

2022

Informe de  
**ASESORAMIENTO  
y TRANSFERENCIA**

**080-22**

NO-2022-79001012-APN-DNI#INIDEP

ACEPTADO 01/08/22

**BI500 y BEI a LSSS: Migración de datos de la  
información acústica de las campañas de investigación**

Bruno V Menna, Mario Cassanelli, Adrián Madirolas y Ariel G Cabreira

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
**Argentina**



**INIDEP**

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN  
Y DESARROLLO PESQUERO



# BI500 y BEI a LSSS: Migración de datos de la información acústica de las campañas de investigación

Bruno V Menna, Mario Cassanelli, Adrián Madirolas y Ariel G Cabreira

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Paseo Victoria Ocampo N° 1, Escollera Norte, B7602HSA – Mar del Plata, Argentina

## Resumen

Desde principios de la década de 1990 el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) incorporó en sus buques de investigación ecosondas científicas digitales SIMRAD EK500 para la adquisición de datos acústicos durante las campañas de investigación. El procesamiento e interpretación de estos datos se realizó entre los años 1994 y 2019 mediante los programas BI500 y BEI. Los resultados de eointegración obtenidos se almacenaron en bases de datos INGRES. El almacenamiento de los datos adquiridos, interpretaciones y bases de datos se realizó en distintos medios, los cuales fueron cambiando con el transcurso del tiempo (discos Zip, CD, DVD, discos rígidos). A medida que transcurrió el tiempo los programas utilizados y los sistemas operativos bajo los que funcionaban quedaron obsoletos y, por ende, el acceso a la información colectada durante las campañas de investigación y a los resultados de su procesamiento se dificultó. Dada esta situación, el Gabinete de Hidroacústica en 2008 comenzó a utilizar el programa LSSS, una evolución del BEI, que utiliza otros motores de base de datos (JavaDB, PostgreSQL) y soporta el formato de salida de la ecosonda científica de banda ancha SIMRAD EK80, incorporada en los buques de investigación pesquera y oceanográfica Victor Angelescu y Mar Argentino. Para posibilitar el acceso a la información acústica de las campañas de investigación mediante el programa LSSS se implementó un procedimiento para migrar el procesamiento realizado con los programas BI500 y BEI a proyectos (*surveys*) de LSSS. Esto permite acceder a los datos acústicos y al procesamiento e interpretación realizado por los operadores originalmente. A su vez, LSSS permite crear bases de datos para los resultados de eointegración empleando motores actuales. Esto es muy importante porque, además de migrar los resultados de las interpretaciones a otro motor de base de datos, es posible revisar la interpretación original de los datos, extraer información de interés y realizar nuevas eointegraciones con diferentes resoluciones espaciales. Para el desarrollo y prueba del procedimiento de migración se utilizaron los datos de la serie de campañas de evaluación acústica de anchoíta de los efectivos bonaerense y patagónico realizadas entre los años 1995 y 2019. Al utilizar las herramientas que incorpora LSSS para acceder a datos procesados con BI500 o BEI se encontraron varios problemas, los cuales se resolvieron mediante rutinas programadas en el entorno R. De esta forma, se desarrolló un procedimiento sistematizado que incorpora soluciones a los problemas identificados. Se compararon los reportes originales obtenidos con BI500 y BEI con los de LSSS y se evaluaron los resultados de las migraciones. El procedimiento de migración resultó efectivo y, por lo tanto, podrá ser aplicado a los datos obtenidos en campañas de investigación cuyos objetivos fueron otras especies de organismos marinos de interés comercial y la creación de una base de datos institucional con los resultados las campañas de investigación.

## Palabras Clave

Campañas acústicas, BI500/BEI, LSSS, eointegración, bases de datos

## Introducción

El Instituto de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) ha llevado adelante desde la década del 70, campañas de evaluación de abundancia mediante el método acústico. A partir del año 1994 se incorporaron ecosondas científicas digitales SIMRAD EK500 en los buques de investigación pesquera (BIP) Dr. Eduardo L. Holmberg y Cap. Oca Balda. El procesamiento e interpretación de los datos adquiridos con estos equipos se realizó mediante los programas BI500 (*Bergen Integrator 500*) y BEI (*Bergen Echo Integrator*) (Anon., 1993 y Foote *et al.*, 1991). Entre los años 1994 y 2005 se utilizó el programa BI500 y desde el año 2005 al 2019, el BEI. Este último es una evolución del BI500. Ambos programas poseen características muy similares y almacenan los resultados en bases de datos utilizando el motor INGRES.

En el año 2008, el Gabinete de Hidroacústica comenzó a incursionar en el empleo de un nuevo programa de procesamiento de datos acústicos, denominado LSSS (*Large Scale Survey System*), desarrollado por el *Institute of Marine Research* de Noruega (IMR) y posteriormente comercializado por la empresa Marec (Korneliussen *et al.*, 2006). El programa LSSS es una evolución del programa

BI500 y BEI a LSSS: Migración de datos de la información acústica de las campañas de investigación



BEI, por lo que, si bien posee muchas nuevas funcionalidades y características propias, mantiene rasgos de diseño de su antecesor.

A partir de la incorporación de los buques de investigación pesquera y oceanográfica (BIPO) Victor Angelescu, en el año 2017 y Mar Argentino, en el 2020, equipados con el más reciente instrumental acústico, principalmente la ecosonda científica de banda ancha SIMRAD EK80 y, sumado a la evolución de los sistemas informáticos, tanto en términos de sistemas operativos como de equipos en sí, el programa LSSS se estableció como la herramienta a utilizar por el Gabinete de Hidroacústica para el procesamiento de los datos acústicos adquiridos. Mientras que LSSS permite trabajar tanto con los archivos de datos de EK80 como de EK500, el BEI soporta solo el formato de los archivos de esta última ecosonda.

Si bien la utilización de LSSS representa una mejora en las capacidades de procesamiento, especialmente necesaria para trabajar con los datos adquiridos con el equipamiento acústico instalado en los BIPO Victor Angelescu y Mar Argentino, en el Gabinete de Hidroacústica existe un extenso archivo (cercano a 30 años) de campañas procesadas con los programas BI500 y BEI, que representan información de elevado valor. Por este motivo, resulta prioritario mantener vigente y facilitar el acceso a dicha información, para lo cual se plantearon dos alternativas; migrar las bases de datos de los resultados de eointegración obtenidos con BI500 y BEI del motor INGRES usado por BI500 y BEI a un motor de base de datos actualizado utilizado por LSSS (JavaDB y PostgreSQL) o migrar las interpretaciones realizadas con BI500 y BEI a proyectos de LSSS, de manera que no se altere el procesamiento e interpretación original. Se optó por abordar esta alternativa por ser la más completa, ya que, además de generar una base de datos con los resultados de eointegración usando los motores de base de datos que ofrece LSSS, permite revisar la interpretación de los datos, extraer información de agregaciones de interés y realizar eointegración utilizando diferentes escalas horizontales y verticales, cosas que no pueden realizarse al migrar solo las bases de datos.

Para definir un procedimiento de migración de los procesamientos e interpretaciones realizados con BI500/BEI a LSSS y verificar los resultados obtenidos se trabajó con las campañas de anchoíta bonaerense y patagónica realizadas entre los años 1995 y 2019 en los BIP Dr. Eduardo L. Holmberg y Cap. Oca Balda.

En este informe se describe el procedimiento desarrollado para la migración a LSSS, algunas consideraciones que se deben tener en cuenta durante la revisión de las interpretaciones y los resultados obtenidos de la serie de campañas de anchoíta bonaerense y patagónica.

## **Materiales y métodos**

Durante el desarrollo de una campaña de investigación en la que se adquieren datos acústicos, estos son almacenados por la ecosonda en archivos que contienen el dato acústico bruto, sin procesar e interpretar. En el caso de la ecosonda EK500, a estos archivos se los denomina *Data sets*.

Luego, el dato acústico bruto es procesado e interpretado mediante algún programa como BI500, BEI o LSSS. Estos programas generan archivos que contienen la información acerca de la interpretación de los datos acústicos realizada por el operador como, por ejemplo, los códigos de categorías acústicas utilizados, definición de capas y regiones de análisis y las proporciones de las categorías acústicas asignadas en dichas capas y regiones. Tanto BI500, BEI y LSSS utilizan un archivo denominado *Work* para almacenar esta información. Si bien en los tres programas la denominación de los archivos es la misma (*Work*), no lo es su formato, en el caso de BI500 y BEI se trata de archivos binarios, mientras que en LSSS se trata de archivos de formato XML (*eXtensible Markup Language*).

Luego de que los datos acústicos brutos son procesados e interpretados, mediante los mismos programas BI500, BEI o LSSS se realiza la eointegración para calcular los valores del coeficiente de



retrodispersión de área de las categorías acústicas asignadas (asociadas a una especie biológica) a lo largo del derrotero de la campaña de investigación. Los resultados de la ecointegración son almacenados en bases de datos. En el caso de los programas BI500 y BEI utilizaban el motor de bases de datos INGRES, mientras que LSSS permite trabajar con diferentes motores, principalmente JavaDB y PostgreSQL.

Para migrar los procesamientos e interpretaciones realizados con BI500 y BEI a proyectos de LSSS es necesario contar con: los archivos de datos acústicos adquiridos con la ecosonda EK500, es decir, los *Data sets*, los archivos de las interpretaciones realizadas en BI500 o BEI, es decir los *Work* de BI500 o BEI y los códigos de especie de las categorías acústicas utilizados en BI500 o BEI, los cuales se extraen abriendo los *Work* de BI500 o BEI mediante un programa para la lectura de archivos binarios. Luego, en LSSS, se crea un nuevo proyecto en el que se utilizan los *Data sets* como archivo de datos acústicos brutos, los archivos *Work* son convertidos del formato de BI500 o BEI al de LSSS mediante una herramienta incorporada en LSSS y se crea una tabla para la conversión de los códigos de especie de las categorías acústicas utilizadas en BI500 o BEI a los equivalentes definidos en LSSS. En LSSS se crea además una base de datos (en JavaDB o PostgreSQL) asociada al proyecto para almacenar en esta los resultados de ecointegración.

Así descripto, la migración de BI500 o BEI a LSSS, con las herramientas que este último incorpora parece un proceso bastante directo, sin embargo, en la práctica no resultó así y en el proceso se fueron detectando cuestiones a resolver, entre las que se destacaron:

1. En los archivos *Work* generados por LSSS, a partir de los correspondientes de BI500 o BEI, la numeración de los cardúmenes o *schools* (que son regiones definidas por el operador para analizar e interpretar información en el ecograma) no fue correcta, ya que luego de la conversión, muchos cardúmenes tuvieron asignado el mismo número de objeto. Esto hizo que a los fines de la interpretación todos representarían una misma entidad y en la interfaz de usuario de LSSS aparecerían con la misma especie asignada y el mismo porcentaje, cuando originalmente no era así.
2. El mapeo de códigos de especies no funcionó correctamente por lo que al convertir los archivos *Work* de BI500 o BEI a LSSS, en los archivos *Work* convertidos se siguieron teniendo los mismos códigos de especie originales cuando debían ser los correspondientes a los de LSSS.
3. En *Data sets* en los que durante la operación de la ecosonda se produjo un cambio de escala vertical, en LSSS se produjo una alteración de la posición de la frontera superior de la capa de análisis y de aquellas fronteras que fueron editadas a partir copias de ésta, asimismo en muchos casos la forma y posición de las regiones de análisis también resultó alterada.

Como los problemas de los puntos 1 y 2 se originan en errores en los archivos *Work* convertidos por LSSS, para solucionarlos se deben corregir los errores en dichos archivos. Para esto se escribió una rutina en R que abre los archivos *Work* de LSSS, detecta los problemas descriptos anteriormente y da como salida una tabla con la información necesaria para corregirlos. Las correcciones son realizadas luego por el operador en forma manual mediante un editor de texto que reconozca sintaxis XML. Si bien las correcciones podrían automatizarse mediante la misma rutina de R, se decidió hacerlas manualmente para intervenir lo menos posible los archivos *Work* y evitar así alteraciones que los inutilicen.

Para solucionar los problemas del punto 3 se utilizan las herramientas de edición de ecogramas que incorpora LSSS.

A continuación, se describe el procedimiento para la migración de la información obtenida en las campañas de investigación a LSSS.

### ***Procedimiento para migración de BI500 y BEI a LSSS***



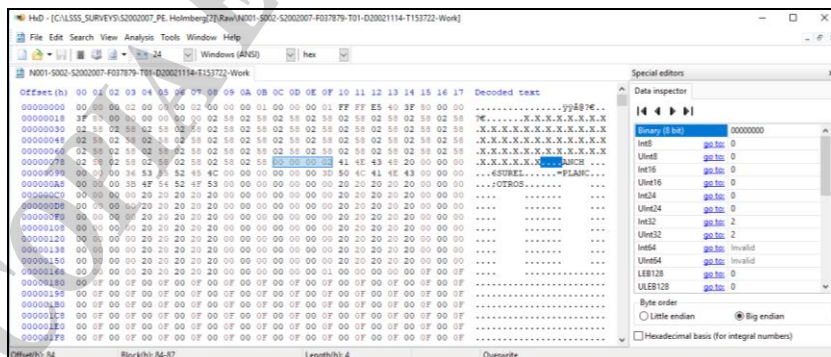
Antes aplicar el procedimiento se deberán tener instalado el programa LSSS en su versión más reciente, el programa HxD para la lectura de los archivos *Work* binarios de BI500 y BEI, el entorno R y RStudio en sus versiones más recientes, con las librerías “XML”, “methods” y “openxlsx” instaladas y un editor de texto que reconozca sintaxis XML como el programa Atom.

