

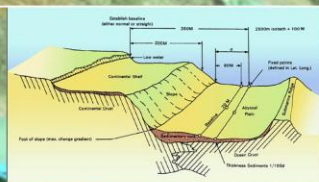
ORGANIZACION HIDROGRAFICA INTERNACIONAL



## Normas de la OHI para los Levantamientos Hidrográficos

5ª Edición, Febrero 2008

Publicación Especial N° 44



Publicada por el  
Bureau Hydrographique International



# ORGANIZACION HIDROGRAFICA INTERNACIONAL



## NORMAS DE LA OHI PARA LOS LEVANTAMIENTOS HIDROGRAFICOS

5ª Edición, Febrero 2008

Publicación Especial No. 44

Publicado por el  
Bureau Hydrográfico Internacional  
4, quai Antoine I<sup>er</sup>  
B.P. 445 - MC 98011 MONACO Cedex  
Principauté de Monaco  
Tel : (377) 93.10.81.00  
Fax : (377) 93.10.81.40  
E-mail: [info@ihb.mc](mailto:info@ihb.mc)  
Website: [www.iho.int](http://www.iho.int)

© Copyright Bureau Hidrográfico Internacional [2008]

Esta obra está protegida por los Derechos de Autor. A excepción de todo uso autorizado en el marco de la Convención de Berna para la Protección de las Obras Artísticas y Literarias (1886), y excepto en las circunstancias que se describen a continuación, ninguna parte de esta obra puede ser traducida, reproducida mediante ningún proceso, ni adaptada, comunicada o comercialmente explotada sin previa autorización escrita del Bureau Hidrográfico Internacional (BHI). Los Derechos de Autor de ciertas partes de esta publicación pueden pertenecer a terceros y la autorización de la traducción y/o reproducción de ese material tiene que ser otorgada por su propietario.

Este documento o material de este documento puede ser traducido, reproducido o difundido para información general, basándose únicamente en un importe que no exceda la recuperación de los costes. Ninguna copia podrá ser vendida ni difundida a fines comerciales sin previo acuerdo escrito del BHI.

En el caso en el que este documento o material parcial de este documento fuese reproducido, traducido o difundido en los términos anteriormente descritos, tendrán que incluirse las siguientes menciones:

*“El material procedente de la Publicación de la OHI [referencia del extracto: Título, Edición] se reproduce con la autorización del Bureau Hidrográfico Internacional (BHI), (Autorización No. .... / ...) actuando en nombre de la Organización Hidrográfica Internacional (OHI), que no es responsable de la exactitud del material reproducido: en caso de duda, prevalecerá el texto auténtico de la OHI. La inclusión de material procedente de la OHI no deberá interpretarse como equivalente de una aprobación de este producto por la OHI.”*

*“Este(a) [documento/publicación] es una traducción del/de la [documento/publicación] [nombre] de la OHI. La OHI no ha comprobado esta traducción y por tanto declina toda responsabilidad de su precisión. En caso de duda, deberá consultarse la versión original de [nombre] en [idioma].”*

**INDICE**

	Page
<a href="#">Prefacio</a> .....	1
<a href="#">Introducción</a> .....	3
<a href="#">Capítulo 1</a> Clasificación de Levantamientos .....	5
<a href="#">Capítulo 2</a> Posicionamiento .....	7
<a href="#">Capítulo 3</a> Profundidades .....	8
<a href="#">Capítulo 4</a> Otras Mediciones .....	11
<a href="#">Capítulo 5</a> Atribución de los Datos.....	13
<a href="#">Capítulo 6</a> Eliminación de Datos Dudosos .....	15
<a href="#">Tabla 1</a> .....	17
<a href="#">Glosario</a> .....	21
<a href="#">Anexo A</a> Pautas para el Control de Calidad .....	25
<a href="#">Anexo B</a> Pautas para el Procesamiento de los datos .....	29

NB:

Los Anexos A y B serán removidos de este documento cuando la información contenida en ellos este totalmente incluida en la Publicación M-13 de la OHI (Manual de Hidrografía)



## PREFACIO

Esta publicación, "Normas de la OHI para los Levantamientos Hidrográficos" (S-44), constituye una de la serie de estándares desarrollados por la Organización Hidrográfica Internacional (OHI) para ayudar a mejorar la seguridad de la navegación.

Las discusiones formales sobre establecer estándares para los levantamientos hidrográficos comenzaron en VII Conferencia Hidrográfica Internacional (CHI) en 1957. Se divulgaron cartas circulares a los Estados Miembros en 1959 y 1962 sobre los puntos de vista de los mismos y en la VIII CHI en 1962 se estableció a Grupo de Trabajo (GT) compuesto de 2 miembros de los EEUU, 1 de Brasil y 1 de Finlandia. El GT se comunicó por correo y sostuvo dos reuniones conjuntamente con la IX CHI en 1967 y preparado el texto para la Publicación Especial No. S-44.

La 1ra Edición de S-44 titulada "Estándares de Exactitud Recomendados para los Levantamientos Hidrográficos" fue publicada en Enero 1968 y su prologo advertía que "... los levantamientos hidrográficos fueron clasificados como aquellos conducidos con el fin de compilar cartas náuticas usadas generalmente por buques" y "El estudio se orientó a determinar la densidad y la precisión de las medidas necesarias para caracterizar el fondo del mar y otros rasgos suficientemente exactos para los propósitos de navegación".

Con el pasar de los años las tecnologías y procedimientos cambiaron y la OHI estableció otros GTs para actualizar la S-44 con la 2da edición publicada en 1982, la 3ra en 1987 y la 4ta en 1998. A través de estas revisiones los objetivos básicos de la publicación han seguido siendo substancialmente mantenidos y esto se aplica también a esta 5ta Edición.

Los Términos de Referencia para el GT establecido con el fin de preparar la 5ta Edición de S-44 incluyeron entre otros: el deseo de una pauta más clara con respecto a establecer los rasgos del fondo marino y enlista un número de preocupaciones incluyendo las capacidades del sistema para detectar rasgos y las cualidades de los rasgos a ser detectados. El GT concluyó que la S-44 contiene un mínimo estándares para los levantamientos conducidos para la seguridad de la navegación en superficie. Asimismo, el GT consideró que es responsabilidad de cada autoridad nacional determinar las cualidades precisas de los rasgos a ser detectados acordes a su organización, determinar la capacidad de los sistemas particulares y los procedimientos para detectar tales rasgos. El último GT concluyó que también es responsabilidad de las autoridades nacionales el diseño y la construcción de blancos usados para demostrar las capacidades de los sistemas de detección. La referencia a los rasgos cúbicos > 1 o 2 metros de tamaño usada en estas normas proporciona una base para entender que por lo menos deben ser detectados rasgos de ese tamaño.

Los cambios principales realizados a la 4ta edición son:

La división del Orden 1: en 1a donde se requiere una [búsqueda completa del fondo](#) y el 1b donde no se requiere. La remoción del Orden 3 ya que fue considerado que no existía la necesidad de diferenciarla con el Orden 2.

El reemplazo, en la mayoría de los casos, de las palabras "[exactitud](#)" y "[error](#)" por "[incertidumbre](#)". Los [errores](#) existen y son las diferencias entre el valor medido y el valor verdadero. Puesto que el valor verdadero nunca es conocido ocurre también que el [error](#) en sí mismo no puede ser conocido. La [incertidumbre](#) es una valoración estadística de la magnitud

NORMAS DE LA OHI PARA LOS LEVANTAMIENTOS HIDROGRÁFICOS (S-44)  
5ta Edición, Febrero 2008

probable de este [error](#). Esta terminología se está utilizando cada vez más en mediciones, ver ISO/IEC98 : 1995 “ Guía para la expresión de incertidumbre en las mediciones” (a ser actualizado en 2008) e ISO/IEC 99: 2007 “Vocabulario Internacional de Metrología – Conceptos básicos y generales y términos asociados ( VIM) .

Se actualizó el glosario y algunos términos que el GT considera fundamental para la comprensión de estas Normas, se repiten en la Introducción.

El GT consideró que la información sobre "Cómo Levantar" no era apropiada para estas Normas y esta información se ha quitado de la 5ta Edición. Sin embargo, el GT reconoce la utilidad de esta guía y la información ha sido conservada en dos anexos. El GT recomienda que esta información sea transferida a la publicación M-13 (Manual de Hidrografía) de la OHI en cuyo momento éstos Anexos deben ser removidos de la S-44.

Un espaciamiento mínimo del punto para batimetría LIDAR se ha incluido en la [Tabla 1](#) para los levantamientos de Orden 1b, donde no se requiere la [búsqueda completa de fondo marino](#).

