



INFORME FINAL

Convenio de Desempeño 2021

Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola
y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre las regiones
de los Lagos y de Aysén, año 2021.

Sección II. Merluza de cola

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Mayo 2022



INFORME FINAL

Convenio de Desempeño 2021

Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y de Aysén, año 2021.

Sección II. Merluza de cola

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Mayo 2022

REQUIRENTE

**SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO**

Subsecretaría de Economía y
Empresas de Menor Tamaño
Javiera Petersen Muga

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Luis Parot Donoso

Jefe (I) División Investigación Pesquera
Sergio Lillo Vega

JEFE DE PROYECTO

Javier Legua Delgado



SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Mayo 2022

AUTORES POR OBJETIVO

*Estimación hidroacústica de la abundancia y biomasa
de merluza de cola*
Javier Legua Delgado

*Determinación de talla y edad
de merluza de cola*
Vilma Ojeda Cerda
Héctor Hidalgo Valdebenito
Renato Céspedes Michea

*Índice gonadosomático, estadíos de madurez
macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad
de merluza de cola*
Mauricio Landaeta Díaz
Gustavo Herrera Urzúa
Erika López Soto
Paola Troncoso Guerra

*Importancia relativa fauna acompañante
de merluza de cola*
René Vargas Silva

*Análisis de las agregaciones
de merluza de cola*
Bernardo Leiva Pérez

COLABORADORES

Muestreo biológico a bordo
Adrián Ibieta Figueroa
Oscar Nancul Paillaman
Braulio Acuña Guajardo
Rodrigo Ulloa Meza
Guillermo Carrasco Cisternas
Juan Linares Huenchupan



RESUMEN EJECUTIVO

Este documento corresponde al Informe final del proyecto “Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y de Aysén, Año 2021”. Se presentan los estimados de biomasa y abundancia, estructura de talla y edad, distribución espacial, fauna acompañante, condiciones reproductivas, características de las agregaciones de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), observados en un crucero de prospección pesquera realizado en agosto de 2021 en la zona sur - austral de Chile.

El proyecto contempló un crucero de prospección acústica y pesquera a bordo del buque fábrica “Cabo de Hornos”, el cual, en su primera etapa, denominado crucero 1, se prolongó entre el 5 y el 20 de agosto de 2021 y se orientó a la prospección hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola en el área comprendida entre las latitudes 43°30’S y 47°00’S.

Se efectuaron un total de 54 transectas, 43 separadas cada 5 mn, adicionalmente, en la zona de los cañones de Guafo, Guamblin y Taitao se realizaron 10 intermedias a distancias de 2,5 millas. Se efectuaron 32 lances de pesca de identificación en el total de la zona de estudio.

El stock de merluza de cola presentó una biomasa estimada a través del método geoestadístico de 186.348 t ($LC_{\alpha=5\%} = 163.392 - 209.303$), valor 3,02% superior al estimado durante el crucero efectuado en agosto de 2020. Por el método bootstrap, la biomasa alcanzó un valor de 212.511 t con un intervalo de confianza entre 194.128 y 230.895 t. La biomasa desovante hembras alcanzó las 49.870 t que representó el 26,8% de la biomasa total.

La abundancia se estimó en 750.200.120 individuos de los cuales 335.194.332 (44,7%) fueron machos y 415.005.778 (55,3%) hembras, el total del estimado representa un aumento de 33,4% respecto del periodo 2020. La abundancia desovante de hembras se estimó en 101.981.273 individuos que representaron el 13,6% de la abundancia total.

Se obtuvo la estructura de edades en base al estudio de otolitos, encontrando una composición sostenida por ejemplares desde 1 a los 20 años. En la serie histórica la edad mediana de la abundancia ha sido levemente menor en machos que en hembras, ha experimentado descenso desde valores de 7,2 y 8,1 en machos y hembras en el año 2000, hasta presentar valores de 2,0 y 2,4 respectivamente en 2021.

La abundancia de ambos sexos estuvo sostenida mayoritariamente (94%) por cuatro clases que comprenden los GE I a IV, con moda en el GE III.

El peso promedio de merluza de cola (ambos sexos) fue 248 g, valor menor al observado el año 2020 (322 g) y muy por debajo a lo registrado en los cruceros anteriores a 2008 en que el peso promedio podía estar alrededor de los 1.000 g.



El ajuste de la curva teórica para estimar edad de madurez (GE50%) indicó que los ejemplares se presentaban maduros en un 50% en el GEIII en machos y en el GEIV en las hembras.

El centro de masa de la distribución espacial del stock evaluado de merluza de cola se localizó en la latitud 45°02,8'S, con una inercia latitudinal de 0,76°, posición que estuvo desplazada 9,3 mn hacia el sureste de isla Guamblín respecto al año 2020. Esta posición central es comparable a los valores observados en la mayoría de los estudios previos realizados en la zona.

La estructura de talla de merluza de cola en el año 2021 basada en una muestra de 3.948 ejemplares registró una importante presencia de ejemplares juveniles de 75% y una escasa presencia de adultos (25%). La composición de talla presentó cuatro modas. Una moda principal juvenil entre 35-49 cm y seguida de una segunda moda de ejemplares adultos jóvenes entre 50-59 cm. Las dos restantes modas de menor presencia fueron una moda juvenil de peces pequeños entre 20-34 cm y una moda de ejemplares adultos entre 65-79 cm. En la proporción sexual, las hembras predominaron (55%) respecto de los machos. La estructura de talla juvenil entre los 35-49 cm se presentó en toda el área de. No obstante, en particular la escasa fracción adulta fue focalizada principalmente hacia latitudes menores, como el Cañón Guafo. La distribución de talla de merluza de cola entre 2008 a 2021 se ha caracterizado por una mayor presencia de juveniles; mientras entre 2001 a 2005 las distribuciones de tallas predominaron los adultos.

El total de gónadas de hembras de merluza de cola analizadas en laboratorio fueron 558 con un rango de tallas entre 25 y 105 cm de longitud total.

El análisis de los estadios de madurez sexual (EMS) indicó que solo un 0,4% de la población correspondió a hembras desovadas y un 45,2% a hembras en maduración y maduras que se estaban preparando para el desove.

El IGS promedio estimado fue de 4,63 con valores individuales extremos de 0,07 y 39,04. Los peces con gónadas inmaduras presentaron un IGS promedio de 0,5 el que aumentó a 16,08 en los peces sexualmente maduros.

En el periodo de muestreo que abarcó entre el 7 y 13 de agosto, se encontró la mayor cantidad de hembras maduras coincidente con un valor alto del IGS de 9,69.

Al analizar los EMS con respecto a grupos de longitud total se observó una escasa presencia de individuos en maduración a partir del rango 30-39 cm LT, dicha situación ya se ha observado en años anteriores para merluza de cola. En tanto que los individuos inmaduros se presentaron hasta el grupo de longitud 70-79 cm LT. La talla media para el presente estudio se estimó en 51 cm LT.

Para estimar la fecundidad se utilizó un total de 97 muestras, obteniendo un valor de 363.328 de fecundidad modal y un valor de 344.683 de fecundidad media total de la muestra.



Durante el crucero fueron capturadas e identificadas un total de 19 especies. La fauna presente en la zona de estudio está compuesta, principalmente, por dos especies: merluza del sur y merluza de cola. Ambas especies representaron un 95,3% de la captura obtenida en la zona, seguidas en importancia por merluza de tres aletas, cojinoba moteada, tollo sargento, congrio dorado y reineta. Otras especies estuvieron presentes en baja proporción, representando el 0,3% de la captura total obtenida durante el crucero. La fauna acompañante de merluza de cola, durante el crucero, estuvo compuesta en 83,4% por merluza del sur.



EXECUTIVE SUMMARY

This document corresponds to the Final Report of the project "Evaluation of southern hake, hoki, and southern blue whiting spawning stock in the outer waters between Los Lagos and Aysén Regions, 2021." It presents estimates for biomass and abundance, size structure and age, spatial distribution, accompanying fauna, reproductive conditions, and characteristics of southern hake (*Merluccius australis*) aggregations. The results are based on observations from August 2021 in Chile's south.

The project included an acoustic and fishing prospecting cruise aboard the factory vessel "Cabo de Hornos," whose first stage, dubbed cruise 1, took place between August 5 and 20, 2021, and focused on hydroacoustic prospection of southern hake and hoki in the area between latitudes 43°30'S and 47°00'S.

A total of 54 transects were carried out, 43 separated every 5 nm. Additionally, 10 intermediate ones were carried out at distances of 2.5 miles around the Guafo, Guamblin and Taitao canyons, while 32 identification fishing hauls were carried out in the entire study area.

Total southern hake biomass was estimated at 111,211 t ($LC_{\alpha=5\%}=103,627 - 118,795$ t), 8.8% higher than during the cruise in August 2020. Using the bootstrap estimator, biomass reached 121,629 t with a confidence interval of 114,843 t to 128,415 t. Spawning biomass of females reached 66,898 t, which represented 60.1% of total biomass.

Total abundance was estimated at 63,188,117 individuals, of which 24,039,318 (38%) were males and 39,148,799 (62%) females under the geostatistical method, 24.9% higher compared to 2020. Using the bootstrap estimator, abundance was 69,107,753 individuals. Spawning abundance of females was estimated at 15,962,133 individuals, representing 25.3% of total abundance.

Southern hake size structure of the 2021 cruise, based on 2,619 specimens sampled, entailed bimodal distribution, with adult specimens' main sizes between 70 cm and 99 cm and a secondary size of juvenile specimens of 30-44 cm. The structure was composed mainly of adult specimens with 74% (sizes greater than or equal to 70 cm), 26% of juvenile specimens (smaller than 70 cm), and a female predominance of 62% with respect to males. Modal structure between 70 cm and 99 cm was recorded throughout the study area, while juvenile modal structure of 30-44 cm was recorded mainly in the Guafo and Guamblin canyons. Southern hake size structure between 2007 and 2019 gradually increased with presence of females between 48% and 79%; however, in 2020 and 2021 the predominance of females decreased (69%). In recent years of research, a more frequent presence of juvenile specimens was detected in the study area, around 30% of size composition.

The sexual proportion presented by abundance in the spawning period in the historical series is variable, with greater proportion of females. During 2021, female abundance was also higher than that of males, with a registered ratio of 1:1.6.



Age structure was obtained based on the study of otoliths, finding a composition sustained by specimens from 1 to 22 years. In the historical series, the median age has generally been lower for males than for females. In recent years, there has been a notable difference in median age between the sexes. In 2021, median age of 3.7 and 8.2 years was recorded for males and females, respectively, which constitutes the lowest value recorded for this parameter for the evaluated area of the parental stock.

Abundance, without considering separation by sex, was sustained mostly (67%) by seven classes comprising GE II to V and GE XI to XIII. The average weight of specimens was 1,760 g, with average length of 64 cm. These values were lower than those from 2020 and correspond to the lower ones observed in the 2000-2021 period generally.

Sexually mature specimens were present in 50% of GE XI for males and GE XIII for females. Taking this value as reference, parental stock (mature) was constituted by 12% of mature males ($\geq$ GE XI) and 25% of mature females ($\geq$ GE XIII), because last year the abundance structure presented high composition of juveniles.

The total number of gonads of southern hake females analyzed in the laboratory was 811, with a size range of 33 cm to 106 cm. The analysis of the stages of sexual maturity (ASSM) showed the spawning process was fully underway, with an average of 53% of maturing and mature females.

The mean GSI was 5.0 with extreme individual values of 0.10 and 34.04. Fish with immature gonads had an average GSI of 0.73 while it was 14.16 for mature females. The index of reproductive activity showed a similar GSI in both sampling periods (August 7 to 13 and August 14 to 20), due to the high percentage of mature females in both periods.

Average size was estimated at 73.1 cm TL, coinciding with the ASSM with respect to total length, where maturing and mature females begin to be represented in the 70-79 cm TL range. The estimated mean age was 10.5 years.

Average modal fecundity and total mean fecundity of the sample were estimated. A total of 83 samples presented the conditions required to perform these calculations, obtaining modal fecundity equal to 2,603,427 and sample fecundity of 2,487,437.

During the cruise, 19 species were captured and identified. The fauna present in the study area was mainly composed of southern hake and hoki. Both species accounted for 95.3% of the catch obtained, followed in importance by southern blue whiting, silver warehou, birdbeak dogfish, golden kingclip and pacific pomfret. Other species were present in lower proportions, representing 0.3% of total catch, while 93.8% of southern hake accompanying fauna consisted of hoki.



ÍNDICE GENERAL

Página

RESUMEN EJECUTIVO.....	i
EXECUTIVE SUMMARY	iv
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
1. OBJETIVO GENERAL	1
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
3. ANTECEDENTES.....	2
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	6
4.1 Área y período de estudio	6
4.2 Embarcación y equipos	6
4.2.1 Embarcación	6
4.2.2 Equipos	6
4.3 Objetivo específico 1.	7
4.3.1 Diseño del muestreo	7
4.3.2 Transectas de muestreo acústico	7
4.3.3 Identificación de los ecotrazos	8
4.3.4 Estimación de la abundancia y biomasa.....	9
4.3.5 Distribución espacial del recurso	13
4.4 Objetivo específico 2.	14
4.4.1 Estructura de tallas y proporción sexual	14
4.4.2 Composición de edades del stock de merluza de cola.	16
4.5 Objetivo específico 3.	19
4.5.1 Metodología a bordo	19
4.5.2 Análisis de laboratorio.....	20
4.6 Objetivo específico 4.	24
4.6.1 Análisis de los datos	25
4.6.2 Análisis comunitario	25
4.6.3 Identificaciones de agrupaciones específicas.....	25



4.7	Objetivo específico 5.....	26
4.7.1	Descriptores y variables utilizadas en el análisis	26
5.	RESULTADOS	30
5.1	Objetivo específico 1	30
5.1.1	Sistema de ecointegración	30
5.1.2	Lances de identificación de ecotrazos	30
5.1.3	Análisis geoestadístico	30
5.1.4	Biomasa y abundancia	31
5.1.5	Distribución espacial y batimétrica	31
5.2	Objetivo específico 2	31
5.2.1	Distribución de talla en la zona de estudio	32
5.2.2	Distribución de talla del crucero 2019 respecto de los cruceros anteriores	32
5.2.3	Composición de la estructura de edades	33
5.2.4	Caracterización de la Abundancia	37
5.2.5	Edad y estados de madurez	39
5.3	Objetivo específico 3	41
5.3.1	Estadios de madurez sexual (EMS)	41
5.3.2	Análisis histológico de las gónadas	41
5.3.3	Índice gonadosomático (IGS)	41
5.3.3	Índices de la actividad reproductiva	42
5.3.4	Talla media y edad media de madurez sexual	42
5.3.5	Fecundidad	43
5.4	Objetivo específico 4	44
5.4.1	Distribución batimétrica y espacial	44
5.4.2	Parámetros comunitarios	45
5.5	Objetivo específico 5	47
5.5.1	Agregaciones mezcladas de merluza del sur y merluza de cola	47
5.5.2	Merluza de Cola	53
5.5.3	Resultados serie 2005-2021, Análisis caso de mezcla de cardúmenes	56
6.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	58
	CONCLUSIONES	66
7.	REFERENCIAS	69



ANEXOS

ANEXO 1 Pesca de investigación y decreto supremo 711

ANEXO 2 Talleres

ANEXO 3 Personal participante por actividad



ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Área de estudio. Se señalan las isolíneas de los veriles de profundidad y las zonas asociadas a los cañones de profundidad (rectángulo rojo) presentes en la zona de estudio.
- Figura 2.** Buque fábrica “Cabo de Hornos” utilizado en el crucero. Gentileza Adrian Ibieta Figueroa, *Tecnólogo Evaluación directa*.
- Figura 3.** Plano de la red comercial GLORIA 1408 utilizada en el estudio.
- Figura 4.** Localización de (a) transectas de muestreo acústico, (b) lances de pesca de identificación, (c) especie principal presente en el lance. Crucero 2021.
- Figura 5.** Otolitos enteros de merluza de cola, par *sagitta*, vistos desde su cara externa. Estructuras pertenecientes a peces de longitud 45cm (A) y 75 cm (B).
- Figura 6.** Semivariograma de merluza de cola. Dirección omnidireccional. Zona total de estudio.
- Figura 7.** Distribución espacial de la merluza de cola en el área de prospección. Escala de categorías en t/mn².
- Figura 8.** Centros de gravedad de la distribución del stock evaluado de Merluza de cola. Período 2000 – 2021.
- Figura 9.** Distribución de talla de merluza de cola por sexo para el área de estudio. B/F Cabo de Hornos (agosto, 2021).
- Figura 10.** Distribución de talla de merluza de cola por área. B/F Cabo de Hornos (agosto, 2021).
- Figura 11.** Distribución de talla de merluza de cola por cañón y fuera de los cañones. B/F Cabo de Hornos (agosto, 2021).
- Figura 12.** Distribución de talla de merluza de cola por rango de profundidad (según profundidad de relinga superior). B/F Cabo de Hornos (agosto, 2021).
- Figura 13.** Distribución de talla de merluza de cola en los cruceros hidroacústicos 2001 a 2021
- Figura 14.** Distribución de los estadísticos históricos de la talla de merluza de cola para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2021 (2006 sin información).



- Figura 15.** Rango de longitudes y tendencia central del muestreo biológico, por sexo, asociado a cada lance de pesca, merluza de cola, crucero de investigación 2021. (1=machos, 2=hembras).
- Figura 16.** (2)Otolitos enteros de merluza de cola, par sagitta, vistos desde su cara externa. Estructuras pertenecientes a peces de longitud 45cm (A) y 75 cm (B).
- Figura 17.** Comparación de las funciones peso- longitud estimadas para merluza de cola por sexo (A) y representación de los parámetros “a” (intercepto) y “b” (pendiente) de esta relación en el período 2001 – 2021 (B).
- Figura 18.** Abundancia por clase de talla (A) y grupos de edad (B) de merluza de cola, por sexo, en las evaluaciones directas efectuadas en el período 2000 - 2021.
- Figura 19.** Proporción sexual de merluza de cola (razón machos:hembras), presente en la abundancia en el período de desove, según año, 2000-2021.
- Figura 20.** (6)Abundancia de merluza de cola, por sexo, en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2000 – 2021.
- Figura 21.** Edades medianas de merluza de cola, por sexo, presente en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2000 - 2021.
- Figura 22.** Fracción de merluza de cola (machos y hembras) maduros, según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2002 y 2007 a 2021. FMM: fracción de machos maduros, FHM: fracción de hembras maduras.
- Figura 23.** Curvas de madurez estimadas para merluza de cola (machos y hembras), según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2002 y 2007 a 2021. FMM: fracción de machos maduros, FHM: fracción de hembras maduras. (2020 machos sin ajuste).
- Figura 24.** Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus* en agosto de 2021.
- Figura 25.** Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto de 2021.
- Figura 26.** Ovario de merluza de cola en estadio inicial de desarrollo. Mc 2261: Aspecto histológico estadio ovárico Inmaduro (I). Aumento 4x. L: Lamela; Or: Ovocito reserva; Flecha: Ovocito inicio crecimiento primario; l: lumen; E: Tejido embrionario.



