

Mejores prácticas operativas de XBT para el aseguramiento de la calidad

Versión 1.0

Autora: Justine Parks

Colaboradores: Francis Bringas; Craig Hanstein; Lisa Krummel

Editores principales: Rebecca Cowley; Janet Sprintall

Otros editores: Lijing Cheng; Mauro Cirano; Samanta Cruz; Marlos va;
Shoichi Kizu; Franco Reseghetti

2021

1 Resumen.....	3
2. Introducción.....	3
3 Equipo	4
3.1 XBT.....	4
3.2 Lanzacohetes.....	4
3.3 Hardware de adquisición de datos	4 Software y
3.4 Computador	5 Receptor del Sistema Global
3.5 de Navegación por Satélite (GNSS)	5
3.6 Transmisor.....	6
3.7 Cableado.....	6 3.8 Acondicionador
de energía	6
3.9 Sondas de prueba	6
3.10 Plataforma.....	6 3.11 Herramienta
de medición de distancia.....	7 3.12 Repuestos y
suministros	7
4 Despliegue.....	7 4.1 Preparación previa al
despliegue	7 4.2 Instalación de
campo	9 Técnicas de
4.3 campo	12
5 Calibración	14
6 Exactitud y precisión	14
7 Normas.....	15
8 Métodos de evaluación de la calidad	15 Evaluación de
8.1 perfiles XBT para fallas básicas.....	16 8.2 Verificación
de metadatos	16 Comparaciones de
8.3 datos de prueba	16 Informe
8.4 de crucero	17
9 Gestión de datos	17
10 Resumen	17
11 Organizaciones/Agradecimientos	18
12 Glosario de términos	18
13 Referencias.....	19
14 Apéndice: Ejemplos de funciones del perfil de datos XBT	22 14.1 Código 1: se
realizó el control de calidad; parece estar en lo cierto.....	22 14.2
Código 2: se realizó el control de calidad; probablemente bueno	
24 14.3 Código 3 - Control de calidad se realizó; parece dudoso	
26 14.4 Código 4: se realizó el control de calidad; parece erróneo.....	
27 14.5 Código 5 - El valor fue cambiado como resultado de control de calidad	32

1 resumen

Desde la década de 1970, los batitermógrafos EXpendable (XBT) han brindado la solución más simple y rentable para el muestreo rápido de perfiles de temperatura frente a profundidad de la parte superior del océano a lo largo de transectos de barcos.

Este manual, compilado por el Panel de Implementación del Programa Ship of Opportunity (SOOPIP), un subgrupo del Equipo de Observaciones de Barcos (SOT) del Grupo de Coordinación de Observaciones (OCG) del Sistema Global de Observación de los Océanos (GOOS) junto con miembros del Equipo Científico XBT, tiene como objetivo mejorar la garantía de calidad de los datos XBT mediante el establecimiento de las mejores prácticas para las mediciones de campo y la promoción de su adopción por parte de la comunidad operativa y científica mundial. Los componentes del sistema de medición incluyen sondas de temperatura desechables disponibles comercialmente, el lanzador, el hardware de adquisición de datos (DAQ), un receptor del Sistema satelital de navegación global (GNSS), un transmisor satelital opcional y una computadora con controles de software. La plataforma de medición puede ser cualquier embarcación marítima con espacio disponible para el equipo y el operador, y capaz de realizar viajes oceánicos a través de las regiones de interés. La adopción de una metodología estándar en la instalación y despliegue del sistema de medición conducirá a mejoras en la calidad de los datos con el consiguiente impacto en el cálculo y la comprensión de los cambios en las propiedades del océano cerca de la superficie (p. ej., el contenido de calor), la dinámica de la circulación oceánica y su relación a la variabilidad climática.

2. Introducción

Las mediciones de temperatura XBT monitorean los cambios de la temperatura del océano desde la sub-mesoescala hasta escalas globales, derivando corrientes superficiales y subterráneas clave para estudiar el transporte de calor meridional en todas las cuencas oceánicas y también complementan otras plataformas de observación para evaluar la variabilidad del contenido de calor del océano superior. Los transectos XBT fijos se establecen a lo largo de las rutas regulares de navegación destinadas al muestreo en función de nuestra comprensión de cómo la estructura térmica y la dinámica regional de la parte superior del océano pueden vincularse con señales climáticas a largo plazo, fenómenos meteorológicos extremos, evaluaciones de ecosistemas, etc. Los datos XBT se archivan y distribuidos por una variedad de centros de datos internacionales y la mayoría de los datos están disponibles en el Sistema Global de Telecomunicaciones (GTS) dentro de las 24 horas posteriores a la adquisición, proporcionando información crítica para el clima, los modelos de pronóstico climático y otras aplicaciones científicas.

Desde 1980, el objetivo principal del Panel de Implementación del Programa Ship of Opportunity (SOOPIP) es cumplir con los requisitos globales de datos del océano superior XBT establecidos por las comunidades científicas y operativas internacionales. Además, SOOPIP tiene la tarea específica de coordinar el intercambio de prácticas recomendadas para la red XBT. Ahora, con la participación de 20 agencias de diferentes países que distribuyen la mayoría de los datos XBT casi en tiempo real en el GTS, la importancia de que SOOPIP desarrolle una metodología coherente para la recopilación de datos XBT es clara. Durante la 6ª reunión científica internacional XBT en 2018, los participantes reconocieron la necesidad fundamental de un conjunto de mejores prácticas a través de un elemento de acción con este objetivo específico (IOC, 2018).

Este documento representa las mejores prácticas operativas XBT recomendadas por SOOPIP para el aseguramiento de la calidad y es parte de un conjunto de documentos de mejores prácticas complementarios que incluyen:

- “Reclutamiento de embarcaciones SOT y conducta a bordo”
- “Control de calidad XBT en modo retardado”
- “Contenido y formato de metadatos XBT”

El sistema de medición XBT descrito en este documento ha sido adoptado por su viabilidad logística y financiera para estudios que requieren mediciones a gran escala, alta densidad y frecuentemente repetidas de los perfiles de temperatura del océano superior. Algunos objetivos de investigación oceanográfica requieren mediciones de perfil de temperatura de alta precisión a profundidades bien resueltas que el XBT no puede cumplir con la precisión especificada por el fabricante de $\pm 0,2$ °C y las profundidades estimadas a partir de un cálculo de tiempo. Los flotadores autónomos de perfiles de temperatura y salinidad de Argo, que alcanzan los 2000 m de profundidad, proporcionan una red global de datos de temperatura más precisos ($\pm 0,002$ °C) durante todo el año.

perfiles. La misión principal del flotador Argo, que comenzó en 2000, es mantener una cobertura global cuadrículada de más de 3000 de estos flotadores perfiladores. Sin embargo, los flotadores Argo son barridos rápidamente fuera de las corrientes limítrofes donde ocurre el transporte de masa y calor a gran escala y hay menos resolución espacial de muestreo por flotadores Argo en regiones dinámicas. Un enfoque sinérgico para comprender la circulación en las corrientes fronterizas y otras aplicaciones podría requerir una combinación de plataformas, incluidos transectos XBT de alta resolución, así como planeadores, perfiles Argo, amarres y mediciones de detección remota.

3 Equipo Esta sección

analiza los tipos de equipo que se usan comúnmente para las implementaciones de XBT y brinda ayuda para las mejores selecciones. La instalación, prueba y mantenimiento del equipo se tratan en secciones posteriores. Todos los precios (en USD) de los equipos que se dan aquí son típicos a la fecha de esta publicación (2021).

3.1 XBT

Los XBT brindan la solución más simple y rentable para obtener con frecuencia perfiles de temperatura a lo largo de transectos fijos de la parte superior del océano. El XBT contiene un termistor de precisión ubicado en la punta de la sonda y la tarjeta DAQ mide la resistencia del termistor y la convierte en temperatura. La profundidad se calcula empíricamente como una función del tiempo transcurrido desde el contacto con el agua utilizando una ecuación de tasa de caída (FRE). Actualmente solo hay dos grandes fabricantes de XBT en el mundo, Sippican de Lockheed Martin con sede en EE. UU. y Tsurumi-Seiki Company (TSK) con sede en Japón. La elección de la sonda se basa principalmente en la empresa a la que la institución de financiación puede acceder para comprar. Cada fabricante tiene una variedad de modelos XBT; SOOPIP recomienda Sippican Deep Blues o TSK T-7, clasificados para alcanzar una profundidad de 760 m a una velocidad de barco de 20 nudos, una de las sondas más rentables (<\$100 USD cada una). Aunque la sonda solo tiene una profundidad máxima de 760 m, es común que alcance casi 1000 m, dependiendo de la velocidad del barco, con una calidad de datos equivalente. El XBT de mayor alcance es el modelo T-5 de Sippican y TSK, que son capaces de alcanzar una profundidad de 1830 m pero deben lanzarse a una velocidad de barco de 6 nudos.

3.2 Lanzador El

diseño básico del lanzador de mano y activado manualmente para Sippican y TSK XBT es el mismo y está disponible comercialmente a través de estos fabricantes de XBT (~\$1500 USD). Una palanca comprime 3 pines afilados de contacto eléctrico en el recipiente XBT con un cable que lo conecta al sistema DAQ; el usuario sostiene el lanzador sobre el costado del barco y tira del pasador que asegura el XBT dentro del recipiente, liberando la sonda XBT para que caiga por la borda.

Los fabricantes y diferentes instituciones han desarrollado sus propios lanzadores capaces de contener múltiples sondas XBT y permitir la activación remota y automatizada del lanzamiento XBT. Las ventajas de los lanzadores automáticos incluyen: un mayor porcentaje de perfiles exitosos, viajes menos frecuentes en cubierta con mal tiempo, más descanso para el técnico de campo cuando el muestreo es continuo e intervalos de caída programables que ayudan a evitar estaciones perdidas.

Las desventajas incluyen: mayor peso y volumen de equipo para envío y almacenamiento a bordo, y más posibilidades de fallas en el equipo debido a la mayor complejidad de los lanzadores manuales. El costo de desarrollar un lanzador automático tiene demasiadas variables para estimar aquí, pero se podrían lograr ahorros al producir un lanzador automático desarrollado por otra organización con su cooperación.

En última instancia, SOOPIP no recomienda específicamente lanzadores manuales ni automáticos; esta decisión debe basarse en satisfacer las necesidades y el presupuesto de los usuarios. Sin embargo, si se usa un lanzador automático, también debería estar disponible un lanzador manual como una valiosa herramienta de resolución de problemas y respaldo en caso de falla del componente del lanzador automático.

3.3 Hardware de adquisición de datos

Tanto Sippican como TSK ofrecen hardware DAQ (tarjetas de circuito electrónico patentadas con gabinetes y cables opcionales) para procesar la señal XBT, que proporciona resultados dentro de los parámetros de precisión y exactitud establecidos para la tecnología XBT (~\$5000 USD para Sippican LMC-16 PCBA, circuito tarjeta solamente).

Además, las tarjetas DAQ se pueden diseñar internamente, como el registrador de datos Turo, que se diseñó originalmente para el programa XBT en la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth de Australia (CSIRO). Cualquiera que sea el hardware DAQ que se utilice, su rendimiento en combinación con todo el sistema XBT para lograr una precisión de $\pm 0,2$ °C debe validarse antes de la implementación.

3.4 Software y computadora La computadora

puede ser bastante básica y solo necesita los conectores de cable de datos correctos y los requisitos del sistema para operar el software de control del equipo. Se recomienda un estilo de computadora portátil adecuado (\$ 500 USD) para reducir el espacio de envío y configuración del banco.

El software de control del equipo se puede obtener del fabricante del hardware DAQ o se puede diseñar a medida.

La base del diseño del software debe orientarse hacia las necesidades de los usuarios, pero se recomienda incluir las siguientes características:

- Interfaz con el receptor GNSS: muestra continuamente la posición y la captura para cada perfil eliminando los errores de entrada manual de datos. Realice comprobaciones internas para alertar al usuario de posibles errores en los datos de posición. Se recomienda una opción para ingresar manualmente las posiciones en caso de falla de los datos de la fuente de posición principal para evitar estaciones perdidas.
- Activar automáticamente una liberación XBT o alertar al operador cuando un punto de recopilación de datos prescrito es alcanzado. Esto puede basarse en el tiempo, la distancia o la posición.
- Metadatos de captura: requisitos de metadatos establecidos por el equipo de trabajo SOT-10 sobre metadatos SOOP (OMM, 2019) y descrito en el documento complementario de este conjunto de mejores prácticas "Contenido y formato de metadatos XBT", debe capturarse y adjuntarse a cada conjunto de datos de perfil. • Para cada perfil de temperatura, conserve los datos de señal sin procesar para el perfil, así como las temperaturas calculadas y profundidades.
- Transmitir datos: el programa debe crear un archivo de datos que sea apropiado para transmitir en tiempo real desde el barco hasta la costa. Preferiblemente, el software debe poder interactuar con el transmisor para enviar perfiles automáticamente a medida que se agrupan y alertar al usuario sobre fallas en la transmisión.
- Traduzca y registre la señal XBT con 3 decimales: aunque la precisión de los XBT es significativamente menor, las señales de ruido de esta magnitud son buenos indicadores para alertar al operador de problemas de datos.
- Alertar al operador de varias fallas del sistema, como la pérdida de la señal GPS. • Capture indicadores de control de calidad inicial (QC) generados a partir de la entrada del usuario o de una evaluación automatizada.

3.5 Receptor del sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) Se requiere una

posición precisa (latitud y longitud) para cada perfil XBT recopilado. El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) ofrece la cobertura y la precisión más confiables a nivel mundial que cualquier constelación de navegación global, por lo que es mejor seleccionar un receptor con acceso a satélites GPS para evitar la pérdida de la señal de posicionamiento.

Con muchas variedades de dispositivos GPS asequibles y precisos disponibles en el mercado (~\$100 USD), casi cualquier modelo que pueda conectarse con los controles informáticos implementados es aceptable. Los datos de posición del receptor deben poder interconectarse con la computadora para evitar errores de entrada del usuario en lugar de depender de pantallas y entrada manual. Muchos modelos de transmisores también tienen GPS integrado, lo que elimina la necesidad de una unidad de GPS separada. Si bien no se requiere una pantalla separada, es una excelente herramienta de verificación para asegurarse de que la entrada de datos de posición al programa sea correcta. Es posible que se requieran características adicionales, como salidas para velocidad y rumbo, según los controles de software utilizados.