El procedimiento comprende los siguientes pasos generales:

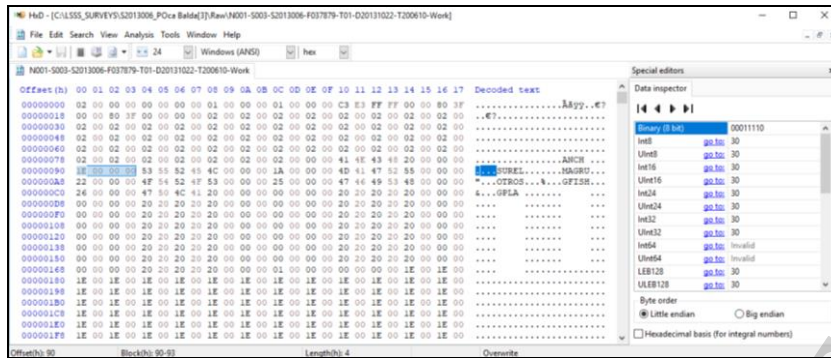
1. Relevamiento de las categorías acústicas y códigos de especie usados en BI500 o BEI y preparación
2. Creación de la base de datos JavaDB en LSSS
3. Creación del proyecto de campaña en LSSS
4. Carga de los archivos de datos acústicos crudos (*Data sets*), archivos *Work* de BI500 y BEI y conversión al formato de archivo *Work* de LSSS.
5. Revisión y corrección de errores en los archivos *Work* creados por LSSS.
6. Configuración del proyecto de campaña de LSSS
7. Revisión de la interpretación de los datos y generación de reportes de la base de datos de campaña.

Seguidamente, se describen los detalles de cada paso general:

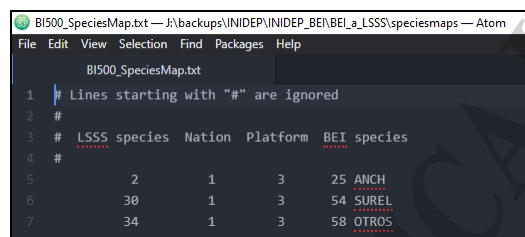
1. Relevamiento de las categorías acústicas y códigos de especie usados en BI500 o BEI y preparación de la tabla para mapeo con las de LSSS
  - 1.1. Seleccionar la campaña de interés y recopilar de las copias de respaldo los *Data sets* y archivos *Work* de BI500 o BEI según corresponda.
  - 1.2. Utilizando el programa HxD, abrir un archivo *Work* para relevar las categorías acústicas que fueron definidas y sus códigos de especie, ver Figuras 1 y 2.
  - 1.3. En función de lo relevado en el paso 1.2 se edita el archivo de texto *SpeciesMap.txt* de LSSS ubicado en el directorio “...|Marec|LSSS 2.10.1|lss\data|ek500” para que contenga las categorías acústicas y códigos de especies usados en BI500 o BEI y sus equivalentes en LSSS (Figura 3). Se debe tener cuidado con aquellas campañas procesadas en BI500 o BEI en las cuales, ante la falta de códigos en la base de datos para las especies que se quería analizar, se utilizaron temporalmente códigos pertenecientes a otras especies. Aquí es donde deben corregirse esos cambios temporales de códigos, recurriendo a las bitácoras de campaña en las que dichos cambios están asentados.



**Figura 1.** Lectura mediante el programa HxD de un archivo *Work* de BI500, mostrando las categorías acústicas definidas (ANCH, SUREL, PLANC y OTROS), destacando el código correspondiente a la categoría ANCH, 2 en base decimal.



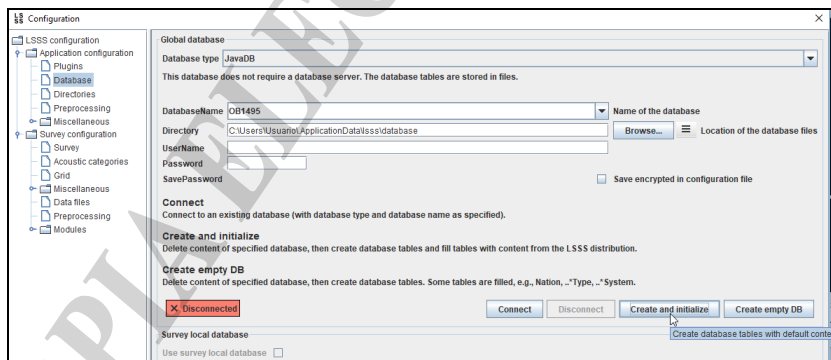
**Figura 2.** Lectura mediante el programa HxD de un archivo *Work* de BEI, mostrando las categorías acústicas definidas (ANCH, SUREL, MAGRU, OTROS, GFISH, GPLA), destacando el código correspondiente a la categoría SUREL, 30 en base decimal.



**Figura 3.** Edición del archivo de texto *SpeciesMap.txt* para convertir los códigos de especie 25, 54 y 58 de BEI a los códigos 2, 30 y 34 en LSSS de las categorías acústicas ANCH, SUREL y OTROS.

**2. Creación de la base de datos JavaDB en LSSS**

**2.1.** En LSSS crear e inicializar una base de datos nombrándola con el código de campaña INIDEP correspondiente, por ejemplo: **OB1495** si se va a pasar a LSSS la campaña número 14 del año 1995 realizada en el BIP Cap. Oca Balda (Figura 4).



**Figura 4.** Creación e inicialización de la base de datos OB1495.

**3. Creación del proyecto de campaña en LSSS**

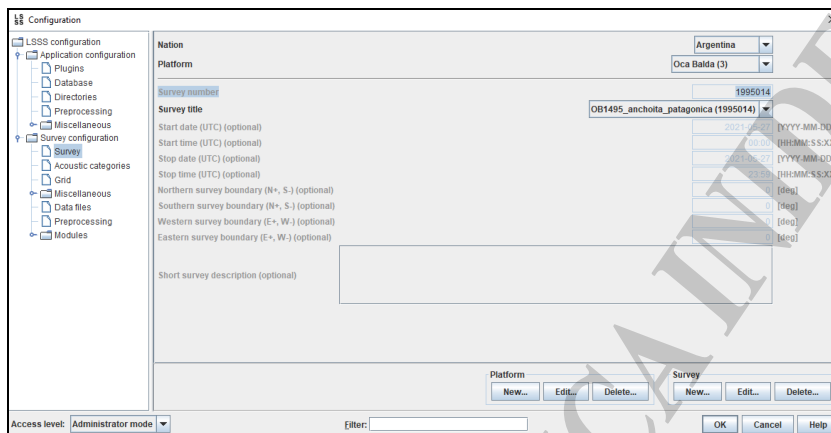
**3.1.** También en LSSS, crear un nuevo proyecto de campaña (**New survey**), seleccionando la nación y plataforma correspondiente (siguiendo el ejemplo; Argentina y BIP Oca Balda). Asignar el número de campaña respetando el formato AAAACCC, con A denotando año y C campaña. Para el ejemplo; el número de campaña LSSS sería **1995014**. Como nombre o título se sugiere utilizar el código de campaña INIDEP seguido por el nombre de la especie



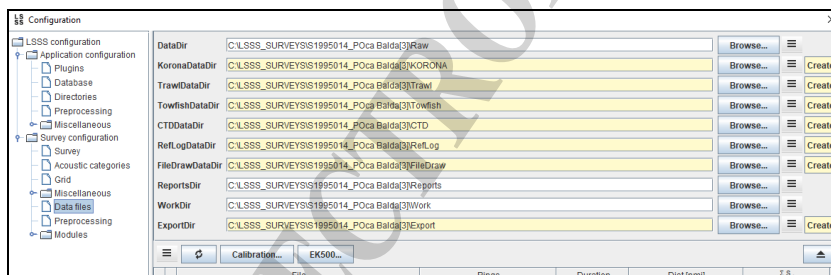


objetivo en minúsculas, sin tildes y separando con guiones bajos, para el ejemplo; **OB1495\_anchota\_patagonica** (Figura 5).

- 3.2. En **Data files** crear los directorios en los que se almacenarán; los *Data sets* y archivos *Work* originales (*DataDir*), los archivos *Work* creados por LSSS (*WorkDir*) y los reportes (*ReportsDir*) (Figura 6).
- 3.3. Completar la creación del proyecto de campaña en LSSS y al finalizar, cerrarlo (*Close survey*).



**Figura 5.** Creación del proyecto de la campaña realizada en Argentina, en el BIP Cap. Oca Balda, número 1995014 y titulada OB1495\_anchota\_patagonica.



**Figura 6.** Creación de los directorios Raw (*DataDir*), Work (*WorkDir*) y Reports (*ReportsDir*).

4. Carga de los archivos de datos acústicos crudos (*Data sets*), archivos *Work* de BI500 y BEI y conversión al formato de archivo *Work* de LSSS.
  - 4.1. Cargar en el directorio **|Raw** del proyecto creado en el paso 3 los *Data sets* y archivos *Work* (de BI500 o BEI) originales de la campaña que se va a migrar a LSSS.
  - 4.2. Volver a LSSS, abrir nuevamente el proyecto, ir a **Edit survey** y en **Data files** verificar que en la tabla aparezcan los nombres de los *Data sets* cargados en el paso 4.1 (Figura 7). Pulsar el botón **EK500** y seleccionar la opción **Convert work files**, verificar los directorios de origen y destino y proceder con la conversión (Figura 8 y 9).
  - 4.3. Una vez completada la conversión de los archivos *Work*, salir de **Edit survey** y cerrar el proyecto (*Close survey*).
  - 4.4. Verificar que en el directorio **|Work** del proyecto existan ahora los archivos *Work* creados por LSSS.

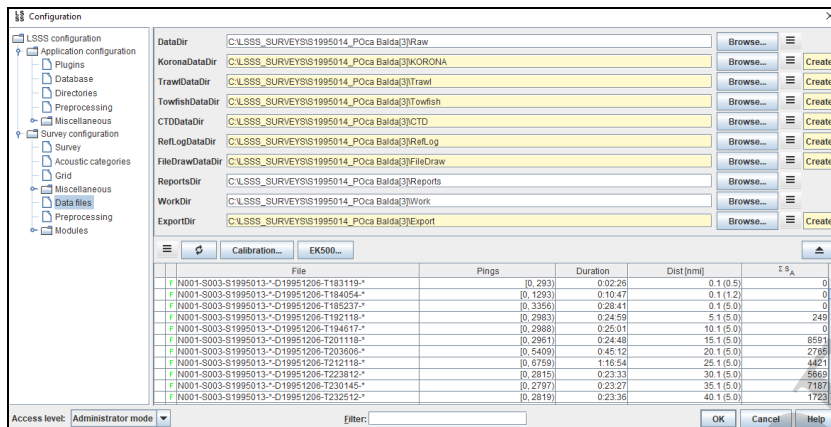


Figura 7. Lista de los *Data sets* cargados.

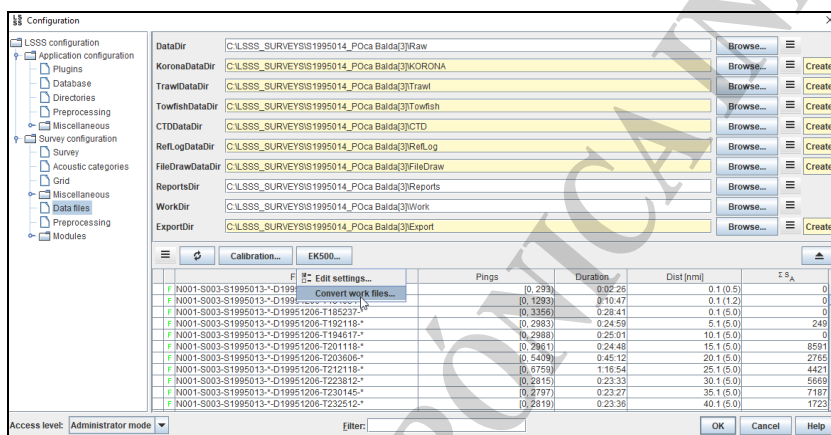


Figura 8. Opción del botón *EK500* para realizar la conversión de los archivos *Work*.

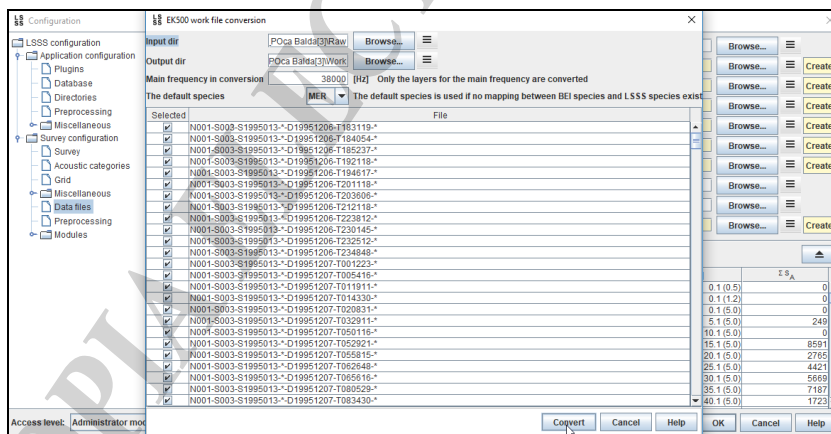


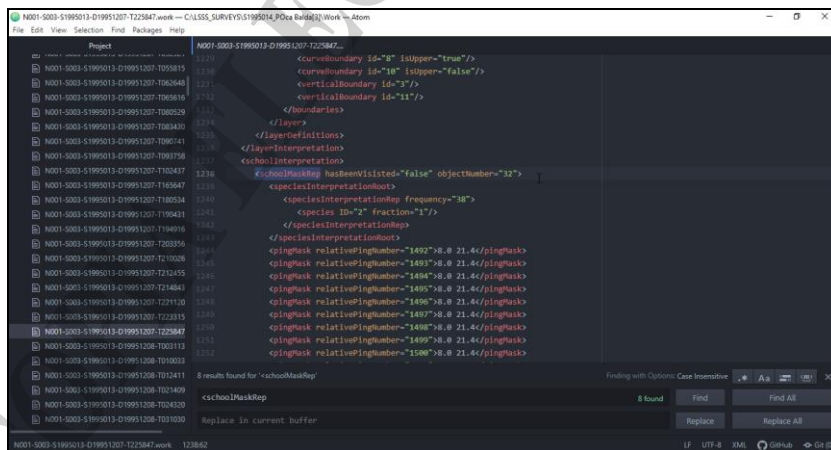
Figura 9. Configuración de la conversión de archivos *Work*, donde se verifican los directorios de entrada y salida y la frecuencia de trabajo.

