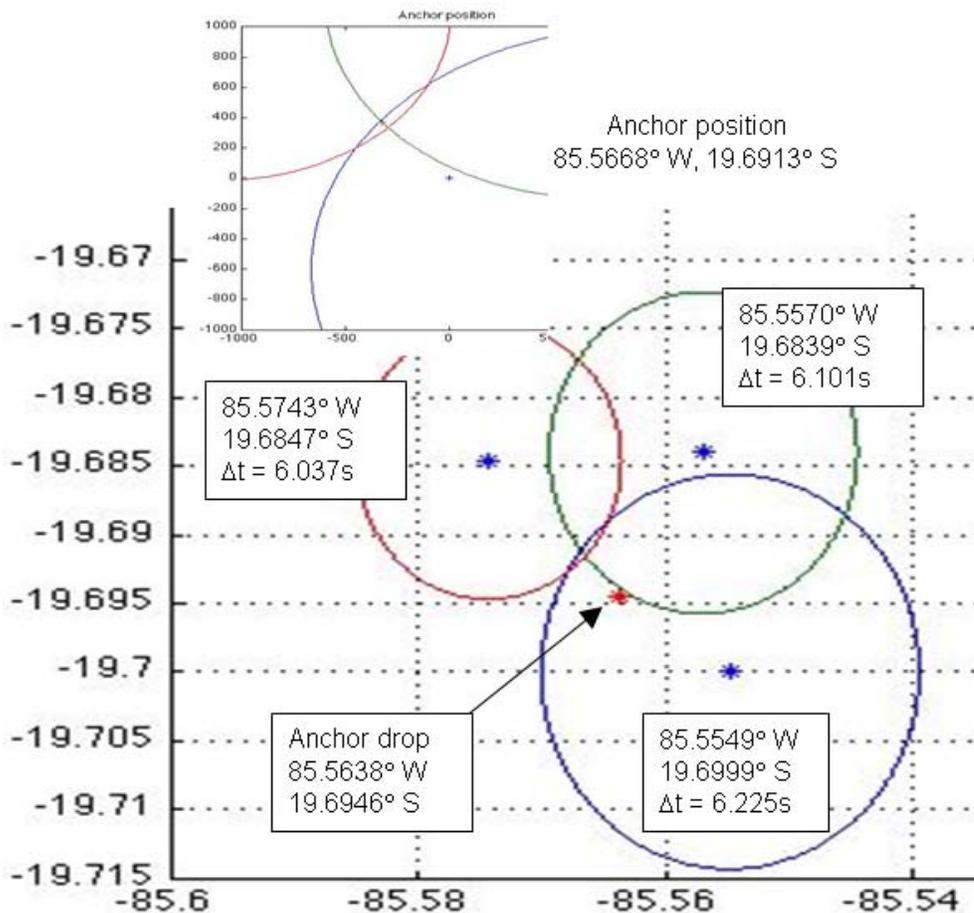


Figura 3-7. Stratus 11 – Inspección del ancla. El inserto muestra un acercamiento en la posición triangulada del ancla, distancias (m) y posición de caída del ancla.

H. Inter-comparaciones de Instrumentos

Después del despliegue de la boya de superficie Stratus 11 y de la inspección del ancla, el *Moana Wave* se parquéó a $\frac{1}{4}$ o $\frac{1}{2}$ milla, en posición favorable al viento desde el sitio de la boya, por un período de 36 horas de inter-comparación entre la boya y los sensores del barco, comenzando a las 23:00 UTC el 7 de abril y terminando a las 11:00 UTC el 9 de abril, 2011 (días del año: 97 a 99). Las alturas de los sensores de la boya se describen en la Tabla 3-1 (note que las alturas de los sensores en la Tabla 3-1 son relativas a la cubierta de la boya, la cual es 60 a 65 cm más alta que la línea del agua). Los sensores en el barco consisten en los sistemas de SCS y ESRL. Los datos adquiridos durante el período de la inter-comparación en el barco fueron promediados a valores de 1 hora para hacer juego con los datos recibidos desde la boya a través de las transmisiones de satélite Argos. Utilizando COARE 3.0, los datos del barco se ajustaron aún más a alturas de los correspondientes sensores en la boya.

Los datos disponibles para inter-comparación con la boya Stratus 11 provinieron de tres sistemas; un registrador UOP autoImet (VOS) en el puente y en la cubierta 01, un sistema de flujos de ESRL en el mástil de la proa, y un sistema Sonic Flux de WHOI-AOP&E. Datos promediados cada hora de los sistemas ASIMET de la Stratus 11 se adquirieron con un receptor vertical AlphaOmega Argos Uplink y se procesaron con nuestro software estándar de Matlab, Argplot. Los directorios de datos de VOS y ESRL se accedieron utilizando redes de Windows; no hubo acceso a internet basado en IP en las computadoras portátiles que contenían el sistema de procesamiento en tiempo real. El sistema VOS era idéntico a las instalaciones anteriores, con un archivo de bitácora continuo utilizado para facilitar el acceso a los datos.

1) Observaciones del Laboratorio de Estudios de Sistemas Terrá queos de NOAA (ESRL)

La División de Ciencias Físicas (PSD) del Laboratorio de Estudios de Sistemas Terráqueos (Earth System Research Laboratory o ESRL por sus siglas en inglés) utilizó su sistema de flujo turbulento para apoyar en general la parte meteorológica del crucero Stratus 11. El sistema de flujo turbulento se montó en un sistema de torre portable y no en la barra tipo palo de bandera que se utilizó en cruceros anteriores. La torre se montó justo detrás de esta barra del barco, y permitió a los sensores que se extendieran más allá de la punta superior de la barra. El sistema PSD de Flujo Turbulento consiste en cuatro componentes. Un sistema de turbulencia rápida con correcciones del movimiento del barco, el cual va montado en la barra tipo palo de bandera de la cubierta del barco y que incluye un anemómetro ultrasónico, un Wind Master modelo R3A de la marca Gill, y un Inertía Motion-pak de la marca Systron Donner, número de serie 0681. Los sensores solar y de radiación IR son radiómetros del Laboratorio Eppley, dos piranómetros y dos pirgeómetros montados en un sitio alto y donde no se obstruye la vista del cielo en la cubierta. Los principales sensores meteorológicos son un sensor en aspirador Vaisala T/RH, un medidor de temperatura de superficie (“skin surface temperature o SST) hecho con un termistor flotante (YSI 46040) desplegado desde la parte de babor con una grúa, y un Sensor Óptico de Precipitación modelo ORG-815 DA de la marca Optical Scientific

Inc. Finalmente, un sensor de humedad de toma rápida de muestras, Li-COR 7500 analizador de gas CO₂/H₂O, se montó en la parte superior de la torre.



Figura 3-8. Sistema de Flujo de Turbulencia montado en la torre tras el “mástil de bandera” del Barco R/V *Moana Wave*. El anemómetro de turbulencia de WHOI está en el nivel inferior.

Todos los archivos de datos están en formato de texto de ASCII. La descripción del formato de datos para cada archivo de datos se explica en el documento adjunto “NOAA/PSD Ship-based Primary Turbulent Flux Data Acquisition System.” (Sistema Primario NOAA/PSD de Adquisición de Datos de Flujo Turbulento con base en el Barco). En conjunto con el sistema de flujo PSD se utilizó un ceilómetro Vaisala CL31 para la medición de la altitud de la base de nubes. El primer procesamiento de los datos “crudos” del ceilómetro produce 2 gráficos por cada día. Uno de los gráficos es de la intensidad de la retrodifusión (‘backscatter’) láser, y el otro gráfico es de la altitud de la base de nubes determinada de la retrodifusión (‘backscatter’). El formato del producto (‘output’) del Vaisala es leído por un código de Matlab llamado “read_daily_rawceilo_CL31_STRATUS_2011.m.”

La zona es conocida por la poca precipitación. Se reporta precipitación para esta zona aunque estas nubes producen lloviznas frecuentemente, especialmente durante la noche cuando se producen por enfriamiento radiativo. En muchas ocasiones, la llovizna se evaporará antes de llegar a la superficie, lo cual altera las condiciones de la capa de barrera y se registra poca o casi ninguna medición en los pluviómetros. Durante el crucero el pluviómetro óptico registró períodos de precipitación en 5 días diferentes. Por ejemplo, el 5 y el 7 de abril, las observaciones del personal y el pluviómetro óptico

registraron períodos de lluvia. Algunos de los más significativos períodos de lluvia se muestran abajo..

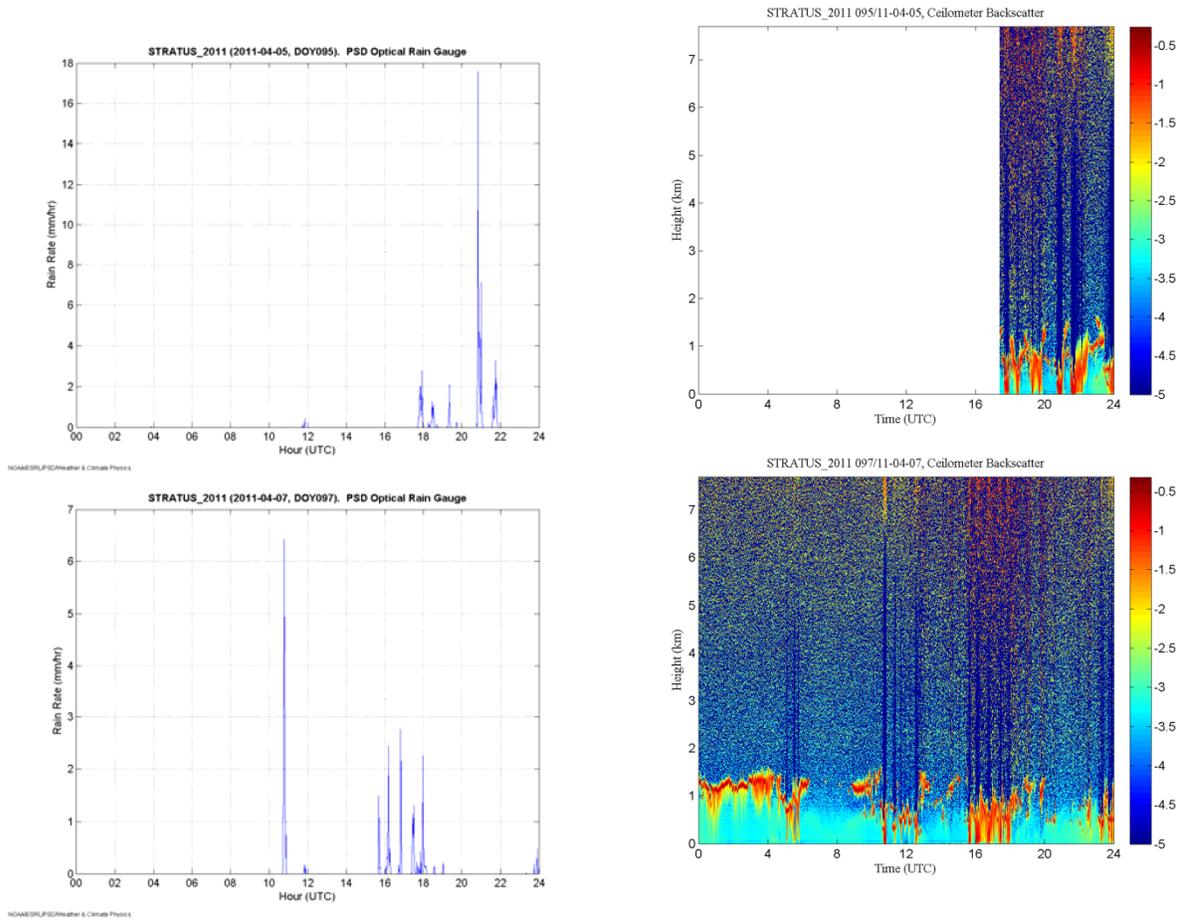


Figura 3-9. Retrodifusión del pluviómetro óptico y el ceilómetro, que muestra 2 períodos de lluvia durante el crucero Stratus 11.

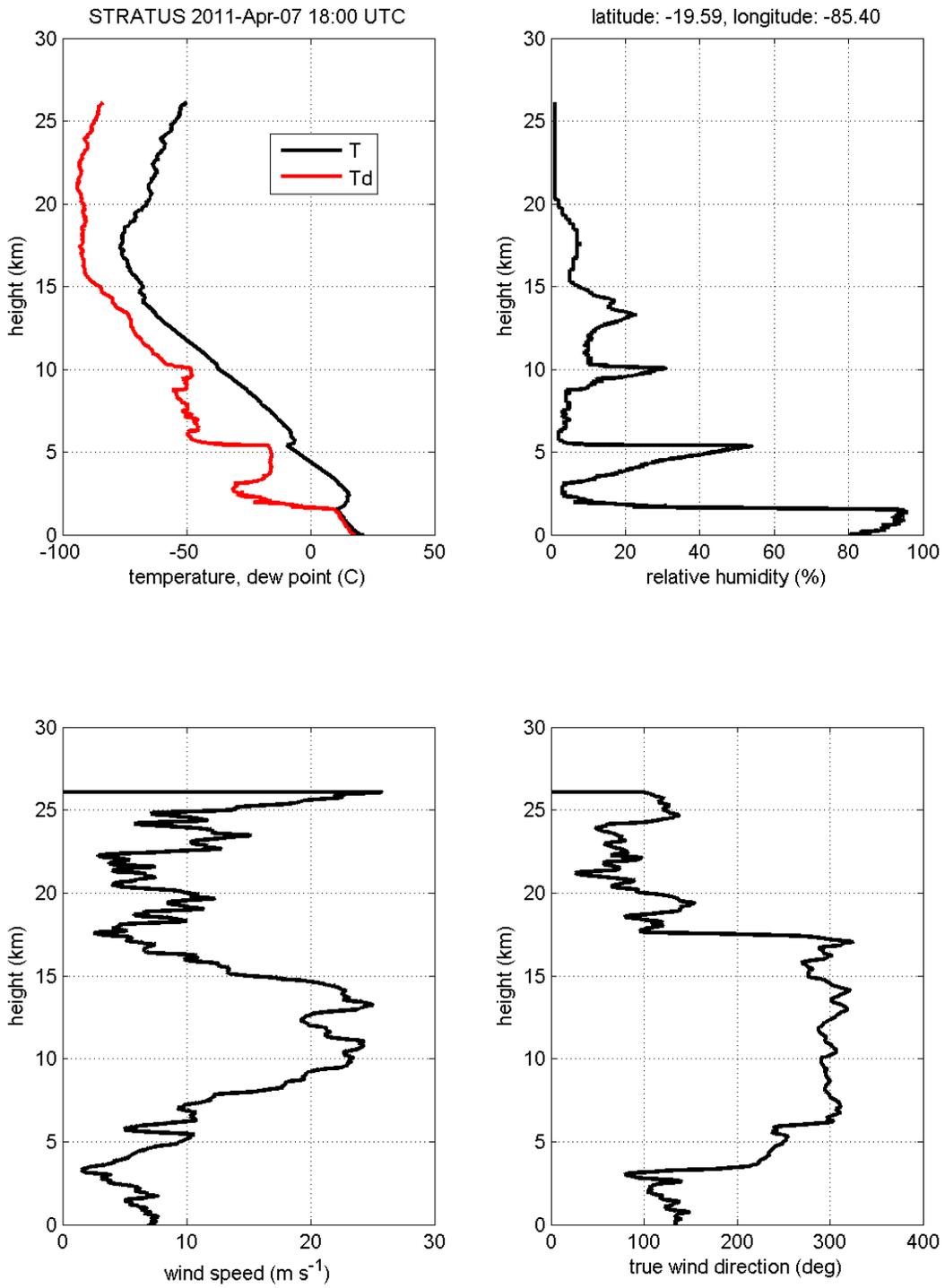


Figura 3-10. Perfil de radiosonda durante uno de los eventos lluviosos, 7 de abril, 2011 1800 UTC.

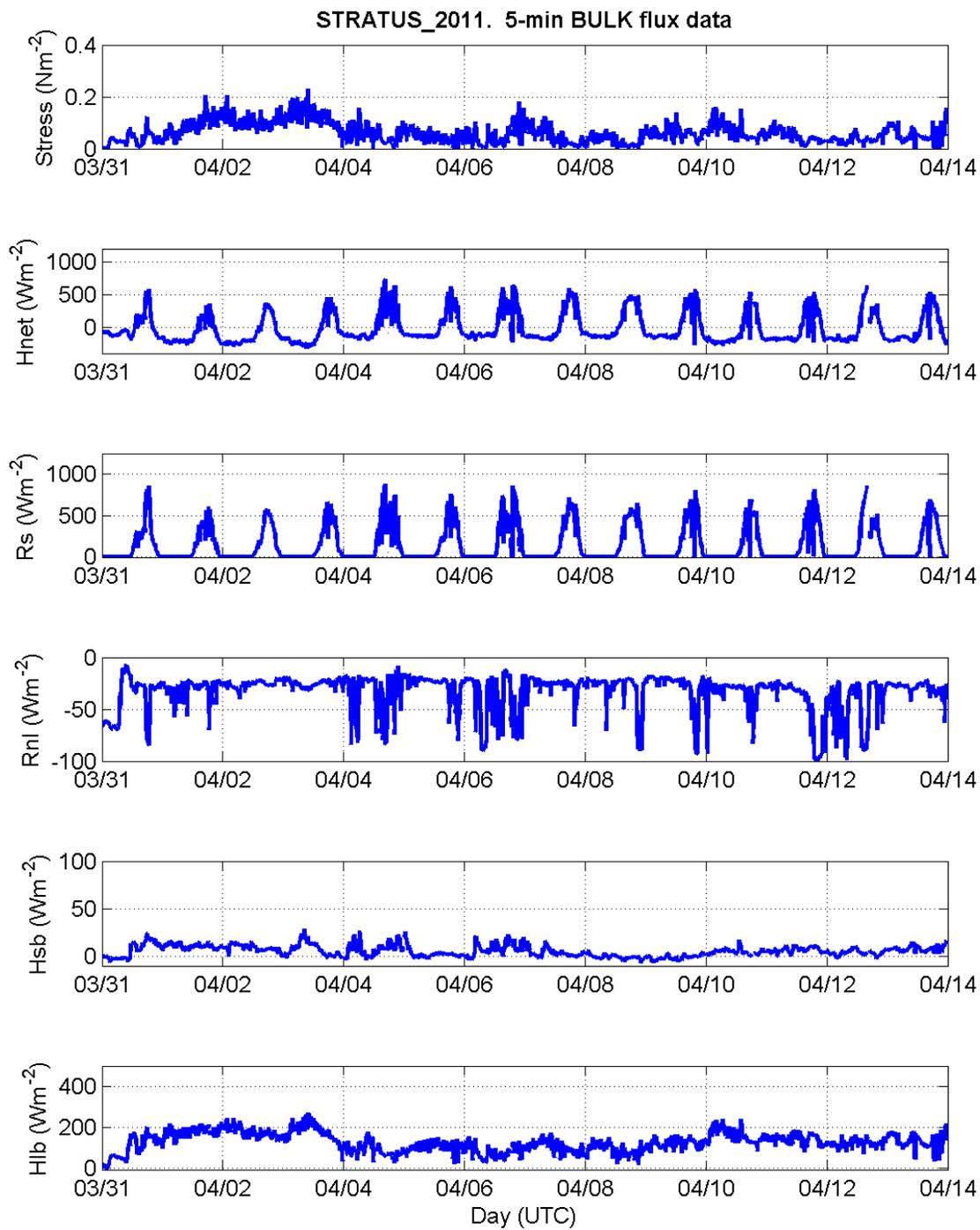


Figura 3-11 (parte 1). Series temporales de flujos recolectados durante el crucero Stratus 11.

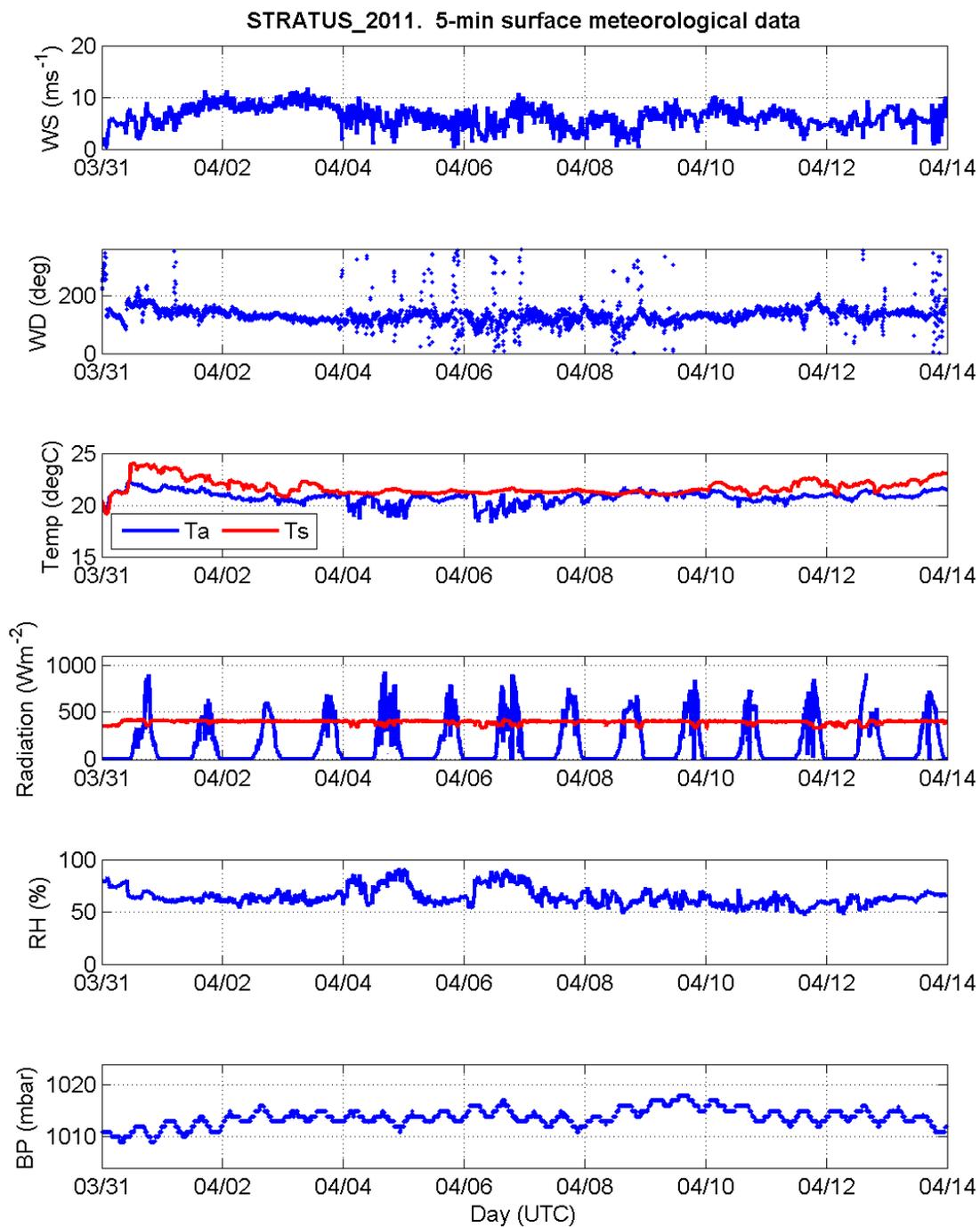


Figura 3-11 (parte 2). Series temporales de datos meteorológicos de superficie recolectados durante el crucero Stratus 11.

