

# Desarrollo de herramientas de software para el procesamiento de datos topográficos submarinos

**Mag. Marcelo A. Tosini**  
**Facultad de Ciencias Exactas**  
**Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires**  
**Tandil (7000) – Buenos Aires - Argentina**  
**Tel/Fax: (+54) 2293 439680**  
**Email: [mtosini@exa.unicen.edu.ar](mailto:mtosini@exa.unicen.edu.ar)**

## RESUMEN

Desde hace varios años se utilizan diferentes tecnologías para recopilar información que permita reconstruir y estudiar la conformación del lecho marino en especial las plataformas marinas continentales en las que se realiza explotación pesquera, extracción de petróleo o tendido de cables. Los sistemas más frecuentemente utilizados se basan en el principio de emisión y recolección de señales acústicas hacia el lecho marino para recabar información de profundidad y composición del mismo. Entre los principales dispositivos para realizar esta tarea se destacan los sistemas de sondeo de múltiples haces (Multibeam echo-sounder - MBE). Estos dispositivos se ofrecen en mercado con paquetes de software de adquisición y post-procesamiento de datos muy poderosos pero que, en algunos casos, no satisfacen plenamente las necesidades particulares de un usuario determinado.

Este proyecto propone la creación de un paquete adicional de herramientas de proceso y post-proceso de la información de un sistema MBE en particular que permitan transformar los datos primitivos a fin de obtener representaciones más acordes a las necesidades del usuario final. Por otro lado es de interés para el usuario la capacidad de manipulación dinámica en un sistema de visualización 3D y la posibilidad de integración de la información geográfica del lecho marino aportada por un MBE con datos biológicos de cardúmenes, tendidos de oleoductos o cualquier otra instancia de información relevante.

**Palabras clave:** ecosondas, multibeam, visualización 3D, investigación marina, relevamiento topográfico

## 1. INTRODUCCIÓN

El análisis y reconocimiento de las estructuras que conforman el lecho marino es un área de estudio de relevancia desde hace algunos años debido al aumento del interés comercial y político de muchos países en la explotación masiva de los recursos provenientes de sus respectivas plataformas continentales. Desde este punto de vista resulta obvio que un país con acceso a su plataforma marina tenga pretensiones de extender sus actividades de explotación a dicha plataforma, pero desde el punto de vista logístico, esta explotación implica el conocimiento de la geografía y constitución de un territorio que, por estar cubierto de agua, es más inaccesible para su estudio que el resto de la plataforma continental.

Por esta razón, los mecanismos de relevamiento de la plataforma marina deben ser indirectos y la información debe ser obtenida a partir de dispositivos específicos que permitan realizar mediciones de ciertas características del lecho marino tales como profundidad y composición del suelo bajo análisis.

Entre los dispositivos de análisis indirecto se destacan los sonares, que obtienen información a partir de la emisión y recepción controlada de ondas acústicas hacia el lecho marino.

Existen varios sistemas de sonar que utilizan este principio. Por lo general se encuentran montados en el casco de una embarcación o en el interior de un vehículo sumergible tripulado o controlado remotamente. En estas condiciones, el escaneo de una superficie marina determinada consiste en una recorrida del vehículo a través del área en estudio a fin de obtener a su paso la información topográfica necesaria.

A partir de esta información es posible, entonces, la reconstrucción bi o tridimensional del lecho marino, para posteriores análisis manuales (visuales o de filtrado); o automatizados. Estos últimos a partir de métodos más especializados para reconocimiento de determinados patrones en la superficie. De esta manera se procura la detección de blancos sumergidos y el reconocimiento de sus patrones ecoicos

## **2. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

El objetivo a largo plazo del proyecto es el desarrollo de un conjunto de herramientas de procesamiento, análisis y manipulación dinámica de los datos y su integración a datos de otras fuentes. Esto es necesario a la luz de que las herramientas provistas en el mercado, si bien ofrecen mucha versatilidad a la hora de trabajar sobre los datos, carecen de algunas características que, en ciertos casos, son necesarias. A manera de ejemplo de lo dicho se citan algunos casos. Filtrado “inteligente” de ruido (spikes), que puede realizarse con algoritmos neuronales de análisis. Integración de todos los pasos de procesamiento en una sola herramienta. Manejo automático de “sesiones” y “perfiles” de procesamiento, manipulación visual dinámica de los datos, integración de datos de diferentes orígenes, y otras características.

A fin de poder llevar a cabo la totalidad del proyecto, varios sub objetivos deben concretarse: a) estudio completo de los formatos de información manejados por el sistema MBE utilizado; b) estudio de técnicas apropiadas para el filtrado de ruido y almacenamiento óptimo de los datos; c) obtención de muestras del lecho marino con características específicas (muestras de oleoductos, obstáculos, accidentes topográficos determinados, etc.); d) desarrollo de un prototipo y d) realización de pruebas de campo, a fin de comprobar la fiabilidad del sistema.

