

Dossier del BHI No. S3/7198

<p><b>CIRCULAR No. 45/2001</b> <b>5 de Octubre de 2001</b></p>
--

**DIRECTIVAS PARA EL PROCESADO DE DATOS BATIMETRICOS DE GRAN VOLUMEN**

Referencia: Circular No. 1/2001 fecha el 11 de Enero de 2001.

Muy Señor nuestro,

Junto con la Circular No. 1/2001, el Bureau distribuyó el proyecto final de las "Directivas para el Procesado de Datos Batimétricos de Gran Volumen", que fue desarrollado por correspondencia en cooperación con el Grupo de Trabajo de la OHI sobre la S-44.

Se invitó a los Estados Miembros a enviar sus comentarios sobre este proyecto al Bureau. El Bureau da las gracias a los 15 Estados Miembros que contestaron. Se adjunta un resumen de los comentarios proporcionados por algunos Estados Miembros en el Anexo A de esta Circular.

En el Anexo B, encontrará el proyecto final mejorado, para su examen. Se le ruega que envíe sus comentarios  **finales**  al Bureau antes del **31 de Enero de 2002**.

Después, y según lo indicado en la Circular N° 1/2001, el Bureau proyecta incorporar las Directivas como Anexo de la futura edición de la S-44. Deberá observarse que las Directivas que se adjuntan no deben considerarse como parte de la Norma (ver también la última frase de la Introducción).

En nombre del Comité Directivo  
Atentamente,

Contralmirante Giuseppe ANGRISANO  
Presidente

Anexo A – Resumen de los Comentarios.

Anexo B – Proyecto de las Directivas mejorado (*en Inglés únicamente*).

**Resumen de los comentarios efectuados por los Estados Miembros**  
(en respuesta a la Circular No. 1/2001)

**Argentina**

No ha empezado aún a utilizar el MBES. Para suprimir los valores anómalos, deberá asegurarse de que no se suprimen por equivocación los peligros de la navegación. El párrafo 3.4 deberá ser más detallado. Las Directivas podrían incluirse también en el Manual de Hidrografía, en lugar de incluirlas en la S-44 .

**Chile**

Está de acuerdo en general. Señala que los datos dudosos (2.3) deberán ser comprobados utilizando datos de otros sensores. Deberá haber criterios uniformes para la reducción de datos (2.4), basándose en la importancia de la zona y de la configuración del fondo.

*BHI: Piensa que los SHs individuales tienen que desarrollar sus criterios; las Directivas tienen como objetivo especificar sólo los requerimientos mínimos.*

Destaca que los operadores deben conocer muy bien los procedimientos de procesado, que las diferencias en las posiciones, causadas por pérdida de señales, requerían una atención particular y que deberán determinarse varios perfiles de velocidad en áreas ambientalmente complejas.

**Cuba**

Aunque Cuba no usa aún los MBES, se consideran útiles las Directivas; no es necesaria ninguna corrección.

**Finlandia**

Propone que las Directivas sean publicadas como documento separado y no como Anexo de la S-44. Finlandia ha implementado principios similares para su propio trabajo. Las Directivas contienen principalmente requerimientos mínimos de alto nivel; se requieren más detalles para los procesos prácticos.

Propone que deberían incluirse también algunas Directivas para el filtrado de datos. Para evitar que las Directivas sean utilizadas contra los SHs en casos de responsabilidad, debería indicarse en la Introducción que el objetivo de las Directivas es proporcionar orientación a los SHs.

*BHI: Si el "filtrado de datos" debe entenderse como "reducción de datos", este punto debe tratarse en el apartado 2.4; si no, todo el documento trata sobre la comprobación y la corrección de datos. Modificará la Introducción según lo propuesto.*

**Francia**

Propone modificaciones del 3<sup>er</sup> párrafo del punto 3.4 (las reglas del operador deben estar documentadas; debe requerirse una acción explícita del operador sólo si los indicadores fijados mientras está en automático se refieren a profundidades menos profundas que las de la zona circundante) y la añadidura de un párrafo sobre metadatos.

*BHI: Se tomarán en cuenta los comentarios en el proyecto mejorado.*

**Mónaco**

Aunque Mónaco no está implicado directamente en los levantamientos, creemos que las Directivas ayudarán a garantizar un elevado nivel de calidad y a normalizar los resultados de los levantamientos. Creemos que las Directivas ayudarán a asegurar un elevado nivel de calidad y a normalizar los resultados de levantamientos.

## **Holanda**

Propone añadir el siguiente párrafo al punto 1. Introducción: "Modernas capacidades de ordenadores y programas permiten ejecutar etapas de procesado durante la adquisición de datos en tiempo real". Esta tendencia no sustituye los requerimientos de registro de datos en bruto y las capacidades completas de posprocesado."