## 5. Revisión y corrección de errores en los archivos *Work* creados por LSSS.





- 5.1. En RStudio abrir el script **“main\_patch\_work.R”**.
- 5.2. Ejecutar el script **“main\_patch\_work.R”** (presionando Ctrl + Shift + s). Luego de esto se abrirá una ventana de explorador en la que nos dirigimos al directorio \Work del proyecto de LSSS y seleccionamos todos los archivos *Work* que creó LSSS y luego pulsar **Abrir**.
- 5.3. Cuando el script se termine de ejecutar, habrá creado en el mismo directorio en el que están los archivos **“main\_patch\_work.R”** y **“func\_patch\_work.R”** una planilla de Excel de nombre **“resultados\_analisis\_work.xlsx”**.
- 5.4. Abrir la planilla, que tendrá hojas nombradas como:
  - **Schools definidos:** en esta hoja se muestran en la primera columna los nombres de los archivos *Work* que tienen al menos un *school* (cardumen) definido, en la segunda columna el número de orden de los *schools* definidos en cada archivo y en la tercera columna los valores del atributo **objectNumber** de cada *school* definido. Como parte del procedimiento se estableció que estos valores deberán editarse para que sean valores crecientes que empiecen en 1.
  - **Códigos de especie:** en esta hoja se presentan en una columna los valores de códigos de especie utilizados en los archivos *Work*. Esta información permite verificar que se haya realizado bien el mapeo de especies durante la conversión de los archivos *Work*, si esto fuera así en esta columna se tendrían solo códigos de especie consistentes con los de LSSS.
  - **Especie NN en schools:** en esta hoja se presentan en la primera columna los nombres de los archivos *Work* que tienen asignado un cierto código de especie (correspondiente al atributo **ID** del *Work*) en un *school*. Se tendrán tantas hojas de este tipo como códigos de especie se hayan detectado.
  - **Especie NN en layers:** en esta hoja se presentan en la primera columna los nombres de los archivos *Work* que tienen asignado un cierto código de especie (correspondiente al atributo **ID** del *Work*) en una *layer* (capa). Se tendrán tantas hojas de este tipo como códigos de especie se hayan detectado.
- 5.5. En base a los resultados obtenidos en la planilla **“resultados\_analisis\_work.xlsx”**, si fuera necesario, utilizando el Atom u otro editor de texto que reconozca sintaxis XML, se editarán los atributos como el **objectNumber** de *schools* o el **ID** de especies en *schools* o *layers*. Para esto resulta útil la herramienta de búsqueda y reemplazo del editor (Figuras 10 y 11).



**Figura 10.** Localización de los valores del atributo **objectNumber** de los schools en un archivo *Work* de LSSS.

**Figura 11.** Localización del valor del atributo **ID** de la interpretación de especies en una capa en un archivo *Work* de LSSS.

**5.6.** Luego de editar los *Work*, volver a realizar el paso 5.2 para verificar el orden creciente e iniciando desde 1 de los valores de *objectNumber* (para esto visualmente puede ayudar ejecutar el comando `plot(res_schools[,3])` en la consola de RStudio luego de que se ejecuta el script) y la consistencia en los códigos de especie detectados con los de LSSS.

## 6. Configuración del proyecto de campaña de LSSS

**6.1.** Volver a LSSS, abrir el proyecto y entrar a *Edit survey*, dirigirse a *Acoustic Categories* y cargar utilizando *New non-composite...* las categorías acústicas asociadas a las especies relevadas en el paso 1. Asociar cada categoría al área correspondiente (Costera o Austral). Editar el campo *ID* de las categorías de manera que coincida con el código de especie de LSSS y completar el campo *EnglishInitials* con lo mismo que *Initials*. Finalmente agregar todas las categorías como **1 Main** (Figuras 12 y 13).

**6.2.** En *Grid* configurar la unidad horizontal en millas náuticas y el parámetro “*Horizontal grid size*” en 1 (una milla náutica), este será el intervalo usado en la eointegración. Configurar varios valores (separados por comas) para “*Echogram horizontal display - preferred size*” (sugeridos: 5, 2, 1, 0.1 mn) esto ayuda a desplazarse en el ecograma y en su revisión (Figura 14).

**6.3.** En *Miscellaneous* dejar el parámetro “*Preferred lower threshold*” en -80 dB y configurar varios valores adicionales separados por comas (sugeridos -75, -70, -65 dB), esto permite manejar el umbral de manera más ágil (Figura 15).

**6.4.** En *Data files* se debe verificar la configuración del o los canales utilizados en la campaña. Para esto se accede mediante el botón *EK500* a la opción *Edit settings...* como se muestra en la Figura 16. Esto abrirá una tabla que permite agregar o quitar canales y asignar a cada uno parámetros ambientales de velocidad de propagación del sonido y coeficiente de absorción, parámetros de operación del equipo como frecuencia, potencia, longitud de pulso, ancho de banda y los parámetros de calibración del equipo como son la ganancia y ángulo equivalente del haz (Figura 17).

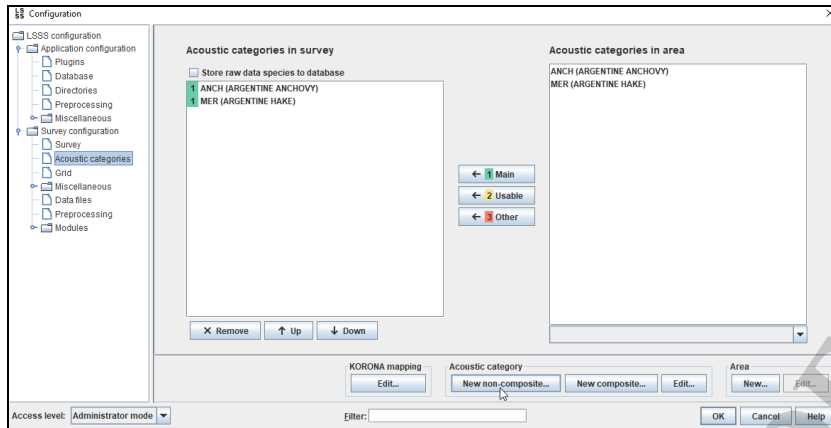


Figura 12. Ventana para administrar las categorías acústicas utilizadas en el proyecto de LSSS.

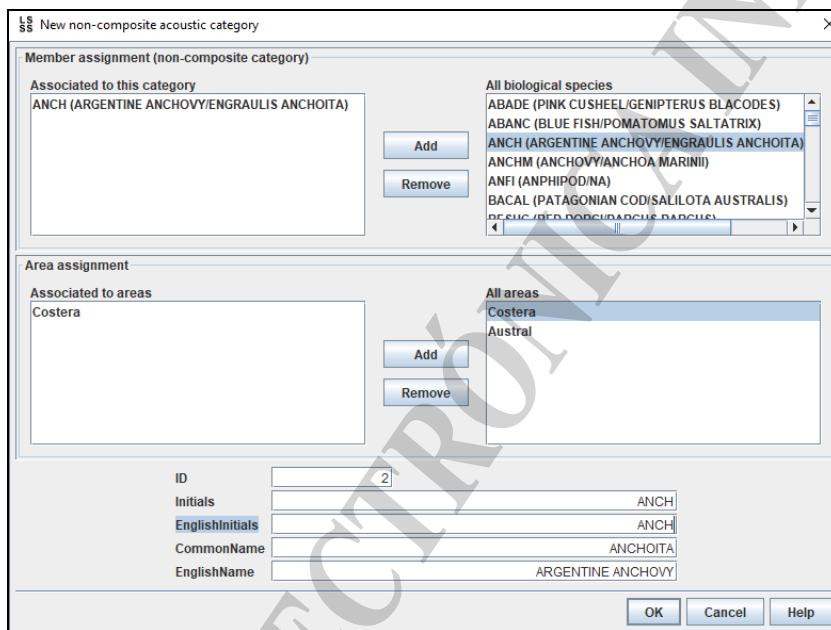


Figura 13. Ventana de creación de una nueva categoría acústica no compuesta, en este caso la categoría ANCH (*Engraulis anchoita*), de área costera y con ID (código de especie) 2.

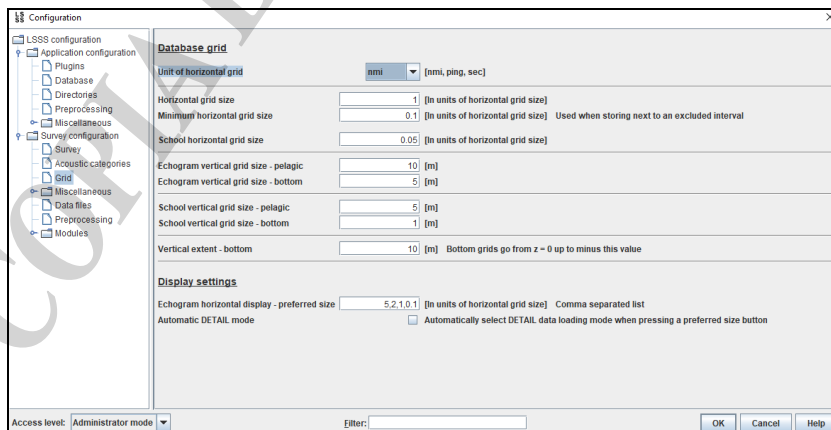


Figura 14. Ventana de configuración de *Grid*.

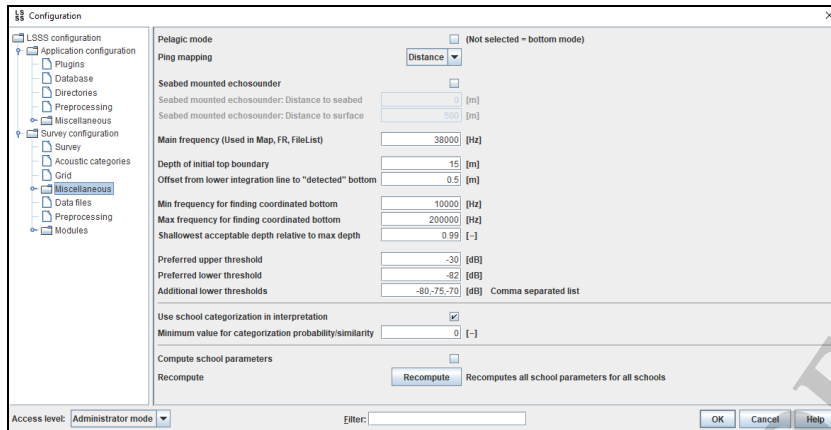


Figura 15. Ventana de configuración *Miscellaneous*.

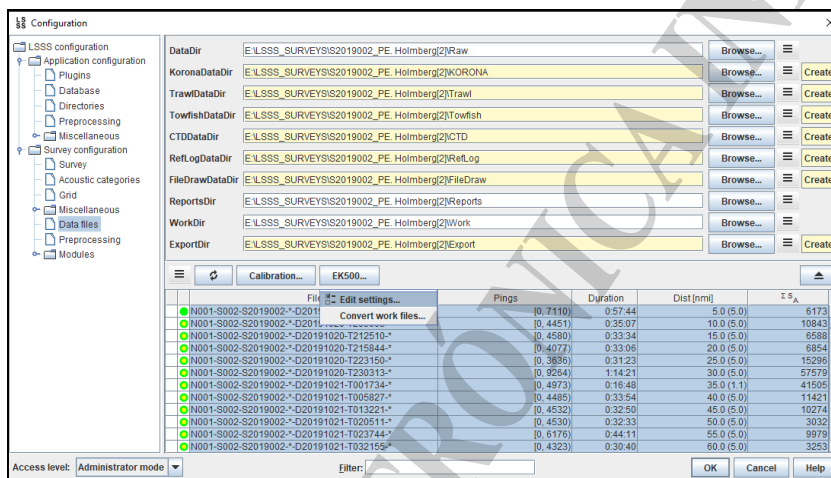


Figura 16. Acceso a las opciones de configuración de *EK500*.

The screenshot shows the 'EK500 settings editor' window. The table contains the following data:

Frequency [Hz]	Sound velocity [m/s]	Pulse length [s]	Band width [Hz]	Transmit power [W]	Absorption coefficient [dB]	Gain [dB]	Equivalent beam angle [dB]
18	1473	0.001	1600	2000	0.093	24.3	-17
38	1473	0.001	1800	2000	0.01	24.3	-20.5
70	1473	0.001	2000	1000	0.02	24.3	-20.5
130	1473	0.001	2000	1000	0.038	24.3	-20.4
200	1473	0.001	2000	1000	0.053	24.3	-20.4
333	1473	0.001	2830	1000	0.053	24.3	-20.4
644	1473	0.091	3540	1000	0.086	24.3	-20.4
710	1473	0.4	3700	1000	0.201	24.3	-20.4

Figura 17. Tabla para ingresar los valores de configuración de la ecosonda *EK500*.