- Figura 27.** Ovario de merluza de cola en inicio proceso de madurez ovocitaria. Mc 2211 : Aspecto histológico estadio ovárico Madurez temprana (II). Aumento 10x. I: lumen; Op: Ovocito vitelado parcial; Flecha: Gránulo vitelo cortical ; N: Núcleo; Or: Ovocito reserva.
- Figura 28.** Ovario de merluza de cola en estadio intermedio de desarrollo Mc 2151 : Aspecto histológico estadio ovárico Madurez tardía (III). Aumento 5x. I: Lumen; Ov: Ovocito vitelado; Or: Ovocito reserva; N: Núcleo.
- Figura 29.** Ovario de merluza del sur en estadio final de desarrollo. Mc 2368 : Aspecto histológico estadio ovárico Regresión (VI). Aumento 5x. L: Lamela; I: Lumen; Or: Ovocito reserva; OVr: Ovocito vitelado residual.
- Figura 30.** Relación entre el peso de la gónada obtenido a bordo del buque y la registrada en el laboratorio en ejemplares de merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto 2021.
- Figura 31.** Valor promedio del índice gonadosomático (IGS) $\pm$ la desviación estándar y el error estándar, para cada uno de los estadios de madurez sexual y rango de tallas de la merluza del sur *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2021.
- Figura 32.** Ojiva de madurez sexual de la merluza del sur *Macruronus magellanicus* en agosto de 2021, con límites de confianza del 95%. Ajuste de los datos a un modelo lineal generalizado.
- Figura 33.** Porcentaje de hembras con desove omitido respecto al total de hembras maduras en merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 2015 a 2021.
- Figura 34.** Incremento relativo del índice gonadosomático (IR.IGS) en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2021.
- Figura 35.** Relación entre la fecundidad modal con a) el peso del cuerpo menos el peso de la gónada y b) la longitud total. Merluza del sur *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2021.
- Figura 36.** Participación de las principales especies capturadas, respecto captura total estandarizada crucero. Año 2021.
- Figura 37.** Participación de la fauna acompañante de merluza de cola. Año 2021.
- Figura 38.** Participación (%) respecto de la captura total estandarizada por subzona de: **a)** Las tres especies principales de merluzas y otras especies; **b)** Otras especies de la fauna acompañante de merluzas. Año 2021
- Figura 39.** Distribución y frecuencia de ocurrencia por veril de profundidad de merluza de cola y su fauna acompañante. Año 2021.



- Figura 40.** Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros de evaluación directa. Evaluaciones 2000 a 2021.
- Figura 41.** Resultado gráfico del análisis de ordenación (*NMDS*) de los cruceros de evaluación directa. Evaluaciones 2000 a 2021.
- Figura 42.** Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros agrupados por subzona de evaluación. Evaluaciones 2000 a 2021.
- Figura 43.** Resultado gráfico del análisis de ordenación (*NMDS*) de los cruceros agrupados por subzona de evaluación. Evaluaciones 2000 a 2021.
- Figura 44.** Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2021.
- Figura 45.** Resultado gráfico del análisis de ordenación (*NMDS*) de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2021.
- Figura 46.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores: morfológicos largo, alto y elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²) de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Dentro del cañón (sí) y fuera del cañón (no). Agosto 2021.
- Figura 47.** Valor promedio y mediana de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad de área (NASC/m²) de la mezcla de merluza del sur y merluza de cola. Según cañón. Crucero MS-MC 2021.
- Figura 48.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²), de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Según zona. Agosto 2021.
- Figura 49.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²) de agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Según rango de profundidad del fondo. Agosto 2021.



- Figura 50.** Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes. Mezcla de Merluza del sur y de cola. Agosto 2021
- Figura 51.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²), de la merluza de cola. Según zona. Agosto 2021.
- Figura 52.** Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²)) de merluza de cola. Según rango de profundidad del fondo. Agosto 2021.
- Figura 53.** Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes. Merluza de cola. Agosto 2021
- Figura 54.** Valores promedio de descriptores morfológicos (largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal), batimétricos (profundidad agregación, profundidad fondo e índice de altura) y de energía (NASC y densidad). Años 2007-2021.
- Figura 55.** Biomasa total y desovante (t) histórica de merluza de cola.
- Figura 56.** Abundancia total (millones de ejemplares) a la talla histórica (2000 a 2021) merluza de cola.
- Figura 57.** Frecuencia acumulada de la Abundancia total (%) – Longitud (LT en cm) histórica de merluza de cola periodo 2000 – 2021.



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Estimaciones de biomasa y abundancia de merluza de cola. Valores obtenidos en estudios de prospección acústica realizados en el período 2000 - 2021.
Tabla 2.	Características principales del buque fábrica "Cabo de Hornos".
Tabla 3.	Calibración del sistema de eointegración EK 80. Buque fábrica "Cabo de Hornos". Crucero 2021.
Tabla 4.	Escala de madurez sexual para merluza de cola, <i>Macruronus magellanicus</i> , basada en características macroscópicas y microscópicas de la gónada, según Balbontín y Fischer (1981), modificada para la merluza de cola (Troncoso, 2004).
Tabla 5.	Criterios citológicos e histológicos para la definición de estadios de madurez gonadal en peces teleósteos. FPO, folículo postovulatorio; VG, vesícula germinal.
Tabla 6.	Datos operacionales de los lances de pesca de identificación. Crucero 2021.
Tabla 7.	Capturas por especie registradas en los lances de pesca de identificación. Crucero 2021.
Tabla 8.	Resumen modelación geoestadística y bootstrap de merluza de cola para la zona total de estudio. Crucero 2021.
Tabla 9.	Estimado total de biomasa y Abundancia, límites de confianza y densidad de merluza de cola. Crucero 2021.
Tabla 10.	Estimados de abundancia de merluza de cola y participación por sexo. Crucero 2021.
Tabla 11.	Parámetros de la relación peso – longitud de merluza de cola. Crucero de evaluación 2021.
Tabla 12.	Estimaciones del tamaño del stock usados en los procesos históricos, peso promedio y proporción sexual, cruceros de merluza de cola 2000 - 2021.
Tabla 13.	Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, machos. Crucero de evaluación 2021.
Tabla 14.	Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, hembras. Crucero de evaluación 2021.



- Tabla 15.** Abundancia por grupo de edad y desviación estándar para merluza de cola por sexo y proporción de ambos según grupo de edad. Crucero de evaluación 2021.
- Tabla 16.** Estimaciones de Grupo de Edad (GE) al 50% de madurez para merluza de cola, intervalo de confianza (IC), límites (LI: Límite inferior, LS: Límite superior) y número de muestras analizadas (n), por sexo, para años que forman parte de la serie histórica de cruceros de evaluación.
- Tabla 17.** Índices de la actividad reproductiva de las hembras adultas de la merluza del sur *Macruronus magellanicus*, desde el 7 al 20 de agosto de 2021. LT, longitud promedio; EMS, estadio de madurez sexual; IGS, índice gonadosomático. El cálculo del % de EMS considera peces inmaduros y maduros.
- Tabla 18.** Proporción de hembras maduras a la talla y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza del sur *Macruronus magellanicus* en agosto de 2021, mediante el ajuste a un modelo lineal generalizado.
- Tabla 19.** Abundancia y porcentaje de hembras con desove omitido respecto al total de hembras maduras en merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 2015 a 2021
- Tabla 20.** Talla media de madurez sexual estimada por un ajuste de máxima verosimilitud mediante el ajuste a una función logística y talla de madurez estimada mediante el cálculo del incremento relativo del IGS (IR.IGS) en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 2001 a 2021.
- Tabla 21.** Proporción de hembras maduras a la edad y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2021.
- Tabla 22.** Fecundidad promedio y fecundidad del total de las hembras maduras de la muestra calculada en estudios realizados en merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 1996 a 2021.
- Tabla 27.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas. Agosto 2021.
- Tabla 28.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2021.



- Tabla 29.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2021.
- Tabla 30.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas en cañones 1 y 3 Agosto 2021.
- Tabla 31.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola entre cañones. Agosto 2021.
- Tabla 32.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas por zona. Agosto 2021.
- Tabla 33.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola según zona. Agosto 2021.
- Tabla 34.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas por rango de fondo. Agosto 2021.
- Tabla 35.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola según rangos de fondo. Agosto 2021.
- Tabla 36.** Matriz de correlaciones entre las variables originales de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Agosto 2021.
- Tabla 37.** Valores propios y porcentaje de variabilidad explicada por los componentes. Agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Agosto 2021.
- Tabla 38.** Correlaciones de las variables originales con los componentes principales. Agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Agosto 2021.
- Tabla 39.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza de cola detectadas. Agosto 2021.



- Tabla 40.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza de cola, detectadas por zona. Agosto 2021.
- Tabla 41.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de merluza de cola, según zona. Agosto 2021.
- Tabla 42.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza de cola, detectadas por rango de fondo. Agosto 2021.
- Tabla 43.** Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de merluza de cola, según rangos de fondo. Agosto 2021.
- Tabla 44.** Matriz de correlaciones entre las variables originales de Merluza de Cola. Agosto 2021.
- Tabla 45.** Valores propios y porcentaje de variabilidad explicada por los componentes. Merluza de cola. Agosto 2021.
- Tabla 46.** Correlaciones de las variables originales con los componentes principales. Merluza de cola. Agosto 2021.



1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y de Aysén.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1 Estimar el tamaño del stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presentes en el área de estudio.
- 2 Determinar la composición demográfica de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas.
- 3 Caracterizar la actividad reproductiva de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación.
- 4 Caracterizar la fauna acompañante de la merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación, en el área y período de estudio.
- 5 Caracterizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, registrada acústicamente en el área de estudio.



3. ANTECEDENTES

Merluza de cola (*Macruronus magellanicus*, Lönnberg, 1907), también conocida como “hoki” o “patagonian grenadier”, es una especie gadiforme de hábitos pelágicos y demersales (euribática), que presenta una amplia distribución geográfica circunscrita al cono austral de Sudamérica, por el Pacífico sudoriental en las costas chilenas entre los 30° S y los 57° S (Lillo *et al.*, 1997; Aguayo, 1974) y por el Atlántico Sudoccidental entre los 33° S y 57° S (Giussi *et al.*, 2002), que de acuerdo a las zonas estadísticas definidas por FAO corresponden al área 87 denominada Pacífico sudoriental, y al área 41 denominada Atlántico sudoccidental.

Estudios de marcadores genéticos describen una sola unidad poblacional en las costas chilenas (Galleguillos *et al.*, 1999). Posteriormente, mediante el uso de técnicas de análisis de elementos trazas en los otolitos, Schuchert *et al.* (2010) postulan la existencia de una población patagónica en el cono sur de América, conformada por una población altamente mezclada y postulando la existencia de al menos dos áreas de desove, una el Pacífico sudoriental y otra en el Atlántico sudoccidental.

La merluza de cola, *Macruronus magellanicus*, es actualmente la principal pesquería de la zona austral chilena (Lillo *et al.*, 1997, Giussi *et al.*, 2002, Tascheri *et al.*, 2010) y opera sobre la plataforma continental en Chile central (34°S - 42°S) y en la Patagonia (42°S - 57°S). Se distribuye en el cono sur de Sudamérica, desde 37°S en el Océano Atlántico, hasta los 27°03'S en el Océano Pacífico, pero la mayor abundancia está localizada en la Patagonia de Chile, entre los 41°40' a 52°S (Tascheri *et al.*, 2010).

La pesquería demersal sur - austral se desarrolla en el área comprendida entre el paralelo 41°28,6 L.S. y el extremo sur del país. La actividad industrial está limitada a aguas exteriores por fuera de las líneas de base recta y se subdivide en dos unidades que son la Unidad de Pesquería Norte (UPN) desde el 41°28,6 L.S al 47° hasta las 60 millas náuticas (mn) y Unidad de Pesquería Sur (UPS) desde el paralelo 47° L.S al extremo sur y hasta las 80 mn. La pesca artesanal que opera en el mar interior, se encuentra regionalizada administrativamente.

Esta pesquería, de carácter multiespecífico orientada a la explotación de merluza del sur (*Merluccius australis*), merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), se inició en 1978 con la operación de una flota compuesta por buques arrastreros fábrica, a la que posteriormente se agregaron en 1984 una flota de buques arrastreros hieleros, y entre 1986 - 1987 otras dos flotas compuestas por embarcaciones palangreras fábricas y hieleras. Además, a partir de 1984 se produce el desarrollo de una pesquería de carácter artesanal en la zona de aguas interiores de las regiones de los Lagos hasta Magallanes, orientada principalmente a la captura de merluza del sur.

Esta pesquería, está constituida por dos unidades, una de la región de Valparaíso a la región de los Lagos y la otra de la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo hasta la región de Magallanes y la Antártica Chilena, ambas declaradas en régimen de plena explotación y sometidas a



la medida de administración llamada Licencias Transables de Pesca. En la captura de este recurso se desarrollaron dos pesquerías, la primera correspondió a la pesquería demersal sur austral que actúa preferentemente sobre la fracción adulta del stock y la segunda, corresponde a la pesquería pelágica de la zona centro-sur (35°S - 43°S) y que opera durante el período primavera-verano sobre una fracción mayoritariamente juvenil y que alcanzó desembarques promedios superiores a las 200 mil toneladas (ton) en el período 1987 - 1999, disminuyendo a menos de 50 mil ton en la década del 2000. En los últimos años la cuota de captura anual se redujo de 154 mil toneladas el año 2010 a niveles inferiores a las 50 mil toneladas, a lo que se suma la veda reproductiva durante agosto, lo que se ha reflejado en la disminución de los desembarques de este recurso.

Los desembarques de merluza de cola provenientes de la pesquería demersal sur-austral, comienzan a fines de la década del 70 registrándose un aporte sostenido cercano a las 20 mil toneladas anuales, cifra que según Young *et al.* (1998) podría estar subestimada producto del descarte no registrado. A partir del año 2000 los desembarques se duplicaron sobrepasando el volumen de la pesquería centro-sur, esto debido al aumento de las cuotas de capturas asignadas a la pesquería demersal sur. Sin embargo, durante los últimos años la estructura demográfica del stock de merluza de cola ha mostrado una declinación paulatina en la participación de la fracción más adulta de la población y una mayor presencia en las capturas de individuos más jóvenes, particularmente de los grupos de edad II a VI.

Por otra parte, es posible la existencia de una población patagónica en el Cono Austral de Sudamérica altamente mezclada, con al menos dos áreas de desove, una en el Pacífico sudoriental y otra en el Atlántico sudoccidental (Schuchert *et al.*, 2010), dado esto, toma relevancia la magnitud de las capturas proveniente de ambas áreas, las cuales podrían tener posibles efectos en la explotación del recurso en un área respecto de la otra. En Chile, la caída del desembarque respondería a la disminución de la cuota de captura anual y a los menores rendimientos de pesca que ha presentado parte de la flota arrastrera (Céspedes *et al.*, 2016 y 2017). El escenario antes señalado llevó a la autoridad administrativa a la adopción de diferentes medidas de manejo como fueron: el establecimiento de tamaños mínimos, zonificaciones, regulaciones de artes de pesca, fijación de cuotas de capturas y a su clasificación de stock agotado (SSPA, 2018).

Las evaluaciones orientadas a merluza de cola (**Tabla 1**) se han realizado preferentemente en el área comprendida entre las latitudes ($43^{\circ}30'\text{S}$ y $47^{\circ}00'\text{S}$) la que está asociada a la principal zona de desove de la merluza de cola, pero sin olvidar que la definición de esta área está asociada también al proceso reproductivo de merluza del sur, por lo que existe un compromiso técnico en la fijación del área de estudio. Al respecto, los antecedentes disponibles hacen referencia que el proceso reproductivo de merluza del sur y merluza de cola presentarían una amplia distribución espacial (Aguayo *et al.*, 2001; Ernst *et al.*, 2006) pero el área de desove principal estaría asociado a las islas Guafo y Guambín, donde ambos recursos desarrollan este proceso biológico y corresponde a lo que se definió como el área de estudio del presente proyecto.

Esta especie presenta un comportamiento de características pelágicas en ejemplares juveniles, a diferencia de su fase adulta donde presenta hábitos demersales (Lillo *et al.*, 2000). El nivel alto de canibalismo podría explicar la segregación espacial entre juveniles y adultos (Pool *et al.*, 1997).



En el estudio de edad de las especies, aquellas que presenten dentro del desarrollo de su vida clases anuales fuertes, permiten el seguimiento a través de los años, entregando información del paso en el tiempo de clases anuales destacadas, siempre que permanezcan en el medio y no se presente una situación de remoción fuerte que corte este paso en el tiempo (Céspedes *et al.*, 2017). Un factor que incide en la composición de individuos es la proporción de machos y hembras al interior de los desembarques analizados. Considerando las zonas de análisis se puede mencionar que desde 2003 a 2016, en la zona norte, por lo general las hembras sobrepasan en el doble o más a los machos, en cambio en el sur, las hembras se presentan en menor intensidad pudiéndose señalar que están más próximas a encontrarse en relación 1:1 (Céspedes *et al.*, 2017). La distribución por sexos es desigual en las etapas de peces más jóvenes, si se las compara con las de mayor edad y considerando las edades que componen la estructura de la pesca actual versus la de hace una década (Céspedes *et al.*, 2017).

En términos de estructura de tallas, desde el año 2008 al año 2014 se ha registrado una menor presencia de adultos, contrastado con un aumento de la presencia de juveniles y adultos jóvenes en las capturas, señales que podrían responder a una menor condición de su población (biomasa); lo cual es coincidente con las tendencias observadas en las estructuras de talla proveniente de los estudios realizados mediante métodos hidroacústicos (Lillo *et al.*, 2009, 2011, 2013, 2014 y 2016). Sin embargo, en los años 2015 y 2016 se ha registrado un gradual cambio a estructuras con un grado mayor de la proporción de ejemplares adultos; información que podría ser una señal positiva, pero la disminución de la fracción juvenil en las estructuras de tallas introduce un mayor grado de incertidumbre (Céspedes *et al.*, 2017).

En lo que respecta al proceso de desove, hito biológico considerado como base de referencia para definir el período de la pesca de investigación, la merluza de cola muestra un período bien definido de maduración que se inicia en mayo, alcanza su madurez en julio y culmina con un corto período de desove durante agosto (Young *et al.*, 1998), aunque es posible también observar, al igual que en la merluza del sur, variaciones temporales en el período en que se alcanza la mayor actividad reproductiva. En este sentido, el análisis de información de pesca de la flota entre 2000 y 2005, ratifica el acotado período de desove para esta especie, encontrando principalmente el pick de maduración en el mes de agosto, situación que se corrobora con los altos IGS registrado durante este mes en las evaluaciones realizadas en la zona de estudio.

El período de máxima actividad reproductiva, estimado a partir de índices gonadosomático (IGS), se ha señalado para el bimestre julio - agosto con una rápida disminución en septiembre (Aguayo *et al.*, 1991, 1994; Young *et al.*, 1998) sin embargo, observaciones realizadas en otros años (Chong, 2000; Balbontín y Bravo, 2001) muestran la existencia de un grado de variabilidad anual en la distribución de los EMS y por lo tanto, en la fecha de inicio del desove poblacional. Estos resultados coinciden con los obtenidos durante los estudios de evaluación directa realizados en agosto.

El estudio de la alimentación de cualquier individuo, resulta necesario para contribuir al análisis de los aspectos bio - ecológicos en los ecosistemas que integran. Conocidas estas interrelaciones, es posible



inferir la estructura y función de cada uno de estos individuos. En esta pesquería existen interacciones tróficas entre las especies de importancia comercial, como la depredación de la merluza austral y el congrio dorado sobre la merluza de cola y el canibalismo de esta última (Arancibia *et al.*, 2010). La merluza de cola presenta cambios en su dinámica trófica con la ontogenia, pasando de carcinófagos (individuos menores a 30 cm) a ictiófagos estrictos (individuos mayores a 55 cm) y con los individuos de tamaños intermedios de dieta principalmente ictiófaga pero con importante presencia de crustáceos (eufáusidos) (Neira *et al.*, 2015).