2) Fuentes de Inter-comparación de Datos

Sistema de ESRL

El sistema de software de ESRL se renovó después de este crucero, por lo tanto nuestro software se volvió a escribir para tomar en cuenta las nuevas estructuras de los archivos. Se pusieron a disposición, una vez al día, archivos diarios de calidad controlada, asimismo datos crudos, en tiempo real, estuvieron disponibles en forma continua. Durante el crucero, hicimos gráficos de los archivos procesados diariamente y anexamos datos de tiempo real crudos según fuese necesario para comparar con datos en tiempo real provenientes de la boya. Los vientos, corregidos por el movimiento del barco y la dirección, solamente estuvieron disponibles en los archivos diarios, así que estos fueron comparados de alguna forma en una modalidad retrasada.

La frecuencia de toma de muestras de ESRL y las alturas de los sensores se registraron y se muestran en la Tabla 3-8.

Tabla 3-8. Alturas de sensores de ESRL y frecuencias de toma de muestras.

Sensor	Frecuencia de Muestreo	Altura (m)
Bow sonic (Sónico en la proa)	10 Hz	15
Motion Pack (Paquete de movimiento)	10 Hz	14.2
ORG	0.1Hz, promediado a 1 muestra/min	12.3
AT/RH	0.1Hz, promediado a 1 muestra/min	12.8
Licor (CO2&H2O)	10 Hz	13.4
Radiómetros (sobre la timonera)	0.1Hz, promediado a 1 muestra/min	10.7
Radiómetros(2da cubierta)	0.1Hz, promediado a 1 muestra/min	8.9
Barómetro	0.1Hz, promediado a 1 muestra/min	9.8
SST (manguera del sensor de temperatura o « seasnake », a babor)	0.1Hz, promediado a 1 muestra/min	-0.05 to -0.10

Sistema VOS

El sistema VOS utiliza sensores estándar que son idénticos a los sensores ASIMet de la boya. Una computadora portátil Linux crea un archivo de bitácora en texto ASCII con sub-muestras de 2 minutos de los datos de 1 minuto grabados internamente.

Las alturas del sensor VOS relativas a la altura de la línea del agua se midieron como se muestra en la Tabla 3-9.

Tabla 3-9. Sensores VOS – alturas y frecuencias de toma de muestras.

Sensor	Altura (m)
SWR	9.93
LWR	9.93
HRH/AT	9.45
BPR	9.83
PCR	10.01
WND	11.18

Sistema de Flujo Sónico

El sistema de Flujo Sónico de WHOI consiste en un anemómetro ultrasónico Gill R3A, un paquete de movimiento Crossbow DMU-AHRS, y una interfase Onset TT8. El sensor del viento se montó en el mástil delantero del *Moana Wave* (9.75m sobre la línea del agua).

El sensor de frecuencia no fue limpiado y las constantes de hierro fuerte y suave no se limpiaron antes del crucero. El software de registro “SonFlux” se ejecutó en intervalos de 1-minuto en lugar de la frecuencia usual de una hora. La comparación preliminar con el anemómetro sónico de ESRL muestra una muy buena concordancia entre las frecuencias de los ángulos, las aceleraciones y la velocidad vertical.



Figura 3-12. Foto del *Moana Wave*. La torre meteorológica de ESRL está instalada bajo el mástil de la proa, en la cubierta O1. El medidor sónico de viento está instalado en el mástil de proa y los sensores VOS están sobre la timonera.

3) Resultados de Inter-comparación

Los resultados se presentan en las Figuras 3-13 a 3-23.

Presión barométrica y frecuencia de precipitación:

Las medidas de VOS y de la BPR de la boya reflejan las diferentes locaciones de los sensores, con el VOS a cerca de 10m y los sensores de la boya a cerca de 3m. La diferencia entre estos y el sensor de ESRL no tiene explicación. El sensor BPR de ESRL está en el mástil de la cubierta a casi la misma altura del sensor de VOS.

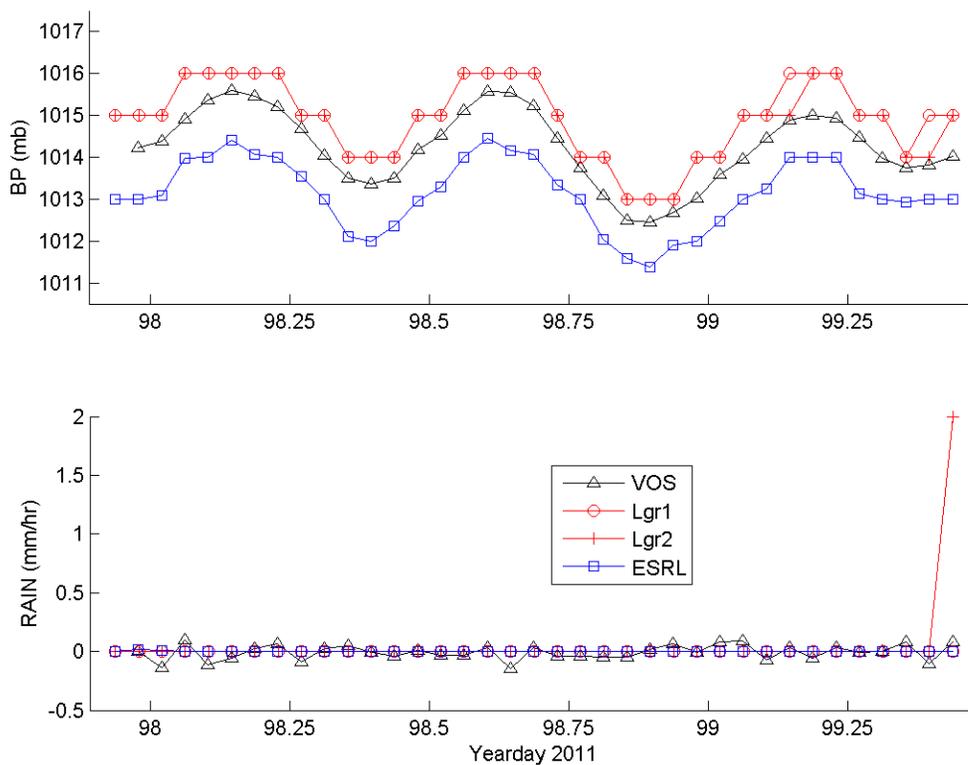


Figura 3-13. Presión barométrica y frecuencia de la lluvia durante la inter-comparación del despliegue de la Stratus 11.

Radiómetros:

Los valores medidos para radiación de onda corta hacia abajo se distribuyeron entre diferentes sensores. Alguna de esta dispersión es la variabilidad natural causada por las condiciones ambientales (la cercanía de las nubes cuando la boya está fuera del barco, sombras cuando está en el barco). Pero hay cierta indicación de que la radiación de onda corta (“short wave radiation” o SWR) del segundo sistema de la boya (Registrador o Logger 14) es un poco alta. Primeramente, el valor nocturno es alto. En segundo lugar, cuando la boya estaba en el muelle en Arica, su valor era más alto que la SWR en el Logger 4 y el valor de VOS del barco, que estaba estacionado cerca. Esta desviación (“bias”) alta es entre 10 y 20 Wm^{-2} para valores de repunte cerca del mediodía local (esto representa una diferencia relativa de 3 a 5% de SWR) y los valores durante la noche son de cerca de 6 Wm^{-2} sobre cero.

Las radiaciones de onda larga o LWRs de ASIMET mostraron aproximadamente la misma desviación que se observe durante el período de pruebas en Woods Hole. La LWR en el Logger 14 en la boya es baja, por unos 5 Wm^{-2} .

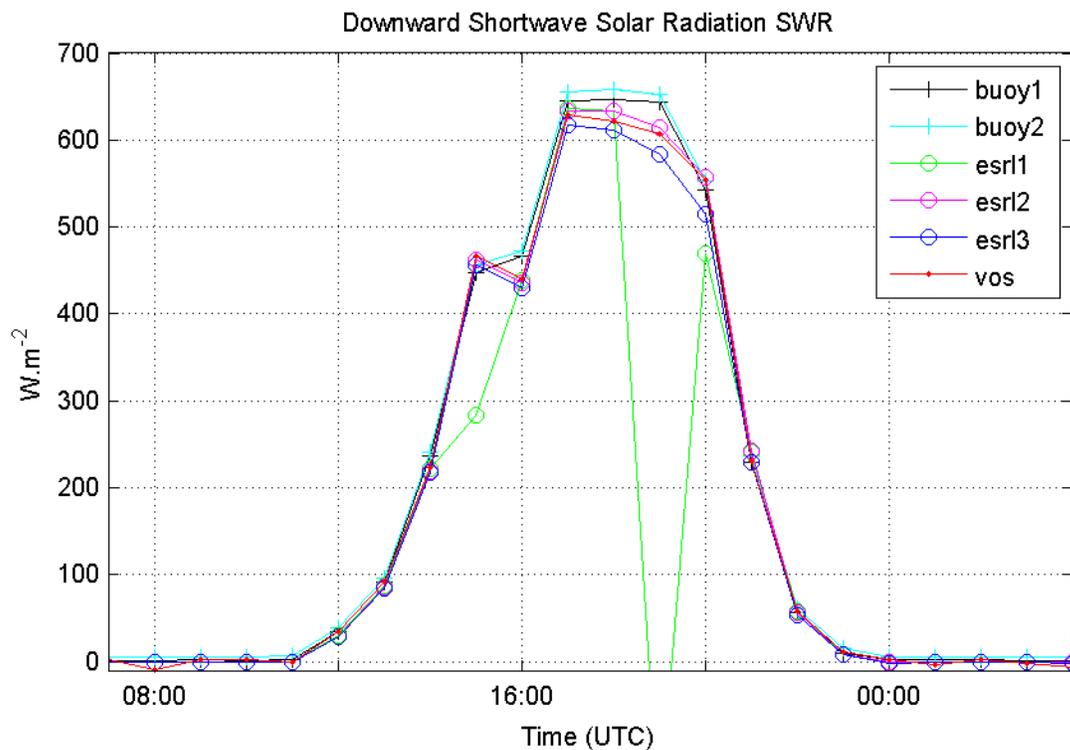


Figura 3-14. SWR hacia abajo, el 8 de abril, 2011 durante el periodo de inter-comparación del despliegue de la boya Stratus 11. Los sensores 1 a 3 de ESRL son Eppley en el Puente, Kipp & Zonen en el Puente, y Eppley en la cubierta O2, respectivamente.

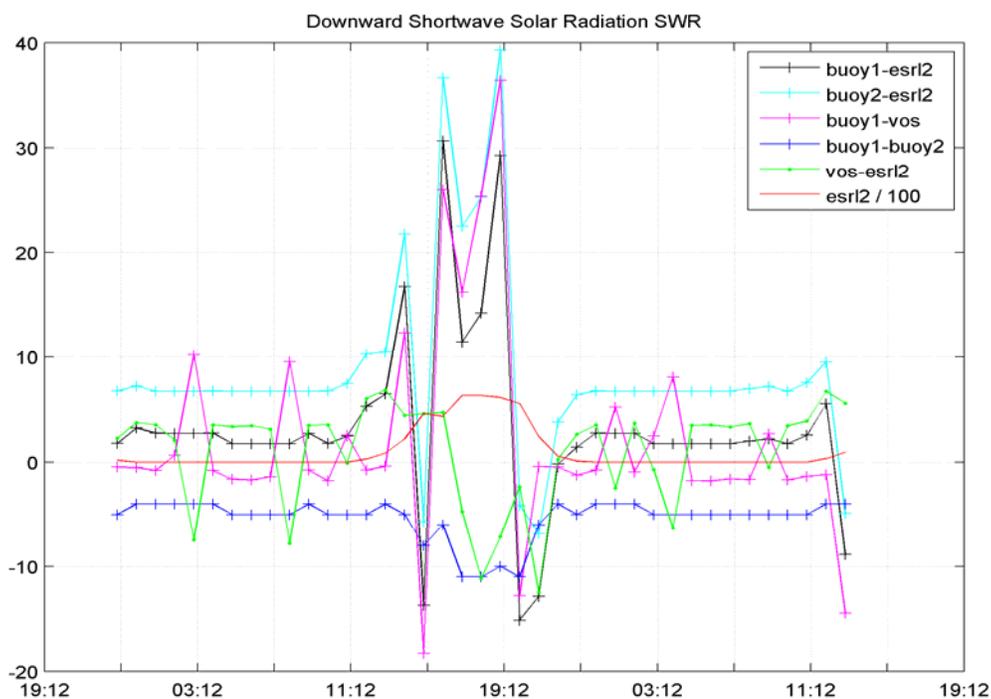


Figura 3-15. Comparación de SWR en el Stratus 11 en el *Moana Wave*. La diferencia es SWR hacia abajo durante la inter-comparación.

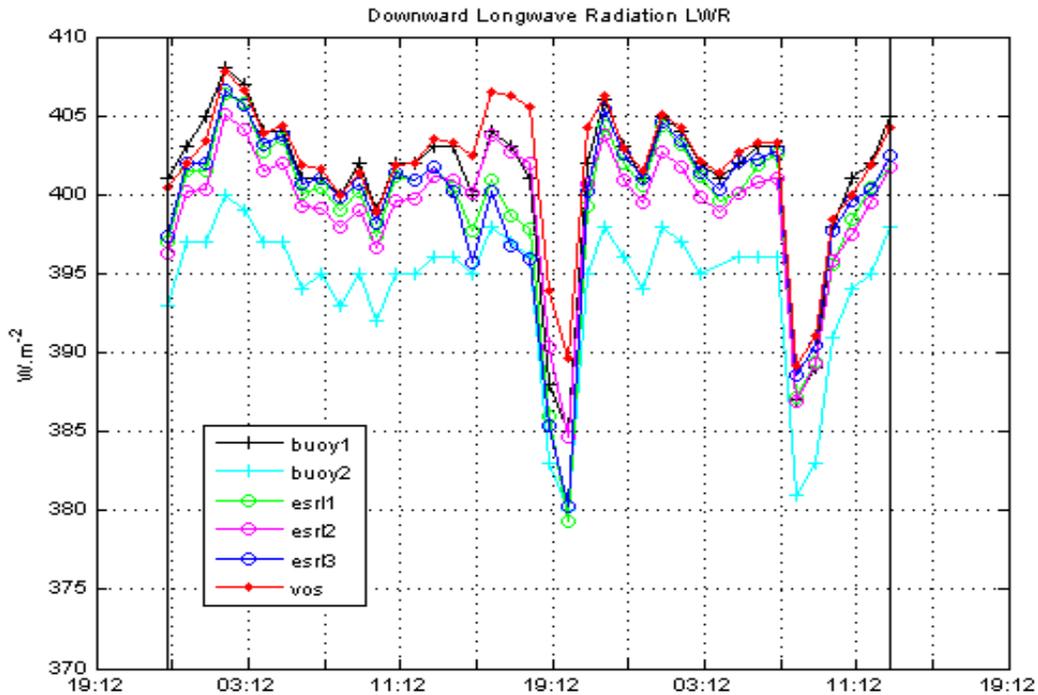


Figura 3-16. Radiación de onda larga (LWR) hacia abajo, durante la inter-comparación en el despliegue de la Stratus 11. Los sensores de ESRL 1 a 3 son Eppley sobre el puente, Kipp & Zonen en el puente, y Eppley en la cubierta O2, respectivamente. El VOS es Eppley sobre el puente. Las líneas negras verticales denotan el comienzo y el final del período de inter-comparación.

Sea surface temperature and salinity:

Temperatura de la superficie del mar (sst) y salinidad: La sst de ESRL proviene de la manguera (“sea snake”); no hubo medición de salinidad para compararla con la boya. Los sensores de conductividad en los SBE37s en los registradores ASIMet concuerdan con las especificaciones, en mayor parte, aunque hubo un problema aparente por unas 7 horas con el sensor de conductividad del Logger 1.

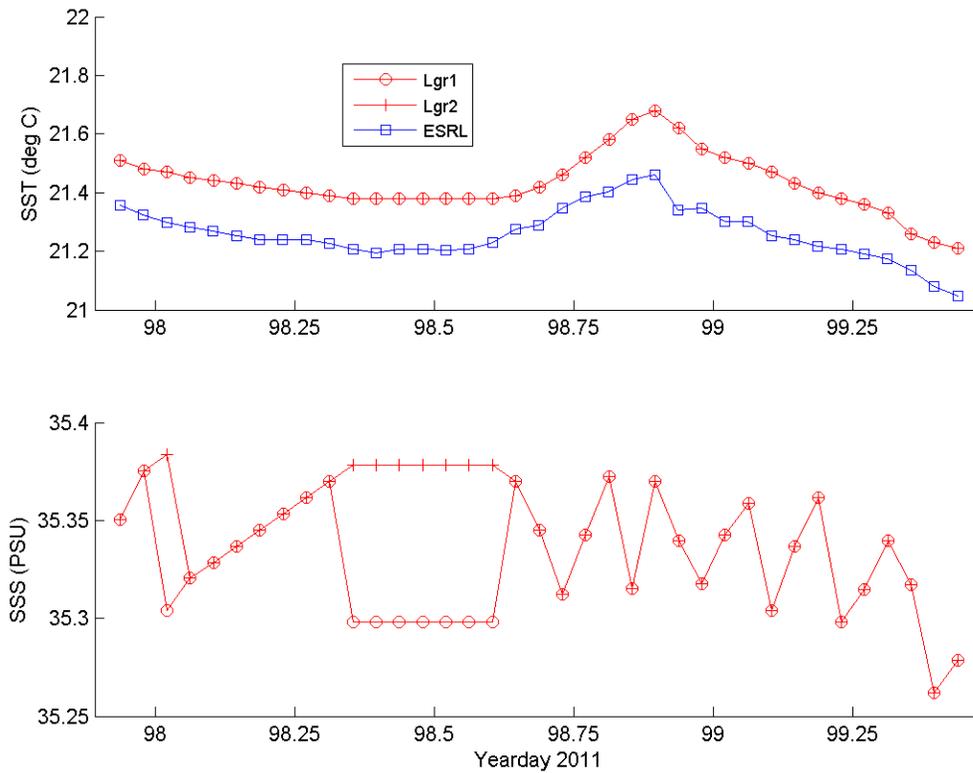


Figura 3-17. Temperatura de la superficie del océano. Los valores del barco se ajustaron al valor en el agua; los datos de la boya no se han cambiado. Las líneas negras verticales delimitan el período de inter-comparación.

Temperatura del Aire:

La temperatura del aire medida desde la boya es más cálida que la del barco, aún después de un ajuste de la altura (entre 0.1 y 0.2C en la noche). Hay indicaciones de que el sensor de ESRL es mucho menos sensitivo al calentamiento durante el día que los otros sensores (VOS es el peor, en ese respecto). Nótese que el sensor ESRL AT/RH es el único que está aspirado. Esto también puede deberse a que la SST medida por la manguera de ESRL era cerca de 0.2 C más cálida que la medida por la boya. El algoritmo de COARE 3.0 indica que una capa cálida puede estar presente durante el día con un máximo de 0.3 C temprano en la tarde. Sin embargo, el perfil que se muestra aquí es durante la noche, cuando la capa cálida ha desaparecido. Así que la diferencia observada en SST puede ser un rasgo de variabilidad oceánica. Esto puede llevar a un cambio correspondiente en el perfil de la temperatura del aire.

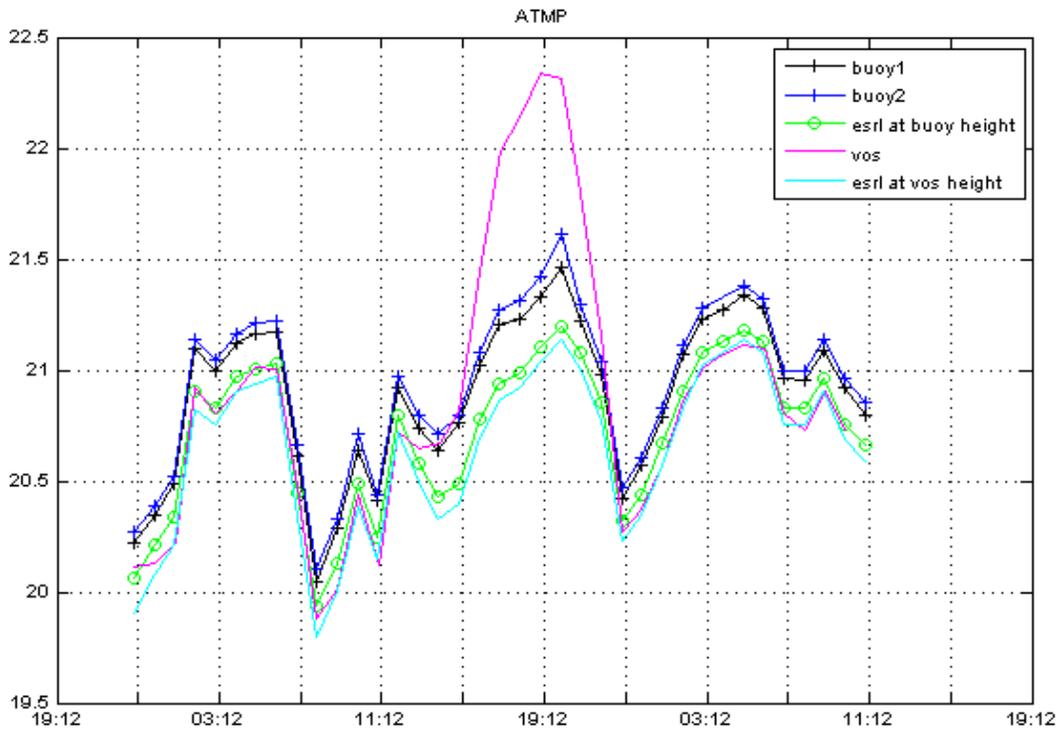


Figura 3-18. Temperatura del aire (°C) durante las inter-comparaciones en el despliegue de la Stratus 11.