3.6 Transmisor

El valor de los datos XBT para aplicaciones climatológicas aumenta al hacer que los datos estén ampliamente disponibles para la comunidad lo más cerca posible del tiempo real. Cuando los presupuestos y las condiciones de campo lo permitan, se deben implementar transmisiones de datos desde el barco hasta la costa. La transmisión casi en tiempo real también permite un control de calidad adicional de los perfiles durante el crucero. Los transmisores Iridium son una buena opción de transmisor (~\$1500 USD incluida la antena) porque tienen tarifas de datos bajas (~\$1 USD/perfil dependiendo del tiempo de conexión) y se pueden usar como un módem de acceso telefónico para establecer una conexión PPP a Internet. con archivos de datos transferidos a través de FTP. Se recomienda el uso de FTP en lugar de SMTP como una opción de ahorro debido a la capacidad de las conexiones FTP para reanudar la carga de datos en caso de caídas de la conexión, lo que puede ser común en ubicaciones remotas en el océano. Debido a que los proveedores de Iridium suelen fijar el precio de las transmisiones en función del tiempo de conexión en lugar del tamaño de los archivos, se pueden agrupar varios perfiles para reducir los costos. El servicio de datos en ráfagas cortas de Iridium es más costoso e Inmarsat es aún más costoso que la opción de transferencia FTP de Iridium.

3.7 Cableado Los

cables, utilizados en la cubierta desde el punto de conexión de la sonda XBT exterior hasta donde se conecta en el interior al sistema de adquisición de datos, varían según la aplicación. En cualquier instalación a largo plazo, el cable debe ser duradero contra daños por desgaste, clima y radiación ultravioleta. El cable debe incluir protección contra interferencias electromagnéticas que a menudo se encuentran en los barcos. Los conectores deben ser de baja resistencia, los conectores exteriores deben ser impermeables y, si se utilizan conectores metálicos, estos no deben entrar en contacto con el casco metálico del barco. Una alternativa rentable al cableado blindado de servicio pesado que no necesita soportar instalaciones de cubierta a largo plazo es CAT6, que emplea pares de cables trenzados y un amplificador diferencial, por lo que no debería requerir blindaje en la mayoría de los entornos. Como alternativa, implemente una solución inalámbrica.

3.8 Acondicionador de energía

Una fuente de energía limpia es esencial para evitar interferencias con la señal de la sonda, por lo que se necesitan dispositivos de protección de energía. Sippican recomienda el uso de un transformador de ultraaislamiento (~\$800 USD) para aislar el sistema del suelo del barco. Una fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) de grado marino es otra opción para el acondicionamiento de energía (~ \$ 400 USD).

3.9 Sondeas de prueba

Las sondas de prueba pueden adquirirse comercialmente o fabricarse a la medida. Idealmente, el circuito de prueba incluirá todos los componentes del sistema XBT, excepto la propia sonda XBT, y proporcionará una simulación de temperatura. Algunas sondas de prueba pueden actuar solo para probar el funcionamiento del sistema sin proporcionar una simulación del perfil de temperatura; Si bien esto es mejor que ninguna prueba, se recomienda encarecidamente utilizar una sonda de prueba de temperatura. Otras sondas de prueba pueden pasar por alto el lanzador, probando así solo la electrónica, pero esto no revelará si hay algún problema con los cables o conectores del lanzador. Se puede revelar información de diagnóstico importante utilizando una prueba de simulación de temperatura única. También es valioso tener múltiples sondas de temperatura de referencia entre 1 y 30 °C para cubrir el rango de temperaturas del océano mediante el uso de resistencias estándar de buena calidad para simular la temperatura deseada. Verifique que las sondas de prueba de temperatura funcionen en un orden de magnitud mejor que el sensor de temperatura XBT en precisión y exactitud registrando repetidamente la lectura de temperatura simulada durante la duración de un perfil XBT normal. Consulte la Sección 4.1.2 para obtener más información sobre cómo probar el sistema.

3.10 Plataforma

Con el permiso y la cooperación de los propietarios y operadores de barcos, la plataforma XBT puede ser cualquier embarcación en condiciones de navegar con espacio disponible para el equipo y el operador y capaz de realizar viajes oceánicos a través de las regiones de interés con la frecuencia requerida. El uso de barcos de oportunidad, ya sean deportivos, militares, comerciales, de investigación o de pesca, permite ahorros significativos en la recopilación de datos porque estos barcos ya están empleados en su negocio habitual, lo que elimina los costos de fletamento. Muchos barcos atracarán voluntariamente

espacio, mientras que otros cobran una tarifa nominal por comida y bebida (\$10-\$35 USD/día). La selección, el reclutamiento y la interacción con embarcaciones adecuadas se explican con gran detalle en el documento complementario de este conjunto de mejores prácticas "Reclutamiento de embarcaciones SOT y conducta a bordo"; use esa guía para la logística en la preparación para encontrarse con el buque seleccionado. Anticipe qué equipos, accesorios y herramientas específicos para el diseño de la embarcación podrían ser necesarios además de los materiales especificados en este documento.

3.11 Herramienta de medición de distancia

Se debe medir la altura de la ubicación de lanzamiento sobre la superficie del agua para incorporarla en el FRET para mejorar el cálculo de la profundidad del perfil (Bringas y Goni 2015). Una herramienta de medición de distancia láser (\$50 USD) proporciona la altura real más precisa para una embarcación cargada en marcha.

3.12 Repuestos y suministros Si los costos,

la conveniencia y el espacio no fueran una barrera, los repuestos podrían constituir un sistema de respaldo completo. En general, los repuestos mínimos recomendados son aquellos con mayor probabilidad de fallar y de los que no se puede prescindir, tales como: lanzador manual, conectores de cable, hardware DAQ, computadora y GNSS. Complete la lista de equipos con suministros adicionales como multímetro, linterna, equipo eléctrico y juego de herramientas para estar preparado para todas las eventualidades y evitar pedir prestadas las herramientas del barco y los suministros de oficina.

4 Despliegue

Como se mencionó anteriormente, el sistema de medición XBT es un método económico y de fácil implementación para obtener perfiles de temperatura del océano a una profundidad de hasta 2000 m, donde es aceptable una precisión del orden de una décima de grado Celsius. El sistema de lanzamiento manual más simple se puede transportar en un estuche del tamaño de una pieza grande de equipaje de pasajeros de una aerolínea. Puede ser operado por un solo técnico de campo sin conocimientos técnicos avanzados, lo que requiere alrededor de 5 minutos por perfil recopilado. Al aprovechar los barcos de oportunidad y el personal que trabaja a bordo como operadores, los costos de fletamento de barcos y técnicos de campo podrían reducirse a cero. Por lo general, para líneas de alta densidad (es decir, donde se despliega una sonda XBT cada 10-30 km), la organización proporciona un técnico de campo y se le paga según la tarifa contratada. Los recursos de personal adicionales (excluidos los viajes y los días pasados en el mar) se estiman en horas-persona de la siguiente manera: gestión del proyecto, incluida la contratación y programación de buques, 8-40 horas por viaje; preparación y embalaje del equipo previo al despliegue, de 8 a 40 horas; instalación o remoción del sistema a bordo, 8 horas; posprocesamiento de datos y control de calidad 0,5-5 minutos por perfil.

4.1 Preparación previa al despliegue La preparación

cuidadosa antes de la misión es fundamental para garantizar la calidad de los datos y evitar fallas que resulten en una recopilación de datos reducida.

4.1.1 Planificación No

se puede subestimar la importancia crítica de la planificación de viajes, logística y horarios. Si bien no se incluyen para una discusión en profundidad en este documento, algunos ejemplos de dificultades incluyen:

- El transporte internacional de equipos está plagado de complejidades de la industria y las autoridades. • Las embarcaciones SOOP a menudo están sujetas a los caprichos del clima, los puertos y la gestión que pueden retrasar o revertir.
 - enrutar barcos sin previo aviso.
- No anticipar o comprender las restricciones y requisitos de viaje a países extranjeros puede descarrilar fácilmente todos los demás preparativos cuidadosos.

Consulte el documento complementario "Reclutamiento de embarcaciones SOT y conducta a bordo" para obtener más consejos para crear oportunidades exitosas de recopilación de datos.

4.1.2 Prueba Cada

componente del sistema, incluidos todos los cables y piezas de repuesto, debe probarse en el laboratorio inmediatamente antes de la implementación en el campo. Ensamble un sistema completo en el laboratorio y use una sonda de prueba para iniciar una serie de caídas. No olvide incluir en la configuración cualquier extensión de cable que pueda ser necesaria en barcos más grandes.

Incluso en el laboratorio, las condiciones de energía pueden fluctuar, por lo que realizar estas caídas durante días o semanas puede revelar susceptibilidades de energía ocultas. La repetición de pruebas exhaustivas es importante cuando se utilizan nuevos fabricantes o modelos de componentes que no han estado en el campo antes.

Cuando se utiliza una sonda de prueba de temperatura, nunca debe haber ninguna desviación en un perfil de prueba, incluso la desviación y el ruido de un orden de magnitud menor que la precisión XBT son indicativos de problemas sistémicos. Es posible que el ruido y la deriva no se muestren gráficamente a escala completa, como 0-25 °C, por lo tanto, amplíe la escala del gráfico del registro de temperatura para revelar señales de ruido tan pequeñas como 0,001 °C. Los perfiles de ejemplo de una sonda de prueba de 1,5 °C nominal ilustran datos de prueba normales (Figura 1a) y datos de prueba que indican claramente un problema (Figura 1b). Si solo se vieran en una escala de temperatura gruesa en un pequeño monitor de computadora portátil, estos indicadores serían invisibles debido a su pequeña magnitud.

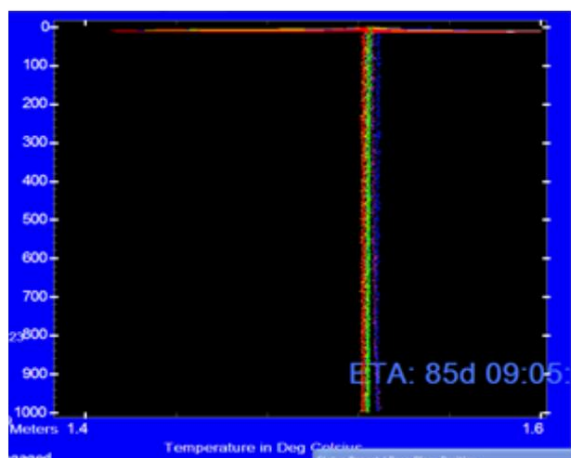


Figura 1a: Datos de prueba XBT normales

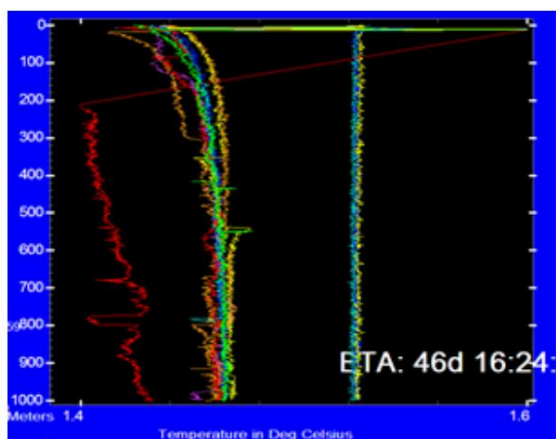


Figura 1b: Datos de prueba XBT anormales

Aprenda a reconocer las características habituales de la escala expandida, realizando bien los perfiles de prueba. Consulte la sección 6 "Exactitud y precisión" para obtener más información.

La sonda de prueba también puede ayudar a identificar si hay un cortocircuito en el sistema que hace que la recopilación de datos comience antes de que el XBT haya ingresado al agua. La sonda de prueba solo debe comenzar a mostrar datos después de que se conecta a tierra del barco, si los datos se muestran sin una conexión a tierra, se indica un cortocircuito que causará datos erróneos de XBT conocido como "falsa salpicadura".

Identifique cualquier componente defectuoso o fuente de ruido o desviación fuera de los parámetros aceptados y reemplácelos o repárelos antes de la implementación en el campo. Las fuentes comunes de ruido son puntos de conexión a tierra, conexiones de cables, fuentes de alimentación, una tarjeta DAQ defectuosa, sondas de prueba defectuosas y equipos pesados que funcionan en el mismo sistema eléctrico.

Inspeccione cuidadosamente la integridad de todos los componentes del sistema antes de implementarlo en el campo. Cree programas de mantenimiento que se integren en listas de verificación y/o informes de crucero para incluir al menos lo siguiente:

- Verificar el rendimiento de la calidad de los datos mediante sondas de prueba.
- Verificar que los componentes mecánicos y programáticos del sistema funcionen sin fallas.
- Inspeccione la integridad del aislamiento del cable, los puntos de conexión y los sellos expuestos a la intemperie.

- Operar y lubricar las piezas móviles.
- Proporcionar baterías de repuesto para computadoras y periféricos.
- Verificar el funcionamiento de los componentes de repuesto que se enviarán al campo.
- Actualizar la seguridad informática y crear medios de recuperación y espacio de almacenamiento en disco.
- Verifique que el receptor GNSS se actualice con la posición, fecha y hora precisas.
- Envíe datos de prueba a través del transmisor asegurándose de que la configuración y el servicio de suscripción estén actualizados.
- Verifique dos veces las entradas de software, incluidos los metadatos de la plataforma.
- Verifique que el equipo de protección personal (EPP) esté presente y no esté dañado.

4.1.3 Preparar un plan de muestreo La ubicación

y la frecuencia de las implementaciones XBT dependen de la región en estudio, el propósito del estudio y el presupuesto. Por ejemplo, las corrientes limitrofes son áreas importantes para estudiar el transporte de calor, por lo que estas regiones tendrían una frecuencia de muestreo más alta en una trayectoria perpendicular al flujo de corriente, mientras que el muestreo en una cuenca oceánica abierta podría ser menos frecuente. Antes del viaje, desarrolle un plan de muestreo teniendo en cuenta estos factores junto con la trayectoria anticipada del barco. Las ubicaciones de muestreo preestablecidas de latitud o longitud (las ubicaciones exactas no son prácticas debido a los cambios de rumbo inevitables) desarrolladas para el objetivo científico se programan idealmente en el software de control del equipo para monitorear la posición del GPS y lanzar automáticamente una sonda o alertar al operador para que lo haga. Si hay factores que hacen que un plan de muestreo de posición sea demasiado complejo, se puede implementar alternativamente un plan de tiempo o distancia para intervalos designados.