Al respecto, en muestreos realizados en el mar interior de la región de los Lagos hasta la región de Aysén se le ha descrito como una especie de hábitos tróficos principalmente planctónicos con un reducido espectro de presas y su alimentación está basada en pequeños peces y crustáceos mesopelágicos, como mictófidos, eufáusidos, pasifeídos, entre los más importantes (Meléndez *et al.*, 2009; Medina y Herrera, 2012), dado esto, es un depredador generalista. Por otra parte, en el mar exterior se muestra con un comportamiento alimenticio con un amplio dominio de canibalismo (53%) en el contenido estomacal de merluza de cola, seguido en importancia por el pez Nansenia (23,6%) y crustáceos (23,3%), aportando estas tres especies de presa sobre el 97% del total en peso del contenido estomacal de merluza de cola indicador de un espectro trófico estrecho (Neira *et al.*, 2015) y que concuerda con lo observado por Cubillos *et al.*, 1998. En estudios en el mar exterior realizados durante el periodo reproductivo, dan cuenta de una alimentación basada en peces mictófidos y mesopelágicos, mostrando una conducta eurífaga, sin diferencias ontogenéticas en su alimentación (Klarian *et al.*, 2018).

Las principales áreas de concentración por alimentación se registran desde enero a junio, una en el norte entre los 38°-39° S, otra entre los 42°-44° S y una tercera en el extremo austral entre los 55°-56° S. Mientras, la principal área de concentración reproductiva se registra entre los 41°28,6' y 47°00'S entre junio, julio y agosto, pasando incluso para septiembre (Céspedes *et al.*, 2017).

En este contexto y atendiendo la conveniencia de dar continuidad a una línea de investigación en la zona sur austral, la Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño, y la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, han considerado en el proyecto de Asesoría Integral Para La Toma De Decisiones en Pesca y Acuicultura para el año 2020, un estudio para evaluar el stock desovante de los recursos señalados como objetivos, del que se presenta su informe final, sección: merluza de cola.



4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Área y período de estudio

El área de estudio abarcó la plataforma continental, delimitada por los veriles de ~150 y 600 m de profundidad, entre las latitudes 43°30'S y 47°00'S (**Figura 1**). El crucero de prospección se desarrolló entre el 5 y 20 de agosto del 2021.

4.2 Embarcación y equipos

4.2.1 Embarcación

La embarcación utilizada fue el buque fábrica “Cabo de Hornos” (**Figura 2, Tabla 2**). El cual, por sus características técnicas y de operatividad, da la confianza al personal científico para poder desarrollar el crucero de investigación sin interrupciones y de manera segura. Su armador es Pesca Chile S.A. y fue utilizado en modalidad de arriendo.

Fueron solicitadas las debidas autorizaciones: i) de pesca según resolución exenta N° E-2021-393 (**Anexos 1**), además de ii) autorización a SHOA para navegar en las regiones de los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena (**Anexo 2**).

4.2.2 Equipos

a) Sistema de ecointegración

Se utilizó un ecosonda científico marca Simrad modelo EK80 con dos transductores (Split - beam transducer) montados en el casco de la embarcación, de frecuencias de 38 y 120 kHz, siendo la frecuencia principal de uso 38 kHz, los archivos fueron almacenados diariamente para su posterior proceso. Se utilizó el software marca SIMRAD EK80 (Versión 1.12.2) para el control de los transceptores en los dos canales de transmisión y la adquisición de los datos. Este ecosonda fue configurado en su frecuencia principal (38 kHz) para transmitir a una potencia de 2000 W y una duración del pulso de 1,024 ms. Los archivos raw fueron descargados diariamente del servidor del buque y respaldados en discos duros externos.

El sistema de ecointegración, fue calibrado para la frecuencia principal 38 kHz de acuerdo al procedimiento descrito por Foote *et al.* (1987), Demer *et al.* (2015) recomendado por el fabricante, el cual consiste en un blanco de referencia de intensidad acústica conocida bajo el transductor y dentro del haz acústico, a fin de comparar la fuerza de blanco registrada por el equipo con la fuerza de blanco de referencia, los resultados de la calibración se procesaron en el software EK80 (Versión 1.12.2) (**Tabla 3**).



b) Equipos de pesca

Los lances de pesca de identificación fueron realizados con una red de arrastre de mediagua modelo Gloria 1408 con abertura vertical en la boca de 70 m, según la velocidad de arrastre (**Figura 3**). A la red se instaló un cubrecopo de 50 mm de tamaño de malla, para retener el mayor rango de longitudes de peces posible, manteniendo las condiciones operacionales de estudios anteriores.

El funcionamiento del arte de pesca durante el lance, fue monitoreado mediante una sonda de red, que permitió efectuar un seguimiento del comportamiento de la red (altura, contacto con el fondo, profundidad), además fue instalado un sensor de captura en el copo, a fin de controlar los volúmenes de la pesca. De acuerdo a la Resolución de Pesca N° E-2021-393 del 30 de julio de 2021 y (**Anexo 1**), se asignaron un total de 18 t de merluza del sur, 60 t de merluza de cola y 40 t de merluza de tres aletas para dar cumplimiento a los objetivos planteados en el proyecto.

4.3 Objetivo específico 1.

*Estimar el tamaño del stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presentes en el área de estudio. **Sección merluza de cola.***

4.3.1 Diseño del muestreo

La prospección se efectuó mediante un diseño de muestreo tipo sistemático, el cual asume aleatoriedad en la distribución del recurso en relación con la localización de la primera transecta, el cual, ha sido señalado como el más adecuado en estudios dirigidos a estimar la abundancia y distribución de un recurso pesquero (Rivoirard *et al.*, 2000; Kalikhman, 2002).

4.3.2 Transectas de muestreo acústico

El muestreo acústico del área de estudio se realizó mediante 43 transectas distribuidas de forma sistemática y con dirección perpendicular al sentido general de la costa, cubriendo veriles de ~150 a 600 m de profundidad. La distancia entre dos transectas adyacentes fue de 5 mn (**Figura 4**) y se intensificó el muestreo acústico en la zona de los cañones existentes en la zona de estudio.

La densidad acústica, intensidad de blanco y la profundidad del fondo, se recolectaron de manera continua y georreferenciada durante las transectas; discretizadas en unidades básicas de muestreo (U.B.M) de 0,5 mn.



4.3.3 Identificación de los ecotrazos

Los datos acústicos fueron analizados mediante los métodos estándares utilizados en ecointegración (Simmonds y MacLennan, 2005) en primer lugar se examinaron los ecogramas para detectar errores asociados a la posición geográfica, integración del fondo e interferencia de otros equipos acústicos, procediéndose en el caso de detectarse algún de los tipos de errores antes señalado, a efectuar las correcciones pertinentes.

Posteriormente se efectuó el proceso de identificación de los ecotrazos, considerando para ello: i) Información de los lances de pesca de identificación, ii) tipo (disperso - estrato - cardumen), morfología y nivel de intensidad del ecotrazo y iii) profundidad del ecotrazo.

La asignación de las unidades de ecointegración (s_A) correspondiente a aquellos registros acústicos asociados a lances de pesca con más de una especie en la captura se efectuó mediante la estimación de proporción acústica propuesta por Simmonds y MacLennan (2005) y Bodholt (1991) la cual plantea, que la contribución de especie (E_i) a las unidades de ecointegración (E_m), es proporcional a su aporte en la captura (w_i) y su coeficiente de dispersión acústica (σ_i) en relación al total:

$$E_j = \frac{w_j * \bar{\sigma}_j * E_m}{\sum (w_i * \bar{\sigma}_i)}$$

$$\bar{\sigma}_i = 4 * \pi * 10^{(TS_i)/10}$$

Para la estimación del coeficiente de dispersión acústica se utilizaron las siguientes relaciones de fuerza de blanco:

Merluza del sur	TS = 20 * Log (L) – 68,1 (dB)	(Lillo <i>et al.</i> , 1996)
Merluza de cola	TS = 20,2 * Log (L) – 73,1 (dB)	(Lillo <i>et al.</i> , 2005a)
Merluza de tres aletas	TS = 20 * Log (L) – 68,5 (dB)	(Lillo <i>et al.</i> , 1996)

4.3.3.1 Corrección fuente de error producida por movimiento del transductor

La pérdida de información generada durante la prospección por los cambios en la orientación del transductor entre el momento de la transmisión del pulso y su recepción y que puede ser severa en casos de mal tiempo (Simmonds y MacLennan, 2005) fue compensada determinando los ángulos de inclinación longitudinal (pitch) y lateral (roll) con un sensor de movimiento instalado en el puente de la embarcación y conectado al computador del ER60, el cual tomó muestras continuas de la inclinación a razón de 240 muestras por minuto.

Para efectos de incorporar y compensar la señal acústica se utilizó el módulo de operador avanzado “Motion correction (Dunford method)” de Echoview® (versión 7.1.36.30718) el cual permite corregir pulso a pulso la atenuación de señal mediante el método de Dunford (Dunford, 2005). Aun así, a fin



de minimizar el movimiento lateral y longitudinal de la embarcación, las transectas se intentan realizar generalmente con viento en popa o por la aleta del buque, intentando minimizar con esto la pérdida de señal por este concepto (Saavedra *et al.*, 2012).

4.3.4 Estimación de la abundancia y biomasa.

La estimación de la abundancia y biomasa del stock a partir de los datos acústicos, se realizó mediante dos tipos de estimadores, uno de razón bootstrap (Robotham y Castillo, 1990) y otro geoestadístico (Rivoirard *et al.*, 2000).

a) Método bootstrap

La densidad media ($\hat{Z}_R$) se estima como:

$$\hat{Z}_R = \sum \frac{Z_j}{G}$$

Siendo un estimador de razón obtenido de la j -ésima iteración de muestra de tamaño “ n ” seleccionada, con reposición, de la muestra original y “ G ” representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

La abundancia y la biomasa se estimaron como:

$$\hat{A}_R = a_R * \hat{Z}_R * \bar{\sigma}^{-1}$$

$$\hat{B}_R = \hat{A}_R * \bar{w}$$

Donde,

- $\bar{\sigma}$ = $4 * \pi * 10^{\frac{TS}{10}}$ evaluada a la talla promedio de la fracción del stock evaluado.
- $\hat{A}_R$ = abundancia (en número).
- A_R = área de distribución del recurso (mn²).
- $\bar{w}$ = peso promedio (t).
- $\hat{B}_R$ = biomasa (t).

La varianza de la abundancia ($\hat{A}_R$) y biomasa ($\hat{B}_R$) se estimó como:

$$\hat{V}_1(\hat{A}_R) = a_R^2 * \left[\left(\frac{1}{\bar{\sigma}^2} \right)^2 * \hat{V}(\hat{Z}_R) + \hat{Z}_R^2 * \hat{V}\left(\frac{1}{\bar{\sigma}}\right) - \hat{V}(\hat{Z}_R) * \hat{V}\left(\frac{1}{\bar{\sigma}}\right) \right]$$



$$\hat{V}_1(\hat{B}_R) = \hat{V}(\hat{A}_R) * \hat{w}^2 + \hat{V}(\hat{w}) * \hat{A}_R^2 - \hat{V}(\hat{A}_R) * \hat{V}(\hat{w})$$

$$\hat{V}(\hat{Z}_R) = \frac{1}{(G-1)} \sum_{i=1}^G (\hat{Z}_R - \bar{\hat{Z}})^2$$

b) Estimador geoestadístico

En este método, las estaciones de muestreo (UBM) se asumen fijas y los valores de la variable estudiada (densidad local) son considerados variables aleatorias en cada punto del espacio (área de estudio), esto permite modelar su variabilidad espacial y efectuar estimaciones puntuales o globales (Petitgas, 1991).

La densidad media ponderada $\hat{Z}_{gs}$ de merluza de cola se estimó mediante el uso del método de kriging. En primer lugar se estimaron mediante una grilla de interpolación las densidades locales (Z_{x0}^*) en los diferentes nodos a partir de las densidades locales observadas ($Z_{w(x)}$) como:

$$Z_{x0}^* = \sum_{i=1}^m r_i * Z_{w(x)i}$$

Donde r_i representan los factores ponderadores, que deben sumar uno para que la estimación sea insesgada.

Una vez estimado los valores de los nodos de la grilla de interpolación, la densidad media se estimó como el promedio de los valores estimados en los nodos (m) correspondientes de la grilla de interpolación como:

$$\hat{Z}_{gs} = \frac{1}{V} \int Z_{x0}^* dx = \frac{1}{m} \sum Z_{x0}^*$$

La abundancia ($\hat{A}_{gs}$) y la biomasa ($\hat{B}_{gs}$) se estimaron como:

$$\hat{A}_{gs} = \hat{a}_{gs} * \bar{Z}_{gs} / \sigma_k$$

$$\hat{B}_{gs} = \hat{A}_{gs} * \bar{w}$$

$$\sigma_k = 4\pi(10^{0,1*TS_k})$$



Donde,

- $\hat{A}_{gs}$ = abundancia (en número).
 $\hat{a}_{gs}$ = área de presencia del recurso.
 $\hat{\bar{Z}}_{gs}$ = densidad promedio de merluza de cola (N°/mn^2).
 $\bar{w}$ = peso promedio de merluza de cola (t).
 $\hat{B}_{gs}$ = biomasa (t).
 $\bar{\sigma}_k$ = evaluada a la talla promedio de la fracción del stock evaluado.
 TS_k = Fuerza de blanco de la especie (dB).

La varianza de la abundancia ($\hat{V}(\hat{A}_{gs})$) y la biomasa ($\hat{V}(\hat{B}_{gs})$) se estimaron como:

$$\hat{V}_1(\hat{A}_{gs}) = a_{gs}^2 * \left[\left(\frac{1}{\bar{\sigma}^2} \right)^2 * \hat{V}(\hat{\bar{Z}}_{gs}) + \hat{\bar{Z}}_{gs}^2 * \hat{V}\left(\frac{1}{\bar{\sigma}}\right) - \hat{V}(\hat{\bar{Z}}_{gs}) * \hat{V}\left(\frac{1}{\bar{\sigma}}\right) \right]$$
$$\hat{V}_1(\hat{B}_{gs}) = \hat{V}(\hat{A}_{gs}) * \hat{w}^2 + \hat{V}(\hat{w}) * \hat{A}_{gs}^2 - \hat{V}(\hat{A}_{gs}) * \hat{V}(\hat{w})$$

La varianza proveniente de la distribución espacial del recurso ($\hat{V}(\hat{\bar{Z}}_{gs})$), se estimó mediante el método propuesto por Petitgas (1991) y Rivoirard *et al.* (2000), quienes aplican los principios de variables regionalizadas o geoestadística, a la estimación de la varianza de datos pesqueros geográficamente correlacionados, mediante la expresión:

$$\hat{V}(\hat{\bar{Z}}_{gs}) = 2\bar{\gamma}(S,V) - \bar{\gamma}(V,V) - \bar{\gamma}(S,S)$$

La varianza $\hat{V}(\hat{\bar{Z}}_{gs})$ depende de la estructura espacial a través de tres factores: la geometría del campo para $\bar{\gamma}(V,V)$; de la disposición entre los intervalos básicos de muestreo para $\bar{\gamma}(S,S)$ y de la posición de la red de muestreo en el campo para $\bar{\gamma}(S,V)$ (Petitgas y Prampart, 1993).

El algoritmo de kriging, estima los ponderadores que minimizan la estimación de la varianza, ponderando las muestras de acuerdo a su posición relativa y estructura espacial para generar un estimador insesgado mínimo de la varianza (Cressie, 1991; Rivoirard *et al.*, 2000).

El ajuste de los variogramas se efectuó mediante el programa R Project (R Core Team, 2015) y se realizó un análisis espacial de los datos a través del paquete Rgeostats V 11.0.1 (Renard *et al.*, 2015; Petitgas *et al.*, 2017).



i. Modelos de Semivariograma.

Para caracterizar la estructura espacial de la variable en estudio, se debe construir un modelo, los que pueden dividirse en no acotados (lineal, logarítmico, potencial) y acotados (esférico, exponencial, gaussiano), los calculados para la especie objetivo fueron exponencial y esférico y ambos tienen tres parámetros comunes que son:

- Efecto nugget (pepita): representa una discontinuidad puntual del semivariograma en el origen y puede indicar que parte de la estructura espacial se concentra a distancias inferiores a las observadas.
- Sill (meseta): es el límite del semivariograma cuando la distancia h tiende al infinito.
- Rango: corresponde a la distancia a partir de la cual dos observaciones no presentan dependencia espacial, también se conoce como zona de influencia.

Se utilizaron los siguientes modelos de variogramas:

- **Esférico** (Cressie, 1991)

$$\gamma(h; \theta) = \begin{cases} 0, & \|h\| = 0 \\ c_0 + c_1 \cdot \left(\frac{3}{2} \cdot \frac{\|h\|}{\alpha_x} - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\|h\|}{\alpha_x} \right)^3 \right), & 0 < \|h\| \leq \alpha_x \\ c_0 + c_1, & \|h\| \geq \alpha_x \end{cases}$$

- **Exponencial** (Cressie, 1991)

$$\gamma(h; \theta) = \begin{cases} 0, & \|h\| = 0 \\ c_0 + c_1 \cdot \left(1 - e^{\left(-\|h\|/\alpha_x \right)} \right), & \|h\| \neq 0 \end{cases}$$

4.3.4.1 Estimación del área.

El área de presencia del recurso objetivo se computará mediante la función calcArea del paquete PBSmapping (Schnute, 2004) y estimada como (Rokne, 1996).

$$A = \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^{n-1} (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$$



Donde (x_i, y_i) son los v3rtices del pol3gono para $i = 1, \dots, n$ y donde los v3rtices 1 y n corresponden al mismo punto $(x_1, y_1) = (x_n, y_n)$. Esta f3rmula asume unidades id3nticas para x e y (relaci3n de aspecto 1).

El 3rea de efectiva de distribuci3n se considerar3 a partir de las observaciones positivas y su 3rea de influencia.

4.3.5 Distribuci3n espacial del recurso

La distribuci3n espacial de un recurso en el 3rea prospectada, se presenta como una carta de contornos que representa curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo ver de manera clara las 3reas de mayor concentraci3n de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005). La interpolaci3n generada para cada punto del grillado es utilizada para la confecci3n de un mapa de contornos en donde se presenta la estimaci3n media de las densidades ac3sticas para la zona total analizada. Esta carta de distribuci3n se confecciona de acuerdo a una escala de categor3as de densidad similar a la utilizada en los estudios previos de cada recurso y el mapeo se realiza mediante el software (Surfer 8.0).

La posici3n media de la distribuci3n 3 centro de masa (CG) e inercia (I) se calcul3 mediante la expresi3n (Woillez *et al.*, 2007):

$$CG_i = \frac{\int x_i^* z(x) dx}{\int z(x) dx} \quad I_i = \frac{\int (x_i - CG)^2 \cdot z(x) dx}{\int z(x) dx}$$

Donde x_i representa la posici3n espacial de la muestra y $z(x)$ la densidad en el punto " i ".



4.4 Objetivo específico 2.

*Determinar la composición demográfica de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas. **Sección Merluza de cola.***

4.4.1 Estructura de tallas y proporción sexual

En la estimación de la estructura de talla y la proporción sexual de merluza de cola se empleó un diseño de muestreo bi-etápico, siendo la unidad de muestreo primario el lance de pesca y la unidad de segunda etapa fue la submuestra al azar de ejemplares de la captura de los lances de identificación de los ecotrazos. En cada muestreo se registró los datos del lance de pesca (fecha y hora del lance, posición, profundidad y captura), y los datos del muestreo biológico, como: talla, sexo y frecuencia.

La composición de talla fue estimada por una combinación lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance de pesca, empleando como factor de ponderación los valores de capturas, correspondientes a cada uno de los lances. Las distribuciones de tallas de merluza de cola obtenidas fueron representadas de forma gráfica, y apoyados también con distribuciones de tallas acumuladas.