*BHI: Piensa que el párrafo 2.1 basta, teniendo en cuenta que el objetivo es especificar los requerimientos mínimos.*

Sugiere añadir el siguiente párrafo al punto 2.2, Estadísticas: "Deberán eliminarse los errores sistemáticos por medio de la calibración, antes de la ejecución, o mediante un proceso durante la ejecución del levantamiento."

*BHI: Está de acuerdo en que la calibración debería tener lugar antes o durante el levantamiento. Pero estas directivas tratan sobre el procesado, no el levantamiento.*

Propone añadir al 2º párrafo del apartado 2.2: "Pueden añadirse mecanismos de detección de errores, de identificación de errores y de adaptación." y "Cada posición y profundidad individual medidas deberán ser probadas con respecto a los criterios de precisión fijados en la S-44."

*BHI: Referente a la primera parte de esta propuesta el BHI piensa que ésta va más allá de los requerimientos mínimos ya que "puede añadirse" indica una opción. Referente a la segunda parte, una breve frase ha sido añadida a las directivas.*

Propone añadir "Los errores introducidos en el proceso de reducción de datos ("thinning") deberán ser incluidos en el presupuesto total de errores propagados" en el apartado 2.4.

*BHI: De nuevo, requerimientos mínimos.*

Sugiere añadir un nuevo párrafo :

"2.5 Recorrido de etapas

Todas las fases del procesado, automático y manual, deberán registrarse en un recorrido de etapas, para poder reconstruir las fases de procesado ejecutadas."

*BHI: Para el procesado manual, el requerimiento de un recorrido de etapas ha sido, especificado bajo el apartado 3.4. Para el procesado automático, sólo pueden fijarse indicadores.*

En el párrafo 3.1, se propone sustituir "ficheros" por "datos auxiliares" en varios sitios.

*BHI: No puede verse el beneficio de estas sustituciones; parece principalmente semántico.*

Se sugieren varias supresiones en los subpárrafos del punto 3.2.

*BHI: No puede ser el beneficio de esta sugerencia, ya que la introducción en el punto 3.2 indica claramente que las etapas deberán considerarse como una indicación y que pueden requerirse adaptaciones.*

Sugiere añadir al punto 3.2.3 "La validación y corrección de los perfiles SV aplicados deberá ejecutarse en una estructura temporal y espacial."

*BHI: Ver 3.1.*

Propone sustituir el punto 3.2.5 por "Una representación de la serie tiempo de la señal acústica de retorno deberá estar disponible para la evaluación de la calidad de las sondas."

*BHI: El nuevo texto parece hacer que éste sea un requerimiento más obligatorio, que podría evitarse mejor al tener por finalidad requerimientos mínimos.*

Sugiere añadir una referencia a un artículo en el punto 3.3.

*BHI: Referencia añadida.*

Propone suprimir "la edición de datos deberá ser posible en todos los modos e incluye un recorrido de etapas" del primer subpárrafo del punto 3.4.

*BHI: La edición de datos debe ser posible. Holanda misma propuso un recorrido de etapas como nuevo párrafo 2.5.*

## **Nueva Zelanda**

Sugiere incluir un párrafo entre los puntos 3.2.2 y 3.2.3, para tomar en consideración la integridad de datos de reacciones del sensor registrados.

*BHI: Lo hará.*

Sugiere incluir un párrafo entre los puntos 3.2.3 y 3.2.4, indicando que debería ser posible procesar nuevamente los datos si los datos de mareas se han aplicado en tiempo real o en una fase temprana de la etapa de procesado. Además deberá suprimirse "cambios del nivel del agua" del punto 3.2.2.

*BHI: Añadirá una frase sobre un Nuevo procesado en el punto 3.2.2. Pero los "cambios del nivel del agua" deberá permanecer, ya que este término cubre las aguas con mareas y sin mareas.*

Sugiere añadir 2 frases al párrafo 4, indicando que la validación deberá incluir, por lo menos, la inspección y las diferencias de profundidad entre datos de superposición y también el uso de imágenes iluminadas por la luz solar a partir de direcciones octogonales, de modo que los artefactos de los MBES se hagan aparentes.

*BHI: Piensa que debería incluirse en instrucciones nacionales más detalladas y no en Directivas que intenten definir los requerimientos mínimos.*

Junto con su respuesta, Nueva Zelanda proporcionó copias de normas utilizadas al mismo tiempo que levantamientos por contrato, es decir Formatos de Datos Digitales y Levantamientos Hidrográficos, Normas de Levantamientos Hidrográficos con los MBES, y Especificaciones Técnicas para Levantamientos Hidrográficos (HYspec). Estas Normas, que podrían interesar a los Estados Miembros que contratan levantamientos, pueden bajarse de <http://www.linz.govt.nz/services>; desplazarse a Levantamientos Hidrográficos.