Dentro de SOOP, los transectos de implementación de XBT se designan como de baja densidad, repetidos con frecuencia y de alta densidad o alta resolución. "Los transectos de baja densidad generalmente tienen como objetivo 12 realizaciones por año, con XBT desplegados en un espacio de 150 a 225 km, y están diseñados para detectar los modos de variabilidad oceánica a gran escala y de baja frecuencia.

Los transectos [FR] que se repiten con frecuencia generalmente se enfocan en 12 a 18 realizaciones por año, con XBT desplegados con un espacio de 100 a 150 km, y están diseñados para obtener observaciones de alta resolución espacial en realizaciones consecutivas en regiones donde la variabilidad temporal es fuerte y se puede resolver con un orden de Muestreo de 20 días. Los transectos de alta densidad (HD) [o alta resolución (HR)] apuntan a cuatro realizaciones por año, con XBT desplegados a un espacio de ~10-25 km, y están diseñados para obtener una alta resolución espacial sinóptica que resuelve la estructura espacial de remolinos de mesoescala, frentes y corrientes limítrofes" (Abraham et al., 2013) (Goni et al., 2019).

Las Zonas Económicas Exclusivas (ZEE) son aquellas en las que las naciones costeras tienen jurisdicción sobre los recursos naturales del océano, por lo que es posible que se necesite un permiso previo de la nación antes de permitir el muestreo. Antes de comenzar un plan de muestreo, conozca los límites y las reglas asociadas con cualquier ZEE en la región bajo estudio. De lo contrario, la embarcación y el programa podrían estar sujetos a multas graves y otras consecuencias.

4.2 Instalación en campo

Como se analiza con mayor detalle en el documento complementario "Reclutamiento de embarcaciones SOT y conducta a bordo", los tres aspectos más importantes de la instalación adecuada en el campo para todas las operaciones SOOP son la seguridad, el rendimiento y la estética.

- Seguridad: el equipo debe estar asegurado en su lugar de manera apropiada para el clima extremo y el balanceo que se encuentra en el mar. No debe inhibir el funcionamiento de escotillas, equipos de seguridad, ni movimiento de personal. El EPP adecuado es esencial para la seguridad y el cumplimiento, incluido un mínimo de casco, chaleco de visibilidad y zapatos de seguridad, además de un chaleco salvavidas cuando se está en el mar. Antes de trabajar fuera de borda en cualquier cubierta, asegure todas las herramientas y equipos con una cuerda de seguridad para que no puedan caer sobre el personal que se encuentra debajo o por la borda.
- Rendimiento: Seleccionar la ubicación más adecuada para el equipo minimiza las fallas y asegura el mejor datos de calidad
- Estética: es importante proyectar profesionalismo mientras se trabaja con los socios del programa. La estética importa para evitar un impacto negativo en la embarcación anfitriona porque no solo es una instalación desordenada visualmente

poco atractivo, también se ve poco profesional y puede atraer la atención incómoda de los inspectores que podrían plantear preguntas para las cuales los oficiales pueden no estar preparados. Comunicar y planificar las ubicaciones de los equipos con el capitán del barco y/o el ingeniero jefe puede ayudar a evitar infracciones e inconvenientes para el barco.

4.2.1 Ubicación del equipo

Sondas XBT: identifique una ubicación de almacenamiento lo más cerca posible de la ubicación de lanzamiento. Siempre que sea posible, el almacenamiento de XBT debe tener un clima controlado para evitar daños por calor, congelamiento o humedad excesivos. Las altas temperaturas pueden hacer que la cera, el pegamento y el aislamiento del cable se degraden. Con esas precauciones en mente, los XBT listos para el lanzamiento deben estar lo más cerca posible de la temperatura de la superficie del mar para minimizar el tiempo de equilibrio térmico del sensor de temperatura al entrar en contacto con el agua; no guarde las sondas para uso en el Ártico en un espacio con calefacción, ni las para uso en zonas tropicales en un espacio con aire acondicionado. (Cook y Sy, 2001). Guarde los XBT en sus cajas de embalaje; Una causa común de las fallas de XBT son los enganches del cable que pueden ocurrir cuando el cable se desliza en su carrete debido a demasiados empujones, vibraciones o impactos. Mantenga el envío al mínimo y el transporte en un palé para reducir la manipulación siempre que sea práctico. La manipulación y el almacenamiento adecuados de los XBT garantizan menos errores debido a la calidad de la sonda y, por lo tanto, menos puntos de datos perdidos.

Lanzador: el aspecto más importante al seleccionar la ubicación del lanzador es minimizar la posibilidad de que el cable XBT entre en contacto con cualquier parte de la nave. El lanzador y el operador deben estar fuera del alcance del oleaje del océano. Coloque el lanzador en lo que se espera que sea el lado predominantemente a sotavento para el viaje, teniendo en cuenta que puede ser necesario moverlo si persisten las condiciones de viento desfavorables. Evite los lugares donde las estructuras de la cubierta puedan crear remolinos de flujo de aire que tiren del cable XBT ligero a bordo. El lanzador debe estar a unos 3-4 metros por encima de la línea de flotación (Bringas y Goni, 2015). Evite los lugares cerca de donde se descargan sólidos por la borda, como vertederos de basura.

Los lanzadores automáticos generalmente se montan en la barandilla de popa en la cubierta más baja, lo más lejos posible a babor o estribor para evitar la turbulencia de la hélice. Los lanzadores automáticos son pesados, asegúrese de que los sujetadores estén seguros y del tamaño adecuado para la carga; asegúrelos siempre con una correa de seguridad antes de montarlos y desmontarlos.

Los lanzadores manuales también están mejor ubicados en la cubierta más baja, lejos de las turbulencias, pero permiten una mayor flexibilidad en su ubicación. Por ejemplo, un lanzador manual en la plataforma del puente tiene la ventaja de utilizar el recurso del personal del puente para la recopilación de datos. Tenga en cuenta que, cuando el puente está muy por encima de la línea de flotación y delante de las estructuras de los barcos que interfieren, habrá más fallas de los XBT lanzados desde el puente.

Cableado: ¡ La seguridad ante todo! El cableado debe instalarse para evitar daños, evitar riesgos de tropiezos, no debe impedir el cierre de escotillas y ojos de buey, y no debe bloquear el acceso por la borda de los botes salvavidas/balsas salvavidas, ni el acceso del personal a ningún equipo de salvamento. Por ejemplo, no conecte un cable a la baliza de luz de un salvavidas, ni pase el cable a través de un acceso poco utilizado al área de abordaje del bote salvavidas. Tenga cuidado de que los cables no se dañen con las escotillas. Los cables deben estar tensos, con puntos de conexión frecuentes para evitar que se enreden con las extremidades o herramientas de los trabajadores, como varillas de amarre o mangueras contra incendios. Tenga en cuenta que algunos espacios están prohibidos para el tendido de cables, mientras que otros espacios requieren que las conexiones de los cables sean de metal para que no se derritan en un incendio. Siempre que sea posible, los cables que crucen las pasarelas deben tenderse por encima de la cabeza; de lo contrario, utilice una rampa para cables. Refuerce los puntos de fricción con capas adicionales de aislamiento. Para tramos largos de cable, deje un bucle de servicio de cable en los puntos de conexión para permitir reparaciones sin necesidad de quitar todo el cable.

Equipo de control: Los controles electrónicos del sistema (computadora, etc.) deben estar en un espacio climatizado al que se pueda acceder de manera segura en todas las condiciones. El sobrecalentamiento no solo es el enemigo de las computadoras, sino que también se ha demostrado que causa errores en la electrónica DAQ. Asegure todos los componentes para evitar que se resbalen al rodar en vehículos pesados.

clima. Si se trata de un espacio de trabajo compartido, reduzca el espacio que ocupa el banco asegurando los componentes a los que no es necesario acceder en el piso o en un gabinete.

Transmisor y GPS: Las antenas de estos instrumentos dependen de una vista clara del cielo hasta el horizonte para comunicarse con los satélites. A veces, una antena GPS se puede configurar justo dentro de una ventana y recibirá una señal adecuada, pero es fundamental que la señal permanezca constante porque un perfil de datos con una posición faltante o inexacta es un perfil de datos inútil. Los transmisores tienen menos satélites disponibles, que pueden ser bloqueados por estructuras de cubierta y, por lo tanto, es mejor montarlos encima del puente.

4.2.2 Puesta a tierra El

sistema de puesta a tierra debe estar conectado a tierra en el océano (denominado "tierra de agua de mar"), conectando el punto de puesta a tierra del sistema al casco de metal del barco con un cable de sección transversal mínima de 3,3 mm². Según el sistema, el punto de conexión a tierra puede estar en el lanzador o en el sistema DAQ, pero nunca en ambos. Para cascos no metálicos, conéctelo al eje del timón o a las tuberías del barco. No utilice la conexión a tierra eléctrica del barco como punto de conexión a tierra del sistema. Una mala conexión a tierra causará fallas importantes en los datos y posiblemente sea la falla de instalación más común. Pruebe la calidad de la tierra con un ohmímetro con un cable en la tierra del sistema y el otro en el metal expuesto del casco del barco que no sea el punto de conexión; la resistencia debe ser inferior a 5 ohmios.

Mueva el cable de tierra en ambos extremos para asegurarse de que no haya una gran fluctuación en la lectura de resistencia.

Múltiples puntos de tierra en el sistema pueden crear bucles de tierra que causan interferencias en la señal de temperatura (Lockheed Martin, 2003). Evite los bucles de tierra eliminando las conexiones a la tierra eléctrica del barco en la fuente de alimentación del hardware DAQ. Esto se puede lograr utilizando un cable de alimentación sin clavija de conexión a tierra en el extremo del receptáculo. El punto de conexión a tierra del lanzador funcionará igual que la clavija de conexión a tierra del cable de alimentación del hardware DAQ siempre que la conexión a tierra del lanzador permanezca conectada al sistema. **NOTA DE SEGURIDAD: Primero establezca la conexión a tierra del sistema antes de conectar el sistema al receptáculo de alimentación y no elimine la conexión a tierra del sistema cuando el equipo esté enchufado. tierra electrica Solo el hardware DAQ que está conectado a estas fuentes de alimentación debe tener la clavija de conexión a tierra del cable de alimentación eliminada mientras se mantiene la conexión a tierra a través del punto de conexión a tierra del sistema.**

Conecte a tierra el receptor GNSS al casco del barco para protegerlo contra rayos.

4.2.3 Consideraciones de energía La

interferencia eléctrica causada por desequilibrios transitorios en los sistemas catódicos activos del barco, fallas eléctricas, transmisores electromagnéticos, comunicación por radio y el uso de equipo pesado a bordo pueden interferir con la tarjeta DAQ, las fuentes de alimentación o incluso el XBT. cable de sonda que actúa como antena, a veces a niveles catastróficos (Cook y Sy, 2001). Ver datos de prueba XBT a una escala ampliada, como se describe en la sección 4.1.2 "Prueba", es una buena herramienta para revelar y diagnosticar interferencias eléctricas. La primera línea de defensa es utilizar fuentes de alimentación de alta calidad en el diseño del sistema. Según Sippican, algunos problemas inducidos por el barco se pueden remediar mediante el uso de un transformador de ultraaislamiento para aislar el sistema del suelo del barco. Otros problemas pueden beneficiarse de un UPS, pero es esencial seleccionar una unidad de grado marino de alta calidad. Las regletas supresoras de sobretensiones, si se usan, deben ser de grado marino. La electrónica dentro del UPS y los supresores de sobretensiones diseñados para uso en tierra son incompatibles con la energía del barco y no solo pueden exacerbar el problema sino que también pueden ser peligrosos. Una vez más, asegúrese siempre de que estas unidades estén conectadas a la tierra eléctrica del barco a través del cable de alimentación con conexión a tierra suministrado por el fabricante. A veces, un problema encontrado con la energía se puede remediar usando un circuito diferente. Otras veces, la interferencia es transitoria y desaparecerá por sí sola. Por ejemplo, los equipos a bordo como grúas, soldadoras y amoladoras pueden causar interferencias eléctricas que desaparecerán cuando el equipo no esté en uso.

Involucrar al electricista y los ingenieros del barco a menudo ayuda a identificar y eliminar las fuentes de interferencia eléctrica del barco.

4.2.4 Pruebas Probar

el sistema in situ antes de comenzar las mediciones de campo es tan importante como las pruebas previas a la implementación. Realice pruebas para asegurarse de que la instalación sea correcta, para comprobar si hay daños que puedan haberse producido durante el transporte y también porque las condiciones de alimentación a bordo son diferentes a las del laboratorio. Al igual que en los preparativos previos al despliegue, utilice una sonda de prueba de temperatura y amplíe la escala del gráfico para revelar patrones de trazas inusuales del orden de miligrados y pruebe si hay "salpicaduras falsas". Realice una prueba en cada una de las posiciones del lanzador automático (si se usa) y el lanzador manual. Compare los resultados de cada puesto entre sí y con los resultados obtenidos en las pruebas previas al despliegue. La apariencia de la traza debe ser una línea recta, sin deriva, con una media máxima, mínima y nominal como se esperaba. Consulte la sección 4.1.2 "Pruebas" para ver la discusión completa.

4.3 Técnicas de campo

4.3.1 Supervisar el plan de muestreo

El plan de muestreo debería haberse establecido durante los preparativos previos al despliegue, pero podría requerir un ajuste basado en la derrota real del barco o las condiciones locales.

- Evite varias caídas en la misma posición una vez que ya se ha obtenido un buen perfil para esa posición.
Por ejemplo, si el barco está a la deriva o está anclado, suspenda un plan basado en el tiempo o en la posición. • Supervise las alteraciones del curso y la velocidad para asegurarse de que los objetivos del plan de muestreo sean consistentes con los nueva pista o velocidad.
- Supervisar los datos para cambiar el muestreo según corresponda. Por ejemplo, los límites esperados de un la corriente importante puede cambiar, así que observe los datos en el enfoque y aumente la densidad de muestreo según sea necesario. Además, recopile perfiles de datos adicionales en una ubicación donde los datos parezcan malos, cuestionables o inusuales.
- Supervisar las ZEE. Lanzar XBT está permitido en muchas ZEE, pero en el caso de que exista una zona de descarga prohibida conocida. está en la ruta, o el barco se desvía a tal área, modifique el plan según sea necesario.