Estimador de la estructura de talla de la captura por sexo ($\hat{p}_k$) y su varianza ($\hat{V}(\hat{p}_k)$)

$$\hat{p}_k = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_0} \hat{p}_{ki}$$

$$\hat{V}(\hat{p}_k) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) * \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i^2}{\bar{C}_0^2} \frac{[\hat{p}_{ki} - \hat{p}_k]^2}{n-1} + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^n \frac{C_i^2}{\bar{C}_0^2} \frac{\hat{p}_{ki}(1 - \hat{p}_{ki})}{n_i^* - 1}$$

$$\hat{p}_{ki} = \frac{n_{ki}^*}{n_i^*}; \quad C_0 = \sum_{i=1}^n C_i$$

donde:

- i : Lances $i = 1, 2, \dots, n, \dots, N$
- n : Tamaño de muestra de lances.
- N ; Número total de lances de identificación del crucero.
- n_i^* : Número de ejemplares en la muestra del lance "i".
- n_{ki}^* : Número de ejemplares de la talla "k" en la muestra del lance "i".
- C_i : Captura de la especie en el lance "i".



- C_0 : Captura de la especie en la totalidad de los lances muestreados
 $\hat{p}_{ki}$: Estimador de la proporción de peces de la talla "k" en el lance "i".
 l : Longitud del ejemplar
 $\hat{l}$: Estimador de la talla promedio
 s : Sexo $s = 1, 2$
 n_{si}^* : Número de ejemplares del sexo "s" en la muestra del lance "i"
 $\hat{p}_{si}$: Estimador de la proporción sexual del sexo "s" en el lance "i".

Estimador de la talla promedio ($\hat{l}$) y su varianza ($\hat{V}(\hat{l})$)

$$E(l) = \hat{l} = \sum_{k=1}^K l_k \hat{P}_k \quad ; \quad \hat{V}(\hat{l}) = \sum_{k=1}^K l_k^2 \hat{V}(\hat{P}_k)$$

Estimador de la proporción sexual ($\hat{P}_s$) y su varianza $\hat{V}[\hat{P}_s]$

$$\hat{p}_s = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_0} \hat{p}_{si}$$

$$\hat{V}(\hat{p}_s) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) * \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i^2}{\bar{C}^2_0} \frac{[\hat{p}_{si} - \hat{p}_s]^2}{n-1} + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^n \frac{C_i^2}{\bar{C}^2_0} \frac{\hat{p}_{si}(1 - \hat{p}_{si})}{n_i^* - 1}$$

$$\hat{p}_{si} = \frac{n_{si}^*}{n_i^*}, \quad C_0 = \sum_{i=1}^n C_i$$

El análisis de las estructuras de tallas utilizó información georeferenciada, en sentido latitudinal y batimétrico, según los estratos espaciales empleados en proyectos similares de evaluación hidroacústica de esta especie entre el 2000 y 2017 (Legua *et al.*, 2018; Lillo *et al.*, 2017; Córdova *et al.*, 2006). Para efectos de análisis espacial fue empleada una subdivisión latitudinal aplicada por Lillo *et al.* (2000 y 2001), la cual consistió en dividir la zona de estudio en 3 áreas: Area 1 entre 42°00' y 44°29'S. denominada Guafo; Area 2 entre 44°30' y 45°29'S. denominada Guablín; y Area 3 entre 45°30' y 47°29'S. denominada Taitao. A su vez, estas estructuras de tallas fueron analizadas para las zonas específicas de los tres cañones registrados en el área de estudio y descritos por Córdova *et al.* (2006), denominados Cañón Guafo, Cañón Guablín y Cañón Taitao; y el área Fuera de los cañones-



4.4.2 Composición de edades del stock de merluza de cola.

4.4.2.1 Análisis de los otolitos

Para el estudio de edad de los otolitos recolectados, se utilizó la misma forma de preparación de muestras empleada en estudios anteriores de esta misma índole (Lillo *et al.*, 2012 a 2017; Legua *et al.*, 2018; 2019). Consiste en aplicar tratamiento a fin de facilitar la discriminación de los anillos de crecimiento verdaderos de los falsos al momento de la observación en microscopio estereoscópico (Ojeda y Muñoz, 2008).

Para merluza de cola, se emplea la técnica de hidratación de ambos otolitos, utilizando cápsulas de hidratación para tal efecto, lo que les permite recuperar la nitidez de los *annuli* presentando una imagen como se muestra en la **Figura 5**.

Para la observación de los otolitos se empleó un microscopio estereoscópico con aumento 10X, al cual se llevan las muestras, posterior a su preparación. Las cuales fueron primero hidratadas y luego teñidas por su cara interna con negro para facilitar el contraste o alternativamente prescindiendo de la tinción y observándolos directamente en cápsulas negras en donde se sumergen en líquido clarificante. La estimación de la edad de este recurso en base a la técnica de preparación señalada se ha realizado desde los inicios del estudio de la edad en este recurso en el Laboratorio de Edad y Crecimiento de IFOP (Ojeda *et al.*, 1998, Ojeda *et al.*, 2001, 2007, 2008 a y b; Ojeda *et al.*, 2013 a 2018).

4.4.2.2 Clave edad – talla

Las claves edad - talla son matrices que permiten clasificar los individuos según su grupo de edad (GE) y estimar la probabilidad de pertenencia a las diferentes edades según el número de anillos en la estructura, el tipo de borde y la época del año en que se obtuvo la muestra. Se emplea una fecha arbitraria de nacimiento, que en el caso de las pesquerías chilenas es el uno de enero, facilitando la identificación de la clase anual restando al año de la captura el GE asignado.

La clave edad - talla, cuenta con la clasificación de las lecturas de cada otolito por grupo de edad y se estima la probabilidad condicionada a la talla y varianza como:

$$\hat{p}(e / K = k) = \hat{q}_{ske} = \frac{n_{ske}^*}{n_{sk}^*} \hat{V}(\hat{q}_{ske}) = \frac{1}{n_{sk}^* - 1} \hat{q}_{ske} [1 - \hat{q}_{ske}]$$

**4.4.2.3 Estimación de la estructura etaria del stock evaluado**

a) Estimador de la abundancia en número por grupo de edad $\hat{N}_{se}$ y su varianza $\hat{V}(\hat{N}_{se})$

$$\hat{N}_{se} = \hat{N}_s \hat{p}_{se}$$

$$\hat{V}(\hat{N}_{se}) = \hat{N}_s^2 \hat{V}(\hat{p}_{se}) + \hat{p}_{se}^2 \hat{V}(\hat{N}_s) - \hat{V}(\hat{N}_s) \hat{V}(\hat{p}_{se})$$

b) Estimador de la estructura de edad del stock $\hat{p}_{se}$ y su varianza $\hat{V}(\hat{p}_{se})$ (Kimura 1977)

$$\hat{p}_{se} = \sum_{k=1}^K \hat{q}_{ske} \hat{p}_{sk} ; \quad \hat{V}(\hat{p}_{se}) = \sum_{k=1}^K \left[\hat{p}_{sk}^2 \frac{\hat{q}_{ske}(1-\hat{q}_{ske})}{n_{sk}^*} + \hat{p}_{sk} \frac{(\hat{q}_{ske} - \hat{p}_{se})^2}{N_{sk}^*} \right]$$

donde

- $\hat{N}_s$: Estimador de la abundancia en número para el sexo “s”
 $\hat{N}_{se}$: Estimador de la captura en número para el sexo “s” y grupo de edad “e”
 $\hat{p}_{se}$: Estimador de la proporción para el sexo “s” y grupo de edad “e”
 $\hat{p}_{sk}$: Estimador de la proporción de peces para el sexo “s” y la talla “k”
 $\hat{q}_{ske}$: Estimador de la proporción de peces para el sexo “s” y la talla “k”, clasificados en el grupo de edad “e”
 n_{ske}^* : Número de peces del sexo “s” y la talla “k” que pertenecen al grupo de edad “e”
 n_{sk}^* : Número de peces del sexo “s” y de la talla “k” en la muestra

4.4.2.4 Peso medio a la edad

La estimación del peso medio a la edad, se realiza a partir de la longitud promedio por grupo de edad según sexo, empleando las relaciones longitud – peso, lo cual tiene un sesgo sistemático para cada longitud promedio dada. Este sesgo se incrementa con la variabilidad en la longitud de los peces en la muestra (Ricker, 1958). Pienaar y Ricker (1968) desarrollaron un método que permite corregir en forma significativa este sesgo.

Suponiendo que la longitud es una variable aleatoria normal con media μ y varianza σ^2 , $L \sim N(\mu, \sigma^2)$, el valor esperado de función de W , $\Psi(L)$, se estimó mediante el Método Delta (Wolter, 1985) como:

$$E(W) = a(\mu^b + a_1 \mu^{b-2} \sigma^2 + a_2 \mu^{b-4} \sigma^4 + a_3 \mu^{b-6} \sigma^6 + \dots)$$



En donde el número de términos de esta expresión general, está dado por la parte entera de $(b+3)/2$. Dado el valor que toma el coeficiente b en las funciones, se indica el uso de 3 términos en esta expresión, siendo:

- a = intercepto de la relación longitud- peso ajustada por sexo.
- b = pendiente de la relación longitud- peso ajustada por sexo.
- μ = promedio de la longitud al grupo de edad.
- σ = varianza de la longitud al grupo de edad.
- $a1; a2$ = valor tomado de la Tabla de valores de coeficientes (Piennar y Ricker, 1968).

4.4.2.5 Estimación del tamaño de la muestra para la estimación de la edad

En la selección del tamaño de muestra a emplear para las claves de edad - talla existen diferentes criterios. Entre los más empleados se encuentra el considerar un número fijo de muestras por estrato de talla, o bien el emplear un número de muestra que se tome en forma proporcional al muestreo de frecuencia de longitud del área. Este último método, permite aumentar notablemente la precisión de las matrices considerando un mismo número total de muestras analizadas (Kimura, 1977; Lai, 1993; Ojeda y Céspedes, 1988; Robotham, 1994).

Siguiendo el criterio de asignación proporcional y el procedimiento propuesto por Kimura (1977), se han estimado tamaños de muestra para la construcción de la clave edad-talla en estos recursos (IFOP, 2002). Para merluza de cola se estimó un tamaño de muestra de 1200 ejemplares para alcanzar un índice de precisión de 0,024. Por consiguiente, se podría trabajar en base a un tamaño de muestra de 600 ejemplares por sexo, en el caso de una estructura de edades bastante más completa que la que se registra en la actualidad. En los últimos años, el stock desovante se constituye de una estructura etaria conformada principalmente por adultos jóvenes, con moda en GE III (Lillo *et al.*, 2012 a 2015).

4.4.2.6 Madurez a la edad

El muestreo biológico efectuado en los lances de identificación realizados durante el crucero de investigación considera la caracterización del estado reproductivo de ambos recursos objetivos, clasificando macroscópicamente sus gónadas según su estadio de madurez sexual (EMS) en base a las escalas de clasificación utilizadas por el Instituto de Fomento Pesquero.

4.4.2.7 Relación longitud – peso

La relación longitud - peso es ampliamente usada en pesquerías para estimar el peso a partir de la longitud de un individuo y también para estimar índices de condición (Hayes *et al.*, 1995). La expresión más usada para esta relación corresponde a la ecuación alométrica donde el peso es expresado en función de la longitud, y sus parámetros son estimados mediante una regresión lineal de los datos log-transformados. Dado que la variabilidad en el peso aumenta con la longitud, esta transformación tiene la ventaja de estabilizar la varianza del peso, pero introduce un factor de sesgo en las predicciones



retransformadas (Bradú y Mundlak, 1970; Hayes *et al.*, 1995). Sin embargo, en pesquerías esta corrección frecuentemente se omite, puesto que generalmente es muy pequeña (De Robertis y Williams, 2008).

El modelo que relaciona el peso con la longitud del pez corresponde a un modelo multiplicativo en el término de perturbación, y está dado por la relación:

$$W_i = a L_i^b \varepsilon_i, \quad i = 1, \dots, n,$$

Donde W_i y L_i representan el peso total y la longitud total del individuo i -ésimo, ε_i indica un error aleatorio, a y b son los parámetros del modelo. Atendiendo a la forma de la ecuación anterior, se deriva un modelo de regresión lineal simple aplicando la transformación logarítmica de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \ln(W_i) &= \ln(a) + b \ln(L_i) + \ln(\varepsilon_i), \\ Y_i &= \alpha + b x_i + \varepsilon'_i; \quad i = 1, \dots, n, \end{aligned}$$

Para la estimación de los parámetros de la relación linealizada se utilizó el método de máxima verosimilitud asumiendo que los errores siguen una distribución normal con media cero y varianza σ .

4.5 Objetivo específico 3.

Caracterizar la actividad reproductiva de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación.

Sección Merluza de cola.

A partir de las muestras obtenidas durante los lances de identificación realizados durante el presente crucero de evaluación acústica se caracterizaron diferentes aspectos del estado reproductivo de la merluza de cola.

4.5.1 Metodología a bordo

A cada ejemplar muestreado se le midió la longitud total (LT), peso total; peso eviscerado, ambos con una precisión de 5 gramos y peso de la gónada, con una precisión de 1 gramo. Además, se determinó la madurez sexual de acuerdo a una escala de apreciación macroscópica que distingue 5 estadios; posterior a ello las muestras se pesaron y fijaron en formalina 10% con tampón fosfato de Sorensen (Hunter y Macewicz, 1985), metodología requerida para el análisis histológico.

La determinación del tamaño de muestra para estimar el índice gonadosomático, se basó en el análisis de datos de cruceros previos. De esta manera, conociendo un estimado *a priori* de la media y varianza



del IGS y utilizando la metodologí3 de determinaci3n de tamaíno de muestra para variables continuas (Thompson *et al.*, 1992), se estim3 el núm3ro ejemplares requerido en 600 para obtener un IGS con un error de un 8% en merluza de cola, empleando la siguiente relaci3n:

$$n_0 = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 S^2}{(d \bar{X})^2}$$

Donde n_0 es el tamaíno de muestra, Z es el percentil de la distribuci3n normal est3ndar, S es la desviaci3n est3ndar del par3metro de inter3s, d corresponde al nivel de error de estimaci3n y $\bar{X}$ corresponde al estimador de la media del par3metro.

La relaci3n entre el error de estimaci3n del IGS y el núm3ro de ejemplares muestreados presenta un patr3n de disminuci3n del error en que este decrece r3pidamente en la medida que se selecciona un núm3ro mayor de ejemplares en la muestra hasta llegar alrededor de los 300 ejemplares, posteriormente la tasa de disminuci3n decrece sistem3ticamente.

4.5.2 An3lisis de laboratorio

Las g3nadas de merluza del sur analizadas en el laboratorio fueron 607.

a) Estadio de madurez sexual (EMS)

El estadio de madurez sexual se determin3 de acuerdo a las característ3cas macrosc3picas y mediante el examen microsc3pico de trozos de las g3nadas fijadas a bordo. Los trozos de g3nada se disgregaron para posteriormente medir el di3metro de los ovocitos m3s desarrollados, determinar la presencia de ovocitos hidratados con gota oleosa y la existencia de alg3n grado de reabsorci3n, como tambi3n examinar el aspecto general del resto de los ovocitos. La **Tabla 4** corresponde a la escala apreciativa modificada para su aplicaci3n en la merluza de cola, que consta de cinco estadios (EMS).

b) Estimaci3n del índice gonadosom3tico (IGS) y su varianza ($\hat{V}(IGS)$)

Se pesaron las g3nadas con una balanza electr3nica de 0,1 g de precisi3n y se calcul3 el índice gonadosom3tico (IGS) sobre la base del peso de la g3nada (PG) y del cuerpo del pez (PC) como:

$$IGS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{P_{gi}}{(P_{ci} - P_{gi})} \cdot 100$$

$$\hat{V}(IGS) = \frac{1}{n} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [IGS_i - IGS]^2 \Rightarrow DS = \sqrt{\hat{V}(IGS)}$$



Con la información respecto del EMS según la talla de las hembras y el IGS promedio, se obtuvieron resultados que permitieron determinar la etapa del proceso de desove en que se encontraba la fracción adulta de la población.

c) Análisis histológico de las gónadas

El proceso de fijación consiste en mantener los tejidos gonadales cómo eran en vida. Para ello se debe elegir un líquido fijador que asegure una penetración total en los tejidos, lo que permite evitar cambios estructurales en la morfología microscópica (histoarquitectura gonadal) como también la acción bacteriana, hongos o la autólisis celular.

De acuerdo con los objetivos descritos y las características del parénquima ovárico, sub muestras de 3 mm de grosor proveniente de la porción central del lóbulo gonadal derecho se post fijaron en una solución de formaldehído 10% en buffer fosfato pH 7,2 durante 48 horas e incluyeron en paraplast PF 58-60°C. Esto permitió obtener cortes finos de 5 micras de espesor en un micrótopo rotatorio Micrón modelo HM 325, los cuales fueron teñidos con hematoxilina de Harris/eosina y montados con entellan nuevo (Merck Química Chile). El análisis histomorfológico se llevó a cabo en un microscopio de luz Karl Zeiss modelo Axiostar plus con sistema micro fotográfico Canon EOS 1100 Rebel T3.

La definición de los estadios ováricos se llevó a cabo sobre la base de los criterios señalados por Wallace y Selman (1981) para peces teleósteos y los descritos por Hunter y Macewicz (1985) en clupeidos: Sobre esta plataforma se clasifican estadios virginal e inmaduro, alveolo cortical, parcialmente vitelado, vitelado, migrante, hidratado y post desovado (o reposo sexual) (**Tabla 5**) los cuales se asimilan a los 6 estadios definidos por Balbontín y Bravo (1993) en merluza del sur *Merluccius australis*. Cuando correspondió y bajo el supuesto que el proceso de degeneración de FPO en anchoveta de la bahía de Biscay (*Engraulis encrasicolus*) es similar a la merluza, la identificación de folículo postovulatorio (FPO) se basó en los criterios descritos por Alday *et al.* (2008).

d) Ojiva de madurez y talla media de madurez.

Para la determinación de la ojiva de madurez en merluza de cola, se consideraron sexualmente inmaduros los peces en EMS 1 y 2. Se consideraron maduros aquellos peces en EMS 3, 4 y 5 además de los peces en EMS 2 en que en los ovarios ya se había iniciado el proceso de vitelogénesis.

Para la estimación de la talla y edad media de madurez en que el 50% de las hembras está sexualmente madura y la ojiva de madurez, se consideraron dos enfoques de estimación: la utilización de un modelo lineal generalizado GLM (McCullagh y Nelder, 1989) asumiendo una respuesta binomial, con función de enlace logística.



La estimaci3n de par3metros por este m3todo fue realizada mediante el m3todo de m3xima verosimilitud (Welch y Foucher, 1988). Se utiliz3 el programa R versi3n 3.4.2 (2017) (R Core Team, 2017)

Para el GLM se consider3 que la respuesta (Y_i) n3mero de individuos maduros (hembras), sigue una distribuci3n binomial cuyo predictor lineal esta expresado como,

$$\eta_i = b_0 + b_1 * LT_i, \quad i = 1, \dots, n,$$

con $(b_0, b_1)^{LT}$ los coeficientes del modelo y LT la longitud (o edad) del ejemplar. Se consider3 la funci3n de enlace log3stica dada por,

$$g[P(LT)] = \log\left(\frac{P(LT_i)}{1 - P(LT_i)}\right) = \eta_i, \quad i = 1, \dots, n$$

la cual relaciona el predictor lineal con la media de la variable respuesta (la proporci3n de individuos maduros a una longitud o edad), de la siguiente forma, $E(Y_i) = g^{-1}(\eta_i)$, quedando expresado como,

$$E(Y_i) = P(LT) = g^{-1}(\eta_i)$$

$$\log\left(\frac{P(LT_i)}{1 - P(LT_i)}\right) = b_0 + b_1 * LT$$

$$P(LT) = \frac{1}{1 + \exp[-(b_0 + b_1 * LT)]}$$

Dada la definici3n de modelo lineal generalizado (McCullagh y Nelder, 1989), este no considera un error en el modelo m3s bien, y esa es una de las generalizaciones desde un modelo lineal, que asume una distribuci3n para la respuesta, que en este caso corresponde a una distribuci3n binomial. Para la incorporaci3n de la incertidumbre se consider3 el uso de la estimaci3n anal3tica descrita en Roa *et al.* (1999).

