

**INFORME DEL TALLER DE BIORREGIONALIZACIÓN
DEL OCÉANO AUSTRAL**
(Bruselas, Bélgica, 13 al 17 de agosto de 2007)

Resumen Ejecutivo

Informe del Taller

RESUMEN EJECUTIVO

(Este resumen, preparado por los coordinadores Dra. P. Penhale y Dr. S. Grant, no ha sido aprobado por los participantes del taller.)

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	621
ANTECEDENTES DEL TALLER	621
CLASIFICACIONES Y ESTRATEGIAS ACTUALES DE BIORREGIONALIZACIÓN	622
DATOS	623
Datos del ecosistema pelágico	623
Datos del ecosistema del bentos	624
MÉTODOS	624
Métodos pertinentes al ecosistema pelágico	624
Métodos pertinentes al ecosistema del bentos	626
RESULTADOS	627
Resultados relativos al ecosistema pelágico	627
Resultados relativos al ecosistema del bentos	628
Procesos ecológicos	629
LABOR FUTURA	630
Geomorfología	630
Disponibilidad de datos para una biorregionalización en escala fina	631
Elaboración de hojas informativas	631
Labor adicional para el desarrollo de un sistema de AMP	632

RESUMEN EJECUTIVO*

TALLER DE BIORREGIONALIZACIÓN DEL OCÉANO AUSTRAL

(Bruselas, Bélgica, 13 al 17 de agosto de 2007)

INTRODUCCIÓN

El taller de biorregionalización del Océano Austral de la CCRVMA fue celebrado en Bruselas, Bélgica, del 13 al 17 de agosto de 2007. La Dra. P. Penhale (EEUU) y el Dr. S. Grant (RU) se encargaron de la coordinación.

2. Se preparó la agenda en base al cometido del taller que fue acordado por el Comité Científico (SC-CAMLR-XXIV, párrafo 3.66) (apéndice A). La labor misma del taller fue llevada a cabo por dos subgrupos, uno encargado de la consideración del ecosistema pelágico y otro del ecosistema bentónico en general.

3. El informe del taller se refiere a los datos, los métodos y los resultados por separado para el sistema pelágico y el sistema bentónico en cada sección. El informe fue aprobado en su totalidad y representa una fuente de asesoramiento para el Comité Científico. Este documento resume los resultados y recomendaciones principales del taller.

ANTECEDENTES DEL TALLER

4. Los párrafos 7 al 14 del informe del taller proporcionan una reseña de los antecedentes. Se debe prestar particular atención a lo acordado por el Comité Científico en 2006 (SC-CAMLR-XXV, párrafo 3.33) con relación a los elementos de la labor que deberá ser efectuada para desarrollar un sistema de AMP en el Área de la Convención, a saber:

- i) evolución técnica de los métodos utilizados para la biorregionalización del Océano Austral
- ii) consideración de métodos para la selección y designación de las AMP.

5. El objetivo principal del taller fue formular recomendaciones para la biorregionalización del Océano Austral, y, en la medida de lo posible, recomendaciones para la subdivisión en escala fina de provincias biogeográficas (SC-CAMLR-XXV, párrafo 3.34; Informe del Taller, párrafos 10 y 11). En esencia, el taller concentró su atención en el elemento (i) del párrafo 4.

6. La importancia de la continua cooperación entre el CPA y la CCRVMA también ha sido señalada (Informe del Taller, párrafos 12 y 13), en el contexto del desarrollo de un “enfoque geográfico y medio ambiental sistemático”, del seguimiento del medio ambiente y de la identificación de las áreas sensibles o vulnerables.

* Este resumen, preparado por los coordinadores Dra. P. Penhale y Dr. S. Grant, no ha sido aprobado por los participantes del taller.

7. En la planificación de su labor, el taller hizo uso del informe del taller de expertos independientes sobre la biorregionalización del Océano Austral (Taller de Hobart, 2006) (Grant et al. 2006) realizado en septiembre de 2006 en Hobart, Australia, bajo los auspicios de WWF-Australia y de ACE CRC. El objetivo de este taller fue elaborar una “prueba de concepto” para la biorregionalización en gran escala del Océano Austral, utilizando como aporte principal datos del medio ambiente físico recogidos mediante teledetección.
8. El taller indicó que el objetivo principal del análisis de biorregionalización era asistir en la conservación de la biodiversidad marina, y que esto podría incluir el desarrollo de AMP representativas.
9. La biorregionalización podría también servir para otros fines, incluidos, *inter alia*, el modelado y seguimiento del ecosistema y el desarrollo de un marco para evaluar el riesgo y guiar las investigaciones futuras. Los resultados de la biorregionalización son parte integral de la planificación sistemática de la conservación, que incluye la consideración de los patrones y procesos que determinan la biodiversidad, y la definición de objetivos de conservación dentro del enfoque de la utilización racional (Informe del Taller, párrafo 17).
10. Se acordó considerar el sistema pelágico y el sistema del bentos por separado, ya que nuestro conocimiento actual de la relación entre ambos sistemas no es suficiente para realizar una biorregionalización que considera ambos sistemas en esta etapa (Informe del Taller, párrafo 18).
11. El taller estuvo de acuerdo en que, en principio, sería preferible definir las escalas apropiadas basándose en los datos disponibles, pero que a menudo se requeriría complementar esta información con el asesoramiento de expertos (Informe del Taller, párrafo 19). Es importante que la heterogeneidad real de los procesos del ecosistema y de la biodiversidad sea representada en las escalas apropiadas.
12. También se consideró que eran importantes las escalas temporales. El taller concurrió en que las escalas temporales del medio ambiente pelágico son diferentes de las del sistema del bentos, y que es necesario reflejar la variabilidad temporal dentro de un área de tamaño adecuado.

CLASIFICACIONES Y ESTRATEGIAS ACTUALES DE BIORREGIONALIZACIÓN

13. Varias ponencias describieron los sistemas de clasificación y enfoques actuales de biorregionalización (Informe del Taller, párrafos 21 al 38). El taller estuvo de acuerdo en apoyar los resultados del taller Hobart-2006, y en adoptar su clasificación primaria (Informe del Taller, párrafo 26).

DATOS

Datos del ecosistema pelágico

14. Varias ponencias presentaron información sobre los tipos de datos que podrían ser utilizados en un análisis de biorregionalización del ecosistema pelágico (Informe del Taller, párrafos 39 al 61).
15. El taller consideró los datos sobre la batimetría, la oceanografía física y la biología disponibles para la biorregionalización del sistema pelágico. Indicó que los conjuntos de datos utilizados en el taller Hobart-2006 representaban un buen punto de partida para los análisis adicionales del sistema pelágico (Informe del Taller, párrafo 39).
16. Las discusiones más importantes (Informe del Taller, párrafos 39 al 64) se centraron en la utilización de los datos disponibles para la biorregionalización del sistema pelágico, incluida la generación de conjuntos de datos derivados, la representación de determinantes clave de la estructura y de la función del ecosistema y de los procesos específicos relacionados con la biota de interés, y la utilidad de generar capas de datos sobre los procesos (Informe del Taller, párrafos 157 al 164) para hacer las comparaciones con los resultados de la biorregionalización.
17. Se tomó nota de que para la mayoría de los conjuntos de datos físicos, sería conveniente que la labor futura considerara las condiciones promedio, la variación estacional y la variación interanual (Informe del Taller, párrafo 44).
18. Se consideraron los conjuntos de datos biológicos indicativos de las características espaciales de distintas áreas (Informe del Taller, párrafos 50 al 64) y se determinó que algunos de estos conjuntos podrían ser utilizados de manera más apropiada a nivel regional.
19. El taller reafirmó su entendimiento de que la productividad y los factores que afectan los niveles de producción deberán ser tomados en cuenta al considerar los resultados de una biorregionalización basada en datos, y que esta labor sería realizada mejor por una evaluación pericial (Informe del Taller, párrafo 59).
20. El taller indicó que los datos de prospección obtenidos con dispositivos que registran datos del plancton de manera continua (CPR) probablemente servirán para la biorregionalización del Océano Austral, ya que los métodos han sido estandarizados para una amplia área geográfica (Informe del Taller, párrafo 62). Otras consideraciones sobre los datos biológicos se describen en el párrafo 63 del Informe del Taller.
21. La red de SCAR-MarBIN permite que los usuarios busquen, muestren y extraigan información taxonómica y sobre la distribución de muchas especies del Océano Austral. El taller recibió con beneplácito la continua ampliación de la red SCAR-MarBIN y reconoció su gran potencial para la biorregionalización, tanto ahora como a futuro (Informe del Taller, párrafo 38).

Datos del ecosistema del bentos

22. El documento WS-BSO-07/10 describió los análisis recientes de los patrones biogeográficos de la mega fauna de invertebrados del bentos de la plataforma del sector atlántico del Océano Austral. El taller indicó que la labor señala la importancia de los factores físicos (como la temperatura del fondo y las características de la masa de agua) en las pautas observadas en las comunidades bénticas. Se alentó la realización de trabajos de esta naturaleza, y se acotó que se podría hacer uso de las características de la masa de agua para adquirir un entendimiento de la biogeografía del bentos en otras regiones para las cuales se dispone de muy pocos datos (Informe del Taller, párrafos 65 al 68).

23. El taller consideró los conjuntos de datos que serían más útiles para la biorregionalización del bentos, la solidez y calidad de estos conjuntos de datos, y la utilización de otros conjuntos de datos potencialmente útiles. El taller estuvo de acuerdo en que los datos sobre la batimetría, la temperatura del lecho marino, la geomorfología, el sedimento y la concentración del hielo marino son importantes (Informe del Taller, párrafos 69 al 71).

24. En relación con los conjuntos de datos biológicos disponibles para la biorregionalización del bentos, el taller indicó que la mayoría de los datos biológicos disponibles provienen de áreas de la plataforma. Si estos datos tienen muchas lagunas, ofrecen mucho más conocimiento que los datos disponibles del talud continental y de las regiones oceánicas profundas (Informe del Taller, párrafos 72 y 73).

25. Dadas estas limitaciones, el taller estuvo de acuerdo en que los datos biológicos que serían considerados en el análisis podrían incluir los datos sobre moluscos, los datos de SCAR-MarBIN, los datos en escala fina sobre la abundancia y composición de los invertebrados en toda la Península Antártica, y los datos sobre la presencia o ausencia de peces demersales (Informe del Taller, párrafo 74).

26. Asimismo, se acordó que se incluiría tan pronto como fuera posible un conjunto de datos geomórficos en escala más fina del límite al este de la Antártida y de las cuencas oceánicas adyacentes, desde 55°S hasta la costa y desde 38°E a 164°E (Geoscience Australia) (Informe del Taller, párrafo 78). Se espera contar muy pronto con un mapa geomórfico de toda la Antártida.

27. Varios conjuntos de datos biológicos utilizados para la convalidación de la clasificación biorregional del bentos se describen en el párrafo 79 del Informe del Taller. La mayoría de los datos biológicos utilizados para la convalidación fueron extraídos de la base de datos de SCAR-MarBIN.

MÉTODOS

Métodos pertinentes al ecosistema pelágico

28. El taller Hobart-2006 adoptó un método mixto jerárquico y no jerárquico de clasificación para el sistema pelágico. Los métodos, conjuntos de datos y rutinas estadísticas se explican y proporcionan en Grant et al. (2006).

29. El taller reconoció que existe un gran volumen de datos biológicos del Océano Austral disponibles, o que pronto estarán disponibles. Estos datos podrían resultar muy útiles para la biorregionalización, aunque cada conjunto de datos debe ser examinado en detalle.

30. El taller recomendó abordar la biorregionalización del sistema pelágico en dos niveles (Informe del Taller, párrafo 89):

- i) una biorregionalización a nivel circumpolar que delimita aproximadamente 20 regiones en amplia escala;
- ii) una biorregionalización más detallada de cada región en gran escala.

31. Otras discusiones del taller sobre los datos y los análisis utilizados en la biorregionalización del sistema pelágico pueden encontrarse en el Informe del Taller, párrafos 90 al 93. Las conclusiones más importantes son:

- i) la biorregionalización circumpolar en gran escala requiere de capas de datos de áreas extensas;
- ii) los datos biológicos probablemente serán de mucha utilidad en la biorregionalización en escala fina (Informe del Taller, párrafo 91);
- iii) la heterogeneidad espacial y temporal se da en una gran variedad de escalas, y la definición de biorregiones en escala fina deberá considerar el tamaño apropiado para efectuar la ordenación (Informe del Taller, párrafo 92);
- iv) se pueden utilizar mapas estáticos para identificar las biorregiones significativas del Océano Austral que reflejan las diferencias constantes entre las tendencias y los procesos ecológicos de las distintas áreas (Informe del Taller, párrafo 93).

32. El taller apoyó la metodología general utilizada por el taller Hobart-2006 para la biorregionalización en gran escala del Océano Austral. Asimismo, estuvo de acuerdo en que la biorregionalización preliminar en gran escala del taller Hobart-2006 era una herramienta práctica de posible utilidad en la ordenación espacial del Área de la Convención (Informe del Taller, párrafos 94 y 95).

33. El taller acordó que la biorregionalización en gran escala del taller Hobart-2006 podría mejorarse considerando, *inter alia*, lo siguiente:

- i) capas de datos adicionales que representen la variación estacional de las condiciones medio ambientales;
- ii) capas de datos adicionales que representen la variación interanual de las condiciones medio ambientales;
- iii) nuevos parámetros ambientales (p. ej. profundidad de la capa mixta (MLD); producción primaria: véase el Informe del Taller, párrafo 49);
- iv) la utilización de datos biológicos para transformar y combinar las capas de datos sobre el medio ambiente;

- v) la consideración del efecto de la variabilidad espacial en la calidad de las capas de datos.

34. Se discutieron cinco alternativas para incorporar los datos biológicos que podrían ser utilizadas para mejorar la biorregionalización del Océano Austral (Informe del Taller, párrafos 97 a 121), incluido el método del árbol de regresión sobreajustado (BRT) para modelar variables de respuesta única utilizando varias variables predictoras.

35. El taller utilizó datos biológicos y el método BRT para investigar si los resultados de la biorregionalización del taller Hobart-2006 podrían ser mejorados utilizando capas de datos biológicos para áreas extensas (Informe del Taller, párrafos 102 al 104). Se indicó que la utilización de capas de datos para representar la distribución espacial de ciertas especies de zooplancton en el Océano Austral ayudaría a delimitar las biorregiones extensas (Informe del Taller, párrafo 103).

36. Los participantes del taller demostraron preocupación ante la posibilidad de que la extrapolación fuera del rango cubierto por los datos geográficos y medio ambientales no fuera fiable (Informe del Taller, párrafo 106). La extrapolación en un espacio biológico supone que la relación entre la biología y el medio ambiente representada por los datos de prueba es constante en un espacio geográfico. Esta suposición fue estudiada en relación con los grupos de datos de zooplancton obtenidos con los dispositivos CPR, y éstos fueron extrapolados a toda el área del Océano Austral con el método BRT (Informe del Taller, párrafos 106 al 108 y figuras 1 y 2).

37. Las distribuciones espacialmente continuas de cuatro grupos taxonómicos (kril, salpas, pterópodos y copépodos) resultantes del modelado fueron agregadas a la biorregionalización en gran escala del taller Hobart-2006. Los métodos y resultados se describen en el Informe del Taller (párrafos 109 al 111 y 132 al 144).

38. El taller indicó que la modelación del hábitat de las especies también podría ser una herramienta de utilidad para representar la heterogeneidad, particularmente en escalas más finas (Informe del Taller, párrafos 114 al 121).

39. El taller indicó que la biorregionalización en escala fina de las áreas agrupadas por la biorregionalización en gran escala debiera utilizar información apropiada sobre el medio ambiente, la biología y los procesos. Se identificó una gran cantidad de información diversa que podría ser utilizada en la biorregionalización en escala fina (véase el Informe del Taller, párrafos 39 al 64 y párrafos 157 al 164). Ya que los datos utilizados en la biorregionalización en escala fina no deben ser necesariamente circumpolares, ni medidos repetidamente en las distintas biorregiones definidas en gran escala, se puede utilizar mucho más información en la biorregionalización en escala fina de la que se puede utilizar en la biorregionalización en gran escala (o circumpolar).

Métodos pertinentes al ecosistema del bentos

40. La biorregionalización del bentos constó de tres etapas, definiéndose en primer lugar regiones físicas (Informe del Taller, párrafo 77) mediante el proceso empleado en el taller Hobart-2006 (Informe del Taller, párrafo 14). A continuación se incorporaron los datos biológicos, y luego se evaluó la clasificación (Informe del Taller, párrafo 79).

41. Esta clasificación fue refinada después del taller, bajo la dirección de los coordinadores y utilizando los métodos descritos anteriormente (SC-CAMLR-XXVI/BG/23).

42. Se hizo una evaluación adicional para la región oeste de la Península Antártica, incorporando los datos biológicos de esta región en el mapa de las provincias geomorfológicas. Se realizaron varios análisis para investigar la proporción de las distintas especies y el número de estaciones de muestreo por polígono geomórfico. Los resultados se describen en el Informe del Taller (párrafos 147 y 148).

RESULTADOS

Resultados relativos al ecosistema pelágico

43. Los resultados de la regionalización primaria en gran escala efectuada por el taller Hobart-2006 fueron presentados en detalle por Grant et al. (2006). El mapa resultante se muestra en la figura 3 del Informe del Taller, y contiene 14 regiones resumidas en la tabla 1 del informe. Esta biorregionalización en gran escala distingue entre la zona costera de la Antártida (incluidas las ensenadas), la zona del hielo marino y el mar abierto hacia el norte. El análisis destaca las características medio ambientales de las regiones extensas, incluidas la plataforma y el talud continental, las zonas de los frentes polares (SAF, PF, SACCF), las aguas de altura del océano, los bancos, las cuencas, los archipiélagos y los sistemas de giros.

44. El taller Hobart-2006 había incluido datos sobre el hielo y los datos teledetectados de la concentración de la clorofila-*a* cerca de la superficie en una clasificación “secundaria” de 40 grupos (Grant et al. (2006) – figuras 21, 23 y 25). No se logró consenso en relación con la verosimilitud de las pautas espaciales observadas en esta regionalización secundaria.

45. El taller apoyó la biorregionalización “primaria” en gran escala del taller Hobart-2006. Dicha biorregionalización agrupó las regiones, con una resolución acordada de 14 grupos (Informe del Taller, figura 3), basándose en cuatro variables medio ambientales (\log_{10} de la profundidad, SST, concentración de silicato y de nitrato). El taller opinó que esta clasificación era adecuada como biorregionalización preliminar y podría servir en el trabajo de biorregionalización a nivel circumpolar.

46. El taller volvió a reconfigurar la clasificación “secundaria” del taller Hobart-2006 para que mostrara 20 grupos (Informe del Taller, Figura 4) y fuese coherente con la resolución elegida para la clasificación obtenida al utilizar las capas de datos biológicos (Informe del Taller, párrafo 143 y Figuras 5 y 6).

47. El taller estuvo de acuerdo en que el método BRT para generar capas de datos biológicos representaba un gran avance y que estas capas podían ser utilizadas para mejorar la biorregionalización circumpolar del Océano Austral del taller Hobart-2006. El taller alentó la realización de trabajo adicional a nivel de especies, para ser presentado al Comité Científico en la forma de documentos de trabajo. El taller indicó también que había muchas maneras de utilizar los datos biológicos en la biorregionalización en gran escala del Océano Austral, que deben ser estudiadas más a fondo.

48. El taller convino también en que se deberá considerar la aplicación más amplia en el futuro de los métodos estadísticos de regresión (BRT) que empleó para producir valores continuos de la abundancia y la distribución de las especies biológicas (Informe del Taller, párrafo 139).

49. El taller reconoció el potencial del método BRT para producir capas de datos biológicos para la biorregionalización en gran escala y en escala fina. Algunos participantes del taller mostraron especial interés en la utilización de la capa de datos de la abundancia de kril derivada de los datos de Atkinson et al. (2004). Sin embargo, el taller sugirió que se describiera el método y que fuese sometido a una revisión técnica por WG-SAM (Informe del Taller, párrafos 140 y 141).

50. El taller indicó que se podría pedir a WG-EMM y al WG-FSA que revisaran la idoneidad de los conjuntos de datos a ser incluidos como variables de respuesta (datos biológicos) o como capas de datos medio ambientales relacionados con los procesos que dan origen a las capas de datos biológicos.

51. El taller produjo dos conjuntos de resultados (Informe del Taller, Figuras 5 y 6) para la biorregionalización preliminar del sistema pelágico, utilizando capas adicionales de datos biológicos a nivel circumpolar.

52. El taller estuvo de acuerdo en que el enfoque que utiliza estratos físicos y biológicos en la biorregionalización es promisorio, y que, sujeto a lo expuesto en los párrafos 49 y 50 anteriores, los resultados de este enfoque serán de utilidad en el futuro.

Resultados relativos al ecosistema del bentos

53. Se crearon mapas iniciales de una biorregionalización física del medio ambiente bentónico en el Océano Austral utilizando el mismo enfoque del taller Hobart-2006 para generar una regionalización primaria del medio ambiente pelágico (Informe del Taller, párrafo 145).

54. El taller reconoció que los métodos descritos en el Informe del Taller (párrafos 125 al 128) eran coherentes con los del taller Hobart-2006, y que podrían ser utilizados como base para la primera clasificación física del bentos.

55. Los resultados de la labor adicional para la clasificación del bentos fueron presentados en el documento SC-CAMLR-XXVI/BG/23.

56. El mapa geomórfico del límite este de la Antártida (Informe del Taller, figura 10) mostró algunas características clave para la biorregionalización del bentos, como por ejemplo bancos de la plataforma, depresiones, pendientes empinadas del talud, cañones, depósitos de sedimento, montes marinos, zonas con líneas de fractura y llanuras abisales.

57. Las provincias geomórficas identificadas fueron utilizadas para seleccionar y clasificar los datos biológicos puntuales. Estos datos fueron analizados a continuación aplicando las técnicas descritas en el Informe del Taller (párrafos 129 al 131 y figuras 11, 12 y 13).

58. Estas figuras demuestran que el número de especies conocidas varía entre provincias geomórficas similares. Por lo tanto, factores ajenos a la geomorfología, como el esfuerzo del muestreo o la cubierta de hielo marino, influyen la distribución de las especies. Las diferencias observadas en los patrones de la distribución de las especies y del esfuerzo de muestreo indican que éste último no necesariamente está asociado a las áreas que podrían ser de gran biodiversidad. Una aplicación adicional de estos métodos sería la convalidación de la clasificación física del bentos.

Procesos ecológicos

59. El taller indicó que en la formulación de un marco para entender la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas en una escala espacial es importante considerar la información sobre las características de la biodiversidad y los procesos ecológicos definidos en una escala espacial (Balmford et al., 1998; Cowling et al., 2003). Esto puede resultar conveniente a la hora de tomar decisiones sobre la base de un marco definido utilizando escalas espaciales, como se hizo durante el desarrollo del plan de conservación de las Islas Príncipe Eduardo (WS-BSO-07/P1). El taller apoyó la iniciativa de elaborar mapas que representen los procesos ecológicos y otras características que no pueden ser incorporadas con facilidad al análisis de pautas espaciales.

60. Las características de la biodiversidad representan espacialmente la distribución de las especies o de los hábitats en una escala definida, mientras que los procesos ecológicos son acciones o sucesos que determinan estas características y las interacciones ecológicas en distintas escalas (p. ej. corrientes ascendentes de las aguas profundas frías, zonas de desove, y áreas de alimentación). Los procesos ecológicos pueden ser flexibles en el tiempo y el espacio (p. ej. los frentes oceánicos) o fijos (p. ej. los relacionados con las características geomórficas).

61. Si bien el análisis de biorregionalización del taller tuvo éxito en representar las características físicas y biológicas del Océano Austral, el taller opinó que esta labor deberá ser complementada mediante la ilustración en mapas de los procesos definidos en una escala espacial.

62. El taller indicó que la ilustración en mapas de los procesos ecológicos en una escala espacial puede hacerse de dos maneras:

- i) los procesos flexibles pueden ser representados utilizando datos de probabilidad espacial (es decir, núcleos)
- ii) los procesos fijos pueden ser representados mediante las características fijas que definen los procesos (es decir, los rasgos geomórficos).

63. El taller consideró los datos disponibles sobre los procesos ecológicos y también otra información que fue fácil de obtener. Señaló que algunos de estos conjuntos de datos pueden ser incorporados en un análisis de biorregionalización, mientras que otros se representan mejor como capas separadas de datos en escala espacial. Los resultados de esta discusión se muestran en la tabla 2 del Informe del Taller.

64. Si bien la información sobre los procesos ecológicos debe ser utilizada en la escala circumpolar considerada por este taller, se indicó que estos datos adquirirán mayor importancia a un nivel regional en escala más fina. Las razones para esto son: (i) muchos conjuntos de datos sobre procesos se han obtenido a nivel regional (p. ej. los datos de seguimiento de los depredadores tope); (ii) es más fácil incorporar el conocimiento experto sobre procesos del ecosistema definidos en una escala espacial a nivel de región. Por consiguiente, las mejores áreas a considerar para una biorregionalización en escala más fina son probablemente las áreas geográficas para las cuales se dispone de más información y conocimiento experto.

65. Algunos de los procesos del ecosistema definidos en escala espacial que se consideran importantes se muestran en las figuras 14 a la 17 del Informe del Taller.

LABOR FUTURA

66. El taller estuvo de acuerdo en que:

- i) la regionalización pelágica primaria descrita en el Informe del Taller (párrafos 132 y 133) puede ser considerada de utilidad en aplicaciones de la CCRVMA y el CPA;
- ii) la regionalización inicial del medio ambiente bentónico deberá ser revisada y mejorada para ser utilizada por la CCRVMA y CPA. Los resultados generales del taller y los datos demuestran que las escalas más finas pondrán en evidencia una mayor heterogeneidad de la biodiversidad, la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas;
- iii) a medida que mejoran los métodos, se adquieren más datos y se efectúa el análisis de los mismos, se podrá mejorar la biorregionalización. La biorregionalización adicional en escala fina de varias áreas podría hacerse utilizando los datos existentes;
- iv) en la medida de lo posible, la labor futura podría la delimitación de las provincias en escala fina;
- v) los participantes del taller deberán presentar trabajos al Comité Científico sobre estrategias de regionalización en escala fina, incluidos los métodos estadísticos y las posibles fuentes de datos;
- vi) se deberá pedir a WG-SAM que considere los métodos estadísticos presentados en el Informe del Taller (párrafos 140 y 141);
- vii) la inclusión de información sobre los procesos y las especies deberá ser considerada más a fondo, particularmente en el contexto de la planificación sistemática de la conservación, y de la elaboración de criterios de decisión en un marco espacial (Informe del Taller, párrafo 157). Esto podría ser de especial importancia cuando se utilizan escalas más finas.

Geomorfología

67. El taller reconoció que la labor llevada a cabo hasta ahora indica que los mapas de la geomorfología del lecho marino proporcionan información adicional que integra los datos físicos al proceso de la biorregionalización. La ampliación de esta labor para cubrir toda el Área de la Convención sería de mucha utilidad. Asimismo, se podrían utilizar los mapas actualizados del sedimento del lecho marino en la biorregionalización del bentos.

Disponibilidad de datos para una biorregionalización en escala fina

68. El taller reconoció que se dispone de datos biológicos para algunas áreas regionales más pequeñas que podrían ser utilizados para delimitar mejor la biorregionalización en gran escala. Estos datos incluirían las series históricas de datos a largo plazo del sur del Mar de Escocia, del Mar de Ross, del sector este del Mar Antártico así como de otras áreas.

69. Las fuentes específicas de datos de potencial importancia se describen en el Informe del Taller (párrafos 171 al 176). Estas incluyen datos de peces de las campañas de investigación, datos del bentos de las prospecciones científicas de arrastre de fondo, colecciones de museo, datos de la biomasa y la distribución de kril, y datos de oceanografía física en escala fina obtenidos de programas científicos nacionales.

70. Se tomó nota de que con la incorporación de más y más datos en la red de SCAR-MarBIN y con los datos adicionales que se espera obtener de los proyectos de investigación conjunta de los programas CAML-API, esta red adquirirá gran importancia en el suministro de datos para el futuro. Actualmente, muchos de estos datos están muy dispersos (almacenados por científicos o institutos) y por lo tanto son de muy difícil acceso.

71. El taller reconoció que la labor de la CCRVMA en la definición de las UOPE podría servir para la biorregionalización en escala fina, porque dicha definición contempla las relaciones entre los peces, el kril, los depredadores y las especies presa. Se indicó que podría ser posible incluir datos sobre otros componentes del ecosistema y utilizar técnicas similares a las empleadas para definir las UOPE.

72. El taller consideró las lagunas en los conjuntos de datos existentes, e identificó el trabajo requerido para mejorar la cobertura de los datos y su calidad (Informe del Taller, párrafos 178 y 179).

Elaboración de hojas informativas

73. El taller estuvo de acuerdo en que un atlas con hojas informativas sobre la biorregionalización sería muy valioso para la CCRVMA y el CPA. Se brindaría de esta manera un enfoque estandarizado para la notificación y el archivo de los resultados de la labor de biorregionalización del Océano Austral de la misma manera en que se elaboran los informes de pesquerías para cada pesquería regulada por la CCRVMA. Desde su creación, los informes de pesquerías han sido considerados muy útiles para presentar información detallada en las reuniones de la CCRVMA y durante el período entre sesiones, y también para informar al público en general cómo trabaja la CCRVMA.

74. Se podría elaborar un atlas de biorregionalización siguiendo el enfoque ilustrado en el documento WS-BSO-07/9, en el cual se presenta una jerarquía de hojas de datos con las características regionales, y en el cual las características más detalladas y las biorregiones o provincias de áreas más pequeñas del Océano Austral se muestran en hojas complementarias. Las hojas informativas podrían incluir mapas de las biorregiones y provincias de relevancia, como también mapas que muestren dónde ocurren los procesos importantes, la ubicación de colonias o agregaciones de la biota y otros detalles importantes para la ordenación de las biorregiones.

75. Este formato también facilitaría la revisión, el refinamiento y la actualización de la información biorregional, y la clasificación de áreas específicas, sin tener que revisar la clasificación del Océano Austral en su totalidad.

76. El taller acordó que un atlas tal podría ser elaborado sobre la base de los resultados de la regionalización primaria acordada en este taller, de los resultados preliminares sobre la posible heterogeneidad de estas regiones delimitadas en escala fina, y de la información complementaria de las capas de datos sobre procesos ecológicos y otras capas de datos consideradas en este informe.

Labor adicional para el desarrollo de un sistema de AMP

77. El taller indicó que la biorregionalización podría formar parte de la labor que deberá ser realizada para desarrollar un sistema de AMP para el Área de la Convención (SC-CAMLR-XXV, párrafo 3.33). Es necesario seguir trabajando en la consideración de los métodos de selección y designación de AMP, y se indicó que esta labor podría incluir la obtención de mayor información sobre los procesos ecológicos, incluida la información sobre las actividades antropogénicas a nivel geográfico. La labor intersesional enfocada en la planificación sistemática de la conservación, posiblemente para áreas en escalas más finas, podrían aportar mucho a la consecución de este objetivo.