7. Revisión de la interpretación de los datos y generación de reportes de la base de datos de campaña.

7.1. En *Data files* se seleccionan los archivos para revisar su interpretación e ir cargando los resultados a la base de datos. Se sugiere revisar la interpretación seleccionando los archivos equivalentes a un día de campaña.

7.2. Se generan los reportes 3, 4 y el 20, por ser los más útiles ya que el 3 contiene los valores de eointegración en toda la columna de agua para el intervalo de distancia horizontal (normalmente 1 milla náutica), el 4 es similar pero incluye además valores de eointegración en capas de una determinada profundidad, ambos reportes poseen una estructura simple, tipo tabla, lo que permite trabajarlos fácilmente con R o en una planilla de cálculo, mientras que

el reporte 20 posee un formato tipo XML y es el reporte que requiere el programa de estimación de abundancia StoX (Johansen *et al.*, 2019).

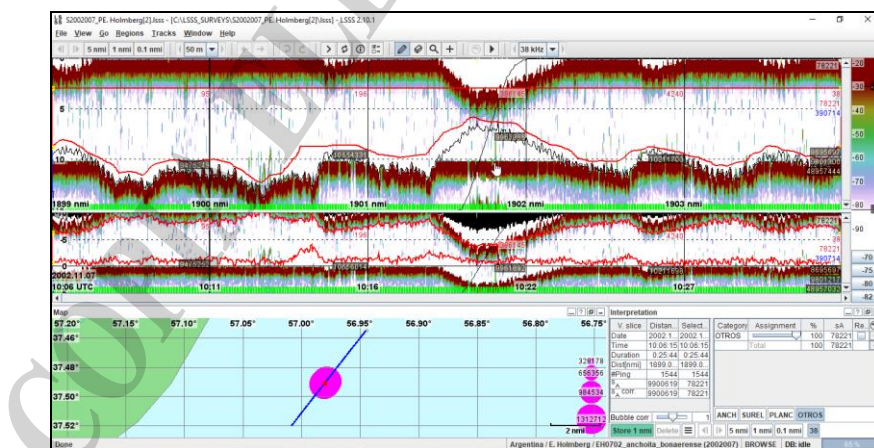
7.3. Utilizando el reporte 3 y el reporte original de BI500 o BEI como entrada de la rutina de R “*ploteos\_por\_log.R*”, se obtienen los valores medios de ecointegración y gráficos de la distribución geográfica de los valores de ecointegración. Esto permite comparar los resultados obtenidos con LSSS con los originales.

Durante la migración de los datos de las campañas de anchoíta se llevó un registro en forma de tabla para seguir el proceso desde su inicio, es decir; la campaña seleccionada, especie objetivo, información original disponible (*Data sets*, archivos *Work*, reportes, bases de datos INGRES), con que programa se procesó originalmente y todas las observaciones que surgieron en los distintos pasos que se fueron realizando durante la migración a LSSS. Esto facilitó el control de la migración y detectar recurrencias en algunos de los problemas originados en la conversión de los archivos *Work* en LSSS, lo que contribuyó a refinar y sistematizar el procedimiento de migración.

Se describen con ejemplos algunos casos que pueden presentarse cuando se revisan la interpretación de los datos en LSSS (punto 7.2) y que son corregidas utilizando las herramientas de edición de LSSS.

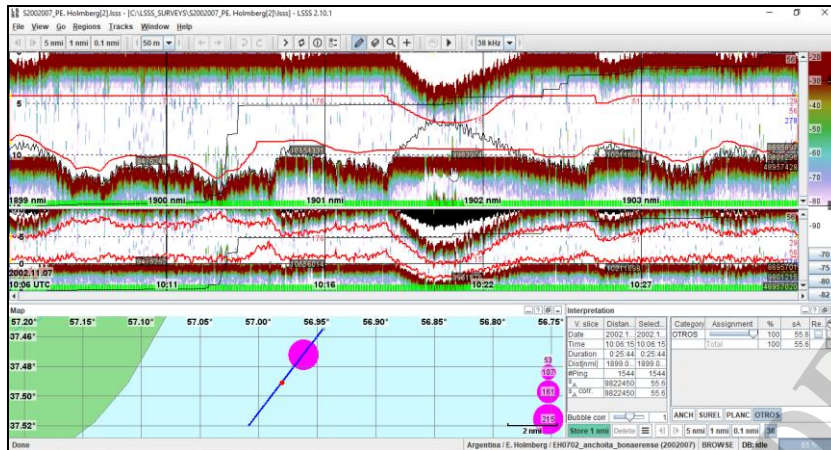
### Profundidades menores a 10 m

Este caso responde al comportamiento de LSSS en sí y no a la conversión de los archivos *Work*. Se da cuando la profundidad es menor a 10 m, en ese caso a diferencia de BI500 y BEI, el fondo alcanza una profundidad mínima de 10 m y aumenta en profundidad el disparo. Este comportamiento opuesto al de BI500 y BEI hace que en estas regiones exista la posibilidad de incluir partes del disparo en la interpretación. Un ejemplo de esto se muestra en la Figura 18 en la que se tiene una capa interpretada con una categoría acústica en la que se incluye una parte del disparo, incrementando significativamente el valor de *sA* de la capa. En la Figura 19 se observa la corrección realizada, editando la posición y forma de la frontera superior y la forma de la inferior para excluir el disparo y a su vez mantener la mayor similitud posible con el rango de profundidad incluido en la interpretación original. Comparando ambas figuras se puede observar la significativa reducción en el valor de *sA* de la capa.



**Figura 18.** Sección de un ecograma donde la profundidad es menor a 10 m, se observa como la frontera superior de la capa incluye parte del disparo en la capa de análisis.





**Figura 19.** Corrección de las fronteras superior e inferior de la capa para evitar la inclusión del disparo en la interpretación, se observa la reducción en el valor de sA en comparación con la Figura 18.

### ***Inclusión de ecos de fondo***

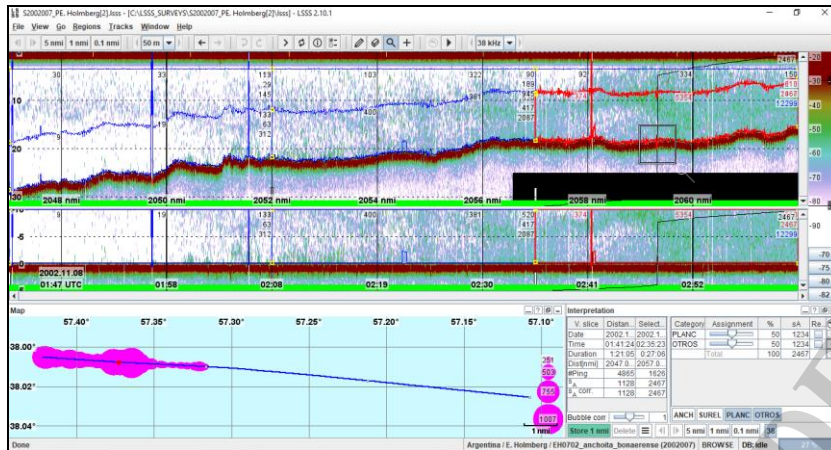
En este caso es algo a lo que se debe prestar atención siempre que se utilice la línea de fondo como frontera inferior de una capa de análisis, ya que puede suceder que aun tomando un valor de *backstep* adecuado, por el propio comportamiento del algoritmo de detección de fondo la línea incluya ecos de fondo, estos ecos quedan incluidos en la capa de análisis, incrementando de manera no deseada el valor de retrodispersión en la capa.

Cuando se procesa una campaña se es bastante cuidadoso en esta cuestión, aunque puede suceder que según la escala horizontal utilizada o por ser inclusiones muy pequeñas (de pocos pixeles) no se llegue a detectar el error. En el caso de las campañas analizadas, la inclusión de ecos de fondo también se ve afectada por la forma en la que trabajan BI500 y BEI respecto a LSSS, los primeros utilizan una cantidad fija de pings (1000) por cada 5 millas náuticas recorridas, esto hace que el operador encargado del procesamiento trabaje solo sobre ese número de pings, LSSS trabaja con mayor cantidad de pings. De esta manera puede suceder que al revisar las campañas con LSSS se detecten inclusiones de ecos de fondo que en BI500 o BEI no eran visibles para el operador.

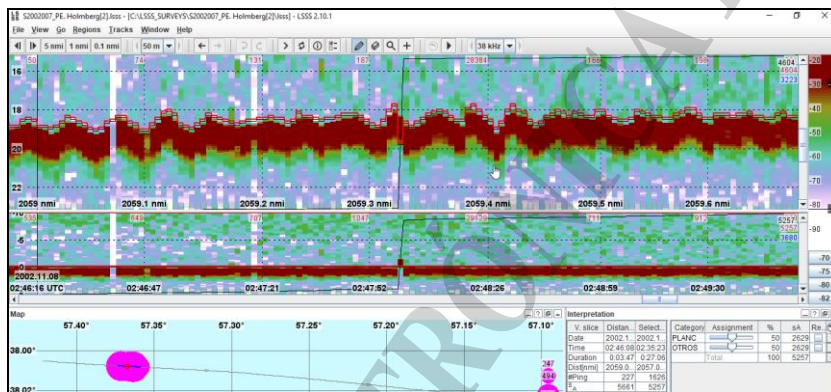
Al realizar la migración de las campañas de anchoíta se prestó atención a las interpretaciones que utilizaban la línea de fondo como frontera inferior y en base a la observación de la línea de ecointegración, del ecograma de fondo y reduciendo la escala horizontal se detectaron y corrigieron algunos casos en los que se incluían ecos de fondo en la interpretación.

A modo de ejemplo en la Figura 20 se presenta un caso bastante evidente ya que la línea de ecointegración presenta un crecimiento abrupto sin la presencia de dispersores significativos en la columna de agua, lo que es un indicador de que probablemente se esté incluyendo parte del eco de fondo. En la Figura 21 se muestra un acercamiento a la zona del fondo en la que se tiene el salto en la línea de ecointegración, donde se comprueba la inclusión de algunos pixeles del eco de fondo. En la Figura 22 se muestra la corrección realizada editando la frontera inferior y en la Figura 23 se vuelve a la vista general en la que ya no se aprecia el salto en la línea de ecointegración, así como la reducción en el valor de sA en la capa si se compara con la Figura 20.

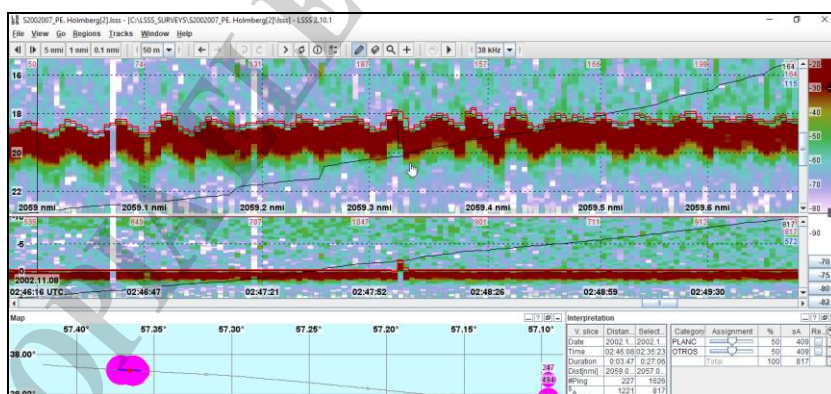




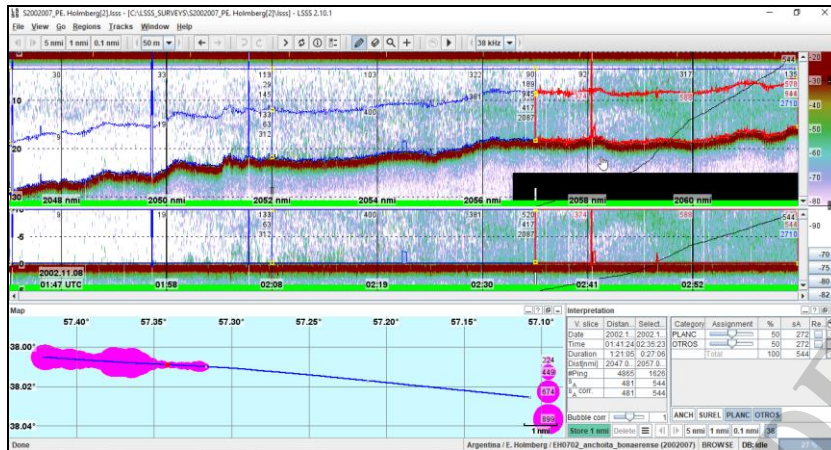
**Figura 20.** Sección de ecograma donde se aprecia un crecimiento abrupto de la línea de eointegración, lo que indica que probablemente se esté incluyendo parte del eco de fondo en la capa de análisis.



**Figura 21.** Acercamiento a la zona cercana al fondo donde se observa el crecimiento abrupto de la línea de eointegración, se confirma que la frontera está incluyendo una parte del eco de fondo.



**Figura 22.** Corrección de la frontera para excluir la parte del eco de fondo que se estaba incluyendo, observar la reducción en el valor de sA en comparación con la Figura 21.