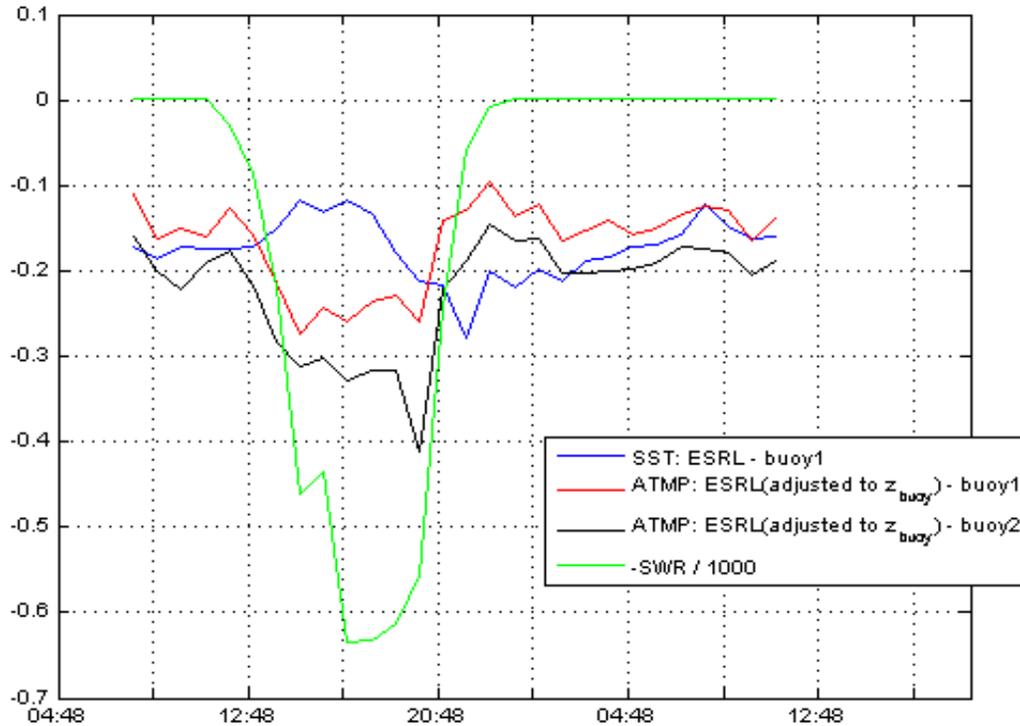


Figura 3-19. Diferencia en la temperatura del aire (°C) entre ESRL y la boya Stratus 11 durante el período de inter-comparación. Para referencia, la diferencia de SST y SWR/1000 también se graficó.

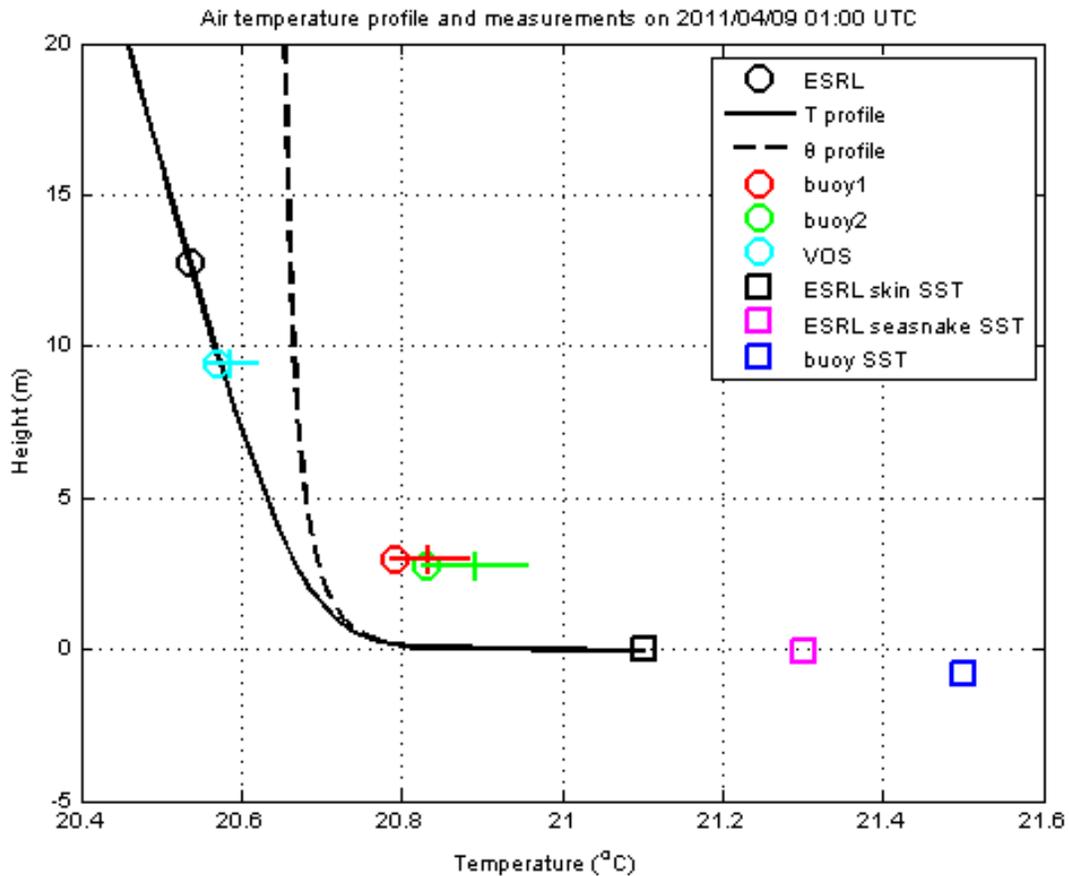


Figura 3-20. La temperatura del aire medida en el barco y en la boya. El perfil vertical de COARE 3.0 en color negro (la línea punteada es la temperatura potencial), utilizando valor promediado cada hora para el tiempo 01:00 UTC el 09 de abril 2011 (durante la noche). La hora de las mediciones se marca con círculos o cuadrados. Las barras verticales pequeñas indican la distancia promedio entre el perfil y las mediciones durante 24 horas de inter-comparación, mientras que las líneas horizontales denotan su desviación estándar.

Humedad del Aire:

La humedad específica del aire medida desde la boya es más alta que la que se midió en el barco, aún después del ajuste de la altura. La desviación o bias es 0.5 g/kg. La desviación en la temperatura del aire que se discute arriba puede explicar únicamente el 10% de esto. Por lo tanto hay cierta duda sobre una posible desviación del instrumento. En realidad, el personal de ESRL piensa que el instrumento de su propiedad, Vaisala HR, es 5% RH más bajo cuando se comparan sus mediciones con su sensor Licor. Las desviaciones decrecen durante el período de luz diurna; esta disminución no es tan importante para el VOS.

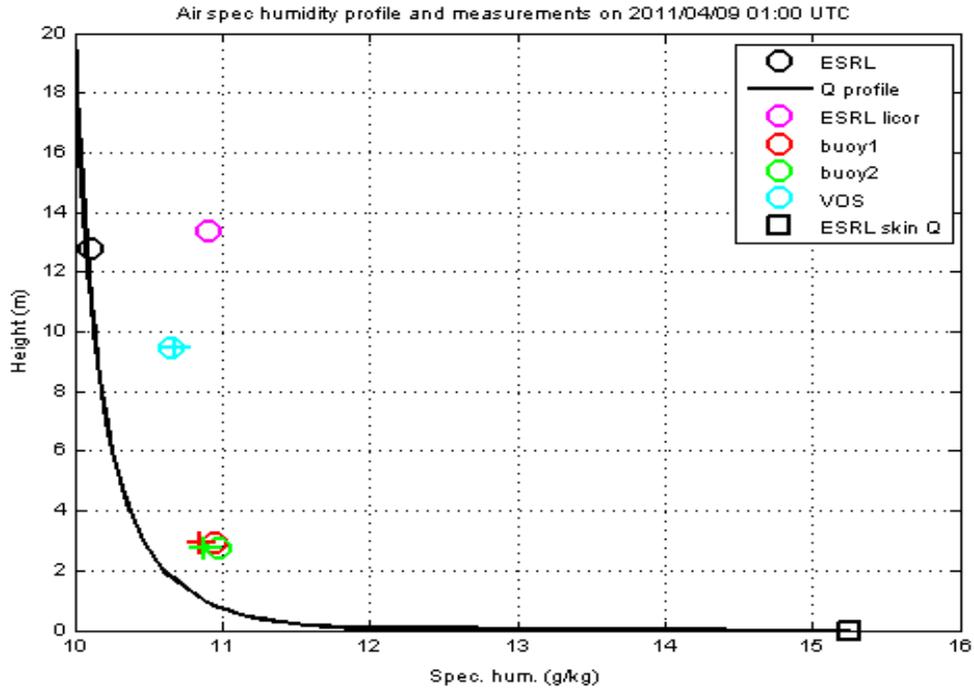


Figura 3-21. Humedad específica del aire medida en el barco y en la boya. El perfil vertical de COARE 3.0 se muestra en color negro (Ver la Figura 3-20 para los símbolos).

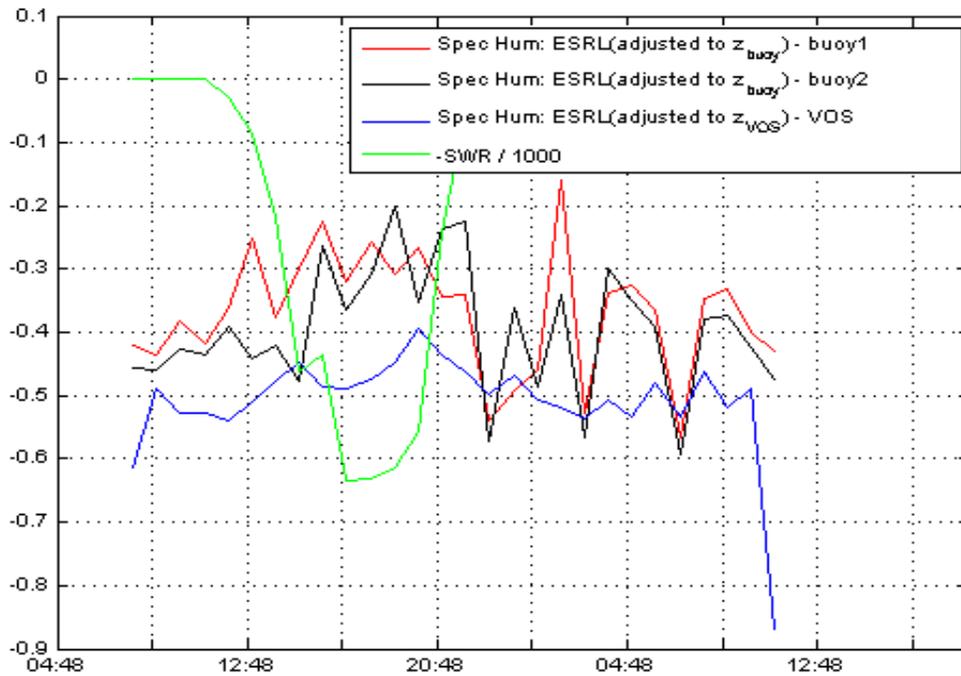


Figura 3-22. Serie temporal de diferencia de la humedad específica del aire (g/kg) entre ESRL – la boya o VOS. Las mediciones de ESRL se ajustan para la altura utilizando COARE 3.0. También se graficó la SWR hacia abajo.

Velocidad del viento:

La velocidad del viento concuerda muy bien entre todos los sensores y la plataforma, excepto por el VOS. El sensor de viento de VOS era un R.M. Young ‘propeller’ que mide el viento horizontal. Ya que esperamos un viento vertical substancial debido a la distorsión del flujo cerca del puente, no es sorprendente que el VOS subestime la velocidad del viento.

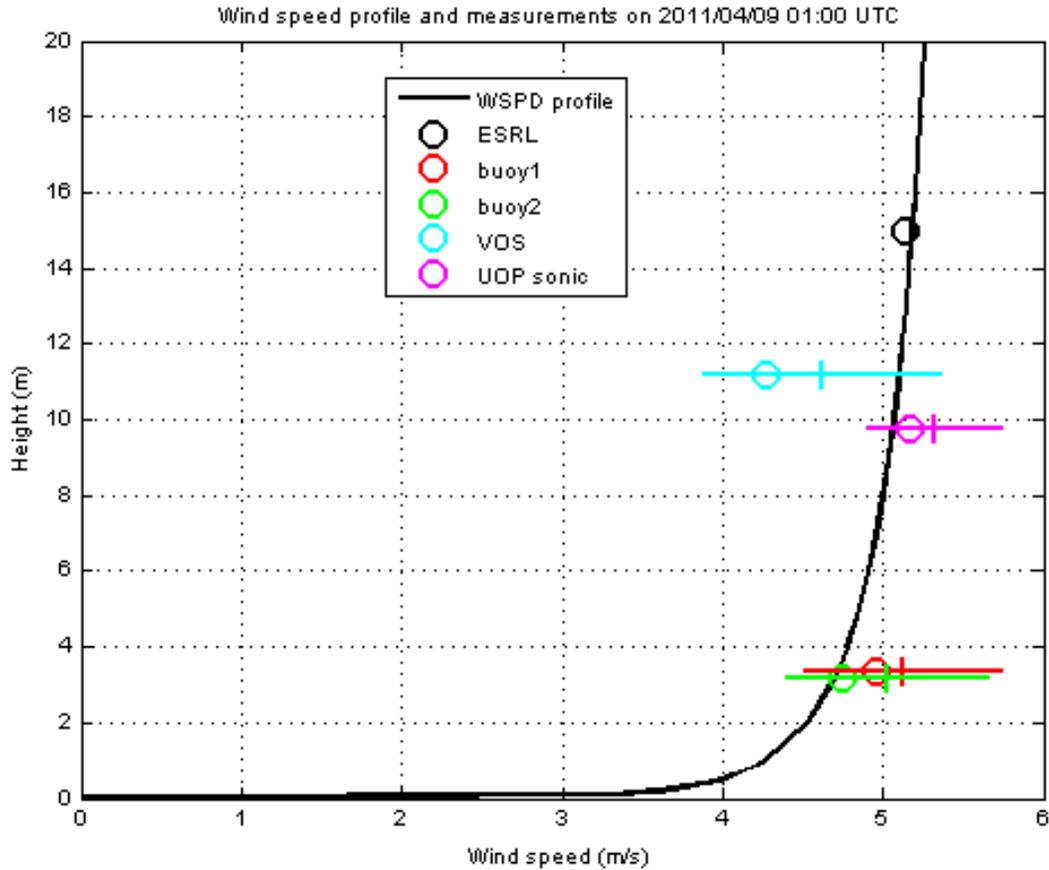


Figura 3-23. La velocidad del viento medida en el barco y en la boya. El perfil vertical de COARE 3.0 se muestra en color negro. (Ver los símbolos en la Figura 3-20).

IV. Boya e Instrumentos Stratus 10

A. Recuperación

La boya STRATUS 10 y 45 metros de instrumentos y componentes se recuperaron en julio del 2010 en la nave de la Armada Peruana BIC Humboldt.

El resto de los componentes de la boya Stratus 10 se recuperaron el 7 de abril del 2011. Para prepararse para la recuperación, el *Moana Wave* se posicionó más o menos a 1/10 milla hacia el lado de la posición del ancla, con la boya fluyendo hacia la dirección del viento. Un comando de liberación se envió al emisor acústico para separar el ancla de la cuerda o línea de instrumentos de la boya a las 11:30 UTC. Después de unos 60 minutos, salieron a la superficie las bolas de vidrio. Una vez que las bolas estuvieron en la superficie, el barco se acercó hacia el grupo de bolas por el lado de estribor. Se comenzó la recuperación tomando las bolas de vidrio y conectándolas a la cuerda líder del cabrestante con un palo de gancho.

El cabrestante jaló hacia adentro mientras el barco se movía hacia delante para posicionar las bolas de vidrio, en línea, en su parte trasera. En este punto, el barco estaba jalando las bolas de vidrio del cabrestante. Con la estructura en forma de “A” completamente fuera de borda, las bolas de vidrio fueron levantadas lentamente del agua. El grupo de bolas se paró temporalmente utilizando el cabestrante en la grúa/estructura en forma de “A”. El gancho se removió de la cuerda líder del cabestrante, y un grillete se conectó con el final de la cuerda entre segmentos de la cadena. La estructura en forma de “A” se movió hacia afuera, y las bolas se levantaron completamente fuera del agua utilizando el cabestrante y la grúa en la estructura en forma de “A”.

La estructura en forma de “A” se movió hacia adentro de la cubierta mientras el cabrestante enrollaba, para traer el grupo de bolas de vidrio sobre la cubierta. Se utilizaron tres tiradores de aire para estabilizar las bolas y arrastrarlas hacia delante. Una vez que las bolas de vidrio estaban en la parte interior del travesaño de a bordo, se bajaron sobre la cubierta. Se utilizó una cuerda de tapón para asegurar la cadena que colgaba sobre la popa con dos emisores acústicos colgando de la misma. El cabrestante se desconectó del grupo de bolas de vidrio, y se engrilltó a la cadena. La cadena fue desconectada del grupo de bolas de vidrio, y el cabrestante enrolló para traer los instrumentos a la cubierta. La estructura en forma de “A” se movió hacia adentro de la cubierta mientras el cabrestante enrollaba, para traer el grupo de bolas de vidrio sobre la cubierta. Se utilizó un tirador de aire para estabilizar las bolas y arrastrarlas hacia delante. Una vez que las bolas de vidrio estaban en la parte interior del travesaño de a bordo, se bajaron sobre la cubierta. Se utilizó una cuerda de tapón para asegurar la cadena que colgaba sobre la popa con dos emisores acústicos colgando de la misma. El cabrestante se desconectó del grupo de bolas de vidrio, y se engrilltó a la cadena. La cadena fue desconectada del grupo de bolas de vidrio, y el cabrestante enrolló para traer los instrumentos a la cubierta.

Un sujetador Yale se instaló en la cuerda de Colmega que iba hacia el agua y se engrilletaron cuerdas de tapón para remover la tensión de las bolas. Los segmentos con bolas de vidrio se separaron y se arrastraron hasta el lado frontal y de babor para ser elevadas con grúa dentro del contenedor en la cubierta 01. El barco continuó navegando lentamente a contra viento durante esta operación. Una vez que la cubierta estaba despejada, se preparó para la recuperación utilizando la polea en la estructura de forma de “A”. Una cuerda de trabajo se ató a la cuerda de Colmega. La carga se pasó de las cuerdas de tapón hasta el cabestrante. El sujetador Yale se removió. Los 1500 m de Colmega, y 1750 m de nylon de 7/8” se halaron lentamente y se depositaron en tres canastas de alambre.

La tensión en la cuerda de los instrumentos se incrementó debido a que la sección superior de los instrumentos se arrastraba a lo largo del suelo marino. El barco continuó posicionado mientras que se tiraba de la cuerda de instrumentos. Cuando la terminación entre la cuerda de nylon y la pieza de transición entre cable a nylon estaba ya en el travesaño, se paró para hacer la transición de la polea al cabestrante durante el resto de la recuperación.

Se paró de halar al final de los 1750 metros de cuerda de nylon. Se conectaron cuerdas de tapón al eslabón entre los 1750 y trozos de cuerda de nylon de 200 metros y se ataron a las cornamusas de la cubierta. Entonces se transfirió el peso de la cuerda de los instrumentos del cabestrante a las cuerdas de tapón. Se removió el grillete del pedazo de 1750 metros de cuerda de nylon. Una polea movable se habilitó con una cuerda de trabajo del cabestrante, por la polea principal y la polea de la estructura en forma de “A”. La cuerda líder del cabestrante se pasó por la polea movable y se engrilltó a la cuerda de los instrumentos en los tapones. El cabestrante entonces tomó la carga y se removieron las cuerdas de tapón. La polea se subió hasta la parte superior de la estructura en forma de “A”.

El cabestrante continuó recuperando la cuerda de 200 m de nylon/100m 3/8” de alambre con terminación especial y cuerda de alambre. Pronto, el primer enredo de cable e instrumentos apareció en la superficie.

Con la estructura en forma de “A” posicionada cerca del travesaño, el cabestrante jaló tanta cuerda de alambre como le fue posible, trayendo el grupo de cable e instrumentos enredados hacia el nivel de la cubierta. El tirador de aire ayudó a traer el enredo hasta la cubierta y sostuvieron la boya en su lugar. En la parte inferior del enredo, el personal de cubierta determinó cuales piezas de la cuerda de alambre tenían tensión, y cuáles eran solamente pedazos sueltos de cable. Utilizando una combinación de tornillos de alambre, y sujetadores de cable, la tripulación logró controlar el conjunto de instrumentos y cortó el primer grupo enredado de la cuerda instrumentos de la boya. El cabestrante continuó subiendo el cable, hasta que otra bola de instrumentos y alambre subió a la superficie.

El mismo procedimiento se utilizó para asegurar el cable de instrumentos cada vez que un rollo de instrumentos llegó a la superficie, hasta que el cable completo había sido recuperado.

B. Fallo en el cable de instrumentos

La Figura 4-1 muestra la parte que falló, la cual estaba a 45m de profundidad.



Figura 4-1. La parte de la boya Stratus 10 que falló, la cual estaba bajo los 45 m de profundidad en la barra del SBE37.

C. Recuperación de Datos de la Boya Stratus 10

Se recuperaron instrumentos sobre los 55 metros de profundidad con la boya Stratus 10 en julio del 2011. Los instrumentos de mayor profundidad se recuperaron el 7 de abril del 2011, y se procesaron en el mar utilizando nuestro software estándar de UOP. Todos los datos son preliminares y están sujetos a procesamiento adicional.

Metadatos básicos, incluyendo ciertos datos requeridos para incluirlos en OceanSITES, se adicionó a cada archivo durante la traducción a Matlab, como se indica en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1. Metadatos para los instrumentos recuperados de la Stratus 10.