Finalmente, desde el punto de vista del GT la S-44 proporciona "Normas para los Levantamientos Hidrográficos" y es responsabilidad de cada Oficina Hidrográfica / Organizaciones, preparar las "Especificaciones" basadas en estas Normas. Las Normas serán mas específicas y por lo tanto serán bastante dinámicas a medida que cambien los sistemas.



## INTRODUCCIÓN

Esta publicación es diseñada para proporcionar un conjunto de normas en la ejecución de los levantamientos hidrográficos para la recolección de datos que primariamente serán utilizados para compilar cartas de navegación que serán empleadas en la seguridad de la navegación de superficie y protección del medio ambiente marino.

Debe ser resaltado que esta publicación proporciona solamente los estándares **mínimos** que deben ser alcanzados. Donde la batimetría y los posibles usuarios marítimos los requieren; las Oficinas Hidrográficas/ Organizaciones que desean recolectar datos pueden necesitar definir estándares más rigurosos. Esta publicación no contiene procedimientos para la instalación del equipo necesario, para conducir el levantamiento o para procesar la data resultante. Estos procedimientos (que son una parte fundamental del sistema completo del levantamiento) deben ser desarrollados por la Oficina Hidrográfica / Organización que desea recolectar data siendo consecuentes con estas Normas. Se deben hacer consideraciones de acuerdo al orden del levantamiento que se desea alcanzar, el equipamiento que tienen a su disposición y el tipo de topografía que se intenta levantar. Los anexos A y B proporcionan las pautas para el [Control de Calidad](#) y Procesamiento de los datos, son éstos los que se considera serán movidos al Manual de Hidrografía (Publicación M-13 de la OHI) que proporcionan la dirección adicional de cómo ejecutar los levantamientos hidrográficos.

No existe un impedimento para que los usuarios adoptan estas Normas para otras aplicaciones. De hecho, tales ampliaciones del uso de estas Normas son bien recibidas. Sin embargo, los usuarios que desean adoptarlos en otras aplicaciones deben considerar la razón por la que fueron escritos y por lo tanto aceptar que no todas las partes pueden ser convenientes para sus necesidades específicas.

Para cumplir con un Orden especificado en la S-44, el levantamiento debe cumplir con TODAS las especificaciones de ese orden, incluidas en estas Normas.

Es también importante observar que un levantamiento es el producto final del completo sistema de levantamiento con los procesos usados durante su recolección. Las [incertidumbres](#) descritas en los siguientes capítulos reflejan la propagación de las [incertidumbres](#) de todas las partes del sistema. Simplemente usando una parte del equipamiento que es teóricamente capaz de reunir la [incertidumbre](#) requerida no es necesariamente suficiente para reunir los requisitos de estas normas. Como el equipo es configurado, usado y como éste interactúa con los otros componentes del sistema de levantamiento, se debe ser tomar en consideración.

Todos los componentes **y sus combinaciones** deben ser capaces de proporcionar datos para alcanzar las Normas requeridas La Oficina Hidrográfica / Organización necesita cerciorarse por sí sola que esto se cumpla, por ejemplo, conduciendo ensayos apropiados con el equipamiento que se utilizará y asegurándose de que se hayan realizado las calibraciones adecuadas antes de, así como durante y si es apropiado, después del levantamiento. El técnico recolector es un componente esencial del proceso del levantamiento y debe poseer suficientes conocimiento y experiencia para poder operar el sistema al estándar requerido. Medir esto puede ser difícil aunque puede ser de considerable beneficio el hacer una valoración de las calificaciones del personal en competencias hidrográficas (ejemplo haber realizado un curso de levantamiento reconocido por la OHI en Categoría A/B).

Es importante también considerar que la aplicación de esta nueva edición de las normas no invalida los levantamientos, o las cartas y las publicaciones náuticas basadas y conducidas de acuerdo con las ediciones anteriores, pero por el contrario fija las normas para que las futuras recolecciones de datos respondan mejor a las necesidades del usuario.

Debe también ser observado que donde el fondo marino es dinámico (ejemplo, ondas de arena), los levantamientos conducidos en cualquiera de los ordenes de estos llegarán rápidamente a ser anticuados. Tales áreas necesitan ser re-levantadas a intervalos regulares para asegurar que data del levantamiento siga siendo válida. Los intervalos entre estos re-levantamientos, que dependerán de las condiciones locales deben ser determinados por las autoridades nacionales.

Un [glosario](#) de los términos usados en esta publicación se proporciona en el capítulo 6. Estos términos se muestran en texto tipo itálico y en la versión electrónica están hiper vinculados a su definición. Las siguientes "Definiciones Fundamentales" del glosario se consideran esenciales para la comprensión de estas normas.

## DEFINICIONES FUNDAMENTALES

**Detección del rasgo:** La capacidad de un sistema de detectar [rasgos](#) de un tamaño definido. Estas normas especifican el tamaño de los [rasgos](#) que para la seguridad de la navegación deben ser detectadas durante el levantamiento.

**Búsqueda Completa del Fondo:** Un método sistemático de explorar el fondo marino emprendido para detectar la mayoría de los [rasgos](#) especificados en la [Tabla 1](#), utilizando sistemas adecuados de detección, procedimientos y personal entrenado. En la práctica, es imposible alcanzar 100% de ensonificación/ 100% de cobertura batimétrica (el uso de tales términos se debe desalentar).

**Profundidades reducidas:** Las profundidades observadas incluyendo todas las [correcciones](#) relacionadas con el levantamiento y el post proceso y la reducción al dátum vertical usado.

**Incertidumbre Total Horizontal (THU):** el componente de la [incertidumbre total propagada](#) (TPU) calculada en el plano horizontal. Aunque THU se describe como una sola figura, THU es una cantidad de 2 dimensiones. Se ha asumido que la [incertidumbre](#) es isotrópica (es decir hay una correlación insignificante entre los [errores](#) en latitud y longitud). Esto hace una distribución normal circularmente simétrica permitiendo que un solo número describa la distribución radial de [errores](#) sobre el valor verdadero.

**Incertidumbre Total Propagada (TPU):** el resultado de la [propagación de incertidumbre](#), cuando todas las mediciones de [incertidumbres](#) contribuyen tanto las por azar como las sistemáticas han sido incluidas en la propagación. La propagación de la incertidumbre combina los efectos de las mediciones de incertidumbres de varias fuentes sobre las [incertidumbres](#) de parámetros derivados o calculados.

**Incertidumbre Total Vertical (TVU):** El componente de la [incertidumbre total propagada](#) (TPU) calculado en la dimensión vertical. TVU es una cantidad unidimensional.

## CAPÍTULO 1 - CLASIFICACIÓN DE LOS LEVANTAMIENTOS

### Introducción

Este capítulo describe los Órdenes del Levantamiento que se consideran aceptables para permitir a las Oficinas Hidrográficas/ Organizaciones producir productos para la navegación que permitirán al tráfico marítimo navegar con seguridad a través de las áreas levantadas. Los requisitos varían con respecto a la profundidad del agua y por los tipos de embarcaciones que se espera naveguen en el área; por tal motivo, se han definido cuatro órdenes de levantamiento; cada uno diseñado para solventar una gama de necesidades.

Los cuatro órdenes se describen a continuación junto con una indicación de la necesidad que se espera que resuelva cada tipo de orden. La [Tabla 1](#), especifica la norma mínima para cumplir con cada uno de estos órdenes y **deben ser leídos** conjuntamente con el texto detallado en los capítulos siguientes.

La agencia responsable de la ejecución de los levantamientos debe seleccionar el orden del levantamiento que es el más apropiado a los requisitos de la navegación segura en el área. Se debe observar que un sólo orden puede no ser apropiado para el área entera a ser levantada y en estos casos, la agencia responsable de llevar a cabo el levantamiento debe definir explícitamente donde se utilizarán los diversos órdenes. También se debe observar que la situación descubierta en el campo por el técnico, puede diferir suficientemente con lo que se esperaba a fin de garantizar un cambio de orden. Por ejemplo en un área navegada por los Buques Tanques muy grandes (VLCCs) y en la que se espera profundidades mayores de 40 metros puede ser especificada mediante un levantamiento de orden 1a; sin embargo si el técnico descubre bajos que se extienden a menos de 40 metros, entonces para estos bajos podría ser más apropiado realizar un levantamiento de Orden Especial

### Orden Especial

Este es el más riguroso de los órdenes y su uso se destina solamente para aquellas áreas donde es crítica la separación entre la quilla de las embarcaciones y el fondo marino (quilla-fondo). Donde esta separación es crítica se requiere una [búsqueda completa del fondo](#) y el tamaño de los [rasgos](#) a ser detectados por esta búsqueda se mantiene deliberadamente pequeño. Puesto que la separación quilla-fondo es crítica, se considera inverosímil que los levantamientos de orden especial sean conducidos en aguas más profundas a 40 metros. Los ejemplos de las áreas que pueden justificar levantamientos de orden especial son: áreas de atraque, puertos y áreas críticas de los canales de navegación.