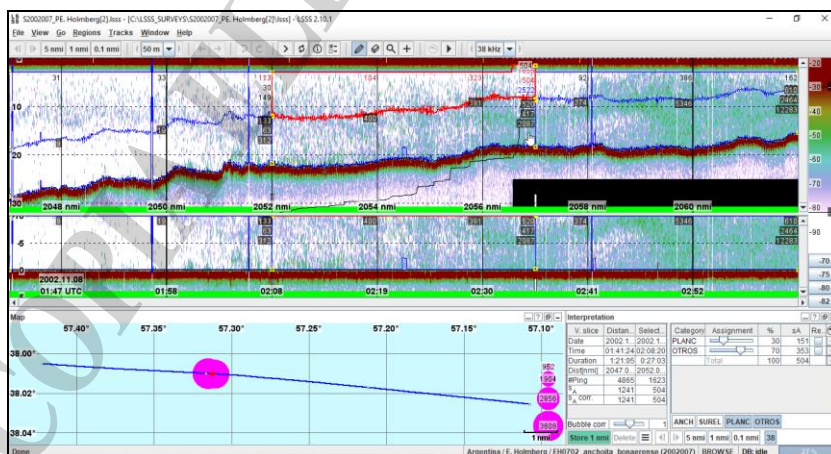


**Figura 23.** Alejamiento de la zona cercana al fondo luego de realizar la corrección, se observa la diferencia en la tendencia de la línea de ecointegración y el valor de sA en comparación con la Figura 20.

### Cambio de escala dentro de un Data set

Como se mencionó al inicio del documento una de las anomalías detectadas en los archivos *Work* generados por LSSS es que en el caso de *Data sets* en los que se haya efectuado un cambio de escala vertical, en LSSS se altera la forma de la frontera superior de la capa de análisis, en general disminuyendo su profundidad, algo similar se observa en fronteras que sean copias de la frontera superior. También se observaron modificaciones en las posiciones y forma de regiones (*schools*) en *Data sets* con cambios de escala vertical.

En la Figura 24 se presenta un caso en el que se tiene un cambio de escala en un *Data set* y se observa un desplazamiento hacia una profundidad menor de la frontera superior de la capa de análisis. Este desplazamiento de la frontera hace que se incluya en la capa una parte del disparo de la ecosonda, esto produce un incremento del valor de retrodispersión en la capa, la que además está interpretada, por lo que de no realizar una corrección se acumulará un error en los valores de ecointegración de las especies interpretadas en esta capa.

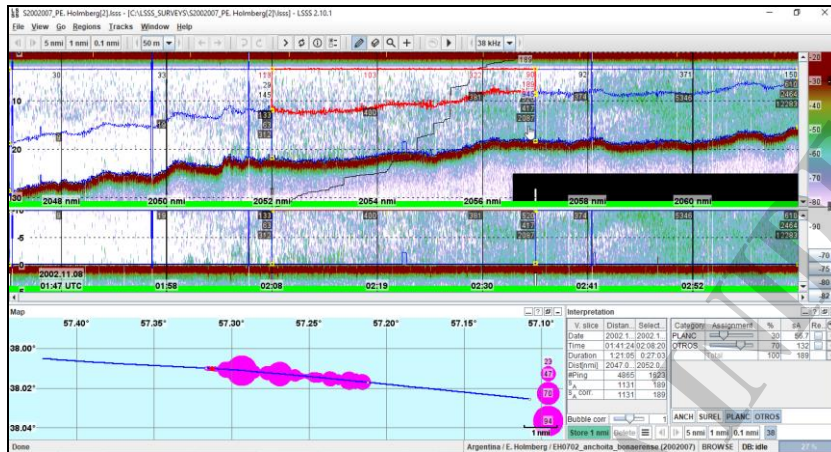


**Figura 24.** Sección de ecograma en el que se observa un cambio de escala dentro de uno de los *Data sets*, lo que resulta en una modificación de la frontera superior de la capa, que en este caso incluye una parte del disparo en la interpretación, se puede apreciar también el cambio abrupto en la línea de ecointegración.





En la Figura 25 se observa que se ha corregido la posición de la frontera superior desplazándola a una misma profundidad en toda su extensión, evitando la inclusión del disparo. Comparando ambas figuras se puede apreciar la disminución en los valores de sA para las categorías interpretadas en la capa.



**Figura 25.** Corrección de la frontera superior de la capa para evitar la inclusión del disparo, se observa la reducción en el valor de sA en comparación con la Figura 24.

## Resultados

El procedimiento de migración de los datos de campañas de BI500 o BEI a LSSS desarrollado fue puesto a prueba y refinado utilizando los datos de las campañas de evaluación de anchoíta de los efectivos bonaerense y patagónico. Luego de recopilar toda la información disponible de las campañas se migraron un total de 19 campañas realizadas entre los años 1995 y 2019, de las cuales 13 fueron dirigidas al efectivo bonaerense y 6 al patagónico.

Los resultados obtenidos en LSSS fueron comparados con los reportes originales de BI500 o BEI disponibles para verificar su similitud a través de la comparación individual de los valores de sA y del cálculo del sA promedio. En general el acuerdo resulta aceptable considerando que existen diferencias ya que las correcciones en LSSS de inclusiones de ecos de fondo en capas interpretadas, modificación de fronteras en zonas con profundidades menores a 10 m y por cambios de escala en los *Data sets* modifican ligeramente los valores de ecointegración.

En la Tabla 1 se presentan los valores promedio de ecointegración asignados como anchoíta obtenidos a partir de los reportes originales de BI500 o BEI y los obtenidos en LSSS para las campañas migradas.

En las Figuras 26 a 44 se representan las distribuciones geográficas de los valores de ecointegración en términos de sA o NASC (*Nautical Area Scattering Coefficient*) obtenidas a partir de los reportes originales de BI500 o BEI y las obtenidas luego de la migración a LSSS.

La campaña OB1098, dirigida al efectivo patagónico de anchoíta, solo pudo ser migrada parcialmente por contar con solo una parte de los archivos de la campaña. En tanto que la campaña EH0598 de anchoíta bonaerense no pudo ser migrada al no poder recuperar los archivos *Work* de BI500, por lo que esta campaña debe ser reinterpretada en LSSS. La falta de datos obedeció en todos los casos a fallas en los medios de almacenamiento de los datos originales (discos compactos).

En el caso particular de la campaña EH0219 se registraron cinco valores de ecointegración extremadamente elevados, los cuales sesgan el promedio de los valores de sA, por esto en la Tabla 1 se presentan para su comparación los valores promedios de sA incluyendo dichos valores elevados y



excluyéndolos, observándose en ambos casos una buena aproximación entre los promedios obtenidos con los datos de BEI y de LSSS.

Al finalizar el proceso de migración de estas campañas se obtuvieron los 19 proyectos de LSSS y sus respectivas bases de datos JavaDB, listas para ser incorporadas a una base de datos general o institucional. Toda esta información ocupa un total 57 GB y fue debidamente resguardada en medios de almacenamiento actuales (discos rígidos).

**Tabla 1:** Valores de sA promedio para las campañas de anchoíta migradas.

Código de campaña INIDEP	Especie	Efectivo	Programa de procesamiento	sA promedio (m <sup>2</sup> mn <sup>-2</sup> ) BI500 o BEI	sA promedio (m <sup>2</sup> mn <sup>-2</sup> ) LSSS
OB1195	Anchoíta	Bonaerense Etapa 1	BI500	819,56	807,44
EH0795	Anchoíta	Bonaerense Etapa 2	BI500	233,22	317,81
OB1495	Anchoíta	Patagónico	BI500	830,24	775,24
EH1496*	Anchoíta	Bonaerense	BI500	575,04	1326,82
OB1496	Anchoíta	Patagónico	BI500	685,81	682,59
EH0597	Anchoíta	Bonaerense	BI500	1675,6	1728,8
OB1098**	Anchoíta	Patagónico	BI500	571,88	399,83
OB0899	Anchoíta	Patagónico	BI500	605,63	602,26
EH0899	Anchoíta	Bonaerense	BI500	866,22	860,12
OB1201	Anchoíta	Bonaerense	BI500	472,41	474,46
EH0702	Anchoíta	Bonaerense	BI500	516,68	501,11
OB1003	Anchoíta	Bonaerense	BI500	691,66	611,45
OB0704	Anchoíta	Bonaerense	BI500	635,55	602,16
OB1004	Anchoíta	Patagónico	BI500	268,25	254,09
EH0606	Anchoíta	Bonaerense	BEI	505,6	497,2
EH0906	Anchoíta	Patagónico	BEI	928,83	925,17
OB0208	Anchoíta	Bonaerense	BEI	755,34	725,69
OB0613	Anchoíta	Bonaerense	BEI	550,34	550,34
EH0219***	Anchoíta	Bonaerense	BEI	17699,65 607,64	17563,02 602,85

\* Difiere la interpretación almacenada en las copias de respaldo con la utilizada para generar el reporte original.

\*\* Campaña migrada parcialmente.

\*\*\* Se presentan dos valores de sA promedio; el primero incluyendo la totalidad de los datos y el segundo excluyendo cinco datos de valor extremadamente elevado.

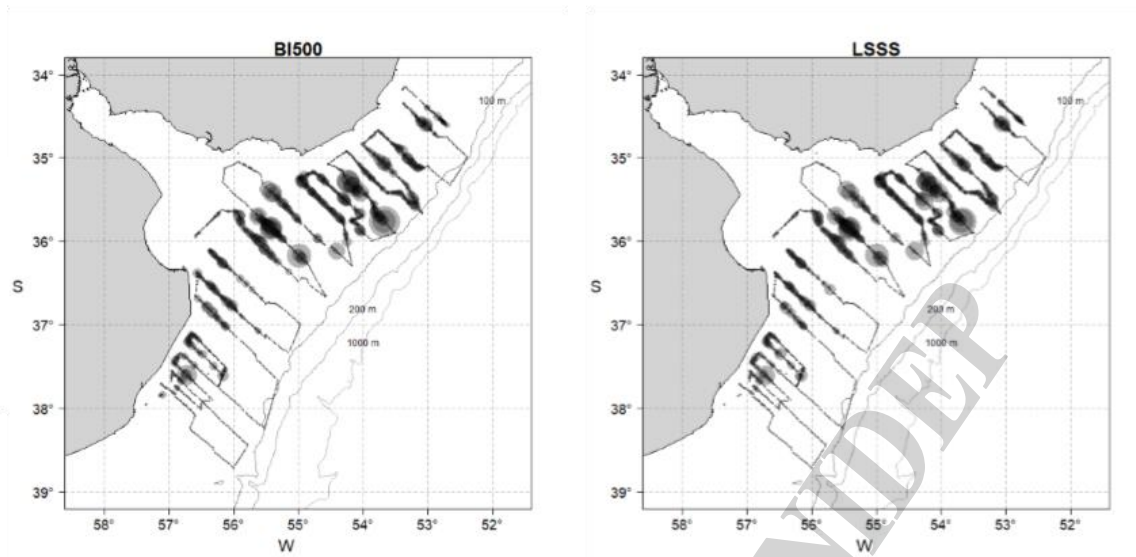


Figura 26. Distribución de valores de ecoinTEGRATION obtenidos en la campaña OB1195.

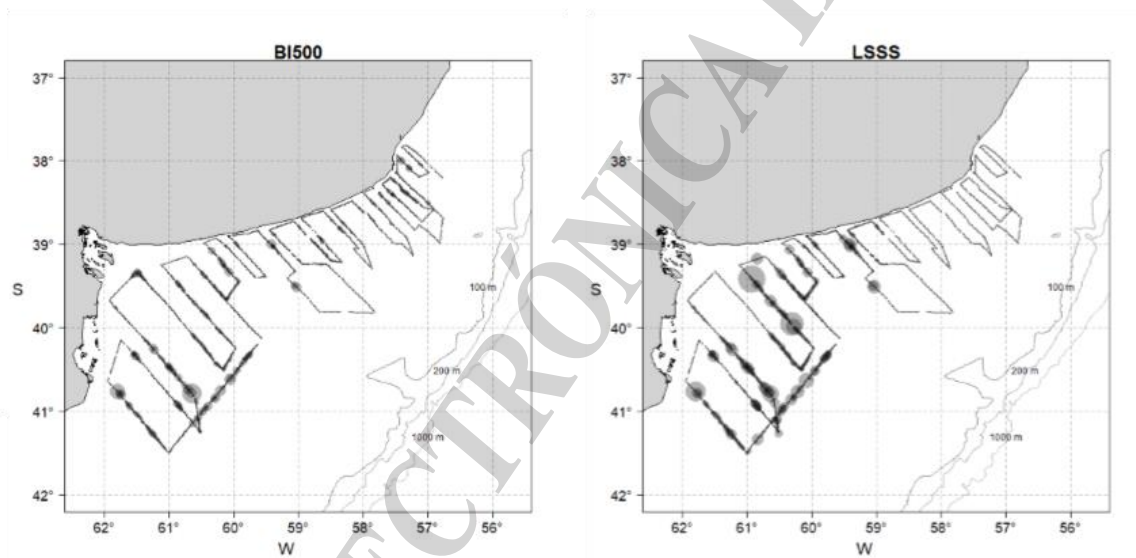


Figura 27. Distribución de valores de ecoinTEGRATION obtenidos en la campaña EH0795.