Sitio	Stratus
Despliegue	10
Año de comienzo	2010
Experimento	Stratus Ocean Reference Station (Estación de Referencia Oceánica Stratus)
Investigador principal	Robert. Weller
Institución	WHOI
Centro de ensamblaje de datos	WHOI-UOP
Fuente	Observación de Instrumentos de la Boya
Tipo de Plataforma	Boya de superficie
Autoridad	OceanSITES
Tipo de datos	Estación
wmo_código de plataforma	38400
Latitud	19° 36.8088' Sur
Longitud	85° 23.1242' Oeste
Fecha de despliegue	17-Jan-2010 20
Tiempos del ancla	[17-Jan-2010 18:23:00, 07-Apr-2011 11:37:30]
Duración	444.7184
Profundidad del Agua	4460
Crucero de Despliegue	RB-10-01
Crucero de Recuperación	MoanaWave201103
Altura de la Cubierta_cm	65
Círculo de Observación_nm	3.7000
magvar_Fuente	NOAA > NESDIS > NGDC
magvar_a ser utilizado	7.2167
Tipo de Instrumento	(sbe37, sbe39, or vmcm)
SN	
Frecuencia de muestreo_m	(sample rate in minutes)
Archivo	(raw instrument file, *.asc pr *.dat)
Programa decode_program	
decode_program_version	
Fecha de procesamiento	

1) Estado al momento de la recuperación

Dos SBE37 con sensores de presión parecen tener fugas y un perfilador Nortek se destruyó al caer al fondo marino cuando se desprendió la boya y varios instrumentos del cable de los instrumentos con el ancla en julio del 2010. Los detalles de otros instrumentos se describen abajo.

2) Recuperación de Datos

i) SBE 37

Dos SBE 37s con presión, SN 1912 a 160m y 1910 a 250m, estaban inundados y no había comunicación después de recuperarlos. Dos de los restantes 6 instrumentos pararon el 28 de enero; los otros 4 continuaron grabando hasta el 25 de marzo del 2011.

Las fechas en la tabla 4-2 reflejan el momento del último registro escrito antes de que se recuperasen los instrumentos.

Tabla 4-2. SBE 37s recuperación de datos de la Stratus 10, recuperada en abril del 2011.

Archivo	Profundidad	Registros	Comienzo	Final
1903	62	132077	2010/01/05 01:05	2011/03/25 18:10
1905	85	132076	2010/01/05 01:05	2011/03/25 18:10
1907	130	132077	2010/01/05 01:05	2011/03/25 18:10
1912P	160	NA		
0009	190	112865	2010/01/05 01:05	2011/01/19 05:00
2011	220	132102	2010/01/05 01:05	2011/03/25 18:10
1910P	250	NA		
0010	295	115596	2010/01/05 01:05	2011/01/28 16:35

Los datos de los SBE37 se convirtieron a ASCII con el software procesador de SBE, y a Matlab, utilizando software estándar de UOP, get_sbe37.m. Los relojes se revisaron y se realizaron gráficos básicos de inventario. El tiempo actual del baño de hielo se indica con una línea de color negro; el repunte de pre-despliegue, en enero 7, 2010 fue de las 14:28 a las 14:49. Todos los instrumentos concordaron con un intervalo de registro (Fig. 4-2). El repunte después de la recuperación no está disponible para los instrumentos 9 y 10, porque estos no registraron después de la recuperación. Los instrumentos 1903, 1905, 1907 y 2011 están dentro de un intervalo de registro de los tiempos de repunte (Fig. 4-3).

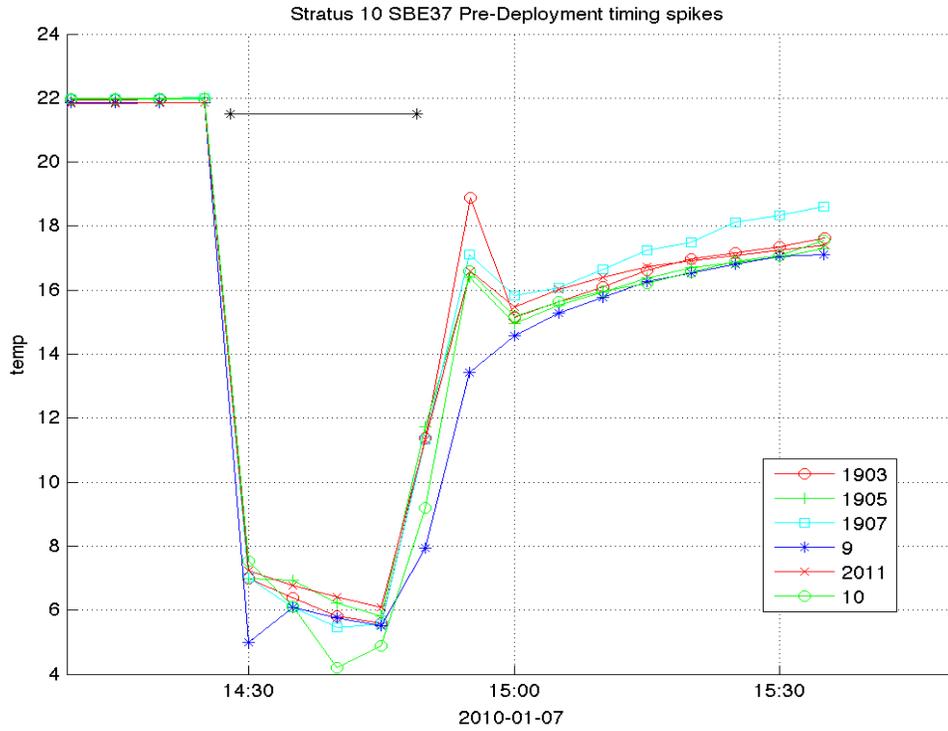


Figura 4-2. Repuntes antes del despliegue, de Stratus 10 SBE 37.

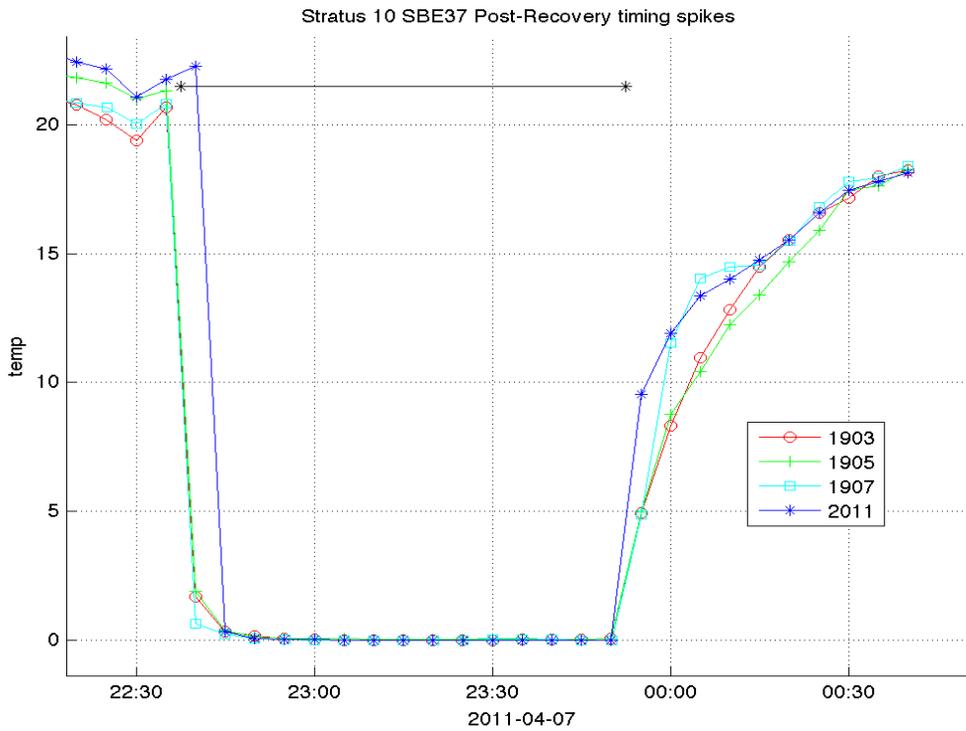


Figura 4-3. Repuntes después de la recuperación de Stratus 10 SBE 37s

ii) SBE 39

Se recuperaron siete SBE39s (Microcats). Todos trabajaron bien pero los datos terminaron el 25 de marzo del 2011. Los datos se convirtieron a ASCII con un software de procesamiento de SBE, y a Matlab utilizando el software estándar de UOP. Los relojes se revisaron y se realizaron gráficos básicos de inventario. Fue necesario hacer un ajuste al tiempo del SBE39 SN 3437. Una revisión del repunte antes del despliegue y de la primera diferencia del tiempo mostró que los primeros 5000 registros, hasta el 22-enero-2010 21:35:00, necesitaban 12 horas adicionales al reloj. Todos los otros relojes de los SBE29 se encontraban satisfactoriamente.

La Tabla 4-3 muestra el número total de registros de cada instrumento. El tiempo final “fecha/tiempo” es la hora del último registro antes de la recuperación; los instrumentos fueron revividos para el repunte de hielo después del despliegue.

Tabla 4-3. Datos recuperados de los SBE 39s de Stratus 10, recuperados en abril, 2011.

SN	Profundidad	Registros	Comienzo	Final
1502	70	132069	2010/01/05 01:00	2011/03/25 18:05
3423	78	132061	2010/01/05 01:00	2011/03/25 18:05
3434	92	132068	2010/01/05 01:00	2011/03/25 18:05
3435	115	132061	2010/01/05 01:00	2011/03/25 18:05
3437	175	131917	2010/01/05 01:00	2011/03/25 18:02
3438	361	132062	2010/01/05 01:00	2011/03/25 18:05
3439	411	132069	2010/01/05 01:00	2011/03/25 18:05

El baño de hielo antes del despliegue se realizó el 7 de enero del 2010 16:47 a 17:56 UTC (Fig. 4-4). El gráfico utiliza el archivo de tiempo-ajustado para SBE 39 3437. Los SBE39s se revivieron para el baño de hielo después de la recuperación; todos los instrumentos excepto el SN 3437 se bañaron en hielo el 7 de abril, 2011 de las 22:03:30 a las 22:34:00 UTC (Fig. 4-5). El SN 3437 se repuntó separadamente el 7 de abril de las 22:37:30 a las 23:52:30 y su reloj se veía en buen estado (Fig. 4-6).

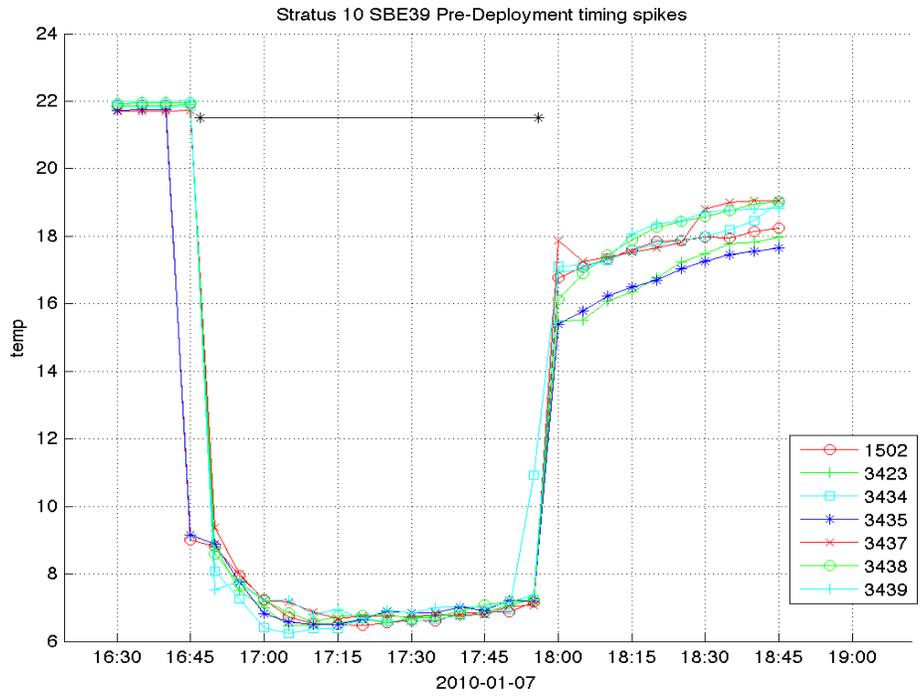


Figura 4-4. Repuntes antes del despliegue -Stratus 10 SBE 39.

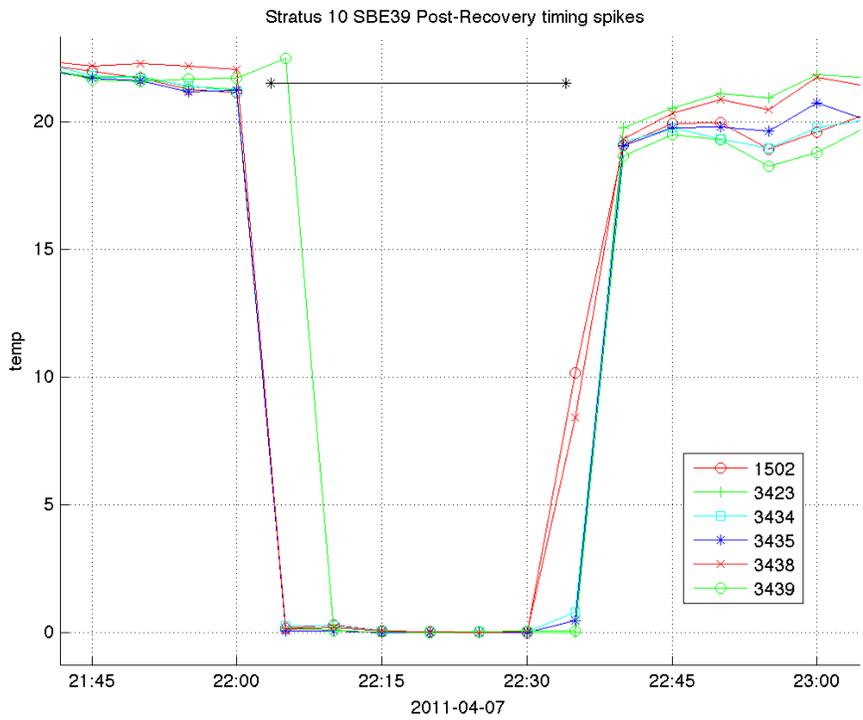


Figura 4-5. Repuntes después del despliegue - Stratus 10 SBE 39.

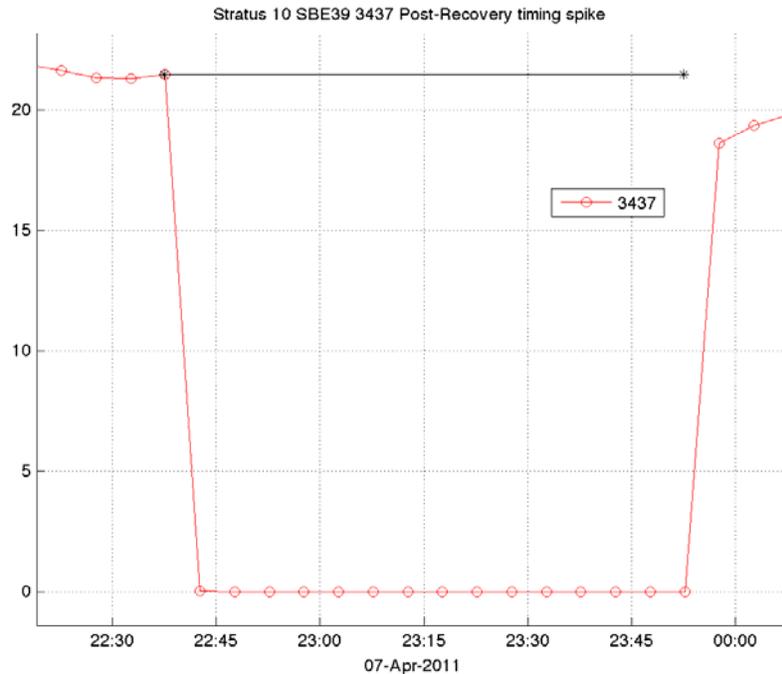


Figura 4-6. Repunte después del despliegue - Stratus 10 SBE 39 SN 3437.

iii) VMCM

Se recuperaron ocho VMCMs. Todos tenían tarjetas de memoria Intel Type II, las cuales se leyeron en una computadora portátil Linux y se transfirieron a una computadora portátil Mac para decodificar en Matlab. Todas las tarjetas pudieron ser leídas, aunque se tuvo que tratar varias veces de leer la tarjeta del VMCM 40 antes de que el driver PCMCIA pudiese reconocerla; probablemente no se deba utilizar esta tarjeta de nuevo. La tarjeta en el VM 29, la cual se había secado con desecantes, se leyó sin ningún problema.

El programa de des-codificación estándar de UOP se utilizó, Matlab program `vm_to_asc.m` from UOPSoftware directory. No hubo repuntes previos que revisar, pero pudimos ver el tiempo en que se separó el cable de la boya, lo cual mostró ciertos errores en el reloj.

No se pudieron encontrar registros del VMCM14 después del 16 de enero, unos pocos días después del despliegue. El VMCM 3 tenía aparejos de pesca en la hélice. No se encontró ningún otro problema, a no ser ciertos desajustes de tiempo, que se muestran en la Tabla 4-4. Los relojes de los VMCM se revisaron por medio de graficar las velocidades en el momento en que falló el cable de la boya (Fig. 4-7).

Tabla 4-4. Datos recuperados de VMCMs de la Stratus 10, recuperados en abril del 2011.

SN	Profundidad	Registros	Comienzo	Final
003	100	612954	2010/01/10 18:41	2011/03/05 10:51
014	145	8322	2010/01/10 18:54	2010/01/16 13:34
029	183	612954	2010/01/10 19:17	2011/03/05 12:03
034	235	612954	2010/01/10 18:23	2011/03/05 10:14
037	280	612954	2010/01/10 19:01	2011/03/05 11:31
040	311	431089	2010/01/10 19:06	2010/10/30 04:34
053	814	612954	2010/01/10 19:11	2011/03/05 11:51
076	1517	603774	2010/01/10 18:47	2011/02/27 02:02

En la Figura 4-8 se muestra un gráfico de inventario de las velocidades de los VMCM antes del fallo del cable de la boya.

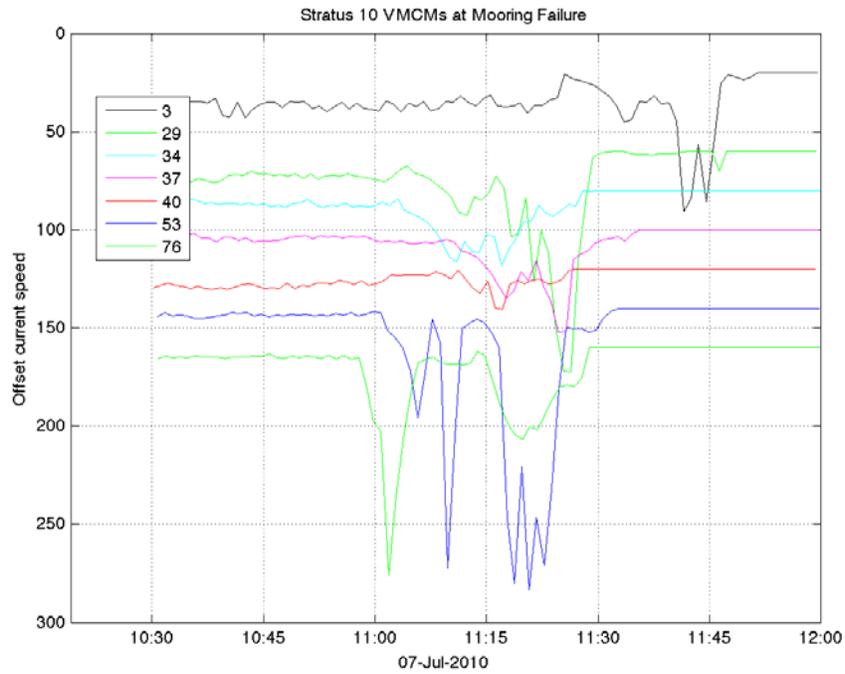


Figura 4-7. Stratus 10 VMCMs en el momento del fallo del cable de la boya.

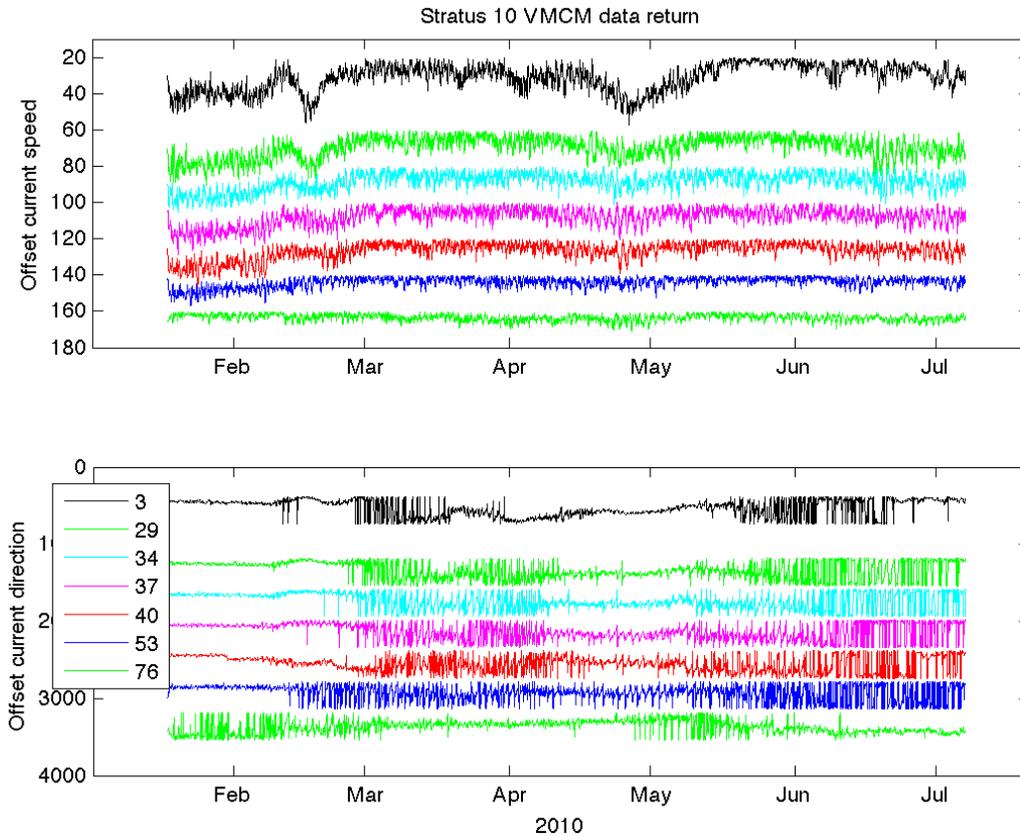


Figure 4-8. VMCM – recuperación de datos en la Stratus 10.

iv) ADCP

El instrumento Teledyne-RDI 300 KHz Workhorse ADCP se desplegó de cara arriba a 135m con la configuración que se muestra en la Tabla 4-5. Se procesó con nuestro escrito estándar de Matlab, upkadc, y luego se convirtió a unas estructuras más estándares con proc_rdi.m. Hubo un repunte antes del despliegue, sin embargo ocurrió antes de que el instrumento comenzara a grabar, el 07-enero-2010 a las 16:45:57 UTC. El registro de datos continuó, después del fallo del cable de la boya, y terminó el 21-nov-2010 a las 13:45:57 UTC.