## **Noruega**

Propone añadir en el punto 2.1 "a partir de los diferentes sensores" al texto entre paréntesis.

*BHI: Lo hará.*

Propone añadir : "Se recomienda la calibración como parte del control de calidad de los sensores, y el resultado de la calibración debería conservarse y archivar" al último párrafo en el punto 3.1.

*BHI: Piensa que la calibración es parte del levantamiento (referirse por ejemplo, a la pág. 12 de la S-44). Tras añadir el texto propuesto al punto 2.1, los datos de calibración están incluidos.*

## **Portugal**

Propone cambiar el punto 3.2.3 para que lea "..... en tiempo real, es deseable poder anularlos ....".

*BHI: El texto actual ("...en tiempo real, debería ser posible anular ....") deberán seguir sin cambios, ya que el nuevo texto propuesto no es una mejora.*

Sugiere suprimir el 2º párrafo del punto 3.3, ya que las energéticas técnicas de estimación no se utilizan ya de forma general y no han sido probadas en su totalidad; no deberían promoverse métodos similares.

*BHI: Este párrafo era una indicación para tomar en cuenta las energéticas técnicas al seleccionar un algoritmo. Los instrumentos de detección automatizada de objetos se citan también en este párrafo.*

El término "recorrido de etapas" utilizado en el punto 3.4 (final del 1er párrafo) deberá aclararse.

*BHI: El recorrido de etapas es un registro de todos los cambios efectuados por un operador.*

El último párrafo del punto 3.4 debería suprimirse ya que no parece haber conexión directa con la S-44.

*BHI: Está de acuerdo.*

## **Suecia**

Cree que las Directivas interfieren en alguna medida con la S-44 y sugiere que las Directivas deberían ser consideradas y finalizadas, al mismo tiempo que una versión actualizada de la S-44. La nueva edición de la S-44 debería pues consistir en una parte que contenga requerimientos obligatorios y otra parte que contenga requerimientos no obligatorios como pe. estas Directivas.

**Refined Final Draft (October 2001)**  
**GUIDELINES FOR THE**  
**PROCESSING OF HIGH VOLUME BATHYMETRIC DATA**

N.B.: Modifications are indicated in italics and additionally by strikethrough for deletions.

## **1. Introduction**

With the advent of multibeam echosounders (MBES) and laser airborne systems, hydrographers and oceanographers are nowadays confronted with the task of processing high data volumes collected during surveys. The main advantages of MBES and laser airborne systems are increased bottom coverage and potentially wider spacing of track lines, due to the greater swath, when compared to single beam echosounder (SBES) surveys which may result in a reduction of time required for a survey.

However, processing procedures used prior to the introduction of MBES and laser airborne systems are inefficient, in terms of both manpower and time required to process the high volume of data gathered by these systems. Therefore, new processing procedures are needed to allow the reduction, processing and production of the final data set within acceptable manpower and time constraints while maintaining data integrity.

As hydrographic offices continue to be responsible (liable) for their products, these processing procedures should be well documented and fulfil, at least, certain requirements. The following processing guidelines concentrate on principles and describe **minimum requirements**; they do not specify details as, for example, computer hardware, operating system, use of screen colours etc. *The principle purpose of these guidelines is to provide guidance to hydrographic offices and not to set standards.*

## **2. General Principles**

### 2.1 Conservation of Data

It is strongly recommended that the original survey data (raw data *from the different sensors*) be conserved adequately before commencing with the processing of data. The final processed data set should also be conserved.

### 2.2 Statistics

Statistical algorithms employed for detecting erroneous and/or doubtful data should be adequately tested to prove their suitability.

For the control of positions, a Kalman filter or comparable mechanism is deemed adequate. *Compliance with the criteria specified in IHO Publication S-44 (4<sup>th</sup> edition) has to be ascertained.*

The minimum control of depths should consist of defining areas where the number of, and distance between, depths allow the calculation of meaningful statistics to ensure compliance with the standards specified in IHO Publication S-44 (4<sup>th</sup> edition). Furthermore, cross checklines have to be used for the quality control of depths.

In addition to statistics, threshold values for survey data can be used to facilitate the detection of blunders.

### 2.3 Treatment of Doubtful Data

Data considered erroneous and/or doubtful, either by the statistical algorithms employed or by an operator, shall be flagged (marked) accordingly and shall not be deleted. To classify errors in accordance with their magnitude, use of error classes is recommended.

### 2.4 Data Reduction

The rules and mechanisms employed for data reduction have to be documented. When reducing the data density, the selection of shoal biased depths must be possible.