Por otra parte, para obtener una aproximaci3n diferente para la estimaci3n de la talla inicial de madurez en la merluza de cola, se calcul3 el incremento relativo del IGS en que la talla de madurez corresponde al mayor incremento del IGS en clases sucesivas de longitud total de las hembras (Flores y Smith, 2010).

$$IR.IGS = \frac{(IGS_j + 1 - IGS_j)}{IGS_j} \cdot 100$$

Donde:



IGS_{j+1} = IGS promedio de la clase de tamaño $j+1$
 IGS_j = IGS promedio de la clase de tamaño j .

e) Fecundidad modal

Para la determinación de fecundidad se introdujeron pequeñas variaciones al método de Hunter y Macewicz (1985) para ello, se seleccionaron ovarios de peces en maduración avanzada o maduros, en la escala histológica corresponden a ovocitos con núcleo migrante, o bien sólo en etapa de inicio del proceso de la hidratación (hialinos), para evitar la utilización de gónadas en que ya se hubiese iniciado el proceso de desove, considerando además que merluza de cola presenta un desove de tipo total las tres submuestras solo fueron contabilizadas, de las cuales 100 muestras cumplieron con los requisitos establecidos en este procedimiento.

Luego de contar bajo un microscopio estereoscópico los ovocitos de la moda más avanzada de tamaño de cada submuestra, se obtuvo el promedio de ovocitos de acuerdo a la siguiente relación:

$$E_i = n_0 \cdot W_i$$

Donde:

E_i = fecundidad (número total de ovocitos de la moda más avanzada de tamaño en el ovario).
 W_i = peso húmedo del ovario (g).
 n_0 = número promedio de ovocitos de la moda más avanzada por gramo de submuestra.

Los valores de la fecundidad modal se relacionaron con el peso corporal y la longitud total de las hembras.

Para el cálculo de la fecundidad media poblacional, se utilizó la ecuación de regresión de la fecundidad modal *versus* el peso corporal menos el peso de la gónada. A partir de esta ecuación, se estimó la fecundidad de cada hembra madura muestreada y se obtuvo el valor promedio de fecundidad para cada lance (Picquelle y Stauffer, 1985), de acuerdo a la siguiente relación:

$$\bar{\bar{F}} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot \bar{F}_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

Dónde:

$\bar{\bar{F}}$ = fecundidad media de la muestra total



$\bar{F}_i$ = fecundidad modal promedio en el lance i
 m_i = número de hembras muestreadas en el lance i
 N = número de lances.

4.6 Objetivo específico 4.

Caracterizar la fauna acompañante de la merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación, en el área y período de estudio. **Sección merluza de cola.**

El diseño empleado para determinar la importancia relativa de la fauna acompañante considera como unidad de muestra el lance de pesca. La información básica que caracterizó el lance fue el peso de las especies capturadas (kg) y datos operacionales, como: número del lance, posición geográfica, hora de inicio y término, fecha y profundidad de operación de la red (relinga superior).

En cada lance se tomó una muestra aleatoria de la captura, dispuesta en cajas de 44 litros. Cada caja fue pesada, para luego identificar y pesar por grupos específicos, incluyendo las especies objetivos del estudio

Para la estimación de la proporción de especie ($\hat{p}_t$) se utilizó el estimador:

$$\hat{p}_t = \sum_{r=1}^M \frac{C_{tr}}{C_r} \hat{p}_{tr} ; \quad C_o = \sum_{j=1}^M C_{tr} ; \quad \hat{p}_{tr} = \frac{\sum_{k=1}^K W_{trk}}{\sum_{k=1}^K W_{rk}}$$

Donde:

C_{tr} = Captura total en el lance r .
 W_{trk} = Peso de la especie t , en la caja k del lance r
 M = Número total de lances en el crucero.
 $\hat{p}_{tr}$ = Estimador de la proporción de la especie t en el lance r .

Lo anterior permitió determinar la importancia relativa global de la fauna acompañante en el área de estudio. Posteriormente se agruparon los lances de pesca por rango de profundidad y posición latitudinal a fin de describir y analizar la presencia de las especies según estas categorías (método gráfico).



4.6.1 Análisis de los datos

Se efectuó un análisis descriptivo orientado a determinar la participación de las especies que componen la fauna acompañante de las especies objetivos y descripciones en términos de rango de profundidad, posición latitudinal y en forma global, respecto de la captura total obtenida y de la captura de la especie objetivo, además de la captura de las especies que componían la fauna acompañante. Para determinar el aporte porcentual en peso de cada especie respecto del total de la captura de la especie objetivo, se agrupó la fauna acompañante por rango batimétrico y por latitud.

Para estimar la importancia relativa de las especies, se revisó el registro del volumen de captura específico y se determinó la importancia relativa (en peso) de las especies de la fauna acompañante, según la contribución a la captura total y en relación con las especies objetivos del estudio.

4.6.2 Análisis comunitario

Se realizó para establecer e identificar agrupaciones específicas en el área de estudio, se dividió en macro zonas, las que a su vez que se dividieron en rangos batimétricos de 100 m de profundidad. Estos análisis consistieron básicamente en establecer e identificar agrupaciones específicas a partir de la aplicación de métodos de análisis basados en la clasificación y ordenación de las especies, que permiten obtener una visión de la comunidad a la cual está asociada la especie objetivo.

4.6.3 Identificaciones de agrupaciones específicas

El análisis consistió en la identificación por macro zona y batimétrica de las agrupaciones específicas a partir del análisis de clasificación de conglomerados (análisis de *cluster*) y de ordenación MDS (*Multidimensional Scaling*) (Clifford y Stephenson, 1975). En ambos casos se trabajó con una matriz de abundancia relativa de las especies más representativas, en términos de la presencia de éstas a lo largo de los cruceros realizados entre los años 2000 y 2017, agrupadas por cruceros, cruceros-subzonas de evaluación y cruceros - estratos de profundidad. Cabe destacar que, para determinar la presencia de agrupaciones de fauna se consideró a merluza del sur y merluza de cola como parte integral de la fauna asociada a la zona de estudio.

La matriz de similaridad fue estructurada a partir de una matriz de abundancia relativa (CPUA) de las especies componentes de la fauna acompañante, agrupadas por macrozona y rango batimétrico. La comparación se realizó utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957). La función del índice se expresa por:

$$BC = \frac{\sum_{i=1}^p |x_{ijz} - x_{ikz}|}{\sum_{i=1}^p (x_{ijz} + x_{ikz})}$$



Donde p número de puntos macro zona rango batimétrico, X_{ijz} es la abundancia relativa de la especie “ i ” en la macro zona “ j ” rango batimétrico “ z ” y X_{ikz} es la abundancia relativa de la especie “ i ” en la macro zona “ k ” rango batimétrico “ z ”.

Para equilibrar los valores atípicos (especies raras, poco comunes o con valores de abundancia relativa muy altos), los valores de la matriz original de abundancia relativa (CPUA) fueron transformados a través de la aplicación de raíz cuarta ($\sqrt[4]{}$), según el criterio propuesto por Clarke y Warwick (1994).

4.7 Objetivo específico.5.

*Caracterizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, registradas acústicamente en el área de estudio. **Sección merluza de cola.***

La caracterización de las agregaciones se efectuó mediante el uso de descriptores obtenidos a partir de observaciones acústicas verticales realizadas durante la prospección acústica y lances de pesca mediante el sistema de ecointegración Simrad EK-80 y que fueron procesados mediante el programa Echoview® (versión 7.1.36).

Una agregación es definida como un conjunto de muestras acústicas que poseen una continuidad vertical y horizontal y además exceden un umbral predeterminado de energía y tamaño, es decir, muestras contiguas tanto a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) como desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resolución horizontal corresponde a la distancia cubierta entre pulsos sucesivos y la vertical a la distancia relativa correspondiente a la semi longitud del pulso.

Un aspecto que se debe mencionar con respecto a las agregaciones de peces detectadas en la zona de estudio es que merluza del sur no forma cardúmenes y merluza de cola lo hace en escasas ocasiones, sino que generalmente forman agregaciones de densidad variable que presentan distintos grados de mezcla. Lo anterior no permite diferenciar que parte de la agregación está conformada por una u otra especie para poder estimar particularmente los descriptores de energía y morfométricos considerados en este objetivo.

4.7.1 Descriptores y variables utilizadas en el análisis

De las agregaciones detectadas se extrajeron descriptores de posición, energía, morfológicos y batimétricos, estando referidos los primeros a la posición geográfica de las agregaciones, los de energía a la energía retrodispersada por las agregaciones, los morfológicos asociados al tamaño y forma de éstas, y los batimétricos definiendo la posición de la agregación en la columna de agua (Scalabrin y Massé, 1993; Freón *et al.*, 1996).



- a) **Descriptores de posición:** Corresponde a la posición geográfica media y medida en el pulso central de cada agregación.
- b) **Descriptores de energía:** Están referidos a la energía retrodispersada por una agregación (NASC o s_A) expresada en m^2/mn^2 y a su densidad acústica ($Dens$) referidas al área transversal (m^2) de la agregación ($NASC \cdot 100/m^2$), determinadas de acuerdo a:

$$NASC = 4 \cdot \pi \cdot (1852)^2 \cdot 10^{\frac{\overline{Sv}}{10}} \cdot \text{Altura media}$$

$$\overline{Sv} = 10 \cdot \text{Log}(E) \text{ (dB)} \quad ; \quad E = \sum_{i=1}^N 10^{\frac{Sv_i}{10}}$$

La *altura media* se define como la altura promedio de todos los pulsos que conforman la agregación y se estima como:

$$\text{Altura media} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i \dots (m)$$

Siendo t_i la altura o espesor del pulso i y N número total de pulsos en la agregación.

- c) **Descriptores morfológicos:** Son extraídos directamente desde el ecograma donde se encuentran: la altura media (m), ya definida, el área transversal (m^2), el largo (m) y el perímetro (m).

El área de una agregación se obtiene asociando un rectángulo a cada muestra S con un valor de amplitud sobre el umbral de eointegración. La superficie del rectángulo Se es calculada como el producto de la distancia horizontal cubierta desde el pulso precedente (d_j) y la distancia vertical cubierta desde la muestra anterior e por lo tanto:

$$Se = d_j * e$$

El área transversal de la agregación (*Área*) es el resultado de la suma del área de todos los rectángulos elementales:

$$\text{Area} = \frac{1}{\eta} * \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^n S_{ij}$$

El largo de la agregación (*Largo*) y su perímetro (*Perim*) ambas medidas en metros. A partir de estos, se derivan otros descriptores de la agregación como:



La dimensión fractal ($DFrac$) empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregación y que corresponde a la relación entre la superficie de un cuadrado con un perímetro equivalente al de la agregación y la superficie de la agregación, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociaría al grado de cohesión entre los peces que constituyen la agregación, especialmente en la frontera o borde de la agregación (Scalabrin, 1997).

$$DFrac = 2 * \frac{\ln\left(\frac{Perim}{4}\right)}{\ln Area}$$

La elongación ($Elon$) caracteriza la razón de aspecto de la agregación o relación entre el largo y el alto, donde valores elevados están asociados a agregaciones de forma elíptica y valores cercanos a uno, a agregaciones de tipo circular.

$$Elon = \frac{Largo}{Alto}$$

- c) **Descriptores batimétricos:** Se extraen del ecograma y corresponden a la profundidad del fondo (m) y la profundidad media de agregaciones (m), mientras que indirectamente se calculó el índice de altura ($IndAlt$). Este índice es utilizado para medir la posición relativa del centro de la agregación en la columna de agua con respecto al fondo y se expresa en forma porcentual como:

$$IndAlt = 100 * \frac{(Prof.fondo - Prof.media)}{Prof.fondo}$$

- e) **Análisis de los datos:** Se realizó aplicando estadística descriptiva referida a valores promedios, máximos, mínimos desviación estándar y coeficientes de variación para el total de los descriptores. Las agregaciones fueron analizadas considerando 3 subzonas: subzona 1 entre 43°30' y 44°29'S denominada Guafo; subzona 2 entre 44°30' y 45°29'S nombrada Guamblín; y subzona 3 entre 45°30' y 47°00'S llamada Taitao. Posteriormente, se realizó un análisis de acuerdo a rangos de 100 metros de profundidad del fondo, a fin de determinar si este factor influye en las características de las agregaciones. También se analizaron considerando las registradas en las zonas de cañones conocidos como cañón Ipún (44°10' S y 75° W), cañón Guamblín (45°15' S y 75°10' W) y cañón Taitao (46°18' S y 75°27' W) y nominados como 1, 2 y 3, respectivamente. La ocurrencia o no, de diferencias significativas en las características de las agregaciones de acuerdo al factor "zona de cañones" se realizó mediante un análisis de varianza (Andeva).

Toda la información obtenida por cada uno de los descriptores antes mencionados, fueron analizados mediante la aplicación de un análisis de componentes principales (APC), resumiendo de esta manera la información contenida en la matriz de datos, permitiendo una representación visual o geométrica de la información (Rencher, 1995) y preservando las



características de la observación original. Las variables originales utilizadas fueron todos los descriptores determinados (y definidos anteriormente) de las agregaciones, aun cuando entre ellas pueda darse algún grado de multicolinealidad, lo cual es deseable dado que el objetivo es identificar series de variables interrelacionadas (Hair *et al.*, 1999).

Se redujo la dimensionalidad del problema obteniéndose variables o componentes principales que fueron expresadas como combinación lineal de las variables originales. Para el logro de lo anterior, se utilizó la matriz de correlaciones como matriz de entrada, dándole de esta forma la misma relevancia a todas las variables, desestimando de esta forma las unidades en que son trabajadas las diferentes variables. Para la determinación de los componentes principales y su interpretación, se aplicó el criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999).

Para finalmente realizar un análisis matemático de red neuronal artificial, donde se buscó la discriminación interanual por zonas y año; a través de la combinación lineal de las salidas del ACP. El método aplicado fue el perceptrón multicapa con propagación hacia adelante, que incluyó como variables dependientes la zona y el año, como factores los rangos de fondo y rango de cardumen, además las covariables de la red fueron las combinaciones lineales del análisis de componentes principales (ACP).



5. RESULTADOS

5.1 Objetivo específico 1

Estimar el tamaño del stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presentes en el área de estudio. **Sección Merluza de cola.**

5.1.1 Sistema de eointegración

El sistema de eointegración del buque fabrica “Cabo de Hornos” fue calibrado en Puerto Lagunas, (45°17,577'S - 73°42,245'O), para la frecuencia de 38 kHz, conectado con el software EK 80 versión 1.12.2. El modelo ajustado (**Tabla 3**) para la frecuencia calibrada mostró valores del cuadrado medio del error de 0,1607 dB, una ganancia del transductor de 27,41 dB y un s_A de corrección de -0,0021 dB. Los que son menores a los recomendados por el fabricante y el grupo de acústica de ICES de $RMS < \sim 0,4$, Corrección de $s_A = \pm 0,5$ dB (Demer *et al.*, 2015; Simrad, 2008).

5.1.2 Lances de identificación de ecotrazos

En el desarrollo del crucero de prospección, se realizaron 32 lances de pesca de identificación. La profundidad de trabajo de la relinga superior de la red, varió entre 205 y 407 m (**Figura 4, Tabla 6**) desarrollando una abertura vertical en la boca de la red promedio de 70 m. Para los efectos de identificación de ecotrazos, especies y toma de muestras biológicas, la unidad de muestreo fue el lance de pesca, obteniéndose en cada uno de ellos los datos de las distintas especies presentes en la captura.

La captura total correspondió a 31.336,7 kg de los cuales merluza de cola, del sur y de 3 aletas representaron el 96,83% del total en su conjunto, siendo el aporte de merluza de cola el mayor (62,8%) seguido de merluza del sur (29,5%) y de merluza de tres aletas (4,6%). El aporte a las capturas de otras especies correspondió al 3,17% siendo las principales: cojinoba moteada, tollo sargento y congrio dorado. Las merluzas de cola y del sur se registraron en el 100% de los lances realizados, mientras que la merluza de 3 aletas se observó en el 53,1% de ellos (**Tabla 7**).

5.1.3 Análisis geoestadístico

En la **Tabla 8** y **Figura 6** se presentan los resultados del análisis geoestadístico de merluza de cola provenientes de los ajustes realizados mediante el método de Matheron (Matheron, 1971, Rivoirard *et al.*, 2000).

Los resultados indican variogramas estructurados, donde la dependencia espacial, alcanza a 100%. El promedio geoestadístico de los datos (media kriging) estimado con cualquiera de los dos ajustes aplicados (exponencial y esférico) presentan diferencias menores al 4% entre ellas, aunque el mejor ajuste ($sse = 111,25$ menor variabilidad) se obtiene con un variograma de modelo exponencial.



5.1.4 Biomasa y abundancia.

En la **Tabla 9** se entregan los estimados de biomasa de merluza de cola. Por el método geoestadístico, la biomasa se estimó en 186.348 t (CV=6,3%) con un intervalo de confianza ($\alpha=5\%$) entre 163.392 y 209.303 t. Por el estimador bootstrap, la biomasa alcanzó a 212.511 t (CV = 4,4%) con un intervalo de confianza entre 194.128 y 230.895 t.

Con el método geoestadístico, la abundancia se estimó en 750.200.120 individuos (IC $\alpha=5\%$: 651.411.032 – 848.989.208) de los cuales 335.194.332 (44,7%) fueron machos y 415.005.778 (55,3%) hembras (



Tabla 10), mientras que con el método bootstrap, la abundancia se estimó en 855.528.747 (936.669.225 – 774.388.268).

5.1.5 Distribución espacial y batimétrica.

La distribución espacial (**Figura 7**) muestra la presencia de merluza de cola en 86,6% (2.359 mn²) de las 2.725 mn² prospectadas. La distribución espacial está caracterizada por un predominio de algunos focos de importancia relativa frente, centro y sur del cañón de Guafo a la cuadra de isla Level (44°26') con niveles entre (0 - 1000 t/mn²), otro foco de mayor importancia al sureste de isla Guamblin a la cuadra de isla Kent (45°04') aproximadamente a 28mn de costa con niveles cercanos a 6000 t /mn² y otros tres focos de importancia, entre Península Skyring (45°56'S) y Península de Tres montes (46°50'S) de alrededor de 1000 t /mn². (**Figura 8**).

La posición media o centro de gravedad de la distribución del stock evaluado de la merluza de cola se localizó en la latitud 45°02,8'S, con una inercia latitudinal de 0,76°. Este centro de masa estuvo desplazado 9,3 mn hacia el sureste de isla Guamblin, respecto al año anterior (Legua *et al.*, 2020) y se mantiene en el rango de valores de estudios previos (**Figura 8**). Su distribución batimétrica abarcó desde los 139 m hasta 581 m con una profundidad media en 370 m.

5.2 Objetivo específico 2

Determinar la composición demográfica de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas. **Sección merluza de cola.**

La estimación de composición de talla se basó en una muestra de 3.948 individuos de merluza cola compuesta por 1.580 machos y 2.368 hembras (**Figura 9**). Las áreas con mayor número de ejemplares medidos fueron Guafo y Guamblín con 1.414 y 1411 peces, respectivamente, seguido de Taitao con 1.123 peces (**Figura 10**). Mientras, el cañón con mayor número de ejemplares medidos fue el Cañón Guamblín (728 individuos, **Figura 11**), seguido del Cañón Guafo y Taitao (505 y 404 ejemplares, respectivamente); y en sentido batimétrico, las mayores muestras provienen del rango de profundidad los 300 y 399 m (3.553 ejemplares, **Figura 12**).