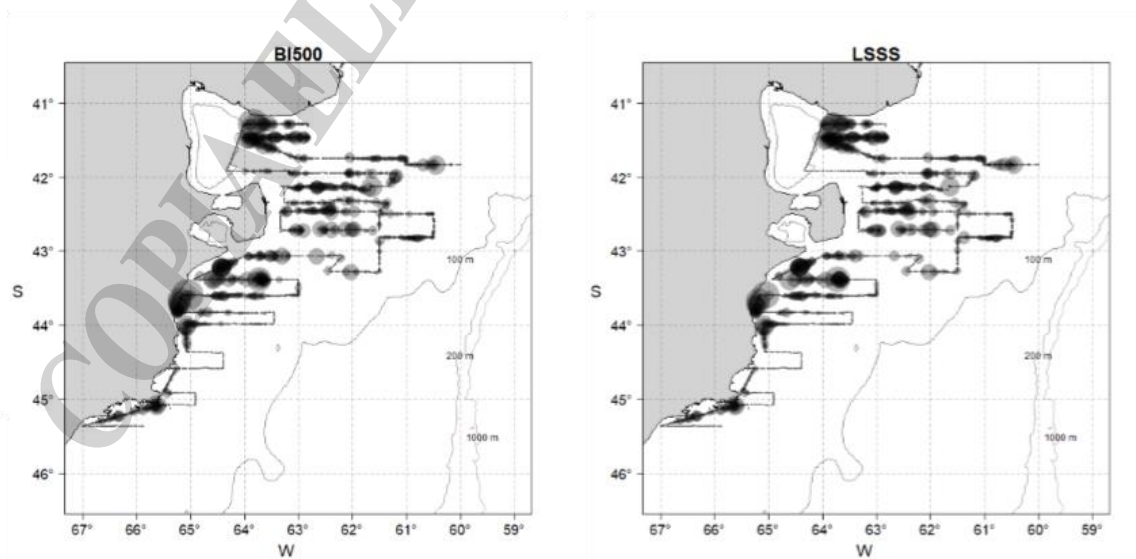


Figura 28. Distribución de valores de ecoinTEGRATION obtenidos en la campaña OB1495.

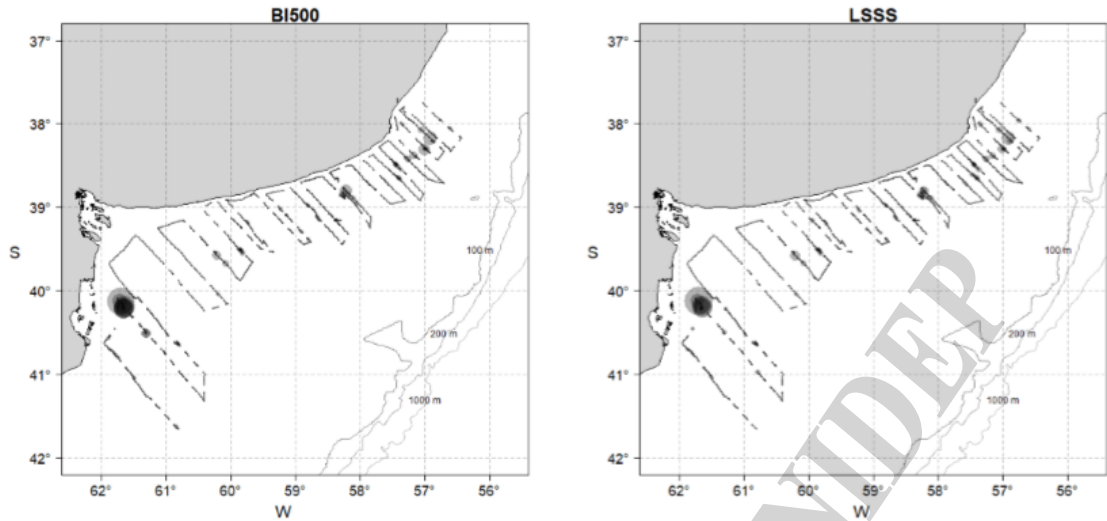


Figura 29. Distribución de valores de ecoinTEGRATION obtenidos en la campaña EH1496.

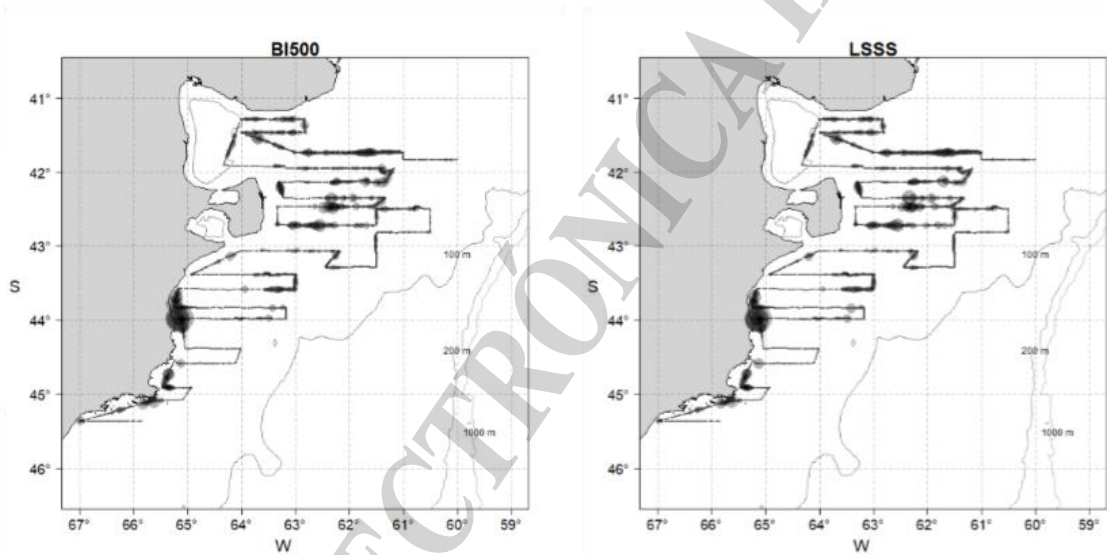


Figura 30. Distribución de valores de ecoinTEGRATION obtenidos en la campaña OB1496.

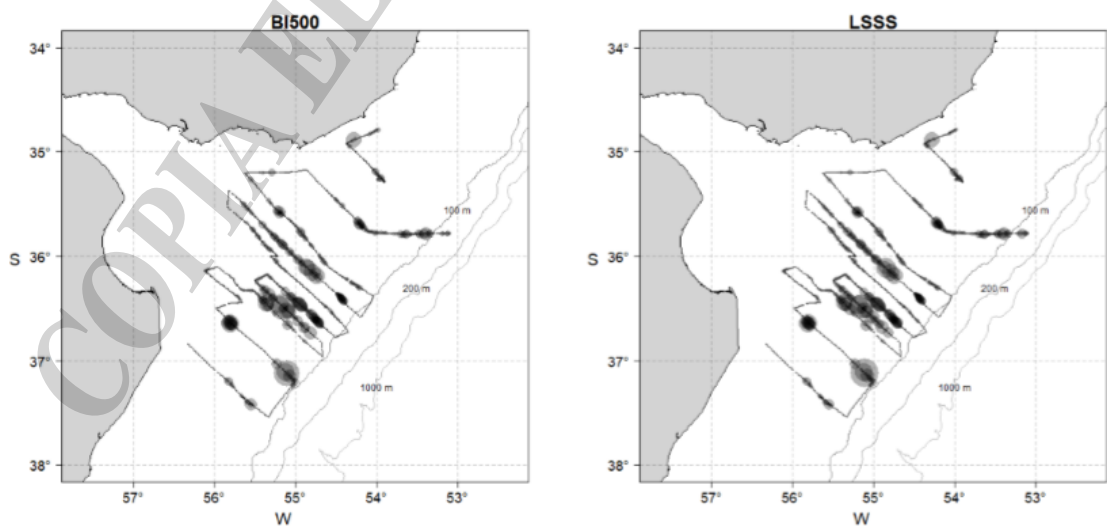


Figura 31. Distribución de valores de ecoinTEGRATION obtenidos en la campaña EH0597.



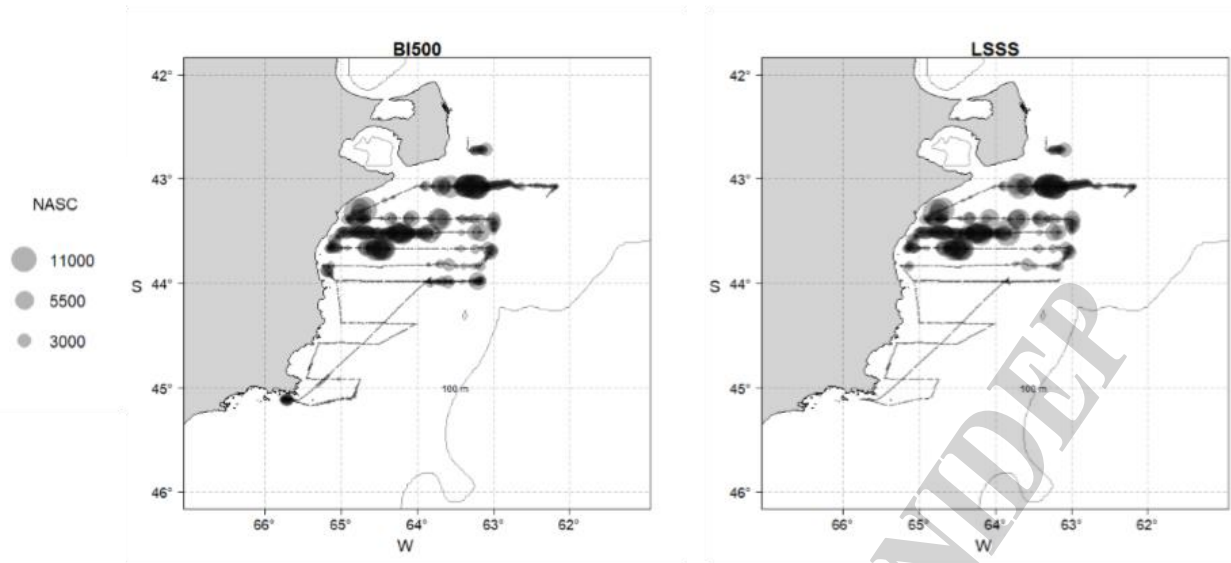


Figura 32. Distribución de valores de ecoinTEGRATION obtenidos en la campaña OB1098.

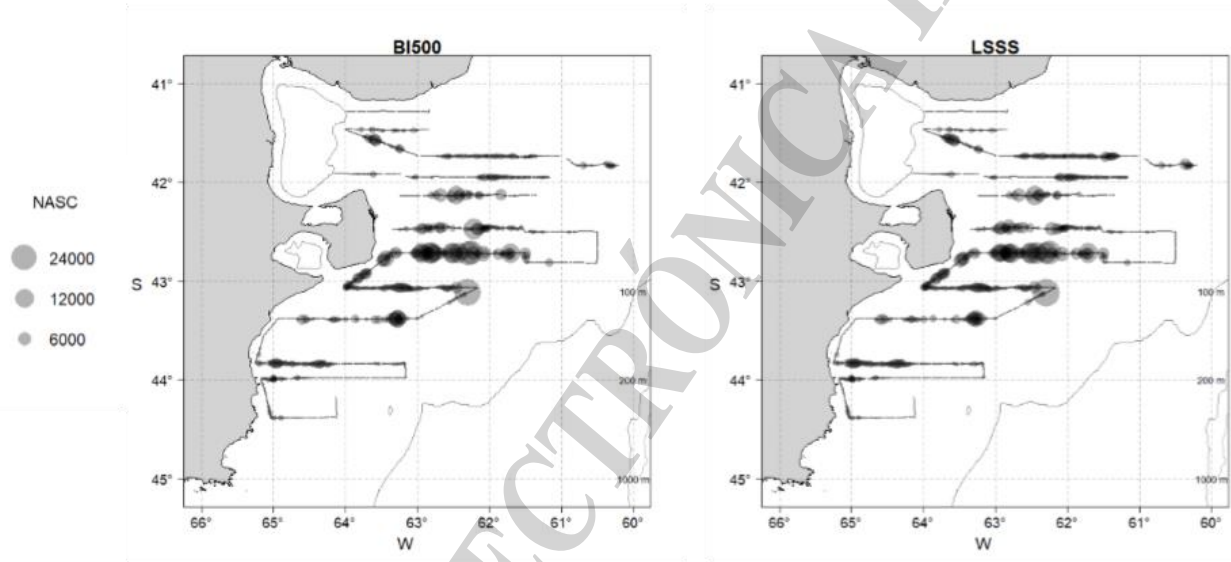


Figura 33. Distribución de valores de ecoinTEGRATION obtenidos en la campaña OB0899.

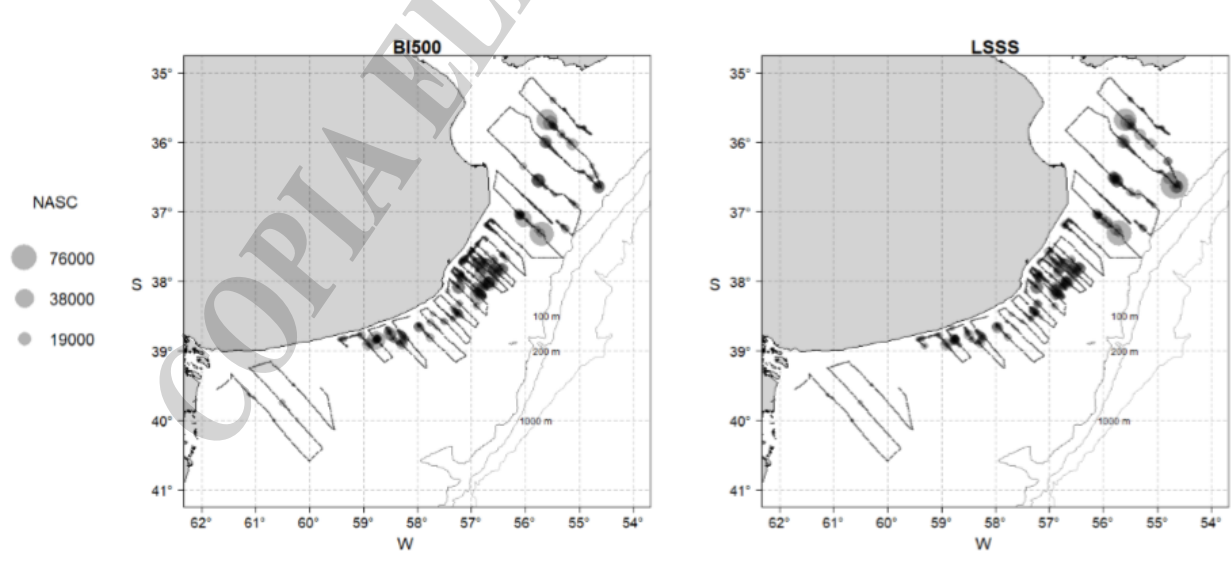


Figura 34. Distribución de valores de ecoinTEGRATION obtenidos en la campaña EH0899.