### Orden 1a

Este orden se destina para aquellas áreas donde el mar es suficientemente poco profundo como para permitir que [rasgos](#) naturales o artificiales en el fondo marino constituyan una preocupación para el tráfico marítimo esperado que transite el área, pero donde la separación quilla - fondo es menos crítica que para el orden Especial. Donde puedan existir [rasgos](#) artificiales o naturales que sean de preocupación para la navegación, se requiere una [búsqueda completa](#) del fondo marino, no obstante el tamaño de la característica a ser detectadas es más grande que para las de Orden Especial. En donde la separación quilla – fondo llega a ser menos crítica a medida que la profundidad aumenta, el tamaño de la característica a ser detectada por la [búsqueda completa del fondo marino](#) también es

incrementada a partir de aquellas áreas donde la profundidad es mayor que 40 metros. Los levantamientos de Orden 1a pueden ser limitados para aguas más bajas que 100 metros.

#### Orden 1b

Este Orden es apropiado para áreas menos profundas que 100 metros, donde una descripción general del fondo marino es adecuada para el tipo de embarcaciones que se espera transiten por el área. No se requiere una [búsqueda completa del fondo marino](#), lo que significa que algunas [rasgos](#) pueden ser perdidos, aunque el máximo espaciamiento entre líneas permisibles limitará el tamaño de los [rasgos](#) que probablemente permanecerán in-detectadas. Este Orden de levantamiento se recomienda solamente donde la separación quilla-fondo no sería considerado un problema. Un ejemplo sería un área donde las características del fondo son tales que la probabilidad de que exista un [rasgo](#) artificial o natural en fondo marino que represente un peligro para la navegación esperada en el área sea bajo.

#### Orden 2

Este Orden es el menos riguroso y se destina para aquellas áreas donde la profundidad es tal que una descripción general del fondo marino se considera adecuada. No se requiere una [búsqueda completa del fondo marino](#). Se recomienda que los levantamientos de Orden 2 estén limitados para áreas más profundas que 100 metros, ya que una vez que la profundidad excede los 100 metros, la existencia de [rasgos](#) artificiales o naturales que sean lo suficientemente grandes como para afectar a la navegación y que todavía permanezcan in-detectados por un levantamiento de orden 2, se considera improbable.

## CAPÍTULO 2 - POSICIONAMIENTO

### 2.1 Incertidumbre Horizontal

La [incertidumbre](#) de una posición es la [incertidumbre](#) en posición de la sonda o de los [rasgos](#) dentro del marco geodésico referencial.

Las posiciones se deben referir a un marco geocéntrico referencial basado en el Sistema de Referencia Terrestre Internacional (ITRF) Ej. WGS84. Si excepcionalmente, las posiciones se refieren al dátum horizontal local, este dátum debe estar vinculado a un marco geocéntrico referencial basado en ITRF.

La [incertidumbre](#) de una posición es afectada por diversos parámetros y las contribuciones de todos los parámetros a la [incertidumbre Total Horizontal](#) (THU) deben ser cuantificadas.

Un método estadístico que combine todas las fuentes de [incertidumbre](#), para determinar la [incertidumbre](#) del posicionamiento debería ser utilizado. La [incertidumbre](#) de la posición al 95% de nivel de confianza debe ser registrada junto con los datos del levantamiento (véase también 5.3). La capacidad del sistema del levantamiento debe ser demostrada por el cálculo de THU.

La posición de las sondas, de peligros, de otros [rasgos](#) significativos sumergidos, de ayudas a la navegación (fijas y flotantes), de las [rasgos](#) significativos a la navegación, de la línea de la costa y de [rasgos](#) topográficos, deben ser determinados de tal manera que la [incertidumbre](#) horizontal cumpla con los requisitos especificados en la [Tabla 1](#). Esto incluye todas las fuentes de [incertidumbre](#) y no sólo aquellas asociadas con el equipo usado para el posicionamiento.

## CAPÍTULO 3 - PROFUNDIDADES

### 3.1 Introducción

La navegación de embarcaciones requiere del conocimiento exacto de la profundidad para explotar con seguridad la máxima capacidad de carga, y la máxima disponibilidad de agua para una navegación segura. Donde la separación quilla-fondo es de importancia, las [incertidumbres](#) de la profundidad deben ser controladas más firmemente y deben ser mejor entendidas. De una manera similar se deberá controlar los tamaños de los [rasgos](#) detectados durante el levantamiento o más importante que se definan y conozcan aquellos que no pudieron haber sido detectados.

Las profundidades y las alturas que queden descubiertas serán referidas a un dátum vertical que sea compatible con los productos que se harán o que serán actualizados por el levantamiento; ejemplo, el dátum de la carta. Idealmente este [dátum del sondaje](#) debe ser un buen dátum vertical definido tal como: LAT, MSL, un marco de referencia geocéntrico basado en ITRF o un nivel de referencia geodésico.

### 3.2 Incertidumbre Vertical

La [incertidumbre](#) vertical debe ser entendida como la [incertidumbre](#) de las [profundidades reducidas](#). En la determinación de la [incertidumbre](#) vertical las fuentes de incertidumbres individuales necesitan ser cuantificadas. Todas las [incertidumbres](#) deben ser combinadas estadísticamente para obtener una [incertidumbre Total Vertical](#) (TVU).

La [incertidumbre](#) vertical máxima permitida para las [profundidades reducidas](#) según lo indicado en la [Tabla 1](#), especifica cada una de las [incertidumbres](#) a ser alcanzadas en los requerimientos de cada Orden de levantamiento. La [incertidumbre](#) relacionada con el 95% de [nivel de confianza](#), se refiere a la estimación del [error](#) producto de la contribución combinada de [errores](#) aleatorios y residuales de la corrección de [errores](#) sistemáticos. La capacidad del sistema de levantamiento debe ser demostrar por el cálculo del TVU.

Reconociendo la existencia de ambos, los [errores](#) dependientes e independientes de la profundidad que afectan a la [incertidumbre](#) de las profundidades, se debe utilizar la fórmula que se describe a continuación para calcular del máximo TVU permitido al 95% de [nivel de confianza](#). Los parámetros "a" y "b" para cada orden, según lo dado en la [Tabla 1](#), junto con la profundidad "d" tienen que ser introducidos en la fórmula para calcular el TVU máximo permitido para una profundidad específica:

$$\pm \sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$$

Donde:

- a Representa esa porción de la [incertidumbre](#) que no varía con la profundidad
- b Es un coeficiente que representa esa porción de la [incertidumbre](#) que varía con la profundidad
- d Es la profundidad
- b x d Representa esa porción de la [incertidumbre](#) que varía con la profundidad

La [incertidumbre](#) vertical al 95% de [nivel de confianza](#) se debe registrar junto con los datos del levantamiento (Ver 5.3).

### 3.3 Reducciones para Mareas/Observaciones del Nivel - Agua

Se deben tomar las observaciones suficientes para determinar las variaciones en el nivel del agua en el área durante toda la ejecución del levantamiento y considerar para la reducción de sondas el [dátum del sondaje](#) establecido. Estas pueden ser determinadas ya sea por la medida directa del nivel del agua (usando una regla) y en caso de necesidad estas variaciones se determinaran a través del área de levantamiento mediante [correcciones](#) co-mareales o por técnicas de posicionamiento en 3D vinculada al [dátum del sondaje](#) requerido, utilizando un modelo conveniente de separación.

Las reducciones de marea / del nivel - agua no necesitan ser aplicadas a las profundidades mayores de 200 metros, si el TVU no es afectado perceptiblemente por esta aproximación.

### 3.4 Medida de la Profundidad

Todos los [rasgos](#) anómalos divulgados previamente en el área del levantamiento y aquellos detectados durante el mismo, se deben examinar en mayor detalle y si son confirmados, la posición y su mínima profundidad deben ser determinados. Si un [rasgo](#) anómalo previamente divulgado no se detecta, refiérase al [Capítulo 6](#) para observar los requisitos de refutación. La agencia responsable de la calidad del levantamiento puede definir un límite de la profundidad más allá de la cual no se requiere una investigación detallada del fondo marino o la exanimación de [rasgos](#) anómalos.