5.2.1 Distribución de talla en la zona de estudio

La distribución de talla de merluza de cola en el área de estudio registró una importante presencia de ejemplares juveniles (75%) entre los 30-59 cm; y una escasa presencia ejemplares adultos (mayores a 54 cm, 25%) (**Figura 9**). La composición de talla se caracterizó por la presencia de cuatro modas; en donde se destacan dos modas, una moda principal juvenil entre 35-49 cm y seguida de una segunda moda de ejemplares adultos jóvenes entre 50-59 cm. Las dos restantes modas de menor presencia fueron una moda juvenil de peces pequeños entre 20-34 cm y una moda de ejemplares adultos entre 65-79 cm. Luego, la talla media fue de 49 cm y una proporción sexual con predominio de las hembras con 75% respecto de los machos. Dada la condición de predominio de ejemplares juveniles, la estructura de talla de machos y hembras registraron similitud en sus distribuciones con talla medias de 50 y 49 cm, respectivamente (**Figura 9**).

En sentido espacial los ejemplares juveniles entre 35-49 cm se registró en toda el área de investigación (**Figura 10**). Los ejemplares adultos jóvenes 50-59 cm fueron principalmente observados en Guafo y Guablín, junto con la moda de ejemplares adultos entre 65-79 cm. En Taitao se registró la moda de ejemplares juveniles pequeños de 20-34 cm y en menor magnitud en Guafo. Luego, el área con mayor presencia de juveniles fue Taitao con 98%; mientras Guafo y Guablín con 72% de ejemplares juveniles. El predominio de las hembras solo fue principalmente en área Guafo (65%) seguido de Guablín y Taitao con 55% y 54%, respectivamente.

La moda principal de ejemplares juveniles entre 30-49 cm se registró principalmente en el Cañón Taitao y el área Fuera de los Cañones (**Figura 11**). La presencia de la moda de adultos jóvenes 50-59 cm y la moda de ejemplares adultos 65-79 cm predominó en los cañones en sentido latitudinal localizados al norte, como Cañón Guafo y Guablín. Mientras, la presencia de la moda de ejemplares juveniles pequeños fue principalmente en el Cañón Taitao. En sentido batimétrico, la moda juvenil entre 30-49 cm fue registrada principalmente en la columna de agua entre los 200 m y 399 m de profundidad (**Figura 12**). En cambio, a mayor profundidad (400-499 m) se presentó un aumento de la presencia de ejemplares adultos (56%) y de hembras (79%), en donde se destaca la moda de adultos jóvenes (50-59 cm).

5.2.2 Distribución de talla del crucero 2019 respecto de los cruceros anteriores

La estructura de talla del año 2021 en el área de estudio mantuvo el alto predominio de ejemplares juveniles, caracterizados por una moda juvenil entre 30-59 cm, como en los años 2017 a 2020. El predominio de los juveniles también fue observado entre los años 2008 a 2016, pero a diferencia de los años 2017-2021 la moda estuvo desplazada a la derecha entre los 40-65 cm. Este período de ejemplares juveniles, entre 2008-2021 contrasta con los años anteriores (2001-2007) debido que en el área de estudio el predominio fue principalmente de ejemplares adultos entre los 55 y 79 cm (**Figura 13**).



Históricamente antes del año 2008, la población presente de merluza de cola en el área y período de desove predominaron las tallas adultas entre 55-79 cm (con un aporte a la composición entre 55-80%) y un mayor predominio de las hembras entre los 55-70% (**Figura 14**). Sin embargo, a partir del año 2008 -en adelante- se registró un cambio en la serie histórica de las distribuciones de tallas en merluza de cola (**Figura 13 y Figura 14**), marcado con una mayor presencia de juveniles en las composiciones de tallas entre un 50% y 90%, junto con ello una caída en la proporción de las hembras entre 45%-55%. En particular, entre los años 2017-2021 la composición de talla se distribuyó a ejemplares juveniles de menor talla (menores a 55 cm) con una caída de ejemplares adultos entre 55-79 cm entre un 10% y 20% como aporte a la composición de talla; característica que ha marcado los recientes de estudio (**Figura 13 y Figura 14**).

5.2.3 Composición de la estructura de edades

- **Muestreo**

La recolección de muestras en los aspectos referidos a medición de longitudes (azar) y muestreo biológico específico fue obtenido a partir de la captura producto de los lances de pesca de identificación, realizados en el crucero de investigación, entre el 7 y el 20 de agosto de 2021, a bordo del buque arrastrero Cabo de Hornos.

En este crucero de evaluación del stock desovante se recolectó para merluza de cola un total de 1.704 pares de otolitos (688 machos; 1016 hembras, relación 1:1,5), cuyo rango de longitud de los peces fluctuó entre 21 – 102 cm en machos y entre 20 – 110 cm en hembras. Esta recolección de muestras fue algo mayor a la alcanzada en el crucero del año anterior en que se obtuvo para merluza de cola 1.435 pares de otolitos (con razón entre sexos de 1:1,7). En la **Figura 15** se aprecia el rango de las longitudes de los peces según los lances de pesca en que se efectuó muestreo biológico (comprende la extracción de otolitos) y por sexo. En cada lance el 50% de los datos se muestra en la caja, en la que interiormente se representa con una línea el valor de la mediana. Los círculos vacíos representan valores atípicos y los asteriscos señalan valores extremos. Si la distribución de las tallas dentro del lance fuese simétrica, entonces la mediana aparecería centrada dentro de la caja de datos y bigotes.

- **Análisis de otolitos**

Para el estudio de edad de los otolitos recolectados, se utilizó la misma forma de preparación de muestras empleada en estudios anteriores de esta misma índole (Lillo *et al.*, 2012; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017, Legua *et al.*, 2018; 2019; 2020). Consiste en aplicar tratamiento a fin de facilitar la discriminación de los anillos de crecimiento verdaderos de los falsos al momento de la observación en microscopio estereoscópico (Ojeda y Muñoz, 2008; www.ifop.cl, Laboratorio de Edad y Crecimiento; Recursos Demersales, Merluza de cola).



Para merluza de cola, se emplea la técnica de hidratado de ambos otolitos, utilizando cápsulas de hidratación para tal efecto, lo que les permite recuperar la nitidez de los *annuli* presentando una imagen como se muestra en la **Figura 16**.

La observación bajo microscopio estereoscópico se realiza una vez que los otolitos se han preparado, hidratados y teñidos por su cara interna con negro para facilitar el contraste o alternatively prescindiendo de la tinción y observándolos directamente en cápsulas negras en donde se sumergen en líquido clarificante.

La estimación de la edad de este recurso en base a la técnica de preparación señalada se ha realizado desde los inicios del estudio de la edad en este recurso en el Laboratorio de Edad y Crecimiento de IFOP (<http://www.ifop.cl/eyc/index.html>, Ojeda *et al.*, 1998, Ojeda *et al.*, 2001, 2007, 2008 a y b; 2013, 2014; 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020).

- **Estructura etaria de la abundancia**

Las claves edad – talla se procesan empleando intervalos de clase de 2 cm. Los ejemplares observados presentaron edades entre 1 y 20 años.

La estructura de la abundancia de merluza de cola se caracteriza por la distribución de tallas obtenidos del muestreo al azar de los peces en los lances de pesca efectuados en la zona y su componente en peso está sustentado por las relaciones peso - longitud (**Tabla 11**) producto de los muestreos biológicos específicos realizados en el área de operación más los muestreos de longitud-peso, señalando una bondad del ajuste representada por coeficiente de determinación 0,96-0,97 en machos, hembras y ambos sexos.

Si se considera la serie de información correspondiente a los cruceros de evaluación 2001 - 2021, se aprecia que el peso teórico promedio a una talla dada varía de acuerdo a la condición que presenten los peces al momento de realizar el crucero de investigación (**Figura 17 A**). En esta figura se puede observar que durante 2003 y 2004 en que los cruceros se realizaron en la tercera y cuarta semana de agosto los pesos a la talla son un poco menores siendo posible que ya se encuentren en un proceso de desove más avanzado o hacia su término.

En general, para los últimos años, en el muestreo disminuye drásticamente los ejemplares con tallas sobre los 70 y 80 cm en machos y hembras respectivamente, por lo que debe asignársele mayor importancia a la variación observada en las tallas inferiores a las mencionadas, las cuales cuentan con muestreo abundante.

Los parámetros de las relaciones peso - longitud de merluza de cola estimados con la información de los cruceros de investigación desde 2001 a 2021, presentan en sus parámetros una fluctuación que se manifiesta en el caso de los machos en un rango que abarca para "a" entre 0,0016-0,0078 y "b"



entre 2,7511-3,1423 y para las hembras se presenta "a" entre 0,0009-0,0052 y "b" entre 2,8634-3,2724 (**Figura 17 B**), señalándose con marcadores sólidos los correspondientes al período 2021.

Las diferencias que se presentan en la relación peso – talla, señalan lo apropiado que es emplear, en especial en las épocas de desove, sus propias funciones para las conversiones de abundancia - biomasa. Menores pesos promedios a determinadas tallas promedios es un reflejo del estado de bienestar de los individuos y/o el estado de maduración /evacuación que presentan sus gónadas, en el período de visita a la zona (agosto, crucero de investigación).

El peso promedio (ambos sexos) en el presente estudio corresponde a un valor de 248 g, corresponde al menor valor observado de peso promedio de los ejemplares en toda la serie histórica estudiada. Es un valor muy por debajo a lo registrado en los cruceros anteriores a 2008 en que el peso promedio podía estar alrededor de los 1.000 g (**Tabla 12**).

La biomasa estimada en los procesos fue 186.348 t y resultó ser un 3% mayor a la estimada en el año 2020 (180.884 t), de igual modo, si se compara en número de ejemplares la abundancia actual (750.200.120 ejemplares) resulta ser un 33% mayor que la registrada en 2020 (562.223.387 ejemplares), lo que indica que la componen individuos con peso promedio menor.

La abundancia está conformada por un 44,7% (335,2 millones) de machos y un 55,3% (415,0 millones) de hembras. Considerando los GE que aportan a la estructura etaria en fracción superior al 5%, se tiene que la abundancia de machos está conformada en 96 % por cuatro grupos, GE I - IV, en donde el grupo modal es GE III (33%), (ver figura en recuadro superior en **Tabla 13**). Al igual que en machos, en hembras, los grupos de edades principales que representan el 94% también corresponden al GE I – IV, destacándose de igual modo el GE III como moda principal (40%), **Tabla 14**. Si bien el presente año tiene su estructura etaria constituida especialmente por grupos jóvenes, muestra una particular característica en cuanto a una moda principal destacada en GEIII, que corresponde a peces de una longitud promedio de 43-44 cm y un peso promedio de 253 - 263. A diferencia del año anterior, en 2021 se acentuó la participación de los grupos menores respecto de la moda en la estructura etaria, constituyendo los GE I y II una participación de 50% de la abundancia en machos y un 33% en hembras, lo que está soportado por la presencia de ejemplares muy jóvenes, (menores a 35 cm) en donde los machos tienen mayor presencia que hembras. De otro modo, en los peces mayores a 40 cm, se puede apreciar que son las hembras las que sobrepasan en número a los machos, ver figura inserta en la parte inferior de las **Tabla 13** y **Tabla 14**.

Esta coincidencia entre sexos en los grupos de edad de mayor aporte en la estructura etaria y a su vez coincidencia en el grupo modal muestra una característica propia del recurso juvenilizado en donde las diferencias morfométricas no son tan evidentes como cuando se trata de peces grandes en que existe una separación en sus estructuras de edades y modas dado que las hembras presentan mayores tallas y longevidad.



- **Composición histórica de la estructura de edades**

La estructura histórica de la abundancia, serie 2000 – 2021, se presenta en la **Figura 18** en columnas de gráficos en secuencia que la representan tanto por clases de talla (columna izquierda de gráficos) como por GE (columna derecha de gráficos), diferenciadas por sexo. Cada año cuenta con la data biológica y de edad correspondiente a cada crucero de evaluación, excepto en lo del año 2000, en que no se tuvo como objetivo determinar la edad de merluza de cola. Se empleó en su reemplazo la clave edad – talla de la pesquería sur - austral para ese año, como un medio de poder expandir la abundancia estimada y tener aproximación de la estructura que la sustentaba.

En los cruceros de evaluación se ha evidenciado un drástico cambio en el stock desovante. La estructura por edades que caracteriza el período del crucero presenta variaciones notables en el período 2000 a 2021, observándose un cambio en su estructura interna en los últimos años en donde se focaliza hacia las edades menores, llegando a estar desde 2008 a 2021, compuesta principalmente por grupos de edad muy jóvenes (**Figura 18**).

En lo correspondiente a esta última década, si bien el año 2010 eran cinco los GE que constituían la abundancia en un $\approx 90\%$ (GE II a VI, con moda en el GE IV), en el año 2011 similar porcentaje lo constituyeron cuatro grupos de edad, concentrados en edades jóvenes, II a V y con moda en el GE III, lo que presenta el stock aún más deteriorado, desde el punto de vista de presentar escasos desovantes de las edades más adultas.

En el año 2012, el stock desovante si bien se encontraba constituido por GE de forma similar al año 2011, presenta la notable característica de disminución de la abundancia (240 millones de ejemplares). En 2013, no obstante que la abundancia creció notablemente (428 millones de ejemplares), el soporte estuvo dado principalmente por grupos jóvenes que no se encuentran caracterizados como parte de la masa que desova ya que presentan importante fracción de ejemplares inmaduros.

En los años siguientes se sigue de forma importante el paso de la clase anual 2011 la cual se aprecia como GEII en 2013; pasa a ser grupo modal GE III en 2014, GE IV en 2015 y GEV en 2016. No así en 2017, en que se presenta un cambio drástico en la estructura dado que la presencia de peces con edades mayores a cuatro años es sumamente escasa.

En el período 2017 a 2019, se sigue la clase anual 2015 de forma muy destacada, corresponde en 2017 al grupo modal en GEII; en 2018 conforma el GEIII y en 2019 al GEIV, tanto en machos como en hembras.

En la serie histórica, **Figura 18**, se puede apreciar la constante presencia de grupos de edad mayores (aunque en reducido número) que sostienen la estructura de edades de hembras de cada año, situación que es normal de observar en este recurso en que se presenta diferenciación sexual en el crecimiento, registrando las hembras mayores tallas y edades. Si se le compara con la serie de estructura de edades histórica se aprecia que el stock desovante en la actualidad está constituido por



edades sumamente jóvenes que distan bastante de los GE VII a X que eran la moda parental de desove en inicio de los años 2000 (**Figura 18**).

En una vista global, sin diferenciar por sexos, la estructura etaria de la abundancia del stock desovante 2021 estuvo sostenida mayoritariamente (94%) por cuatro clases que comprenden los GE I a IV, con moda en el GE III (37%), **Tabla 15**, estructura notablemente focalizada en peces jóvenes. (**Figura 18**) Si se compara con el año anterior, la moda, aunque también se focaliza en el GE III, esta es de menor intensidad y lo más notable es la elevada participación de peces que se sitúan a la izquierda de la moda, es decir, GE I y II, más jóvenes que la moda y que están presentes en la zona en el período característico de congregación para el desove, sin tener participación en esta actividad.

En general, se aprecia una disminución en la composición de edades del stock parental que se concentran en la época de desove. Si se considera los grupos de edad más adultos en ambos sexos, desde la edad nueve y superiores, se aprecia que en el período 2001 a 2005 constituían 25 - 35%, luego pasaron a presentarse en una mínima expresión durante 2008, aportando el 1% en la estructura por grupos de edad, en el 2009 representaron el 11% de la estructura parental del stock evaluado, desde 2010 al 2014 no sobrepasaron el 5%, desde 2015 a 2018 conformaron entre 7 a 8%, excepto en 2017 en que fueron muy escasos (3%). Lo anterior indica que en la estructura presente en ese período, a pesar de la juvenilización del stock desovante, la fracción de peces más adultos de edad nueve y mayores estaba presente en baja proporción en la estructura etaria, no obstante en 2019 - 2021 se evidencia una notable escasez de peces mayores a GE IX encontrándose solamente un 0,6% en 2019 y 0,4% en los dos últimos años.

5.2.4 Caracterización de la Abundancia

- **Proporción sexual de la abundancia**

La composición interna de la abundancia que se concentra en el área de desove no se presenta en proporciones similares de machos y hembras (m:h) a través del tiempo. Esta relación, número de individuos llevados a proporción o razón m:h, se entrega en la **Figura 19**, donde se puede observar a los machos representados como 1, y las hembras con el valor por bajo o sobre este, según se encuentren en menor o mayor número que los machos.

En merluza de cola, en el período 2000 – 2021, esta relación m:h fluctúa desde 1:0,32 hasta 1:1,85 y es frecuente observar que las hembras se presentan en mayor proporción que los machos. Durante 2021 el recurso se presentó en relación 1:1,2, con lo que aportan similar número machos y hembras. Esto ocurre cuando la estructura etaria está sostenida mayormente por peces bastante jóvenes en que la diferenciación morfométrica sexual no es tan marcada.



En la **Figura 20**, se presenta la abundancia del recurso, separado por sexos. Existen diferentes razones que motivan el desequilibrio que se manifiesta en que la tasa de presencia entre sexos 1:1 no se observe. En general, el sexo con tasa de crecimiento más lento tendrá más probabilidades de ser sometido a predación, con lo cual su abundancia decrece en las próximas fases de su desarrollo.

Adicionalmente si los machos difieren de las hembras, la talla media para pesquerías comerciales sería desplazada hacia una dirección resultando en capturas diferenciadas de un determinado sexo y modificando la composición sexual del stock. Otro factor que puede influenciar la proporción sexual es la disponibilidad de alimento, lo cual en este caso estaría influenciando el metabolismo a través de la actividad hormonal, resultando en cambios en la producción de individuos de un sexo dado. Se desprende por tanto que el cambio en la proporción sexual es un resultante tanto de la interacción de elementos tecnológicos como poblacionales y ambientales. Definir en detalle las causas del cambio y su evolución histórica, ha sido tema tratado en reuniones relacionadas a los programas de investigación de la PDA (Payá *et al.*, 2013).

- **Edad mediana de la abundancia**

Si bien en la sección precedente se ha ilustrado el cambio de la estructura de edades, en esta sección se incluye la "edad mediana" que presentan los recursos al alcanzar el 50% de la abundancia, a fin de poder representar el comportamiento de ésta en el transcurso del tiempo.

En merluza de cola, se observa en general, que la edad mediana es menor en machos que en hembras lo que avala la diferenciación sexual propia de estos recursos en donde los machos son de estructura etaria menor que las hembras y a su vez presentan menores frecuencias o no aparecen en los estratos de mayor longevidad.

Las edades medianas en la abundancia han fluctuado entre 1,7 y 7,2 años en machos y entre 1,8 y 8,1 años en hembras y se ha observado la caída de este parámetro. En el crucero de investigación del año 2013 habían manifestado una edad mediana de 2,5 y 2,7 para machos y hembras respectivamente, lo que las indicaba como las edades medianas menores observadas a esta fecha en el período con actividad de desove. En los años siguientes de 2014 a 2016 se presentó un alza moderada mostrando edades medianas entre 3 y 4 años, no obstante el año siguiente se registró una marcada juvenilización en el stock presente en el período de desove registrando edades medianas cercanas a los dos años, siendo las más bajas de la serie 2000-2019. La marcada moda en peces jóvenes (GEII) en la estructura etaria 2017, se presenta en 2018 como GE III, con edad mediana de 2,9, en 2019 en que hay mayor presencia de edades menores toma un valor de edad mediana de 2,6-2,8 manteniéndose en edad mediana 2,6 en 2020. En 2021, la baja de este parámetro se acentúa registrándose en la edad 2,0 y 2,4 para machos y hembras respectivamente (**Figura 21**).



5.2.5 Edad y estados de madurez

Se presentan antecedentes de la fracción de peces maduros en relación a la edad observada, incluyendo los resultados de los cruceros de investigación realizados en similares condiciones y época del año (Lillo *et al.*, 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017 y Legua *et al.*, 2018; 2019; 2020), junto a los resultados que entrega la información analizada del crucero de investigación 2021, en que se prospectó la zona.