INFORME DEL TALLER

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	637
Apertura de la reunión	637
Aprobación de la agenda y organización de la reunión	637
FUNDAMENTOS DEL TALLER	638
CLASIFICACIONES Y ESTRATEGIAS ACTUALES DE BIORREGIONALIZACIÓN	640
DATOS	646
Datos del ecosistema pelágico	646
Datos del ecosistema del bentos	654
Antecedentes	654
Visión general de las diversas fuentes de datos disponibles para la biorregionalización del bentos	655
Datos utilizados para la clasificación biorregional del bentos	656
Datos físicos	656
Datos biológicos	657
MÉTODOS	658
Métodos relativos al ecosistema pelágico	658
Resumen de los métodos desarrollados durante el Taller Hobart-2006	658
Métodos considerados en el Taller Bruselas-2007 para la biorregionalización pelágica	659
Método de biorregionalización de grandes áreas	660
Extrapolación de datos biológicos a partir de datos medioambientales	661
Modelo generalizado de disimilitud	662
Índice de la idoneidad ambiental relativa	664
Modelación del hábitat de las especies	664
Método de biorregionalización pelágica de alta resolución	665
Métodos relativos al ecosistema del bentos	666
Clasificación física del bentos	666
Evaluación a partir de los datos biológicos	667
RESULTADOS	667
Resultados relativos al ecosistema pelágico	667
Resumen de los resultados del Taller Hobart-2006	667
Regionalización primaria	667
Regionalización secundaria	668
Resultados del Taller Bruselas-2007: regionalización pelágica a gran escala	668
Resultados relativos al ecosistema del bentos	670
Clasificación biorregional física del bentos	670
Evaluación a partir de los datos biológicos	670
Geomorfología	670
Procesos ecológicos	672

LABOR FUTURA	673
Geomorfología	673
Disponibilidad de datos para una biorregionalización en escala fina	674
Elaboración de fichas recapitulativas	675
Labor adicional para el desarrollo de un sistema de AMP	676
ASESORAMIENTO AL COMITÉ CIENTÍFICO	676
APROBACIÓN DEL INFORME Y CLAUSURA DE LA REUNIÓN	676
REFERENCIAS	677
TABLAS	681
FIGURAS	683
APÉNDICE A: Agenda	697
APÉNDICE B: Lista de Participantes	699
APÉNDICE C: Lista de Documentos	705
APÉNDICE D: Descripciones de los conjuntos de datos utilizados en la clasificación de la biorregionalización del bentos	707

INFORME DEL TALLER DE BIORREGIONALIZACIÓN DEL OCÉANO AUSTRAL

(Bruselas, Bélgica, 13 al 17 de agosto de 2007)

INTRODUCCIÓN

Apertura de la reunión

El taller de biorregionalización del Océano Austral de la CCRVMA fue celebrado en Bruselas, Bélgica, del 13 al 17 de agosto de 2007. La Dra. P. Penhale (EEUU) y el Dr. S. Grant (RU) se encargaron de la coordinación.

2. Los coordinadores dieron la bienvenida a todos los participantes y en especial a los siguientes expertos invitados:

- Dr. B. Danis, SCAR-MarBIN, Royal Belgian Institute of Natural Sciences
- Dr. G. Hosie, SCAR, Australian Government Antarctic Division
- Dr. M. Kahru, Scripps Institution of Oceanography, EEUU
- Dr. M. Vierros, United Nations University, Institute of Advanced Studies, Japón.

3. Se agradeció de manera especial a Bélgica, y en particular al Sr. A. de Lichtervelde y a su equipo de la Administración Pública Federal de Sanidad Pública, Seguridad Alimentaria y Medio Ambiente por su cálida acogida, apoyo financiero y organización del taller.

Aprobación de la agenda y organización de la reunión

4. La agenda fue preparada de acuerdo al cometido del taller, según fuera acordado por el Comité Científico (SC-CAMLR-XXIV, párrafo 3.66):

1. Facilitar la colaboración entre el Comité Científico de la CCRVMA y el CPA en esta labor.
2. Facilitar la participación de los expertos pertinentes.
3. Coordinar y facilitar:
 - i) la compilación de los datos existentes sobre provincias costeras, incluidas las características y los procesos asociados con el bentos y las áreas pelágicas;
 - ii) la compilación de los datos existentes sobre las provincias oceánicas, incluidas las características y los procesos asociados con el bentos y las áreas pelágicas;
 - iii) la determinación de los análisis requeridos para facilitar la biorregionalización, incluida la utilización de datos empíricos, de modelación y de expertos;

- iv) el desarrollo de una biorregionalización en gran escala basada en los conjuntos de datos existentes y otros conjuntos de datos que se podrían conseguir antes del taller;
 - v) en la medida de lo posible, la delimitación de provincias más pequeñas dentro de las regiones;
 - vi) el establecimiento de un procedimiento para identificar las áreas cuya protección serviría para promover los objetivos de conservación de la CCRVMA.
4. Organizar un taller para establecer la biorregionalización del Área de la Convención de la CCRVMA y consolidar el asesoramiento sobre un sistema de áreas protegidas (SC-CAMLR-XXIV, anexo 7, párrafo 144).

La agenda aprobada figura en el apéndice A.

5. Los participantes en el taller figuran en el anexo B y los documentos presentados, en el apéndice C.
6. El informe de la reunión fue preparado por los participantes al taller e incluye secciones dedicadas a los datos, los métodos y los resultados por separado para el ecosistema pelágico y el ecosistema béntico.

FUNDAMENTOS DEL TALLER

7. Los participantes utilizaron el Taller de la CCRVMA sobre AMP realizado en 2005 (Taller AMP de 2005) para basar su trabajo de biorregionalización. En 2005, el Comité Científico ratificó el asesoramiento del taller de que para conseguir los objetivos del artículo II de la Convención de la CCRVMA es necesario conservar la diversidad biológica y los procesos naturales del ecosistema (SC-CAMLR-XXIV, párrafo 3.54(iii)). Asimismo, ratificó el asesoramiento de dicho taller de que se podría prestar atención a la necesidad de otorgar protección, *inter alia*, a las siguientes zonas (SC-CAMLR-XXIV, párrafo 3.54(iv)):

- i) áreas representativas - un sistema de áreas representativas tendría como fin proporcionar un sistema completo, adecuado y representativo de las áreas marinas cuya protección contribuiría a la viabilidad ecológica a largo plazo de los sistemas marinos, a conservar los procesos y sistemas ecológicos y a proteger la diversidad biológica marina de la Antártida a todo nivel;
- ii) áreas de interés científico cuyo estudio facilite la distinción entre los efectos de la pesca y otras actividades y aquellos producidos por procesos naturales del ecosistema, dando a su vez oportunidades para ampliar el conocimiento sobre el ecosistema marino antártico sin interferencias;
- iii) áreas potencialmente vulnerables al impacto de las actividades antropogénicas, para mitigar este impacto y/o asegurar la sostenibilidad de la utilización racional de los recursos vivos marinos.

8. El Comité Científico también tomó nota de las opiniones del taller AMP-2005 en cuanto a la importancia de dar protección a algunas áreas del océano Austral de características espaciales predecibles (como los afloramientos y frentes) que son críticas para el funcionamiento de los ecosistemas locales (SC-CAMLR-XXIV, párrafo 3.55 y anexo 7, párrafo 131).

9. El Comité Científico acordó además que las tareas principales requeridas para considerar en particular el establecimiento de un sistema de áreas protegidas que facilite la consecución de los objetivos generales de conservación de la CCRVMA son (SC-CAMLR-XXIV, párrafo 3.64):

- i) la biorregionalización en gran escala del Océano Austral;
- ii) la subdivisión en escala fina de provincias biogeográficas, que puede incluir jerarquías de las características espaciales y de otros rasgos dentro de las regiones, dando especial atención a las áreas identificadas en la biorregionalización;
- iii) la identificación de áreas que puedan ser utilizadas para conseguir los objetivos de conservación identificados;
- iv) la identificación de áreas que requieren protección provisional.

10. En 2006, se identificaron dos componentes de la labor a realizarse para establecer un sistema de AMP para el Área de la Convención (SC-CAMLR-XXV, párrafo 3.33):

- i) desarrollo técnico de los métodos de biorregionalización del Océano Austral
- ii) consideración de métodos para la selección y designación de las AMP.

11. El Comité Científico decidió que el Taller de Biorregionalización de 2007 debería enfocar su atención en los avances tecnológicos de los métodos de biorregionalización del Océano Austral. El propósito de este taller sería proporcionar asesoramiento sobre la biorregionalización del Océano Austral, que incluya en lo posible, asesoramiento sobre la subdivisión en escala fina de provincias biogeográficas (SC-CAMLR-XXV, párrafo 3.34). En consecuencia, el Comité Científico decidió que dicho taller se concentraría en el componente (i) mencionado en el párrafo 10 anterior. La labor en relación con el componente (ii) debería proceder en paralelo, con la presentación de los documentos pertinentes al Comité Científico o a sus grupos de trabajo. El Comité Científico seguirá trabajando en la formulación de métodos para la selección y designación de las AMP.

12. En la décima reunión de CPA (Nueva Delhi, India, 2007), la CCRVMA presentó un documento de avance sobre el Taller de Biorregionalización de la CCRVMA donde alentaba la participación del CPA en este taller tan importante para el trabajo del Comité, en particular con respecto a la elaboración de un “Marco Geográfico para la Evaluación Sistemática del Medio Ambiente”, al seguimiento ambiental y a la identificación de áreas vulnerables o sensibles. También se destacó la importancia de este trabajo con respecto a la cooperación en curso entre el CPA y la CCRVMA.

13. El CPA alentó a sus miembros a cooperar con sus colegas de la CCRVMA en esta iniciativa y señaló que aguardaba con interés los resultados del taller (CPA, 2007, párrafo 194).

14. En la planificación de su labor para lograr el objetivo mencionado, el taller hizo uso del informe del taller de expertos sobre la biorregionalización del Océano Austral realizado en septiembre de 2006 en Hobart, Australia, bajo los auspicios de WWF-Australia y de ACE CRC (Taller de Hobart, 2006) (Grant et al., 2006). El objetivo de este taller fue elaborar una “prueba de concepto” para la biorregionalización en gran escala del Océano Austral, basada principalmente en los datos de parámetros físicos del medio ambiente obtenidos por detección a la distancia.

15. El documento WS-BSO-07/11 presentado por el Dr. Grant contenía preguntas y consideraciones clave para el análisis de la biorregionalización. El documento destacó la necesidad de establecer un marco conceptual para el análisis, con principios y objetivos claros y definidos en las escalas espaciales apropiadas.

16. El taller indicó que el objetivo principal del análisis de biorregionalización era asistir en la conservación de la biodiversidad marina, y que esto podría incluir el desarrollo de AMP representativas.

17. La biorregionalización podría también servir para otros fines, incluidos, *inter alia*, el modelado y seguimiento del ecosistema y el desarrollo de un marco para evaluar el riesgo y guiar las investigaciones futuras. Los resultados de la biorregionalización son parte integral de la planificación sistemática de la conservación, que incluye la consideración de los patrones y procesos inherentes a la biodiversidad, y la definición de objetivos de conservación tomando en cuenta la utilización racional.

18. Se acordó considerar por separado el sistema pelágico y el sistema del bentos. El Prof. A. Clarke (RU) indicó que, si bien existe cierto acoplamiento de los sistemas bénticos y pelágico, el conocimiento actual de la relación entre ambos sistemas no es suficiente como para realizar una biorregionalización combinada en esta etapa.

19. Se pueden considerar distintas escalas para la biorregionalización de acuerdo con los datos de entrada disponibles y los fines acordados. El taller estuvo de acuerdo en que lo ideal sería que la definición de las escalas apropiadas estuviera basada en los datos disponibles, pero que a menudo esto requerirá complementar esta información con el asesoramiento de expertos. Es importante que la heterogeneidad real de los procesos del ecosistema y de los patrones de la biodiversidad sea representada en las escalas apropiadas.

20. También se consideró que eran importantes las escalas temporales. El taller concurrió en que las escalas temporales del medio ambiente pelágico son diferentes de las del sistema del bentos, y que es necesario asegurar que la variabilidad temporal es reflejada dentro de áreas de tamaño adecuado.

CLASIFICACIONES Y ESTRATEGIAS ACTUALES DE BIORREGIONALIZACIÓN

21. El Dr. A. Constable (Australia) presentó los resultados del Taller Hobart-2006 que fueron presentados a la consideración del Comité Científico (SC-CAMLR-XXV, párrafos 3.44 al 3.52) y de la Comisión (CCAMLR-XXV, párrafos 6.1 al 6.6).

22. Al introducir el Taller Hobart-2006, el Dr. Constable señaló lo siguiente:

- i) los objetivos generales del taller fueron –
 - a) considerar las relaciones importantes que existen entre los grupos taxonómicos, los procesos ecológicos y las características físicas;
 - b) definir los datos necesarios para la clasificación (datos de parámetros físicos, conversión de datos, especies indicadoras);
 - c) agrupar puntos a partir de datos sinópticos relativamente homogéneos y diferentes de un grupo aledaño, tomando en cuenta las incertidumbres;
- ii) una biorregionalización efectuada con datos perfectos y completos es capaz de identificar –
 - a) las relaciones dentro y entre agrupaciones de especies;
 - b) los verdaderos nichos ecológicos (medio ambiente físico y biológico) de las especies;
 - c) las diferencias biogeográficas a nivel de especie y agrupaciones de especies, incluida la naturaleza e incertidumbre de las zonas espaciales de transición de las agrupaciones de especies;
- iii) la conservación de la biodiversidad marina deberá considerar la gama de organismos y procesos en la región y la distribución global (en relación con la distribución circumpolar antártica) y abundancia local (en relación con áreas pequeñas como, por ejemplo, montes marinos) de las especies. En este caso, la importancia relativa de un área para una especie puede juzgarse mediante la siguiente clasificación de los grupos taxonómicos –
 - a) comunes a escala mundial (se les encuentra en la mayoría de los lugares), abundantes a nivel regional (cuando generalmente se les encuentra en gran abundancia): un área en particular tendría menos importancia para la conservación de la población o especies de estos grupos taxonómicos;
 - b) comunes a escala mundial (se les encuentra en la mayoría de los lugares), escasos a nivel regional (cuando generalmente se les encuentra en baja abundancia): un área en particular tendría más importancia para estos grupos taxonómicos que para los grupos anteriores, pero sería menos importante para los siguientes grupos;
 - c) escasos a escala mundial (se les encuentra en uno o en muy pocos lugares), abundantes a nivel regional (cuando generalmente se les encuentra en gran abundancia): taxones endémicos donde una área en particular sería importante para la conservación de la población o la especie, pero la especie puede ser relativamente estable en comparación con los grupos siguientes;

- d) escasos a escala mundial (se les encuentra en uno o en muy pocos lugares), escasos a nivel regional (cuando generalmente se les encuentra en baja abundancia): un área en particular puede ser crítica para la conservación de la población o especie.

23. El Dr. Constable indicó que los participantes al Taller Hobart-2006 habían concluido – y los resultados habían demostrado –, que es posible efectuar una biorregionalización con pocos datos. Indicó que cuando se desea efectuar una biorregionalización para conservar la biodiversidad marina y los datos son escasos, será necesario:

- i) evitar la ponderación excesiva de las especies comunes a escala global y a nivel regional, a fin de que no sean factores determinantes del análisis;
- ii) evitar el efecto de homogeneización de la variabilidad temporal, por ejemplo, un conjunto de datos combinados indica que cobertura espacial de organismos es mayor cuando su presencia está asociada a características ambientales específicas que varían con el tiempo (p. ej. ocurrencia de organismos en combinación con frentes oceánicos);
- iii) asegurar que los datos espaciales no contengan sesgos con respecto a la clasificación de biorregiones;
- iv) hacer concordar las escalas de datos con las escalas de interés – en general los datos del Océano Austral cubren vastas regiones (escaso muestreo reiterado en áreas más pequeñas) y por lo tanto son muy difíciles de utilizar para las subdivisiones a escalas más finas;
- v) los parámetros utilizados en las correlaciones deben referirse a la misma localidad y período, si no es así, es necesario tomar en cuenta los errores de extrapolación/interpolación al hacer las correlaciones;
- vi) emplear un proceso que toma en cuenta los errores estadísticos Tipo II y Tipo I, es decir, evitar la conclusión de que no hay heterogeneidad cuando ésta existe, lo cual, en este contexto, significa utilizar los datos disponibles para identificar la posibilidad de que exista heterogeneidad en escalas más pequeñas y el grado en que habría una heterogeneidad significativa que debe ser tomada en cuenta cuando se haga uso de la biorregionalización.

24. El Dr. Constable concluyó su presentación indicando que en el taller Hobart-2006:

- i) el enfoque utilizado en la clasificación física era estadísticamente estricto;
- ii) los expertos habían verificado la verosimilitud de los resultados;
- iii) los resultados muestran las diferencias naturales tanto latitudinales como longitudinales, incluida la subdivisión espacial de los bancos y de la plataforma continental.

25. Los participantes destacaron que durante el taller Hobart-2006:

- i) Se examinaron los problemas de la selección de datos y la extracción de los parámetros apropiados para captar mejor las propiedades ecológicas. El último método incluyó un proceso para clasificar localidades individuales de características semejantes en grupos lo suficientemente distintos el uno del otro.
- ii) Los principales conjuntos de datos seleccionados por la clasificación primaria y utilizados en el análisis fueron: profundidad, SST y concentración de silicato y de nitrato. Los datos destacaron las distintas características medioambientales de grandes zonas, entre las cuales están la plataforma y talud continental, fenómenos frontales (SAF, Frente Polar (PF) y SACCF), aguas oceánicas de altura, bancos y cuencas, archipiélagos y sistemas de corrientes circulares.
- iii) Un análisis secundario agregó valores de la concentración de hielo y el promedio anual de clorofila-*a* (chl-*a*). Esta adición de valores mostró una heterogeneidad espacial más localizada dentro de las regiones, en particular, en la plataforma y talud continental, y en la zona de hielo estacional.
- iv) Las últimas etapas del análisis consideraron el grado en que las regiones se ajustaron a nuestro conocimiento actual del Océano Austral. Los expertos proporcionaron información acerca de las pautas y características esperadas de acuerdo con las observaciones y conocimiento actuales, y éstas correspondieron en general con los resultados del análisis.

26. El Taller decidió ratificar los resultados del Taller Hobart-2006 y utilizar su clasificación primaria.

27. El Prof. Clarke disertó sobre el uso de los datos biológicos en el análisis de biorregionalización. Puntualizó que una de las 14 regiones identificadas en el Taller Hobart-2006 era la zona de la plataforma antártica, y describió hasta qué punto sería posible subdividirla sobre la base de los datos biológicos, a partir de los datos sobre la distribución y abundancia de moluscos (gastropodos y bivalvos) obtenidos de SOMBASE (Base de datos de moluscos del Océano Austral).

28. Un mapa de la distribución de las muestras indica que si bien se han recogido moluscos de la mayoría de las áreas del Océano Austral, existen tres áreas que han recibido más atención, a saber, la región oeste de la Península Antártica y el Mar de Escocia, la zona este del Mar de Weddell y el Mar de Ross. Las áreas que no han sido muestreadas satisfactoriamente son: el talud continental, las aguas de altura (si bien esto está siendo subsanado por el Programa ANDEEP (Biodiversidad bentónica en los mares profundos de la Antártida), los Mares de Amundsen y Bellingshausen y algunos sectores al este de la Antártida. El análisis de rarificación indicó que existe un elevado número de especies todavía por descubrir; observaciones recientes indican que probablemente se trate de especies pequeñas, o especies identificadas por métodos moleculares.

29. El análisis de los datos SOMBASE develó que la mayor parte de los moluscos antárticos son poco comunes o raros (o al menos rara vez han sido muestreados), y relativamente pocos tienen una distribución circumpolar. En consecuencia, los registros muestran que relativamente pocas áreas del Océano Austral son ricas en especies. Se puede

tratar de corregir los efectos de esta variabilidad espacial del esfuerzo de muestreo utilizando los residuales de una recta de regresión ajustada a la razón riqueza de especies/intensidad de muestreo. No obstante, un mapa de los datos corregidos aún mostraba mayor diversidad en las regiones más estudiadas, lo que indica que sólo se logró una corrección parcial del error de muestreo.

30. Un análisis de conglomerados de los datos de la presencia o ausencia puede ser utilizado para dividir la región de la plataforma antártica en una serie de provincias biogeográficas. Éstas coinciden en general con las provincias establecidas previamente y denotan variaciones importantes en la diversidad de moluscos y en la composición de sus agrupaciones alrededor de la Antártida, y pueden emplearse para agregar un aspecto biológico a la regionalización preliminar establecida previamente de acuerdo con los parámetros físicos.

31. La exposición del Dr. Vierros se refirió a los métodos utilizados en la clasificación biogeográfica de los océanos. Las novedades en cuanto a las políticas internacionales de importancia para la biorregionalización incluyen las metas establecidas por la Cumbre Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible y el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Se destacaron los grupos de expertos y organismos internacionales que se ocupan de la biorregionalización, y los conjuntos de datos mundiales que han sido obtenidos, que podrían ser de interés para el trabajo similar que se desarrolla en el Océano Austral.

32. Se examinó una selección de sistemas mundiales de clasificación biogeográfica, enfocándose la atención en dos trabajos recientes efectuados en apoyo de la conservación y ordenación de la biodiversidad marina a nivel mundial. Estos son: las Ecorregiones marinas del mundo (MEOW en sus siglas en inglés) y los criterios biogeográficos pertinentes a las aguas oceánicas profundas que están siendo desarrollados a raíz del taller internacional celebrado recientemente en México.

33. A continuación se expuso una visión general de algunos problemas que comúnmente se dan en la clasificación biogeográfica de los sistemas marinos. Éstos incluyen la necesidad de contar con objetivos precisos para la biorregionalización, que sirven para decidir la selección de datos, así como su escala y ponderación. Se discutió además sobre los distintos tipos de datos (datos biológicos, ecológicos y combinación de datos) más utilizados, los métodos empleados (cualitativos o cuantitativos), consideraciones relativas a las escalas y sistemas de clasificación (jerárquicos, no jerárquicos). Finalmente se destacó la necesidad de revisar periódicamente los límites de las biorregiones como resultado de los nuevos esfuerzos de muestreo, las mejoras tecnológicas y los efectos del cambio climático.

34. El Dr. B. Sharp (Nueva Zelanda) presentó el documento WS-BSO-07/6, que:

- i) ilustra y explica las bases conceptuales del proceso de biorregionalización. Es importante distinguir el espacio ambiental (las condiciones oceanográficas y ambientales en distintos lugares), el espacio biológico (organismos y procesos biológicos en distintos lugares) y el espacio geográfico (la localidad). El objetivo de la biorregionalización es incorporar el espacio biológico en el mapa del espacio geográfico, y luego simplificarlo de manera coherente. Se necesita determinar la relación entre el espacio biológico y el espacio ambiental debido a

la distribución irregular de los datos biológicos, necesitándose por lo tanto una variable sustitutiva para agregar información para la interpolación y extrapolación;

- ii) examina varias clasificaciones del medio ambiente marino preparadas por Nueva Zelanda con una variedad de métodos, y destaca algunas lecciones de carácter metodológico y práctico de especial pertinencia para el proceso de biorregionalización de la CCRVMA.

35. Varios métodos de biorregionalización han sido utilizados en Nueva Zelanda (WS-BSO-07/6). Se presentaron los puntos fuertes y débiles de las tres clasificaciones siguientes utilizadas en Nueva Zelanda:

- i) una clasificación medioambiental que fue optimizada para representar una amplia gama de taxones bénticos y pelágicos;
- ii) una clasificación medioambiental que fue optimizada para representar en particular las comunidades de peces demersales;
- iii) una clasificación biológica que utilizó un nuevo programa de simulación de regresión jerárquica múltiple BRT (Árboles de regresión sobreajustado; ver párrafo 99) para generar capas de distribución a gran escala para especies individuales de peces demersales, y luego creó una clasificación espacial mediante la aplicación directa de estas capas biológicas.

36. El Dr. Sharp indicó que la CCRVMA se podría beneficiar de las lecciones aprendidas por Nueva Zelanda (WS-BSO-07/6), a saber:

- i) uso de datos biológicos en la biorregionalización;
- ii) modelado de especies individualmente;
- iii) clasificación basada en la abundancia, no en la presencia o ausencia de especies;
- iv) uso de los métodos estadísticos más potentes disponibles, tales como el BRT y la GDM (Representación generalizada de la disimilitud);
- v) uso de un algoritmo de agrupamiento jerárquico;
- vi) centrar la atención en un entorno o comunidad de especial interés;
- vii) incluir una representación de la incertidumbre.

37. También señaló que los aspectos dinámicos de los procesos ecológicos funcionalmente importantes a menudo deberán ser representados mediante un proceso separado en paralelo.

38. El Dr. Danis presentó información acerca del estado en que se encuentra el desarrollo de la red de SCAR-MarBIN. La red electrónica de SCAR-MarBIN permite que los usuarios busquen, expongan y extraigan información taxonómica y sobre la distribución de muchas especies del Océano Austral. También se puede acceder a metadatos para la interpretación y búsqueda de datos. La continua ampliación de la red SCAR-MarBIN fue bien recibida por el taller, reconociendo éste su gran potencial para los esfuerzos actuales y futuros de biorregionalización.

DATOS

Datos del ecosistema pelágico

39. El taller consideró los datos sobre la batimetría, la oceanografía física y la biología disponibles para la biorregionalización del sistema pelágico. Indicó que los conjuntos de datos utilizados en el taller Hobart-2006 representaban un buen punto de partida para los análisis adicionales de la zona pelágica. Los siguientes párrafos proporcionan importantes consideraciones al utilizar los datos disponibles para una biorregionalización pelágica.

40. Los datos GEBCO proporcionan una base común para las capas de datos batimétricos.

41. Los datos de la oceanografía física del Océano Austral se pueden obtener de varias fuentes, a saber, satélites, transectos oceánicos (WOCE), otras observaciones con registradores de la conductividad, tiempo y profundidad (CTD) en el mar, y las proyecciones y resultados de modelos:

- i) Los datos de la temperatura de la superficie del mar (SST) y de la altura del mar en general pueden obtenerse e interpolarse de los datos satelitales.
- ii) Los datos sobre nutrientes pueden obtenerse del muestreo diferenciado del océano y son graficados en función del tiempo. Una variedad de fuentes de datos están a disposición del público, incluidos el conjunto de datos de WOCE, el Atlas del Océano Austral (Orsi y Whitworth, 2005, compilado en la Universidad A&M de Texas, EEUU), y datos históricos del National Ocean Data Center de EEUU. Para ciertas regiones, como la Península Antártica, el Mar de Weddell y el Mar de Ross, se dispone de datos de alta resolución (tanto espacial como temporal) fácilmente obtenibles (p.ej. del Alfred Wegener Institute en Bremerhaven (Alemania), y del Centre for Coastal Physical Oceanography, Old Dominion University (EEUU)). También se dispone de los resultados de modelos, que pueden ser comparados con las distribuciones observadas en el espacio (p.ej. resultados de OCCAM/FRAM).
- iii) Profundidad de la capa mixta (MLD) derivada de los datos de temperatura y salinidad y de una capa mixta definida de acuerdo con ciertas preferencias. Dos versiones de conjuntos de datos para la MLD basadas en este enfoque son: el Atlas de los Océanos del Mundo (Levitus et al., 1994; Levitus y Boyer, 1994) y el Atlas del Océano Austral (Orsi y Whitworth, 2004). Se indicó que el Atlas del Océano Austral ha sido objeto de suficientes revisiones y control de calidad. Los conjuntos de datos simulados que brindan MLD son las simulaciones OCCAM/FRAM del Océano Austral (se pueden obtener de Southampton a través de www.noc.soton.ac.uk/JRD/OCCAM/) y modelos regionales como los modelos de circulación del Mar de Ross y de la zona occidental de la Península Antártica (Hoffman, com. pers.) y un modelo regional para el Mar de Weddell (Alfred-Wegener Institute). Dentro de los datos que han sido matizados con modelos se incluyen los resultados del reanálisis de la Asimilación Simple de los Datos Oceánicos (Carton et al., 2000a, 2000b; www.atmos.umd.edu/~ocean/). Se obtienen así los datos de la temperatura y la salinidad para calcular la MLD.

42. En algunos gráficos se incluye información oceánica adicional, tal como la posición media de las zonas frontales comúnmente utilizadas por Orsi et al. (1995). El taller señaló que, en vez de utilizar éstas específicamente en una representación espacial, sería conveniente graficarlas como una capa de datos de procesos (párrafos 157 al 164) para compararlas con los resultados de la biorregionalización.

43. La información sobre la concentración y extensión del hielo marino se puede obtener de los conjuntos de datos obtenidos de satélites. La concentración del hielo y otros parámetros afines (p. ej. extensión del hielo y área) se derivan de los datos captados con el sensor especial de imágenes por microondas (SSM/I en sus siglas en inglés) de satélites orbitales del DMSF (programa de satélites meteorológicos del Departamento de Defensa de Estados Unidos) trazados en un carta estereográfica polar de 25×25 km de resolución. Las concentraciones de hielo normalmente son derivadas de los datos satelitales de microondas pasivas mediante un algoritmo bootstrap empleado en los datos del radiómetro rastreador de microondas avanzado – Flota de observación de la Tierra (Advanced Microwave Scanning Radiometer – Earth Observing System (AMSR-E)) adaptado a los datos SSM/I (p. ej. Comiso et al., 2003; Comiso, 2004). El taller indicó que éstos o algún conjunto de datos transformados (p. ej. promedio en el tiempo, tasas de desaparición, o algún conjunto de datos transformado) podrían ser utilizados en la biorregionalización. No obstante, también se mencionó que el tipo de conjunto de datos a ser utilizado deberá determinarse según su función: ya sea la representación de los determinantes clave de la estructura y función del ecosistema, o de los procesos específicos relacionados con la biota de interés. Deberá tenerse cuidado en asegurar que algunos parámetros no estén representados excesivamente en el análisis.

44. El taller indicó que para la mayoría de los conjuntos de datos físicos, sería conveniente que en el futuro esta labor incluya cierta consideración del estado intermedio, la variación estacional y la variación interanual.