Para los naufragios y obstrucciones que pueden tener menos de 40 metros de profundidad sobre ellos y que pueden presentar un peligro para la navegación normal de superficie, su posición y su mínima profundidad deben ser determinados mediante el mejor método disponible, mientras que reúna el estándar de la [incertidumbre](#) de profundidad **del orden apropiado** en la [Tabla 1](#).

El sonar de barrido lateral no debe ser utilizado para la medición de la profundidad, pero sí para definir las áreas que requieren una investigación más detallada y exacta.

### 3.5 Detección de Rasgos

Cuando se requiere una [búsqueda completa del fondo marino](#), el equipamiento usado para conducir el levantamiento debe ser demostrablemente capaz de detectar los [rasgos](#) de las dimensiones especificadas en la [Tabla 1](#). Además el equipamiento, debe ser considerado como parte del sistema (que incluye el equipo de levantamiento y de procesamiento, los procedimientos y el personal) que asegure así una alta probabilidad de que estos [rasgos](#) sean detectados. Es la responsabilidad de la Oficina Hidrográfica/Organización que está recolectando los datos, determinar la capacidad de cualquier sistema propuesto y por lo tanto quedar satisfecho de que es capaz de detectar una elevada parte de cualesquier [rasgo](#).

Los mínimos requisitos de [detección de rasgos](#) del Orden Especial y el Orden 1a, es de 1 y 2 metros cúbicos respectivamente. Pueden existir [rasgos](#) que sean más pequeños que el tamaño asignado por normativa para un orden dado, pero ser igualmente un peligro a la navegación y por lo tanto puede ser considerado necesario por parte de la Oficina

Hidrográfica / Organización detectar [rasgos](#) más pequeños, para reducir al mínimo el riesgo de peligros no detectados para la navegación de superficie.

Obsérvese que incluso cuando se levanta con un sistema adecuado que detecta el 100% de los [rasgos](#), esto nunca puede ser garantizado. Cuando se tenga preocupación de que puedan existir [rasgos](#) dentro de un área que no se puedan detectar con el sistema de levantamiento utilizado, se debe considerar el uso de un sistema alternativo (barrido mecánico) para a través del mismo aumentar la confianza en la profundidad mínima segura en el área. .

### 3.6 Densidad Sondas/Espaciamiento entre líneas

Al planificar la densidad de las sondas , ambos, la naturaleza del fondo marino en el área y los requisitos para la navegación segura de superficie deben ser tomados en consideración para asignar una adecuada [búsqueda del fondo marino](#).

Para los levantamientos de Orden Especial y de Orden 1a, no se recomienda ningún espaciamiento máximo entre líneas pues existe un requerimiento de traslape para la [búsqueda completa del fondo marino](#).

La [búsqueda completa del fondo marino](#) no se requiere para los órdenes 1b y 2. La [Tabla 1](#), recomienda el espaciamiento máximo entre líneas (órdenes 1b y 2) y la densidad batimétrica del punto LIDAR (orden 1b). La naturaleza del fondo marino necesita ser determinada tan pronto como sea posible en un levantamiento para decidir si el espaciamiento de líneas /densidad de punto LIDAR de la Tabla 1 debe ser reducida o ampliada.



## CAPÍTULO 4 - OTRAS MEDICIONES

### 4.1 Introducción

Las siguientes observaciones pueden no ser siempre necesarias, pero si están especificadas en los requerimientos del levantamiento, deben reunir los siguientes estándares.

### 4.2 Muestreo del Fondo

La naturaleza del fondo marino debe ser determinada para las áreas potenciales de fondeo; por el muestreo físico o ser inferida con información de otros sensores (Ecosonda monohaz, sonar de barrido lateral, perfilador acústico de fondo marino, vídeo, etc.). El espaciamiento para la recolección de las muestras físicas dependerá de la geología del fondo marino o del método técnico de inferencia.

### 4.3 Conexión entre dátum vertical de la Carta y del Levantamiento Terrestre

La Resolución Técnica A2.5 de la OHI, que forma parte de la publicación M-3, requiere que el dátum usado para las predicciones de marea sea igual al usado como dátum de la carta. De manera que todos los datos batimétricos sean aprovechados completamente, el dátum vertical usado para las observaciones de marea debe ser conectado con el dátum general del levantamiento terrestre mediante marcas fijas prominentes en la vecindad de la regla / estación/ observatorio de marea. Las determinaciones de la altura elipsoidal de las marcas de referencia verticales usadas para las observaciones de marea se deben hacer concernientes a un marco geocéntrico de referencia basado en ITRF, preferiblemente WGS84, o a un nivel de referencia geodésico apropiado.

### 4.4 Predicciones de Marea

Los datos de marea son requeridos para el análisis, predicción de alturas de marea y para la producción de las tablas de la marea en cuyo caso las observaciones deben cubrir un período tan largo como sea posible y preferiblemente de no menos que 30 días.

### 4.5 Observaciones de Corriente y Flujo de Mareas

La velocidad, la dirección del flujo de marea y de las corrientes que puedan exceder los 0.5 nudos, deben ser observadas en las entradas a los puertos y a los canales, en cualquier cambio en la dirección de un canal, en fondeaderos y en sectores adyacentes a las áreas de atraque. Es también deseable medir corrientes costeras y de costa afuera, cuando tienen suficiente fuerza para afectar a la navegación.

La medición del flujo de marea y la corriente, debe ser efectuada en cada posición en las profundidades suficientes para reunir los requisitos de la navegación normal de superficie en el área del levantamiento. En el caso del flujo de marea, se deben ejecutar observaciones de la altura de marea simultáneas, mientras que para las condiciones meteorológicas el período de observación debe idealmente ser 30 días en intervalo no mayor a 1 hora.

La velocidad y la dirección del flujo de marea y de la corriente se deben medir al decimal más cercano (Ej. 0.1 nudo) y al décimetro de grado más cercano (Ej. 10°) respectivamente, al 95% [nivel de confianza](#).

NORMAS DE LA OHI PARA LOS LEVANTAMIENTOS HIDROGRÁFICOS (S-44)  
5ta Edición, Febrero 2008

Donde hay razón para creer que la descarga estacional del río influencia el flujo de marea y las corrientes, las mediciones se deben hacer para cubrir el período entero de la variabilidad.

## CAPÍTULO 5 – ATRIBUCIÓN DE LOS DATOS

### 5.1 Introducción

Para permitir una valoración comprensiva de la calidad de los datos del levantamiento, es necesario registrar o documentar cierta información junto a los mismos. Tal información es importante para permitir la explotación de los datos del levantamiento por una variedad de usuarios con diversos requerimientos, que muchas veces no son conocidos cuando se ejecuta el levantamiento.

### 5.2 Metadata

[Metadata](#) debe ser comprensiva y debe abarcar como mínimo información sobre:

- El levantamiento en general, Ej. propósito, fecha, área, equipo usado, nombre de la embarcación del levantamiento;
- El sistema geodésico de referencia usado, es decir dátum horizontal y vertical incluyendo la vinculación a un marco de referencia geodésico basado en ITRF (ejm. WGS84) si se utiliza un dátum local;
- Procedimientos de calibración y resultados;
- Método de [corrección](#) de la velocidad del sonido;
- Dátum y reducción de marea;
- [Incertidumbres](#) alcanzadas y los respectivos [niveles de confianza](#);
- Cualquier circunstancia especial o excepcional;
- Reglas y mecanismos empleados para reducir la densidad de los datos.

[La Metadata](#) debe ser preferentemente una parte integral del registro digital del levantamiento y ser conforme a la OHI S-100 “Estándar Descubrimiento [Metadata](#)”, cuando sea adoptada. Antes de la adopción de S-100, la ISO 19115 puede ser utilizada como modelo para la [metadata](#). Si esto no es factible, información similar se debe incluir en la documentación del levantamiento.

Las agencias responsables de la calidad del levantamiento deben desarrollar y documentar una lista de [metadata](#) usada para los datos del levantamiento.