4.3.2 Medición de la altura de lanzamiento

Se debe registrar la altura de lanzamiento y la velocidad XBT se debe factorizar en la compensación de profundidad FRE empleada en el procesamiento de datos (Bringas y Goni, 2015), es decir, las sondas lanzadas desde el puente 10 cubiertas hacia arriba se moverán más rápido que una sonda desplegada desde la cubierta de popa cerca de la superficie. Esto se hace de manera más fácil y precisa utilizando una herramienta de medición de distancia láser sostenida a la misma altura y ubicación que el lanzador mientras está en marcha a la velocidad típica. Se requiere cierta técnica con esta herramienta porque si el agua es demasiado cristalina y clara, el láser no se reflejará en la superficie del agua; en ese caso, intente capturar un poco de agua blanca directamente debajo creada por la turbulencia. La velocidad del barco, la posición en el barco y la carga del barco afectan la altura de cualquier cubierta sobre el agua. Por lo tanto, las mediciones más precisas de la altura del lanzador deben realizarse en condiciones in situ.

Alternativamente, la altura se puede calcular siempre que se incorporen en el cálculo las tablas de velocidad, calado y sentadillas (el cambio de calado del barco en marcha) del barco. No olvide ingresar la altura de lanzamiento en los metadatos de cada gota en caso de que se cambie la posición del lanzador.

4.3.3 Lanzamiento de XBT

Una vez liberada, la sonda XBT debe ingresar al agua lo más verticalmente posible y su recipiente montado en el barco debe alinearse lo más cerca posible con el ángulo de la trayectoria desenrollada del cable para minimizar la abrasión contra la abertura del recipiente. Los lanzadores de montaje fijo en la popa brindan la entrada vertical más confiable y deben configurarse en un ángulo de 10 a 30 ° hacia abajo desde la horizontal. El lanzamiento manual debe liberar las sondas lejos del casco del barco. Si bien a veces es imposible, trate de evitar que las sondas se den vueltas o hagan contacto con el agua en una posición más horizontal porque eso reducirá la tasa de caída. Después de soltar la sonda, el lanzador se puede sostener en el ángulo óptimo para desenrollar el cable sin problemas.

4.3.4 Observación de datos y relanzamiento Observe el progreso

de los datos durante el lanzamiento en tiempo real usando el sistema disponible comercialmente o una capacidad de interfaz de trazado desarrollada por el usuario. Graficar el perfil de temperatura actual sobre los perfiles anteriores puede ser una pista visual instantánea para alertar sobre posibles datos erróneos. El perfil debe ser bastante suave y en su mayoría similar al perfil anterior recopilado cerca sin grandes desviaciones de temperatura, sin ruido de alta frecuencia ni picos grandes y afilados. Consulte la sección 8 "Métodos de evaluación de la calidad" y el Libro de recetas de control de calidad de CSIRO (Bailey et al., 1994) para identificar las características del perfil y los modos de falla. Si hay una característica inusual en el perfil de datos, o cuando los datos están obviamente comprometidos, se debe iniciar otro XBT lo antes posible. El perfil de temperatura subsiguiente puede confirmar las características de los datos y garantizar que no haya lagunas en los datos. Si los costos de la sonda XBT son una preocupación, las caídas repetidas pueden limitarse a donde los datos sospechosos se encuentran en los 200 m superiores del perfil y/o donde el área de observación del estudio es más crítica.

Si usa un lanzador automático, mantenga el lanzador manual listo para que pueda implementarse sin perder ningún dato de la estación. El lanzador automático más complejo puede llevar mucho tiempo para solucionar problemas y reparar y es posible que no se pueda reparar en el campo.

4.3.5 Consideraciones climáticas Las condiciones

climáticas que provocan un movimiento extremo del barco, fuertes lluvias, viento o relámpagos pueden afectar negativamente la recopilación de datos. No suba a cubierta si las condiciones son demasiado peligrosas; Regístrese con el compañero de guardia y siga las órdenes de seguridad del capitán utilizando precauciones adicionales, como llevar una escolta y usar un salvavidas. Esfuércese por asegurarse de que el cable que se desenrolla no entre en contacto con el barco durante la caída. A veces, las condiciones del viento pueden hacer que esto sea un desafío, intente cambiar la ubicación de lanzamiento a una cubierta más baja o un área más protegida donde las estructuras de la cubierta no creen remolinos u obstáculos. Los relámpagos pueden causar picos severos en el perfil de datos durante horas después de que ya no se puedan observar. El mal tiempo comúnmente da como resultado el estiramiento o la rotura del cable, lo que provoca errores de datos tanto obvios como sutiles (consulte la sección 8 "Métodos de evaluación de la calidad" para ver ejemplos). Al precargar el lanzador, es importante proteger las sondas cargadas de la lluvia. Las sondas húmedas pueden devolver datos antes de entrar en el agua, lo que provoca un contacto temprano con el agua observado o una "salpicadura falsa". Las observaciones y los lanzamientos repetidos deberían confirmar si el clima es la fuente de datos incorrectos. Si el clima impide lanzamientos exitosos, reanude el lanzamiento tan pronto como mejoren las condiciones.

4.3.6 Cuidado y mantenimiento Durante la

travesía, todo el equipo debería recibir un mantenimiento regular para protegerlo contra daños causados por las duras condiciones ambientales. Además, recopile datos de prueba al principio y al final de cada cruce para verificar el rendimiento y la estabilidad del sistema.

Proteja el lanzador y cualquier equipo exterior de la corrosión por sal y hollín de chimenea enjuagándolos con agua dulce uno o dos días. Cuando no esté en uso, deje el recipiente de la sonda vacío bloqueado en el lanzador para proteger las clavijas de contacto de la corrosión. Cubra el lanzador según corresponda para protegerlo de las inclemencias del tiempo, como el hielo.

Lubrique las partes móviles con lubricante de alta calidad apropiado para los materiales. Lubrique los componentes de sellado de goma con una pequeña cantidad de lubricante de silicona de alta calidad sin cubrir los contactos eléctricos metálicos.

Asegúrese de que los contactos eléctricos permanezcan libres de sal, hollín, suciedad y aceite; reparar los sellos que permiten la intrusión de estos contaminantes. Inspeccione el cableado en busca de dobleces, conectores comprometidos y daños en el aislamiento; refuerce los puntos de fricción con aislamiento adicional. Inspeccione los puntos de conexión en busca de signos de aflojamiento y fatiga del material que comúnmente son causados por la vibración del barco, la corrosión y la degradación de los rayos UV. Proteja las partes corrosibles con revestimientos anticorrosivos y cubiertas de lona cuando corresponda. Entre cruces, guarde el equipo fuera de la cubierta en cajas de envío.

Los dispositivos electrónicos interiores deben controlarse regularmente para detectar signos de sobrecalentamiento o humedad. Tenga en cuenta que a medida que la embarcación cambia de rumbo y posición, un lugar que alguna vez fue frío puede quedar expuesto a más sol o a cambios en el

clima. Tenga cuidado de no soltar los cables y mantenga el área alrededor del equipo libre de polvo. Los dispositivos electrónicos que se utilizan durante períodos prolongados pueden obstruirse con polvo dentro de sus gabinetes que atrapan el calor, la humedad y la sal corrosiva del aire. Si se usan baterías, inspeccione para detectar corrosión y fugas. Haga un programa de inspección como parte del informe del crucero y no olvide incluir baterías de repuesto y herramientas auxiliares como linternas y multímetros.

5 Calibración

Las sondas XBT individuales no se pueden calibrar antes de su uso porque cualquier prueba en el agua es destructiva. En el pasado, los cambios en los métodos o ubicaciones de los fabricantes han provocado cambios en las características de rendimiento y la confiabilidad. Si bien los fabricantes realizan ejercicios de control de calidad en el campo y en el laboratorio, se recomienda realizar pruebas puntuales en un pequeño lote de XBT para garantizar que cumplan con las especificaciones según lo permitan el tiempo y el presupuesto. Consulte los "Procedimientos de prueba estándar XBT/XCTD" desarrollados para SOOPI-III (Sy y Wright, 2000), para la implementación de la verificación independiente.

Cuando se descubre un lote problemático de XBT en el laboratorio o en el campo, rastree los números de serie de la sonda y la fecha de fabricación (DoM) y haga referencias cruzadas con otras sondas de ese período de tiempo para ver qué tan frecuentes son los problemas (esta es la razón por la cual DoM debe registrarse siempre en los metadatos del perfil). La(s) falla(s) debe(n) documentarse y resumirse para el fabricante, ya que eso podría llevar al descubrimiento de problemas en la fábrica que pueden corregirse en lotes futuros. Se ha obtenido una buena cooperación para abordar los problemas de calidad y las sondas de reemplazo tanto de Sippican como de TSK.

La electrónica patentada de las tarjetas DAQ Sippican y TSK tampoco está diseñada para calibración. Una sonda de prueba de temperatura XBT con resistencias estándar de buena calidad es el mejor método para garantizar que todo el sistema funcione de acuerdo con las especificaciones.

6 Exactitud y precisión Según lo declarado

por los fabricantes, la precisión del sistema de Deep Blue XBT y TSK T-7s de Sippican para la temperatura es de $\pm 0,2$ °C y para la profundidad es de 4,6 m o ± 2 %, lo que sea mayor (Lockheed Martin, 2021) . Tenga en cuenta que, en algunas condiciones y con sistemas que no están bien evaluados, la precisión podría ser peor. El transitorio de arranque es la profundidad a la que la señal de temperatura inicial ha llegado al equilibrio con la temperatura del agua del mar. A profundidades menores que eso, la temperatura está fuera de la precisión indicada por el XBT y se considera poco confiable. Se acepta comúnmente que la profundidad transitoria de inicio es <4 m, pero se ha demostrado que depende de la tarjeta DAQ y podría ser más profunda, una consideración importante para evitar un sesgo sistemático en la temperatura de la superficie del mar (Kizu y Hanawa, 2002). La comunidad científica ha determinado que la precisión nominal de los datos XBT es adecuada para muchas aplicaciones científicas y que los datos históricos corregidos por sesgo se pueden aplicar con fines de investigación climática (Cheng et al., 2016). Se han realizado muchos estudios que involucran la precisión de XBT en volúmenes de datos históricos; Para una mayor consideración, se puede encontrar una lista completa de referencias de pruebas de calidad XBT compiladas por los Centros Nacionales de Información Ambiental (NCEI) de la NOAA en su sitio web de bibliografía XBT (<https://www.ncei.noaa.gov/access/world-ocean-base-de-datos/xbt-bibliografia.html>). El NCEI también ofrece una lista de publicaciones de correcciones XBT que analizan los sesgos en los datos de temperatura, así como los errores de tasa de caída (<https://www.ncei.noaa.gov/expended-bathythermograph-xbt-corrections>). Además, la comunidad de la base de datos oceánica de calidad controlada internacional (IQUOD) (<http://www.iquod.org>) está trabajando activamente para construir una base de datos de temperatura de calidad climática a partir de todos los datos de perfil de temperatura recopilados mediante el desarrollo de un estándar de control de calidad consistente (Cowley et al., 2021).

En el programa SOOP XBT de Scripps Institution of Oceanography, las mediciones de prueba que utilizan el sistema Sippican MK21 XBT con sondas de prueba XBT de 1,5 °C nominales son capaces de producir resultados con rangos de ruido de $\pm 0,001$ a $\pm 0,005$ °C y con una repetibilidad de $\pm 0,005$ °C. Si bien los resultados no están publicados, es una buena estimación de

observaciones de precisión que abarcan miles de mediciones en docenas de sistemas realizadas durante más de dos décadas. Cuando se identifican tarjetas DAQ que no funcionan con este nivel de precisión, se excluyen del uso en mediciones de grado climático para reducir el sesgo del sistema tanto como sea posible.

7 estándares

Como se describe en la sección 3.8 "Sondas de prueba", las sondas de prueba XBT proporcionan el estándar utilizado para el sistema de medición XBT. El recipiente de prueba acoplado con el sistema de medición debe funcionar al menos un orden de magnitud mejor que la exactitud declarada del sistema XBT de $\pm 0,2$ °C en precisión y exactitud.

8 Métodos de evaluación de la calidad Esta sección analiza

las observaciones y acciones de evaluación de la calidad en tiempo real que se deben tomar en el campo. Se pueden aplicar evaluaciones más rigurosas y banderas de control de calidad ampliadas en el posprocesamiento para producir datos en modo retardado, que se tratan en el artículo complementario de mejores prácticas "Control de calidad XBT en modo retardado".

El técnico de campo es la primera línea de ataque para una gran garantía, evaluación y control de calidad. Tras la identificación de problemas de calidad, el técnico debe anotar indicadores de datos, intentar rectificar la causa de inmediato para evitar datos deficientes o faltantes, y documentar las observaciones y los pasos tomados en el informe de crucero.

Aunque podría ser deseable, en la actualidad no existe un único esquema de marcado de control de calidad universalmente establecido y, en general, se reconoce que es más realista aceptar diversos estándares y traducirlos entre ellos (Bushnell et al., 2019). La Comisión Intergubernamental de los Océanos (COI) ha propuesto un sistema de indicadores de calidad de dos niveles para el intercambio de datos oceanográficos. El nivel primario está definido por cinco banderas y se aplica a cualquier tipo de datos que solo necesite banderas básicas. Las banderas de nivel primario se complementan con las banderas de nivel secundario que son creadas por el grupo utilizando las banderas en función de sus necesidades e historia específicas (Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO, 2013). La propuesta del COI incluye referencias cruzadas a algunos esquemas de indicadores de datos para diferentes programas con un plan para mantener las referencias actualizadas en el sitio web de Ocean Data Standards (<https://www.oceandatastandards.org>). SOOIP recomienda el uso del esquema de señalización del Programa de Perfil de Salinidad y Temperatura Global (GTSP). Tenga en cuenta la diferencia crítica entre las banderas primarias de IOC y GTSP para la descripción del código 2.