## **3. TECNOLOGÍA DE SONARES MBE**

Las ecosondas de múltiples haces se basan principalmente en un conjunto emisor-receptor compuesto por varios emisores acústicos dispuestos en abanico que emiten, cada uno, una frecuencia sonora de haz angosto de manera de irradiar en cada disparo (ping) una línea mas o menos extensa del lecho marino. La repetición de estas emisiones asociada al desplazamiento del barco sobre una franja de mar permite el relevamiento de una superficie determinada. Asociado al sistema emisor existen dispositivos GPS y giroscopios que permiten adecuar las mediciones a la deriva propia del barco sobre la superficie del mar (rolido, cabeceo, etc). El sistema GPS también permite que el barco recorra varias franjas adyacentes de manera de relevar una superficie mayor del lecho marino. La información obtenida permite representar las irregularidades del lecho en un mapa de alturas en coordenadas terrestres de latitud-longitud.

### **MBE SimRad Serie EM1000**

El MBE Simrad EM 1002 de Kongsberg [1] está diseñado para mapeos de muy alta resolución del lecho marino desde profundidades cercanas a la costa y hasta aproximadamente 1000 metros de profundidad.

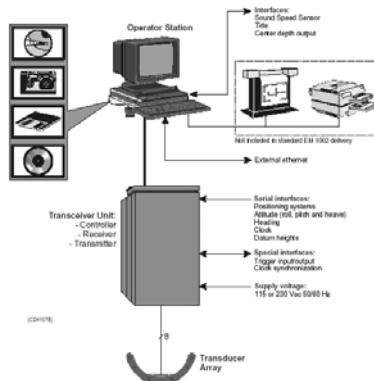
El sistema provee más de 10 muestreos (pings) por segundo con 111 haces por ping ( $2^\circ$  de desviación), y estabilización electrónica de rolido. La cobertura en ancho (Acrosstrack coverage) es de cerca de 1200 metros en aguas profundas.

El estandar EM 1002 tiene tres longitudes de pulso distintas (0.2, 0.7 y 2 ms) a fin de maximizar la cobertura en aguas profundas (200 metros o más).

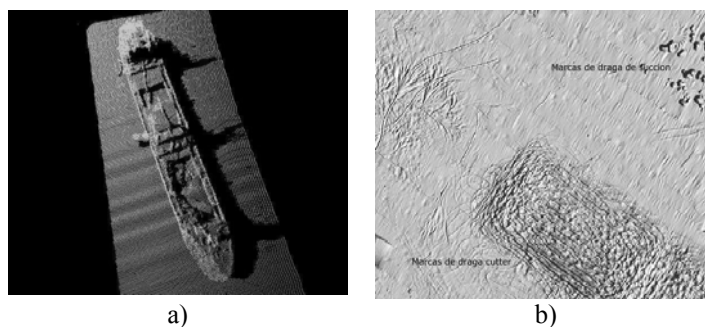
La figura 1 muestra un diagrama esquemático de los componentes del equipo completo [2]. Como se observa, el arreglo de transceivers envía las 111 señales a un procesador dedicado que las procesa junto con información proveniente de otros sistemas navegacionales que proporcionan la respectiva información de actitud (rolido, dirección, longitud, latitud, altura). Toda la información corregida se envía en tiempo real a través de una red de alta velocidad a la consola del operador para su almacenaje (y posterior análisis) o utilización.

Una etapa de procesamiento posterior permite analizar la información ya sea en forma visual o con herramientas específicas para obtener imágenes tridimensionales de profundidad del lecho marino (información topográfica) o de potencia recibida (información estructural). Esta última información permite reconocer la composición del fondo y apreciar los distintos componentes como lodo, arena, grava, piedra, y otros [4].

En la figura 2 se observan imágenes obtenidas con el MBE donde se aprecia la fidelidad de las muestras obtenidas. De todos modos, cabe aclarar que dicha precisión se obtiene a partir de la aplicación de potentes herramientas de filtrado y que este proceso se realiza *off-line*. Un análisis de reconocimiento de patrones en tiempo real requerirá el procesamiento de la información cruda que entrega el sistema MBE que originalmente contiene cierto porcentaje de datos erróneos.



**Figura 1.** Diagrama del sistema EM 1002. Gentileza Kongsberg



**Figura 2.** imágenes de mediciones acústicas realizadas con un MBE. a) perfil de un buque hundido a poca profundidad. b) lecho marino en la zona de un puerto. Se aprecian las marcas dejadas por dos tipos de dragas.