### 5.3 Atribución puntual de los datos

Todos los datos se deben atribuir con la respectiva estimación de la [incertidumbre](#) al 95% de [nivel de confianza](#) para la posición y si es relevante para la profundidad. Debe ser registrado en la [metadata](#) del levantamiento el factor de escala computado o asumido aplicado a la desviación estándar para determinar la incertidumbre al 95% de [nivel de confianza](#), y/o la distribución estadística asumida de [errores](#). (Ej. Si se asume una distribución normal para una cantidad de 1D, tal como profundidad, el factor de escala es 1.96 para el 95% de confianza. Una declaración tal como “[Incertidumbres](#) se ha computado al 95 % de confianza asumiendo una desviación de estándar del factor de escala de 1.96 (1D) o 2.45 (2.D), correspondiente a la asunción de una distribución normal de [errores](#)”, sería adecuado en la [metadata](#).) Para los sondeos esto debe ser preferiblemente hecho para cada sonda, no obstante una sola estimación de la [incertidumbre](#) se puede registrar para un número de sondas o para un área, cuando la diferencia entre las estimaciones individuales de la [incertidumbre](#) sean

insignificantes. La atribución debe como mínimo, ser suficiente para demostrar que los requerimientos de estos estándares han sido cumplido.

#### 5.4 Modelo de Atribución Modelo Batimétrica

Si se requiere un [modelo batimétrico](#), la [metadata](#) debe incluir: la resolución del modelo, el método del cómputo, la densidad subyacente de los datos, [incertidumbre](#) estimada/[superficie de la incertidumbre](#) para el modelo y una descripción de los datos subyacentes.

#### 5.5 Informe del Levantamiento

El informe del Levantamiento es el medio principal por el cual el Hidrógrafo al mando, aprueba el contenido de todos los registros del levantamiento. Debe dar una cuenta clara y comprensiva de cómo el levantamiento fue realizado; los resultados alcanzados, las dificultades y debilidades encontradas. Se debe poner énfasis en el análisis de las exactitudes alcanzadas y si se han cumplido todas las especificaciones del levantamiento.

## CAPÍTULO 6 - ELIMINACIÓN DE DATOS DUDOSOS

### 6.1 Introducción

Para mejorar la seguridad de la navegación es deseable eliminar los datos dudosos; es decir, los datos que son denotados generalmente en cartas por PA (Posición Aproximada), PD (Posición Dudosa), ED (Existencia Dudosa), SD (Sondaje Dudoso) o como "Peligro Reportado". Para confirmar o para refutar la existencia de tales datos es necesario definir cuidadosamente el área a ser examinada y posteriormente que el levantamiento del área sea ejecutado según los estándares definidos en esta publicación.

### 6.2 Extensión del Área a ser Examinada

Ninguna fórmula empírica puede cubrir todas las situaciones para definir el área de búsqueda. Por esta razón, se recomienda que el radio de la búsqueda deba ser por lo menos 3 veces la [incertidumbre](#) estimada de la posición del peligro reportado al 95 % de [nivel de confianza](#), conforme a la detallada investigación del informe sobre los datos dudosos realizada por un técnico hidrógrafo calificado.

Si tal informe es incompleto o no existe, la [incertidumbre](#) de la posición se debe estimar por otros medios como por ejemplo, una valoración mas general de las mediciones de la [incertidumbres](#) del posicionamiento y la profundidad durante la época en que los datos en cuestión fueron recolectados.

### 6.3 Conducir la búsqueda

La metodología para conducir la búsqueda debe ser basada en la naturaleza de los [rasgos](#), el área en las cuales se reportan los datos dudosos y del potencial peligro estimado para la navegación de superficie. Una vez que se haya establecido esto, el procedimiento de búsqueda debe ser tal como conducir un levantamiento hidrográfico de la extensión definida en el numeral 6.2, de los estándares establecidos en esta publicación.

### 6.4 Presentación de los Resultados de la Búsqueda

Si se ha detectado el peligro, los datos dudosos serán substituidos por los datos actuales recolectados durante la búsqueda. Si no se ha detectado, la agencia responsable de la calidad del levantamiento decidirá conservar el peligro según se encuentre cartografiado o suprimirlo.



**TABLA 1**  
**Estándar Mínimo para Levantamientos Hidrográficos**  
**(Para ser leído en conjunto con el texto completo de este documento)**

Referencia	Orden	Especial	1a	1b	2
<a href="#">Capítulo 1</a>	Descripción de áreas	Áreas donde la separación quilla-fondo es crítica	Áreas de profundidades menores de 100 metros donde la separación quilla-fondo es menos crítica, pero podrían existir <a href="#">rasgos</a> de interés para la navegación.	Áreas de profundidades menores de 100 metros donde la separación quilla-fondo no se considera de interés para el tipo de buque que se espera transite por el área	Áreas generalmente más profundas a 100 metros donde se considera adecuada una descripción general del fondo marino.
<a href="#">Capítulo 2</a>	Máximo THU permitido 95% <a href="#">Nivel de confianza</a>	2 metros	5 metros + 5% de profundidad	5 metros + 5% de profundidad	20 metros + 10% de profundidad
<a href="#">Para 3.2 y nota 1</a>	Máximo TVU permitido 95% <a href="#">Nivel de confianza</a>	a= 0.25 metros b= 0.0075	a= 0.5 metros b= 0.013	a= 0.5 metros B= 0.013	a= 1.0 metros b= 0.023
<a href="#">Glosario y nota 2</a>	<a href="#">Búsqueda Completa del Fondo Marino</a>	Requerido	Requerido	No requerido	No requerido
<a href="#">Para 2.1</a> <a href="#">Para 3.4</a> <a href="#">Para 3.5</a> Y <a href="#">nota 3</a>	<a href="#">Detección de rasgos</a>	Rasgos cúbicos > 1 metro	<a href="#">Rasgos</a> cúbicos > 2 metros en profundidades hasta 40 metros; 10 % de la profundidad cuando ésta es mayor a 40 metros	No aplicable	No aplicable
<a href="#">Para 3.6 y nota 4</a>	Máximo espaciamiento recomendado entre líneas principales	No definido ya que se requiere una <a href="#">búsqueda completa del fondo marino</a> .	No definido ya que se requiere una <a href="#">búsqueda completa del fondo marino</a> .	3 x profundidad promedio o 25 metros, cualquiera que sea mayor, para LIDAR batimétrico espaciamiento entre puntos de 5 x 5 metros	4 x profundidad promedio

NORMAS DE LA OHI PARA LOS LEVANTAMIENTOS HIDROGRÁFICOS (S-44)  
5ta Edición, Febrero 2008

<a href="#">Capítulo 2</a> y <a href="#">nota 5</a>	Posicionamiento de ayudas a la navegación fijas y topografía de interés para la navegación (95 % de <a href="#">Nivel Confidencia</a> )	2 metros	2 metros	2 metros	5 metros
<a href="#">Capítulo 2</a> y <a href="#">nota 5</a>	Posicionamiento de línea de costa y topografía de menos interés para la navegación (95 % de <a href="#">Nivel Confidencia</a> )	10 metros	20 metros	20 metros	20 metros
<a href="#">Capítulo 2</a> y <a href="#">nota 5</a>	Posición media de ayudas a la navegación flotante ( 95 % <a href="#">Nivel de Confidencia</a> )	10 metros	10 metros	10 metros	20 metros

Nota:

- 1: Reconociendo que existen [incertidumbres](#) constante y dependientes de la profundidad que afectan la [incertidumbre](#) de las profundidades, la fórmula descrita a continuación será utilizada para computar, al 95% de [nivel de confianza](#), el TVU máximo permitido. Los parámetros "a" y "b" para cada orden, según lo dado en la tabla, junto con la profundidad "d" tienen que ser introducidos en la fórmula para calcular el máximo TVU permisible para una profundidad específica:

$$\pm \sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$$

Donde:

- a Representa la porción de la [incertidumbre](#) que no varía con profundidad
- b Es un coeficiente que representa la porción de la [incertidumbre](#) que varía con profundidad



NORMAS DE LA OHI PARA LOS LEVANTAMIENTOS HIDROGRÁFICOS (S-44)  
5ta Edición, Febrero 2008

d Es la profundidad

b x d Representa la porción de la [incertidumbre](#) que varía con profundidad

- 2: Con propósitos de la seguridad en la navegación, el uso de un barrido mecánico específico puede ser considerado suficiente para levantamientos de Orden Especial y Orden 1a con la finalidad de que garantice una mínima profundidad segura a través de un área.
- 3: Un [rasgo](#) cúbico significa un cubo regular; es decir, cada lado tiene la misma longitud. Debe ser observado que la [detección de rasgos](#) cúbicos de 1 metro y de 2 metros son requisitos mínimos para el Orden Especial y el Orden 1a de la OHI respectivamente. En ciertas circunstancias puede ser necesario que las Oficinas Hidrográficas / Organizaciones establezcan la [detección de rasgos](#) más pequeñas para minimizar el riesgo de peligros para la navegación no detectados. Para el Orden 1a, el relajamiento en el criterio de [detección de rasgos](#) hasta los 40 metros refleja el calado máximo esperado en los buques.
- 4: El espaciamiento entre líneas puede ser ampliado si se utilizan procedimientos para asegurar una densidad de sonda adecuada. "Espaciamiento entre líneas máximo" debe ser interpretado como:
  - Espaciamiento de las líneas de sondaje para la ecosonda monohaz, o la
  - Distancia entre los límites externos usables de los barridos para los sistemas del barrido.
- 5: Éstos se aplican solamente donde tales mediciones se requieren para el levantamiento.