Tabla 1: Comparación de esquemas de marcado

Indicadores de calidad Code GTSP (utilizados por SOOP)	IOC 54: Banderas de calidad V3	
0	No se ha asignado ningún control de calidad.	
1	Se realizó control de calidad; parece ser correcto Bueno	
2	Se realizó control de calidad; probablemente bueno	No evaluado, no disponible o desconocido
3	Se realizó control de calidad; parece dudoso	Cuestionable/sospechoso
4	Se realizó control de calidad; parece erróneo	Malo
5	El valor se cambió como resultado del control de calidad.	
9	falta el valor	Datos perdidos

Los datos y metadatos XBT que se marcarán son fecha/hora, posición, temperatura y profundidad. Tenga en cuenta que el perfil de temperatura podría contener varios indicadores, por ejemplo, puntos de 0-250 m marcados como datos correctos, 251-350 m probablemente buenos y 351-900 m erróneos. Idealmente, el software XBT puede realizar una evaluación de datos automatizada y un marcado de control de calidad, o permitir que el usuario ingrese indicadores de control de calidad antes de cualquier distribución de datos.

8.1 Evaluación de perfiles XBT para fallas básicas El operador es el

único observador directamente consciente de las condiciones de campo existentes que podrían estar afectando la calidad de los datos.

La experiencia con las condiciones de temperatura en la región y las comparaciones de datos adicionales son herramientas excelentes para ayudar a identificar anomalías de temperatura erróneas frente a anomalías reales. En tiempo real, el operador debe examinar la temperatura graficada contra la profundidad en busca de ruido de alta frecuencia, datos faltantes, grandes desviaciones de temperatura y picos agudos. Si bien las inversiones de temperatura aparentes y los segmentos de temperatura constante suelen ser condiciones del mundo real, también pueden indicar errores causados por el estiramiento o la rotura del cable o el contacto con el fondo marino. Compare el gráfico actual de temperatura-profundidad con el del perfil anterior y, si se observan datos incorrectos o cuestionables, se debe repetir la caída lo antes posible, ya sea por el operador o por el software a partir de su evaluación de control de calidad automatizada. El perfil de temperatura repetido subsiguiente puede confirmar las características de los datos y garantizar que no haya lagunas en los datos. Las características anómalas que están presentes o insinuadas en el perfil anterior y presentes en la caída repetida o en el siguiente perfil dan confianza a los datos. En ausencia de una caída repetida, los perfiles vecinos y los datos históricos archivados de la misma región geográfica son invaluable y deben graficarse superpuestos. Los conjuntos de datos archivados pueden mostrar si se esperan características como grandes inversiones, remolinos o múltiples capas mixtas para el área de estudio.

En el Apéndice: Ejemplos de características de perfil de datos XBT, se pueden encontrar ejemplos que representan datos normales, así como modos de falla comunes y las banderas de control de calidad descriptivas para etiquetarlos según el Libro de recetas de control de calidad de CSIRO (Bailey et al., 1994). Aunque es posible que no se apliquen todos los indicadores de control de calidad al perfil de datos en tiempo real, los ejemplos son una referencia útil para comprender los datos del perfil de temperatura XBT.

8.2 Verificación de metadatos Es

fundamental que el técnico de campo se encargue de que todos los metadatos de la plataforma y la medición se registren y transmitan con precisión, tal como se describe en la Norma de metadatos del WIGOS (OMM, 2019). Ship-ID, fabricante y modelo de la tarjeta DAQ, software y versión, información de la sonda XBT, posición de lanzamiento, fecha y hora de implementación, altura del lanzador, coeficientes FRE y banderas de control de calidad son ejemplos de metadatos cruciales. Debido a que los diferentes modelos de XBT tienen diferentes características que afectan su tasa de caída, es importante no solo usar el FRE apropiado, sino también incluir el nombre del fabricante, el modelo, el número de serie y la fecha de fabricación en los metadatos informados con cada caída (WMO/ COI, 2019). SOOPIP sostiene que "no se aplica ningún esquema de corrección a los datos XBT sin procesar. Todos los datos archivados solo deben contener profundidades calculadas por los fabricantes o por Hanawa et al. (1995) coeficientes y temperaturas obtenidas del sistema de recolección" (Cheng et al., 2016).

Además, debido a que la profundidad del perfil se calcula en función del tiempo, el tiempo desde el despliegue también debe registrarse explícita o implícitamente conociendo la frecuencia de muestreo de la tarjeta DAQ.

Cuando existen metadatos excelentes, los investigadores pueden revisar conjuntos de datos históricos y realizar mejoras mediante correcciones o ajustes basados en mejoras de conocimiento que inevitablemente llegan con el tiempo, como lo hace IQuOD. Estos conjuntos de datos ajustados de instituciones dispares que utilizan diferentes equipos y técnicas podrían fusionarse de manera efectiva creando un registro histórico integral y coherente. De hecho, durante su Cuarto Taller XBT, el Equipo Científico XBT hizo la recomendación del trabajo de Cheng et al. (2014) para correcciones de datos históricos y una evaluación integral de errores pasados y presentes (Cheng et al., 2016).

8.3 Comparaciones de datos de prueba

Además de probar el funcionamiento del equipo después de la instalación, se deben recopilar datos de prueba al comienzo y al final de cada crucero. También se debe volver a realizar la prueba cada vez que se cambia o repara la tarjeta DAQ, el lanzador, el cableado o la fuente de alimentación. Asegúrese de que el sistema se haya mantenido estable comparando los datos de las pruebas de laboratorio con todos los datos de las pruebas de campo recopilados durante el crucero. Verifique que no haya desviaciones fuera de los resultados esperados.

8.4 Informe de crucero Se

debe escribir un informe detallado para cada crucero XBT y al menos conservarlo con el archivo de datos interno original. Debe incluir todos los metadatos descritos en la sección 8.2 "Verificación de metadatos", así como anotaciones.

sobre problemas de equipos, sus causas, cambios y reparaciones de equipos. Mantenga un registro diario que incluya observaciones periódicas del clima que podrían afectar las mediciones, como velocidad y dirección del viento, relámpagos, lluvia intensa, hielo, etc. Para cada lanzamiento, anote cualquier observación inusual y el motivo de las banderas de perfil numeradas > 1 (Tabla 1). Incluya estadísticas sobre la cantidad de estaciones, las sondas utilizadas y las tasas de fallas de las sondas. Enumere los suministros necesarios para el próximo viaje y resuma los consejos para el próximo técnico. Tabular y resumir los resultados de todos los datos de prueba. Documente qué manual de procedimientos y mejores prácticas se utilizaron. No olvide especificar el nombre y los identificadores del proyecto científico, así como cualquier proyecto auxiliar que opere al mismo tiempo a bordo, como los despliegues de Argo o drifter.

9 Gestión de datos Todos los datos

XBT recopilados, incluidas las copias en papel de los registros, los informes de cruceros y los datos de las pruebas, deben ser conservados y archivados por el grupo que los recopila. Es una buena práctica mantener los datos utilizando múltiples métodos de almacenamiento diferentes, como: archivo de estado sólido, archivo en la nube y un disco accesible.

Los datos SOOP XBT también se archivan y distribuyen a través de NOAA/NCEI, el Australian Ocean Data Portal de red (AODN), las instituciones que realizan las operaciones y otros centros regionales de distribución de datos

Actualmente, SOT está trabajando con otros equipos de tareas organizacionales para establecer los estándares y procedimientos para la plataforma y los metadatos de medición y también las plantillas para el Formulario Universal Binario para la Representación de datos meteorológicos (formato BUFR) para enviar datos al GTS. Una vez que esto esté formalizado, hay planes para crear el documento complementario de mejores prácticas "Contenido y formato de metadatos XBT".

10 Resumen La

medición de los perfiles de temperatura oceánica de la parte superior del océano utilizando sondas XBT desplegadas en una red global de transectos establecidos continúa brindando datos importantes aplicables a los estudios climáticos, como el cambio de las corrientes oceánicas superiores, el transporte de calor meridional y el aumento termoestérico del nivel del mar.

El sistema de medición XBT en su forma más simple es compacto, económico, robusto, confiable y fácil de operar.

La aplicación omnipresente de las sondas XBT, implementadas por primera vez alrededor de 1967, ha llevado al soporte tecnológico a largo plazo del producto. Los componentes permanentes del sistema, que consisten en el lanzador, el hardware DAQ, el receptor GNSS, los controles de la computadora y la alimentación, pueden durar más de 10 años con un mantenimiento y monitoreo cuidadosos para garantizar la estabilidad (por ejemplo, los lanzadores y la tarjeta DAQ utilizada por el programa XBT de SIO han sido en servicio por más de 20 años). El bajo costo de realizar un gran número de mediciones de temperatura muy próximas entre sí es la razón clave para implementar esta técnica topográfica. Los costos se pueden minimizar aún más mediante la contratación de plataformas de barcos voluntarios y el empleo de personal que ya trabaja a bordo como operadores.

La longevidad de los programas de medición XBT aumenta su relevancia para los estudios de circulación oceánica global. Si bien otras plataformas de perfiles de temperatura, como el programa central Argo, ahora aportan muchos datos de alta calidad, "no pueden ocupar transectos de cuencas transoceánicas repetidos, de resolución de mesoescala, a través de las principales corrientes en el océano".

escalas de tiempo que se muestrean regularmente utilizando XBT de barcos en movimiento rápido” (Goni et al., 2019). Por otro lado, las limitaciones de precisión y la especialización espacio-temporal de los XBT requieren otras técnicas para compensar los sesgos regionales de los datos del programa. Por lo tanto, los XBT y otras plataformas de creación de perfiles son complementarios y también sirven como referencias cruzadas para identificar sesgos en el Sistema Mundial de Observación de los Océanos. Debido a que el sistema de medición XBT continuará cumpliendo con un nicho importante, la comunidad SOOP se mantiene activa en la promoción de mejores prácticas, avances en el diseño de sondas XBT y una mejor comprensión de sus características que mejorarán la precisión de la medición de temperatura (Abraham et al., 2013).

11 Organizaciones/Agradecimientos

Estas mejores prácticas para el aseguramiento de la calidad de XBT se basan en gran medida en la experiencia y los manuales operativos no publicados de los contribuyentes de datos XBT más prolíficos de SOOP: el Laboratorio Oceanográfico y Meteorológico del Atlántico, la Oficina Australiana de Meteorología, la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth y la Institución Scripps de Oceanografía. El Programa Ship of Opportunity opera bajo el Ship Observations Team (SOT), una red del Global Ocean Observing System, Observations Coordination Group (GOOS, OCG).

El Programa de perfil de temperatura y salinidad global (GTSP) es una cooperativa internacional desarrollada por un grupo de organizaciones de ciencias marinas para proporcionar a los investigadores y gerentes de operaciones marinas datos de temperatura y salinidad precisos, en tiempo real y de la mejor copia. La Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) administran conjuntamente la red de sistemas de captura, archivo y difusión del programa para garantizar un control de calidad, almacenamiento y acceso sostenidos.

Los Centros Nacionales de Información Ambiental (NCEI) de la NOAA albergan y brindan acceso público a uno de los archivos más importantes de datos ambientales en la Tierra, proporcionando datos atmosféricos, costeros, oceánicos y geofísicos completos. Esto incluye mantener el archivo a largo plazo de GTSP al proporcionar servicios de control de calidad y almacenamiento para garantizar que las mejores versiones de los datos de GTSP se conserven adecuadamente y estén disponibles para el público (<https://www.ncei.noaa.gov>).

CSIRO y el Centro de Cambio Climático y Sistemas Terrestres del Programa Nacional de Ciencias Ambientales del Gobierno de Australia apoyan a Rebecca Cowley. Rebecca Cowley y Craig Hanstein también están apoyando a la subinstalación Ships of Opportunity XBT, que forma parte del Sistema Integrado de Observación Marina de Australia (IMOS): IMOS está habilitado por la Estrategia Nacional de Infraestructura de Investigación Colaborativa (NCRIS). <https://imos.org.au/>

Mauro Cirano coordina el transecto NOAA AX97 High Density XBT, que es un esfuerzo multiinstitucional que recibe fondos brasileños del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y de las subvenciones para proyectos de investigación CNPq 405908/2016-4 y 443262/2019-5.

Janet Sprintall y Justine Parks, del Instituto Scripps de Oceanografía, cuentan con el apoyo de la NOAA Programa mundial de vigilancia y observación de los océanos (Premio NA20OAR4320278)

12 Glosario de Términos

Red de datos oceánicos australianos AODN

AOML Laboratorio Oceanográfico y Meteorológico del Atlántico, BUFR

Forma binaria universal para la representación de datos meteorológicos CSIRO

Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth de Australia DAQ

Adquisición de datos

FTP Protocolo de transferencia de archivos es un protocolo simple para transferir archivos en Internet.

GNSS Sistema Mundial de Navegación por Satélite

GOOS Sistema Mundial de Observación de los Océanos

Sistema de posicionamiento global GPS , una constelación GNSS.

GTS Sistema mundial de telecomunicaciones

GTSP Program mundial de perfiles de temperatura y salinidad IMOS

Sistema integrado de observación marina de Australia COI Comisión

Oceanográfica Internacional IQuOD Base de datos oceánica

internacional de calidad controlada NCEI Centros nacionales de

información ambiental de la NOAA

NOAA Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, Departamento de Comercio de los Estados Unidos OCG Grupo de

Coordinación de Observaciones PPE Equipo de

Protección Personal PPP El Protocolo Punto

a Punto es un protocolo para la comunicación entre dos nodos.

QC Quality Control SIO

Scripps Institution of Oceanography de la Universidad de California, San Diego SMTP Simple Mail

Transfer Protocol es un programa utilizado para enviar correos electrónicos utilizando una dirección de correo electrónico.

SOOPIP Panel de implementación del programa Ship of Opportunity SOT

Ship Observations Team UNESCO

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura WMO

Organización Meteorológica Mundial XBT eXpendable

BathyThermograph sondas de perfilado de temperatura

13 Referencias

Abraham, JP, Baringer, M., Bindoff, NL, Boyer, T., Cheng, LJ, Church, JA, Conroy, JL, Domingues, CM, Fasullo, JT, Gilson, J., Goni, G., Good, SA, Gorman, JM, Gouretski, V., Ishii, M., Johnson, GC, Kizu, S., Lyman, JM, Macdonald, AM, Minkowycz, WJ, Moffitt, SE, Palmer, MD, Piola, AR, Reseghetti, F., Schuckmann, K., Trenberth, KE, Velicogna, I. y Willis, JK, 2013. Una revisión de las observaciones de la temperatura del océano global: Implicaciones para las estimaciones del contenido de calor del océano y el cambio climático, *Rev. Geophys.*, 51 , 450– 483, (ver [doi:10.1002/rog.20022](https://doi.org/10.1002/rog.20022)).