45. El Dr. Kahru presentó el trabajo WS-BSO-07/5 sobre las características espaciales de las relaciones temporales en el Océano Austral. Indicó que se sabe que la producción del fitoplancton durante el verano estival en dicho océano está limitada por la cantidad de hierro y de luz. La distribución de clorofila-*a* detectada por satélite muestra características muy complejas que varían en el tiempo y que son muy difíciles de explicar. Los análisis de la covarianza entre varias de las variables detectadas por satélite y simuladas muestran que esta covarianza de la profundidad de la capa mixta (MLD), SST y clorofila-*a* en el tiempo puede ser utilizada para dibujar mapas de las áreas donde distintos factores controlan la producción de fitoplancton. Los patrones espaciales estadísticamente significativos que se dan en la covarianza de MLD, SST y clorofila-*a* muestran que los factores físicos que controlan la producción de fitoplancton en el Océano Austral cambian de manera previsible. Las áreas donde la producción de fitoplancton está limitada por la luz en el verano debido a una estratificación insuficiente fueron definidas junto con otras áreas donde la producción de fitoplancton está claramente limitada por los nutrientes (probablemente hierro). La delimitación de áreas limitadas por luz o por nutrientes puede ser muy marcada, y a veces (pero no siempre) puede estar asociada con los frentes hidrográficos más importantes (p.ej. SAF). El coeficiente de correlación entre la MLD y la clorofila-*a* tiene una estructura de bandas característica.

46. El Dr. Kahru también indicó que una estructura de bandas similar, aunque opuesta, se puede observar en la correlación entre la SST y la clorofila-*a*. Ésta última correlación es más

fidedigna como variable indicadora, puesto que ambas variables son en efecto mediciones (la MLD se basa en un modelo). En la zona subtropical la correlación entre la MLD y clorofila-*a* es evidentemente positiva, lo que significa que una mayor abundancia de clorofila-*a* está asociada a una mayor profundidad de la capa mixta, y una menor abundancia de clorofila-*a* con una capa mixta menos profunda. Esto es indicativo de un sistema donde los nutrientes limitan el crecimiento del fitoplancton y la limitación de nutrientes está dada por la mezcla vertical. Una mayor estratificación (con una capa mixta menos profunda) indica un menor flujo de nutrientes del fondo y por lo tanto menos clorofila-*a*. Al sur de 40°S aproximadamente, en los océanos Atlántico e Índico y alrededor de 50°S en el Océano Pacífico, existe una zona de correlación negativa entre la MLD y la clorofila-*a* (correlación positiva entre la SST y la clorofila-*a*) donde el aumento de la clorofila-*a* está asociado a una mayor estratificación. En este sistema el fitoplancton no está generalmente limitado por los nutrientes sino por la luz, debido a una mezcla profunda y a una estratificación vertical deficiente. El límite sur de esta zona a menudo coincide con la posición media de SAF. Más al sur la estructura de bandas se disipa y los patrones de correlación muestran no solamente una variabilidad zonal sino que también una mayor variabilidad meridional. Los otros frentes más importantes (PF, SACCF y el límite sur de la CCA (SBDY)) se relacionan de cierta manera con los patrones de correlación pero la similitud es más bien a nivel local. Por ejemplo, alrededor de Georgia del Sur, el frente polar (PF) y el frente sur de la CCA (SACCF) delimitan el área donde se observa una clara falta de luz (estratificación deficiente). A lo largo de la Península Antártica, el factor limitante de nutrientes (entre PF y SACCF) cambia abruptamente cerca de la costa, pasando a ser la cantidad de luz (al sur de SACCF y SBDY).

47. El Dr. Kahru indicó que la concentración promedio de clorofila-*a* superficial para el período de octubre de 1996 a marzo de 1997 fue establecida mediante un nuevo algoritmo para el color de la clorofila-*a* del océano (SPGANT) basado en los datos del Océano Austral (Mitchell, 1999) utilizando una combinación de datos de los sensores del color y temperatura de los océanos (OCTS en sus siglas en inglés) (1996–1997) y SeaWiFS (1997–2007). Algunas de las áreas más productivas de clorofila-*a* se relacionan con los frentes hidrográficos más importantes. Por ejemplo, las áreas de abundante clorofila-*a* en el Mar de Escocia y en Georgia del Sur se centran en SACCF (entre el PF hacia el norte y el SBDY al sur), sustentadas por la mezcla producida por remolinos a lo largo de SACCF (Kahru et al., 2007). Las concentraciones promedio en el límite sur del Océano Austral deben considerarse con prudencia pues se basan en unas pocas mediciones solamente. El máximo número de mediciones mensuales válidas tomadas con los equipos de OCTS (octubre 1996 a marzo 1997) y SeaWiFS (noviembre 1997 a marzo 2007) actualmente es de 65. Una cubierta extensa de nubes reduce significativamente el número de datos disponibles por teledetección. En el Mar de Weddell y en algunas otras áreas, la cubierta de hielo durante la mayor parte de los años reduce a sólo 1 ó 2 el número de meses disponibles (morado oscuro en WS-BSO-07/5, figura 2) durante los 11 años de mediciones.

48. El taller señaló:

- i) el hecho de que los patrones promedio de distribución de la clorofila-*a* detectada por satélite son previsibles es importante, dada su utilidad, ya que también corresponde a los patrones de distribución del zooplancton;

- ii) la clorofila-*a* detectada por satélite en el Mar de Weddell puede estar sesgada debido al pequeño número de observaciones y a la temporada más corta que en otras áreas, en el período promedio. Esto podría introducir sesgos en la regionalización si no se aborda el problema de un posible submuestreo;
- iii) el uso del análisis EOF/PC (Función empírica ortogonal/Componente principal) podría resultar difícil dada la gran complejidad de las distribuciones de clorofila-*a*, y aún con este tipo de análisis, no se obtiene un mejor entendimiento pues las funciones ortogonales empíricas son difíciles de explicar, y son muchas. Por ejemplo, en un análisis de la distribución de la clorofila-*a* del área del Estrecho Fram en el Mar de Escocia, las primeras tres funciones EOF describen sólo un 26,5% de la variabilidad total;
- iv) la distribución de la clorofila-*a* puede ser afectada por remolinos (Kahru et al., 2007), detectados fácilmente por altimetría satelital. Los remolinos más potentes se encuentran en el área del frente polar, pero su influencia en la distribución de la clorofila-*a* es relativamente baja ya que la concentración de nutrientes cambia muy poco a través del FP. Los remolinos relativamente débiles de SACCF tienen una fuerte influencia en la distribución de la clorofila-*a*, como se describe en el documento citado.

49. La productividad primaria está significativamente relacionada con la distribución superficial de clorofila-*a*, como lo demuestran las mediciones satelitales, si bien se destacó que se necesitaba precaución al definir el período de tiempo en el cual se debía medir la clorofila-*a*, de manera de no sesgar inadvertidamente los datos por un muestreo incompleto o insuficiente en algunas áreas (es decir, la probabilidad de sesgo es menor si se calcula el promedio por mes que en un período de seis meses). Otros factores que podrían jugar un papel determinante en la producción primaria son: la irradiación solar del área, la nubosidad, SST y MLD. La radiación fotosintéticamente activa (PAR en sus siglas en inglés) también puede ser un factor importante. Se destacó que se podían utilizar otros conjuntos de datos derivados espacialmente tal como: producción total en una temporada, producción estacional promedio, período de mayor producción, y diferencia entre los valores máximo y mínimo de producción durante el período de control.

50. Se consideraron los conjuntos de datos biológicos indicativos de las características espaciales de las distintas áreas. Éstos incluyeron datos del muestreo de kril de las redes, prospecciones acústicas de kril, muestreo con dispositivos CPR, áreas de alimentación de pingüinos, datos de seguimiento satelital de la búsqueda de alimento de las aves, y estudios de las focas del campo de hielo de la Antártida oriental. Se determinó que algunos de estos conjuntos de datos podrían ser utilizados de manera más apropiada a nivel regional.

51. Se consideró un conjunto de datos de kril y salpas de muchas décadas compilado por Atkinson et al. (2004). Esta base de datos fue construida con los datos de muestreo de la red de muchas fuentes a nivel circumpolar. Se plantearon dudas acerca de la normalización de los datos en estos métodos. Algunos de estos datos han sido recogidos mediante distintos métodos y en distintas épocas del año, así como en distintas escalas espaciales y en distintos lugares. El Dr. V. Siegel (Alemania) proporcionó asesoramiento para mejorar la normalización de los datos.

52. Se dispone de datos de prospecciones acústicas de kril en las Subáreas 48.1, 48.2, 48.3 y 48.4 y Divisiones 58.4.1 y 58.4.2. Estos datos, recogidos en un principio para calcular la biomasa de kril, pueden ser utilizados para la biorregionalización en escala más fina.

53. El Dr. P. Trathan (RU) describió el método utilizado por WG-EMM en el pasado para delimitar las UOPE para la pesquería de kril en el Atlántico suroeste. Señaló que muchos de los problemas considerados por WG-EMM en 2002 eran de gran pertinencia para la biorregionalización del Océano Austral.

54. El Dr. Trathan enfatizó que tanto la delimitación de las UOPE como la biorregionalización del Océano Austral eran procesos complejos que suponían la subdivisión de estructuras geográficas, ambientales y biológicas del ecosistema. La estructura medioambiental abarcaba una amplia gama de escalas espaciales y temporales, mientras que numerosas especies y comunidades eran también muy variables en el espacio y/o en el tiempo.

55. Una subdivisión tal del ecosistema requeriría de análisis de los datos disponibles, no obstante, no todos estos análisis dispondrían de datos igualmente completos y robustos. Más aún, algunos procesos ecológicos eran difíciles de describir en el espacio y en el tiempo. En consecuencia, se requería una opinión experta para juzgar dónde se podrían establecer los límites.

56. El Dr. K. Shust (Rusia) describió la función de algunas características hidrográficas específicas del Océano Austral y el impacto de la topografía del fondo en la distribución circumpolar de los organismos marinos al sur del Frente Polar. Estos factores llevaron a la creación de áreas localizadas de alta producción dentro de vórtices y remolinos cercanos a las áreas de la plataforma continental que rodean las islas subantárticas y los bancos submarinos.

57. El Dr. Shust indicó que, de las islas subantárticas, la mayor productividad fue observada en la Subárea 48.3 alrededor de Georgia del Sur. Esta área ha sido sometida a una intensa explotación comercial en el pasado. En la actualidad sostiene pesquerías de austromerluza antártica, draco rayado y kril antártico. El Dr. Shust mencionó que una situación similar ocurre en el Mar de Ross donde la productividad es alta y existe una pesquería de austromerluza antártica. Por el contrario, el Dr. Shust indicó que en las aguas que rodean el archipiélago de Kerguelén, la productividad es menor y que esto se debía principalmente a la ausencia de condiciones hidrológicas que favorecen la formación de grandes concentraciones de kril. En consecuencia, la biomasa de las poblaciones locales de austromerluza antártica y de draco rayado eran menores que en el área de Georgia del Sur. Además, el Dr. Shust indicó que la talla de austromerluza también había disminuido, posiblemente debido a la ausencia de kril que probablemente juega un papel importante en los primeros estadios de desarrollo de las austromerluzas.

58. El Dr. Shust indicó que estos ejemplos demostraban que el Océano Austral era espacialmente heterogéneo y que la biorregionalización debiera tomar en cuenta los niveles de productividad, especialmente en zonas localizadas, y especies indicadoras afines. Más aún, la regionalización debiera tener en cuenta aquellas condiciones medioambientales que mantienen la productividad.

59. El taller reafirmó su entendimiento de que la productividad y los factores que afectan los niveles de producción deberán ser tomados en cuenta al considerar los resultados de una biorregionalización basada en los datos disponibles, y que esta labor sería realizada mejor por una evaluación de expertos.

60. El Dr. W. Smith (EEUU) presentó un resumen de la oceanografía de la plataforma continental bajo el Mar de Ross, incluida la oceanografía física, química y biológica. El estudio de esta región data de más de un siglo debido a su proximidad a la Estación McMurdo, la estación más importante de investigación y logística. Las extensas investigaciones han brindado un extenso conjunto de datos que podría permitir el uso del área para probar algunas ideas acerca de la biorregionalización a escala fina. El Dr. Smith mencionó que:

- i) El borde continental delimita las distribuciones y procesos. Una corriente fluye a lo largo de este borde y genera intrusiones hacia la plataforma, que son fuentes de calor y micronutrientes.
- ii) La concentración y distribución de los hielos es controlada por los procesos de las polynyas, que dan lugar a una zona libre de hielo en el Mar de Ross cerca de la barrera de hielo que se expande hacia el norte durante la temporada. Existe una marcada variabilidad interanual en el hielo, y los icebergs que han encallado recientemente han acentuado esta variabilidad (Arrigo et al., 2002; Dinniman et al., 2007).
- iii) Se han generado climatologías químicas y biológicas (medias a largo plazo) para la región (Smith et al., 2003). El desacoplamiento estacional de nitrato y ácido silícico es evidente, como lo es también la predominancia de la haptofita *Phaeocystis antarctica* en la primavera. Las climatologías de los pigmentos confirman estas distribuciones espaciales. No obstante, existen variaciones interanuales significativas en la distribución de pigmentos y sustancias químicas (Peloquin y Smith, 2007), similar a las observadas en el hielo.
- iv) La cadena alimentaria de la barrera de hielo del Mar de Ross se conoce relativamente bien y está dominada por hielo y la producción estacional (Smith et al., 2007). No obstante, existe una notable falta de conocimiento, especialmente en lo que respecta a los niveles tróficos intermedios (*Euphausia crystallorophias*, *Pleuragramma antarcticum*) y a las especies móviles y migratorias de gran tamaño (ballenas, calamares). Esta cadena alimentaria es totalmente diferente a la cadena alimentaria “típica” centrada en el kril antártico observada en otros lugares.
- v) Costa afuera, la distribución de la fauna béntica depende en gran parte de los hábitats del lecho marino más que de los patrones de productividad de las aguas superficiales (Barry et al., 2003).
- vi) Desde 1979 la cubierta de hielo en el Mar de Ross ha aumentado significativamente, casi equiparando la disminución observada en el sector de los Mares de Amundsen y Bellingshausen (Kwok y Comiso, 2002). Un modelo bio-óptico ha detectado un significativo aumento de la productividad en todo el Océano Austral, pero este aumento no puede atribuirse a un cambio ocurrido en una región en particular (Smith y Comiso, por publicar).
- vii) Se compiló y presentó una lista de las fuentes de datos para el Mar de Ross que pueden utilizarse para complementar los conjuntos de metadatos.

61. El Dr. Hosie presentó los resultados y los conjuntos de datos de las campañas dedicadas al registro continuo de zooplancton en el Océano Austral (SO-CPR) desde 1991. Los detalles de este trabajo de investigación se presentan detalladamente en WS-BSO-07/P4, 07/P5 y 07/P6. La meta fue trazar un mapa de la biodiversidad del zooplancton, las variaciones de los patrones de biodiversidad y el seguimiento de la salud de la región utilizando la sensibilidad del plancton como indicador para anticipar los cambios ambientales. Australia, Alemania, Japón, Nueva Zelanda y el Reino Unido participan en estos estudios que son parte del programa de SCAR apoyado por el Grupo de Acción de Estudios CPR. El Dr. Hosie señaló en particular:

- i) la variabilidad espacial, estacional, anual y a largo plazo de las distribuciones del plancton ha sido estudiada principalmente en el sector este de la Antártida, entre las coordenadas 60° y 160°E y al sur de 48°S, y en algunos transectos situados en otras partes del Océano Austral;
- ii) el dispositivo CPR se arrastra por detrás del barco a una profundidad aproximada de 10 m, tomando muestras de las aguas dentro de la estela tras de los barcos, que mezcla los primeros 20 m de la superficie. Cada arrastre genera un registro continuo de datos del plancton que abarca 450 millas náuticas (833 km) aproximadamente. El conjunto de datos SO-CPR contiene datos de la biomasa (cuentas) de zooplancton cada 5 millas náuticas. La identificación de especies del zooplancton se hace a nivel de especie o del grupo taxonómico más bajo que se puede discernir. Los estadios de desarrollo de los eufáusidos han sido incluidos;
- iii) los trabajos publicados detallan las distribuciones en escala fina de especies y grupos de especies en relación con los frentes y sus ramas, tomando en cuenta la variación estacional (Takahashi et al., 2002; Umeda et al., 2002; Hunt y Hosie, 2006a, 2006b; WS-BSO-07/P4, 07/P5, 07/P6);
- iv) los dispositivos CPR han sido utilizados para estudiar rápida y repetidamente el plancton a nivel de las cuencas oceánicas, y han ayudado a definir biorregiones y cambios significativos en la composición del plancton en el Mar del Norte y en el Océano Atlántico Norte;
- v) se está preparando un atlas del Océano Austral, tomando en cuenta la pequeña variación, más duradera, observada en la composición espacial del plancton en el sector este de la Antártida;
- vi) este método se caracteriza porque:
 - los dispositivos CPR se arrastran horizontalmente de modo que se tienen que considerar los efectos de la migración diurna – por lo general durante la noche se encuentra una mayor abundancia de zooplancton en la superficie;
 - una abertura pequeña de 12.5 x 12.5 mm resulta más apropiada para el muestreo de meso zooplancton, si bien también se captura kril antártico adulto;

- se obtienen pocas muestras del zooplancton suave de consistencia gelatinosa, aunque se capturan numerosos ejemplares de larvas;
- algunas especies son difíciles de identificar, debido generalmente al daño que sufren cuando quedan atrapadas en la red de seda, o no han sido descritas adecuadamente –parte del zooplancton se clasifica en familias u órdenes;
- la mejor cobertura espacial está entre 60° y 160°E, si bien otros arrastres han sido efectuados al este del Mar de Ross y más al oeste, entre el Estrecho Drake y el sur de África;
- la mayoría de los datos han sido recogidos durante el período de septiembre a abril y de 1997 en adelante, aunque algunos datan de 1991 y se han efectuado algunos arrastres durante el invierno.

62. El taller indicó que debido a los métodos de estandarización a través de una vasta zona geográfica, estos datos probablemente servirán para la biorregionalización.

63. Con respecto a otros conjuntos de datos biológicos, el taller indicó que:

- i) los datos de las prospecciones de peces podían utilizarse en ciertas áreas, si bien los datos de las prospecciones pelágicas son muy limitados con respecto a su distribución geográfica. En general, las especies comerciales pueden situarse en el mapa de acuerdo con los accidentes topográficos. La distribución de otras especies puede ser más localizada ya que dependen más de su hábitat;
- ii) existe una cantidad considerable de datos sobre la distribución y abundancia de las focas del campo de hielo al este de la Antártida, recopilados mediante una metodología rigurosa (Southwell et al., 2007);
- iii) con respecto a los registros de la caza de ballenas y a los datos de pesca, estos datos se confunden por factores biológicos y comerciales que afectan la zona donde se efectuaron las actividades. Si bien los datos de algunas especies han sido estandarizados, este no ha sido el caso para muchas otras especies, especialmente las especies de la captura secundaria. Es por esto que se decidió no utilizar estos datos durante el taller;
- iv) las distribuciones de mamíferos marinos previstas (Universidad de British Columbia) fueron derivadas del conocimiento de expertos tomando en cuenta los parámetros físicos para inferir las distribuciones a nivel mundial. A la fecha, estas distribuciones no han sido convalidadas;
- v) existe la posibilidad de que los métodos empleados por los observadores para recopilar datos de las observaciones de aves en el mar no sean uniformes y por lo tanto, será difícil utilizarlos en la biorregionalización.

64. El taller notó que un conjunto de datos espaciales debiera contener de preferencia datos recopilados con métodos estándar. Esto es más importante para los análisis dentro de las regiones que entre regiones, especialmente cuando la clasificación dentro de una región es más relevante. No obstante, si existe una razón para hacer comparaciones entre regiones en las mismas escalas, entonces los datos han de ser recopilados de manera estándar en todas las regiones.

Datos del ecosistema del bentos

Antecedentes

65. El Dr. C. Jones (EEUU) presentó el documento WS-BSO-07/10. En este estudio, se hizo un análisis cuantitativo de las comunidades de invertebrados de la megafauna del bentos de cinco hábitats en la plataforma del sector atlántico del Océano Austral. Se estudiaron las capturas de arrastres de investigación científica para identificar y caracterizar estas comunidades (con fines comparativos) en escala espacial fina. Para la región de la cual se dispone de datos más complejos, el norte de la Península Antártica y las islas Shetland del Sur, se descubrió un patrón de dos capas de datos; la densidad normalizada de la biomasa de invertebrados y la composición del filo que componen esta biomasa. En relación con la biomasa, el área de la plataforma adyacente al norte de la Península Antártica tiene regiones con niveles de biomasa de invertebrados extraordinariamente altos (en particular de las comunidades en las cuales predominan las esponjas de la clase Hexactinellidae) comparado con la biomasa relativamente escasa que existe en la plataforma de las Shetlands del Sur. La situación en las plataformas al extremo este de cada región es la inversa. En términos de la composición, la demarcación ocurre donde las comunidades donde predominan las esponjas que se encuentran con mayor frecuencia en ambas plataformas disminuyen más o menos abruptamente hacia el oeste de la plataforma, en la plataforma al norte de las islas Shetland del Sur, frente al sector oeste de la Isla Rey Jorge/25 de Mayo. Al establecer las referencias de las temperaturas promedio de las aguas de profundidad, se vio que la influencia de las masas de agua de la CAA y del mar de Weddell refleja la distribución de la fauna de la plataforma en las distintas zonas.

66. Las comunidades de invertebrados del bentos de las plataformas al norte de las islas Shetland del Sur y de la Península Antártica aparentemente pueden separarse en dos zonas zoogeográficas, en base a las propiedades físicas de las masas de agua de la CAA y del mar de Weddell que se encuentran y mezclan en esta región. Sumado a esta distribución geográfica se cuentan los efectos de los regímenes de disturbio, ya sea por la erosión causada por los icebergs o por las redes de arrastre comercial en el fondo, efectos que ocurren en escalas espaciales más pequeñas.

67. También se describen los patrones de la biomasa de invertebrados del bentos para las Islas Orcadas del Sur, así como patrones generales de la composición a nivel de filo para las Islas Georgia del Sur, Sándwich del Sur y Bouvet. En estas últimas regiones generalmente predominan los equinodermos, comparado con la región norte de la Península Antártica donde predominan las esponjas de la clase Hexactinellidae.

68. El taller recibió con beneplácito este trabajo y estuvo de acuerdo en que este tipo de datos del bentos de alta resolución ayuda a entender los patrones biogeográficos del bentos. El taller indicó que esta labor señala la importancia de los factores físicos (como la temperatura del fondo y las características de la masa de agua) en la distribución de comunidades bénticas. El Sr. H. Griffiths (RU) indicó que las últimas prospecciones alrededor de las Rocas Cormorán han develado una mayor diversidad del bentos que la descrita en WS-BSO-07/10, y que la distribución de la fauna en el área es muy poco uniforme. El Dr. M. Pinkerton (Nueva Zelanda) indicó que se podían aplicar métodos estadísticos para cuantificar la relación entre la posición de ciertas características de las masas de agua y la estructura de las comunidades del bentos. Se alentó la realización de trabajos de esta naturaleza, y se acotó que se podría hacer uso de las características de las masas de agua para adquirir más conocimiento sobre la biogeografía del bentos de otras regiones para las cuales se dispone de muy pocos datos.

Visión general de las diversas fuentes de datos disponibles para la biorregionalización del bentos

69. El taller consideró los conjuntos de datos que serían más útiles para la biorregionalización del bentos, la solidez y calidad de estos conjuntos de datos, y la utilización de otros conjuntos de datos potencialmente útiles.

70. El taller estuvo de acuerdo en que una óptima biorregionalización del bentos debiera incluir conjuntos de datos físicos y biológicos.

71. El taller estuvo de acuerdo en que los siguientes conjuntos de datos físicos pueden considerarse para su inclusión en el análisis:

- i) Datos batimétricos – tomando en cuenta la posición de los montes marinos, fosas submarinas y cañones. El taller subestimó la importancia de la identificación de montes marinos en el Océano Austral, pues se sabe que la fauna del bentos que habita en estas regiones es, o es muy probable que sea, de carácter único.
- ii) Datos de la temperatura del fondo marino – el taller reconoció la probable influencia de la temperatura del lecho marino en las pautas biogeográficas del bentos.
- iii) Datos de la geomorfología interpretados de los datos batimétricos y de la reflexión sísmica de SCAR (SCAR Seismic Data Library System) (véase WS-BSO-07/8).
- iv) Datos del sedimento – el taller indicó que el mapa existente de sedimentos data de 1991 y por lo tanto debe ser utilizado con precaución. El grado en que las muestras de sedimento representan el lecho marino varía de acuerdo con la variación horizontal del lecho marino. El mapa disponible representa de manera fidedigna la distribución y uniformidad de los depósitos sedimentarios en las zonas oceánicas de altura. Sin embargo, la representación de las regiones de la plataforma y talud continental será menos exacta debido a la gran distancia de los datos actuales, debido a la complejidad del lecho marino de esas regiones.
- v) Concentración del hielo marino – puede proporcionar claves tales como la disponibilidad de alimento en el bentos.
- vi) Corrientes profundas en el Océano Austral – el taller estuvo de acuerdo en que esta información puede ser útil para la regionalización. Sin embargo, si esta información no está disponible, los efectos de estas corrientes pueden observarse indirectamente a través de los datos de geomorfología.

72. En relación con los conjuntos de datos biológicos disponibles para la biorregionalización del bentos, el taller indicó que la mayoría de los datos biológicos disponibles provienen de áreas de la plataforma. Si bien estos datos son muy poco uniformes, son mucho más informativos que los datos disponibles del talud continental y de las regiones oceánicas profundas.

73. El taller mencionó que hay escasísima información sobre la fauna béntica de la región entre la Península Antártica y el Mar de Ross cerca de los mares de Bellingshausen y de Amundsen, así como del sector este de la Península Antártica y oeste del Mar de Weddell.

74. Dadas estas limitaciones, el taller estuvo de acuerdo en que los datos biológicos que serían considerados en el análisis podrían incluir:

- i) conjuntos de datos de moluscos (SOMBASE);
- ii) datos disponibles de la red de SCAR MarBIN;
- iii) datos en escala fina sobre la abundancia y composición de los invertebrados en toda la Península Antártica (WS-BSO-07/10);
- iv) datos sobre los peces demersales. En este aspecto, el taller estuvo de acuerdo en que será conveniente examinar las fuentes de datos de SCAR-MarBIN, FishBase, así como los datos recopilados por campañas científicas y los datos en escala fina de las operaciones de pesca comercial actualmente disponibles en la base de datos de la CCRVMA. Éstos últimos tienen el potencial de proporcionar un mayor conocimiento sobre la distribución de especies, así como patrones espaciales de la biodiversidad de peces y de la riqueza de especies, que el taller consideró que podrían contribuir a la labor de biorregionalización del bentos. Estos datos no serían examinados en términos de la abundancia o de las tasas de captura, sino para detectar la presencia o ausencia de peces solamente.

75. El taller consideró importante no limitar las biorregiones a ningún grupo taxonómico, pues actualmente no se sabe de ningún grupo en particular que represente bien a otro grupo.

76. El taller consideró la importancia de la escala en relación con la variabilidad, puesto que los patrones a gran escala inevitablemente presentan algo de variabilidad en menor escala que no ha sido representada. En este contexto, el taller acordó que la cuestión de la coherencia entre los patrones a gran y a pequeña escala debe ser examinada. El taller consideró además que sería conveniente confeccionar mapas que describan las regiones donde existe incertidumbre con respecto al bentos.

Datos utilizados para la clasificación biorregional del bentos

Datos físicos

77. Se efectuó una clasificación biorregional del bentos a partir de los datos de parámetros físicos considerados robustos y con una firme relación con la distribución de las especies. Todos los conjuntos de datos utilizados en la amplia clasificación cubrieron la totalidad del Océano Austral. Los siguientes conjuntos de datos fueron utilizados en la amplia clasificación inicial:

- batimetría (graficada en cuadrículas de 1 min, de GEBCO)
- pendiente (grados de inclinación derivados de GEBCO)
- temperatura del lecho marino
- tipos de sedimento del lecho marino.

El apéndice D contiene descripciones breves de cada base de datos.

78. Asimismo, se acordó que se incluiría tan pronto como fuera posible un conjunto de datos geomórficos en escala más fina del límite este de la Antártida y de las cuencas oceánicas adyacentes, desde 55°S hasta la costa y desde 38°E a 164°E (Geoscience Australia). Este conjunto de datos consiste de información geográfica (GIS) de características geomórficas dibujadas a escala de 1:1 millón. En algunas áreas de la plataforma se conocen las relaciones entre la geomorfología, los procesos que ocurren en el lecho marino, el tipo de lecho marino y las comunidades biológicas. Los mapas geomorfológicos integran el conocimiento sobre los procesos físicos y su interacción con el lecho marino. En particular, identifican las áreas que probablemente serán erosionadas por los icebergs y/o por las corrientes e identifican los rasgos que probablemente contendrán substratos poco comunes de importancia para las comunidades biológicas, como los montes y cañones marinos. Aún queda por efectuar la incorporación de estos datos en los análisis estadísticos de manera que los mapas geomorfológicos puedan ser utilizados para hacer una comparación con otros análisis. Se espera contar muy pronto con un mapa geomorfológico de toda la Antártida.

Datos biológicos

79. Varios conjuntos de datos biológicos fueron utilizados para la convalidación de la clasificación biorregional del bentos. Éstos incluyeron ocho grupos taxonómicos, 33 000 registros, 7 600 estaciones y 3 000 grupos taxonómicos (especies). Los datos fueron escogidos por su solidez estadística, su abundancia y buena cobertura espacial. En combinación, estos datos proporcionaron una cobertura circumpolar, si bien esto no sucedió para todos los conjuntos de datos. Los conjuntos de datos incluidos en el análisis fueron:

- Antarctic Echinoids (Equinoides Antárticos)
- SOMBASE
- Southern Ocean Sea Stars Biogeography
- Ant'hipoda (base de datos de anfípodos)
- FishBase (peces del bentos)
- Hexacorallia
- ZIN Brittlestars
- Base de datos de la CCRVMA que contiene los resultados de campañas científicas y de la pesca comercial de peces (sólo la presencia o ausencia de peces demersales).

80. La mayoría de los datos biológicos utilizados para la convalidación fueron extraídos de la base de datos de SCAR-MarBIN (www.scarmarbin.be). La red SCAR-MarBIN contiene un total de 47 conjuntos de datos de distribución y 490 000 registros. Establece y apoya un sistema de bases de datos cambiables que forman el nodo del sistema de información biogeográfica regional del Océano Antártico (OBI, en sus siglas en inglés) bajo los auspicios de SCAR. SCAR-MarBIN permite el libre acceso (gratis) a los datos brutos sobre la biodiversidad marina antártica. La mayoría de los conjuntos de datos utilizados en el esquema conceptual de este ejercicio fueron descargados directamente del portal web de SCAR-MarBIN. En el apéndice D se incluye una breve descripción (metadatos) de los conjuntos de datos. El registro completo de los metadatos está disponible en el sitio web SCAR-MarBIN o el sitio web de GCMD (Global Change Master Directory, por su nombre en inglés).