NORMAS DE LA OHI PARA LOS LEVANTAMIENTOS HIDROGRÁFICOS (S-44)  
5ta Edición, Febrero 2008

## GLOSARIO

**Nota:** Los términos definidos a continuación son los más relevantes en esta Publicación. Una selección mucho más grande de términos se definen en la Publicación Especial de la OHI S-32 (Diccionario Hidrográfico) y ésta debe ser consultada si el término requerido no se enlista aquí; si un término enlistado a continuación tiene una definición diferente en S-32, la definición dada a continuación debe ser utilizada en lo referente a estos estándares.

**Búsqueda completa del Fondo marino:** Un método sistemático para explorar el fondo del mar emprendido para detectar la mayoría de los [rasgos](#) especificados en la [Tabla 1](#), utilizando sistemas adecuados de detección, procedimientos y a personal entrenado;. En la práctica, es imposible alcanzar 100% de ensonificación/ 100% de cobertura batimétrica (el uso de tales términos se deben desalentar).

**Búsqueda del Fondo marino:** Un método sistemático de explorar el fondo marino para detectar [rasgos](#) tales como naufragios, rocas y otras obstrucciones sobre el fondo marino.

**Control de calidad:** Todos los procedimientos que se aseguran de que el producto reúne ciertos estándares y especificaciones.

**Corrección:** Una cantidad que se aplica a una observación o a una función derivada de la misma, para disminuir o minimizar los efectos de [errores](#) y obtener un valor mejorado de la observación o de la función. También se aplica para reducir una observación a un cierto estándar arbitrario. La corrección que corresponde a un [error](#) computado dado es de la misma magnitud pero de signo opuesto.

**Dátum del sondaje:** El dátum vertical al cual se reducen los sondajes en un levantamiento hidrográfico . También llamado “dátum” para la reducción del sondaje.

**Detección de rasgo:** La capacidad de un sistema para detectar [rasgos](#) de un tamaño definido. Estos estándares especifican el tamaño de los [rasgos](#) que para efectos de seguridad en la navegación, deben ser detectados durante el levantamiento.

**Equivocación:** El resultado de un descuido o de un error; puede ser detectado con la repetición de la medición.

**Error:** La diferencia entre un valor observado o computado de una cantidad y el valor verdadero de la misma (NOTA el valor verdadero jamás puede ser conocido, por lo tanto el error verdadero tampoco podrá ser conocido. Es legítimo hablar de fuentes del error, pero los valores obtenidos de lo que se ha llegado a conocer como un error propuesto y de un análisis de residuales, son realmente estimaciones de la [incertidumbre](#) y por lo tanto no errores. (Ver [incertidumbre](#).)

**Exactitud:** El grado al cual un valor medido o enumerado concuerda con el valor asumido o aceptado (véase: [incertidumbre](#), [error](#)).

**Garantía de calidad:** Todas las acciones sistemáticas y planificadas necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o un servicio satisfarán los requisitos dados para la calidad.

**Incertidumbre:** El intervalo (sobre un valor dado) que contendrá el valor verdadero de la medición en un nivel específico de confianza. Este nivel de confianza del intervalo y la distribución estadística asumida de [errores](#) deben también ser acotados. En el contexto de este estándar los términos incertidumbre e [intervalo de confianza](#) son equivalentes.

**Incertidumbre total horizontal (THU):** El componente de la [incertidumbre total propagada](#) (TPU) calculada en el plano horizontal Aunque el THU es acotada como sola figura, es una cantidad de 2D. Se ha hecho la asunción de que la incertidumbre es isotrópica (es decir hay correlación insignificante entre los [errores](#) en latitud y longitud). Esto hace una distribución normal circularmente simétrica permitiendo que un sólo número describa la distribución radial de los errores sobre el valor verdadero.

**Incertidumbre total propagada (TPU):** el resultado de la propagación de la [incertidumbre](#), cuando todas las medidas que contribuyen a incertidumbres, al azar y sistemáticas, se han incluido en la propagación. La propagación de la incertidumbre combina los efectos de las incertidumbres de la medición de varias fuentes sobre las [incertidumbres](#) de parámetros derivados o calculados.

**Incertidumbre total vertical (TVU):** El componente de la [incertidumbre total propagada](#) (TPU) calculada en la dimensión vertical. TVU es una cantidad de 1D.

**Intervalo de la confianza:** Ver [incertidumbre](#).

**Metadata:** Información que describe las rasgos de los datos, Ej. la [incertidumbre](#) de los datos del levantamiento. Definición de la ISO: Datos (que describen) a cerca de un juego de datos y los aspectos del uso de él. Metadata son datos unidos implícitamente a una colección de datos. Ejemplos de metadata incluyen calidad total, título fijado a los datos, fuente, incertidumbre posicional y el derecho de autor.

**Modelo Batimétrico:** Una representación digital de la topografía (batimetría) del fondo marino por coordenadas y profundidades.

**Monitor de integridad:** El equipo que consiste de un receptor GNSS y un radiotransmisor instalado sobre un punto conocido del levantamiento que se utiliza para monitorear la calidad de una señal del diferencial GNSS (DGNSS). Las discrepancias posicionales son monitoreadas continua y oportunamente y las alertas son transmitidas a los usuarios para indicar cuando el sistema no debe ser utilizado.

**Nivel de confianza:** La probabilidad que el valor verdadero de una medición variará dentro de la [incertidumbre](#) especificada del valor medido. Debe ser observado que los niveles de la confianza (Ej. el 95%) dependen de la distribución estadística asumida de los datos y son calculado diferentemente para cantidades en 1D (una dimensión) y 2D (dos dimensiones). En el contexto de este estándar, que asume la distribución normal del [error](#), el 95% del nivel de confianza para las cantidades de 1D (Ej. profundidad) se define como  $1.96 \times$  la desviación estándar y el 95% del nivel de confianza para las cantidades de 2D (Ej. posición) se define como  $2.45 \times$  la desviación estándar.

**Profundidades reducidas:** Profundidades observadas incluyendo todas las [correcciones](#) relacionadas con el levantamiento y el post proceso y la reducción al dátum vertical usado.

**Rasgo:** En el contexto de este estándar, cualquier objeto, ya sea artificial o no, que se proyecte sobre el fondo marino que puede ser un peligro para la navegación de superficie .

**Superficie de Incertidumbre:** Un modelo, típicamente basada en una grilla que describe la incertidumbre de la profundidad del producto de un levantamiento sobre un área contigua a la tierra. La superficie de incertidumbre debe conservar suficiente [metadata](#) para describir inequívocamente la naturaleza de la [incertidumbre](#) que es descrita.

**Supervisión de integridad:** Esta es la capacidad de un sistema para proporcionar alertas oportunas a los usuarios cuando el sistema no debe ser utilizado.



## PAUTAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD

**NOTA:** Se debe observar que la información contenida en los anexos A y B proporciona una cierta guía sobre el [control de calidad](#) y el procesamiento de los datos. Estos anexos no son una parte integral de los estándares S-44 y serán quitados cuando la información de estos sea incorporada completamente en la publicación M-13 de la OHI.

### A.1 Introducción

Para asegurar que las [incertidumbres](#) requeridas sean alcanzadas es necesario supervisar el desempeño. La conformidad con los criterios especificados en este documento tiene que ser demostrada.

Las técnicas estándar de la calibración deben ser terminadas antes y después de la adquisición de datos y después de que ocurra cualquier modificación importante del sistema.

Establecer procedimientos de [control de calidad](#) debe ser una alta prioridad para las Oficinas hidrográficas/ Organizaciones. Estos procedimientos deben cubrir todo el sistema, incluyendo los sensores de la navegación, equipo de colección y procesamiento de datos y a los operadores. Todo el equipamiento debe ser confirmado si funciona dentro de sus valores de calibración y el sistema debería ser valorado para asegurar que las [incertidumbres](#) relevantes en la [Tabla 1](#) sean alcanzadas. Otros parámetros, Ej. movimientos y la velocidad de la embarcación que pueden afectar la calidad de la data recolectada, también debe ser supervisado.