Bailey, RJ; Gronell, AM; Philips, ÉL; Tanner, E.; Meyers, GA, 1994. Libro de cocina de control de calidad para datos XBT (datos de batitermógrafos desechables): Versión 1.1. Informe No.:221. (Ver <http://hdl.handle.net/102.100.100/237126?index=1>)

Bringas, F. y Goni, G., 2015: Dinámica temprana de las sondas Deep Blue XBT. *J. Atmos. Oceanic Technol.*,32, 2253– 2263. (Ver [jtechD150048.2253..2263 \(noaa.gov\)](https://jtechD150048.2253..2263.noaa.gov))

Bushnell, M., Waldmann, C., Seitz, S., Buckley, E., Tamburri, E., Hermes, J., Heslop, E., Lara-Lopez, A., 2019. Garantía de calidad de las observaciones oceanográficas: normas y orientación adoptadas por una asociación internacional, *Frontiers in Marine Science*, vol. 6, pp706, 2296-7745 (ver: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmars.2019.00706>)

Cheng, L., Abraham, J., Goni, G., Boyer, T., Wijffels, S., Cowley, R., Gouretski, V., Reseghetti, F., Kizu, S., Dong, S., Bringas, F., Goes, M., Houpert, L., Sprintall, J. y Zhu, J. (2016). XBT Science: Evaluación de sesgos y errores instrumentales, *Boletín de la Sociedad Meteorológica Estadounidense*, 97(6), 924-933. Recuperado el 27 de abril de 2021 de <https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/97/6/bams-d-15-00031.1.xml>

Cheng, L., Zhu, J., Cowley, R., Boyer, T. y Wijffels, S. (2014). Correcciones de polarización variable de tiempo, tipo de sonda y temperatura para observaciones históricas de batitermógrafos desechables, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 31(8), 1793-1825. Recuperado el 27 de abril de 2021 de https://journals.ametsoc.org/view/journals/atot/31/8/jtech-d-13-00197_1.xml

Cook, S. y A. Sy, 2001. La mejor guía y manual de principios para las operaciones del Programa Ships of Opportunity (SOOP) y el Batitermógrafo desechable (XBT). Marzo de 2001. Preparado para la Comisión Oceanográfica Internacional (COI) - Organización Meteorológica Mundial (OMM) - 3ra Sesión del Panel de Implementación de Buques de Oportunidades de la JCOMM (SOOPIP-III), 28-31 de marzo de 2000, La Jolla, California, EE. UU. (Consulte https://www.oceanbestpractices.net/bitstream/handle/11329/130/SOOP_best_guide.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cowley, R., Killick, RE, Boyer, T., Gouretski, V., Reseghetti, F., Kizu, S., et al. 2021. Base de datos oceánica internacional de calidad controlada (IQuOD) v0.1: Especificación de incertidumbre de temperatura. *Fronteras en Ciencias Marinas*, 8:607, 12pp. DOI:10.3389/fmars.2021.689695.

Goni, GJ, J. Sprintall, F. Bringas, L. Cheng, M. Cirano, S. Dong, R. Domingues, M. Goes, H. López, R. Morrow, U. Rivero, T. Rossby, R. Todd, J. Trinanes, N. Zilberman, M. Baringer, T. Boyer, R. Cowley, C. Domingues, K. Hutchinson, M. Kramp, M. Mata, F. Reseghetti, C. Sun, U. Bhaskar TVS, D. Volkov, 2019. Más de 50 años de exitosas mediciones continuas de secciones de temperatura por parte de la Red Global de Batitermógrafos Consumibles, su integrabilidad, sociedad beneficios y futuro, *Frontiers in Marine Science*. (Ver <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00452>)

Comisión Oceanográfica Intergubernamental/IODE. 2018. Sixth International XBT Science Workshop, IOC Project Office for IODE, Oostende, Belgium, 18-20 April 2018. Paris, UNESCO, 25 pp. 2018. (IOC Workshop Report No. 283) (Ver http://www.ioc.unesco.org/index.php?option=com_oe&task=viewDocumentRecord&docID=21820)

Hanawa, K., P. Rual, R. Bailey, A. Sy, M. Szabados, 1995. Una nueva ecuación profundidad-tiempo para los batitermógrafos desechables (XBT) Sippican o TSK T-7, T-6 y T-4, *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, Volumen 42, Número 8, págs. 1423-1451, ISSN 0967-0637. (Ver [https://doi.org/10.1016/0967-0637\(95\)97154-Z](https://doi.org/10.1016/0967-0637(95)97154-Z))

Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO, 2013. París. Estándares de datos oceánicos, Vol. 3: Recomendación para un sistema de indicadores de calidad para el intercambio de datos oceanográficos y meteorológicos marinos. (Manuales y guías del COI, 54, Vol. 3.) 12 págs. (inglés)(Ver https://www.nodc.noaa.gov/oads/support/MG54_3.pdf)

Kizu, S. y K. Hanawa, 2002. Transiente de arranque de la medición XBT, *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, volumen 49, número 5, páginas 935-940 (consulte [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(02\)00003-1](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(02)00003-1)).

Lockheed Martin, 2003. Manual de instalación, operación y mantenimiento del sistema de adquisición de datos del batitermógrafo Mk-21/USB. Número de pieza 308437, revisión C, páginas 3-2 a 3-12.

Lockheed Martin. Instrumentación Oceanográfica. Consultado en octubre de 2021. (Consulte <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/oceanographic-instrumentation.html>)

Administración Nacional Oceánica y Atmosférica. Correcciones de batitermógrafos desechables (XBT). Centros Nacionales de Información Ambiental. Consultado en abril de 2021. (Consulte <https://www.ncei.noaa.gov/expedable/bathythermograph-xbt-corrections>)

Administración Nacional Oceánica y Atmosférica. Tabla de referencias de pruebas de calidad XBT. Centros Nacionales de Información Ambiental. Consultado en abril de 2021. (Consulte <https://www.ncei.noaa.gov/access/world-ocean-database/xbt-bibliography.html>)

Sy, A. y Wright, D., 2000. Procedimientos de prueba estándar XBT/XCTD para pruebas de confiabilidad y rendimiento de sondas desechables en el mar. Borrador revisado. Ginebra, Suiza, WMO, TC SOT JCOMM Ship Observations Team, 8pp. (Ver <https://repository.oceanbestpractices.org/handle/11329/129>)

UNESCO, 1997. Recomendaciones de SOOPII a OOPC, SMC e IGOSS/GOOS. Primera reunión del Panel de Implementación del Programa Conjunto COI-OMM IGOSS Ship-of-Opportunity: Anexo VI, Ciudad del Cabo, Sudáfrica, 16–18 de abril de 1997.

Organización Meteorológica Mundial & Comisión Oceanográfica Intergubernamental (de la UNESCO). 2019. COMISIÓN TÉCNICA CONJUNTA OMM/COI PARA LA OCEANOGRAFÍA Y LA METEOROLOGÍA MARINA Décima reunión del equipo de observación de barcos Hong Kong, China, 01-04 de abril de 2019. Equipo de trabajo sobre metadatos SOOP BORRADOR.

Organización Meteorológica Mundial, 2019. Estándar de metadatos WIGOS. OMM-No. 1192. (Véase Norma [de metadatos del WIGOS \(wmo.int\)](#))

14 Apéndice: Ejemplos de características del perfil de datos XBT Esta sección está organizada

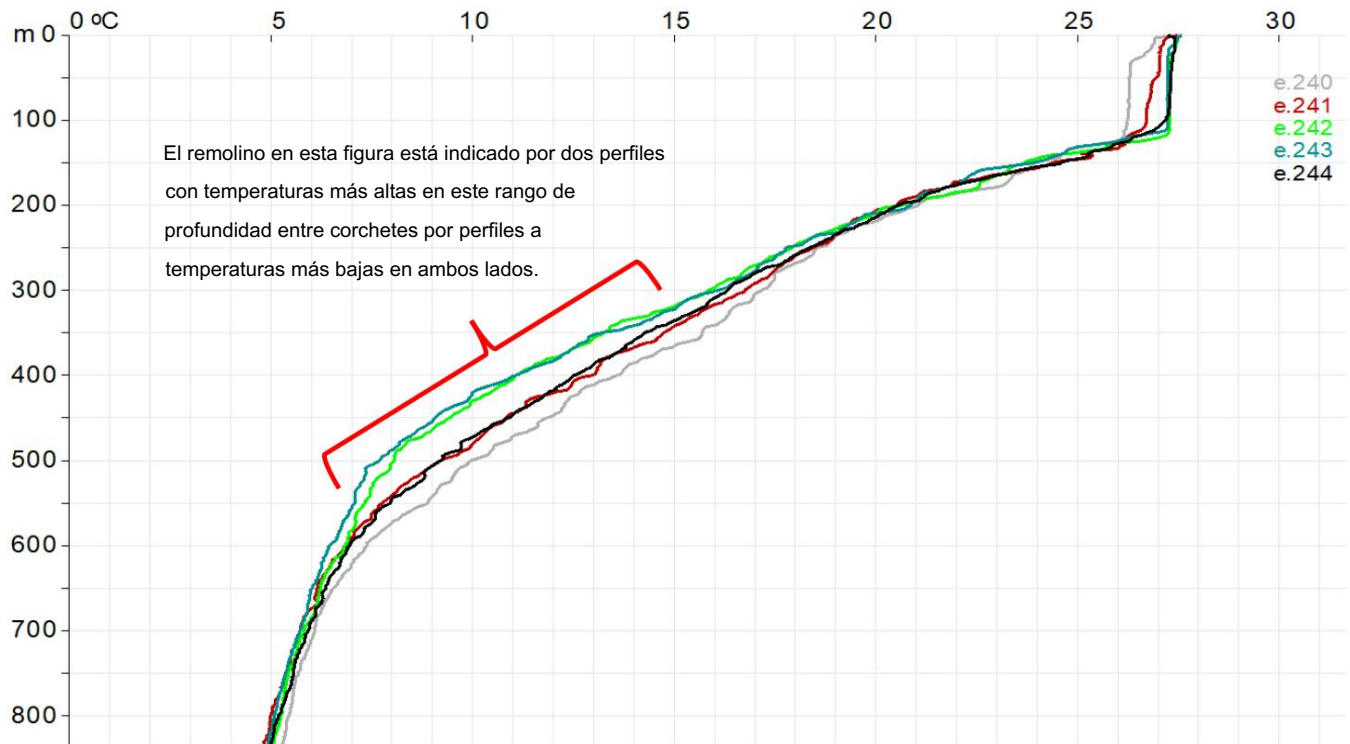
por códigos de marca GTSPQ QC (Tabla 1). Cada categoría de código incluye un par de ejemplos de perfiles con explicaciones del Libro de recetas de control de calidad para datos XBT de CSIRO (Bailey, 1994).

14.1 Código 1: se realizó el control de calidad; parece ser correcto Eddy o Front

Confirmado - Código 1

Un remolino o área frontal es un aumento o disminución de la temperatura en grandes rangos de profundidad en comparación con los perfiles vecinos. Un desplazamiento de temperatura puede aparecer en caídas alternas o secuenciales a medida que la trayectoria del barco cruza una corriente, un sistema de remolinos o una región frontal. Repita los perfiles que muestren temperaturas similares en profundidad, o los datos de archivo pueden confirmar la característica.

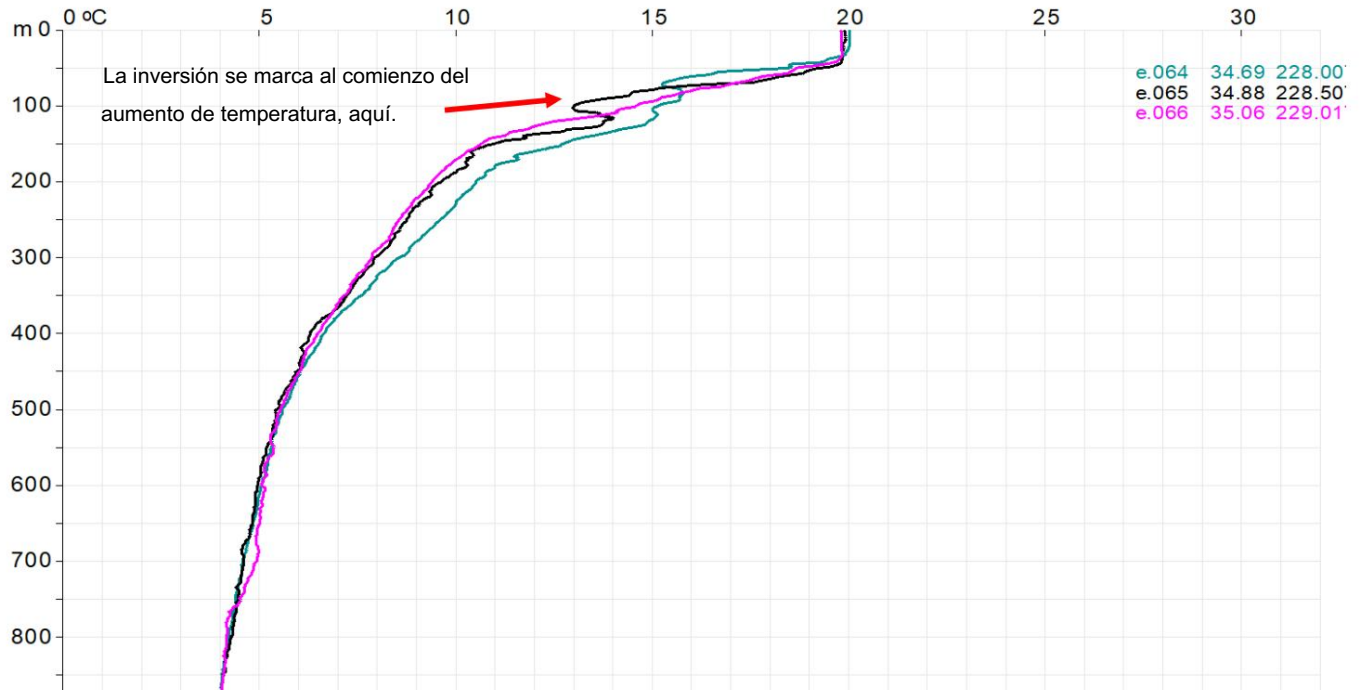
El remolino está marcado en la superficie y todo el perfil es código 1.