MÉTODOS

Métodos pertinentes al ecosistema pelágico

Resumen de los métodos desarrollados durante el Taller Hobart-2006

81. El taller Hobart-2006 adoptó un método mixto, jerárquico y no jerárquico, de clasificación para el sistema pelágico. Los métodos, conjuntos de datos y rutinas estadísticas se explican y proporcionan en Grant et al. (2006). Las clasificaciones fueron efectuadas por cuadrícula de 1/8 de grado, cubriendo un área marina de 80° a 40°S. El conjunto completo de 720 835 cuadrículas fue sometido a un agrupamiento no jerárquico a fin de producir 200 grupos. Éstos últimos fueron sometidos a una clasificación jerárquica para producir un dendograma y agrupamiento final en 14 y 40 niveles.

82. Los sitios donde faltaron datos fueron excluidos de los análisis. Éstos sitios fueron en su mayoría de menos de 200 m de profundidad, para los cuales no aplicaban los datos escogidos sobre los nutrientes. Los sitios excluidos se muestran en color blanco en los mapas. En el futuro se deberá efectuar trabajos para rellenar estas cuadrículas ausentes.

83. La regionalización a gran escala (primaria) del taller Hobart-2006 con 14 grupos o regiones fue derivado de las siguientes capas de datos del medio ambiente:

- i) batimetría (transformación log10)
- ii) SST
- iii) concentración de nitrato (NOx)
- iv) concentración de silicato (Si).

La descripción de cada uno de estos conjuntos de datos se proporciona en el apéndice IV de Grant et al. (2006).

84. Se estimó que las masas de agua oceánicas combinadas con la topografía del fondo del océano probablemente definían las características primarias del Océano Austral y los sistemas antárticos de la costa. Se incluyó el índice de la SST como variable sustitutiva para las distintas masas de agua que componen el Océano Austral. Se incluyó la topografía (derivada de los datos batimétricos) debido a la diferenciación ecológica entre la plataforma, la pendiente y las regiones abisales así como el efecto de la batimetría en los afloramientos, formación de remolinos y como una fuente potencial de hierro. Se transformó la batimetría (log10) para aumentar la ponderación de las áreas de profundidad <2 500 m. Las concentraciones de silicato y nitrato fueron incluidas para brindar información sobre las características de los nutrientes. La concentración de silicato está relacionada con la producción de fitoplancton en algunas áreas del Océano Austral. La concentración de silicato diferenció las masas de agua en aguas más profundas y a lo largo de varios frentes, y puede reflejar diferencias en las comunidades de plancton. Se utilizaron las climatologías de nitrato y silicato en la isóbata de 200 m, ya que ésta probablemente es indicativa de la disponibilidad anual de nutrientes en gran escala. La concentración superficial de nutrientes en las áreas de baja productividad de los mismos probablemente variará de acuerdo con la estación. No obstante, al usar el estrato de 200 m de profundidad se produjo una falta de datos en las áreas de la plataforma de menos de 200 m.

85. En el taller Hobart-2006 se estudiaron dos componentes de una regionalización (secundaria) a escala fina. La descripción de los dos conjuntos de datos se incluyen en el apéndice IV de Grant et al. (2006), y se resumen a continuación.

86. Se sabe que el hielo marino influye en la distribución de los componentes biológicos del Océano Austral y tiene efectos en la producción primaria, las aves y los mamíferos marinos. Se estudió el impacto del hielo marino en el medioambiente mediante una serie de datos a largo plazo (más de 10 años) que comprende el número promedio de días en que al menos 15% del área estuvo cubierta de hielo marino.

87. La concentración de clorofila-a en la superficie del mar detectada por satélite fue estudiada mediante una capa de datos que comprenden una transformación logarítmica de las densidades de clorofila-a de los sensores del color del océano instalados en los satélites. La distribución de clorofila-a fue truncada en 10 mg m^{-3} (donde todos los valores superiores a 10 fueron igualados a 10). La concentración de clorofila-a cerca de la superficie teledetectada por los sensores está estrechamente relacionada con las tasas de producción primaria en la columna de agua, y se la consideró útil como variable sustitutiva para investigar la heterogeneidad espacial en la producción primaria a gran escala.

Métodos considerados en el Taller Bruselas-2007 para la biorregionalización pelágica

88. El taller reconoció que existe un gran volumen de datos biológicos del Océano Austral disponibles, o que pronto estarán disponibles. Estos datos podrían resultar muy útiles para la biorregionalización, aunque cada conjunto de datos debe ser examinado en detalle.

89. El taller recomendó abordar la biorregionalización del sistema pelágico mediante un enfoque jerárquico de dos niveles:

- i) una biorregionalización circumpolar en gran escala que delimita aproximadamente 20 regiones;
- ii) una biorregionalización en escala fina de cada región delimitada en gran escala.

90. La biorregionalización circumpolar en gran escala requiere de capas de datos de áreas extensas. Existe un número limitado de datos circumpolares aplicables. El taller consideró la manera de utilizar los datos medioambientales oceanográficos, teledetectados y biológicos en de este proceso (párrafos 39 al 64), e indicó que los métodos de agrupamiento no jerárquicos que utilizan estos datos a gran escala no deben ser utilizados para la biorregionalización en escala fina.

91. El taller estuvo de acuerdo en que cada una de las regiones a gran escala podían dividirse en biorregiones más pequeñas utilizando los datos correspondientes sobre los patrones y procesos dentro de la región más extensa. Se necesitará una mayor cantidad y variedad de datos para hacer la biorregionalización más fina, en comparación con la biorregionalización a gran escala. Es muy probable que los datos biológicos sean de mucha utilidad en la biorregionalización en escala fina.

92. El taller reconoció que la heterogeneidad espacial y temporal se da en una gran variedad de escalas, y señaló además que la definición de biorregiones en escala fina deberá considerar las escalas apropiadas para efectuar la ordenación.

93. Si bien existen limitaciones inherentes en el uso de mapas estáticos para representar ecosistemas dinámicos en el espacio y el tiempo, el taller estuvo de acuerdo en que es posible identificar las biorregiones importantes del Océano Austral que reflejan las diferencias constantes entre las tendencias y los procesos ecológicos de las distintas áreas.

Método de biorregionalización de grandes áreas

94. El taller apoyó la metodología general utilizada por el taller Hobart-2006 para la biorregionalización en gran escala del Océano Austral.

95. El taller estuvo de acuerdo en que la biorregionalización primaria en gran escala del taller Hobart-2006 era una herramienta práctica de posible utilidad en la ordenación espacial del Área de la Convención. Se obtuvieron 14 biorregiones o grupos.

96. El taller acordó que la biorregionalización en gran escala del taller Hobart-2006 podría mejorarse considerando, *inter alia*, lo siguiente:

- i) capas adicionales de datos que representen la variación estacional de las condiciones medio ambientales;
- ii) capas adicionales de datos que representen la variación interanual de las condiciones medio ambientales;
- iii) nuevos parámetros ambientales (por ej. profundidad de la capa mixta (MLD); producción primaria: véase el párrafo 49);
- iv) la utilización de datos biológicos para transformar y combinar los conjuntos de datos sobre el medio ambiente;
- v) la consideración del efecto de la variabilidad espacial en la calidad de los conjuntos de datos.

97. Se discutieron cinco métodos para incorporar los datos biológicos que podrían ser utilizados para mejorar la biorregionalización del Océano Austral:

- i) agrupamiento con capas de datos del medioambiente, utilizando datos biológicos puntuales de manera retrospectiva para verificar la eficacia de los agrupamientos para distinguir entre las distintas propiedades biológicas;
- ii) extrapolación de datos biológicos puntuales a nivel circumpolar valiéndose del ajuste de la dependencia de las propiedades medioambientales, y uso de estas capas de datos biológicos en el agrupamiento de las biorregiones. El método BRT puede ser utilizado en este proceso;

- iii) uso del modelo GDM para determinar cómo las diferencias biológicas entre distintas regiones dependen de las variables ambientales. A continuación, la utilización de los datos medioambientales a nivel circumpolar para hacer un mapa de la disimilitud biológica en el espacio geográfico y determinar las biorregiones;
- iv) hacer uso de la opinión de expertos para determinar la dependencia de las especies seleccionadas en las variables medioambientales (p.ej. para los mamíferos marinos se usa el enfoque de idoneidad ambiental relativa (Kaschner, 2004));
- v) uso de modelos de los hábitats de las especies para considerar los nichos ecológicos realizados.

Extrapolación de datos biológicos a partir de datos medioambientales

98. El Dr. Pinkerton notó que los conjuntos de datos biológicos en general no tienen una cobertura circumpolar. Sin embargo, se pueden estimar capas de datos biológicos a nivel circumpolar mediante una proyección de datos biológicos puntuales a todo el dominio, tomando la relación con las capas de datos ambientales como variable sustitutiva de una cobertura biológica continua en el espacio. El análisis BRT es un método estadístico que puede servir para este fin.

99. BRT es un método estadístico relativamente reciente que utiliza varias variables predictoras para modelar las variables de respuesta única (Friedman, 2001; Hastie et al., 2001; Leathwick et al., 2006; Ridgeway, 2006; De'ath, 2007). BRT fue desarrollado de técnicas de aprendizaje mecanizadas, donde la dependencia de la variable de respuesta en cada variable predictora, y las interacciones entre las variables predictoras, se modelan de manera jerárquica. BRT es un método de asociación, que quiere decir que las predicciones no se hacen sobre la base de un solo modelo sino de una combinación de varios (a veces miles) modelos. Durante el taller la aplicación de los BRT utilizó el programa de software R (R Development Core Team, 2007), con los registros del modelo generalizado sobreajustado (GBM) (Ridgeway, 2006) y con guiones desarrollados por Leathwick et al. (2006). Los modelos fueron sometidos a una decena de validaciones cruzadas (Hastie et al., 2001; Leathwick et al., 2006) para optimizar el equilibrio entre el sesgo y la varianza y minimizar el riesgo de un ajuste excesivo o deficiente. Las ventajas específicas de BRT con respecto a otros métodos de regresión son que:

- i) acomoda variables predictoras continuas y factores
- ii) ajusta automáticamente las interacciones
- iii) no es sensitivo a las transformaciones monótonas de las variables predictoras
- iv) permite la falta de valores en algunas variables predictoras
- v) ignora variables predictoras externas.

100. El taller destacó la importancia de determinar un índice de la confiabilidad de la extrapolación, señalando que esto debería ser considerado en la aplicación de cualquier conjunto de datos biológicos en este proceso.

101. El Dr. Pinkerton indicó que se reconocía que en la primera etapa la opinión de los expertos era importante para evaluar la calidad de los datos biológicos disponibles, y si éstos serían representativos del (o sensibles al) nicho ecológico. En segundo lugar, los expertos consideraron si la distribución extrapolada era fiable: ¿hubo o no coincidencia entre la distribución extrapolada y los conocimientos biológicos, tomando en cuenta el conocimiento de la distribución biológica no incluido en el conjunto de prueba? Estos métodos de evaluación basados en el conocimiento experto son necesarios aunque insuficientes para que el taller confíe en los conjuntos de datos biológicos extrapolados. Se requieren métodos más formales para investigar la fiabilidad de la extrapolación. Los resultados son menos fidedignos cuando el método predice valores fuera del rango del conjunto de datos (ambientales) de prueba, en comparación con la situación cuando el espacio ambiental de las predicciones está bien representado en el conjunto de prueba. Estos métodos formales de evaluar la fiabilidad de los conjuntos de datos biológicos extrapolados no estuvieron disponibles durante el taller.

102. El taller utilizó los datos biológicos y el método BRT para investigar si los resultados de la biorregionalización del taller Hobart-2006 podrían ser mejorados utilizando los conjuntos de datos biológicos para áreas extensas.

103. El taller indicó que de los datos biológicos disponibles, los más apropiados para investigar la posible utilidad de las capas biológicas en la biorregionalización eran las distribuciones de kril y salpas derivadas de las muestras de las redes de arrastre (Atkinson et al., 2004) y las distribuciones de zooplancton de las campañas científicas de SO-CPR (G. Hosie, AAD). Se indicó que la utilización de capas de datos para representar la distribución espacial de ciertas especies de zooplancton en el Océano Austral ayudaría a delimitar las biorregiones más extensas.

104. Se utilizaron diez variables ambientales a nivel circumpolar en la extrapolación espacial efectuada con el método BRT. Nueve de éstas fueron proporcionadas por el taller Hobart-2006 (batimetría, par, logChl, ssh, sst, nox, si, po4, hielo), y un conjunto de datos adicional sobre la radiación solar con cielos despejados (párrafo 49).

105. La mayoría de los datos SO-CPR presentados al taller (WS-BSO-07/7) provinieron del sector este de la Antártida, si bien se dispuso de unos pocos transectos del Arco de Escocia, la zona entre Nueva Zelandia y el Mar de Ross, y el Océano Índico sur. Los datos consistieron de cuantificaciones de la abundancia de 220 grupos taxonómicos de zooplancton, de los cuales 11 grupos de zooplancton fueron presentados para la consideración del taller. Se tienen datos de estos grupos de casi 20 000 lugares del Océano Austral. A los efectos de la biorregionalización, el taller consideró que los resultados BRT de dos grupos de zooplancton eran los más plausibles: pterópodos y copépodos.

106. Los participantes del taller demostraron preocupación ante la posibilidad de que la extrapolación fuera del rango cubierto por los datos geográficos y medio ambientales no fuera fiable. Nótese que esto difiere de la extrapolación del espacio ambiental que se menciona en el párrafo 34 anterior. La extrapolación en un espacio biológico supone que la relación entre la biología y el medio ambiente representada por los datos de prueba es constante en un espacio geográfico. Esta suposición respalda el uso de capas de datos ambientales en la biorregionalización. Esta suposición fue estudiada en relación con los grupos de datos de CPR de zooplancton (figura 1). Aún cuando la mayoría de los datos de CPR provienen del sector este de la Antártida, no hubo una diferencia significativa en la capacidad de predicción del modelo entre esta región y el Arco de Escocia, entre Nueva Zelandia y el Mar de Ross y en el sector sur del Océano Índico.

107. El taller contó con un subconjunto de datos circumpolares de los arrastres de kril (*E. superba*) y salpas (principalmente *Salpa thompsoni*) de Atkinson et al. (2004). Una vez consideradas las características de los datos, se excluyeron los datos obtenidos antes de 1980. Una corrección a las muestras del arrastre fue aplicada a la abundancia de kril, como fuera sugerido por Atkinson et al. (2004). Estos datos fueron extrapolados a toda el área del Océano Austral con el método BRT (figura 2).

108. Los expertos de kril presentes en el taller indicaron que las distribuciones de la biomasa de kril obtenidas por esta extrapolación inicial coincidían a grandes rasgos con su conocimiento de la distribución de kril en el Océano Austral. Se señaló que la extrapolación indicó una abundancia relativamente alta de kril frente al Cabo Adare en el Mar de Ross, un área donde en ocasiones se ha medido una alta biomasa de *E. superba* (p. ej. WG-EMM-07/7). El modelo no contó con datos de arrastres que respaldaran la predicción.

109. Las distribuciones espacialmente continuas de cuatro grupos taxonómicos (kril, salpas, pterópodos y copépodos) resultantes del modelado fueron agregadas a la biorregionalización en gran escala del taller Hobart-2006. Se agregaron estas capas de datos a las cuatro variables ambientales disponibles (batimetría, SST, nitrato, silicato) en distintas combinaciones:

- i) cuatro variables físicas primarias + kril
- ii) cuatro variables físicas primarias + kril + salpas
- iii) cuatro variables físicas primarias + kril + salpas + copépodos
- iv) cuatro variables físicas primarias + kril + salpas + pterópodos
- v) cuatro variables físicas primarias + kril + salpas + copépodos + pterópodos.

110. El proceso mediante el cual se utilizaron las distintas combinaciones de las variables de entrada para generar distintas biorregionalizaciones consistió de un método exactamente análogo al método empleado durante el taller Hobart-2006.

111. Se utilizó el algoritmo de agrupación del taller Hobart-2006 para cada combinación de variables para generar 200 agrupaciones espaciales. Estas agrupaciones fueron luego sometidas a un agrupamiento jerárquico para generar un dendograma anidado jerárquicamente capaz de verse en cualquier nivel de resolución de 1 a 200 grupos. El taller escogió ilustrar la clasificación a nivel de los 20 grupos (los resultados se describen en los párrafos 132 al 144).

Modelo generalizado de disimilitud

112. El modelo generalizado de disimilitud es un método estadístico que determina cómo la información ambiental explica las diferencias entre las comunidades biológicas de distintos lugares. Es quizás la mejor opción para la clasificación ambiental donde sólo se cuenta con datos biológicos en términos de la presencia, y no presencia/ausencia (véase Ferrier et al., 2007). No obstante, el método comporta las siguientes desventajas:

- i) está diseñado para evaluar las comunidades biológicas en términos de la presencia de especies en vez de su abundancia (que bien puede ser el factor más importante desde el punto de vista ecológico);

- ii) modela la relación global entre los componentes de la comunidad y el medio ambiente, en vez de modelar las distribuciones y abundancias de especies individuales;
- iii) en la actualidad no goza de una difusión amplia entre los expertos en estadística, pero es posible que lo esté en los próximos meses.

Índice de la idoneidad ambiental relativa

113. El trabajo realizado recientemente en la Universidad de British Columbia (Kaschner, 2004) ha logrado desarrollar un enfoque semiobjetivo para representar las distribuciones geográficas globales de los mamíferos marinos mediante el índice de la idoneidad ambiental relativa del hábitat (RES, en sus siglas en inglés) para las especies de mamíferos marinos.

Modelación del hábitat de las especies

114. El Dr. P. Koubbi (Francia) describió los principios en los que se basa la modelación del hábitat de las especies, que es un medio para subsanar las brechas de información en las áreas de estudio. Las estaciones de muestreo están dispersas en el espacio y el tiempo, lo que significa que los mapas de los datos brutos de la abundancia pueden resultar insuficientes para entender la distribución de las especies, especialmente en lo que se refiere a la biogeografía y la conservación. Cada campaña brinda una “foto instantánea” de la relación entre las especies y los factores ambientales debido a la variabilidad temporal y espacial, pero también en relación con las complejas interacciones con otras especies. Al combinar datos de distintas prospecciones, se debe tener cuidado en la manipulación de la información obtenida con distintos métodos de muestreo, en distintas escalas espaciales o temporales, y con distinto esfuerzo de muestreo o arte de pesca.

115. El hábitat de una especie es la manifestación del nicho ecológico realizado de la especie, según lo define Hutchinson (1957). Se ve influenciado no sólo por las correlaciones con el ambiente físico, sino que también por las interacciones entre especies (competencia, depredación, etc.). El hábitat de la especie está dado por una combinación de factores ambientales que explica la distribución de la especie. En un área en particular, la presencia de ciertos individuos se debe a las condiciones idóneas para su supervivencia. En consecuencia, los hábitats pueden dividirse en tres componentes:

- i) el hábitat potencial donde existen las condiciones ambientales para que se dé la presencia de una especie;
- ii) el hábitat realizado que puede observarse. Algunas pequeñas áreas de hábitats pueden ser ocupados de manera permanente o casual por la especie de acuerdo con las teorías de metapoblación, debido a la fragmentación, conectividad, etc. Las poblaciones pueden ocupar pequeños espacios de hábitat óptimo o potencial, trasladándose de uno a otro por migración o procesos de advección, a veces sin que el reclutamiento tenga éxito;

- iii) el hábitat idóneo que brinda las mejores condiciones para el crecimiento y reclutamiento de la especie.

116. El hábitat de las especies puede determinarse mediante el sistema GIS, en base a los datos de las campañas para evaluar los nichos realizados de las especies. Existen distintos métodos para la modelación de hábitats que incluyen un índice de la idoneidad del hábitat y regresiones por cuantiles. También se han utilizado otros métodos estadísticos como los GAM (Hastie y Tibshirani, 1990) o GLM (McCullagh y Nelder, 1989). Estos modelos simulan mejor el hábitat realizado y las abundancias, más bien que el hábitat óptimo.

117. La modelación del hábitat encara las respuestas complejas de las especies a múltiples factores que interaccionan entre sí. Al representar estas respuestas, existe el peligro de generar modelos simples incapaces de tomar en cuenta la complejidad de la relación entre las especies y su hábitat. El mapeo de los hábitat puede utilizarse para modelar distintas condiciones ambientales en áreas desconocidas (Koubbi et al., 2003) o para estudiar cambios espacio-temporales (Loots et al., 2007). Entre los problemas están las diferencias en el hábitat de cada estadio de desarrollo – zonas de desove, áreas de desarrollo de larvas, zonas de cría y de alimentación – que demuestran que la relación especie medioambiente cambia durante el ciclo de vida (Koubbi et al., 2006). En algunos casos y para ciertas especies, estas áreas pueden estar separadas geográficamente.

118. Sin embargo, siempre y cuando las limitaciones de los conjuntos de datos sean tomadas en cuenta, estos métodos son sólidos y coherentes. Una de las principales ventajas es que se basan en los datos disponibles y no en modelos teóricos, y los resultados de la modelación pueden ser mejorados con nuevos datos, especialmente cuando se usan los modelos aditivos generalizados (GAM).

119. El Dr. Koubbi indicó que estos modelos sólo debieran aplicarse a los rangos ambientales utilizados en su creación. La extrapolación fuera los rangos ambientales no es razonable desde el punto de vista ecológico, excepto cuando se convalida con el conocimiento de expertos sobre la base de estudios ecológicos o ecofisiológicos que no fueron considerados en la elaboración de los modelos.

120. Los modelos del hábitat también pueden ser utilizados para probar condiciones ambientales en los hábitats de especies y como herramienta para modelar la distribución de especies en áreas desconocidas donde los factores ambientales se conocen. La resolución de los mapas de los hábitats dependerá de la resolución de los factores ambientales, ya que la variabilidad espacial se modela mejor para los factores abióticos que para la abundancia de especies debido a la distribución irregular y al error de muestreo.

121. El taller indicó que la modelación del hábitat de las especies también podría ser una herramienta de utilidad para representar la heterogeneidad, en particular en escalas más finas.

Método de biorregionalización pelágica de alta resolución

122. La biorregionalización en escala fina de los grupos de áreas producidos por la biorregionalización en gran escala debiera utilizar información apropiada sobre el medio ambiente, la biología y los procesos. El taller notó la gran cantidad de información muy diversa que estaba disponible y podría ser utilizada en la biorregionalización en escala fina.

Para el detalle de los datos que pueden ser utilizados refiérase a “datos del sistema pelágico” (párrafos 39 al 64) y “procesos ecológicos” (párrafos 157 al 164). Ya que los datos utilizados en la biorregionalización en escala fina no deben ser necesariamente circumpolares, ni medidos repetidamente en las distintas biorregiones definidas en gran escala, se puede utilizar mucho más información en la biorregionalización en escala fina de la que se puede utilizar en la biorregionalización en gran escala (o circumpolar).

123. Debido a limitaciones de tiempo, no se pudo realizar la biorregionalización en escala fina del medio ambiente pelágico durante el taller.

Métodos relativos al ecosistema del bentos

124. La biorregionalización del bentos se abordó en tres etapas, definiéndose en primer lugar las regiones físicas (párrafo 77) mediante el método utilizado en el taller Hobart-2006 (párrafo 14). Luego se agregó la capa de datos biológicos y se evaluó la clasificación (párrafo 79).

Clasificación física del bentos

125. El Dr. B. Raymond (Australia) realizó el análisis de los datos del bentos para confeccionar los mapas de la biorregionalización física del bentos. Los métodos utilizados fueron idénticos a los utilizados en el taller Hobart-2006.

126. Por falta de tiempo, los datos del bentos sólo se pudieron graficar en cuadrículas de 0.5° de resolución; la falta de tiempo impidió la aplicación de una resolución más fina.

127. Se utilizaron los siguientes datos:

- Batimetría: se usaron datos estándar (transformación $\log_{10}(x + 1)$).
- Temperatura del lecho marino: los datos se proporcionaron en un mapa global de cuadrículas de 0.125° con un interpolación lineal de éstas a la cuadrícula de 0.5° utilizada aquí.
- La pendiente se proporcionó como datos raster en una proyección polar ortogonal. Se hizo una proyección a la inversa (para obtener las coordenadas de latitud y longitud de cada píxel del raster). Los datos fueron demasiados como para hacer una interpolación directa (debido a limitaciones técnicas), por lo que se hizo un submuestreo aleatorio en uno de cuatro píxeles y luego una interpolación lineal para convertir estos datos a las cuadrículas de 0.5°. Nótese que estos datos contienen lagunas que fueron llenadas por la interpolación.
- Los datos de sedimento fueron difíciles de usar en el tiempo disponible. La mayoría de los detalles de este conjunto de datos son aplicables a las áreas de las cuencas oceánicas. Se reconoció que una comparación de la biorregionalización de las áreas de las cuencas oceánicas con el mapa de sedimento mostraría la heterogeneidad esperada del medio ambiente del bentos en las áreas de las cuencas oceánicas.

128. El análisis final de agrupamiento fue realizado de acuerdo con los métodos utilizados en el taller Hobart-2006. Las tres capas de datos fueron reunidas en una sola matriz. Se utilizó el agrupamiento no jerarquizado (la rutina CLARA en R) para reducir el conjunto completo de cuadrículas a 200, aplicándose después un agrupamiento jerarquizado (método no ponderado de agrupamiento por pares que emplea las medias aritméticas – UPGMA) para obtener 40 y 20 grupos. El agrupamiento utilizó una medida de Gower (equivalente a la distancia de Manhattan con una ponderación equivalente en las tres variables de entrada). (Los resultados se describen en los párrafos 145 y 146).

Evaluación a partir de los datos biológicos

129. Los datos biológicos se ilustraron como una capa en un mapa de cuadrículas de 2° por 2° de longitud dando una perspectiva general a gran escala. Se encontraron zonas críticas similares para la toma de muestras y los grupos taxonómicos. Estas zonas en general se encontraron en áreas menos profundas y en un grupo de regiones compuestas por la Península Antártica, el Arco de Escocia, las islas subantárticas, el sector este del Mar de Weddell Sea y el Mar de Ross. Se debe tener en cuenta que hay lagunas en los datos debido a la poca uniformidad en la toma de muestras.

130. A continuación se efectuaron una serie de análisis, entre los cuales había uno de rareza relativa, que incluyó el conteo del número de cuadrículas donde se encuentran las especies. La mayoría de las especies fueron encontradas en menos de 10 cuadrículas, lo que significa que casi todas las especies eran raras y se encontraban en un pequeño número de áreas. Sólo unas pocas especies tenían una distribución amplia. La mayoría se encontraron solamente en una cuadrícula, lo que indica que la mayoría de las especies serían endémicas en esta escala. Dado que esto nos llevaría a esperar diferencias significativas entre pequeñas regiones geográficas, no se podrá utilizar la diferencia de las agrupaciones como un indicador de los procesos biológicos. Sin embargo, es posible concentrarse en las pautas a gran escala de la riqueza relativa de las especies y en su endemismo relativo.

131. Se hizo una evaluación adicional para la región oeste de la Península Antártica, incorporando los datos biológicos de esta región en el mapa de las provincias geomorfológicas. Los datos se extrajeron de acuerdo con su ubicación espacial en la clasificación geomorfológica. Se extrajo una lista de especies por clase. Se realizaron varios análisis para investigar la riqueza de las distintas especies y el número de estaciones de muestreo por polígono (los resultados se describen en los párrafos 147 y 148).

RESULTADOS

Resultados relativos al ecosistema pelágico

Resumen de los resultados del Taller Hobar-2006

Regionalización primaria

132. Los resultados de la regionalización primaria en gran escala efectuada por el taller Hobart-2006 fueron presentados en detalle por Grant et al. (2006). El mapa resultante se

muestra en la figura 3 y contiene 14 regiones, como se resume en la tabla 1 del informe. Esta biorregionalización en gran escala distingue entre la zona costera de la Antártida (incluidas las ensenadas), la zona del hielo marino y el mar abierto hacia el norte. El análisis destaca las características medio ambientales de las regiones extensas, incluidas la plataforma y el talud continental, las características de los frentes polares (SAF, PF, SACCF), las aguas de altura del océano, los bancos, las cuencas, los archipiélagos y los sistemas de giros.

133. Durante el taller Hobart-2006 se realizó un análisis parcial para investigar la incertidumbre asociada con el agrupamiento primario (véase Grant et al., 2006). Se calculó la incertidumbre calculando primero la diferencia entre las características ambientales de una cuadrícula y su promedio para el grupo en cuestión. Luego se calculó una segunda diferencia, esta vez entre las características ambientales de una cuadrícula y el promedio de las características ambientales del grupo más similar. Luego se dividió la primera diferencia por la segunda. Así, los altos valores de incertidumbre indican que una cuadrícula se sitúa en el límite ecológico entre dos grupos distintos, de manera que su asignación a uno u otro es menos fiable que para una cuadrícula que tipifica bien el grupo al que fue asignado. Este análisis de la incertidumbre considera sólo un subconjunto específico de las posibles fuentes de incertidumbre en la biorregionalización (específicamente, la que se relaciona con la asignación de cuadrículas a ciertos grupos).

Regionalización secundaria

134. Se indicó que el taller Hobart-2006 había incluido datos sobre el hielo y los datos teledetectados de la concentración de clorofila-*a* cerca de la superficie en una clasificación “secundaria” de 40 grupos. La presentación y el examen de los resultados figura en Grant et al. (2006, figuras 21, 23 y 25). No se logró un consenso de los expertos del taller Hobart-2006 en relación con la fiabilidad de las distribuciones espaciales observadas en esta regionalización secundaria efectuada a nivel de 40 grupos.

Resultados del Taller Bruselas-2007: regionalización pelágica a gran escala

135. El taller apoyó la biorregionalización “primaria” en gran escala del taller Hobart-2006. Dicha biorregionalización agrupó las regiones, con una resolución acordada de 14 grupos (figura 3), basándose en cuatro variables medio ambientales (\log_{10} de la profundidad, SST, y concentración de silicato y de nitrato). El taller opinó que esta clasificación era adecuada como biorregionalización preliminar y podría servir en el trabajo de biorregionalización a nivel circumpolar.

136. El taller volvió a reconfigurar la clasificación “secundaria” del taller Hobart-2006 para que mostrara 20 grupos (figura 4) y fuese coherente con la resolución elegida para la clasificación obtenida al utilizar las capas de datos biológicos mostrada a continuación (párrafo 143, figuras 5 y 6).

137. El taller estuvo de acuerdo en que el método BRT para generar capas de datos biológicos representaba un gran avance y que estas capas biológicas podían ser utilizadas para

mejorar la biorregionalización circumpolar del Océano Austral del taller Hobart-2006. El taller alentó la realización de trabajo adicional a nivel de especies, para ser presentado al Comité Científico en la forma de documentos de trabajo.

138. El taller indicó también que había muchas maneras de utilizar los datos biológicos en la biorregionalización en gran escala del Océano Austral, que deben ser estudiadas más a fondo.

139. El taller convino también en que se deberá considerar la aplicación más amplia en el futuro de los métodos estadísticos de regresión (BRT) que empleó para producir valores continuos de la abundancia y la distribución de las especies biológicas.