Los procedimientos de procesamiento usados antes de la introducción de la Ecosondas Multihaz MBES y de los sistemas batimétricos LIDAR, son ineficaces en términos tanto de la mano de obra como del tiempo requerido para procesar el alto volumen de datos recolectados por estos sistemas. Procedimientos de procesamiento son necesarios para permitir la reducción, el proceso y la producción de juegos de datos finales con mano de obra aceptable y restricción de tiempo, mientras se mantenga la integridad de los datos. A medida que las Oficinas Hidrográficas/ Organizaciones continúan siendo responsables (dar cuenta) de sus productos, estos procedimientos de procesamiento deben ser bien documentados.

Los datos originales del levantamiento (datos crudos “raw data” de los diferentes sensores) deben ser conservados adecuadamente antes de comenzar con el procesamiento de los mismos. Los juegos de datos procesados finales deben también ser conservados. El almacenamiento de larga duración de datos, en esta era de cambios rápidos en los sistemas electrónicos, necesita una planificación, ejecución y supervisión cuidadosa.

Cada Oficina es responsable de la definición de su política de conservación a largo plazo tanto de los datos crudos como de los procesados.

## A.2 Posicionamiento

Se recomienda el [Monitoreo de integridad](#) para los levantamientos de orden especial y del orden 1a/b. Cuando el equipo instalado para determinar o mejorar el posicionamiento de las plataformas hidrográficas (Ej. [correcciones](#) del Sistema Satelital Global de Navegación GNSS), la [incertidumbre](#) de la posición del equipo respecto al dátum horizontal debe ser incluida en la cálculo del THU.

## A.3 Integridad de Datos de Profundidad

Las líneas de verificación o los traslapados de barrido, indican el nivel del conformidad o la capacidad de repetición de las mediciones, pero no indican una [exactitud](#) absoluta en la que existen numerosas fuentes de [errores](#) potenciales comunes ([Ver A.4](#)) entre los datos de líneas principales y los de las líneas de chequeo. El procedimiento del [control de calidad](#) debe incluir el análisis estadístico de las diferencias y de la consideración de errores comunes para proveer una indicación de la conformidad del levantamiento con los estándares dados en la [Tabla 1](#). El efecto de ecos falsos y de equivocaciones debe ser eliminado antes de este análisis. Las diferencias anómalas restantes deben ser examinadas mas adelante con un análisis sistemático de las fuentes de [incertidumbre](#) que contribuyen. Todas las discrepancias se deben resolver ya sea por análisis o re-levantamiento durante la ejecución del trabajo de levantamiento.

La capacidad de comparar superficies generadas a partir de datos recolectados recientemente con otras generadas a partir de la información histórica puede a menudo ser útil para validar la calidad de la nueva información, o alternativamente, para notificar a la agencia encargada de la recolección, sobre la existencia de una [incertidumbre](#) sistemática sin resolver que requiera la atención inmediata.

### A.3.1 Ecosonda Mono-haz (SBES)

Las líneas de chequeo se deben ejecutar en los intervalos discretos. Estos intervalos normalmente no deber ser más de 15 veces el espaciamiento de las líneas principales de sondaje.

### A.3.2 Ecosonda de Barrido

Se debe determinar una cantidad apropiada de la [incertidumbre](#) de las profundidades a cada ángulo de incidencia (dentro de cada haz para un MBES). Si cualquiera de las profundidades tiene [incertidumbres](#) no aceptables, los datos relacionados deben ser excluidos. Un número de líneas de chequeo deben ser ejecutadas. Donde los barridos adyacentes tienen un traslapo significativo el espaciamiento entre las líneas de chequeo puede ser extendido.

### A.3.3 Sistemas de Barrido (Arreglo Multi-transductor)

Es esencial que la distancia entre los transductores individuales y el área acústica de ensonificación deba ser cotejada con las profundidades que están siendo medidas para



asegurar una cobertura completa del fondo a través de las medidas del barrido. Se debe correr un número de líneas de chequeo.

Los movimientos verticales de los haces deben ser monitoreados cuidadosamente así como los incrementos del estado del mar, especialmente donde los efectos de oleaje sobre los transductores no son medidos directamente (Ej. los sistemas desmontables de haces). Una vez que el oleaje en los transductores excede el valor máximo permitido en la [incertidumbre](#) propuesta, las operaciones de sondeo deben ser discontinuadas hasta que las condiciones de mar mejoren.

#### A.3.4 LIDAR Batimétrico

Los peligros a la navegación detectada por LIDAR batimétrico se deben examinar usando un sistema batimétrico capaz de determinar el punto más bajo según los estándares precisados en este documento. Un número de líneas de chequeo deben ser corridas.

#### A.4 Fuentes de Error

Aunque el siguiente texto se centra sobre [errores](#) en los datos adquiridos con los sistemas de barrido, se debe observar que éste es un principio aplicable a los datos adquiridos con cualquier sistema de medición de profundidad.

Con los sistemas del barrido la distancia entre el sondaje sobre el fondo marino y la antena del sistema de posicionamiento puede ser muy grande, especialmente en mar profundo. Debido a esto, la [incertidumbre](#) de la posición de las sondas es una función de los [errores](#) en el rumbo del buque, ángulo del haz y la profundidad del agua.

Los [errores](#) del balanceo y de cabeceo también contribuyen a la [incertidumbre](#) en las posiciones de las sondas. Sobretodo puede ser muy difícil determinar la [incertidumbre](#) de la posición para cada sonda en función de la profundidad. Las [incertidumbres](#) son una función no solamente del sistema de barrido sino también de la localización, de los desplazamientos y de las exactitudes de los sensores auxiliares.

El uso de haces inclinados introduce [incertidumbres](#) adicionales causadas por el conocimiento incorrecto de la orientación de la embarcación tanto a la hora de la transmisión y de la recepción de los ecos del sonar. Las [incertidumbres](#) asociadas a la determinación de la posición de un haz individual deben incluir lo siguiente:

- a) [Errores](#) del sistema de posicionamiento;
- b) [Errores](#) de alcance y de haz;
- c) El [error](#) asociado al modelo de la trayectoria de rayo (incluyendo el perfil de la velocidad del sonido), y el ángulo hacia donde apunta el haz;
- d) El [error](#) en el rumbo del buque;
- e) [Errores](#) del sistema de posicionamiento resultantes del desalineamiento del transductor;
- f) Localización del sensor;

- g) [Errores](#) del sensor de movimiento del buque Ej. balanceo y cabeceo;
- h) [Errores](#) de la posición por desplazamiento del sensor; y
- i) Sincronización de tiempo/ latencia.

Los factores que contribuyen a la [incertidumbre](#) vertical incluyen:

- a) [Errores](#) del dátum vertical;
- b) [Errores](#) del sistema de posicionamiento vertical;
- c) [Errores](#) en medición de marea, incluyendo errores co-mareales donde sea apropiado;
- d) [Errores](#) del instrumento;
- e) [Errores](#) de velocidad del sonido;
- f) [Errores](#) elipsoidales/verticales del modelo de la separación de dátum;
- g) [Errores](#) de movimiento del buque, Ej. cabeceo, balanceo y oleaje;
- h) Calado del buque;
- i) Mediadas del buque y asentamiento dinámico;
- j) Pendiente del fondo del mar; y
- k) Sincronización de tiempo/latencia.

Las agencias responsables de la calidad del levantamiento son encargadas de desarrollar los lineamientos de la [incertidumbre](#) para sus propios sistemas.

#### A.5 Propagación de incertidumbres

TPU es una combinación de [incertidumbres](#) basadas en el azar y en tendencias. Las [incertidumbres](#) aleatorias y de corto periodo tienen que ser reconocidas y evaluadas tanto en dirección horizontal como en vertical.

La [incertidumbre](#) propagada se puede expresar como variación (en metros cuadrados) pero se divulga más a menudo como una [incertidumbre](#) (en metros) derivada de la asunción de que la incertidumbre sigue una distribución conocida. En el último caso, el nivel de confianza (Ej., " 95% de [nivel de confianza](#) ") y la distribución asumida serán documentadas. Las [incertidumbres](#) horizontales se expresan generalmente como un sólo valor en un nivel de 95%, implicando una distribución isotrópica de la [incertidumbre](#) en el plano horizontal.

En el proceso del levantamiento hidrográfico es necesario modelar ciertos factores de periodo largo o constantes relacionados con el ambiente físico (Ej. mareas, velocidad del sonido, calado dinámico de la embarcación del levantamiento). Los modelos inadecuados pueden conducir a tendencias de tipo [incertidumbres](#) en los resultados del levantamiento. Estas incertidumbres deben ser evaluadas por separado de las [incertidumbres](#) de tipo aleatorio.