Lo que se entrega a continuación corresponde a ajustes de curvas edad versus madurez procedente de observaciones macroscópicas de las gónadas. Se debe considerar que existe un alto grado de concordancia ($\approx 90\%$) entre la clasificación de peces “maduros” o “inmaduros” de acuerdo a las estimaciones que se realiza mediante observación macroscópica y observación microscópica de las gónadas. Esto indica que la clasificación macroscópica es avalada por la clasificación microscópica/histológica en el rango de clasificación dicotómico de peces maduros e inmaduros. Lo anterior se refiere al sexo hembras, ya que en machos no se realiza estudio histológico de las gónadas. No obstante el grado de concordancia mencionado, para merluza de cola, la clasificación y asignación de los estados de madurez al momento de muestreo es un tema en desarrollo, el cual se ha revisado en oportunidades anteriores con investigadores del comité científico (Taller de Revisión de datos, Merluza de cola 2011, organizado por IFOP-SUBPESCA, realizado en enero 2012 con la participación de revisores expertos independientes, Clark & C. Wilson, 2012), en donde, la dificultad que se puede presentar para un observador científico al clasificar el estado de madurez *in situ* en el momento del muestreo es un tema para el cual se recomendó que se continúe estudiando de forma comparativa entre métodos macroscópicos/microscópicos (Clark & C. Wilson, 2012).

Últimamente, un importante aporte a la observación macro y microscópica de las gónadas y su clasificación en los diferentes estadios de madurez, lo reportó San Juan, 2021, presentando un manual con la descripción e ilustración respectiva, en base a muestreos de los recursos de monitoreados en la pesquería demersal sur austral, lo cual constituye un importante paso que apoya la mejora continua de la información recopilada.

Si bien se tiende a pensar que las especies iterópatas, después de llegar a su estado de primera madurez y completar su primer desove, presentarían desoves secuenciales anuales, se ha observado en diferentes especies la característica de saltarse el desove entre años consecutivos causado, entre otras condicionantes, por ciertas deficiencias que experimenta el pez en su estado nutricional. Este y otros factores pudiesen conformar parte de las limitantes de los estudios y pudiese reflejarse en ocasionar una calificación del estado de madurez de forma errónea, los cuales son aspectos que se continúan estudiando en el tiempo.

Se presenta una secuencia de la serie histórica de las estimaciones efectuadas en base a la edad y madurez macroscópica a la cual el 50% de los ejemplares están maduros (**Tabla 16, Figura 22**) para los cruceros de investigación del período 2007 a 2021 y se incluye además un año que hace referencia a la fase de inicio de este tipo de cruceros de investigación (año 2002).



En el año 2002, la clasificación de las edades junto con los estados de madurez que presentaban los peces indica que para machos el $GE_{50\%}$ fue GE III y en hembras la madurez al 50% correspondió al GE IV, **Figura 22, Tabla 16**.

En el período 2007 – 2021, si bien los machos están conformados por estructuras de edades de menor amplitud, lo que los hace recibir el efecto de la extracción de forma diferente a las hembras, presentan la característica que favorece el recurso en cuanto a su etapa de maduración a corta edad. Esto puede apreciarse en la información de edad analizada para la evaluación del recurso 2007 - 2021, en que el 50% de los machos estaban maduros en las edades 2 a 4 según el año de estudio, presentándose en 2021 el $GE_{50\%}$ en GEIII. Las hembras en cambio, alcanzan la fracción de maduras en 50% en las edades 3 a 5, presentándose en el crucero 2021 el $GE_{50\%}$ en GEIV (**Figura 22, Tabla 16**).

La estructura etaria del stock desovante en la serie estudiada ha manifestado importantes cambios, los más relevantes se presentaron en 2008 y 2017, ambos caracterizados por una fuerte conformación en peces más jóvenes. Esto les llevó a presentar en 2008 una fracción de 68% y 83% de peces inmaduros en machos y hembras respectivamente y en 2017 88% y 79% de peces inmaduros machos y hembras.

La abundancia de stock parental en los últimos cuatro años ha experimentado un descenso en la fracción de peces maduros en el período y zona de desove. Es así como, para 2018, a pesar de presentar abundancia constituida por peces jóvenes, se caracterizó por estar principalmente en presencia de peces maduros, registrando una fracción de 99,5% para machos ($\geq GE_{50\%}$ II) y 95,0% de hembras ($\geq GE_{50\%}$ III) en el período de desove, correspondiente al desarrollo del crucero de investigación. Desde allí al presente, no sucedió del mismo modo, en 2019, se presentó menor fracción de peces maduros, siendo en machos un 72% ($\geq GE_{50\%}$ III) y en hembras un 40% ($\geq GE_{50\%}$ IV), en 2020 si bien no hubo ajuste teórico de $GE_{50\%}$ para machos, en hembras se puede observar que presenta una baja fracción de la abundancia en peces maduros (8% de peces $\geq GE_{50\%}$ V) y en 2021, la fracción de peces maduros que participan en el proceso de desove fue de 50% de machos maduros ($\geq GE_{50\%}$ III) y 27% de hembras maduras ($\geq GE_{50\%}$ IV).

Una vista conjunta de las curvas de edad - madurez estimadas para el período estudiado se presenta en la **Figura 23**. Allí se aprecia el desplazamiento de $GE_{50\%}$ en los diferentes años, este parámetro oscila entre la edad 2,3 a 4,2 en machos y en hembras 2,9 a 5,0. El éxito de su potencial descendencia dependerá tanto de las características de sus progenitores, compuestos por jóvenes principalmente en la última década de estudios del stock desovante, como de las características medioambientales que les acompañen en su primeras etapas de vida, desde su nacimiento, crecimiento temprano, etapa juvenil hasta que puedan repetir el ciclo de sus padres y presentarse en el área de concentración para el desove.



5.3 Objetivo específico 3

Caracterizar la actividad reproductiva de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación.
Sección Merluza de cola.

5.3.1 Estadios de madurez sexual (EMS)

El análisis de los estadios de madurez sexual mostró que las hembras inmaduras (EMS 1 y 2) correspondieron al 54,5% del total de hembras, un 33,7% a los ejemplares en maduración, 11,5% a las maduras y solo el 0,4% a hembras desovadas, lo que indica que en el período de muestreo una parte de la población estaba en preparación para el desove (**Figura 24**).

Al analizar los estadios de madurez sexual de acuerdo a la longitud total de las hembras, se observó que a partir del grupo de 40-49 cm LT se encontraron junto a los individuos inmaduros la presencia de otros estadios de maduración gonadal. La presencia de hembras virginales se mantuvo hasta el grupo de longitud 50-59 cm LT, en tanto que las hembras inmaduras se presentaron hasta el grupo de 70-79 cm LT (**Figura 25**).

5.3.2 Análisis histológico de las gónadas

El análisis histológico de las muestras permitió comparar los resultados obtenidos mediante la observación microscópica y así obtener una clasificación de estadio de madurez más certera. Se evaluaron por esta metodología muestras representativas de los diferentes estadios de desarrollo gonadal para ambas especies y además se seleccionaron muestras que presentaron características que complicaban su clasificación. De acuerdo a esto, entre las muestras analizadas mediante esta técnica se incluyó ejemplares que presentaran longitudes cercanas a la talla media de madurez sexual y se enfatizó el análisis en el reconocimiento de hembras inmaduras reincidentes presentes en el muestreo.

La clasificación por estadios se realizó según la escala de madurez que se muestra en la **Tabla 5**, que ha sido aplicada para determinar el grado de madurez ovárica en peces teleósteos, siendo aplicable a merluza de cola teniendo la consideración de que no presenta un desove parcelado. Se muestran casos representativos de los estadios virginales, en maduración, maduros y post desove (**Figura 26, Figura 27, Figura 28 y Figura 29**).

5.3.3 Índice gonadosomático (IGS)

Para el cálculo del IGS en merluza de cola se utilizaron los pesos de las gónadas obtenidos en el laboratorio como también el registro de pesos gonadales tomado en terreno, siendo ambos valores similares, con un valor de R^2 de 0,98 para la regresión entre el peso gonadal en el buque y en el laboratorio (**Figura 30**).



El IGS en merluza de cola alcanzó un valor promedio ($\pm$ desviación estándar) de $4,63 \pm 5,81$ con valores individuales extremos de 0,07 y 39,04. Al analizar la forma en que afecta el estado reproductivo de las hembras de merluza de cola en los valores del IGS, se observó que los peces con gónadas inmaduras (EMS 1 y 2) sólo alcanzaron un valor promedio de 0,5 del IGS (**Figura 31**). En cambio, en el EMS 4 el IGS aumentó a 16,08 para luego descender en las hembras que ya desovaron a un valor de 0,82. Al aplicar un Análisis de Varianza (ANOVA) a las distribuciones, se obtuvieron diferencias significativas entre los valores del IGS para los distintos EMS ($F=533,25$; $gl=553$; $p=0,00$). El test post hoc de Tuckey HSD señaló que estas diferencias no eran significativas al comparar entre los EMS 1,2 y 5, en cambio si existían diferencias significativas de los EMS 3 y 4 entre sí y con los demás EMS.

Al analizar los datos separados en grupos arbitrarios de longitud total, se observó que el IGS presentó un valor bajo en el primer grupo de longitud (20-29 cm LT), igual a 0,22, debido a la presencia de solo hembras virginales. Luego el IGS mostró un aumento paulatino en los siguientes grupos de LT hasta alcanzar un valor máximo de 13,41 en el grupo de 90 - 99 cm LT (**Figura 31**).

Al aplicar un ANOVA a la distribución de los valores del IGS de acuerdo a los grupos de LT, se observaron diferencias significativas ($F=21,36$; $gl=549$; $p=0,00$). De acuerdo al test post hoc de Tuckey HSD, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de longitud menores (20-29 30-39 y 40-49 cm LT), pero si se observaron diferencias significativas al comparar los grupos de LT menores con respecto a los demás grupos de longitud.

5.3.3 Índices de la actividad reproductiva

Para detectar las variaciones en la actividad reproductiva de hembras adultas de merluza de cola (EMS 3, 4 y 5) en una pequeña escala de tiempo, se analizaron los datos de EMS e IGS agrupados en 2 periodos, considerando las fechas en que se realizaron los lances durante la prospección. Los índices de actividad reproductiva mostraron que la prospección realizada entre el 7 y 20 de agosto se realizó en plena época de desove (**Tabla 17**), encontrándose la mayor cantidad de hembras maduras en el primer periodo de muestreo (entre el 7 y 13 de agosto) lo que coincide con el valor de IGS más alto de 9,69.

5.3.4 Talla media y edad media de madurez sexual.

Para estimar la talla media, se trabajó con un rango de datos de longitudes entre 25 y 105 cm, el ajuste de la ojiva de madurez con base en un modelo lineal generalizado, obteniéndose una talla media de madurez de 51 cm LT, con límites de confianza del 95% de 50,8 y 51,2 cm LT ($b_0 = -8,2527$; $b_1 = 0,1618$; suma de los cuadrados residuales = 0,7587; error estándar residual = 0,1097 con 63g.l.).

En la **Tabla 18** se presenta la proporción de individuos maduros a la talla con los límites de confianza respectivos, y en la **Figura 32** se grafica la distribución de los datos alrededor de la ojiva de madurez, en la que se puede apreciar variabilidad entre las tallas 40 y 60 cm LT, dicha variabilidad se ha podido observar en años anteriores y ha sido atribuida a la composición de tallas de los ejemplares presentes en el área de desove.



Otro aspecto a considerar respecto a madurez en merluza de cola ha sido la observación de gónadas que podrían corresponder a un estado en reposo o “resting”, una de las categorías del proceso denominado “skipped spawning” (Rideout *et al.*, 2000), lo que implicaría que algunas hembras estudiadas no desovarían en la temporada de desove en estudio aunque se hayan encontrado en la zona mientras ocurre este proceso. Al respecto se presenta en la **Figura 33** y en la **Tabla 19** la proporción de hembras en que esto podría estar ocurriendo respecto del total de las hembras maduras analizadas durante los últimos 5 años.

Además, se realizó una estimación de la talla de primera madurez sexual con base en el incremento relativo del IGS (IR.IGS) obteniéndose un valor máximo a los 42 cm LT (**Figura 34**). Aunque el valor obtenido este año es levemente superior al del año pasado, es similar a los valores obtenidos entre los años 2010 y 2019. (**Tabla 20**).

Para la estimación de la edad media de madurez, se probó un ajuste al modelo lineal generalizado mediante el cual se estimó la edad media en el grupo de edad 3,7 ($b_0 = -4,393$; $b_1 = 1,185$) (**Tabla 21**). Los resultados obtenidos en la estimación de $GE_{50\%}$, corresponden a un parámetro que no presenta tendencia y que sólo representa al stock desovante. Los valores muestran que el análisis por el método microscópico es menor en relación al macroscópico, señal que indica que esta forma de análisis es más precisa al permitir observar condiciones en la gónada que no se aprecian a simple vista.

5.3.5 Fecundidad

La estimación de la fecundidad se realizó considerando el análisis de las gónadas y de los ovocitos presentes en éstas tras la observación al microscopio de cada una de las muestras recibidas. Teniendo en consideración esto, fueron excluidas de la estimación aquellas gónadas maduras que presentaran señales de que el proceso de desove ya se había iniciado al momento del lance, descartándose aquellas que presentaran ovocitos hidratados. Cumpliendo con estas condiciones, la estimación de fecundidad se obtuvo seleccionando 97 muestras de hembras maduras.

El ajuste que mejor representó la relación entre las variables fecundidad versus peso corporal fue un ajuste lineal obteniéndose un R^2 igual a 0,80, para la relación entre fecundidad y longitud el mejor ajuste fue un modelo potencial con un R^2 de 0,73 (**Figura 35**). La estimación de la fecundidad modal promedio $\pm$ la desviación estándar fue 363.328 ± 344.677 y la fecundidad media del total de las hembras maduras de la muestra fue 344.683 ± 196.534 .

En cuanto a la fecundidad relativa, equivalente al número de ovocitos por gramo de peso corporal, fue estimada en 611 ± 131 ovocitos. En comparación con los valores presentados en la **Tabla 22**, que resume las estimaciones de fecundidad obtenidas en estudios previos, el valor de fecundidad modal promedio que se obtuvo este año es bastante menor en comparación con los últimos 3 años de estudio.

No obstante la escasa variabilidad de los resultados obtenidos entre estimados de fecundidad, en términos relativos, se considera que la fecundidad media del total de la muestra es de mayor



representatividad, ya que se incluye un número mayor de observaciones y en general, un rango mayor de tallas. Respecto a los resultados obtenidos en el presente estudio, se pudo apreciar una disminución tanto en el valor obtenido para la fecundidad promedio, como para la fecundidad media del total de las hembras maduras de la muestra, en comparación al estudio realizado el año 2020.

5.4 Objetivo específico 4

Caracterizar la fauna acompañante de la merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación, en el área y período de estudio. **Sección Merluza de cola.**

5.4.1. Distribución batimétrica y espacial

Durante el crucero fueron capturadas e identificadas un total de 19 especies. La fauna presente en la zona de estudio está compuesta, principalmente, por dos especies: merluza de cola y merluza del sur. Ambas especies representaron un 95,3% de la captura obtenida en la zona, seguidas en importancia por merluza de tres aletas, cojinoba moteada, tollo sargento, congrio dorado y reineta. Otras especies estuvieron presentes en baja proporción, representando el 0,3% de la captura total obtenida durante el crucero (**Figura 36**). La fauna acompañante de merluza de cola, durante el crucero estuvo compuesta en 83,4% por merluza del sur, 10,5% merluza de tres aletas, 2,2% cojinoba moteada, 1,3% tollo sargento, 0,7% congrio dorado, 0,8% de reineta, 0,2% calamar y 0,9% restante que agrupa especies como tollo negro, tollo de cachos, jibia, raya volantín, anguila espinosa, pejerrata entre otras, además de varias especies de mictófidios y peces mesopelágicos. (**Figura 37**).

Según la división del área de estudio, merluza de cola y merluza del sur, son las principales especies presentes en cada una de las subzonas, en la subzona 1 se observó una alta presencia de merluza de cola (82,0%), por sobre la merluza del sur (15,7%), similar a lo observado en la subzona 2 (merluza de cola 68,8%, y merluza del sur 29,7%), en la subzona 3 la participación fue de 46,2% para merluza de cola y 28,7% para merluza del sur, observándose una disminución de merluza de cola al avanzar en la distribución desde el norte hacia el sur, mientras que la merluza del sur se mantuvo dentro de rangos similares en las tres subzonas. La especie merluza de tres aletas estuvo escasamente representada en las zonas 1 y 2 sin embargo, en la subzona 3, se observó una mayor representatividad alcanzando un 22,3% (**Figura 38 a**). En la subzona 1 la especie con mayor participación fue el tollo sargento con un 0,70%, siguiéndole en importancia, cojinoba moteada la cual aparece como la especie más recurrente de la fauna acompañante con aportes de entre 0,49% a 1,92%, mientras las otras especies capturadas presentan valores de participación en torno al 0,4% para la subzona 1, 0,1% para la subzona 2, y 0,2% para la subzona 3. Destaca además la subzona 2 como la fracción con mayor abundancia de especies. (**Figura 38 b**).

En la zona de estudio, la profundidad media de la distribución batimétrica de los recursos estuvo en torno a 327,5 m. El rango de distribución batimétrico varió entre 205 y 417 m. Merluza de cola se localizó a una profundidad media de 325 m, mientras que su fauna acompañante se observó a una



profundidad media de 327 m. Al relacionar la distribución latitudinal y batimétrica de merluza de cola, se observa que en la zona norte del área de estudio esta especie se asocia a veriles de profundidad entre los 300 y 350 m, y levemente superiores a 350 m, lo cual cambia más al sur encontrándose en aguas más someras con mayor ocurrencia entre los 250 y 350 m de profundidad en latitudes entre 45° y 46°S. La fauna acompañante de esta especie se asocia de igual forma que merluza de cola, con mayor ocurrencia a los veriles entre 300 y 400 m de profundidad. **(Figura 39).**

5.4.2 Parámetros comunitarios

La identificación de asociaciones entre especies en la zona se llevó a cabo por medio de técnicas multivariadas, como son, análisis de clasificación por conglomerados (*cluster analysis*) y de ordenación (NMDS). Ambas técnicas trabajan sobre una matriz de abundancia relativa de las especies más representativas, en términos de la ocurrencia de éstas en los cruceros efectuados desde el año 2000 al 2021. En los análisis las especies se agruparon por: cruceros, cruceros-subzonas y cruceros- veril de profundidad.

a) Cruceros

El análisis de clasificación identifica cuatro grupos con niveles de similitud superiores a 70% **(Figura 40)**. El grupo 1 contiene a los cruceros realizados los años 2003, 2004, 2008 y 2009. El grupo 2 está formado por los cruceros realizados durante los años 2000, 2001, 2002. El grupo 3 contiene los cruceros realizados en los años 2007, 2010 y 2011. El grupo 4 incorpora a los cruceros realizados en, el año 2005 y entre los años 2012 y 2021. El análisis de ordenación muestra concordancia en la formación de estos grupos, en relación a los resultados obtenidos en la serie de años estudiados, al mismo tiempo, se observa el alto grado de coincidencia que existe al interior de cada grupo **(Figura 41a)**.