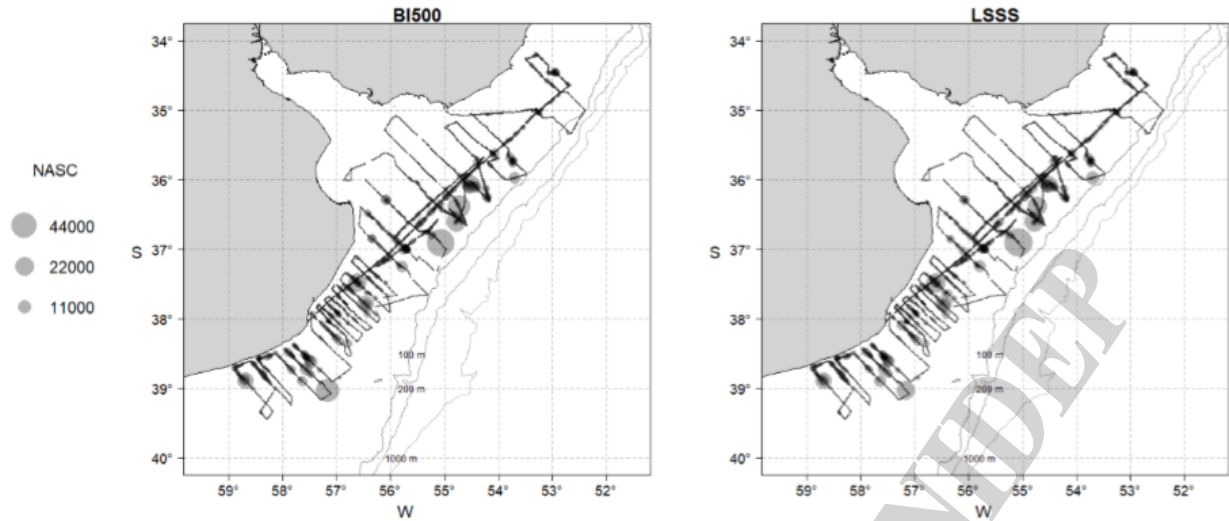


Figura 35. Distribución de valores de ecoinTEGRATION obtenidos en la campaña OB1201.

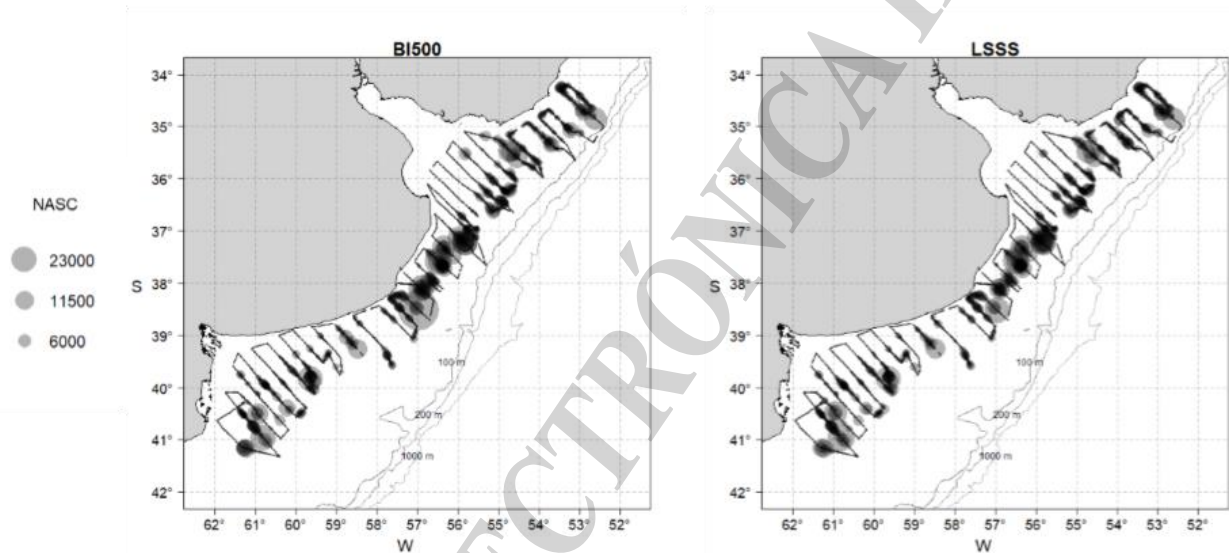


Figura 36. Distribución de valores de ecoinTEGRATION obtenidos en la campaña EH0702.

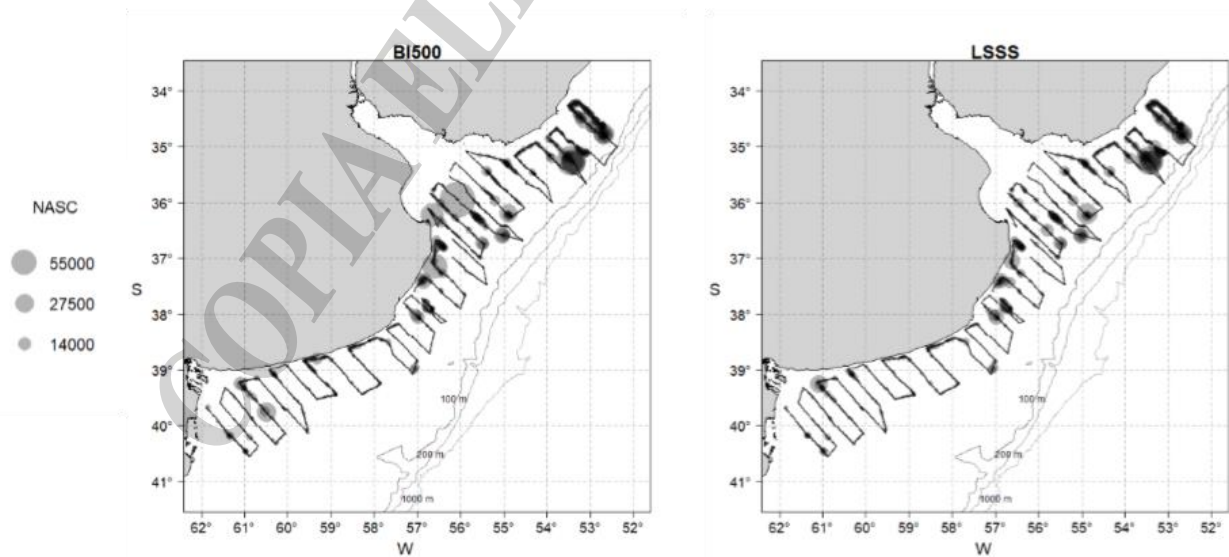


Figura 37. Distribución de valores de ecoinTEGRATION obtenidos en la campaña OB1003.

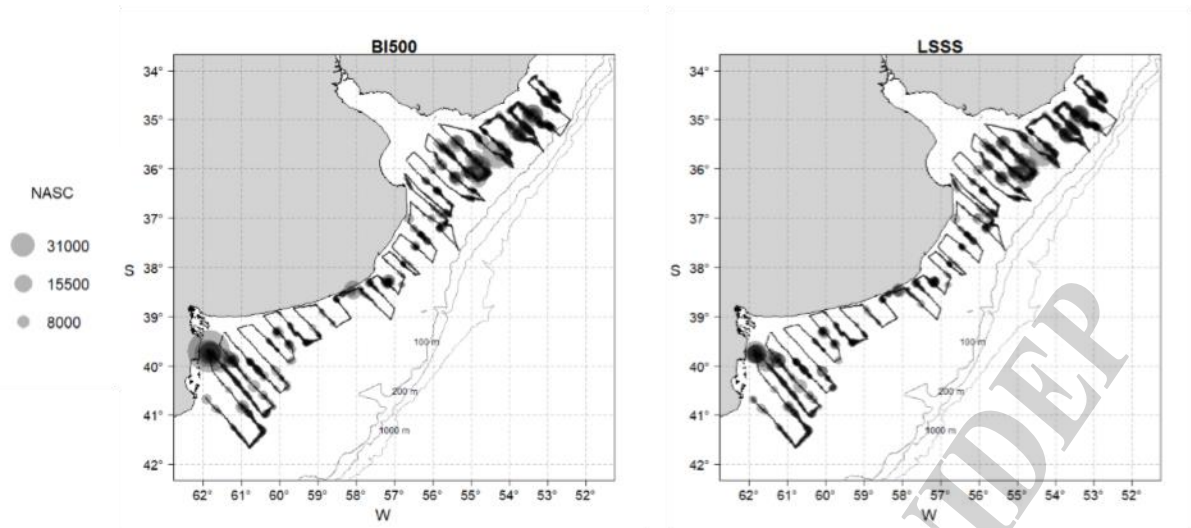


Figura 38. Distribución de valores de ecoinTEGRATION obtenidos en la campaña OB0704.

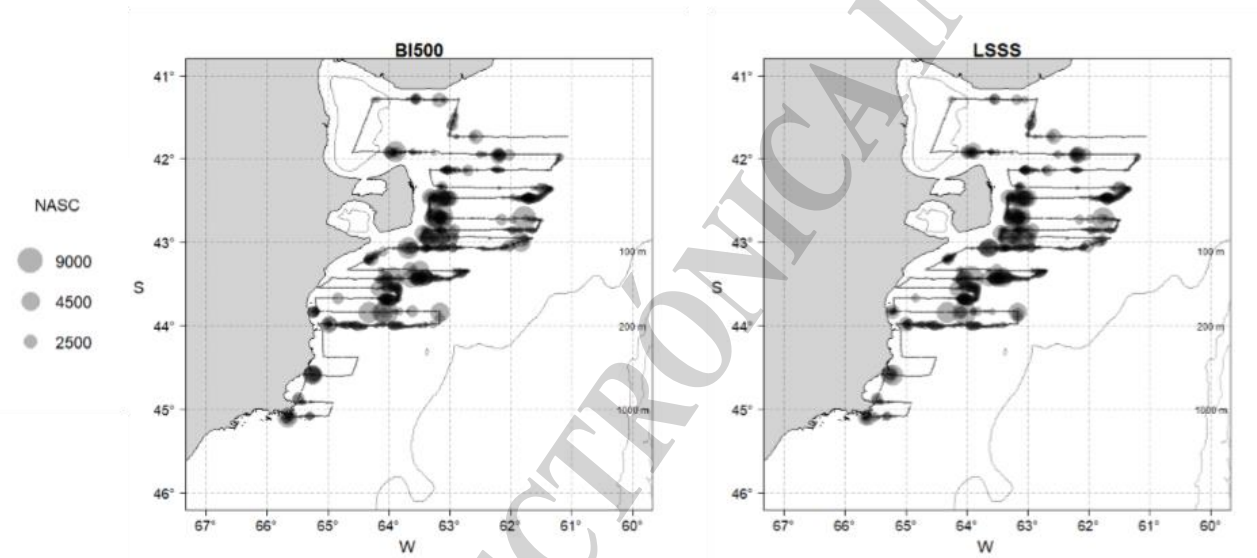


Figura 39. Distribución de valores de ecoinTEGRATION obtenidos en la campaña OB1004.

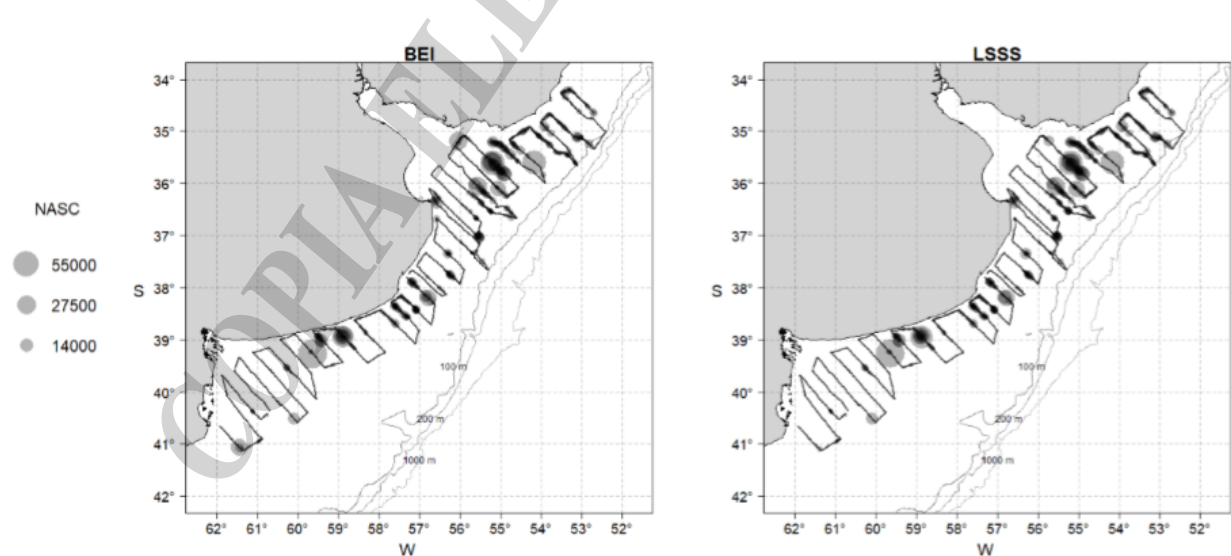


Figura 40. Distribución de valores de ecoinTEGRATION obtenidos en la campaña EH0606.