TPU es el resultado de estas dos [incertidumbres](#) principales. La manera tradicional de calcular el resultado es la suma aritmética, aunque los usuarios deben estar enterados que esto puede sobrestimar significativamente la [incertidumbre](#) total. La mayoría de los practicantes y el estándar de ISO apropiado, recomienda la suma cuadrática (es decir, suma de variaciones convenientemente escaladas).

## ANEXO B

### PAUTAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

**NOTA:** Se debe observar que la información contenida en los anexos A y B proporciona una cierta guía en el [control de calidad](#) y en el procesamiento de los datos. Estos anexos no son una parte integral de los estándares S-44 y serán quitados cuando la información de estos sea incorporada completamente en la publicación M-13 de la OHI.

El texto de este anexo se origina desde IHB CL 27/2002 titulado “Pautas para el procesamiento de un alto volumen de datos batimétricos” con fecha 8 de agosto de 2002. Las secciones 2, 3.1 y 4 de estas pautas se han incorporado en el cuerpo principal de la 5ta edición de S-44 mientras que las secciones restantes, con algunas enmiendas, se reproducen a continuación.

#### B.1 Introducción

Las siguientes pautas de procesamiento se concentran en principios y describen **requisitos mínimos**. Los pasos del procesamiento descritos a continuación son sólo interpretados como indicación, de igual manera respecto a su secuencia, y no son necesariamente exhaustivos. Las adaptaciones pueden ser requeridas de acuerdo a la configuración del levantamiento así como el sistema de procesamiento usado realmente. En general, el procesamiento debe esforzarse a utilizar todas las fuentes disponibles de información para confirmar la presencia de sondas significativas para la navegación.

El siguiente flujo de trabajo debe ser seguido:

##### B.1.1 Posición

Este paso debe abarcar la combinación de los datos de posición de diversos sensores (si es necesario), valorando los datos de posicionamiento, y eliminando los saltos de posición. Los datos dudosos deben ser señalados por medio de una marca y no ser suprimidos.

##### B.1.2 Correcciones de profundidad

Se deben aplicar [correcciones](#) para los cambios de nivel en el agua, mediciones de los sensores de movimiento, y cambios del calado de la embarcación del levantamiento (Ej. el calado dinámico cambia con velocidad, cambia en un cierto plazo causada por el consumo de combustible), debe ser posible procesar nuevamente los datos en los cuales las [correcciones](#) fueron aplicadas en tiempo real.

### B.1.3 Datos de Comportamiento

Los datos de comportamiento de la embarcación (rumbo, oleaje, cabeceo y balanceo) deben ser cuantificados y los falso ecos de los datos eliminados. Los datos dudosos deben ser señalados por medio de una marca y no ser eliminados.

### B.1.4 Corrección de velocidad de sonido

Las [correcciones](#) debido al tiempo de ida y regreso y a la refracción deben ser calculadas y aplicadas durante este paso. Si estas [correcciones](#) se han aplicado ya en tiempo real durante el levantamiento, de ser posible se deben volver a procesar usando otro perfil de la velocidad del sonido.

### B.1.5 Sistema de Latencia

Las latencias de tiempo en el sistema del levantamiento puede incluir componentes constantes y variables. El sistema de adquisición o el sistema de procesamiento debe comprobar si existe latencia (desfase en tiempo) y eliminarlo siempre que sea practicable.

### B.1.6 Combinación posiciones y profundidades

Para esta operación el desfase de tiempo (latencia) y los desfases geométricos entre los sensores tienen que ser tomadas en la consideración.

### B.1.7 Análisis de la señal de Retorno

Cuando una representación de las series de tiempo de la amplitud en la señal de retorno está disponible, esta información puede ser utilizada para comprobar la validez de las sondas.

### B.1.8 Limpieza automática (no interactiva) de los datos

Durante esta etapa, las coordenadas (es decir las posiciones y las profundidades) obtenidas se deben controlar automáticamente por un programa usando los algoritmos estadísticos convenientes que han sido documentados, probados y que han demostrado producir resultados confiables que se pueden repetir. Al seleccionar un algoritmo, las técnicas robustas de estimación se deben tomar en consideración, pues se ha confirmado que su empleo es muy adecuado. Muchos paquetes de procesamientos de batimetría de alta densidad tienen herramientas de proceso estadísticos incorporados para detectar y exhibir falsos ecos. Generalmente hablando de juegos de datos de alta-densidad con cantidades grandes de traslapo entre las líneas, proporcionan una probabilidad creciente de detectar [equivocaciones](#); además de la estadística, los valores de umbral para los datos del levantamiento se pueden utilizar para facilitar la detección de [equivocaciones](#) y por tanto cada agencia es responsable de la validación del algoritmo usado y de los procedimientos adoptados.

Todas las [equivocaciones](#), datos erróneos y dudosos deben ser marcadas para el control subsecuente del operador. El tipo de marca usado debe indicar que fue fijado durante la etapa automática.

#### B.1.9 Limpieza Manual (interactiva) de datos

Siguiendo un procedimiento de procesamiento automatizado, requiere de un hidrógrafo experimentado y responsable para revisar los resultados automáticos y validar los mismos y/o resolver cualquier ambigüedad mantenida.

Para esta etapa, se recomienda fuertemente el uso de las herramientas de visualización 3-D, la toma de decisión sobre si aceptar o rechazar las sondas que parecen falsas puede ser realizado a menudo viendo datos combinados en tres dimensiones, estas herramientas deben permitir ver los datos usando una función de acercamiento.

El sistema de procesamiento interactivo debe también ofrecer diversos modos de exhibición para la visualización, Ej. ploteo de profundidad, ploteo de [incertidumbres](#), un solo perfil, monohaz, imágenes de la señal de retorno, etc. y debe también permitir la visualización de los datos del levantamiento conjuntamente con la otra información útil Ej. línea de costa, naufragios, ayudas a la navegación etc.

La edición de datos debe ser posible en todos los modos e incluir una prueba de autenticidad.. Al editar los datos del sondaje, puede a menudo ser útil, entender el contexto espacial de los puntos examinados que pueden aparecer como sondajes malos ([equivocaciones](#)) y que fuera del contexto se pueden reconocer como verdaderos artefactos del fondo marino (pilotes sumergidos, naufragios, etc.) cuando se ha visto por ejemplo en el contexto del segundo plano de la carta . Si es factible la exhibición de estos datos deben ser geo-referenciada.

La capacidad de comparar las superficies de los datos nuevamente recolectados con otros generados con la información histórica, pueden a menudo ser útiles para validar la calidad de la nueva información o alternativamente, para notificar a la agencia recolectora la existencia de una [incertidumbre](#) sistemática sin resolver que requiere atención inmediata.

Si son factibles, estas herramientas deben incluir la incorporación de las imágenes de señal de retorno normalizadas con batimetría y las provistas por las herramientas automatizadas utilizada para la detección del objeto, así como también debe ser posible la exhibición de los datos marcados para ambos modos.

Las reglas a ser observadas por los operadores durante esta etapa deben ser documentadas.

El juego de marcas durante la etapa automática, que corresponden a las profundidades más bajas de los alrededores, debe requerir la acción explícita del operador, por lo menos, para levantamientos de Orden Especial y Orden 1 a/b; si el operador invalida el juego de marcas durante la etapa automática, ésta debe ser documentada; si una marca es fijada por el operador, el tipo de marca usada debe indicar esto.

## B.2 Uso de las [superficies de incertidumbre](#)

Muchos paquetes de procesamiento estadístico de batimetría también tiene la capacidad de generar una [superficie de la incertidumbre](#) asociada a la batimetría usando las estimaciones de **error** de la entrada o generando estadística espacial con grillas de celda.

Exhibir y codificar estas [superficies de incertidumbre](#) es un método para determinar si el área entera del levantamiento ha reunido las especificaciones requeridas. Si algunas áreas caen fuera de las especificaciones, estas áreas pueden ser marcadas para recolecciones adicionales o el uso de sistemas alternativos para reducir la [incertidumbre](#) dentro de una tolerancia aceptable. Cuando se ha desempeñado en tiempo real, la estrategia de muestreo se puede adaptar de acuerdo al progreso del levantamiento, asegurando que los datos colectados son de una calidad aceptable para el uso previsto. Cada agencia es responsable de la validación de estas capacidades de procesamiento antes del uso.

## B.3 Procedimientos de validación

Los datos finales deben ser sometidos a una validación interna independiente, empleando procedimientos documentados del [control de calidad](#).

---