Tabla 4-5. Configuración - Stratus 10 RDI ADCP.

NumRangeBins	12
RangeBinLen	1000
CenterRangeBin1	1200
BlankAfterXmit	176
XmitPulseLen	998
PingsPerEns	60
LowCorrThresh	64
MinPercentGood	0
ErrorVelThresh	2000
FalseTargetThresh	50
ADCP frequency	300
BeamGeometry	'convex'
BeamDirection	'upward'
BeamAngle	20
Units (unidades)	'Todas las distancias en cm'

Un gráfico (Fig. 4-9) de la velocidad de una sola celda (bin) indica que el reloj estaba fijado correctamente.

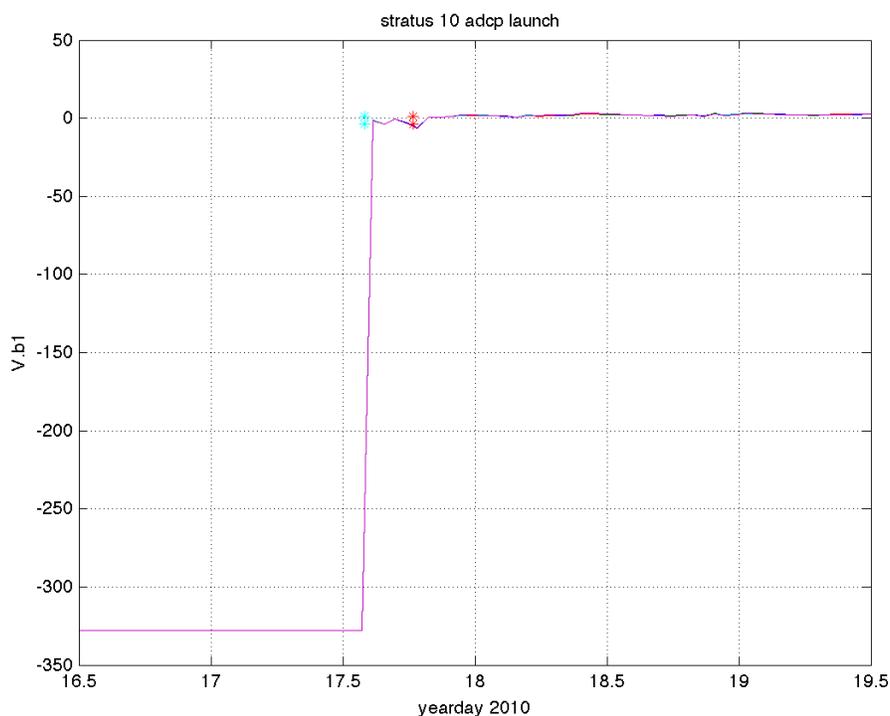


Figura 4-9. Stratus 10 RDI ADCP – se indican el inicio de las mediciones (velocidad V del rayo 1) en enero, 2010.

En la Figura 4-10 se muestra un gráfico de inventario de las velocidades antes de que se separase el cable de la boya, celda 'bin' 8 (arriba) hasta 1 (abajo).

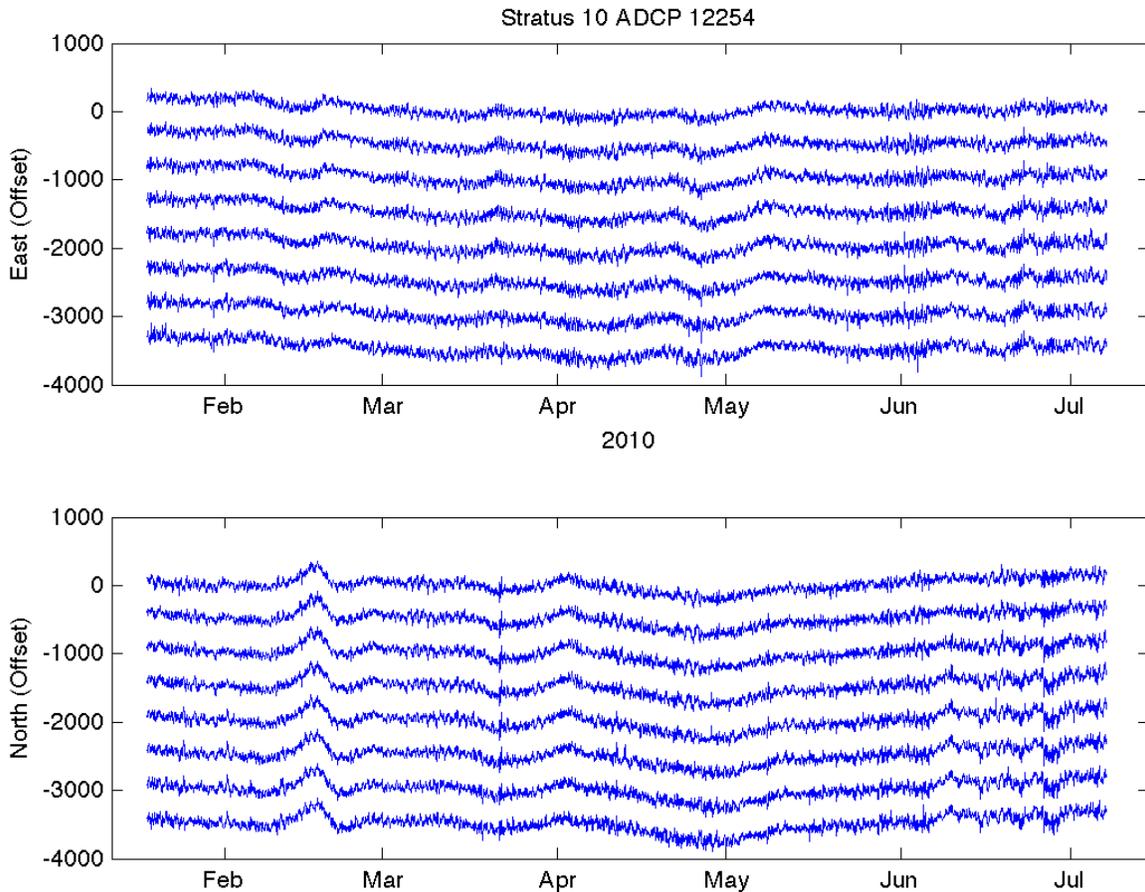


Figura 4-10. Stratus 10 RDI ADCP: serie temporal de velocidades del este y del norte, durante el periodo de toma de muestras de la Stratus 10 (de enero a julio, 2010).

v) Inventario del Registro de Temperatura

Se condujo una revisión general de los tiempos, al graficar las temperaturas de todos los instrumentos recuperados alrededor del momento en que ocurrió el fallo del cable de la boya el 7 de julio del 2010 (Fig. 4-11). La Figura 4-12 muestra la serie temporal de temperatura para todo el período de toma de muestras de Stratus 10, comenzando en enero del 2010 y terminando en el momento del fallo del cable; los SBE37 se grafican en azul, los SBE39 en verde y los VMCMs en color negro.

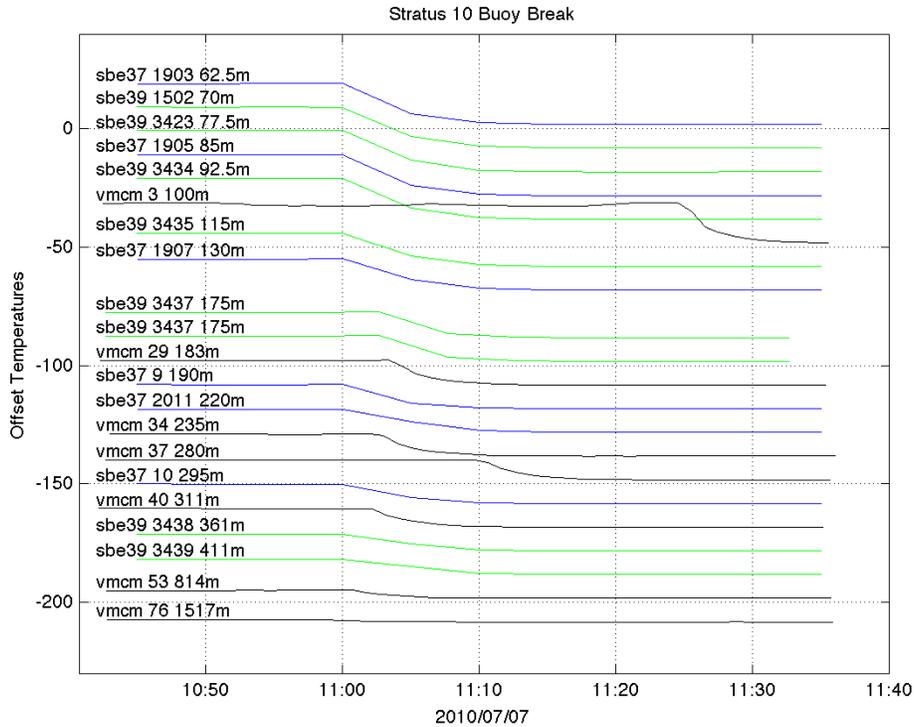


Figura 4-11. Registro de temperatura de los instrumentos bajo la superficie de la Stratus 10, cerca del momento del fallo del cable de la boya (7 de julio, 2010). Estos instrumentos se recuperaron en abril del 2011.

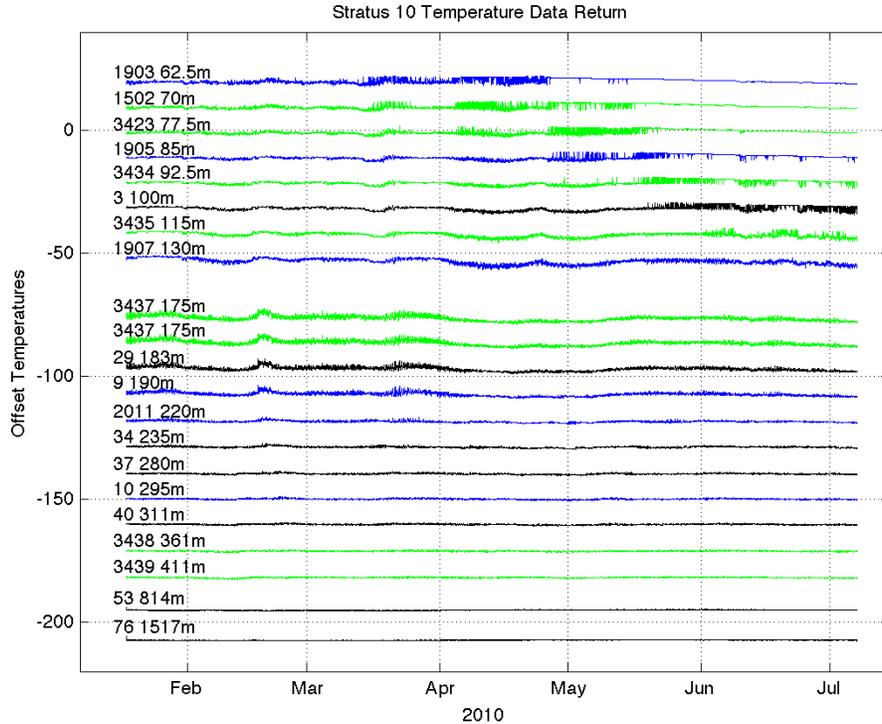


Figura 4-12. Registros generales de temperatura de los instrumentos bajo la superficie de la Stratus 10 recuperados en abril del 2011.

V. Proyectos Complementarios

A. Hidrografía: UCTD and CTD

1) Operación

El UCTD es un sistema utilizado durante la marcha para adquirir perfiles de conductividad y temperatura a la velocidad del barco de hasta (y que excedan) los 13 nudos. Este sistema es fabricado, empacado y vendido por *Oceanscience* en Oceanside, California. Nuestra experiencia durante el crucero Stratus 11 fue que una velocidad máxima del barco de 9 nudos fue la preferida para lograr una profundidad entre 400m y 500m, utilizando una cuerda de 500 lbs.

El sistema fue operado desde la parte de atrás de la cubierta de popa. Una cuerda del largo del lanzamiento deseado se enrolla en la bobina de cola del CTD. Mientras el barco se movía apartándose del sitio del lanzamiento, la sonda de prueba se hunde verticalmente con una velocidad de caída casi constante independientemente de la velocidad del barco.

La cuerda fue desenrollada automáticamente de la cola de la sonda de prueba mientras que caía a través del agua y se tiraba cuerda manualmente desde el cabestrante. El desenrollado simultáneo de cuerda de la cola de la sonda de prueba y del cabestrante hace que la velocidad de la cuerda en el agua sea cero, y permite la caída libre.

La sonda de prueba del CTD tomó muestras de conductividad, temperatura, y profundidad a un ritmo de 16 Hz mientras descendía verticalmente entre la columna de agua a ~4 metros por segundo. Los datos se guardaron internamente en memoria “flash” y se bajan por comunicación inalámbrica por vía “Bluetooth” a una computadora matriz o a PDA después de recuperarlos. La Figura 5-1 muestra el cabestrante del UCTD instalado en el barco *Moana Wave*.

La latitud y longitud de los lanzamientos individuales se obtiene al emparejar un sello de tiempo interno en el archivo de datos con un archivo de GPS recolectado externamente. La sincronización del instrumento con el tiempo en GPS fue importante. Se utilizaron guiones de MATLAB para el proceso.



Figura 5-1: UCTD ensamblado.

2) CTD – especificaciones del sensor

El rango del sensor de temperatura es de 5 a 43°C, las conductividades pueden ser medidas de 0 a 9 S/m, y la presión tiene un rango de 0 a 2000 m. El contenedor del instrumento está preparado para presión en una profundidad de 2000 metros, aunque la profundidad de operación es usualmente menos de 1000 metros. De acuerdo al fabricante, típicamente, las cifras de los datos procesados son 0.005-0.02°C para temperatura, 0.002-0.005 S/m para conductividad 1 dbar para presión y 0.02 -0.05 psu para salinidad. Para más información sobre el UCTD, ver <http://www.oceanscience.com/uctd.html> y también Rudnick y Klinke (2007).

3) Procesamiento de datos

Trajimos con nosotros 4 sondas de UCTD (#23, 27, 29 y 30) en el crucero Stratus 11. La sonda 23 fue la primera en usarse. Se realizó un UCTD profundo (~1000m) justo después de realizar un lanzamiento de CTD regular, mientras que el barco estaba casi parado. El sensor del CTD era un SBE 19 con bomba de succión que había sido

calibrado en mayo del 2009. El SBE 19 toma muestras a 2Hz y el UCTD sondea a 16Hz. El CTD se bajó por entre la columna de agua a una velocidad de 1 ms^{-1} . La comparación entre estos sensores se muestra en la Figura 5-6 y 5-7. La carpeta uctd contiene todos los perfiles de uctd, hasta máxima profundidad. Los perfiles han sido promediados a bins de 1dbar comenzando en 3m, utilizando solamente la caída hacia abajo. No se realizaron alineamientos de temperatura y conductividad. Las secciones de arrastre (“tow-yo”) se dividieron en perfiles individuales y se identifican por su tiempo durante el tow-yo. El archivo stratus11uctd.mat contiene los 500m superiores de cada perfil, así como la fecha y el sitio de cada perfil.

Tabla 5-1. Períodos de uso de las diferentes sondas de UCTD utilizadas durante el crucero Stratus 10.

SN	Usage period
23	04.09.2011 13:10 to 04.12.2011 09:01
27	04.12.2011 09:35 to 04.15.2011 18:00

4) UCTD - Resultados

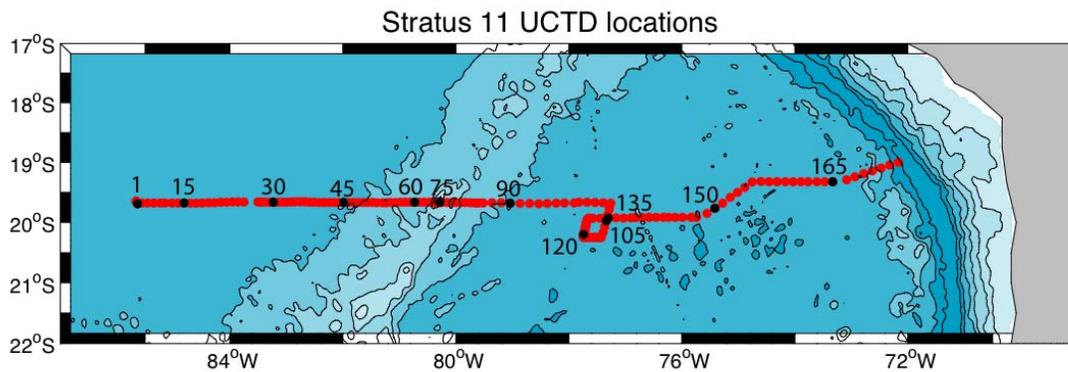


Figura 5-2. Mapa de los sitios de lanzamientos de UCTD durante el trayecto de la boya Stratus a Arica.

Se recolectaron 172 perfiles de UCTD durante el trayecto de retorno desde Stratus, comenzando en $\sim 85.5^{\circ}$ O hasta cerca de 72° O. La Figura 5-2 muestra un mapa de los sitios de UCTD. Se muestra una marca cada 15vo perfil. En la mayoría de los perfiles enrollamos 400 m de cuerda a la cola del UCTD y dejamos que la sonda cayese por 2 minutos antes de recuperarla. Inicialmente, tratamos de recolectar perfiles de UCTD cada media hora, pero los cabestrantes de UCTD no soportaron este ritmo y redujimos la frecuencia de toma de perfiles a cada hora. La velocidad del barco fue generalmente de 9 nudos, así que el espacio máximo del perfil es de unas 9 millas. En varias ocasiones

arrastramos el UCTD; en lugar de recuperar la sonda y rebobinar la cola, utilizamos el cabestrante para traer la sonda a la superficie e inmediatamente la volvimos a bajar desde la bobina del cabestrante. Durante los arrastres (tow-yos) dejamos que la sonda bajase por 4 minutos antes de traerla a la superficie y repetir. La velocidad varió durante los arrastres; hicimos un promedio de 5-6 perfiles por hora, a velocidades de menos de 9 nudos. Los arrastres se realizaron para tomar muestras del Arrecife de Nazca, así como de un remolino ciclónico al este y uno anticiclónico al oeste. Utilizamos dos sondas de UCTD diferentes, 23 y 27. La celda en la sonda 23 parece haberse quebrado después de hacer contacto duramente con el barco durante la recuperación. También utilizamos ambos cabestrantes de UCTD, y eventualmente escogimos el cabestrante 1, cuando el 2 se quebró.

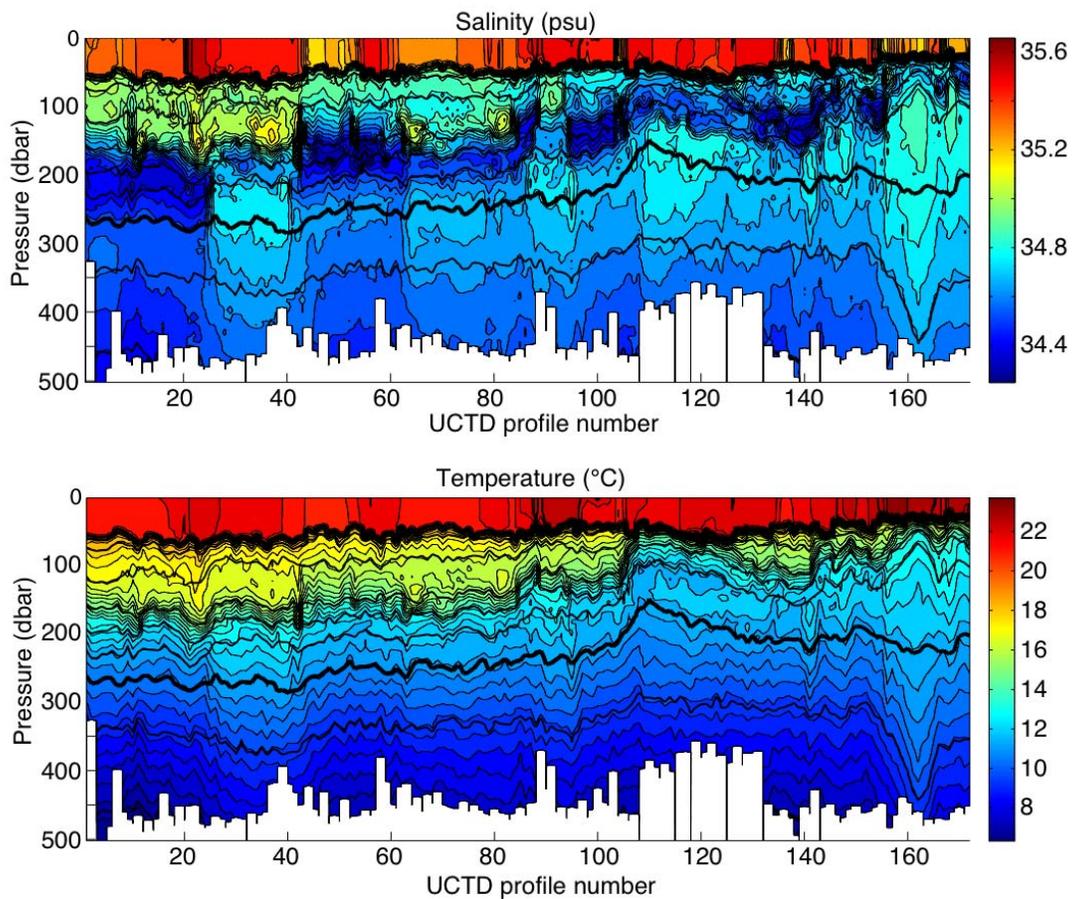


Figura 5-3. Perfiles de salinidad y temperatura durante la sección de UCTD de Stratus 11, desde la boya Stratus de WHOI hacia Arica al este.