### 3. Processing Stages

The processing of high volume bathymetric data can be divided into the following stages:

- Data Preparation
- Data Processing
- Automatic (Non-interactive) quality control
- Manual (Interactive) quality control

#### 3.1 Data Preparation

Data preparation files contain either fixed values, e.g. system calibration factors and sensor offsets, or variable values such as sound velocity profiles and tide values for the reduction of soundings. Data files are either prepared by direct operator interaction or automatically. The data in these files are needed for processing raw survey data.

All of these files should be subject to automatic or manual plausibility checks to avoid contamination of the survey data during processing. If, for example, the athwartship offset between the positioning antenna and the transducer is incorrect, a systematic error will be introduced in the positions of all depths.

Files prepared manually by direct operator interaction should be subject to an independent check by a second operator.

#### 3.2 Data Processing

The processing steps outlined below are only to be interpreted as an indication, also with regard to their sequence, and are not necessarily exhaustive. Adaptations may be required due to the configuration of the survey as well as the processing system actually used. In general, processing should strive to use all available sources of information to confirm the presence of navigationally significant soundings.

##### 3.2.1 Position

This step should comprise merging of positioning data from different sensors (if necessary), qualifying positioning data, and eliminating position jumps. Doubtful data should be flagged and not be deleted.

##### 3.2.2 Depth corrections

Corrections should be applied for water level changes, measurements of attitude sensors, and changes of the draught of the survey vessel (e. g. squat changing with speed; change over time caused by fuel consumption). *It should be possible to re-process data for which corrections were applied in real-time.*

##### 3.2.3 Attitude corrections

*Attitude data (heading, pitch, roll) should be qualified and data jumps be eliminated. Doubtful data should be flagged and not be deleted.*

##### 3.2.4 Sound velocity

Corrections due to refraction should be calculated and applied during this step. If these corrections have already been applied in real-time during the survey, it should be possible to override them by using another sound velocity profile.

##### 3.2.5 Merging positions and depths

For this operation the time offset (latency) and the geometric offset between sensors have to be taken into consideration.

##### 3.2.6 Analysis of Returning Acoustic signal

When a representation of the time series of the returning acoustic signal is available, the processing methods should attempt to use this information to qualify soundings.

### 3.3 Automatic (Non-interactive) Quality Control

During this stage, the coordinates (i.e. positions and depths) obtained should be controlled automatically by a programme using suitable statistical algorithms which have been documented, tested and demonstrated to produce repeatable and accurate results.

Selecting an algorithm, robust estimation techniques should be taken into consideration as their adequacy has been confirmed by extensive and independent research conducted by –inter alia– China<sup>1</sup>, France<sup>2</sup>, Denmark, Germany, and *the NATO*<sup>3</sup>. Employing automated object detection tools using angle-independent time-sampled backscatter from the acoustic signal might be considered as well as a check on automated processing algorithms.

All blunders and erroneous and doubtful data should be flagged for subsequent operator control. The type of flag used should indicate that it was set during the automatic stage.

### 3.4 Manual (Interactive) Quality Control

For this stage the use of 3-D visualisation tools is strongly recommended. These tools should allow viewing the data using a zoom facility. The interactive processing system should also offer different display modes for visualisation, e.g. depth plot, error plot, single profile, single beam, backscatter imagery etc. and should allow for the visualisation of the survey data in conjunction with other useful information as e.g. shoreline, wrecks, aids to navigation etc.; editing of data should be possible in all modes and include an audit trail. If feasible, data displays should be geo-referenced.

If feasible, these tools should include the reconciliation of normalised backscatter imagery with bathymetry and, provided that automated object detection tools were used, display of flagged data for both data modes should be possible.

*The rules to be observed by operators during this stage should be documented.*

*The flags set during the automatic stage, which correspond to depths shallower than the surrounding area, should require explicit operator action, at least, for Special Order and Order 1 surveys (cf. S-44, Table 1). If the operator overrules flags set during the automatic stage, this should be documented. If a flag is set by the operator, the type of flag used should indicate this.*

~~*It may be possible to exclude areas where depths are not relevant for the safety of navigation (cf. IHO Publication S 44, Table 1).*~~

## 4. Metadata

*Metadata should be associated with each processed dataset. Chapter 5 of S-44 contains recommendations on the scope of metadata.*

## 5. Validation Procedures

The final data should be subject to independent in-house validation employing documented quality control procedures.

---

<sup>1</sup> Huang Motao et al. "Robust Method for the Detection of Abnormal Data in Hydrography" in International Hydrographic Review, Monaco, LXXVI(2), September 1999, pp. 93-102

<sup>2</sup> N. Debes, H. Bisquay "Automatic Detection of Punctual Errors in Multibeam Data Using a Robust Estimator" in International Hydrographic Review, Monaco, LXXVI(1), March 1999, pp. 49-63

<sup>3</sup> G. Canepa, O. Bergen "An approach to robust map generation from multibeam bathymetric data" in SACLANTCEN Report Nr. SR-285