140. El taller reconoció el potencial del método BRT para producir conjuntos de datos biológicos para la biorregionalización en gran escala y en escala fina. Algunos participantes del taller mostraron especial interés en la utilización del conjunto de datos de la abundancia de kril derivada de los datos de Atkinson et al. (2004). Sin embargo, muchos de los participantes no entendieron totalmente algunos aspectos estadísticos del método o estimaron que todavía existían ciertas incertidumbres en cuanto al alcance de su aplicación. El taller sugirió que se describiera el método y que fuese sometido a una revisión técnica por WG-SAM.

141. El Dr. Constable indicó que sería ventajoso que WG-SAM considerara el grado en que se podrían extrapolar las distribuciones de la biota fuera de los espacios ambientales y geográficos de los datos, el grado en que el error de muestreo puede ser tomado en cuenta en el método BRT y como se podrían incorporar las incertidumbres en las predicciones del método BRT en la clasificación final. Para ello sería útil que el WG-FSA y el WG-EMM revisen el grado en que la extrapolación podría ocultar los cambios en las distribuciones de los taxones de características similares, en particular, los taxones que no se encuentran dentro del área muestreada.

142. El taller indicó que se podría pedir a WG-EMM y al WG-FSA que revisaran la idoneidad de las capas de datos a ser incluidos como variables de respuesta (datos biológicos) o como capas de datos medio ambientales relacionados con los procesos que dan origen a los datos de los conjuntos de datos biológicos.

143. El taller revisó los resultados de la biorregionalización preliminar, utilizando capas adicionales de datos biológicos a nivel circumpolar:

- i) cuatro capas de datos medioambientales + kril + salpas (figura 5)
- ii) cuatro capas de datos medioambientales + kril + salpas + copépodos + pterópodos (figura 6).

144. El taller estuvo de acuerdo en que el enfoque que utiliza capas de datos físicos y biológicos en la biorregionalización es promisorio, y que, sujeto a lo expuesto en los párrafos 141 y 142 anteriores, los resultados de este enfoque serán de utilidad en el futuro.

Resultados relativos al ecosistema del bentos

Biorregionalización física del bentos

145. Se crearon mapas iniciales de una biorregionalización física del medio ambiente del bentos en el Océano Austral utilizando el mismo enfoque del taller Hobart-2006 para generar una regionalización primaria del medio ambiente pelágico. Estos mapas fueron el resultado del análisis de conglomerados realizado con tres capas de datos (batimetría, pendiente y temperatura del lecho marino) a nivel de 20 y de 40 biorregiones. Los datos de sedimento fueron excluidos debido a limitaciones de tiempo.

146. El taller reconoció que los métodos descritos en la sección relativa a la ‘clasificación física del bentos’ (párrafos 125 al 128) eran coherentes con los del taller Hobart-2006, y que podrían ser utilizados como base para la primera clasificación física del bentos. En particular, la inclusión de los datos de sedimento probablemente ayudará a mejorar la biorregionalización debido a la relación que existe entre el tipo de sedimento y la biota. El mapa inicial que utilizó las 20 biorregiones se ilustra en la figura 7. El taller indicó que el grado de heterogeneidad que se produciría al incluir los datos de sedimento probablemente sería mayor en el talud continental y en las zonas cercanas a la costa. También indicó que al aumentar el número de biorregiones a más de 20 se obtendría una mayor diversidad de los hábitats físicos, en particular, en la región de la costa.

Evaluación a partir de los datos biológicos

147. El mapa de la figura 8 representa los datos biológicos brutos utilizados en la evaluación de la clasificación física del bentos. Como se detalla en la sección “evaluación a partir de datos biológicos” (párrafos 129 al 131), los datos incluyen ocho grupos taxonómicos y aproximadamente 33 000 registros, 7 600 estaciones y 3 000 taxones (especies).

148. La figura 9 muestra la riqueza relativa de las especies por cuadrícula de 2° x 2°. El mapa muestra que las mayores concentraciones de especies conocidas se encuentran en la isóbata de 1 000 m.

Geomorfología

149. El mapa geomorfológico del límite este de la Antártida (figura 10) mostró algunas características clave para la biorregionalización del bentos. Las características más importantes de la plataforma son los bancos de menos de 500 m de profundidad. Estos bancos son los lugares más afectados por la erosión producida por los icebergs y, en algunos lugares, son objeto de una gran energía cinética causada por las corrientes. Los sustratos probablemente forman sedimentos duros, si bien puede haber arenas movedizas. Los bancos probablemente están colonizados por comunidades de filtradores.

150. Las depresiones de la plataforma están al resguardo de la mayor parte de la erosión causada por los icebergs, y por lo general actúan como trampas del sedimento que se desplaza de los bancos y del fitodetrito de la columna de agua. Se supone que en la mayoría de las depresiones las corrientes son de menor fuerza, sin embargo, algunas experimentan flujos

relativamente energéticos donde se forman las aguas del fondo. Las depresiones son los accidentes topográficos más propensos a acumular el cieno biogénico y por lo tanto sustentan las comunidades que se alimentan del material depositado en el fondo y la abundante infauna. Es posible encontrar sedimento anóxico en algunas depresiones profundas.

151. El talud continental se divide en una pendiente pronunciada superior y una pendiente inferior. La pendiente superior más pronunciada es erosionada por el borde (quillas) de los icebergs al chocar con el borde continental y es objeto de fuertes flujos de la Corriente Costera Antártica. Las pendientes empinadas desfavorecen la acumulación de sedimentos y favorecen las comunidades que viven en sedimentos duros. Donde se forman las aguas profundas, la pendiente está sujeta a plumas descendentes de agua fría densa. La inclinación de la pendiente inferior es más suave pero también puede experimentar un fuerte flujo de aguas de fondo y episodios de turbidez producidos por las corrientes. La pendiente inferior presenta cañones bien definidos y montículos de sedimento en algunos lugares. Por lo general los cañones tienen paredes erosionadas y fondos firmes. Los cañones inactivos y los montículos de sedimento contienen lechos sedimentarios blandos. Los cañones que cortan el borde de la plataforma son importantes para las comunidades marinas alrededor de otros continentes. Este tipo de cañón es escaso en la Antártida debido a los efectos de la glaciación en el borde. Uno de los pocos cañones de esta naturaleza es el Cañón Oates situado en las coordenadas 158°56'36"E 68°44'6"S. Se desconoce si su importancia para los peces y bentos es similar a la de los cañones situados en bajas latitudes.

152. Los verdaderos montes marinos se encuentran en la zona este del área de estudio, asociados con la corteza rugosa relativamente joven del océano y con las zonas de fracturas entre el Mar de Ross y Tasmania, y con la Fosa Hjort y la Dorsal de Macquarie. Otro grupo de montes marinos se encuentran cerca de 100°56'E 58°54'38"S. También se tomaron en cuenta las dorsales y los montes marinos de más de 500 m de altura desde el fondo oceánico. Por lo general son dorsales asociadas con zonas de fractura pero también se encuentran cerca del continente. El sustrato de todos los montes submarinos es duro, sin embargo, las crestas de estos montes que se elevan cientos (y no miles) de metros sobre el fondo del mar pueden afectar el océano suprayacente de manera distinta a los verdaderos montes marinos más altos, afectando así las características de sus hábitats.

153. La llanura abisal es una vasta área de sedimento que se extiende al norte del borde. El suelo probablemente está compuesto de greda y cieno. Se hace más delgada hacia una corteza oceánica más joven que ha sido representada como lecho oceánico rugoso. El fondo oceánico rugoso con toda seguridad tiene pequeños tramos rocosos aunque pueden haber áreas pequeñas de sedimento blando. El fondo oceánico más profundo en la región es la Fosa Hjort de más de 6 000 m. Su gran profundidad con toda seguridad afectará los hábitats que sostiene.

154. Las provincias geomorfológicas identificadas fueron utilizadas para seleccionar y clasificar los datos biológicos puntuales. Estos datos fueron analizados a continuación aplicando las técnicas descritas en la sección convalidación mediante los datos biológicos (párrafos 129 al 131). La figura 11 muestra las provincias geomorfológicas del norte de la Península Antártica. La figura 12 muestra el número de especies por provincia. La figura 13 muestra el esfuerzo del muestreo por provincia (número de estaciones).

155. Estas figuras demuestran que el número de especies conocidas varía entre provincias geomorfológicas similares. Por lo tanto, factores ajenos a la geomorfología, como el esfuerzo

del muestreo o la cubierta de hielo marino, influyen la distribución de las especies. Las diferencias observadas en los patrones de la distribución de las especies y del esfuerzo de muestreo indican que éste último no necesariamente está asociado a las áreas que podrían ser de gran biodiversidad.

156. Una aplicación adicional de estos métodos sería la convalidación de la clasificación física del bentos.

Procesos ecológicos

157. El taller indicó que en la formulación de un marco para entender la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas en una escala espacial, es importante considerar la información sobre las características de la biodiversidad y los procesos ecológicos definidos en una escala espacial (Balmford et al., 1998; Cowling et al., 2003). Esto puede resultar conveniente a la hora de tomar decisiones sobre la base de un marco definido en escalas espaciales, como se hizo durante el desarrollo del plan de conservación de las Islas Príncipe Eduardo (WS-BSO-07/P1). El taller apoyó la iniciativa de elaborar mapas que representen los procesos ecológicos y otras características que no pueden ser incorporadas con facilidad en un análisis de patrones espaciales.

158. Las distribuciones de la biodiversidad representan espacialmente la distribución de las especies o de los hábitats en una escala definida, mientras que los procesos ecológicos son acciones o sucesos que determinan la distribución de la biodiversidad y las interacciones ecológicas en distintas escalas (p. ej. afloramientos, zonas de desove, y áreas de alimentación).

159. Los procesos ecológicos pueden ser flexibles en el tiempo y el espacio (p. ej. los frentes oceánicos) o fijos (p.ej. los relacionados con las características geomorfológicas).

160. Si bien el análisis de biorregionalización del taller tuvo éxito en representar las características físicas y biológicas del Océano Austral, el taller opinó que esta labor deberá ser complementada mediante la representación en mapas de procesos definidos en una escala espacial.

161. El taller indicó que la representación en mapas de los procesos ecológicos en una escala espacial puede hacerse de dos maneras:

- i) los procesos flexibles pueden ser representados utilizando datos de probabilidad espacial (es decir, núcleos);
- ii) los procesos fijos pueden ser representados mediante las características fijas que definen los procesos (es decir, las características geomorfológicas).

162. El taller consideró los datos disponibles sobre los procesos ecológicos y también otra información que fue fácil de obtener. Señaló que algunos de estos conjuntos de datos pueden ser incorporados en un análisis de biorregionalización, mientras que otros pueden ser representados mejor como capas separadas de datos superpuestas en escala espacial. Los resultados de esta discusión se muestran en la tabla 2.

163. El taller indicó que si bien la información sobre los procesos ecológicos debe ser utilizada en la escala circumpolar que fue considerada, estos datos adquirirán mayor importancia a un nivel regional en escala más fina. Las razones para esto son: (i) muchos conjuntos de datos sobre procesos se han obtenido a nivel regional (p. ej. los datos de seguimiento de los depredadores tope); (ii) es más fácil incorporar el conocimiento experto sobre procesos del ecosistema definidos en una escala espacial a nivel de región. Por consiguiente, las mejores áreas a considerar para una biorregionalización en escala más fina son probablemente las áreas geográficas para las cuales se dispone de más información y conocimiento experto.

164. Algunos de los procesos del ecosistema definidos en escala espacial que se consideran importantes se muestran en las figuras 14 a la 17.

LABOR FUTURA

165. El taller estuvo de acuerdo en que la regionalización pelágica primaria descrita en los párrafos 132 y 133 (sección “resultados”) puede ser considerada de utilidad en aplicaciones de la CCRVMA y el CPA. Se consideró que la regionalización inicial del medio ambiente del bentos deberá ser revisada y mejorada para ser utilizada por la CCRVMA y el CPA. Los resultados generales del taller y los datos considerados durante el taller demuestran que las escalas más finas pondrán en evidencia una mayor heterogeneidad de la biodiversidad, así como de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas.

166. Se reconoció que a medida que se mejoran los métodos, se adquieren más datos y se efectúa el análisis de los mismos, se podrá mejorar la biorregionalización. La biorregionalización adicional en escala fina de varias áreas podría hacerse utilizando los datos existentes.

167. El taller indicó que, en la medida de lo posible, la labor futura podría incluir la delimitación de las provincias en escala fina. Se recomendó que los participantes del taller presenten trabajos al Comité Científico sobre estrategias de regionalización en escala fina, incluidos los métodos estadísticos y las posibles fuentes de datos. Se recomendó además que se pida a WG-SAM que considere los métodos estadísticos presentados en los párrafos 140 y 141.

168. La inclusión de información sobre los procesos y las especies deberá ser considerada más a fondo, particularmente en el contexto de la planificación sistemática de la conservación, y de la elaboración de criterios de decisión en un marco espacial (párrafo 157). Esto podría ser de especial importancia cuando se utilizan escalas más finas.

Geomorfología

169. El taller reconoció que la labor llevada a cabo hasta ahora indica que los mapas de la geomorfología del lecho marino proporcionan información adicional que integra los datos físicos al proceso de la biorregionalización. La ampliación de esta labor para cubrir toda el Área de la Convención sería de mucha utilidad. Asimismo, se podrían utilizar los mapas actualizados del sedimento del lecho marino en la biorregionalización del bentos.

Disponibilidad de datos para una biorregionalización en escala fina

170. El taller reconoció que se dispone de datos biológicos para algunas áreas regionales más pequeñas que podrían ser utilizados para delimitar mejor la biorregionalización en gran escala. Estos datos incluirían las series históricas de datos a largo plazo del sur del Mar de Escocia, del Mar de Ross y del sector este del Mar Antártico, así como de otras áreas.

171. El taller indicó que existen numerosos datos de las campañas científicas con arrastres de fondo dirigidas a los peces recopilados por los programas nacionales de investigación. Además, pueden existir otros datos de peces provenientes de otros trabajos de investigación científica que no están disponibles actualmente para los participantes al taller. Datos relativos a las especies más raras pueden obtenerse de colecciones y catálogos de museos.

172. Si bien varios programas nacionales han recogido datos del bentos durante las campañas científicas con redes de arrastre de fondo, la mayoría de éstos aún no están disponibles en formato electrónico. Las colecciones de museo también pueden servir para definir las áreas donde se han encontrado especies raras del bentos, o especies capturadas muy infrecuentemente.

173. Se tomó nota de que con la incorporación de más y más datos en la red de SCAR-MarBIN y con los datos adicionales que se espera obtener de los proyectos de investigación conjunta de los programas CAML-API, esta red adquirirá gran importancia como fuente de datos para el futuro. Actualmente, muchos de estos datos están muy dispersos (almacenados por científicos o institutos) y por lo tanto son de muy difícil acceso.

174. El taller reconoció la importancia potencial de los datos de la biomasa y distribución del kril recogidos con redes y por métodos acústicos para esta labor. Algunos de estos datos, como aquellos de las campañas CCAMLR-2000, BROKE East y BROKE West, ya están en poder de la CCRVMA. El objetivo principal de estas campañas fue recoger datos sobre la abundancia de kril para la estimación de los límites de captura. La biorregionalización más detallada puede hacerse utilizando los datos del kril, zooplancton y protistas afines. Otros datos están en poder de otros programas nacionales.

175. El taller reconoció que la labor de la CCRVMA en la definición de las UOPE podría servir para la biorregionalización en escala fina, porque dicha definición contempla las relaciones entre los peces, el kril, los depredadores y las especies presa. Se indicó que se podría incluir datos sobre otros componentes del ecosistema y utilizar técnicas similares a las empleadas para definir las UOPE.

176. El taller reconoció que se dispone de una gran cantidad de datos de la temperatura del fondo, la salinidad, la clorofila-*a*, el zooplancton y el fitoplancton, obtenidos de muchos trabajos científicos de programas nacionales en varias áreas en escala fina. También puede haber datos batimétricos de alta resolución que podrían ayudar en los esfuerzos de biorregionalización a escala fina.

177. El taller consideró las lagunas en los conjuntos de datos existentes. La campaña SO-CPR ha producido una gran densidad de datos de zooplancton del área entre 60° y 160°E, con una resolución de 5 millas náuticas. Este conjunto de datos puede proveer suficiente detalle de las distribuciones de zooplancton para un análisis más detallado de la biorregionalización. Sin embargo, a la fecha ha habido menos arrastres con dispositivos CPR fuera de esta región, aunque esto se espera que aumente durante el API, y después a medida que se desarrolla la campaña.

178. Existe también una brecha significativa entre los límites sur de los arrastres con dispositivos CPR y la costa, principalmente sobre la plataforma continental, ya que es imposible arrastrar los dispositivos CPR a través del hielo a la deriva. Los arrastres con el CPR en la plataforma sólo se llevan a cabo durante los períodos libres de hielo (enero y febrero). Esta brecha se cubre mejor por las campañas que utilizan redes tradicionales para el plancton, si bien la resolución entre las localidades de muestreo generalmente es mucho menor que la lograda con los CPR, especialmente en el sector este de la Antártida entre los mares de Weddell y de Ross. Varias campañas han sido realizadas en esta área en el pasado, durante y después de la campaña BIOMASS. Se utilizaron varias redes. Además, las campañas se realizaron de manera intermitente y esporádica. Desde BIOMASS el muestreo se ha tornado más coherente, utilizándose el sistema de red RMT1+8 muy a menudo.

179. El muestreo de grupos de peces demersales y pelágicos, así como el muestreo del bentos, ha sido menos extenso en la región este de la Antártida. Además, la mayor parte del muestreo ha sido esporádico. Durante la década del 90 la Bahía de Prydz fue objeto de un muestreo más intenso y se trató de clasificar las comunidades bénticas en el área del Glaciar Mertz durante una campaña geocientífica realizada en 2001 usando muestras puntuales y un mapeo mediante haces múltiples. En 2007/08 se realizará una campaña más exhaustiva para estudiar los peces y el bentos en esta región. Dicha campaña se realizará con tres barcos y estudiará el plancton, los peces, el bentos y los parámetros oceanográficos para CAML. Otros estudios de CAML se realizarán en el Mar de Ross, la Península Antártica, el Arco de Escocia y el Mar de Lazarev, que brindarán más datos para la biorregionalización en escala fina. CAML también está compilando datos históricos del bentos que ayudarán a la biorregionalización. SCAR-MarBIN será el portal principal para el acceso a dichos datos.

Elaboración de fichas recapitulativas

180. El taller estuvo de acuerdo en que un atlas con fichas recapitulativas sobre la biorregionalización sería muy valioso para la CCRVMA y el CPA. Se brindaría de esta manera un enfoque estandarizado para la notificación y el archivo de los resultados de la labor de biorregionalización del Océano Austral de la misma manera en que se elaboran los informes de pesquerías para cada pesquería regulada por la CCRVMA. Desde su creación, los informes de pesquerías han sido considerados muy útiles para presentar información detallada en las reuniones de la CCRVMA y durante el período entre sesiones, y también para informar al público en general acerca del trabajo de la CCRVMA.

181. Se podría elaborar un atlas de biorregionalización siguiendo el enfoque ilustrado en el documento WS-BSO-07/9, en el cual se presenta una jerarquía de hojas de datos con las características regionales, y en el cual las características más detalladas y las biorregiones o provincias de áreas más pequeñas del Océano Austral se muestran en hojas complementarias. Las fichas recapitulativas podrían incluir mapas de las biorregiones y provincias de relevancia, como también mapas que muestren dónde ocurren los procesos importantes, la ubicación de colonias o agregaciones de la biota y otros detalles importantes para la ordenación de las biorregiones.

182. Este formato también facilitaría la revisión, el refinamiento y la actualización de la información biorregional, y la clasificación de áreas específicas, sin tener que revisar la clasificación del Océano Austral en su totalidad.

183. El taller acordó que un atlas tal podría ser elaborado sobre la base de los resultados de la regionalización primaria acordada en este taller, de los resultados preliminares sobre la posible heterogeneidad de estas regiones delimitadas en escala fina, y de la información complementaria de los conjuntos de datos sobre procesos ecológicos y otros conjuntos de datos considerados en este informe.

Labor adicional para el desarrollo de un sistema de AMP

184. El taller indicó que la biorregionalización podría formar parte de la labor que deberá ser realizada para desarrollar un sistema de AMP para el Área de la Convención (SC-CAMLR-XXV, párrafo 3.33). Es necesario seguir trabajando en la consideración de los métodos de selección y designación de AMP, y se indicó que esta labor podría incluir la obtención de mayor información sobre los procesos ecológicos, incluida la información sobre las actividades antropogénicas a nivel geográfico. La labor intersesional enfocada en la planificación sistemática de la conservación, posiblemente para áreas en escalas más finas, podría aportar mucho a la consecución de este objetivo.

ASESORAMIENTO AL COMITÉ CIENTÍFICO

185. Los coordinadores entregarán un informe resumido al Comité Científico.

APROBACIÓN DEL INFORME Y CLAUSURA DE LA REUNIÓN

186. Se aprobó el informe del taller de biorregionalización del Océano Austral.

187. Al clausurar la reunión, la Dra. Grant agradeció a los participantes por sus contribuciones al éxito del taller, y al Sr. de Lichtervelde, quien proporcionó la sede y una excelente organización. Agradeció de manera muy especial a los relatores y a quienes contribuyeron datos para el análisis durante el taller.

188. Los participantes y la Sra. G. Slocum (Australia) se unieron en agradecer a las Dras. Grant y Penhale, quienes organizaron y presidieron la reunión, y a la Secretaría de la CCRVMA por su excelente apoyo.

189. Los participantes también agradecieron en particular al Dr. Raymond, quien hizo una contribución extraordinaria al taller, realizando los análisis desde Hobart durante toda la semana, sin amilanarse por la diferencia de ocho horas.

190. El taller de biorregionalización del Océano Austral fue clausurado.

REFERENCIAS

- Arrigo, K.R., G.L. van Dijken, D.G. Ainley, M.A. Fahnestock and T. Markus. 2002. The impact of the B-15 iceberg on productivity and penguin breeding success in the Ross Sea, Antarctica. *Geophys. Res. Lett.*, 29: 10.1029/2001glo14160.
- Atkinson, A., V. Siegel, E. Pakhomov and P. Rothery. 2004. Long-term decline in krill stock and increase in salps within the Southern Ocean. *Nature*, 432: 100–104.
- Balmford, A., G. Mace and J.R. Ginsberg. 1998. The challenges to conservation in a changing world: putting processes on the map. In: Mace, G., A. Balmford and J.R. Ginsberg (Eds). *Conservation in a Changing World*. Cambridge University Press, Cambridge: 1–28.
- Barry, J.P., J. Grebmeier, J. Smith and R.B. Dunbar. 2003. Bathymetric versus oceanographic control of benthic megafaunal patterns in the Ross Sea, Antarctica. *Ant. Res. Ser.*, 78: 327–354.
- BirdLife International. 2004. *Threatened Birds of the World 2004*. CD-ROM. BirdLife International: Cambridge, UK.
- Carton, J.A., G. Chepurin, X. Cao and B.S. Giese. 2000a. A simple ocean data assimilation analysis of the global upper ocean 1950–95, Part I: methodology. *J. Phys. Oceanogr.*, 30 (2): 294–309.
- Carton, J.A., G. Chepurin and X. Cao. 2000b. A Simple Ocean Data Assimilation analysis of the global upper ocean 1950–1995, Part 2: results. *J. Phys. Oceanogr.*, 30: 311–326.
- CEP. 2007. Report of the Committee for Environmental Protection (CEP X). http://cep.ats.aq/cep/MediaItems/atcm30_att084_rev1_e.pdf.
- Comiso, J.C. 2004. Sea ice algorithm for AMSR-E. *Rivista Italiana di Telerilevamento*, 30/31: 119–130.
- Comiso, J.C., D.J. Cavalieri and T. Markus. 2003. Sea ice concentration, ice temperature, and snow depth using AMSR-E data. *IEEE TGRS*, 41 (2): 243–252.
- Cowling, R.M., R.L. Pressey, M. Rouget and A.T. Lombard. 2003. A conservation plan for a global biodiversity hotspot—the Cape Floristic Region, South Africa. *Biol. Cons.*, 112: 191–216.
- De'ath, G. 2007. Boosted trees for ecological modeling and prediction. *Ecology*, 88 (1): 243–251.
- Dinniman, M.S., J.M. Klinck and W.O. Smith Jr. 2007. Influence of sea ice cover and icebergs on circulation and water mass formation in a numerical circulation model of the Ross Sea, Antarctica. *J. Geophys. Res.*, 112 10.1029/2006JC004036.
- Ferrier, S., G. Manion, J. Elith and K. Richardson. 2007. Using generalised dissimilarity modelling to analyse and predict patterns of beta diversity in regional biodiversity assessment. *Diversity and Distributions*, 13: 252–264.

- Friedman, J.H. 2001. Greedy function approximation: a gradient boosting machine. *Annals of Statistics*, 29: 1189–1232.
- Grant, S., A. Constable, B. Raymond and S. Doust. 2006. Bioregionalisation of the Southern Ocean: Report of Experts Workshop (Hobart, September 2006). WWF-Australia and ACE CRC, Sydney: 44 pp. (www.wwf.org.au/publications/bioregionalization-southern-ocean/).
- Hastie, T. and R. Tibshirani. 1990. *Generalized Additive Models*. Chapman and Hall, London.
- Hastie, T., R. Tibshirani and J. Friedman. 2001. *The Elements of Statistical Learning: Data mining, Inference and Prediction*. Springer, New York.
- Hofmann, E.E. and Y.S. Husrevoglu. 2003. A circumpolar modeling study of habitat control of Antarctic krill (*Euphausia superba*) reproductive success. *Deep-Sea Res.*, II, 50: 3121–3142, doi:10.1016/j.dsr2.2003.07.012.
- Hunt, B.P.V. and G.W. Hosie. 2006a. Seasonal zooplankton community succession in the Southern Ocean south of Australia, Part I: the Seasonal Ice Zone. *Deep-Sea Res.*, I, 53: 1182–1202.
- Hunt, B.P.V. and G.W. Hosie. 2006b. Seasonal zooplankton community succession in the Southern Ocean south of Australia, Part II: the sub-Antarctic to Polar Frontal Zones. *Deep-Sea Res.*, I, 53: 1203–1223.
- Hutchinson, G.E. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol.*, 22: 415–427.
- Kahru, M., B.G. Mitchell, S.T. Gille, C.D. Hewes and O. Holm-Hansen. 2007. Eddies enhance biological production in the Weddell-Scotia Confluence of the Southern Ocean. *Geophys. Res. Lett.*, 34 (14): L14603, doi:10.1029/2007GL030430.
- Kaschner, K. 2004. Modelling and mapping resource overlap between marine mammals and fisheries on a global scale. PhD thesis. The University of British Columbia.
- Kitchingman, A. and S. Lai. 2004. Inferences on potential seamount locations from mid-resolution bathymetric data. In: Morato, T. and D. Pauly (Eds). *Seamounts: Biodiversity and Fisheries: 7–12*.
- Koubbi, P., G. Duhamel, X. Harlay, P. Eastwood, I. Durand and Y.-H. Park. 2003. Distribution of larval *Krefflichthys anderssoni* (Myctophidae, Pisces) at the Kerguelen archipelago (Southern Indian Ocean) modelled using GIS and habitat suitability. In: Huiskes, A.H.L., W.W.C. Gieskes, J. Rozema, R.M.K. Schorno, S.M. van der Vies and W.J. Wolf (Eds). *Antarctic Biology in a Global Context*. Backhyus Publisher, Leiden, NL: 215–223.
- Koubbi, P., C. Loots, G. Cottonnec, X. Harlay, A. Grioche, S. Vaz, C. Martin, M. Walkey and A. Carpentier. 2006. Spatial patterns and GIS habitat modelling of *Solea solea*, *Pleuronectes flesus* and *Limanda limanda* fish larvae in the eastern English Channel during the spring. In: Olivar, M.P. and J.J. Govoni (Eds). Recent advances in the study of fish eggs and larvae. *Sci. Mar.*, 70S2: 147–157.

- Kwok, R. and J.C. Comiso. 2002. Spatial patterns of variability in Antarctic surface temperature: Connections to the Southern Hemisphere Annular Mode and the Southern Oscillation. *Geophys. Res. Lett.*, 29: 10.1029/2002GL015415.
- Leathwick, J.R., J. Elith, M.P. Francis, T. Hastie and P. Taylor. 2006. Variation in demersal fish species richness in the oceans surrounding New Zealand: an analysis using boosted regression trees. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 321: 267–281.
- Levitus, S. and T.P. Boyer. 1994. *World Ocean Atlas 1994*, Vol. 4: Temperature. NOAA Atlas NESDIS 4. US Department of Commerce, Washington DC.
- Levitus, S., R. Burgett and T.P. Boyer. 1994. *World Ocean Atlas 1994*, Vol. 3: Salinity. NOAA Atlas NESDIS 3. US Department of Commerce, Washington DC.
- Loots, C., P. Koubbi and G. Duhamel. 2007. Habitat modelling of *Electrona antarctica* (Myctophidae, Pisces) in Kerguelen by generalized additive models and geographic information systems. *Polar Biol.*, 30 (8): 951–959, DOI 10.1007/s00300-007-0253-7.
- Lynnes, A.S., K. Reid, J.P. Croxall and P.N. Trathan. 2002. Conflict or coexistence? Foraging distribution and competition for prey between Adélie and chinstrap penguins. *Mar. Biol.*, 141: 1165–1174.
- McCullagh, P. and J.A. Nelder. 1989. *Generalised Linear Models, Monographs on Statistics and Applied Probability*, 37, 2nd Edn. Chapman and Hall, London.
- Mitchell, B.G., M. Kahru, R.A. Reynolds, J.D. Wieland and D. Stramski. 1999. Satellite estimation of seasonal variations in organic carbon to chlorophyll-*a* ratios in the Southern Ocean and interpretation of carbon flux dynamics. EOS, Transactions, American Geophysical Union, 80 (49): 27.
- Moore, J.K., M.R. Abbott and J.G. Richman. 1997. Variability in the location of the Antarctic Polar Front (90°–20°W) from satellite sea surface temperature data. *J. Geophys. Res.*, 102: 27825–27833.
- Orsi, A.H. and T. Whitworth III. 2004. *Hydrographic Atlas of the World Ocean Circulation Experiment (WOCE)*, Vol. 1: Southern Ocean. Sparrow, M., P. Chapman and J. Gould (Eds). International WOCE Project Office, Southampton, UK.
- Orsi, A.H., T. Whitworth and W.D. Nowlin. 1995. On the meridional extent and fronts of the Antarctic circumpolar current. *Deep-Sea Res.*, II, 49: 3289–3305.
- Peloquin, J.A. and W.O. Smith Jr. 2007. Phytoplankton blooms in the Ross Sea, Antarctica: interannual variability in magnitude, temporal patterns, and composition. *J. Geophys. Res.*, 112: 10.1029/2006JC003816.
- R Development Core Team. 2007. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Ridgeway, G. 2006. *Generalised Boosted Models: a Guide to the GBM Package*. GBM Library for R.