Las secciones de temperatura y salinidad de UCTD se han graficado en la Figura 5-3. Las isopícnas tienen contornos de líneas gruesas a intervalos de 0.25 kg/m³; la isopícnica 26.5 es particularmente gruesa. Las isopícnas generalmente se levantan cerca de la costa, aunque los remolinos modulan su profundidad. La capa mínima de salinidad, a

profundidades que van de aproximadamente 100-200m, es un rasgo obvio. Su salinidad varía considerablemente; la capa mínima más fresca de la salinidad mostró una salinidad de ~34.2 psu. La capa mínima de salinidad se incrementó y ganó sal en los remolinos de los que se tomaron muestras durante el crucero. Aparte de las variaciones en la capa mínima de salinidad, los remolinos eran evidentes por tener alta salinidad a lo largo de la isopícnica 26.5. La salinidad a lo largo de la isopícnica 26.5 es usualmente utilizada para identificar los remolinos en el Pacífico oriental subtropical. Los remolinos se forman cerca de la costa, en donde atrapan la alta salinidad, una señal de la sub-corriente costera que se dirige al polo, a aproximadamente 26.5 kg/m³, y subsecuentemente la transportan lejos de la costa. El espaciamiento de las isopícnas 26.75 y 26.25 y la alta salinidad entre las mismas cerca del perfil 162 de UTC es típico de los remolinos anticiclónicos. También hay una rica estructura en la capa mixta restante, entre la capa de salinidad mínima y la capa mixta, cálida y salada de la superficie.

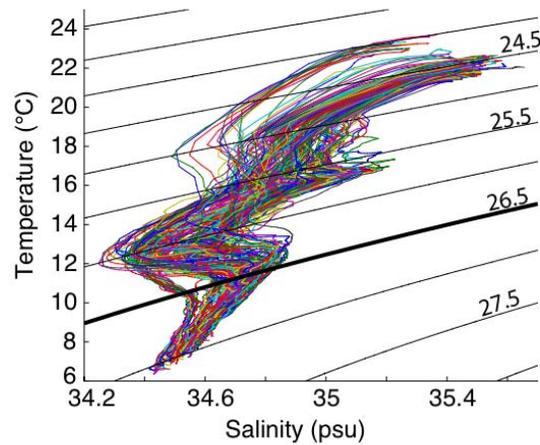


Figura 5-4. Relación T-S de los lanzamientos de UCTD hechos durante el crucero stratus 11.

En T-S, de nuevo vemos la firma de los remolinos en las altas salinidades a lo largo de la isopícnica 26.5. Los perfiles con las salinidades más bajas a lo largo de la isopícnica 26.5 se recolectaron más cerca de Stratus, en donde mucha de la columna de agua era más fría y fresca que lo normal.

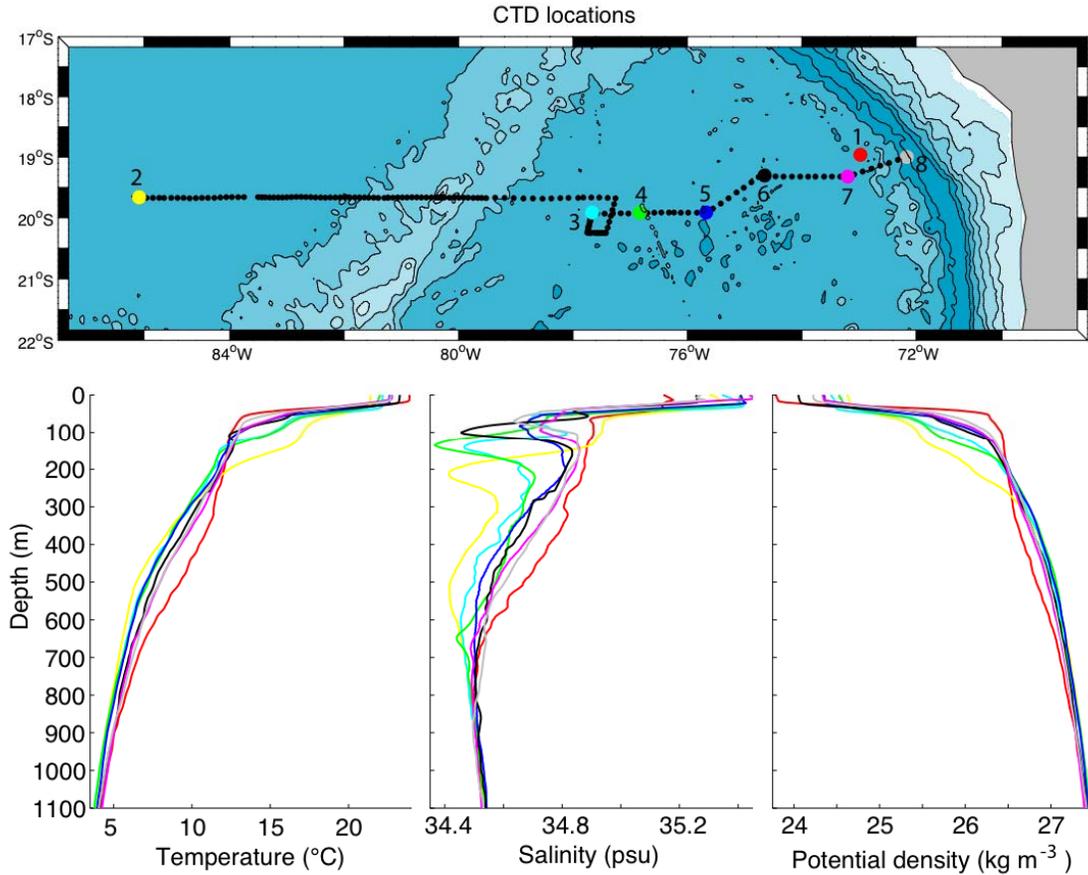


Figura 5-5. Lanzamientos de CTD hechos durante el crucero Stratus 11.

Las locaciones, los perfiles de densidad, y los gráficos de T-S para los 8 perfiles de CTR se han graficado en la Figura 5-5 (arriba). Los perfiles varían en profundidades entre ~1600-1800 m. Los perfiles 3, 5 y 5 de CTD tomaron estudiaron un remolino ciclónico. De nuevo vemos la variabilidad de la profundidad y la salinidad de la capa mínima de salinidad.

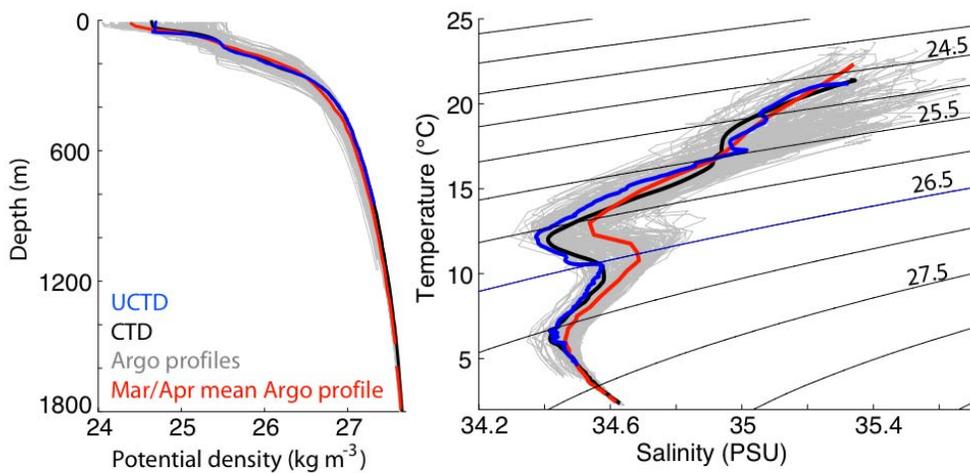


Figura 5-6. Lanzamientos de UCTD hechos con la primera sonda utilizada (#23) durante el crucero Startus 11.

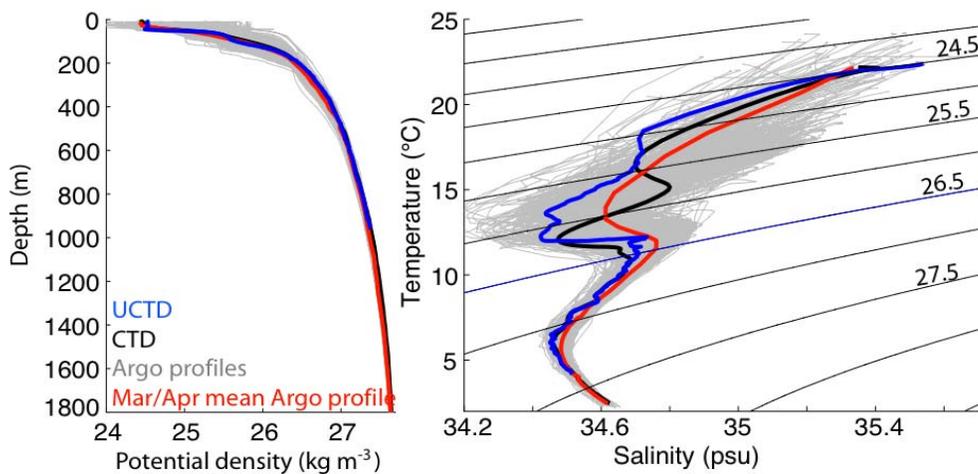


Figura 5-7. Lanzamientos de UCTD hechos con la segunda sonda utilizada (#27) durante el crucero Stratus 11.

Las Figuras 5-6 y 5-7 comparan los perfiles contiguos de CTD y UCTD con los perfiles de Argo recolectados dentro de 2 grados de cada locación de CTD. Una comparación de la Sonda 23 se hizo en Stratus (CTD 2) y una comparación de la sonda 27 se hizo durante el estudio del remolino (CTD 3). Aproximadamente 200 perfiles de Argo se representan en cada gráfico. También se proporciona un gráfico del perfil medio de Argo de marzo y abril. Generalmente hay buena concordancia en la profundidad entre ambas sondas de UCTD y el CTD. Todos los perfiles están generalmente dentro del rango observado por Argo.

B. Despliegue de Boyas Apex y Boyas Derivadoras

Durante el crucero Stratus 11, se diseñó un calendario para vigías de 24 horas durante el trayecto. Los vigías fueron responsables de los lanzamientos de CTD durante el trayecto, y de los despliegues de boyas derivadoras de superficie.



Figura 5-8. Boya Flotadora Apex Float, del tipo desplegado durante el crucero stratus 11.

IFM Geomar (Lothar Stramma) proporcionó ocho boyas flotadoras Apex para desplegarlas en la ruta del crucero STRATUS 11. Las boyas fueron equipadas con sensores (optodes) de oxígeno. Las boyas se prepararon con lastre para perfiles de profundidades de 400 metros y 1000 metros, y se desplegaron en pares. Las posiciones de despliegue fueron seleccionadas por el científico en jefe, utilizando altimetría de satélite (Figura 5-9) para seleccionar zonas de interés. Las boyas derivadoras SVP se desplegaron con cada par de flotadoras.

Tabla 5-2. Bitácora de Despliegue de Boyas Flotadoras, muestra las fechas y las posiciones de los despliegues de las boyas.

FLOAT ID	FECHA/HORA COMIENZO (UTC)	FECHA/HORA DESPLIEGUE (UTC)	POSICION DEL DESPLIEGUE
5613	4/2/11 11:00	4/2/11 14:30	19 44.8 S 75 59.6 W
5631	4/2/11 11:00	4/2/11 14:30	19 44.8 S 75 59.6 W
5614	4/2/11 14:40	4/2/11 17:30	19 44.7 W 76 29.7 W
5632	4/2/11 14:40	4/2/11 17:30	19 44.7 W 76 29.7 W
5615	4/2/11 18:00	4/2/11 20:35	19 44.8 S 76 59.9 W
5633	4/2/11 18:00	4/2/11 20:35	19 44.8 S 76 59.9 W
5616	4/10/11 8:30	4/10/11 12:00	19 39.8 S 85 38.9 W
5634	4/10/11 8:30	4/10/11 12:00	19 39.8 S 85 38.9 W

La boya derivadora de superficie, Figura 5-9, es una versión de alta tecnología del “mensaje en la botella”. Consiste en una boya de superficie y un ancla sumergida, atadas por un cable fino y largo. La boya mide la temperatura y otras propiedades, y tiene un transmisor para enviar datos a los satélites en movimiento. El ancla domina el total del área del instrumento y está centrada a una profundidad de 15 metros bajo la superficie del mar. Se puede encontrar más información sobre el Programa Global de Boyas Derivadoras (Global Drifter Program) en <http://www.aoml.noaa.gov/phod/dac/gdp.html>. Las boyas derivadoras se desplegaron en locaciones especificadas. El barco no disminuyó la velocidad para realizar los despliegues de las boyas derivadoras de superficie.

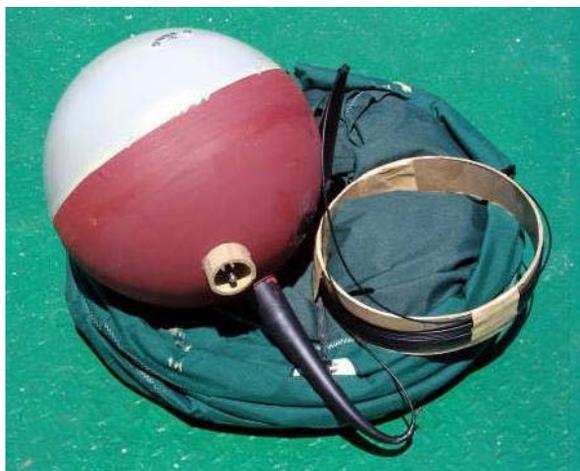


Figura 5-9. Típica boya derivadora de superficie

Tabla 5-3. Bitácora de Despliegue de Boyas Derivadoras

DRIFTER ID	FECHA	HORA (UTC)	POSICION DEL DESPLIEGUE
90260	4/2/11	14:30	19 44.8 S 75 59.6 W
90263	4/2/11	14:30	19 44.8 S 75 59.6 W
90264	4/2/11	14:30	19 44.8 S 75 59.6 W
90257	4/2/11	17:30	19 44.7 S 076 29.7 W
90258	4/2/11	17:30	19 44.7 S 076 29.7 W
90259	4/2/11	17:30	19 44.7 S 076 29.7 W
90255	4/2/11	20:35	19 44.8 S 76 59.9 W
90256	4/2/11	20:35	19 44.8 S 76 59.9 W
90261	4/2/11	20:35	19 44.8 S 76 59.9 W
102582	4/3/11	8:45	19 44.4 S 79 00.8 W
40436	4/3/11	14:25	19 44.6 S 80 00 W
40435	4/3/11	20:10	19 43.4 S 81 00.2 W
40438	4/4/11	2:00	19 43.9 S 81 59.6 W
40434	4/4/11	7:56	19 43.5 S 83 00 W
102584	4/4/11	13:43	19 42.8 S 84 00.5 W
102585	4/4/11	19:35	19 42.8 S 85 00.9 W

102583	4/10/11	12:00	19 39.8 S 85 38.9 W
40437	4/10/11	12:00	19 39.8 S 85 38.9 W
102586	4/10/11	12:00	19 39.8 S 85 38.9 W
90262	4/14/11	20:00	19 19.2 S 74 39.0 W

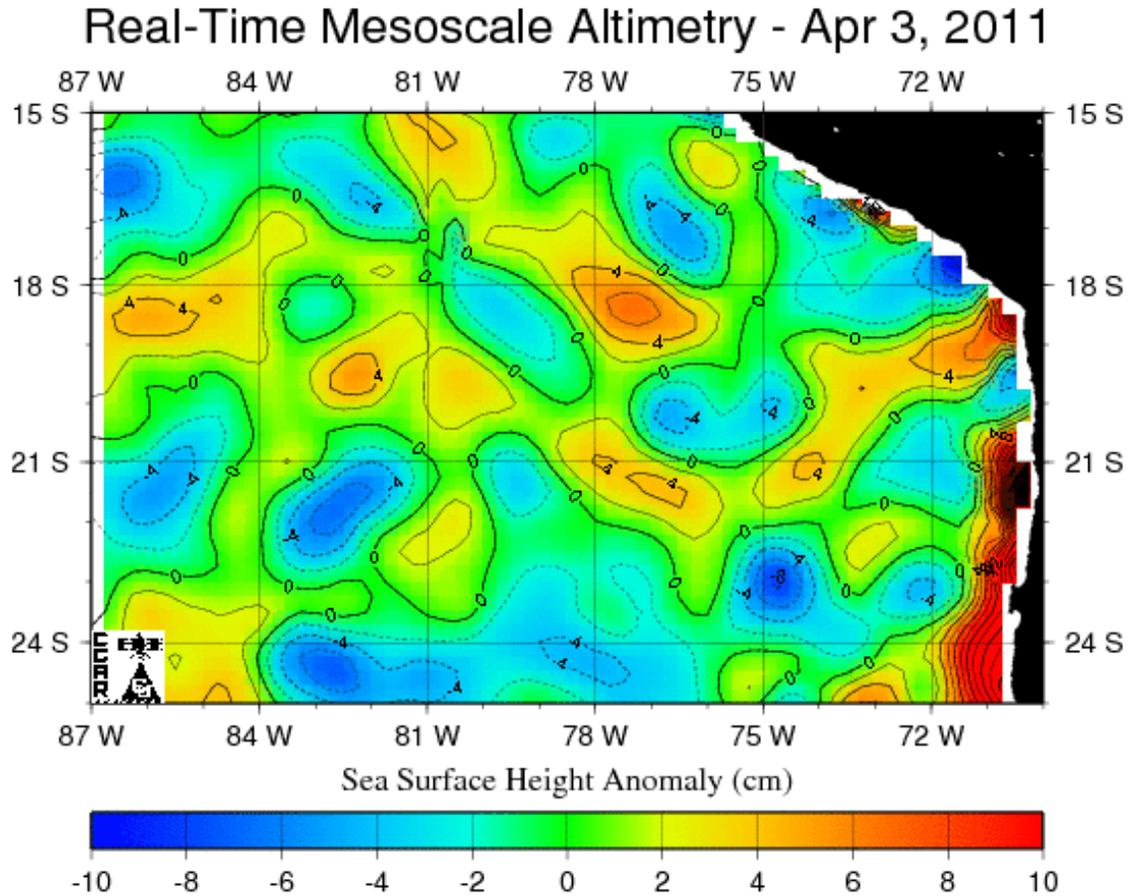


Figura 5-10. Anomalía de la Altura de la Superficie Marina en abril 03 2011 en la zona del crucero Stratus 11 (datos de <http://argo.colorado.edu/~realtime>).

C. DART

El Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA) hizo un esfuerzo por adquirir y desplegar un sistema DART II (lo cual significa Evaluación e Informe de Tsunami en Mar Abierto “Deep-Ocean Assessment and Reporting of Tsunami” en inglés) para detección temprana de tsunamis y la capacidad de reportar en tiempo real. Aunque las redes sísmicas y los instrumentos para mareas costeras son indispensables para medir el peligro durante un evento real, para lograr un mejoramiento en la rapidez y la precisión de

las predicciones en tiempo real de inundaciones causadas por un tsunami en sitios específicos se requiere una medición directa del tsunami, entre la fuente y la comunidad amenazada. En el presente, únicamente una red de informes en tiempo real, de estaciones de presión del fondo del océano a mar abierto (“BPR” por sus siglas en inglés) puede proporcionar esta capacidad.

El sistema de boyas de DART se ilustra en la Figura 5-10. Cada sistema consiste en un Registrador de Presión del Fondo (“Bottom Pressure Recorder” o “BPR” por sus siglas en inglés) y una boya de superficie con partes electrónicas relacionadas, para comunicaciones en tiempo real. El BPR utiliza un transductor de presión fabricado por Paroscientific, Inc., para realizar mediciones promediadas cada 15 segundos de la presión que ejerce sobre el mismo la columna de agua. Estos transductores utilizan un rayo muy delgado de cristal de cuarzo, el cual se induce eléctricamente para vibrar en su modo resonante más bajo. En las aplicaciones del DART II, el transductor es sensible a cambios en la altura de las olas de menos de un milímetro. Se usa un enlace acústico para transmitir los datos del BPR en la base del océano hasta la boya de superficie. Los datos se re-envían por medio de un enlace de satélite Iridium a las estaciones terrestres, las cuales des-modulan las señales para su inmediata diseminación al Sistema Nacional de Alarma de Maremotos (SNAM) en SHOA, vía internet.

La boya, instalada en la superficie del océano entabla comunicación en tiempo real con el satélite de iridio. El sistema tiene dos formas de reportar la información, un sistema estándar, y un sistema de alerta. El estándar es el modo de operación normal por medio del cual se reciben, cada hora, cuatro inspecciones del nivel del mar, promediadas cada 15 minutos. Cuando el software interno detecta la generación de un evento, una variación de más de 4 cm., el sistema para el modo de operación estándar y cambia al modo de alerta. Mientras está en el modo de alerta, envía inspecciones promedio cada 15 minutos; las evaluaciones se envían por unos minutos durante los primeros mensajes, luego les siguen mensajes de un promedio de un minuto por lo menos durante tres horas si no se detecta ningún otro evento.

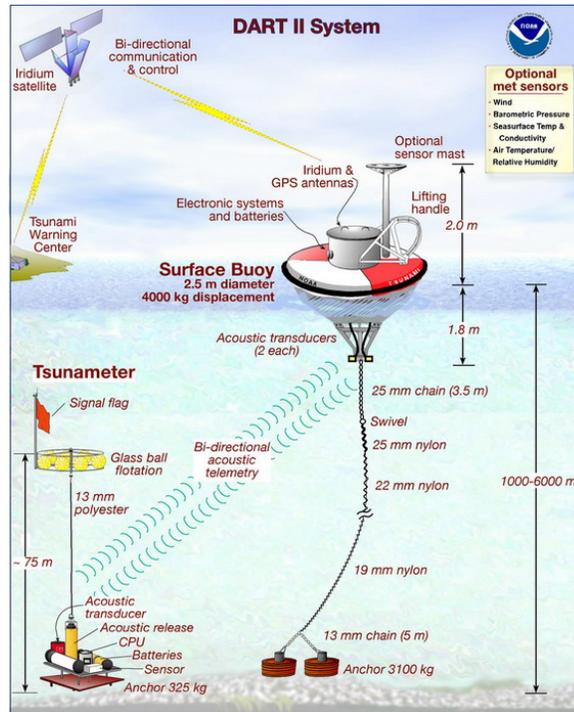


Figura 5-11. Esquema del sistema de boya e instrumentos DART.



Figura 5-12. Boya de superficie DART II inspeccionada durante el crucero Stratus 11.