Inversión Confirmada - Código 1

Una inversión se define como un aumento confirmado de la temperatura con la profundidad observado en algún punto del perfil. La confirmación se establece mediante la observación de la misma característica en una gota vecina o repetida. Estas características generalmente ocurren en regiones específicas.

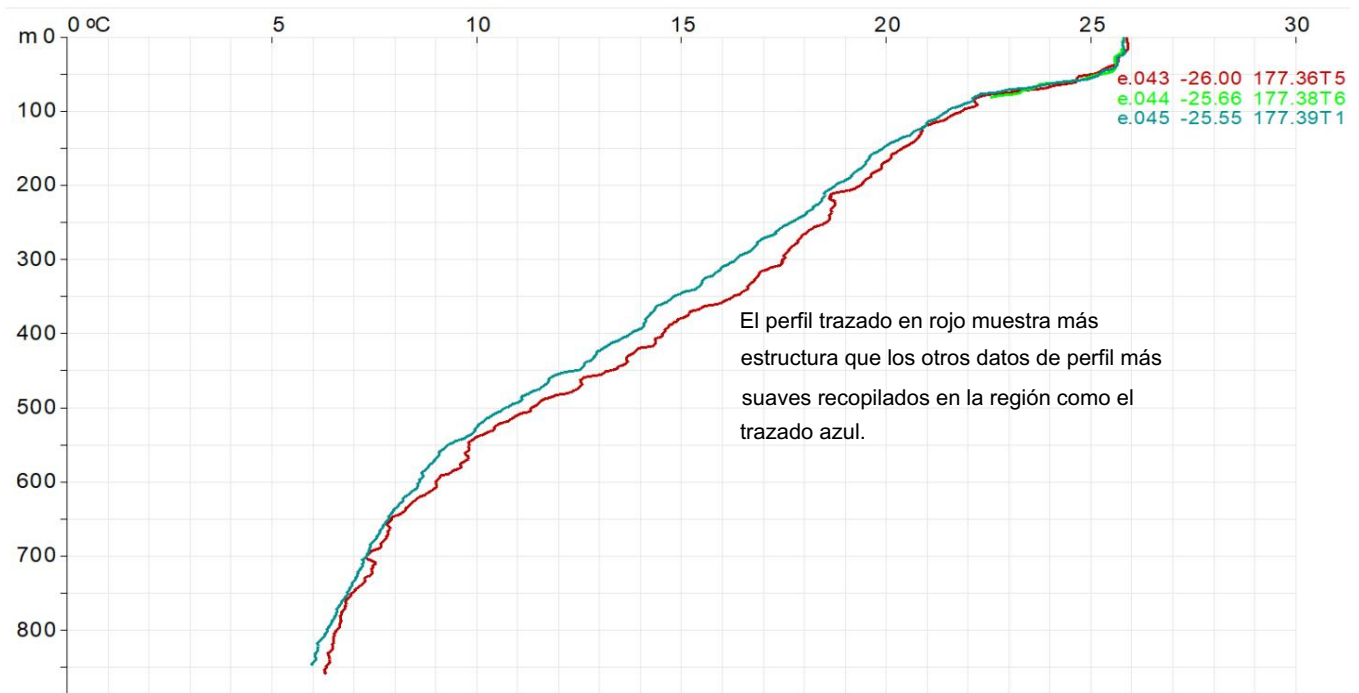
La inversión se marca al inicio del aumento de temperatura y el perfil es el código 1.



14.2 Código 2: se realizó el control de calidad; probablemente buena Estructura fina/Paso probable - Código 2

Las estructuras finas o los escalones se marcan si se observan características escalonadas estructuradas en una caída pero no pueden confirmarse completamente por un perfil vecino. Sin embargo, la característica es probablemente real porque previamente se han observado características similares en la región.

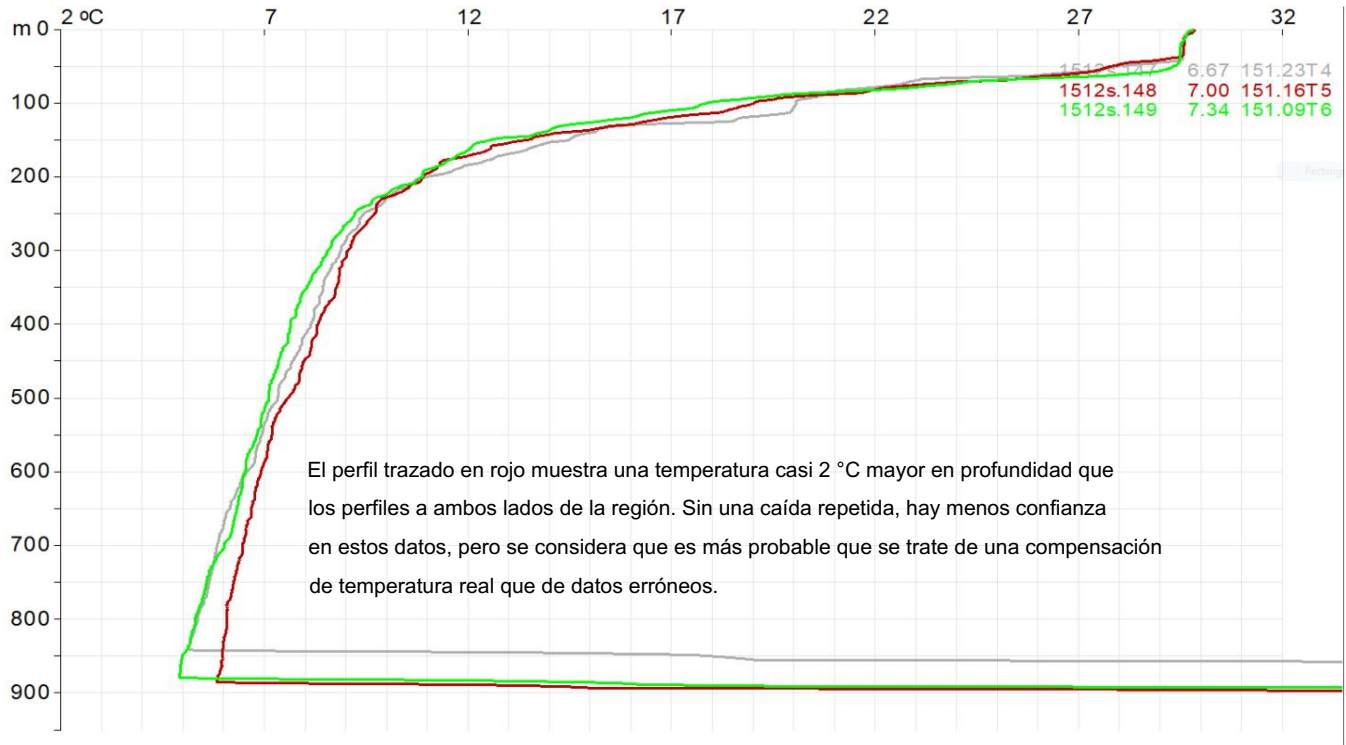
La estructura fina está marcada en la superficie y todo el perfil está marcado como código 2, así que no use esta marca si el perfil es ciertamente bueno.



Diferencia de temperatura en la profundidad - Código 2

Esta función se marca si se observa una diferencia de temperatura ($>0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$) en la profundidad en comparación con los perfiles vecinos, aunque la diferencia también puede ocurrir en todo el perfil. Si esta diferencia no se puede confirmar como real pero se sabe que ocurren remolinos o frentes en la región a partir de los archivos, entonces se considera que la característica es probablemente real.

La temperatura se marca al comienzo de la diferencia de temperatura y todas las profundidades más profundas son el código 2.

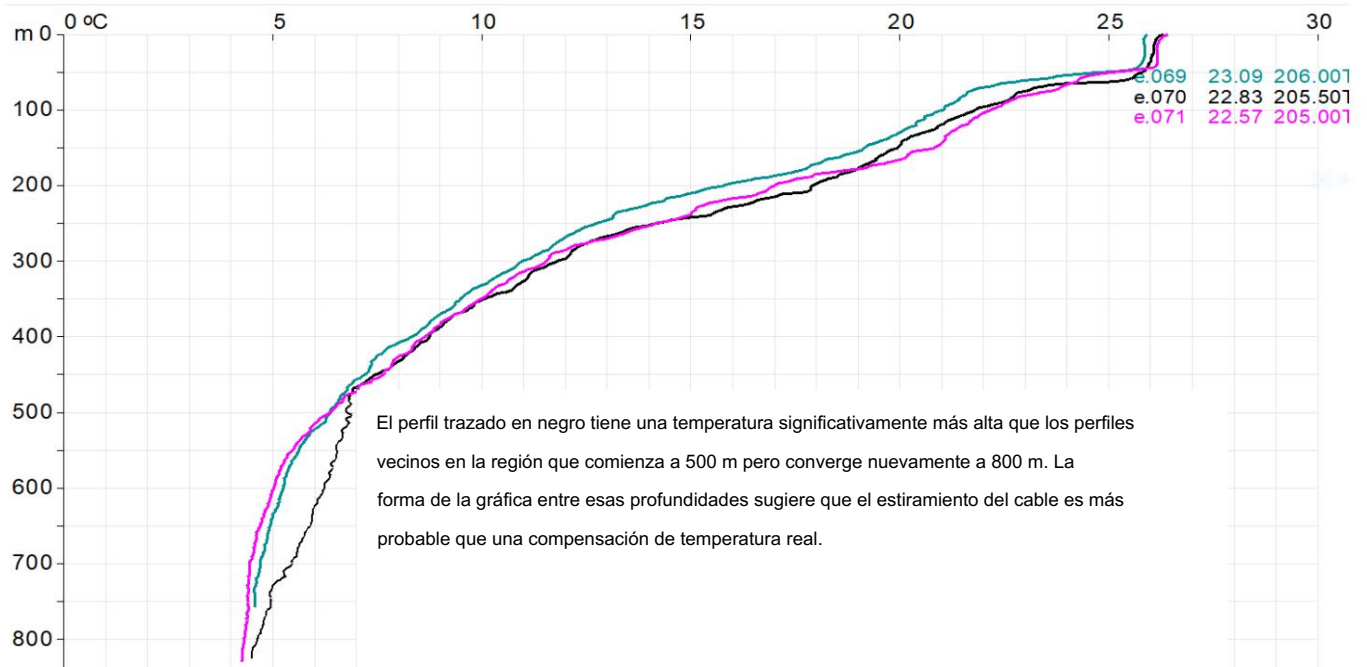


14.3 Código 3: se realizó el control de calidad; parece dudoso

Estiramiento del cable o compensación de temperatura posible - Código 3

Un posible estiramiento del cable es un pequeño calentamiento aparente de la temperatura con la profundidad en algún punto del perfil. Las diferencias de temperatura poco realistas que no pueden ser confirmadas por una gota vecina y existe evidencia limitada de que los remolinos o frentes ocurren en la región de los archivos a menudo son causados por el estiramiento del cable.

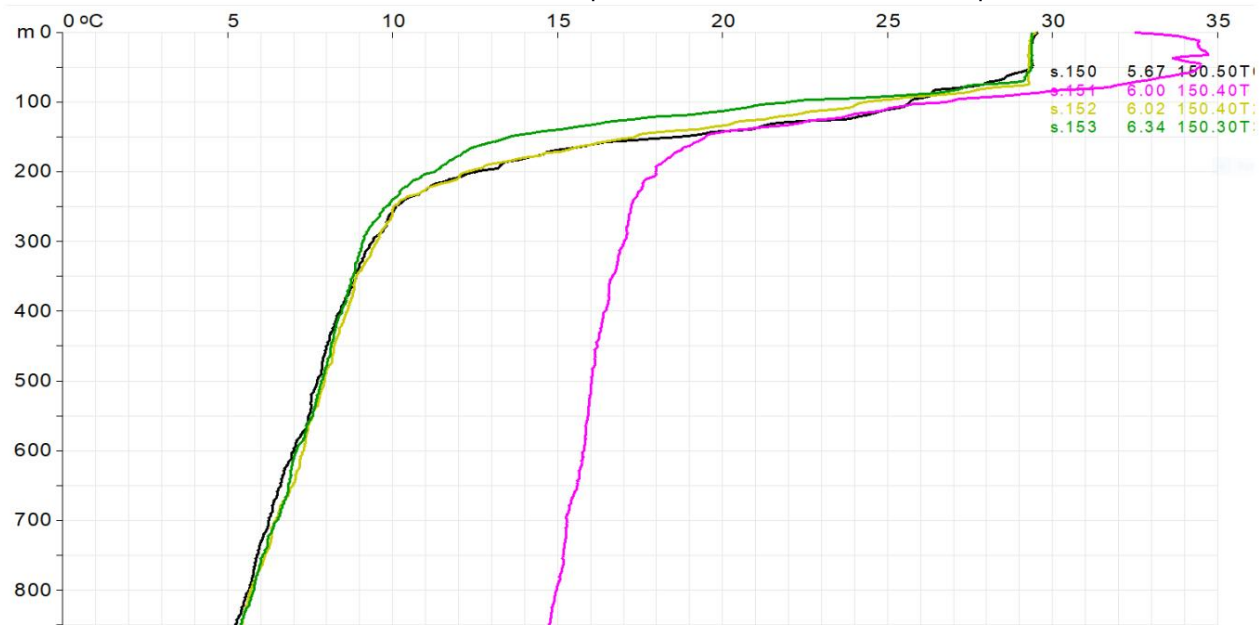
El estiramiento del cable está marcado al comienzo del tramo sospechoso y todas las profundidades a continuación tienen el código 3.