## 4. CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE

De los requerimientos citados en el apartado 2, dos son los que mas han concentrado nuestro interés: la generación de una herramienta de procesamiento amigable y la posibilidad de manipulación 3D integrada de datos.

### **Procesamiento de los datos**

El procesamiento de los datos crudos del MBE hasta la obtención de un conjunto de archivos manejables requiere de cierta cantidad de pasos variable y con mucha intervención del usuario en la configuración de parámetros de filtrado y conversión. El proceso usual demanda varias horas de configuración, proceso y verificación; y es usual el retroceso a pasos previos del proceso a fin de reconfigurar determinados parámetros.

La herramienta diseñada permite mantener un cronograma dinámico de los pasos realizados y los parámetros propios de cada uno de manera de automatizar y facilitar la conversión. Es importante tener en cuenta la masividad de información asociada a una campaña que suele ser de varios cientos de megabytes, distribuida en decenas de archivos (cada uno asociado a una franja del relevamiento).

Basados en este aspecto mencionado se implemento un mecanismo de “sesiones” que permite al usuario avanzar gradualmente en los pasos de conversión, retroceder a pasos previos (para reconfigurar la conversión) y volver automáticamente al paso previo al retroceso.

### **Manipulación 3D**

Otra de las características destacadas del paquete es la posibilidad de manipulación de los datos en 3D. Se pretende: capacidad de observación del entorno desde cualquier ángulo y altura; capacidad de navegación a través del mapa generado; capacidad de integración de datos provenientes de diversas fuentes, tales como, distribución de especies marinas, mapas de movimiento de cardúmenes, tendidos de cañerías, cableado y otras. En este aspecto, la herramienta permite la conversión del mapa topográfico a coordenadas *xyz* de modo que cualquier otra fuente de datos deberá estar en el mismo formato.

## 5. ESTADO DE AVANCE

A la fecha se han realizado extensos contactos con especialistas del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) que cuenta con bases de datos muy completas de campañas realizadas con un sonar del tipo SimRad Serie EM1000. Con dicho material se procedió al diseño y realización de una herramienta de análisis y conversión de los archivos de campaña a fin de obtener una representación mas manejable de la topografía marina.

Paralelamente a esto, y como linea futura de trabajo, se estudian técnicas de reconocimiento de patrones con las características necesarias para la obtención de resultados en tiempo real [3][5], a partir del análisis de gran cantidad de datos. Cabe notar que este punto representa un gran escollo, puesto que las técnicas neuronales usuales presentan grandes demoras con cantidades de información masiva, del orden de miles de datos (de profundidad, posición y potencia) por segundo, por lo que se estudian alternativas implementadas totalmente en hardware a fin de acelerar dicho proceso[6][7][8].

## 6. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer la desinteresada colaboración de los investigadores del INIDEP ya que la cantidad y calidad de información que nos brindaron, así como material de campañas y asesoramiento nos han permitido acelerar enormemente los tiempos de trabajo dedicados al estudio y entendimiento de los sonares de múltiples haces.

## 7. REFERENCIAS

- [1] EM 1002, Multibeam echo sounder Base version & Hull Unit. Kongsberg Simrad AS, Horten, Norway. [www.kongsberg-simrad.com](http://www.kongsberg-simrad.com).
- [2] EM 1002 Product description, Kongsberg Simrad AS, Horten, Norway. [www.kongsberg-simrad.com](http://www.kongsberg-simrad.com).
- [3] A Recurrent Neural Network for Detecting Objects in Sequences of Sector-Scan Sonar Images, Stuart W. Perry and Ling Guan. IEEE Journal of Oceanic Engineering, vol. 29, no. 3, July 2004.
- [4] Challenges of seeing underwater – A vision for tomorrow, John R. Potter, Acoustic Research Laboratory, EE Department & Tropical Marine Science Inst., NUS. <http://arl.nus.edu.sg>
- [5] 3-Dshape reconstruction in an active stereo vision system using genetic algorithms. A. Dipanda., S. Woo, F. Marzani, J.M. Bilbault, Pattern Recognition 36 (2003) 2143 – 2159
- [6] A modular and scalable architecture for PC-based real-time vision systems, Judit Martíñez, Eva Costa, Paco Herreros, Xavi Sánchez, Ramon Baldrich. Real-Time Imaging 9 (2003) 99–112
- [7] Pattern recognition using multilayer neural-genetic algorithm, Yas Abbas Alsultanny., Musbah M. Aqel. Neurocomputing 51 (2003) 237 – 247
- [8] The construction of a Boolean competitive neural network using ideas from immunology, Leandro Nunes de Castro;., Fernando J. Von Zubena , Getulio A. de Deus Jr.b. Neurocomputing 50 (2003) 51 – 85