- Smith, W.O. Jr. and J.C. Comiso. (Submitted). The influence of sea ice on primary production in the Southern Ocean: a satellite perspective. *J. Geophys. Res.*
- Smith, W.O. Jr., M.S. Dinniman, J.M. Klinck and E. Hofmann. 2003. Biogeochemical climatologies in the Ross Sea, Antarctica: seasonal patterns of nutrients and biomass. *Deep-Sea Res.*, II, 50: 3083–3101.
- Smith, W.O. Jr., D.G. Ainley and R. Cattaneo-Vietti. 2007. Trophic interactions within the Ross Sea continental shelf ecosystem. *Phil. Trans. Roy. Soc., B*, 362: 95–111.
- Southwell, C., C.G.M. Paxton, D. Borchers, P. Boveng and W. de la Mare. 2007. Taking account of dependent species in management of the Southern Ocean krill fishery: estimating crabeater seal abundance off East Antarctica. *J. Appl. Ecol.*: 10.1111/j.1365-2664.2007.01399.x.
- Takahashi, K., S. Kawaguchi, M. Kobayashi, G.W. Hosie, M. Fukuchi and T. Toda. 2002. Zooplankton distribution patterns in relation to the Antarctic Polar Front Zones recorded by Continuous Plankton Recorder (CPR) during 1999/2000 *Kaiyo Maru* cruise. *Polar Bioscience*, 15: 97–107.
- Umeda, H., G.W. Hosie, T. Odate, C. Hamada and M. Fukuchi. 2002. Surface zooplankton communities in the Indian Ocean Sector of the Antarctic Ocean in early summer 1999/2000 observed with a Continuous Plankton Recorder. *Ant. Rec.*, 46 (2): 287–299.

Tabla 1: Propiedades físicas (promedio y desviación estándar) de las regiones mostradas en la figura 3 (14 grupos basados en los conjuntos primarios de datos).

Nombre de la región	Número de cuadrículas cartográficas	Profundidad promedio (m)	DE de la profundidad	Índice SST promedio (°C)	DE del índice SST	Promedio de Si ($\mu\text{mol/kg}$)	DE de Si	Promedio de NO _x ($\mu\text{mol/kg}$)	DE de NO _x
Templada Austral	110 567	-4 119.952	821.342	8.681	1.854	7.998	2.402	20.919	1.616
Frente Subantártico	40 180	-3 917.738	921.884	5.840	0.791	15.231	2.582	25.158	1.052
Frente Polar	83 006	-4 134.095	732.582	3.539	0.999	28.382	6.492	29.236	1.815
Frente Sur de la CCA	108 053	-4 109.261	818.366	0.945	0.872	56.089	9.814	32.370	1.503
Océano Antártico en mar abierto	136 360	-3 612.533	897.680	-0.682	0.535	79.593	5.804	33.169	1.374
Plataformas antárticas	30 767	-520.048	213.352	-1.149	0.380	82.044	9.211	32.356	1.821
Pendiente de la plataforma antártica, Banco BANZARE	6 508	-1 455.466	389.636	-1.227	0.434	79.961	2.946	33.599	1.343
Meseta Campbell, Plataforma patagónica, Emersión continental Africana	7 451	-1 034.451	427.437	8.453	1.129	7.876	2.582	20.898	1.735
Interior de la plataforma patagónica, Islas Campbell y Crozet	913	-343.482	109.436	7.742	0.827	8.084	2.233	20.857	1.427
Islas Kerguelén, Heard y McDonald	2 294	-1 270.202	734.782	3.360	0.818	25.846	4.024	29.279	1.318
Frente Subtropical	94 234	-4 461.472	788.887	11.804	1.511	4.607	1.235	15.257	2.062
Templada Boreal	9 946	-4 163.621	951.003	15.496	0.774	4.336	0.727	10.154	1.667
Giro de Weddell y bancos del Mar de Ross	52 905	-4 466.641	762.290	-0.680	0.333	98.163	5.615	31.965	0.553
Emersión continental Chatham	3 025	-1 568.439	858.953	14.361	0.802	4.112	0.610	12.061	1.453

Tabla 2: Lista de procesos ecológicos (definidos en el espacio) para los cuales se dispone de conjuntos de datos y que podrían ser incorporados en un marco decisorio espacial.

Tipo de proceso	Efectos de los procesos	Conjuntos de datos considerados para este taller	Conjuntos de datos disponibles para análisis futuros
Físicos			
<i>Procesos flexibles</i>			
Posición de los frentes oceánicos	Aumento de la productividad local y otros efectos	Orsi et al. (1995)	Moore et al. (1997) Probabilidad de la posición del FPA
Remolinos y variabilidad de las corrientes	Aumento de la productividad local y otros efectos	Anomalía promedio de la altura de la superficie del mar (figura 1)	
Erosión causada por icebergs	Alteración del bentos		Se desarrollará un modelo de probabilidad
<i>Procesos fijos</i>			
Efectos de las islas subantárticas	Retención de nutrientes, surgencia de aguas profundas y mezcla vertical	SeaWiFS	
Efectos de la plataforma continental	Retención de nutrientes, surgencia de aguas profundas y mezcla vertical, derretimiento de hielos	SeaWiFS, extensión del hielo	
Cañones y otras irregularidades topográficas en el borde de la plataforma	Surgencia de aguas profundas a la plataforma continental	Desarrollado por Geoscience Australia (Figura 15)	Dinniman et al. (2003). Otros modelos regionales y modelos físicos en gran escala
Montes submarinos	Columnas Taylor	Kitchingman y Lai (2004)	
Polinias	Surgencia de aguas profundas y mezcla	Arrigo y van Dijken (2003)	
Biológicos			
<i>Procesos flexibles</i>			
Áreas de reproducción y de alimentación de aves del Orden Procellariiformes	Áreas de alta dependencia y productividad	BirdLife (2004) Mapas de funciones 'kernel' de probabilidad (Figura 16)	
Datos del elefante marino	Áreas de alta dependencia y productividad		Colaboración a nivel internacional en estudios del elefante marino
Áreas de reclutamiento de kril	Áreas de alta dependencia para especies clave		Datos de probabilidad de Hoffman y Husrevoglu (2003)
Áreas de alimentación de los cetáceos	Áreas de alta dependencia y productividad		Datos de avistamientos de IWC
<i>Procesos fijos</i>			
Áreas aisladas de alimentación de pingüinos	Áreas de alta dependencia	Pingüinos adelia, papúa, macaroni y de barbijo (figura 17)	

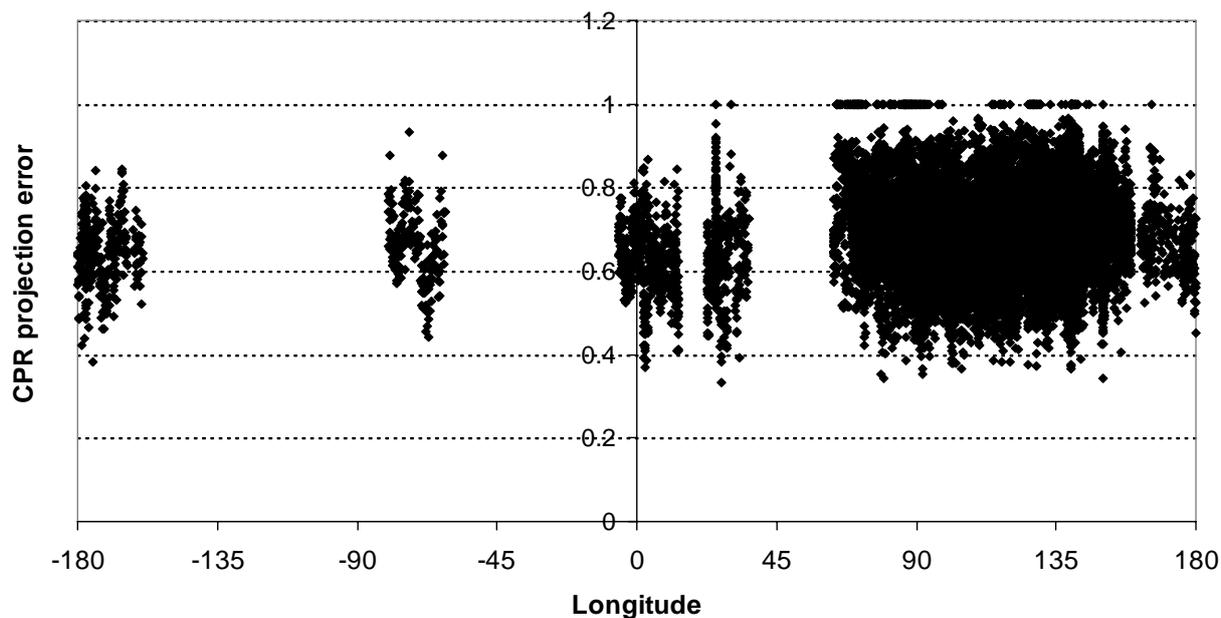


Figura 1: Error en la extrapolación de las distribuciones de zooplancton obtenidas con dispositivos CPR y utilizando BRT y la longitud. La mayoría de los datos provienen de la Antártida oriental (longitud 60–158°E), pero también hay datos CPR del Arco de Escocia, entre Nueva Zelandia y el Mar de Ross, y del sector sur del Océano Índico. La comparación muestra que el poder predictivo del modelo para las distintas regiones no varía de manera significativa.

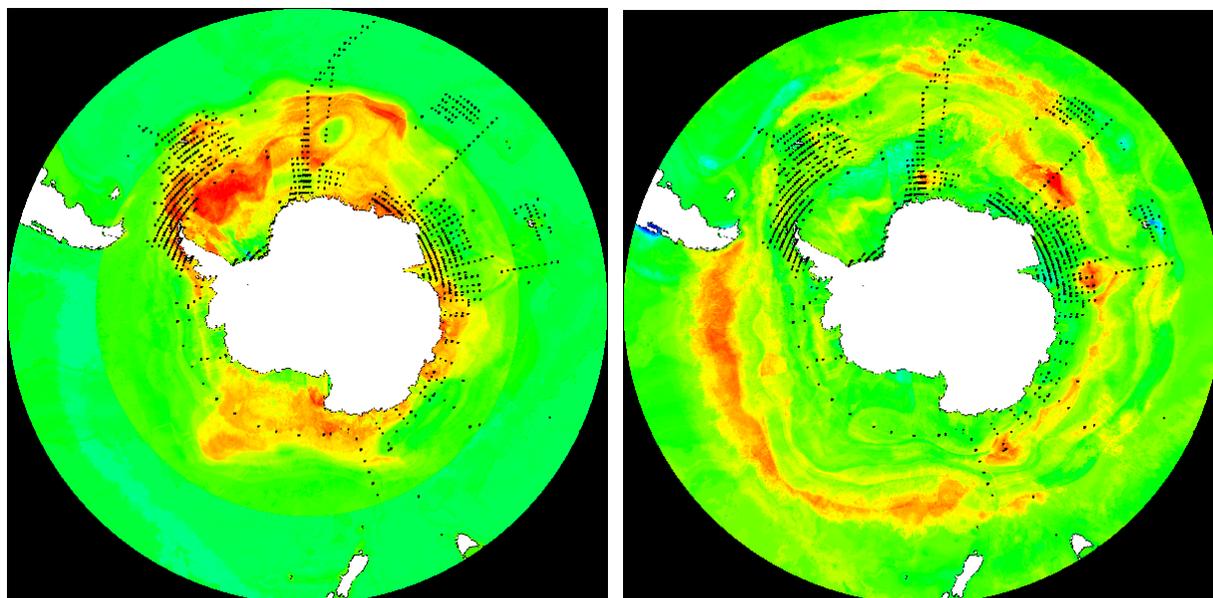


Figura 2*: Abundancia estimada de kril (izquierda) y de salpas (derecha) mediante una regresión BRT de los datos del muestreo con redes. El color rojo indica una mayor abundancia, y el color azul indica una abundancia menor. Los símbolos negros indican la ubicación de los lances muestreados.

* Esta figura está disponible a todo color en la página 'Publicaciones' del sitio web de la CCRVMA www.ccamlr.org/pu/s/pubs/sr/07/toc.htm.

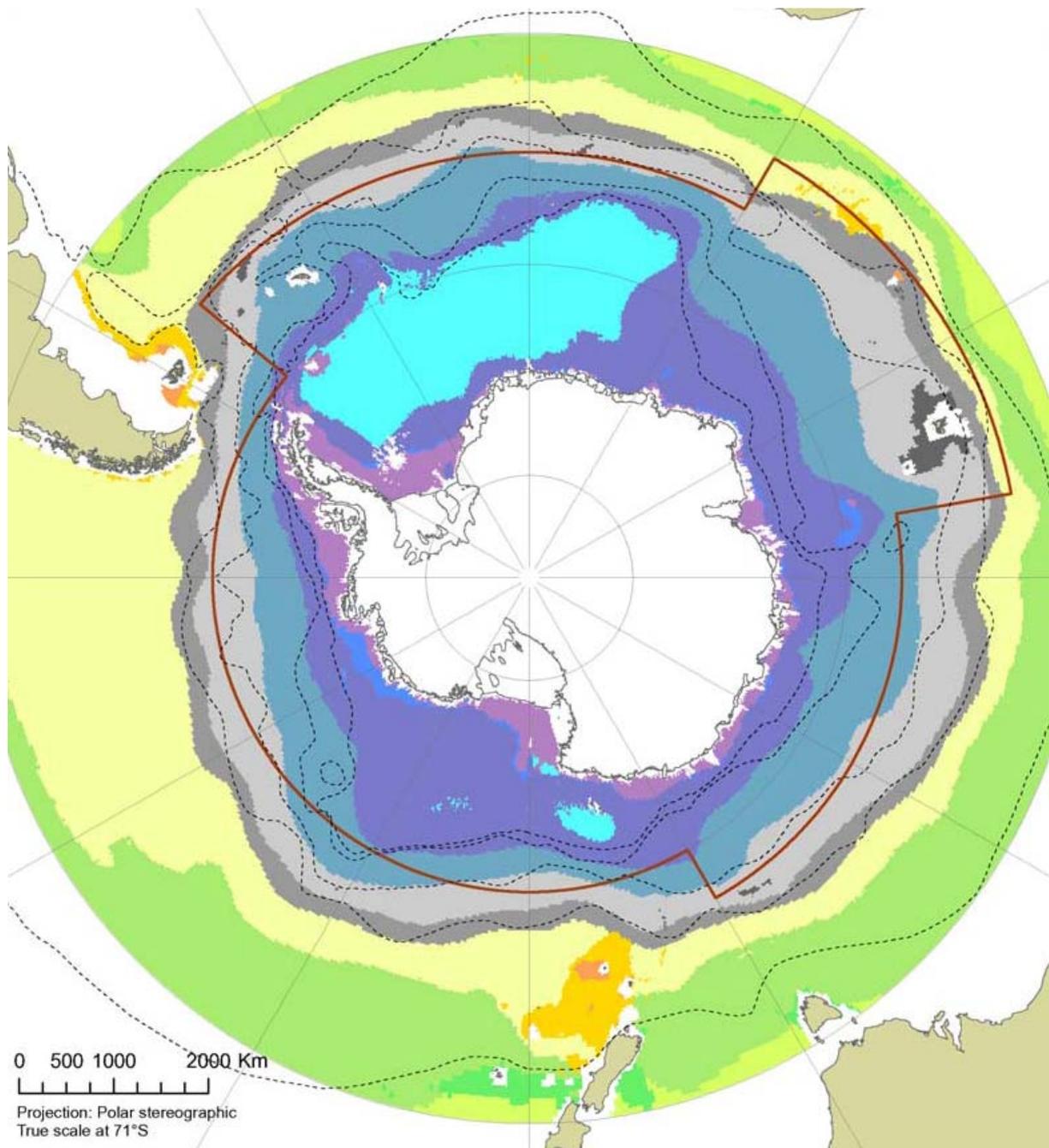


Figura 3*: Regionalización primaria realizada durante el taller Hobart-2006. La regionalización hace uso de cuatro niveles representativos del medio ambiente físico (profundidad, SST, concentración de silicato, concentración de nitrato).

* Esta figura está disponible a todo color en la página 'Publicaciones' del sitio web de la CCRVMA www.ccamlr.org/pu/s/pubs/sr/07/toc.htm.

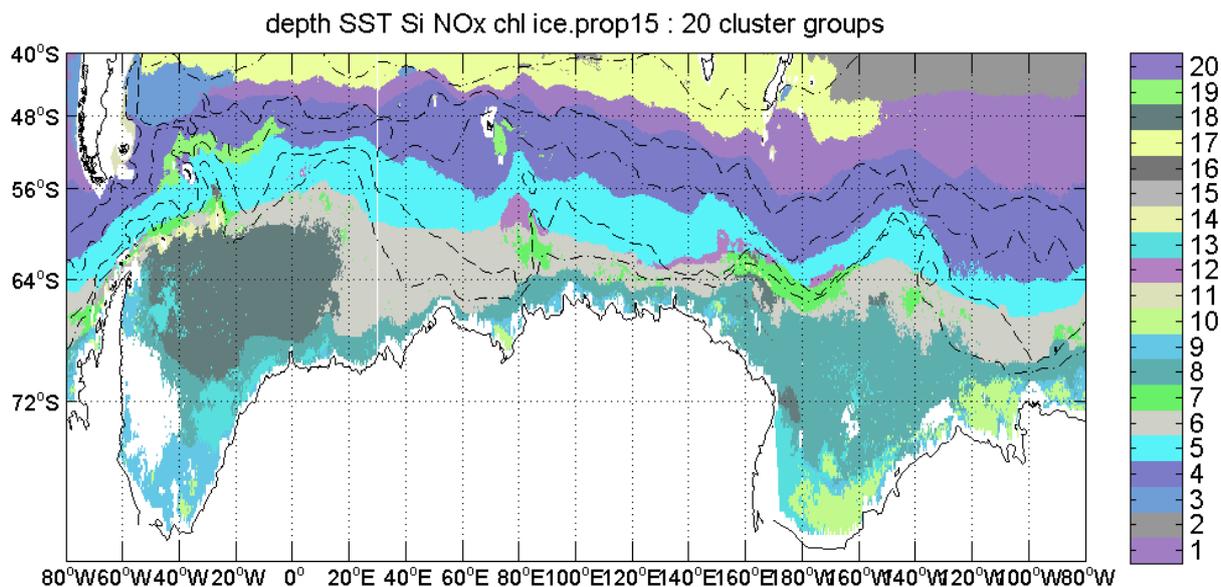


Figura 4*: Regionalización secundaria del Taller Hobart-2006 obtenida agregando niveles para representar la clorofila-*a* y el hielo a la regionalización primaria acordada. Este taller estuvo de acuerdo en que estas dos variables se relacionan con la heterogeneidad en escalas fina (no detectada por la clasificación primaria), y su incorporación en el análisis resultó en la clasificación secundaria a nivel de 40 grupos; sin embargo, el taller no alcanzó consenso en relación con la verosimilitud de los patrones obtenidos. La regionalización secundaria ha sido por lo tanto reagrupada en 20 grupos a fin de compararla con los resultados de la regionalización mixta en base al medio ambiente y la biología que se muestran a continuación.

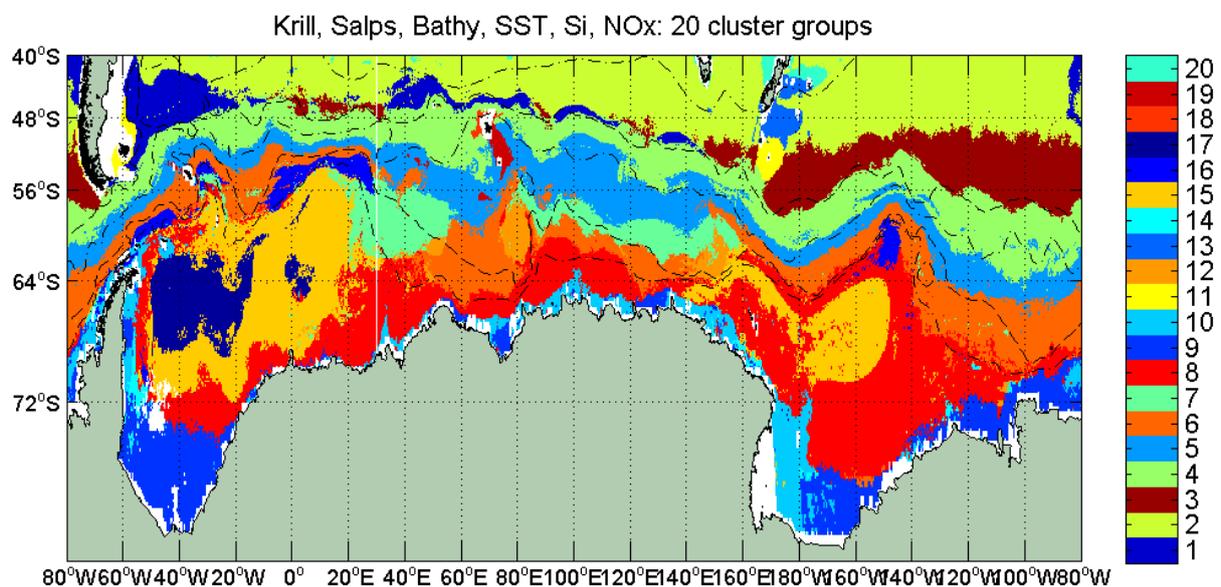


Figura 5*: Biorregionalización efectuada mediante cuatro niveles primarios del medio ambiente físico (profundidad, SST, concentración de nitrato y concentración de silicato) incorporando la distribución simulada circumpolar de las salpas y el kril, a nivel de los 20 grupos.

* Esta figura está disponible a todo color en la página 'Publicaciones' del sitio web de la CCRVMA www.camlr.org/pu/s/pubs/sr/07/toc.htm.

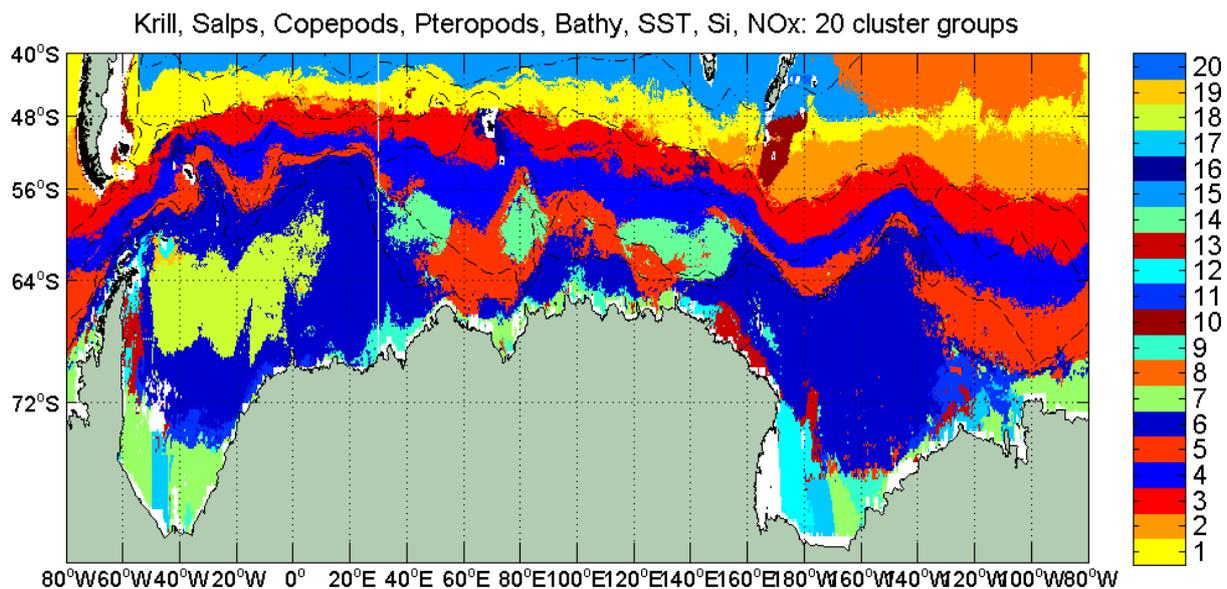


Figura 6*: Biorregionalización efectuada con cuatro niveles primarios del medio ambiente físico (profundidad, SST, concentración de nitrato, concentración de silicato) incorporando la distribución circumpolar simulada de kril, salpas, copépodos, y pterópodos, mostrados a nivel de los 20 grupos.

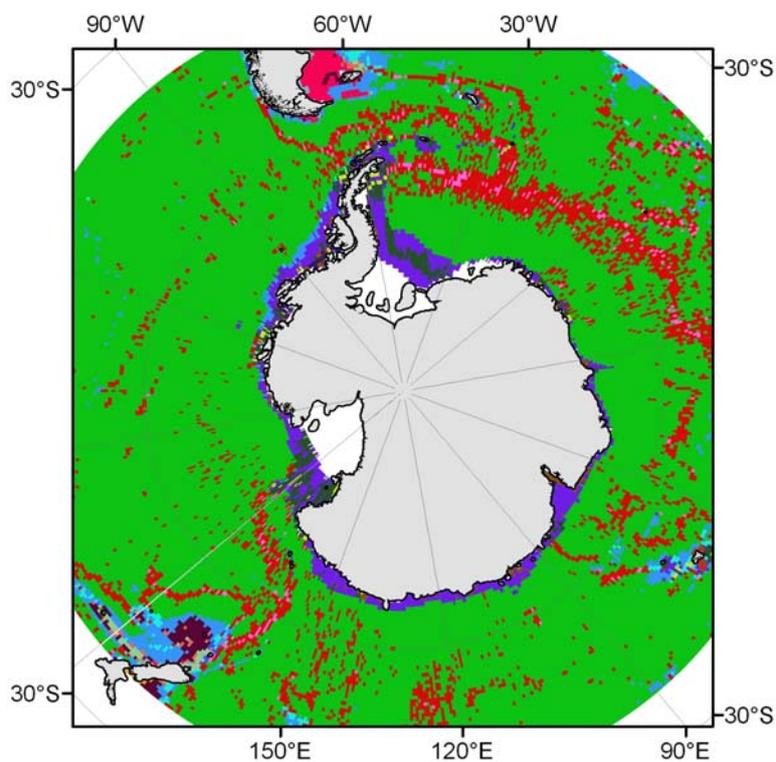


Figura 7*: Clasificación física inicial del bentos utilizando tres capas de datos: datos batimétricos, de la pendiente y temperatura del lecho marino a nivel de las 20 biorregiones.

* Esta figura está disponible a todo color en la página 'Publicaciones' del sitio web de la CCRVMA www.ccamlr.org/pu/s/pubs/sr/07/toc.htm.

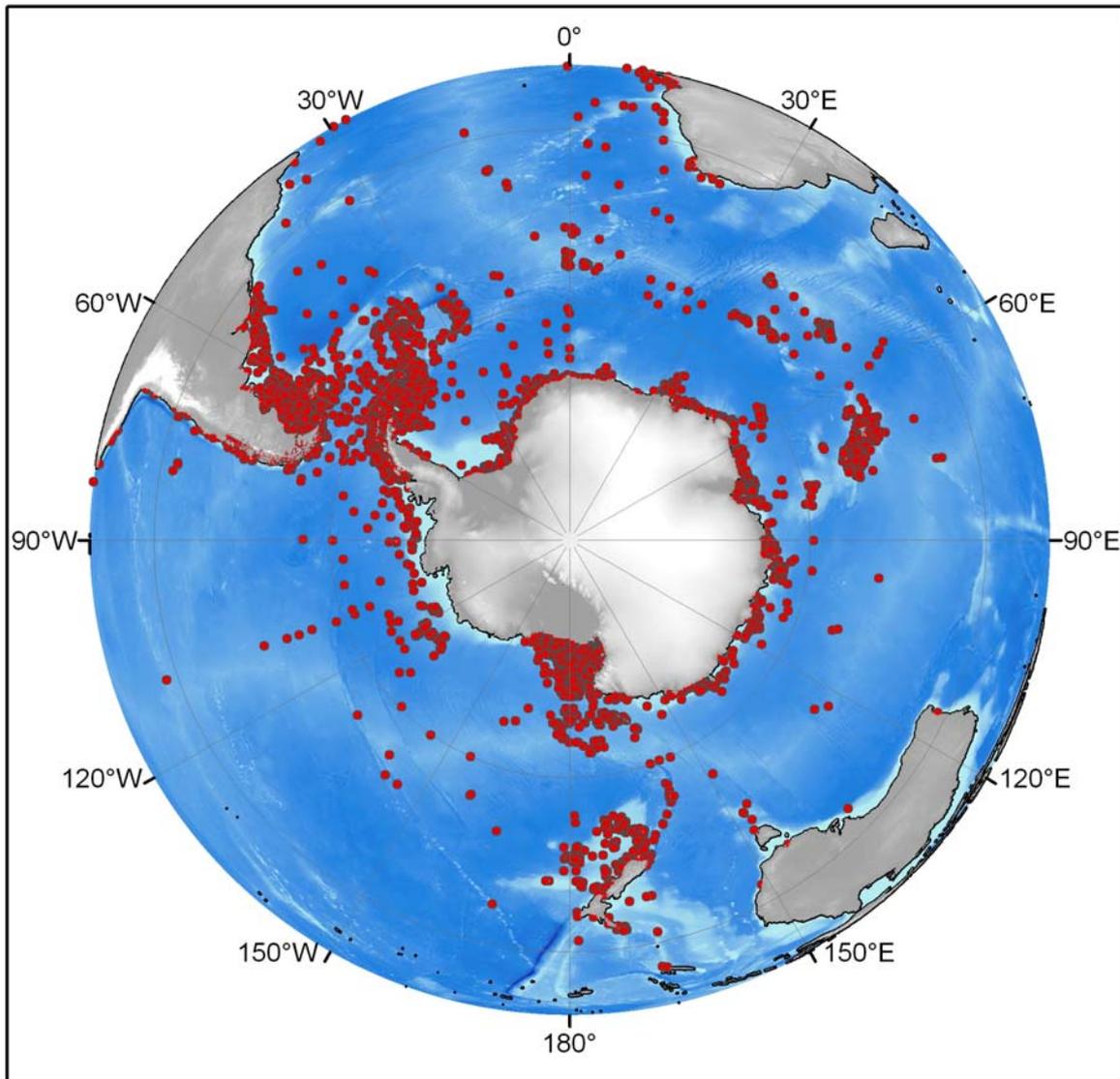


Figura 8*: Mapa del Océano Austral incorporando la distribución de las muestras del bentos para los grupos taxonómicos seleccionados.

* Esta figura está disponible a todo color en la página 'Publicaciones' del sitio web de la CCRVMA www.ccamlr.org/pu/s/pubs/sr/07/toc.htm.