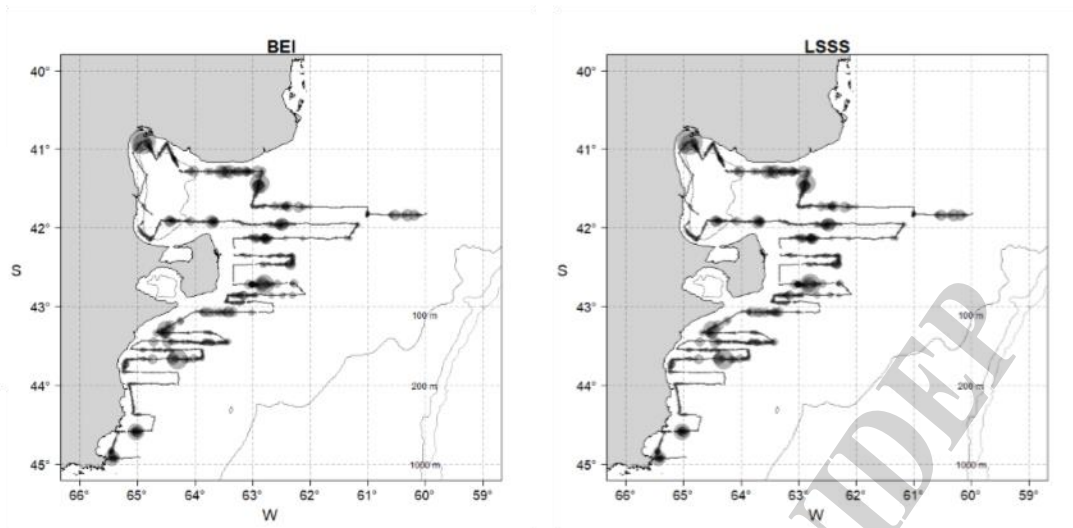


Figura 41. Distribución de valores de ecoinTEGRACIÓN obtenidos en la campaña EH0906.

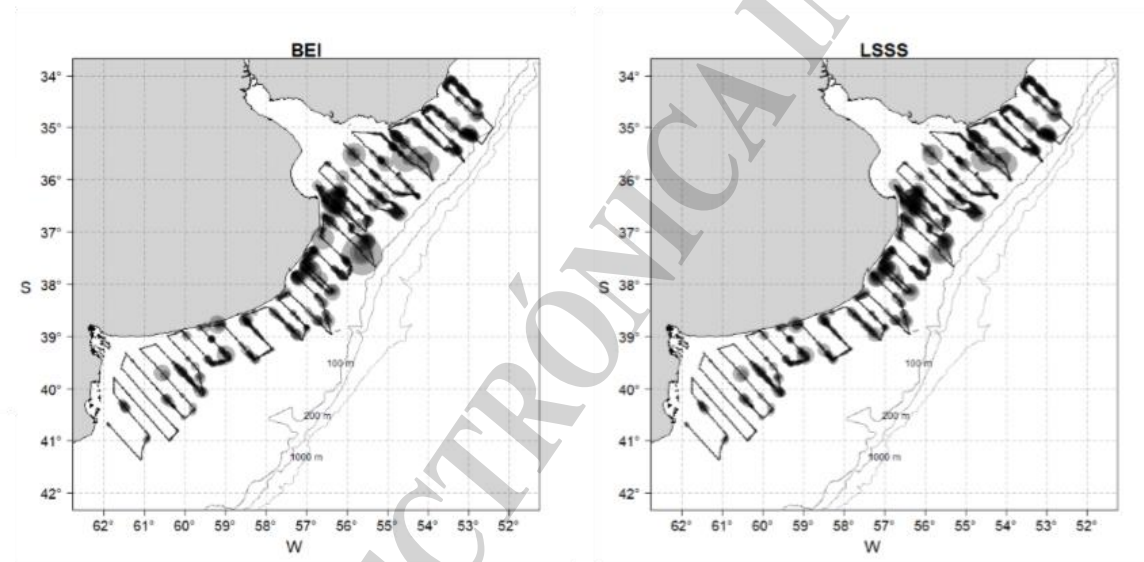


Figura 42. Distribución de valores de ecoinTEGRACIÓN obtenidos en la campaña OB0208.

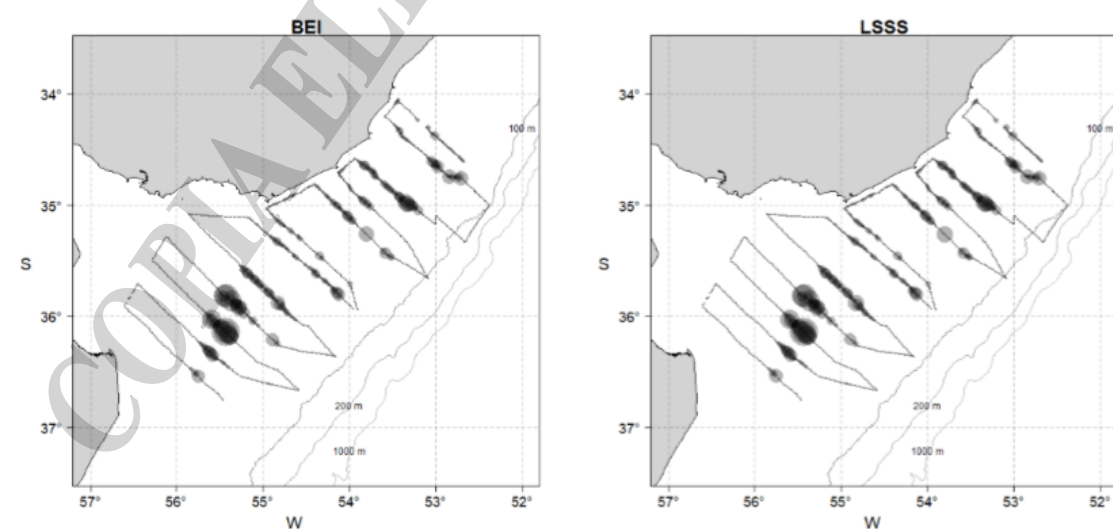
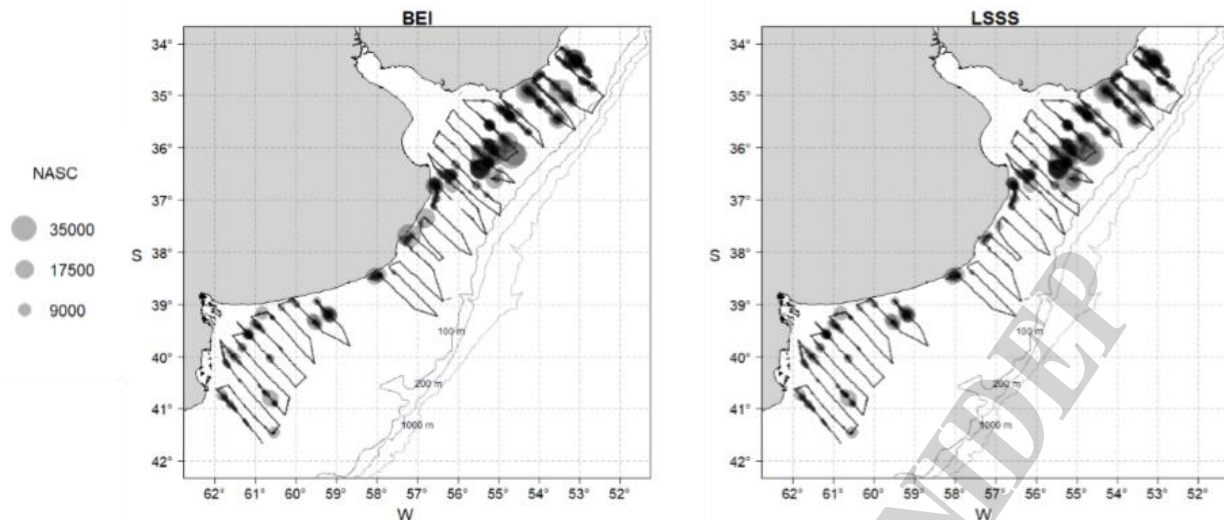


Figura 43. Distribución de valores de ecoinTEGRACIÓN obtenidos en la campaña OB0613.



**Figura 44.** Distribución de valores de ecoinTEGRACIÓN obtenidos en la campaña EH0219.

## Conclusiones

Desde principio de la década del 90 el INIDEP ha desarrollado numerosas campañas de investigación y evaluación empleando métodos acústicos. En la actualidad esto representa un volumen de información sumamente valioso que debe mantenerse vigente, facilitando su acceso con tecnologías actuales. En este sentido, originalmente las campañas fueron procesadas e interpretadas con los programas BI500 y BEI, que en su momento eran totalmente apropiados. En la actualidad estos programas carecen de un soporte de mantenimiento y ejecutarlos requiere la utilización de máquinas virtuales debido a que se basan en sistemas operativos obsoletos, además de que los propios programas BI500 y BEI se encuentran hace tiempo discontinuados y carentes de soporte, como alternativa a estos, en el año 2008 se comenzó a utilizar el programa LSSS, una evolución del BEI. Esta decisión se afirmó a partir del año 2017, con la incorporación de la ecosonda de banda ancha SIMRAD EK80 en los buques de investigación del instituto. Los archivos de salida de esta ecosonda poseen un formato que solo es soportado por LSSS. El programa LSSS ofrece la posibilidad de migrar los datos de campañas procesadas con BI500 y BEI. La migración de las campañas permite traer a la actualidad la información de tantos años de trabajo y compatibilizarla con las herramientas de trabajo actuales.

La migración de los datos de campañas de BI500 o BEI a LSSS parece un proceso bastante directo empleando las herramientas que LSSS incorpora, sin embargo, a lo largo del proceso se fueron presentando múltiples dificultades y particularidades. Esto motivó el desarrollo de soluciones que integradas permitieron implementar un procedimiento de trabajo que permite realizar la migración sin dificultades y que contempla todas las alternativas que pueden presentarse en el proceso.

Como base tabla el desarrollo de dicho procedimiento de migración se tomaron las campañas dirigidas a la especie anchoíta realizadas entre los años 1995 y 2019, que fueron realizadas con los BIP Dr. Eduardo L. Holmberg y BIP Cap. Oca Balda, en todos los casos empleando ecosondas EK500 y utilizando los programas BI500 o BEI para el procesamiento e interpretación de los datos adquiridos. Estas campañas ofrecieron un buen escenario de prueba para el procedimiento ya que incorporan datos adquiridos en un amplio rango de profundidades y con registros interpretados mediante capas cuando los peces se encontraban dispersos o mediante regiones cuando se encontraban agregados en cardúmenes.

Se pudieron migrar en forma exitosa 19 de las 20 campañas de las cuales se tienen copia de respaldo en el Gabinete de Hidroacústica. La campaña EH0598 no se pudo migrar y por lo tanto debe ser



reinterpretada ya que no pudieron recuperarse los archivos *Work* de la interpretación original. Igualmente se tienen los proyectos en LSSS correspondientes a esas 19 campañas y sus respectivas bases de datos almacenadas y con copias de respaldo en discos rígidos.

Poseer los proyectos de LSSS para los datos de estas campañas permite realizar nuevos análisis de la información de cada campaña de manera muy simple. Las bases de datos serán incorporadas a una base de datos institucional mantenida por el Gabinete de Hidroacústica para posibilitar, a quien lo requiera, el acceso a información histórica mediante consultas a dicha base de datos.

El próximo paso consiste en realizar la migración del resto de los datos de las campañas interpretadas con BI500 y BEI, dirigidas a la estimación acústica de especies tales como caballa, merluza, polaca y datos de campañas de calamar, entre otras.

## Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de los integrantes del Programa de Pesquerías de Peces Pelágicos que aportaron los reportes originales de las campañas de los años 1995, 1996, 1997 y 1999, los cuales no pudieron ser recuperados de las copias de respaldo disponibles en el Gabinete de Hidroacústica. De esta forma se pudo completar la serie de reportes originales para compararlos con los resultantes luego de realizadas las migraciones.

## Bibliografía

- Anon. 1993. SIMRAD BI500 Scientific Post Processing System (The Bergen Integrator). Operator manual. P2237E/P.
- Foote KG, Knudsen HP and Korneliussen RJ. 1991. Postprocessing system for echosounder data. *Journal of the Acoustic Society of America*. 90(1): 37-47.
- Johansen E, Totland A, Skålevik Å, Holmin AJ, Dingsør GE, Fuglebakk E and Handegard NO. 2019. StoX: An open source software for marine survey analyses. *Methods in Ecology and Evolution*. Vol. 10. p. 1523-1528.
- Korneliussen RJ, Ona E, Eliassen I, Heggelund Y, Patel R, Godø OR, Giertsen C, Patel D, Nornes E, Bekkvik T, Knudsen HP and Lien G. The Large Scale Survey System - LSSS. *Proceedings of the 29th Scandinavian Symposium on Physical Acoustics, Ustaoset, 29 January - 1 February, 2006*. p. 1-6.