14.4 Código 4: se realizó el control de calidad; parece erróneo

Datos incorrectos en todo – Código 4

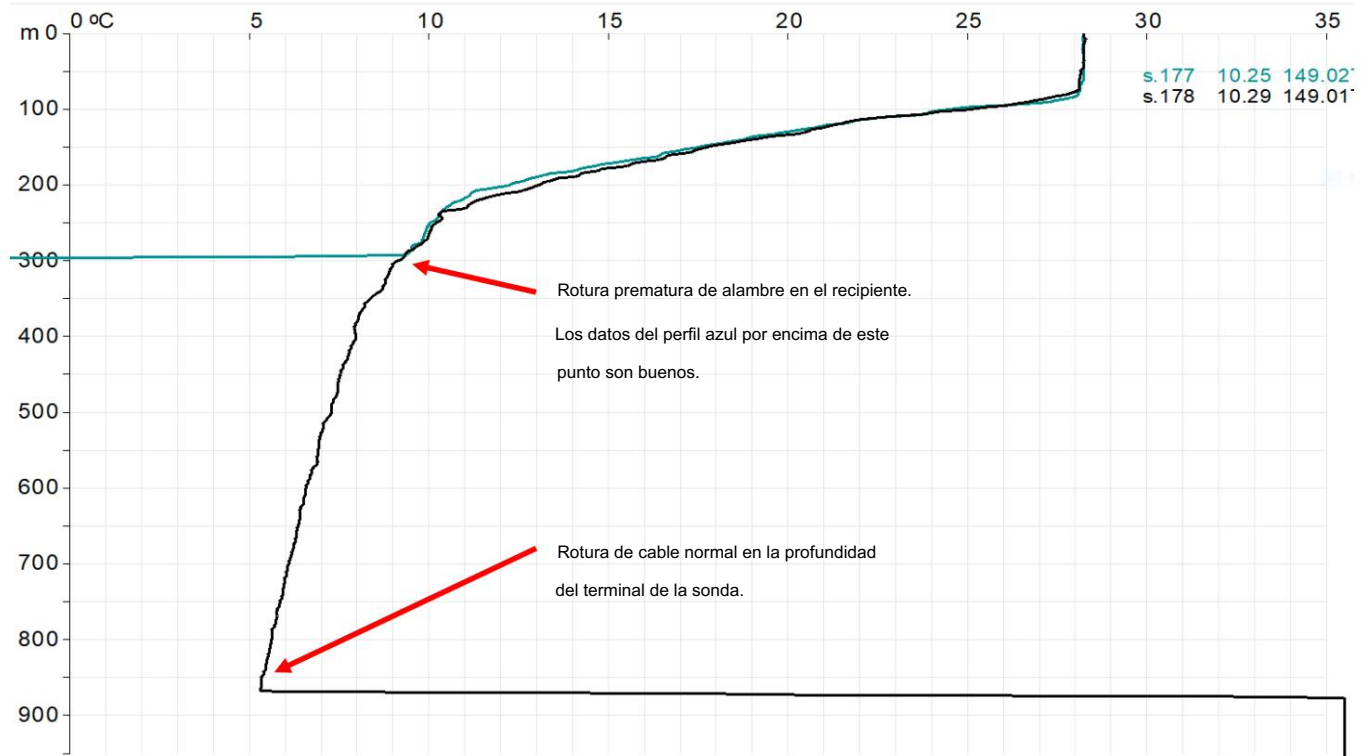
Si los datos son obviamente erróneos, como en el perfil rosa a continuación, todo el perfil se marca como código 4.



Rechazo de rotura de cable – Código 4

Cuando se rompe un cable XBT, un cortocircuito hace que las lecturas de temperatura se salgan de la escala hacia el extremo inferior (cuando el cable se rompe del carrete en el recipiente) o hacia el extremo superior (cuando el cable se rompe del carrete de la sonda descendente) de la escala de temperatura. Las principales causas de rotura de hilos son cuando se alcanza la profundidad terminal de la sonda. Un buen lanzamiento de XBT en aguas profundas termina con la rotura del cable, pero también puede ocurrir a menor profundidad si el cable se engancha en algo. Las roturas de cable menos profundas suelen ir precedidas de un estiramiento del cable.

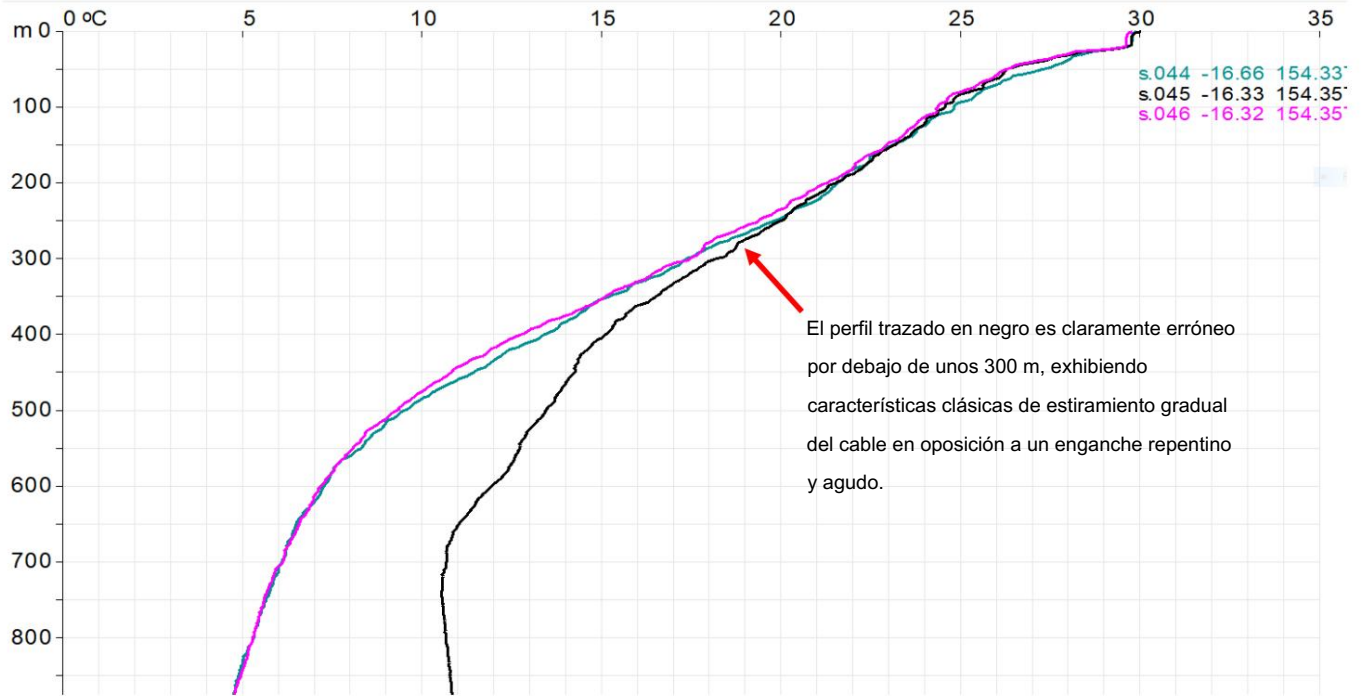
La rotura del cable se marca al comienzo de la deflexión y los datos a continuación se marcan con el código 4.



Estiramiento de alambre – Código 4

Un verdadero estiramiento del cable provoca un aumento anormal de la temperatura con la profundidad (normalmente $>0,2$ °C observado en un amplio rango de profundidades). La característica se considera errónea porque las temperaturas en profundidad son inconsistentes (más cálidas) cuando se comparan con perfiles vecinos. A menudo se observa un estiramiento del cable en la base de una pista antes de que se rompa el cable, o si se produce un ensuciamiento o un desenrollado restringido.

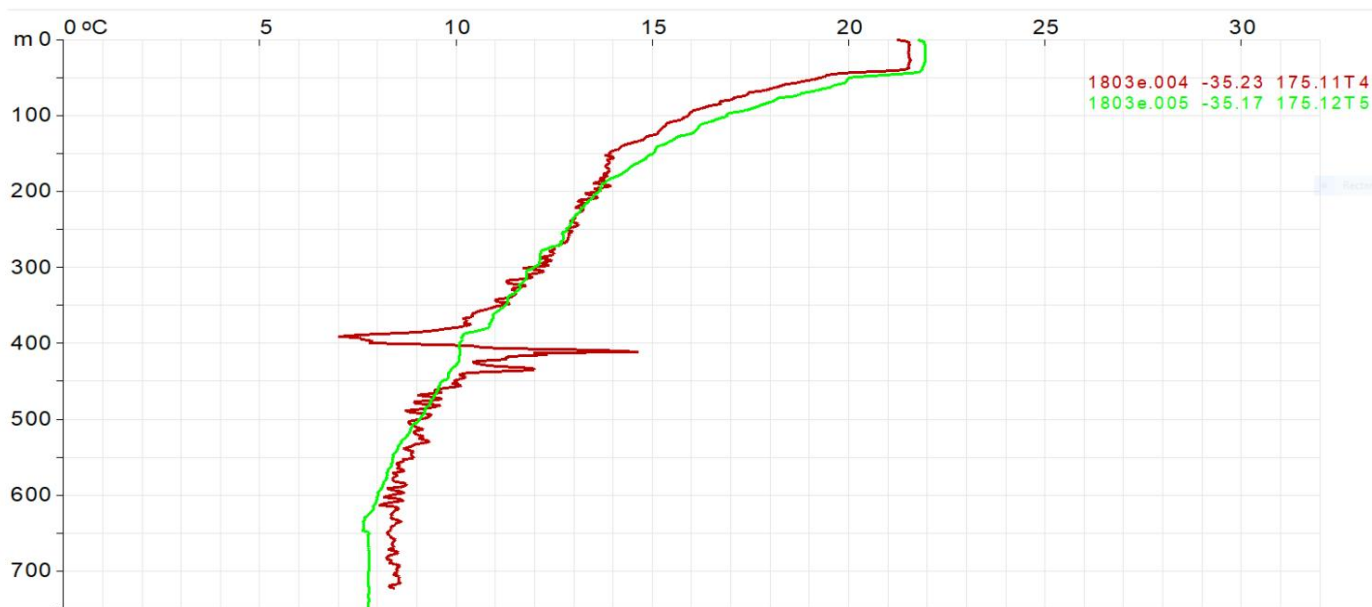
El tramo de cable está marcado al comienzo del tramo y todas las profundidades por debajo tienen el código 4.



Picos de alta frecuencia – Código 4

Los picos continuos en una amplia gama de profundidades que no se pueden interpolar mediante filtrado (no se recomienda interpolar más de 10 m), pueden deberse a fugas, penetración de aislamiento o interferencias eléctricas.

Los picos se marcan al comienzo de los picos y todas las profundidades a continuación se marcan con el código 4.



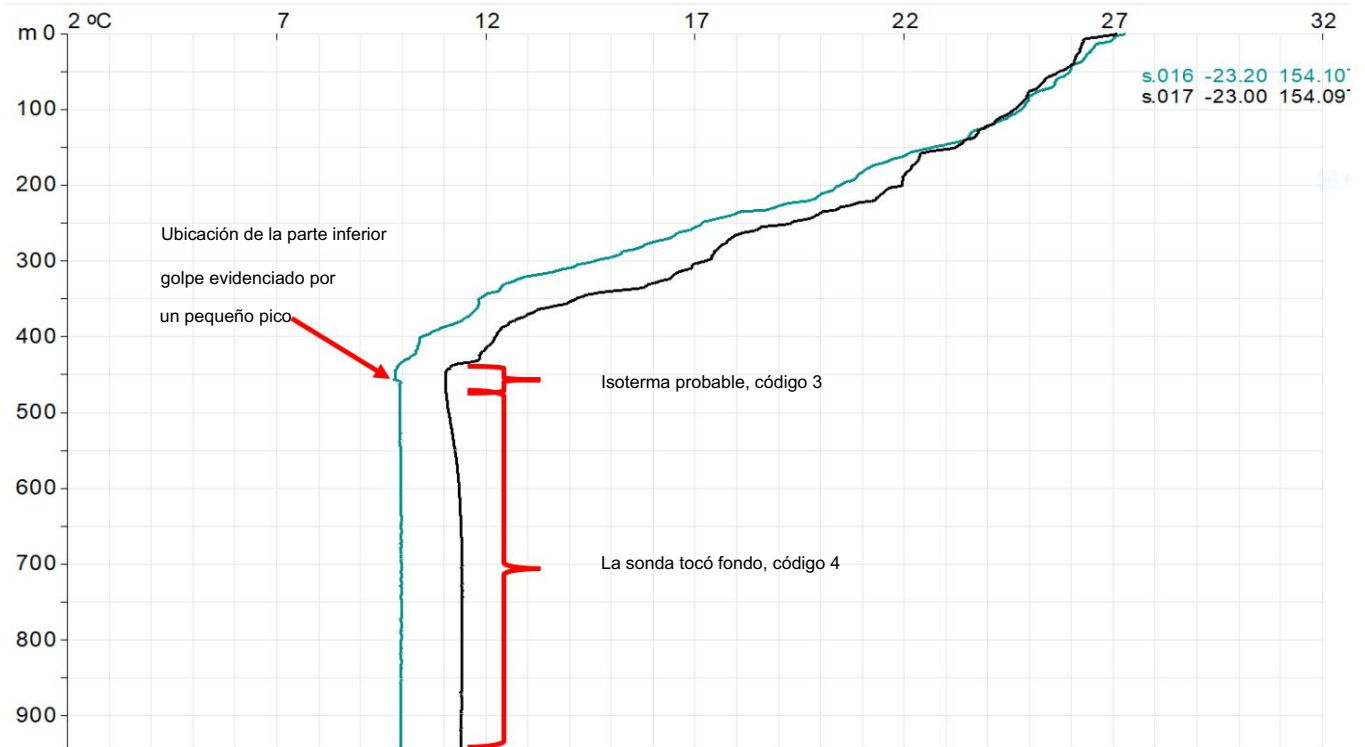
Golpear fondo - Código 4

Cuando una sonda toca el fondo, la traza de temperatura generalmente se vuelve isotérmica. El contacto con el fondo a menudo se indica mediante una pequeña punta horizontal. Donde hay una capa isotérmica cerca del fondo y no hay un pico, puede ser difícil determinar la profundidad del impacto en el fondo, utilice los gráficos de topografía del fondo para ayudar a identificar la profundidad correcta.

Isotherm Bound vs. Bottom hit, Código 3 vs. Código 4

El golpe de fondo está marcado en la profundidad del golpe de fondo y todas las profundidades más profundas están marcadas con el código 4.

La capa de isoterma se marca al comienzo de la isoterma y se etiqueta con el código 3 hasta el punto donde la parte inferior la profundidad se identifica por golpe de fondo, y luego, debajo del golpe de fondo, la bandera es el código 4.



14.5 Código 5: el valor se cambió como resultado de los datos de control de calidad interpolados: código 5

Cuando hay un pico muy agudo en un rango de profundidad pequeño (<10 m) y el resto de los datos del perfil parecen buenos, el pico puede eliminarse mediante interpolación.

Los datos interpolados se marcan al comienzo del pico; los datos cambiados interpolados sobre el pico están marcados como código 5 y los datos debajo del pico están marcados como código 2.