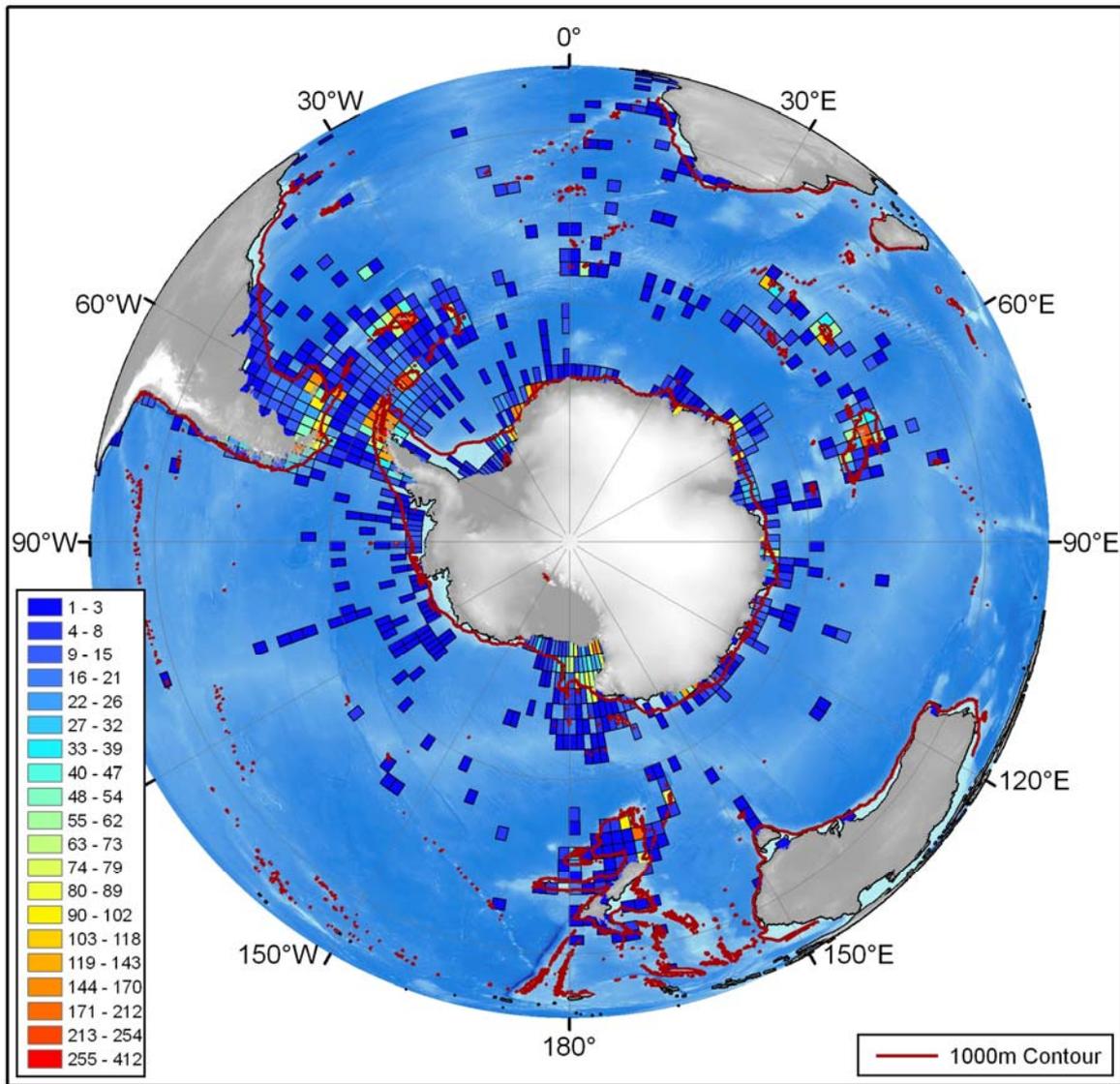


Figura 9*: Cuadrículo de 2° x 2° con el número total de especies por cuadrícula.

* Esta figura está disponible a todo color en la página 'Publicaciones' del sitio web de la CCRVMA www.ccamlr.org/pu/s/pubs/sr/07/toc.htm.

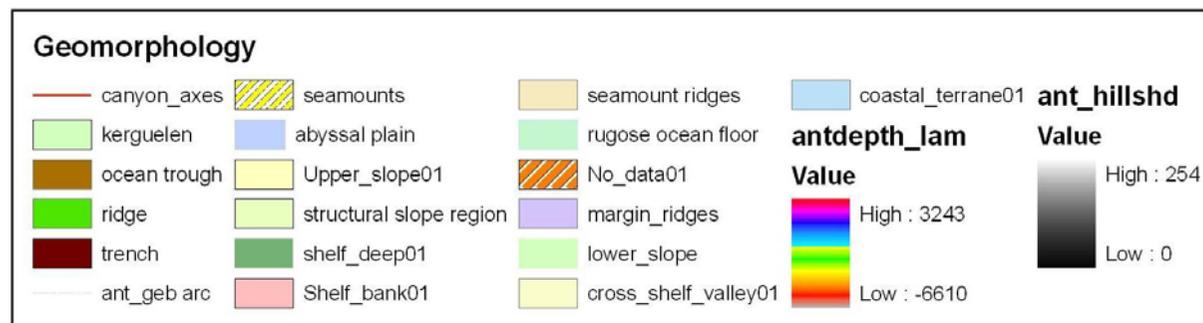
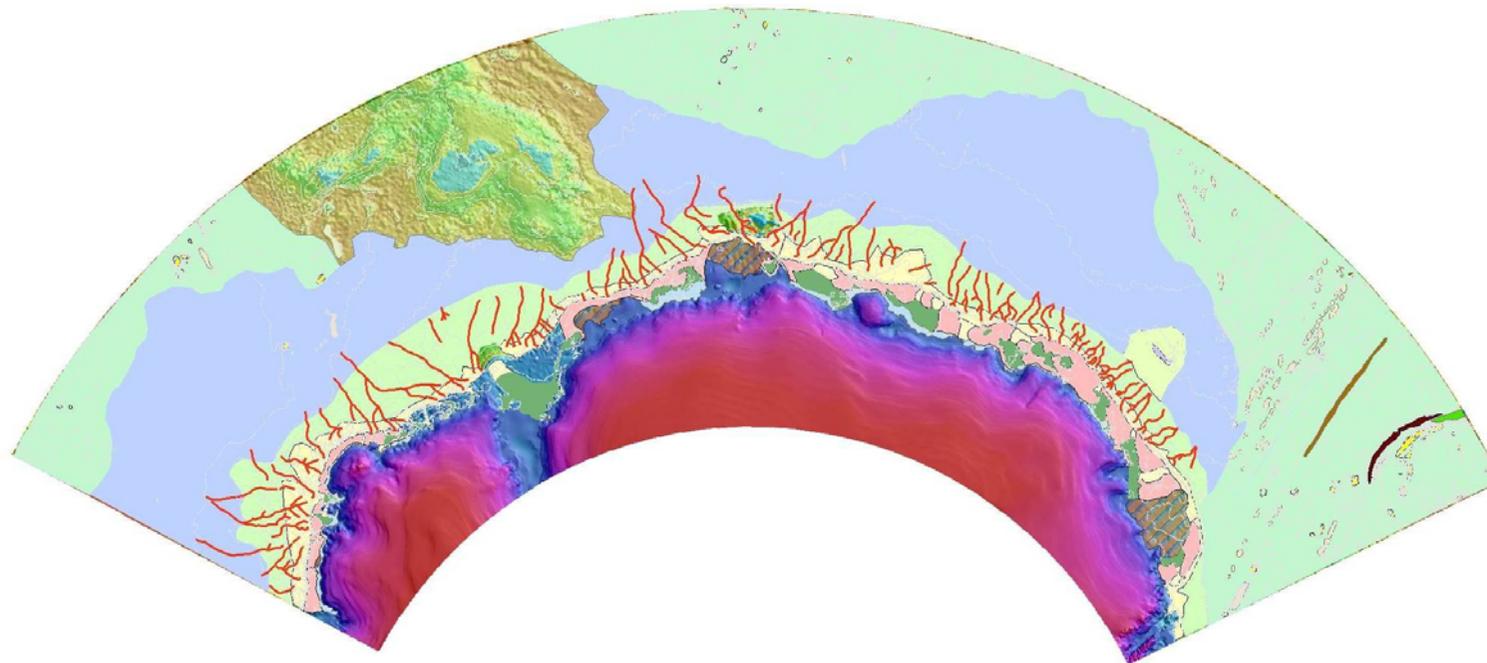


Figura 10* : Mapa geomórfico del borde de la Antártida oriental.

* Esta figura está disponible a todo color en la página 'Publicaciones' del sitio web de la CCRVMA www.ccamlr.org/pu/s/pubs/sr/07/toc.htm.

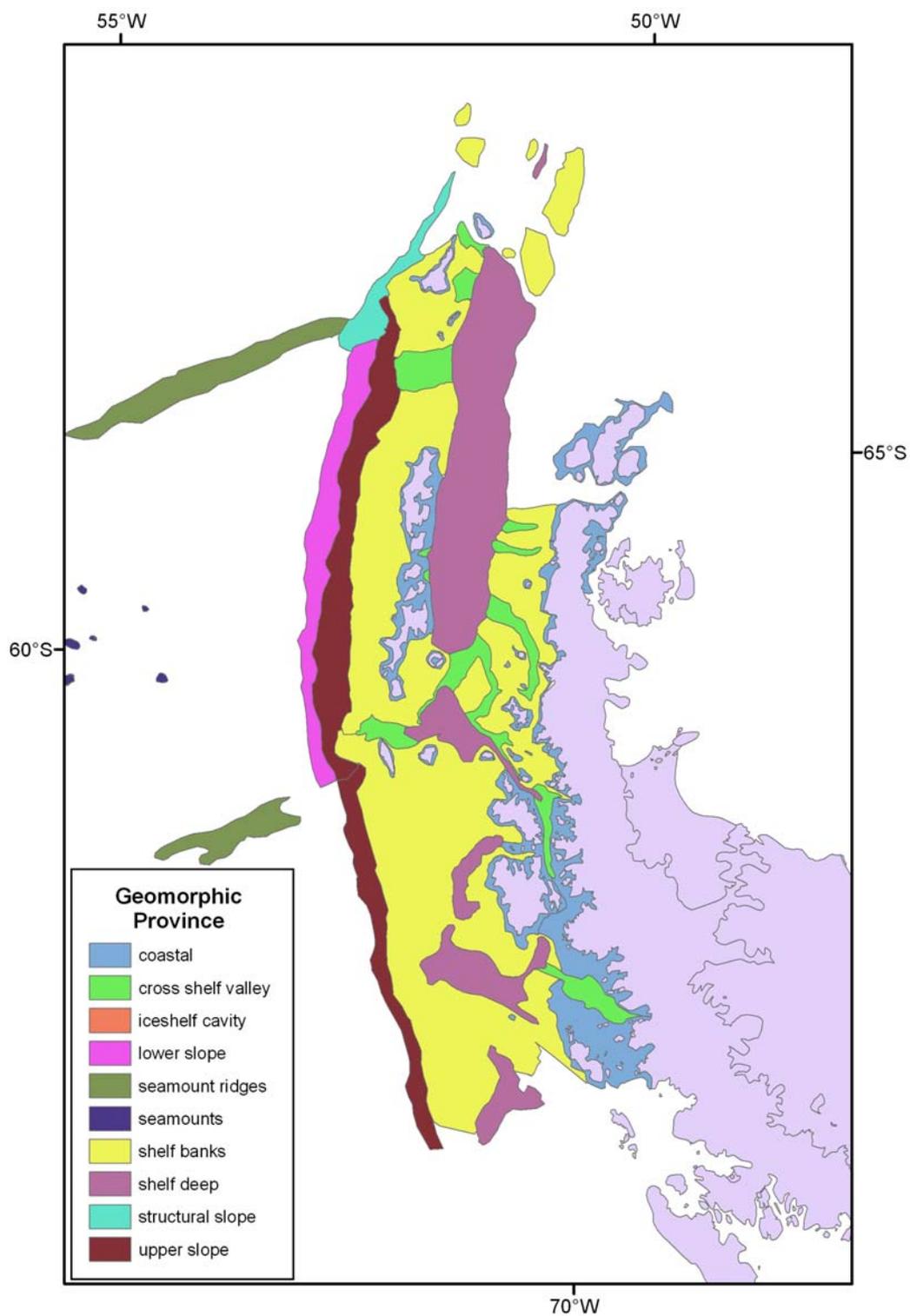


Figura 11*: Provincias geomórficas del norte de la Península Antártica.

* Esta figura está disponible a todo color en la página 'Publicaciones' del sitio web de la CCRVMA www.ccamlr.org/pu/s/pubs/sr/07/toc.htm.

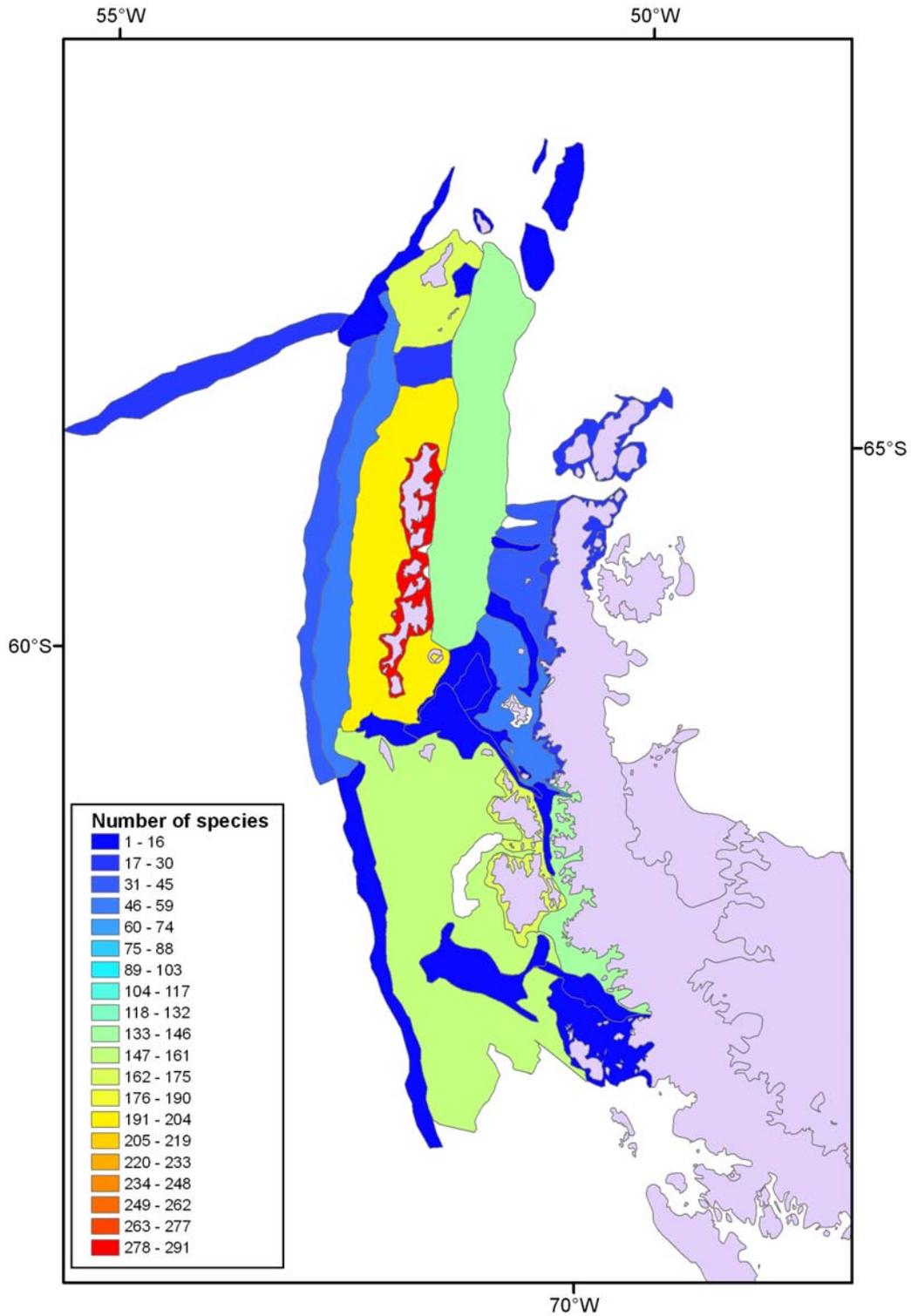


Figura 12*: Número de especies conocidas presentes en las distintas provincias geomórficas muestreadas.

* Esta figura está disponible a todo color en la página 'Publicaciones' del sitio web de la CCRVMA www.ccamlr.org/pu/s/pubs/sr/07/toc.htm.

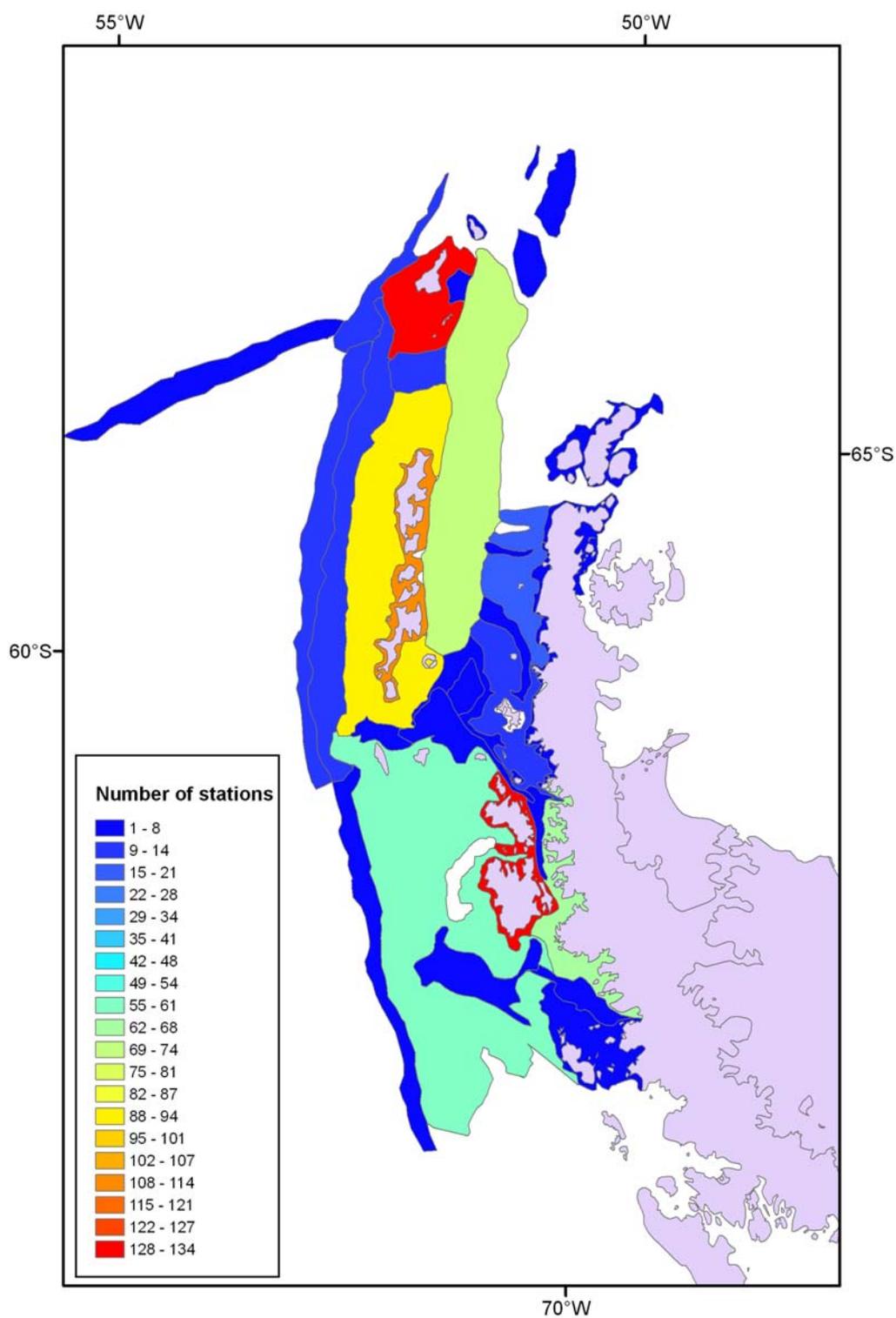


Figura 13*: Número de estaciones de muestreo en las distintas provincias geomórficas.

* Esta figura está disponible a todo color en la página 'Publicaciones' del sitio web de la CCRVMA www.ccamlr.org/pu/s/pubs/sr/07/toc.htm.

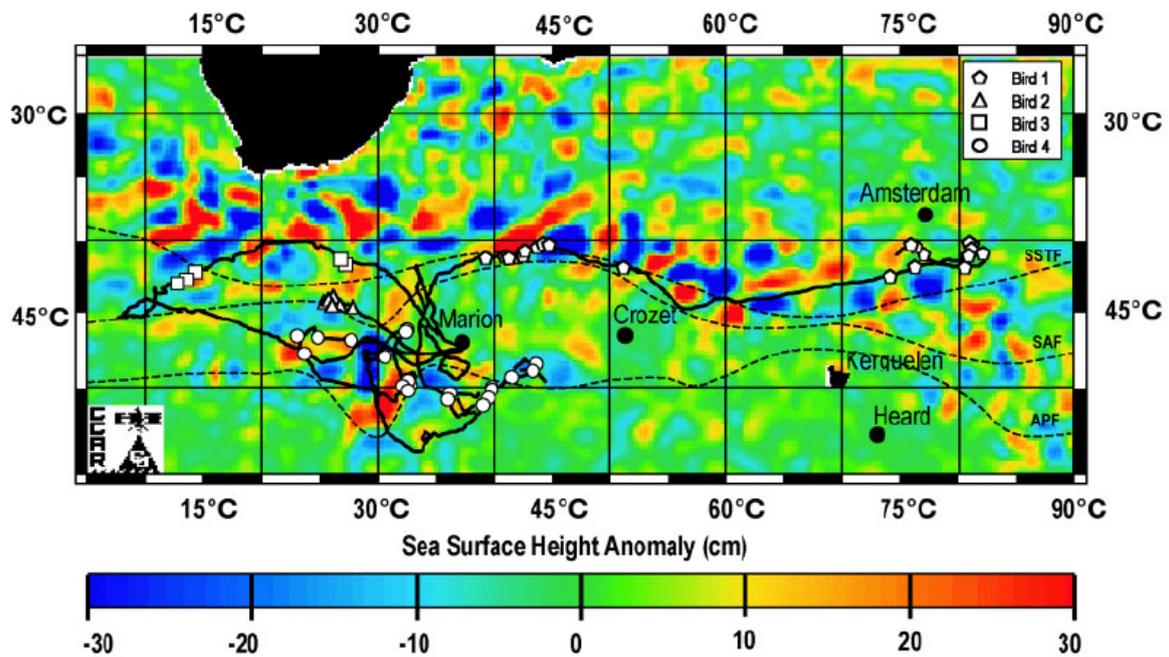


Figura 14*: Posición de los remolinos en mesoescala en el sur del Océano Índico, obtenida de los datos sobre anomalías de la altura del nivel del mar. Esta figura muestra también la trayectoria de los viajes alimentarios del albatros de cabeza gris, que se guía por estas características. Los símbolos indican las aves que se desplazan a <10 km/h durante el día, posiblemente buscando alimento.

* Esta figura está disponible a todo color en la página 'Publicaciones' del sitio web de la CCRVMA www.ccamlr.org/pu/s/pubs/sr/07/toc.htm.

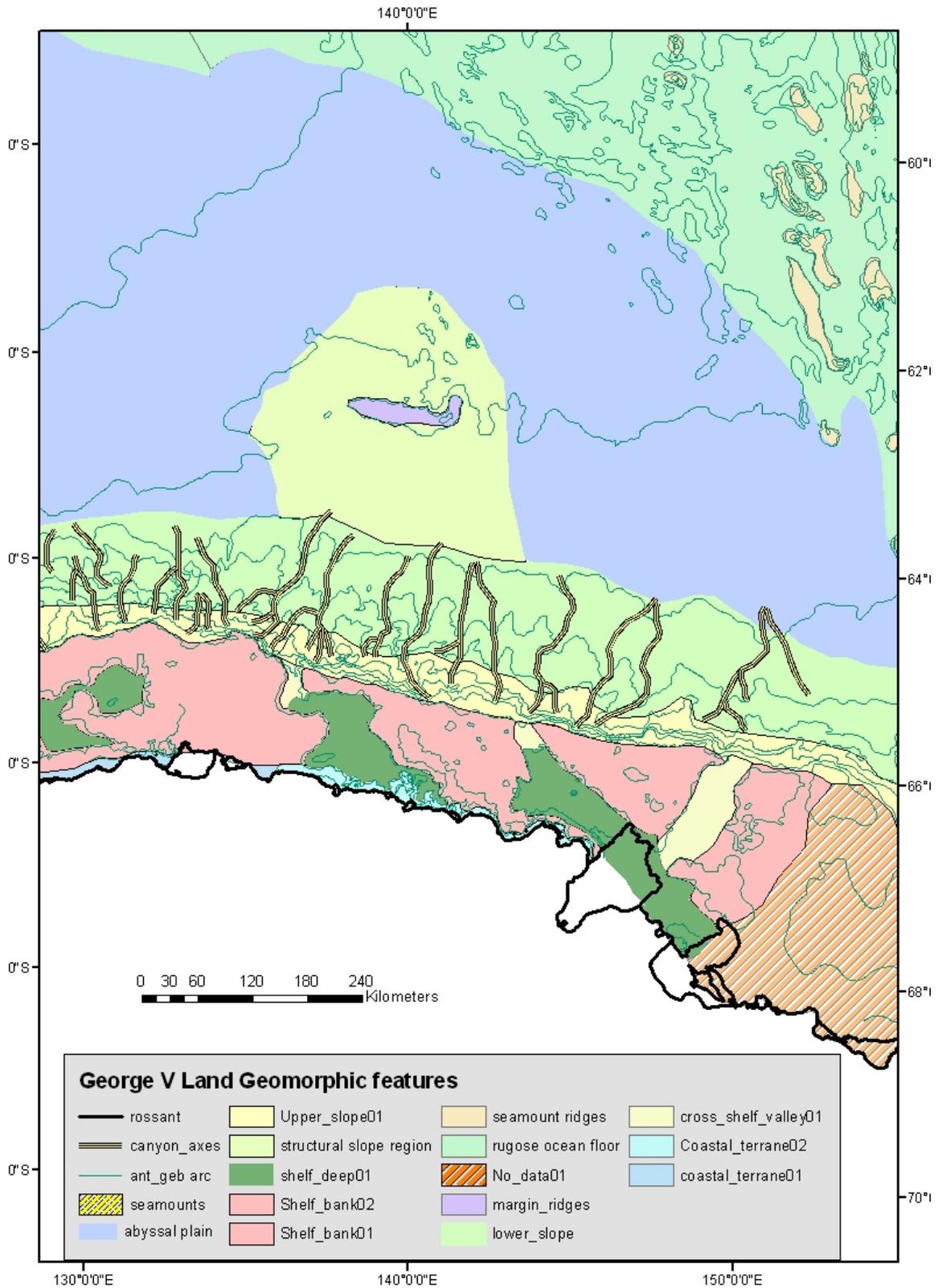


Figura 15*: Posición de los cañones submarinos en la región este de la Antártida.

* Esta figura está disponible a todo color en la página 'Publicaciones' del sitio web de la CCRVMA www.ccamlr.org/pu/s/pubs/sr/07/toc.htm.

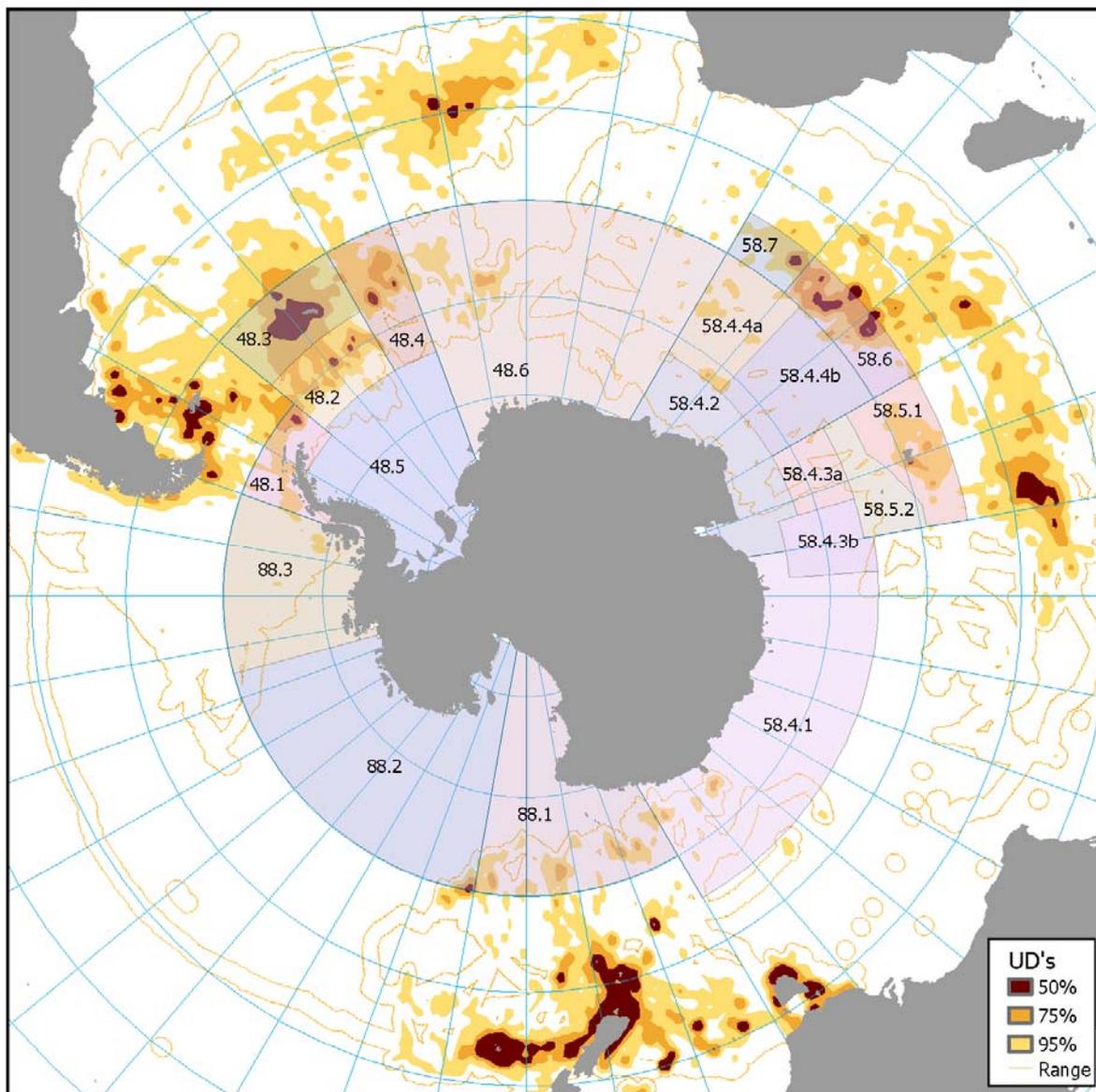


Figura 16*: Mapa de la distribución de la utilización combinada de las colonias de reproducción de 18 especies de albatros, petreles gigantes y petreles, basado en la base de datos de seguimiento global de las aves del Orden Procellariiformes de BirdLife International. Se ha asignado idéntica ponderación a cada especie.