Agradecimientos y Reconocimientos

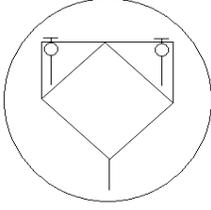
Deseamos agradecer a los oficiales y a la tripulación de la nave *Moana Wave*, quienes fueron unos anfitriones fabulosos e hicieron un trabajo muy profesional. El Capitán John Seville, así como Dale Johnson y Bud Hanson fueron muy complacientes cuando tuvimos que cambiar planes y mostraron gran habilidad para posicionar el barco frente a la boya. La tripulación nos ayudó enormemente durante el despliegue y la recuperación de nuestras boyas e instrumentos. Gracias también a Bill Otto por su participación en nuestro trabajo además de hacer el suyo con los globos. Dos chilenos de SHOA también nos ayudaron, Patricio Opazo e Iván Salazar y ambos resultaron de gran ayuda al realizar las vigilias durante los lanzamientos de UCTD y el trabajo en cubierta.

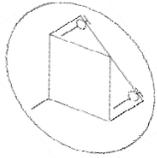
who were amazing hosts and did a very professional work. Captain John Seville as well as Dale Johnson and Bud Hanson were very accommodating when we had to change plans and showed great skills positioning the ship in front of the buoy. The crew helped us greatly during the deployment and recovery of our moorings. Thanks also go to Bill Otto for his participation to our work in addition to his work with the balloons. Two Chileans from SHOA helped us as well, Patricio Opazo and Ivan Salazar and proved a great help with UCTD watches and work on deck.

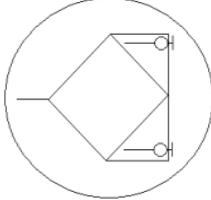
Referencias

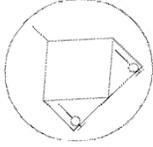
- Colbo K. and Weller R. A., 2009. Accuracy of the IMET Sensor Package in the Subtropics. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, vol. **26**, pp 1867-1890.
- Rudnick D. L. and Klinke J., 2007. The underway Conductivity-Temperature-Depth instrument. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, vol. **24**, pp 1910-1923.
- Serra Y. L. and A’Hearn P., Freitag H. P., McPhaden M. J., 2001. ATLAS self-siphoning rain gauge error estimates. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, vol.**18**, pp 1989-2002.

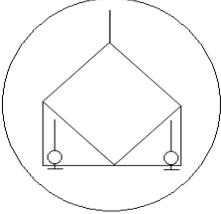
APENDICE 1: Giros de Boya

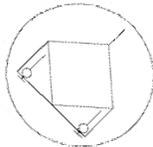
Stratus 11 Buoy Spin Arica, Chile					
Deviation Correction	4.1				
	Azimuth	0.00			
					
Vanes Locked					
3/26/11 17:46					
			Correction		
	True	Magnetic	Local		
Logger: L-04	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
SWND 219	0.00	359.20	4.1	3.30	3/26/11 17:47
	True	Magnetic	Local		
Logger : L-14	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
WND 238	0.00	358.40	4.1	2.50	3/26/11 17:47
	True	Magnetic	Local		
Stand Alone	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
WND239	0.00	354.40	4.1	-1.50	3/26/11 18:36
Vanes Unlocked					
3/26/11 18:36					

Stratus 11 Buoy Spin Arica, Chile					
Varation for Arica Chile	-7.2	East			
	Azimuth	45.00			
					
Vanes Locked					
3/26/11 18:45					
			Correction		
	True	Magnetic	Local		
Logger: L-04	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
SWND 219	45.00	48.40	4.1	7.50	3/26/11 18:46
	True	Magnetic	Local		
Logger : L-14	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
WND 238	45.00	53.00	4.1	12.10	3/26/11 18:50
	True	Magnetic	Local		
Stand Alone	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
WND239	45.00	43.00	4.1	2.10	3/26/11 19:25
Vanes Unlocked					
3/26/11 19:25					

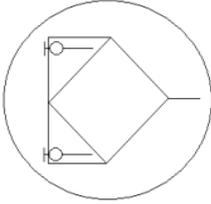
Stratus 11 Buoy Spin Arica, Chile					
Variation for Arica Chile	-7.2	East			
	Azimuth	90.00			
					
Vanes Locked					
3/26/11 19:36					
			Correction		
	True	Magnetic	Local		
Logger: L-04	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
SWND 219	90.00	97.40	4.1	11.50	3/26/11 19:39
	True	Magnetic	Local		
Logger : L-14	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
WND 238	90.00	99.70	4.1	13.80	3/26/11 19:48
	True	Magnetic	Local		
Stand Alone	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
WND239	90.00	95.40	4.1	9.50	3/26/11 19:53
Vanes Unlocked					
3/26/11 19:54					

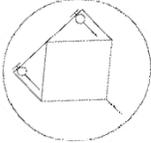
Stratus 11 Buoy Spin Arica, Chile					
Variation for Arica Chile	-7.2	East			
	Azimuth	135.00			
					
Vanes Locked					
3/26/11 20:02					
			Correction		
	True	Magnetic	Local		
Logger: L-04	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
SWND 219	135.00	140.10	4.1	9.20	3/26/11 20:11
	True	Magnetic	Local		
Logger : L-14	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
WND 238	135.00	138.80	4.1	7.90	3/26/11 20:13
	True	Magnetic	Local		
Stand Alone	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
WND239	135.00	144.90	4.1	14.00	3/26/11 20:04
Vanes Unlocked					
3/26/11 20:14					

Stratus 11 Buoy Spin Arica, Chile					
Varation for Arica Chile	-7.2	East			
	Azimuth	180.00			
					
Vanes Locked					
3/26/11 20:20					
			Correction		
	True	Magnetic	Local		
Logger: L-04	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
SWND 219	180.00	177.90	4.1	2.00	3/26/11 20:22
	True	Magnetic	Local		
Logger : L-14	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
WND 238	180.00	178.10	4.1	2.20	3/26/11 20:25
	True	Magnetic	Local		
Stand Alone	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
WND239	180.00	185.10	4.1	9.20	3/26/11 20:28
Vanes Unlocked					
3/26/11 20:30					

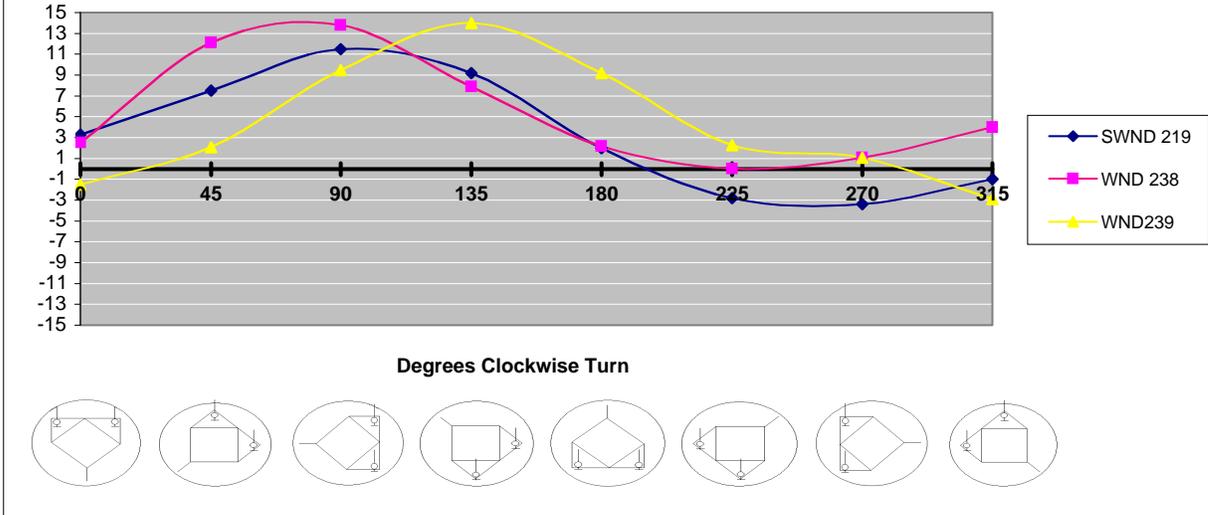
Stratus 11 Buoy Spin Arica, Chile					
Variation for Arica Chile	-7.2	East			
	Azimuth	225.00			
					
Vanes Locked					
3/26/11 20:35					
			Correction		
	True	Magnetic	Local		
Logger: L-04	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
SWND 219	225.00	218.10	4.1	-2.80	3/26/11 20:42
	True	Magnetic	Local		
Logger : L-14	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
WND 238	225.00	220.90	4.1	0.00	3/26/11 20:44
	True	Magnetic	Local		
Stand Alone	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
WND239	225.00	223.20	4.1	2.30	3/26/11 20:36
Vanes Unlocked					
3/26/11 20:50					

Stratus 11 Buoy Spin
Arica, Chile

Varation for Arica Chile	-7.2	East			
	Azimuth	270.00			
					
Vanes Locked					
3/26/11 20:52					
	True	Magnetic	Correction		
			Local		
Logger: L-04	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
SWND 219	270.00	262.50	4.1	-3.40	3/26/11 20:56
	True	Magnetic	Local		
Logger : L-14	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
WND 238	270.00	267.00	4.1	1.10	3/26/11 20:59
	True	Magnetic	Local		
Stand Alone	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
WND239	270.00	267.00	4.1	1.10	3/26/11 20:52
Vanes Unlocked					
3/26/11 21:00					

Stratus 11 Buoy Spin Arica, Chile					
Variation for Arica Chile	-7.2	East			
	Azimuth	315.00			
					
Vanes Locked					
3/26/11 21:04					
			Correction		
	True	Magnetic	Local		
Logger: L-04	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
SWND 219	315.00	309.90	4.1	-1.00	3/26/11 21:09
	True	Magnetic	Local		
Logger : L-14	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
WND 238	315.00	314.90	4.1	4.00	3/26/11 21:06
	True	Magnetic	Local		
Stand Alone	AZ point	Module Compass	Declination	Error	Sample time/date
WND239	315.00	308.00	4.1	-2.90	3/26/11 21:10
Vanes Unlocked					
3/26/11 21:16					

Stratus 11 Arica Buoy Spin



	<u>Difference</u>		
Azimuth	SWND 219	WND 238	WND239
0	3.30	2.50	-1.50
45	7.50	12.10	2.10
90	11.50	13.80	9.50
135	9.20	7.90	14.00
180	2.00	2.20	9.20
225	-2.80	0.00	2.30
270	-3.40	1.10	1.10
315	-1.00	4.00	-2.90

APENDICE 2: Información sobre Registradores bayo la Superficie Seabird
(y SBE 39 ATMP)

SBE 37s Bajo la Superficie:

SBE37-SM 485 V 2.3b SERIAL NO. 2053
26 Mar 2011 14:33:24
logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 1, free = 233015
store time with each sample
do not output salinity with each sample
do not output sound velocity with each sample
reference pressure = 0.0 db
do not output density with each sample
do not output depth with each sample
A/D cycles to average = 4
internal pump not installed
temperature = 23.79 deg C

SBE37-SM 485 V 2.3b SERIAL NO. 1838
26 Mar 2011 14:32:40
logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 1, free = 233015
store time with each sample
do not output salinity with each sample
do not output sound velocity with each sample
reference pressure = 0.0 db
do not output density with each sample
do not output depth with each sample
A/D cycles to average = 4
internal pump not installed
temperature = 24.10 deg C

SBE37-SM V 2.6b SERIAL NO. 1325 29
Mar 2011 17:05:12
logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 38, free = 232978
do not transmit real-time data
do not output salinity with each sample
do not output sound velocity with each sample
store time with each sample
number of samples to average = 4
reference pressure = 0.0 db
serial sync mode disabled

wait time after serial sync sampling = 30 seconds
internal pump not installed
temperature = 24.78 deg C

SBE37-SM V 2.6b SERIAL NO. 1326 29
Mar 2011 17:00:13
logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 37, free = 232979
do not transmit real-time data
do not output salinity with each sample
do not output sound velocity with each sample
store time with each sample
number of samples to average = 4
reference pressure = 0.0 db
serial sync mode disabled
wait time after serial sync sampling = 30 seconds
internal pump not installed
temperature = 24.59 deg C

SBE37-SM V 2.6b SERIAL NO. 1328 29
Mar 2011 17:03:31
logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 37, free = 232979
do not transmit real-time data
do not output salinity with each sample
do not output sound velocity with each sample
store time with each sample
number of samples to average = 4
reference pressure = 0.0 db
serial sync mode disabled
wait time after serial sync sampling = 30 seconds
internal pump not installed
temperature = 24.69 deg C

SBE37-SM V 2.6b SERIAL NO. 1329 29
Mar 2011 17:03:03
logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 37, free = 232979

do not transmit real-time data
do not output salinity with each sample
do not output sound velocity with each sample
store time with each sample
number of samples to average = 4
reference pressure = 0.0 db
serial sync mode disabled
wait time after serial sync sampling = 30 seconds
internal pump not installed
temperature = 24.61 deg C

SBE37-SM V 2.6b SERIAL NO. 1330 29
Mar 2011 17:00:37

logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 37, free = 232979
do not transmit real-time data
do not output salinity with each sample
do not output sound velocity with each sample
store time with each sample
number of samples to average = 4
reference pressure = 0.0 db
serial sync mode disabled
wait time after serial sync sampling = 30 seconds
internal pump not installed
temperature = 24.65 deg C

SBE37SM-RS232 3.0j SERIAL NO. 8211
29 Mar 2011 17:21:53

vMain = 6.92, vLith = 3.28
samplenum = 41, free = 838819
logging
sample interval = 300 seconds
data format = converted engineering
transmit real-time = no
sync mode = no
pump installed = no
reference pressure = 0.0 decibars

SBE37SM-RS232 3.0j SERIAL NO. 8212
29 Mar 2011 17:22:33

vMain = 6.91, vLith = 3.28
samplenum = 41, free = 838819
logging
sample interval = 300 seconds
data format = converted engineering

transmit real-time pressure = 0.0
decibars

SBE37-SM V 2.6b SERIAL NO. 1909 29
Mar 2011 16:58:27

logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 36, free = 190614
do not transmit real-time data
do not output salinity with each sample
do not output sound velocity with each sample
store time with each sample
number of samples to average = 4
serial sync mode disabled
wait time after serial sync sampling = 30 seconds
internal pump not installed
temperature = 24.62 deg C

SBE37SM-RS232 3.0j SERIAL NO. 8213
29 Mar 2011 17:23:00

vMain = 7.00, vLith = 3.27
samplenum = 41, free = 838819
logging
sample interval = 300 seconds
data format = converted engineering
transmit real-time = no
sync mode = no
pump installed = no
reference pressure = 0.0 decibars

SBE37SM-RS232 3.0j SERIAL NO. 8214
29 Mar 2011 17:21:27

vMain = 7.02, vLith = 3.28
samplenum = 41, free = 838819
logging
sample interval = 300 seconds
data format = converted engineering
transmit real-time = no
sync mode = no
pump installed = no
reference pressure = 0.0 decibars

SBE37SM-RS232 3.0j SERIAL NO. 8215
29 Mar 2011 17:23:49

vMain = 7.02, vLith = 3.27
samplenum = 41, free = 838819
logging
sample interval = 300 seconds
data format = converted engineering

transmit real-time = no
sync mode = no
pump installed = no
reference pressure = 0.0 decibars

SBE37SM-RS232 3.0j SERIAL NO. 8216
29 Mar 2011 17:24:19
vMain = 6.99, vLith = 3.27
samplenum = 41, free = 838819
logging
sample interval = 300 seconds
data format = converted engineering
transmit real-time = no
sync mode = no
pump installed = no
reference pressure = 0.0 decibars

SBE37SM-RS232 3.0j SERIAL NO. 8217
29 Mar 2011 17:20:38
vMain = 6.98, vLith = 3.29
samplenum = 41, free = 838819
logging
sample interval = 300 seconds
data format = converted engineering
transmit real-time = no
sync mode = no
pump installed = no
reference pressure = 0.0 decibars

SBE37-SM V 2.6b SERIAL NO. 1906 29
Mar 2011 16:59:49
logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 36, free = 232980
do not transmit real-time data
do not output salinity with each sample
do not output sound velocity with each sample
store time with each sample
number of samples to average = 4
reference pressure = 0.0 db
serial sync mode disabled
wait time after serial sync sampling = 30 seconds
internal pump not installed
temperature = 24.58 deg C

SBE37-SM V 2.6b SERIAL NO. 1908 29
Mar 2011 17:05:35
logging data
sample interval = 300 seconds

samplenum = 38, free = 232978
do not transmit real-time data
do not output salinity with each sample
do not output sound velocity with each sample
store time with each sample
number of samples to average = 4
reference pressure = 0.0 db
serial sync mode disabled
wait time after serial sync sampling = 30 seconds
internal pump not installed
temperature = 24.59 deg C

SBE37-SM V 2.6b SERIAL NO. 2012 29
Mar 2011 16:58:01
logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 36, free = 232980
do not transmit real-time data
do not output salinity with each sample
do not output sound velocity with each sample
store time with each sample
number of samples to average = 4
reference pressure = 0.0 db
serial sync mode disabled
wait time after serial sync sampling = 30 seconds
internal pump not installed
temperature = 24.60 deg C

SBE37-SM V 2.6b SERIAL NO. 2015 29
Mar 2011 17:06:01
logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 38, free = 232978
do not transmit real-time data
do not output salinity with each sample
do not output sound velocity with each sample
store time with each sample
number of samples to average = 4
reference pressure = 0.0 db
serial sync mode disabled
wait time after serial sync sampling = 30 seconds
internal pump not installed
temperature = 24.83 deg C

SBE37SM-RS232 3.0j SERIAL NO. 8218
29 Mar 2011 17:25:29
vMain = 6.97, vLith = 3.28
samplenum = 42, free = 838818
logging
sample interval = 300 seconds
data format = converted engineering
transmit real-time = no
sync mode = no
pump installed = no
reference pressure = 0.0 decibars

SBE37-SM V 2.6 SERIAL NO. 3733 29
Mar 2011 17:04:44
logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 37, free = 190613
do not transmit real-time data
do not output salinity with each sample
do not output sound velocity with each
sample
store time with each sample
number of samples to average = 4
serial sync mode disabled
wait time after serial sync sampling = 30
seconds
internal pump not installed
temperature = 24.78 deg C

SBE37SM-RS232 3.0j SERIAL NO. 8219
29 Mar 2011 17:26:09
vMain = 6.99, vLith = 3.28
samplenum = 42, free = 838818
logging
sample interval = 300 seconds
data format = converted engineering
transmit real-time = no
sync mode = no
pump installed = no
reference pressure = 0.0 decibars

SBE37SM-RS232 3.0j SERIAL NO. 8220
29 Mar 2011 17:26:34
vMain = 6.90, vLith = 3.29
samplenum = 42, free = 838818
logging
sample interval = 300 seconds
data format = converted engineering
transmit real-time = no
sync mode = no
pump installed = no

reference pressure = 0.0 decibars

SBE37SM-RS232 3.0j SERIAL NO. 8221
29 Mar 2011 17:25:08
vMain = 6.99, vLith = 3.27
samplenum = 42, free = 838818
logging
sample interval = 300 seconds
data format = converted engineering
transmit real-time = no
sync mode = no
pump installed = no
reference pressure = 0.0 decibars

SBE37SM-RS232 3.0j SERIAL NO. 8222
29 Mar 2011 17:20:12
vMain = 6.96, vLith = 3.29
samplenum = 41, free = 838819
logging
sample interval = 300 seconds
data format = converted engineering
transmit real-time = no
sync mode = no
pump installed = no
reference pressure = 0.0 decibars

SBE37SM-RS232 3.0j SERIAL NO. 8223
29 Mar 2011 17:19:36
vMain = 6.91, vLith = 3.29
samplenum = 1, free = 838859
logging
sample interval = 300 seconds
data format = converted engineering
transmit real-time = no
sync mode = no
pump installed = no
reference pressure = 0.0 decibars

SBE37SM-RS232 3.0j SERIAL NO. 8224
29 Mar 2011 17:24:44
vMain = 6.99, vLith = 3.27
samplenum = 41, free = 838819
logging
sample interval = 300 seconds
data format = converted engineering
transmit real-time = no
sync mode = no
pump installed = no
reference pressure = 0.0 decibars

SBE37SM-RS232 3.0j SERIAL NO. 8225
29 Mar 2011 17:21:03
vMain = 6.92, vLith = 3.27
samplenum = 41, free = 838819
logging
sample interval = 300 seconds

data format = converted engineering
transmit real-time = no
sync mode = no
pump installed = no
reference pressure = 0.0 decibars

SBE 39s Bajo la Superficie:

SBE 39 V 1.7a SERIAL NO. 00035 28
Mar 2011 13:16:04
logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 4, free = 299589
serial sync mode disabled
real-time output disabled
SBE 39 configuration = temperature only
binary upload does not include time
temperature = 23.43 deg C

binary upload does not include time
temperature = 24.18 deg C

SBE 39 V 1.7a SERIAL NO. 00049 28
Mar 2011 13:00:20
logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 1, free = 299592
serial sync mode disabled
real-time output disabled
SBE 39 configuration = temperature only
binary upload does not include time
temperature = 24.04 deg C

SBE 39 V 1.7a SERIAL NO. 00038 28
Mar 2011 13:17:59
logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 4, free = 299589
serial sync mode disabled
real-time output disabled
SBE 39 configuration = temperature only
binary upload does not include time
temperature = 23.97 deg C

SBE 39 V 1.7a SERIAL NO. 00102 28
Mar 2011 13:26:33
logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 6, free = 299587
serial sync mode disabled
real-time output disabled
SBE 39 configuration = temperature only
binary upload does not include time
temperature = 24.14 deg C

SBE 39 V 1.7a SERIAL NO. 00044 28
Mar 2011 13:19:41
logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 4, free = 294322
serial sync mode disabled
real-time output disabled
SBE 39 configuration = temperature only
binary upload does not include time
temperature = 23.91 deg C

SBE 39 V 1.7a SERIAL NO. 00103 28
Mar 2011 13:29:32
logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 6, free = 299587
serial sync mode disabled
real-time output disabled
SBE 39 configuration = temperature only
binary upload does not include time
temperature = 25.90 deg C

SBE 39 V 1.7a SERIAL NO. 00048 28
Mar 2011 13:21:48
logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 5, free = 299588
serial sync mode disabled
real-time output disabled
SBE 39 configuration = temperature only

SBE 39 V 1.7 SERIAL NO. 00203 28
Mar 2011 13:31:40
logging data
sample interval = 300 seconds
samplenum = 7, free = 299586

serial sync mode disabled
 real-time output disabled
 SBE 39 configuration = temperature only
 binary upload does not include time
 temperature = 25.08 deg C