* Esta figura está disponible a todo color en la página 'Publicaciones' del sitio web de la CCRVMA www.ccamlr.org/pu/s/pubs/sr/07/toc.htm.

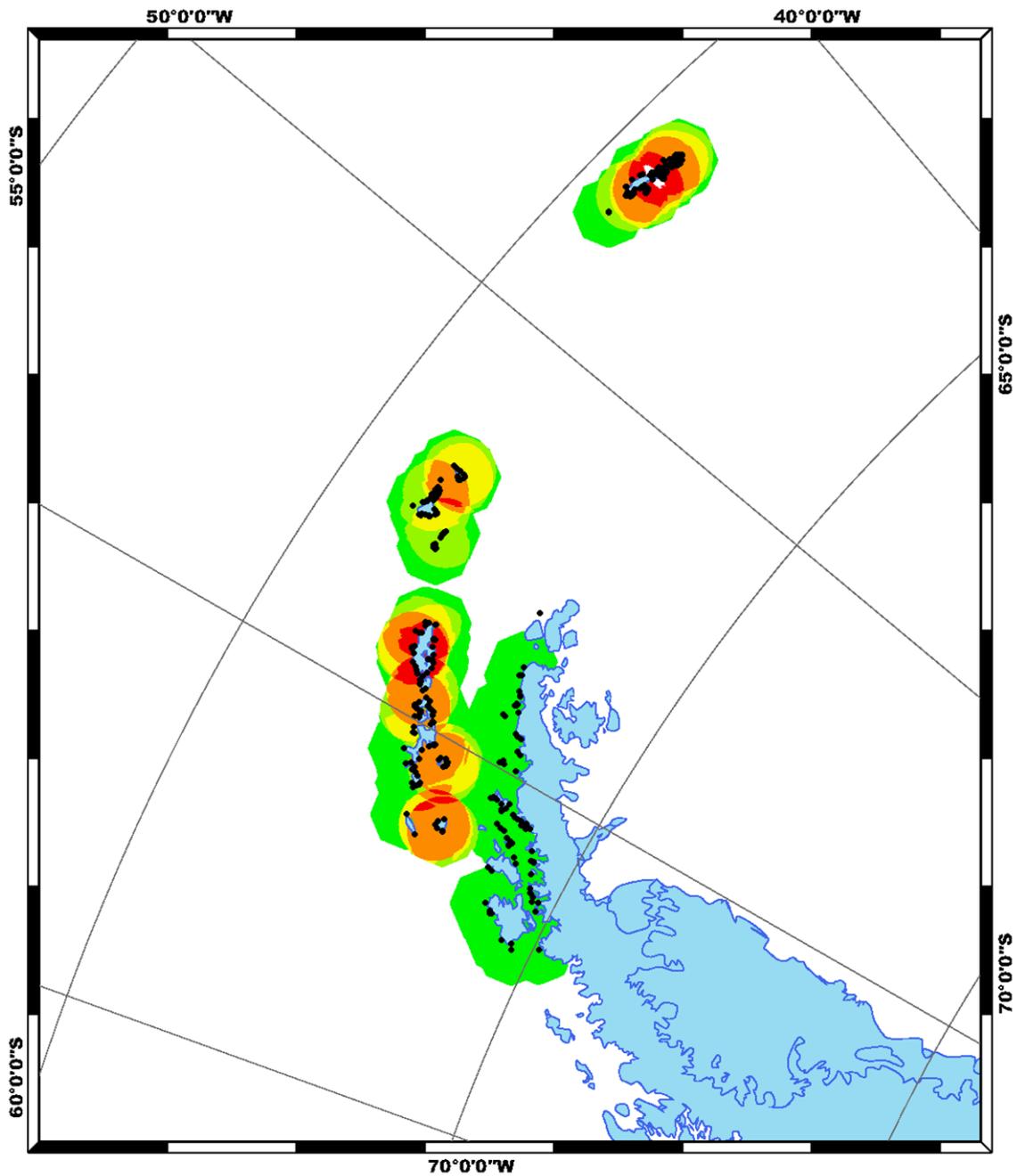


Figura 17* : Esfuerzo relativo de la búsqueda de alimento observado en las colonias del pingüino de barbijo al oeste de la Península Antártica; se ha ajustado el esfuerzo de la búsqueda en proporción al tamaño de la colonia; el área de alimentación ha sido obtenida de Lynnes et al. (2002).

* Esta figura está disponible a todo color en la página 'Publicaciones' del sitio web de la CCRVMA www.ccamlr.org/pu/s/pubs/sr/07/toc.htm.

AGENDA

Taller de Biorregionalización del Océano Austral
(Bruselas, Bélgica, 13 al 17 de agosto de 2007)

Introducción

Aprobación de la agenda

Objetivos del taller:

- Proporcionar asesoramiento para la biorregionalización del Océano Austral que incluya, en lo posible, recomendaciones relativas a la subdivisión en escala fina de provincias biogeográficas.

Ponencias preliminares

Cometido del Comité Directivo

(con comentarios sobre los puntos clave que debe tratar el Taller)

- i) Compilar los datos existentes sobre provincias costeras y oceánicas, incluidas las características del bentos y de las áreas pelágicas;
 - examinar de los conjuntos de datos compilados referentes a las provincias costeras y oceánicas, incluidas las características del bentos y de las áreas pelágicas, y datos físicos y biológicos;
 - considerar cuáles conjuntos de datos serían de mayor utilidad para i) la biorregionalización en gran escala, y ii) la delimitación de provincias en escala fina.
- ii) Determinar los análisis estadísticos requeridos para facilitar la biorregionalización, incluidos la utilización de datos empíricos, de simulación y especializados;
 - examinar los enfoques de biorregionalización (incluidos los resultados del taller efectuado en 2006 en Hobart y de otros trabajos efectuados durante el período entre sesiones);
 - efectuar análisis prácticos en ordenadores con el fin de estudiar aspectos estadísticos y refinar los métodos;
 - establecer y acordar los métodos a ser utilizados en i) la biorregionalización en gran escala, y en ii) la delimitación de provincias en escala fina.

- iii) El desarrollo de una biorregionalización en gran escala basada en los conjuntos de datos existentes y otros conjuntos de datos que se podrían conseguir antes del taller;
- iv) En la medida de lo posible, la delimitación de provincias en fina escala dentro de las regiones:
 - revisar los resultados de la labor intersesional (incluidos los resultados del taller Hobart 2006)
 - llevar a cabo i) la biorregionalización en gran escala, y ii) la delimitación en escala fina de provincias, utilizando los métodos y conjuntos de datos acordados.
- v) El establecimiento de un procedimiento para identificar las áreas que deberían ser protegidas para promover los objetivos de conservación de la CCRVMA:
 - Discusión preliminar de los procedimientos que se podrían utilizar (con la intención de continuar esta labor en las etapas siguientes del programa de trabajo).

Recomendaciones para la labor futura

Asesoramiento a SC-CAMLR

Aprobación del informe del taller.

LISTA DE PARTICIPANTES

Taller de Biorregionalización del Océano Austral
(Bruselas, Bélgica, 13 al 17 de agosto de 2007)

ALDER, Viviana (Dra.)	Instituto Antártico Argentino Departamento Ciencias Biológicas Cerrito 1248 C1010AAZ Buenos Aires Argentina viviana@ege.fcen.uba.ar viviana_alder@yahoo.com
BAIVIER, Bertrand (Sr.) (Anfitrión, organizador local)	Public Health, Food Chain Security and Environment International Affairs (DG5) Place Victor Horta 40, Box 10 1060 Brussels Belgium bertrand.baivier@health.fgov.be
CLARKE, Andrew (Prof.)	British Antarctic Survey High Cross Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom accl@bas.ac.uk
CONSTABLE, Andrew (Dr.) (Coordinador, WG-SAM)	Antarctic Climate and Ecosystems Cooperative Research Centre Australian Antarctic Division Department of the Environment and Water Resources 203 Channel Highway Kingston Tasmania 7050 Australia andrew.constable@aad.gov.au
DANIS, Bruno (Dr.) (Experto invitado)	Royal Belgian Institute of Natural Sciences rue Vautier 29 1000 Brussels Belgium bruno.danis@naturalsciences.be bruno.danis@scarmarbin.be

DE BROYER, Claude (Dr.)
Royal Belgian Institute of Natural Sciences
rue Vautier 29
1000 Brussels
Belgium
claude.debroyer@naturalsciences.be

DE LICHTERVELDE, Alexandre (Sr.)
(Anfitrión, organizador local)
Public Health, Food Chain Security
and Environment
International Affairs (DG5)
Place Victor Horta 40, Box 10
1060 Brussels
Belgium
alexandre.delichtervelde@health.fgov.be

FERNHOLM, Bo (Prof.)
Swedish Museum of Natural History
Box 50007
SE-104 05
Stockholm
Sweden
bo.fernholm@nrm.se

GOFFART, Anne (Dra.)
Laboratoire d'Océanologie – MARE Center
University of Liège
Allée de la Chimie, 3 Bâtiment B6c
4000 Liège Sart-Tilman
Belgium
a.goffart@ulg.ac.be

GRANT, Susie (Dra.)
(Coordinador)
British Antarctic Survey
High Cross
Madingley Road
Cambridge CB3 0ET
United Kingdom
suan@bas.ac.uk

GRIFFITHS, Huw (Sr.)
British Antarctic Survey
High Cross
Madingley Road
Cambridge CB3 0ET
United Kingdom
hjk@bas.ac.uk

HOLT, Rennie (Dr.)
US AMLR Program
Southwest Fisheries Science Center
8604 La Jolla Shores Drive
La Jolla, CA 92037
USA
rennie.holt@noaa.gov

HOSIE, Graham (Dr.)
(Experto invitado)

Australian Antarctic Division
Department of the Environment
and Water Resources
203 Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
graham.hosie@aad.gov.au

JONES, Christopher (Dr.)
(Coordinador, WG-SAM)

US AMLR Program
Southwest Fisheries Science Center
8604 La Jolla Shores Drive
La Jolla, CA 92037
USA
chris.d.jones@noaa.gov

KAHRU, Mati (Dr.)
(Experto invitado)

Scripps Institute of Oceanography
8604 La Jolla Shores Drive
La Jolla, CA 92037-1508
USA
mkahru@ucsd.edu

KELLY, Emily (Sra.)

National Science Foundation
Office of Polar Programs
4201 Wilson Blvd
Arlington, VA 22230
USA
emkelly@nsf.gov

KOUBBI, Philippe (Dr.)

Laboratoire d'Océanographie de Villefranche –
UMR 7093
Observatoire Océanologique
Université Pierre et Marie Curie – Paris VI
BP 28
06234 Villefranche-sur-mer
France
koubbi@obs-vlfr.fr

LOMBARD, Mandy (Dra.)

C/- WWF South Africa
Millennia Park
Private Bag X2
Die Boord 7613
South Africa
gemsbok@mweb.co.za

MARSCHOFF, Enrique (Dr.)	Instituto Antártico Argentino Cerrito 1248 C1010AAZ Buenos Aires Argentina marschoff@dna.gov.ar
MARTIN-SMITH, Keith (Dr.)	Australian Antarctic Division Department of the Environment and Water Resources 203 Channel Highway Kingston Tasmania 7050 Australia keith.martin-smith@aad.gov.au
MEMOLLI, Mariano (Dr.)	Dirección Nacional del Antártico Cerrito 1248 C1010AAZ Buenos Aires Argentina drmemolli@gmail.com
NEL, Deon (Dr.)	WWF South Africa Millennia Park Private Bag X2 Die Boord 7613 South Africa dnel@wwf.org.za
O'BRIEN, Phil (Dr.)	Geoscience Australia GPO Box 378 Canberra ACT 2601 Australia phil.obrien@ga.gov.au
PENHALE, Polly (Dra.) (Coordinador)	National Science Foundation Office of Polar Programs 4201 Wilson Blvd Arlington, VA 22230 USA ppenhale@nsf.gov
PINKERTON, Matt (Dr.)	National Institute of Water and Atmospheric Research Private Bag 14-901 Kilbirnie Wellington New Zealand m.pinkerton@niwa.co.nz

RAYMOND, Ben (Dr.)
(participó a distancia, desde la AAD,
Australia)

Antarctic Climate and Ecosystems
Cooperative Research Centre
Australian Antarctic Division
Department of the Environment
and Water Resources
203 Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
ben.raymond@aad.gov.au

SAKAMOTO, Takaaki (Sr.)

Fisheries Agency of Japan
1-2-1, Kasumigaseki, Chiyda-ku
Tokyo 100-8907
Japan
takaaki_sakamoto@nm.maff.go.jp

SHARP, Ben (Dr.)

Ministry of Fisheries
PO Box 1020
Level 4, GBL House
256 Lambton Quay
Wellington
New Zealand
ben.sharp@vanuatu.com.vu

SHUST, Konstantin (Dr.)

VNIRO
17a V. Krasnoselskaya
Moscow 107140
Russia
antarctica@vniro.ru

SIEGEL, Volker (Dr.)

Institut für Seefischerei
Bundesforschungsanstalt für Fischerei
Palmaille 9
22767 Hamburg
Germany
volker.siegel@ish.bfa-fisch.de

SLOCUM, Gillian (Sra.)

Australian Antarctic Division
Department of the Environment
and Water Resources
203 Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
gill.slocum@aad.gov.au

SMITH, Walker (Dr.)

Virginia Institute of Marine Science
College of William and Mary
PO Box 1346
Gloucester Point, VA 23062-1346
USA
wos@vims.edu

TRATHAN, Phil (Dr.)

British Antarctic Survey
High Cross
Madingley Road
Cambridge CB3 0ET
United Kingdom
pnt@bas.ac.uk

VAN DE PUTTE, Anton (Sr.)

Laboratory of Animal Diversity and Systematics
Katholieke Universiteit Leuven (KUL)
Charles Deberiotstraat 32
3000 Leuven
Belgium
anton.vandeputte@bio.kuleuven.be

VIERROS, Marjo (Dr.)
(Experto invitado)

United Nations University
Institute of Advanced Studies
6F International Organizations Center
Pacifico-Yokohama
1-1-1 Minato Mirai, Nishi-ku
Yokohama 220-8502
Japan
vierros@ias.unu.edu

Secretaría:

Denzil MILLER (Secretario Ejecutivo)
Eugene SABOURENKOV (Ciencias y Cumplimiento)
Genevieve TANNER (Comunicaciones)

CCAMLR
PO Box 213
Tasmania Australia
ccamlr@ccamlr.org

LISTA DE DOCUMENTOS

Taller de Biorregionalización del Océano Austral
(Bruselas, Bélgica, 13 al 17 de agosto de 2007)

WS-BSO-07/1	Draft Agenda
WS-BSO-07/2	List of Participants
WS-BSO-07/3	List of Documents
WS-BSO-07/4	Southern Ocean continuous plankton recorder survey: spatial and temporal patterns of variation in zooplankton abundance, distribution and diversity G.W. Hosie (Australia)
WS-BSO-07/5	Spatial patterns of temporal relationships in the Southern Ocean M. Kahru and B.G. Mitchell (USA)
WS-BSO-07/6	Marine classification: lessons from the New Zealand experience B. Sharp, M. Pinkerton and J. Leathwick (New Zealand)
WS-BSO-07/7	Use of biological data to inform bioregionalisation of the Southern Ocean M. Pinkerton, B. Sharp and J. Leathwick (New Zealand)
WS-BSO-07/8	A scheme for mapping Antarctic seafloor geomorphology to aid benthic bioregionalisation P. O'Brien (Australia)
WS-BSO-07/9	Summary fact sheets for bioregionalisation of the Southern Ocean – examples from the Indian Ocean sector (Area 58) K. Martin-Smith, P. O'Brien, B. Raymond and A. Constable (Australia)
WS-BSO-07/10	On biogeographic patterns of benthic invertebrate mega fauna on shelf areas of the Southern Ocean Atlantic sector S.J. Lockhart and C.D. Jones (USA) (<i>CCAMLR Science</i> , submitted)
WS-BSO-07/11	Bioregionalisation: some key questions and considerations S. Grant, A. Clarke, P.N. Trathan and H.J. Griffiths (UK)

- WS-BSO-07/12 Spatial disposition of euphausiid larvae in relation with the Weddell-Scotia Confluence
E. Marschoff, D. Gallotti, G. Donnini and N. Alescio (Argentina)
- Otros documentos
- WS-BSO-07/P1 Conserving pattern and process in the Southern Ocean: designing a Marine Protected Area for the Prince Edward Islands
(Lombard, A.T., B. Reyers, L.Y. Schonegevel, J. Cooper, L.B. Smith-Adao, D.C. Nel, P.W. Froneman, I.J. Ansorge, M.N. Bester, C.A. Tosh, T. Strauss, T. Akkers, O. Gon, R.W. Leslie and S.L. Chown (2007) *Ant. Sci.*, 19 (1): 39–54)
- WS-BSO-07/P2 Vacante
- WS-BSO-07/P3 A new approach to selecting Marine Protected Areas (MPAs) in the Southern Ocean
(Harris, J., M. Haward, J. Jabour and E.J. Woehler (2007) *Ant. Sci.*, 19 (2): 189–194, doi: 10.1017/S0954102007000260)
- WS-BSO-07/P4 Development of the Southern Ocean Continuous Plankton Recorder survey
(Hosie, G., M. Fukuchi and S. Kawaguchi (2003) *Progr. Oceanogr.*, 58: 263–283)
- WS-BSO-07/P5 The Continuous Plankton Recorder in the Southern Ocean: a comparative analysis of zooplankton communities sampled by the CPR and vertical net hauls along 140°E
(Hunt, B.P.V and G. Hosie (2003) *J. Plankton Res.*, 25 (12): 1561–1579)
- WS-BSO-07/P6 Zonal structure of zooplankton communities in the Southern Ocean south of Australia: results from a 2150 km continuous plankton recorder transect
(Hunt, B.P.V. and G. Hosie (2005) *Deep-Sea Res.*, I, 52 (7): 1241–1271)
- WG-EMM-07/7 Interactions between oceanography, krill and baleen whales in the Ross Sea and adjacent waters in 2004/05
M. Naganobu, S. Nishiwaki, H. Yasuma, R. Matsukura, Y. Takao, K. Taki, T. Hayashi, Y. Watanabe, T. Yabuki, Y. Yoda, Y. Noiri, M. Kuga, K. Yoshikawa, N. Kokubun, H. Murase, K. Matsuoka and K. Ito (Japan)
- SC-CAMLR-XXV/BG/18 To the question for bioregionalisation of the Antarctic waters with ecosystem approach
Delegation of Russia

DESCRIPCIÓN DE LOS CONJUNTOS DE DATOS UTILIZADOS EN LA CLASIFICACIÓN DE BIORREGIONES DEL BENTOS

1. Datos físicos

Batimetría – Los datos de profundidad fueron obtenidos del Atlas Digital de GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans, en inglés), IOC y BODC, 2003). La profundidad del agua se proporciona en metros en un mapa global dividido en cuadrículas de un minuto. La edición centenaria del Atlas Digital de GEBCO, publicado en CD-ROM en nombre de IOC y de IHO, como parte de GEBCO, Centro Británico de Datos Oceanográficos, Liverpool, Reino Unido.

Véase www.gebco.net y www.bodc.ac.uk/projects/international/gebco.

Se puede obtener un registro de los metadatos batimétricos por polígono en: http://data.aad.gov.au/aadc/metadata/metadata_redirect.cfm?md=AMD/AU/geb.

Además de las características batimétricas de GEBCO, la creación de mapas geomórficos usó las coordenadas topográficas ETOPO2 (www.ngdc.noaa.gov/mgg/fliers/01mgg04.html) que incluyen datos batimétricos obtenidos de satélites. Estos datos son de particular utilidad para identificar los montes submarinos.

Pendiente – Los valores de la pendiente (grado de inclinación) provienen del conjunto de datos batimétricos de GEBCO (véanse los detalles más arriba) utilizando la función ‘pendiente’ en ArcGIS (versión 9) Spatial Analyst.

Tipo de sedimento del lecho marino – Se digitalizó un mapa de la distribución de sedimentos superficiales de McCoy (1991). Este mapa es una compilación de datos publicados y sin publicar, incluidos registros históricos de las campañas Challenger y Discovery, y de proyectos de perforación más recientes. Se comparó toda la información con un marco regional de datos sobre sedimentos provenientes de análisis de testigos de sondeo. El mapa muestra sedimentos no consolidados recobrados principalmente por sondeo, pero también con recolectores de muestras aleatorias del fondo marino, rastras y otros tipos de aparatos para obtener muestras del sedimento.

McCoy, FW. (1991). Southern Ocean Sediments: circum-Antarctic to 30°S. En: Hayes, D.E. (Ed.). Marine Geological and Geophysical Atlas of the Circum-Antarctic to 30°S. *Ant. Res. Ser.*, 34.

Temperatura del lecho marino – Los datos del promedio de la temperatura por estrato de profundidad fueron obtenidos de la Administración Nacional de la Atmósfera y de los Océanos de los Estados Unidos (NOAA – www.nodc.noaa.gov). Compilado por H. Griffiths (British Antarctic Survey, Reino Unido).

Geomorfología – El mapa geomorfológico fue trazado haciendo una inspección visual de los conjuntos de datos y polígonos batimétricos combinados y digitalizados directamente en ACRGIS. Los distintos rasgos geomorfológicos fueron trazados utilizando el criterio descrito en el documento WS-BSO-07/8. Además, se hizo uso de las líneas sísmicas del Catálogo de Datos de Movimientos Sísmicos de la Biblioteca de SCAR (Seismic Data Library System) para proporcionar un perfil del lecho marino y de sus posibles características (duro o blando).

2. Datos biológicos

Antarctic Echinoids

Página de metadatos:

http://gcmd.gsfc.nasa.gov/KeywordSearch/Metadata.do?Portal=scarmarbin&KeywordPath=Locations%7COCEAN%7CSOUTHERN+OCEAN&OrigMetadataNode=GCMD&EntryId=Ant_Echinoids_SCARMarBIN&MetadataView=Brief&MetadataType=0&lbnode=gcmd3

Compiladores del conjunto de datos: B. David, Universidad de Borgoña, Francia; C. De Ridder, Universidad Libre de Bruselas, Bélgica.

Breve descripción: ‘Antarctic Echinoids’ es una base de datos interactiva que resume los resultados de más de 100 años de expediciones antárticas y comprende información sobre 81 especies de equinoides presentes al sur de la Convergencia Antártica. Incluye ilustraciones clave para la identificación de las especies, y datos sobre su morfología y ecología (texto, ilustraciones y glosario), su distribución (mapas e histogramas de la distribución batimétrica); también se proporcionan referencias a las fuentes de la información (bibliografía, colecciones y expediciones). ‘Antarctic Echinoids’ forma parte del consorcio belga BIANZO, que representa el núcleo de SCAR-MarBIN.

Southern Ocean Mollusc Database (SOMBASE en su sigla en inglés)

Página de metadatos

http://gcmd.gsfc.nasa.gov/KeywordSearch/Metadata.do?Portal=scarmarbin&KeywordPath=Locations%7COCEAN%7CSOUTHERN+OCEAN&OrigMetadataNode=GCMD&EntryId=scarmarbin_SOMBASE&MetadataView=Brief&MetadataType=0&lbnode=gcmd3

Compiladores del conjunto de datos: A. Clarke y H. Griffiths, British Antarctic Survey, Reino Unido.

Breve descripción: SOMBASE contiene registros completos de la distribución de los gastrópodos y bivalvos antárticos, magallánicos y subantárticos, así como también de otras muchas especies del Hemisferio Sur. Basados en registros publicados y en datos de la British Antarctic Survey, estos mapas de la distribución forman parte de una base de datos biogeográficos, que incluye también datos taxonómicos, ecológicos y del hábitat. La base de datos contiene información sobre más de 1 400 especies de más de 3 350 estaciones.

Southern Ocean Sea Stars Biogeography

Página de metadatos (incompleta):

http://gcmd.gsfc.nasa.gov/KeywordSearch/Metadata.do?Portal=scarmarbin&KeywordPath=Locations%7COCEAN%7CSOUTHERN+OCEAN&OrigMetadataNode=GCMD&EntryId=scarmarbin_Asteroids_stampanato&MetadataView=Brief&MetadataType=0&lbnode=gcmd3

Compilador del conjunto de datos: B. Danis, Universidad Libre de Bruselas, Bélgica

Breve descripción: Este conjunto de datos es una ampliación de los conjuntos de datos ‘‘Antarctic and Sub-Antarctic Asteroid Zoogeography de SCAR-MarBIN. La versión de los conjuntos de datos utilizada en el marco del taller en curso incluye datos de seis expediciones, y 7 308 registros sobre 147 especies de estrellas marinas obtenidos de 331 estaciones. El conjunto completo de datos pronto estará disponible en SCAR-MarBIN, una vez finalizado el análisis primario.

Ant'Phipoda

Página de metadatos:

http://gcmd.gsfc.nasa.gov/KeywordSearch/Metadata.do?Portal=scarmarbin&KeywordPath=Locations%7COCEAN%7CSOUTHERN+OCEAN&OrigMetadataNode=GCMD&EntryId=scarmarbin_AntPhipoda&MetadataView=Brief&MetadataType=0&lbnode=gcmd3

Compilador del conjunto de datos: C. De Broyer, Real Instituto Belga de Ciencias Naturales, Bruselas, Bélgica.

Breve descripción: Ant'phipoda es una base de datos especializada que registra y organiza la información, proveniente de muchas fuentes, sobre la taxonomía, distribución geográfica y batimétrica, ecología y bibliografía disponible sobre los anfípodos del Océano Austral. Ant'phipoda forma parte del consorcio belga BIANZO, que representa el núcleo de SCAR-MarBIN.

FishBase

Página de metadatos: <http://gcmd.nasa.gov/records/01-FishBase-99.html>

Compiladores del conjunto de datos: R. Froese, Instituto de Investigaciones Marinas, Kiel, Alemania; D. Pauly, Centro de Pesquerías, Universidad de Columbia Británica, Canadá.

Breve descripción: Un subconjunto de los datos descritos aquí (7 775 registros de estaciones del Océano Austral) es mantenido por SCAR-MarBIN. FishBase es un sistema global de información sobre peces que cubre todos los aspectos de la biología, ecología, dinámica de poblaciones, ciclo de vida y utilización del recurso por el hombre. La información se proporciona en actualizaciones mensuales a www.fishbase.org. Los datos sobre su presencia provienen en su mayoría de colecciones de museos, y en menor grado, de prospecciones y publicaciones científicas; además se han obtenido más de 1 000 registros de observaciones del público en general (observadores de peces). Los peces fueron capturados con distintos artes de pesca, y algunos datos fueron obtenidos de colecciones de especímenes; también de prospecciones de arrastre y de unas pocas observaciones individuales, por ejemplo, pescadores de caña o buceadores. Los hábitats cubiertos incluyen zonas marinas, y de agua dulce o salobre. Todas las clases de peces están representadas: Myxini (mixinas), Cephalaspidomorphi (lampreas), Holocephali (quimeras), Elasmobranchii (tiburones y rayas), Sarcopterygii (peces de aletas carnosas lobuladas) y Actinopterygii (peces con aletas con rayos), y se estima que hay en total 29 200 de 30 000 especies. En el marco de este taller, solamente se recurrió a SCAR-MarBIN para obtener datos sobre las especies de peces del bentos.

Hexacorallia

Página de metadatos:

http://gcmd.gsfc.nasa.gov/KeywordSearch/Metadata.do?Portal=scarmarbin&KeywordPath=Locations%7COCEAN%7CSOUTHERN+OCEAN&OrigMetadataNode=GCMD&EntryId=scarmarbin_HEXACORALLIA&MetadataView=Brief&MetadataType=0&lbnode=gcmd3

Compilador del conjunto de datos: D. Fautin, Universidad de Kansas, EEUU.

Breve descripción: Un subconjunto de los datos aquí descritos (1 428 registros del Océano Austral) es mantenido por SCAR-MarBIN. Hexacorallia es una compilación de publicaciones sobre la taxonomía, nomenclatura y distribución geográfica de los miembros existentes de la subclase Hexacorallia –filo Cnidarios, Orden Actinaria (en sentido estricto, anémonas de mar), Orden Antipatharia (corales negros), Orden Ceriantharia (anémonas de tubo), Orden Corallimorpharia (anémonas de mar en sentido general), Orden Ptychodactiaria (anémonas de mar en general), Orden Scleractinia (corales duros o rocosos) y Orden Zoanthidea (anémonas de mar en general). Es posible obtener mayor información sobre las colecciones y la cobertura temporal de los datos de:

<http://hercules.kgs.ku.edu/hexacoral/anemone2/index.cfm>

ZIN Brittlestars

Página de metadatos:

http://gcmd.gsfc.nasa.gov/KeywordSearch/Metadata.do?Portal=scarmarbin&KeywordPath=Locations%7COCEAN%7CSOUTHERN+OCEAN&OrigMetadataNode=GCMD&EntryId=scarmarbin_MANFA&MetadataView=Brief&MetadataType=0&lbnode=gcmd3

Compilador del conjunto de datos: I. Smirnov, Instituto Zoológico de San Petersburgo, Rusia.

Breve descripción: El Laboratorio de Investigaciones Marinas del Instituto Zoológico de la Academia Rusa de Ciencias ha establecido una serie de bases de datos sobre la biodiversidad marina de la Antártida. El foco de las bases de datos son la taxonomía, biogeografía, filogenia y ecología de los invertebrados marinos de la Antártida. Las colecciones depositadas en el laboratorio son las más grandes de Rusia, y contienen más de 15 000 especies y cerca de 1 700 000 especímenes. La base de datos Fauna Marina Antártica (MANFA) es parte de CAML, programa que investiga la distribución y abundancia de la vasta biodiversidad de la Antártida, a fin de desarrollar referencias para evaluar los efectos del cambio climático. Los datos de MANFA serán puestos a disposición del público a través de SCAR-MarBIN.

Base de datos de la CCRVMA con información de las prospecciones científicas y de las pesquerías comerciales (no está disponible en línea)

A fin de completar la información disponible a través de SCAR-MarBIN, el subgrupo de trabajo sobre el bentos pidió una base de datos de la distribución de los peces del bentos. Los grupos taxonómicos para los cuales se solicitó datos incluyen: Artedidraconidae, Bathydraconidae, Channichthyidae, Harpagiferidae, Nototheniidae (*Dissostichus*, *Gobionotothen*, *Lepidonotothen*, *Notothenia*, *Nototheniops*, *Paranotothenia*, *Trematomus*), Tripterygiidae y Zoarcidae.