SBE 39 V 1.7a SERIAL NO. 00276 28
 Mar 2011 13:32:18
 logging data
 sample interval = 300 seconds
 samplenum = 7, free = 299586
 serial sync mode disabled
 real-time output disabled
 SBE 39 configuration = temperature only
 binary upload does not include time
 temperature = 24.58 deg C

SBE 39 V 1.7a SERIAL NO. 00284 28
 Mar 2011 13:34:07
 logging data
 sample interval = 300 seconds
 samplenum = 7, free = 299586
 serial sync mode disabled
 real-time output disabled
 SBE 39 configuration = temperature only
 binary upload does not include time
 temperature = 24.33 deg C

SBE 39 V 1.7a SERIAL NO. 00719 28
 Mar 2011 13:35:48
 logging data
 sample interval = 300 seconds
 samplenum = 8, free = 299585
 serial sync mode disabled
 real-time output disabled
 SBE 39 configuration = temperature only
 binary upload does not include time
 temperature = 24.03 deg C

SBE 39 V 1.7a SERIAL NO. 00720 28
 Mar 2011 13:38:21
 logging data
 sample interval = 300 seconds
 samplenum = 8, free = 299585
 serial sync mode disabled
 real-time output disabled
 SBE 39 configuration = temperature only
 binary upload does not include time
 temperature = 24.57 deg C

SBE 39 V 1.7a SERIAL NO. 00721 28
 Mar 2011 13:38:59
 logging data
 sample interval = 300 seconds
 samplenum = 8, free = 299585
 serial sync mode disabled
 real-time output disabled
 SBE 39 configuration = temperature only
 binary upload does not include time
 temperature = 23.51 deg C

SBE 39 V 2.2 SERIAL NO. 1498 28 Mar
 2011 13:40:15
 battery voltage = 9.1
 logging data
 sample interval = 300 seconds
 samplenum = 9, free = 599177
 serial sync mode disabled
 real-time output disabled
 SBE 39 configuration = temperature only
 binary upload does not include time
 temperature = 23.80 deg C

SBE 39 V 2.2 SERIAL NO. 1499 28 Mar
 2011 13:41:46
 battery voltage = 9.3
 logging data
 sample interval = 300 seconds
 samplenum = 9, free = 596836
 serial sync mode disabled
 real-time output disabled
 SBE 39 configuration = temperature only
 binary upload does not include time
 temperature = 23.69 deg C

SBE 39 V 2.2 SERIAL NO. 1500 28 Mar
 2011 13:42:57
 battery voltage = 9.2
 logging data
 sample interval = 300 seconds
 samplenum = 9, free = 597421
 serial sync mode disabled
 real-time output disabled
 SBE 39 configuration = temperature only
 binary upload does not include time
 temperature = 23.85 deg C

SBE 39 Temperatura del Aire de la Superficie

SBE 39 V 2.2 SERIAL NO. 1447 25 Mar 2011 21:18:29

battery voltage = 9.0

logging data

sample interval = 300 seconds

samplenum = 4, free = 599182

serial sync mode disabled

real-time output disabled

SBE 39 configuration = temperature only

binary upload does not include time

temperature = 24.89 deg C

Perfilador de Corrientes Nortek

Deployment : STR11

Current time : 1/27/2011 6:52:01 PM

Start at : 3/20/2011 1:00:00 AM

Comment: STRATUS 11

Profile interval (s) : 600

Number of cells : 11

Cell size (m) : 1.00

Blanking distance (m) : 0.40

Measurement load (%) : 9

Average interval (s) : 80

Power level : HIGH-

Number of wave samples : N/A

Wave interval (s) : N/A

Wave sampling rate (Hz) : N/A

Wave cell size (m) : N/A

Compass upd. rate (s) : 1

Coordinate System : ENU

Speed of sound (m/s) : MEASURED

Salinity (ppt) : 35

Analog input 1 : NONE

Analog input 2 : NONE

Analog input power out : DISABLED

File wrapping : OFF

Serial output/TellTale : OFF

Assumed duration (days) : 548.0

Battery utilization (%) : 289.0

Battery level (V) : 11.2

Recorder size (MB) : 25

Recorder free space (MB) : 24.973

Memory required (MB) : 9.9

Vertical vel. prec (cm/s) : 0.4

Horizon. vel. prec (cm/s) : 1.2

Instrument ID : AQD 0357

Head ID : AQP 0274

Firmware version : 1.17

AquaPro Version 1.34

Copyright (C) Nortek AS

APENDICE 3: Bitácora de la boya e instrumentos de la Stratus 10

Moored Station Log

THIS IS A COPY MADE
ON APR 7 2011. THE ORIGINAL
IS NOT AVAILABLE

(fill out log with black ball point pen only)

ARRAY NAME AND NO. STRATUS 10 MOORED STATION NO. 1210

Launch (anchor over)

Date (day-mon-yr) 17-01-2010 Time 1823 UTC
 Deployed by LORD Recorder/Observer GALBRAITH
 Ship and Cruise No. RON BROWN 10-01 Intended Duration 13 MONTHS
 Depth Recorder Reading 4451 ^{PDR SEABEAM} 4454.9 m Correction Source MATHEWS TABLES
 Depth Correction +5 m
 Corrected Water Depth 4456 ^{PDR} 4460 m Magnetic Variation (E/W) 7.2
 Anchor Drop Lat. (N/S) 19° 36.93' Lon. (E/W) 85° 23.05'
 Surveyed Pos. Lat. (N/S) 19° 36.8088' Lon. (E/W) 85° 23.1242'
 Argos Platform ID No. ON PAGE 3 Additional Argos Info on pages 2 and 3

Acoustic Release Model 8242XS BACS Tested to 1500 m
 Release No. 1 (sn) 30288 Release No. 2 (sn) 30841
 Interrogate Freq. 11 Interrogate Freq. 11
 Reply Freq. 12 Reply Freq. 12
 Enable 256454 Enable 166312
 Disable 256477 Disable 16633
 Release 253013 Release 151241

Recovery (release fired)

Date (day-mon-yr) 7-04-2011 Time 11:37:30 UTC
 Latitude (N/S) 19 36.948 Longitude (E/W) 85 23.605
 Recovered by LORD Recorder/Observer GALBRAITH
 Ship and Cruise No. MOANA WAVE Actual duration 445 days
 Distance from waterline to buoy deck 65 cm (2010/01/18 OBS)

ARRAY NAME AND NO. STRATUS 10 MOORED STATION NO. 1210

Surface Components			
SURLYN FOAM			
Buoy Type <u>2.7m</u> Color(s) Hull Tower <u>YELLOW, BLUE HULL, WHITE TOWER</u>			
Buoy Markings <u>IF FOUND ADRIFT CONTACT</u>			
Surface Instrumentation			
Item	ID #	Height*	Comments
HRH	239	228	WATER INSIDE, SMASHED ON RECOVERY
BPR	502	237	
SWND	210	298	COMPLETELY FLOODED
PRC	218	247	
LWR	502	279	
SWR	210	279	
HRH	223	226	
BPR	210	237	
WWD	348	270	WATER INSIDE
PRC	219	247	
LWR	221	279	
SWR	221 218	279	
LASCAR	218 238	231	
LASCAR	310	198	
HRH	240	228	WATER INSIDE
BPR	506	237	
WWD	343	270	WATER INSIDE
PRC	205	247	
LWR	208	279	
SWR	504	279	
WAMDAS	4002		NDBC WAVE PACKAGE
PCO2			PMEL
*Height above buoy deck in centimeters			

ARRAY NAME AND NO. STRATUS 10 MOORED STATION NO. 1210

Item No.	Length (m)	Item	Depth	Inst No.	Time Over	Time Back	Notes
1		BUOY			1316		HRH TOOK HIT ON BOTTOM DURING LAUNCH CABLE/HOOK ASSEMBLY
2	.22	$\frac{3}{4}$ " CHAIN					
3		SBE 37	2	1304	1316		BUOY + 4.5 m INSTRUMENTS
4		XRH20	2	10515	1316		RECOVERED JULY 22 2010
5	.37	$\frac{3}{4}$ " CHAIN					SEE NOTES P8
6		SBE 37	3.7	3639	1308		
7	1.95	$\frac{3}{4}$ " CHAIN					
8	SBE 37	NORTEK ADCP	7	1899	1302		
9	1.95	$\frac{3}{4}$ " CHAIN					
10		NORTEK ADCP	10	333	1302		
11	3.66	$\frac{3}{4}$ " CHAIN					
12		NORTEK ADCM	15	1666	1300		
13		SBE 37	16	1900	1300		
14	2.55	$\frac{3}{4}$ " CHAIN					
15		NORTEK ADCM	20	1688	1258		
16	3.66	$\frac{3}{4}$ " CHAIN					
17		SBE 39	25	203	1256		
18	3.66	$\frac{3}{4}$ " CHAIN					
19		SBE 37	30	1901	1254		
20	1.05	$\frac{3}{4}$ " CHAIN					
21		NORTEK ADCP	32.5	357	1252		
22	1.2	$\frac{3}{4}$ " MC					
23		SBE 39	35	721	1252		
24	3.66	$\frac{3}{4}$ " MC					
25		SBE 37	40	1902	1250		

ARRAY NAME AND NO. STRAWS 10 MOORED STATION NO. 1210

Item No.	Length (m)	Item	Depth	Inst No.	Time Over	Time Back	Notes
26	3.66	3/4 MC					RECOVERED 7-22-2010
27		NORTEK ADCM	45	2064	1248		UP ↑
28	8.75	7/16 WIRE					INSTRUMENTS BELOW REC. 201/07/07
29		NORTEK ADCM	55	2082	1333	1718	CRUSHED
30	6.1	7/16 WIRE					
31		SBE 37	62.5	1903	1338	1726	LOAD BAR
32	21.1	7/16 WIRE					
33		SBE 39	70	1502	1340	1735	
34		SBE 39	77.5	3423	1342	1737	
35		SBE 37	85	1905	1346	1737	LOAD BAR
36	13.3	7/16 WIRE					
37		SBE 39	92.5	3434	1347	1737	
38		VMCM	100	3	1343 17	LAST UP	FISH HOOK IN UPPER PART BANDS OFF #1251 JAMMED
39	27.8	7/16 WIRE					
40		SBE 39	115	3435	1354		
41		SBE 37	130	1907	1357	1801	
42	366	3/4 CHAIN					
43		RDIADCP	135	12254	1400	1801	
44	8	7/16 WIRE					
45		VMCM	145	14	1403	1859	
46	12.8	7/16 WIRE					
47		SBE 37	160	1912	1406	1741	LOAD BAR
48	21.3	7/16 WIRE					
49		SBE 39	175	3437	1408	1759	
50		VMCM	183	29	1410	1801	BANDS OFF 140

ARRAY NAME AND NO. STRANDS 10 MOORED STATION NO. 1210

Item No.	Length (m)	Item	Depth	Inst No.	Time Over	Time Back	Notes
51	4.8	⁷ / ₁₆ WIRE					
52		SBE 37	190	2009	1413	1805	
53	28.5	⁷ / ₁₆ WIRE					
54		SBE 37	220	2011	1417	1806	
55	13	⁷ / ₁₆ WIRE					
56		VMCM	235	34	1421	1835	BANDS OFF 1420
57	13	⁷ / ₁₆ WIRE					
58		SBE 37	250	1910P	1423	1844	
59	28.5	⁷ / ₁₆ WIRE					
60		VMCM	280	37	1427	1835	BANDS OFF 1425
61	13	⁷ / ₁₆ WIRE					
62		SBE 37	295	2010	1430	1839	
63	8	⁷ / ₁₆ WIRE					
64	6.1	⁷ / ₁₆ WIRE					
65		VMCM	311	40	1433	1835	
66	500	³ / ₈ WIRE				149	
67		SBE 39	361	3438	1435	1833	
68		SBE 39	411	3439	1438	1833	NOT SURRODCREW VOLTAGE
69		VMCM	814	53	1450	1619	PROPS GOOD ON RECOVERY BANDS OFF 1449
70	500	³ / ₈ WIRE				1619	7.115125M V@ 1712
71	200	³ / ₈ WIRE					
72		VMCM	1517	70	1519	1652	PROPS SPINNING ON RECOVERY BANDS OFF 1516
73	300	³ / ₈ WIRE			1519 -	1609	WUZLE
74	100	³ / ₈ WIRE			1528 -	1604 -	NO WUZLE
75	200	⁷ / ₁₆ NYLON			1539 -	1547 -	

ARRAY NAME AND NO. STATUS 10 MOORED STATION NO. 1210

Item No.	Length (m)	Item	Depth	Inst No.	Time Over	Time Back	Notes
76	1750	7 Ø NYLON			1556 -	1445 -	LOOKS WOODY ~ 1500
77	1500	1 COLMESA				1444	
78		84 GLASS BALLS				1252	ON SURFACE #1230, HOOKED ON N 1242 - ON DECK 1249 - 1252 2 BALLS CRUSHED
79	5	1/2 CHAIN					
80		RELEASE				1302	
81							
82							
83							
84							
85							
86							
87							
88							
89							
90							
91							
92							
93							
94							
95							
96							
97							
98							
99							
100							

ARRAY NAME AND NO. STRATUS 10 MOORED STATION NO. 1210

Date/Time	Comments
7-7-10 ~1100 UTC	STRATUS 10 MOORING FAILED, DRIFTING NW
7-21-10 2200	BUOY FLIPPED OVER IN 4m WAVES
7-22-10 2000	BUOY AND 45M INSTRUMENTS RECOVERED BY LORD+PIETRO ON B.I.C. HUMBOCKT OF PERIL.
	RECOVERY POSITION 17.927 S 80.265 W
	MAIN POWER OFF 2155 UTC
	STANDALONE POWER OFF 2210

APENDICE 4: Bitácora de la boya e instrumentos de la Stratus 11

Moored Station Log

(fill out log with black ball point pen only)

ARRAY NAME AND NO. STRATUS II MOORED STATION NO. 1226

Launch (anchor over)

Date (day-mon-yr) 6 APR 2011 Time 1928 UTC
 Deployed by LORD Recorder/Observer GALBRAITH
 Ship and Cruise No. MOANA WAVE Intended Duration 12 MONTHS
 Depth Recorder Reading _____ m ^{DEPTH} Correction Source SEABEDMAP SOURCE
 Depth Correction 10 m (+5m MATHEW STABLE + 5m DUCKER DEPTH)
 Corrected Water Depth 4440 m Magnetic Variation (E/W) _____
 Anchor Drop Lat. (N/S) 19° 41.675 Lon. (E/W) 85° 33.826
 Surveyed Pos. Lat. (N/S) 19° 41.4783 Lon. (E/W) 85° 34.0093
 WATCH CIRCLE NM 3.7
 Argos Platform ID No. _____ Additional Argos Info on pages 2 and 3

Acoustic Release Model ^{EDGE TECH ORE} 842 8242 XS Tested to _____ m

Release No. 1 (sn) <u>30843</u>	Release No. 2 (sn) <u>35118</u>
Interrogate Freq. <u>11</u>	Interrogate Freq. <u>11</u>
Reply Freq. <u>12</u>	Reply Freq. <u>12</u>
Enable <u>166433</u>	Enable <u>202705</u>
Disable <u>166456</u>	Disable <u>202726</u>
Release <u>151313</u>	Release <u>224233</u>

Recovery (release fired)

Date (day-mon-yr) _____ Time _____ UTC
 Latitude (N/S) _____ Longitude (E/W) _____
 Recovered by _____ Recorder/Observer _____
 Ship and Cruise No. _____ Actual duration _____ days
 Distance from waterline to buoy deck ~65 cm

ARRAY NAME AND NO. STATOS XI MOORED STATION NO. 1226

Surface Components			
Buoy Type <u>FOAM</u> Color(s) Hull Tower <u>YELLOW, BLUE BELOW</u> <u>WHITE-TOWERS</u>			
Buoy Markings <u>VANE: WHITE USA 50P 59A 1401. SAME ON HULL, + "IF FOUND CONTACT..."</u>			
Surface Instrumentation			
Item	ID #	Height*	Comments
HRH	247	226.5	ON LOGGER SW 4
BPA	503	236	
SWWD	219	267.5	
PRC	207	250	
LWR	503	279.5	CLEANED 1142 APR 11
SWR	502	279.5	
SST-SBE37	2053		
HRH	250	226.5	ON LOGGER SW 4
BPA	212	236.5	
WWD	238	267	
PRC	206	249	
LWR	224	279.5	
SWR	208	279.5	
SST-SBE37	1838		
HRH	248	224.5	
WWD	239	266	
LASCAR HRH	1	232	
LASCAR HRH	2	201	
SBE 39	1447	232	
PCO2			
WAMDA5	4002	MODEM 24297	IMEI 300124000010620
ARGOS MET PTT	12789	LGR 4	IDS 27916 27917 27918
ARGOS MET PTT	18171	LGR 14	IDS 27919 27920 27921
*Height above buoy deck in centimeters			

ARRAY NAME AND NO. Spratus X1 MOORED STATION NO. 1226

Item No.	Length (m)	Item	Depth	Inst No.	Time Over	Time Back	Notes
1		BUOY					
2	.22	3/4" CHAIN					
3		SBE 37	2	1325	1226		
4	.37	3/4" CHAIN					
5		SBE 37	3.7	1326	1226		
6		SBE 39	4.9	35	1226		DOWN
7	1.3	3/4" CHAIN					
8		SBE 37	7	1328	1214		
9	1.73	3/4" CHAIN					SUBVCL
10		AOC ADCP	10	357	1212		
11		SBE 39	11.25	38	1212		
12	.68	3/4" CHAIN					
13		AANDORA ADCM	13	13	1211		HEADS UP
14	1.5	3/4" CHAIN					
15		SBE 37	16	1329	1211		
16	2.7	3/4" CHAIN					
17		AANDORA ADCM	20	78	1209		
18	3.66	3/4" CHAIN					
19		SBE 39	25	44	1207		UP
20	3.9	3/4" CHAIN					
21		SBE 37	30	1330	1203		
22	1.12	AANDORA ADCM	3/4" CHAIN				
23		AANDORA ADCM	32.5	79	1202		
24	1.2	3/4" CHAIN					
25		SBE 39	35	48	1202		

ARRAY NAME AND NO. STATUS XI MOORED STATION NO. 1226

Item No.	Length (m)	Item	Depth	Inst No.	Time Over	Time Back	Notes
26	3.9	3/4 CHAIN					
27		SBE 37	40	8211	1200		
28	3.66	3/4 CHAIN					
29		ANODUM ADCM	45	139	1240		SEAGUARD W OPTODE
30	16	7/16 WIRE					# 10242 24B
31		SBE 39	46.5	49	1247		
32		SBE 39	51	102	1248		
33		SBE 39	56.5	103	1249		
34		SBE 37	62.5	8212	1255		
35	23.5	7/16 WIRE	70	203	1300 1255		# 102 42 23A
36		SBE 39	72.5	276	1301		
37		SBE 37	85	1909	1303		WITH P
38		ADCM	87.3	140	1312 1307		ANDERAA SEAGUARD W/OPTODE
39	41.25	7/16 WIRE					# 10242 -19
40		SBE 39	92.5	284	1315		
41		SBE 39	100	719	1315		
42		SBE 39	115	720	1316		
43		SBE 37	130	8213	1319		
44	4.5	7/16 WIRE					# 10242 32A
45		ADCM	135	1218	1325		RDI WORKHORSE
46	38	3/4 CHAIN					
47	8	7/16 WIRE					# 10242 36B
48		ADCM	145	141	1329		ANDERAA SEAGUARD, OPTODE
49	13.5	7/16 WIRE					# 102 42 25
50		SBE 37	160	8214	1333		

ARRAY NAME AND NO. STRATOS XI MOORED STATION NO. 1226

Item No.	Length (m)	Item	Depth	Inst No.	Time Over	Time Back	Notes
51	29	7/16 WIRE					# 10142 21
52		SBE 39	175	721	1334		
53		SBE 39	183	1498	1336		
54		SBE 37	190	8215	1340		
55	29	7/16 WIRE					# 10242 22
56		SBE 37	220	8216	1342		
57	13.5	7/16 WIRE					# 10242 26
58		ADCM	235	142	1347		AAUDEXIA SEAGUARD, OPTODE
59	13.5	7/16 WIRE					# 10242 27
60		SBE 39	236.5	1499	1347		AT TERMINATION
61		SBE 37	250	8217	1356		
62	38.5	3/8 WIRE					# 10242 15
63		SBE 39	280	1500	1359		
64		ADCM-0	290	143	1405		AAUDEXIA SEAGUARD W OPTODE
65	28	3/8 WIRE					# 10242 17
66		SBE 37	295	1906	1408		
67		VMCM	320	4	1420		BANDS OFF 1414 SPIN in water 1420
68	26.5	3/8 WIRE					# 10242 18
69		OPTODE	322	691	1420		in water 14:20
70		VMCM	349	31	1425		bands off, spun 14:22
71	48.5	3/8 WIRE					10242-11
72		SBE 37	352	1908	1426		
73		OPTODE	353	943	1429		
74		SBE 37	361	2012	1430		
75		ADCM-0	400	144	1431		

ARRAY NAME AND NO. STRATW XL MOORED STATION NO. 1126

Item No.	Length (m)	Item	Depth	Inst No.	Time Over	Time Back	Notes
76	48.5	3 8 WIRE					# 1024214
77		SBE 37 ADCM-0	401	2015	1435		
78		ADCM-0	450	181	1439		
79	48.5	3 8 WIRE					# 1024212
80		SBE 37	451	8218	1439		
81		SBE 37	500	3733	1443		WITH PRESS
82	100	3 8 WIRE					# 10242-9
83		ADCM-0	601	182	1449		
84	200 200	3 WIRE 3 SBE 37	603				# 102425
85		SBE 37	602	8219	1449		
86		SBE 37	700	8220	1452		
87		VMCM	803	32	1456		BANDSOFF SPIN 1452
88	48.5	3 8 WIRE					# 10242-10
89		VMCM	855	42	1501		BANDSOFF SPIN 1458
90		SBE 37	857	8221	1501		ON 10242-4
91	325	3 8 WIRE					# 10242-4
92		SBE 37	1000	8222 8222	1509		CLAMPS HAD TO BE REDRILLED FOR 3/8 WIRE
93	325	3 8 WIRE					# 10242-3
94		SBE 37	1355	8223	1518		
95		VMCM	1507	62	1524		BAND OFF SPIN 1519
96	500	3 8 WIRE					# 10242-1
97		SBE 37	1557	8224	1526		
98		SBE 37	2000	8225	1539		
99		VMCM	2010	83	1540		BANDSOFF SPIN 1527
100	100	3 8 WIRE			1540		9074-6 WRAPPED TERMINATION