Desde el punto de vista de la fauna asociada a los conglomerados, se observa que el conglomerado 1 está caracterizado por años en que la presencia de jibia (dgi) fue predominante por sobre otras especies recurrentes, el grupo 2 está caracterizado por la presencia mayoritaria de las especies principales, merluza del sur (mau) y merluza de cola (mma), especies dominantes en los años 2000 al 2002, junto a cojinoba azul y ploma (ser), en el grupo 3 se observa una baja participación de especies acompañantes y una alta participación de merluza de cola y del sur donde la única especie de fauna acompañante que se mantiene durante los 3 años es reineta (bau), el grupo 4 congrega principalmente a los últimos años de la serie, en los cuales toman relevancia reineta (bau), y sierra (thy), calamar (lgh) individuos de un claro comportamiento pelágico, además de congrio dorado (gbl), y tollo (sqa), especies demersales de importancia en esta serie de años. Al interior del grupo 3 se observan 2 subgrupos importantes uno para los años anteriores a 2015 y otro para los posteriores, en el primero de estos (2005 + 2012 a 2015) se observa una alta presencia de especies como merluza de tres aletas (mia), brótula (sau), y jibia (dgi), estas últimas 2 especies desde el 2015 en adelante, aparecen en una muy baja frecuencia. **(Figura 41b)**.

b) Cruceros-Subzonas



El resultado gráfico del análisis por clasificación identifica tres grupos con niveles de similitud superiores al 60%. El grupo 1 se compone de las 3 subzonas para los años 2000 al 2002 y 2007, años que muestran similitud dada la alta presencia de las especies principales merluza de cola (mma), y merluza del sur (mau), además de congrio (gbl) y cojinobas (ser).

El grupo 2 reúne principalmente a las subzonas 1 y 2 de los años 2003, 2004, 2008, 2009, 2011, 2014 y 2015, los cuales se caracterizan por la presencia de reineta (bau), jibia (dgi), cojinobas (ser), además de merluza de cola y merluza del sur, con una ausencia casi absoluta de merluza de tres aletas (mia). El grupo 3 se compone por diversas similitudes entre las tres subzonas establecidas desde el año 2007 a 2021 principalmente, el cual congrega para los últimos 10 años de la serie mayor diversificación en la cantidad de especies observadas en los lances, mayor presencia de especies de características pelágicas, y una constante presencia de merluza de tres aletas, aunque con bajos valores en algunos años, pero más presente que en los años previos al 2007 (**Figura 42**).

El análisis de ordenación muestra la equivalencia que existe en la formación de los tres conglomerados, en cuanto a su, continuidad espacial y niveles de similitud (**Figura 43a**). La fauna que integra al primer conglomerado se caracteriza por ser principalmente merluza de cola (mma) y merluza del sur (mau), además de congrio (gbl) y cojinobas (ser), especies que para los primeros años de la serie eran las más características y abundantes en las capturas, el segundo grupo se caracteriza por la presencia de jibia y reineta, el tercer grupo que representa a los años más actuales de la serie, muestra una incidencia significativa de especies de hábitos pelágicos y mesopelágicos, como sierra (thy), mictófidios (mic), calamares (lgh), además de los demersales brótula (sau), tollo (sca) y congrio dorado (gbl), esta última especie que es compartida en parte con el primer conglomerado (**Figura 43b**).

c) Cruceros-Veril

El análisis de clasificación discrimina tres grupos con similitudes superiores a 50%, para este nivel de semejanza, el grupo 1 reúne solo 3 observaciones, el cual se caracteriza por poca presencia de especies, tanto principales como recurrentes, observándose solo algunos ejemplares de merluza del sur (mau) contrastando con una alta presencia de jibia (dgi). El grupo 2 presenta variadas asociaciones internas en los grupos que las componen y a distinto nivel de similitud, en donde la distribución batimétrica indica que los más representados son los veriles 2, 3, y 4 los cuales representan profundidades entre los 200 y los 400 m, donde si bien se dan distintas asociaciones faunísticas, estas son las más comunes para el área de estudio, las cuales tienen como base, la presencia de merluza de cola y merluza del sur, en la totalidad de las observaciones de este grupo, sumando además la presencia de merluza de tres aletas, en más del 80% de las observaciones. El grupo 3 reúne a los veriles 2, 4 y 5 principalmente de los años 2011, 2013, 2015, 2017, 2020 y 2021, donde las especies dominantes en estos veriles son las merluzas del sur, de cola y de tres aletas principalmente, y casualmente acompañadas por reineta (bau), y cojinobas (ser), como fauna recurrente principal. (**Figura 44**).



El análisis de ordenación da una mejor visión del nivel de similitud que existe entre los conglomerados (**Figura 45a**). Es así como el grupo 2 reúne a la mayoría de veriles y especies, mientras el grupo 1 representa algunas observaciones poco usuales para la serie de años como ya se mencionó, a pesar de ello se observa que, la fauna que caracteriza los conglomerados, indica que las especies se distribuyen en todo el rango de profundidad. Sin embargo, es posible diferenciar dos grupos de especies, uno que se localiza con mayor frecuencia a profundidades mayores de 300 m, con merluza del sur (mau), merluza de cola (mma), congrio dorado (gbl) y merluza de tres aletas (mia) eventualmente, y un segundo grupo que lo componen especies que se asocian a menores profundidades, en torno a los 200 m, destacando las especies reineta (bau), cojinobas (ser), calamar (lgh) y jibia (dgi) (**Figura 45b**).

5.5 Objetivo específico 5

*Caracterizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, registradas acústicamente en el área de estudio. **Sección merluza de cola.***

Se procesó y analizó un total de 60 agregaciones de merluza de cola, 35 agregaciones de merluza del sur y 114 agregaciones que representan una mezcla de ambas especies. Esta información proviene de las transectas de prospección acústica del crucero de agosto del 2021. Se entregan los estadísticos estimados de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones registradas durante el crucero en la **Tabla 23**.

5.5.1 Agregaciones mezcladas de merluza del sur y merluza de cola

Se procesó y analizó un total de 114 agregaciones de merluza de cola y merluza del sur consideradas en su conjunto. Se entregan los estadísticos estimados de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones registradas durante el crucero en la **Tabla 23**.

5.5.1.1 Resultados generales descriptivos

a) Descriptores morfológicos

En la **Tabla 23** se observa que los descriptores de forma, muestran una fuerte variabilidad expresada en coeficientes de variación superiores al 1% en todos los descriptores, con la excepción de la dimensión fractal que presenta la menor variabilidad con un CV=0,08%. El largo medio de las agregaciones fue de 1.260 m, con mediana en 698 m, comprendido en el rango 14 a 8.754 m (CV =1,19%) y una altura media de 28,7m con mediana en 15,3 m, lo que resulta en una elongación media de 84,4 (CV=1,63%). Los valores medios del perímetro y del área fueron de 25.177 m y 43.339 m², respectivamente, lo que se ve reflejado en un valor medio de la dimensión fractal de $1,7 \pm 0,1$.

b) Descriptores batimétricos



La profundidad media en que se ubicaron las agregaciones fue de $353,4 \text{ m} \pm 114,5 \text{ m}$ y $\text{CV}=0,32$, distribuyéndose en la columna de agua entre los 150,1 y 768,4 m de profundidad con mediana en 342,4 m. En relación al fondo, este osciló entre 156,4 y 1.000 m, con promedio en $498 \pm 186,6 \text{ m}$, mediana en 459,6 m y $\text{CV}= 0,38$. El descriptor Índice de altura, registró en promedio un 23,2% ($\text{CV}=0,97$), variando la distancia de las agregaciones al fondo entre un 0,1% y 79,6% de la profundidad de este (**Tabla 23**).

c) Descriptores de energía

Los valores de NASC de estas agregaciones fluctuaron entre 103 y 342.638 m^2/mn^2 con un valor medio de $7.169 \pm 38.942 \text{ m}^2/\text{mn}^2$ y mediana en 373 m, mientras que la densidad acústica varió entre 1,4 y 2.928,6 con un promedio de $49,6 \pm 286,2$ y mediana en 5,1 NASC/ m^2 . Estos dos descriptores presentan la variabilidad más alta, con valores de $\text{CV}=5,43$ y $\text{CV}=5,78$, respectivamente (**Tabla 23**).

5.5.1.2 Resultados de los descriptores según zonas de cañones, latitud y profundidad

a) Zona de cañones

De las 114 agregaciones registradas, el 87,7% de ellas se ubicaron en la zona fuera de cañones mientras que solo el 12,3% lo hicieron en la zona dentro de cañones (cañón Ipún y cañón Taitao). Los resultados de los valores promedios, máximos, mínimos, mediana y CV de los descriptores se entregan en la **Tabla 24**. En la **Figura 46** se entregan el valor promedio y la mediana de los estimadores.

Los valores medios de los descriptores morfológicos largo, alto, perímetro y área son mayores en la zona dentro de cañones a excepción de los descriptores elongación y dimensión fractal que poseen mayores valores medios fuera de los cañones, observándose en esta última zona mayores valores de CV. La mediana presenta igual comportamiento que la media, excepto en la elongación, si bien todos sus valores están por debajo de la media (**Tabla 24 y Figura 46**).

Todos los valores medios de los descriptores batimétricos son levemente superiores en la zona dentro de cañones, con valores de CV bajos en ambas zonas. La mediana se comporta de igual forma que la media, con todos sus valores por debajo de esta (**Tabla 24 y Figura 46**).

En el caso de la energía, el valor medio del NASC es levemente superior en la zona fuera de cañones con un alto $\text{CV}=5,72\%$, mientras que la densidad de área es notoriamente mayor fuera de los cañones asociado a un alto $\text{CV}=5,50\%$. La mediana si bien en ambos descriptores está por debajo de la media, tiene un comportamiento contrario en el caso del NASC (es mayor dentro de cañones) y es prácticamente similar para ambas zonas en el caso de la densidad de área (**Tabla 24 y Figura 46**).

La **Tabla 25** entrega los resultados de la Andeva al desagregar las agregaciones según su ubicación en “zona dentro de cañones” y en “zona fuera de cañones”. En esta tabla se observa que todos los



descriptores analizados, exceptuando el alto, el perímetro y el área, aceptan la hipótesis de igualdad de estas variables en ambos casos, lo que indica que no hay diferencias significativas de estos descriptores tanto dentro como fuera de los cañones (**Figura 46**).

Los resultados obtenidos al analizar las 14 agregaciones registradas en los cañones 1 (Ipun) y 3 (Taitao), se presentan en la **Tabla 26** en las cuales se observa que el mayor registro de agregaciones (64,3%) fue en el cañón 1, mientras que en el cañón 3 hay 5 agregaciones (35,7%) y ningún registro en el cañón 2.

El valor medio del largo es levemente superior en el cañón 1, mientras que el valor medio del alto es mayor en el cañón 3, lo que incide en que la media de la elongación sea levemente mayor en el cañón Ipun. Los descriptores perímetro, área y dimensión fractal son mayores en el cañón 1, si bien, en general se observan los mayores valores de CV en este cañón. La mediana se comporta de igual forma que la media en el alto y en la dimensión fractal con valores por debajo de ella, mientras que en el largo, elongación, perímetro y área difiere con valores por debajo y por sobre la media (**Tabla 26** y **Figura 47**).

El descriptor batimétrico profundidad del cardumen es mayor en el cañón Ipun, mientras que el valor medio del fondo es similar entre ambos cañones, lo que resulta en que el índice de altura es mayor en el cañón 3, indicando que las agregaciones se ubican más lejos del fondo en el cañón Taitao y más cercanos a él en el cañón Ipun, observándose en ambos cañones bajos valores de CV. La mediana, tanto en profundidad de cardumen como en índice de altura, se comporta igual que la media con valores por debajo y sobre ella, respectivamente. En cuanto al fondo la mediana es menor en 50 m en el cañón 1 en relación al cañón 3 (**Tabla 26** y **Figura 47**).

En relación a los descriptores de energía, se observa que, en ambos, el mayor valor medio se registró en el cañón 1, con valores de CV mayores en este cañón. Para el NASC la mediana se comporta distinta a la media y en la densidad de área sigue la tendencia de esta, con valores por debajo de ella (**Tabla 26** y **Figura 47**).

La resultante de comparar estadísticamente, los valores por cañón, se entrega en la **Tabla 27** de ésta se desprende que solo los descriptores profundidad del cardumen e índice de altura presentan diferencias significativas entre cañones por lo que rechazan la hipótesis de igualdad. Los restantes descriptores aceptan la hipótesis nula no presentando diferencias estadísticas significativas entre los distintos cañones.

**b) Sub-división latitudinal**

El análisis latitudinal aplicado históricamente en el área de estudio consta de tres subzonas dentro de las cuales se encuentra un cañón. El mayor número de agregaciones se registró en la subzona 3 (44,7%), seguido de las subzonas 2 (28,1%) y 3 (27,2%).

Zona	Límite latitudinal
1	42°00' S – 44°29' S
2	44°30' S – 45°29' S
3	45°30' S – 47°29' S

Los resultados de los valores promedios, máximos, mínimos y CV de los descriptores para las agregaciones detectadas y separadas por zonas se entregan en la **Tabla 28** y **Figura 48**, se observa el valor de la media y de la mediana de estos descriptores en cada subzona.

Los descriptores de forma largo, perímetro y área disminuyen su valor medio desde la subzona 1 a la 3, mientras que la media del alto es mayor en la subzona 2 lo que incide que la elongación sea menor en esta subzona y que la dimensión fractal aumenta progresivamente desde la subzona 1 a la 3. En estos descriptores se observa, en general, alta variabilidad en todas las subzonas a excepción de la dimensión fractal. La mediana presenta igual comportamiento que la media con valores en general bajo ella, excepto en el caso del alto (**Tabla 28** y **Figura 48**).

La profundidad del cardumen es similar en las subzonas 1 y 2 con una media en torno a los 375 m, siendo menor en la subzona 3 (325 m), mientras que la media del fondo es menor en la subzona 2 y mayor en la 3, situación que se repite con el índice de altura, cabe mencionar que estos descriptores están asociados a baja variabilidad en todas las subzonas. La mediana se comporta de igual forma que la media con valores por debajo de ella (**Tabla 28** y **Figura 48**).

Para los descriptores de energía se observa que el NASC disminuye progresivamente desde la subzona 1 a la 3, mientras que la densidad de área se comporta todo lo contrario, aumentando su valor medio desde la subzona 1 a la 3, si bien estos descriptores presentan alta variabilidad en todas las subzonas. En el caso de la mediana se observa, para ambos descriptores, que su valor es similar en cada subzona manteniendo un valor muy por debajo de la media en las subzonas 1 y 2 (NASC) y en la subzona 3 (densidad de área) (**Tabla 28** y **Figura 48**).

El análisis de ANDEVA estableció que los descriptores largo, perímetro, área, profundidad del fondo e índice de altura, rechazan la hipótesis nula, lo que indica que estos descriptores presentan diferencias significativas entre subzonas, por otro lado los descriptores alto, elongación, dimensión fractal, profundidad del cardumen, NASC y densidad de área aceptan la hipótesis de igualdad, lo que



indica que estos descriptores no presentan diferencias estadísticas significativas entre subzonas (Tabla 29).

c) Sub-división según profundidad del fondo

La **Tabla 30** entrega los resultados de los valores promedios, máximos, mínimos y CV de los descriptores para las agregaciones detectadas según rango de fondo. El mayor número de registros correspondió al rango $\geq 500\text{m}$ con el 43% de las agregaciones observadas, seguido de los rangos 400-499m (23,7%), 300-399m (22,8%), 200-299m (8,8%) y 100-199m (1,8%).

Sin considerar el rango 100-199m, se observa que el valor medio del largo es similar en todas las profundidades con una leve superioridad en los 300-399 m. El descriptor alto aumenta progresivamente con el fondo, lo que resulta en una elongación que alcanza el mayor valor en los 300-399m para ir disminuyendo a profundidades mayores. El perímetro aumenta con la profundidad, mientras que el área tiene su menor valor en 200-299m hasta alcanzar el mayor valor medio en los 300-399m para disminuir a profundidades mayores, lo que incide en que la dimensión fractal aumenta con la profundidad, observándose, en general, que estos descriptores presentan alta variabilidad a profundidades mayores a los 300m con excepción de la dimensión fractal. En relación a la mediana, esta se comporta similar a la media en el largo, alto y perímetro con valores bajo ella, mientras que en la elongación, área y dimensión fractal presenta diferencias con la media con valores por debajo y sobre ella (**Tabla 30 y Figura 49**).

Los descriptores batimétricos aumentan según aumenta la profundidad del fondo y las agregaciones están más cerca del fondo en el rango 200-299m y más alejadas de este en rango $\geq 500\text{m}$. En general, estos descriptores presentan baja variabilidad. En el caso de la mediana esta se comporta de igual forma que la media con valores similares a ella (**Tabla 30 y Figura 49**).

En cuanto a los descriptores de energía se observa que el mayor valor medio del NASC es en el rango 300-399m, con un valor cercano a los $25.000 \text{ m}^2/\text{mn}^2$ muy superior a los registrados en otras profundidades, mientras que la densidad de área es mayor en el rango $\geq 500\text{m}$ ($118 \text{ NASC}/\text{m}^2$), seguido del rango 200-299m ($65 \text{ NASC}/\text{m}^2$), estos descriptores, en todas las profundidades, presentan altos coeficientes de variación. En relación a la mediana, se observa que esta tiene valores similares en los distintos rangos de profundidad, con comportamiento distinto a la media y con valores por debajo de esta (**Tabla 30 y Figura 49**).

El resultado del análisis de varianza (**Tabla 31**) muestra que solo los descriptores batimétricos rechazan H_0 , es decir, estadísticamente presentan diferencias de ellos entre los distintos rangos de profundidad del fondo (**Figura 49**).



5.5.1.3 Análisis de componentes principales (ACP)

En la **Tabla 32** se entrega la matriz de correlaciones entre las variables originales, en donde se observa que las asociaciones más fuertes se presentan entre las variables largo-área ($r=0,897$), perímetro-área ($r=0,786$), largo-perímetro ($r=0,750$), fondo-índice de altura ($r=0,706$), área-NASC ($r=0,695$), dimensión fractal-NASC ($r=-0,681$) y largo-NASC ($r=0,622$).

Posterior a una aplicación exploratoria del ACP, se logró una combinación que califica como meritoria según la medida de suficiencia de muestreo (MSA) y con una buena explicación de la varianza. Esto se logró con la exclusión de los descriptores alto, elongación, profundidad de cardumen y densidad de área, que no presentaron buenas correlaciones con el resto de los descriptores, siendo su mayor asociación con perímetro ($r=0,296$), con largo ($r=0,424$), con índice de altura ($r=-0,389$) y con índice de altura ($r=-0,148$), respectivamente. La nueva combinación alcanzó un valor del índice de Kaiser ($KMO = 0,544$) y un 89,359% de explicación de la variabilidad total.

De acuerdo al criterio de selección de Kaiser, se seleccionaron los dos primeros componentes que cumplen tal condición, los cuales explicaron en conjunto el 89,359% de la variabilidad total. La **Tabla 33** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno de los siete componentes. La

Tabla 34 entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales.

En relación a las agregaciones que resultan de la mezcla de ambas especies objetivos, se tiene que el primer componente, presenta un valor propio de 3,353 que explica el 47,896% de la variabilidad total y que asocia principalmente ($>0,65$) a las agregaciones de gran tamaño con valores mayores de área, de largo, perímetro y NASC. El segundo componente principal con valor propio igual a 1,718 el cual explica el 24,547% de la variabilidad, asocia con mejor correlación ($>0,8$) a los descriptores batimétricos índice de altura y profundidad del fondo, por último, el tercer componente principal con valor propio igual a 1,184 el cual explica el 16,916% de la variabilidad, asocia con mejor correlación ($>0,6$) a los descriptores perímetro y dimensión fractal.

En la **Figura 50** se muestra la representación gráfica de los dos componentes principales, apreciándose que las agregaciones asociadas al componente 1 presentan la característica de tener un valor alto de área, asociado a valores mayores del largo, del NASC y del perímetro que corresponden a agregaciones de suave contorno, en fondos de poca profundidad y asociados a él. El segundo componente presenta como característica agrupaciones con contorno suave, de pequeñas dimensiones de forma y de baja energía, asociadas a gran profundidad y lejos de este.



5.5.2 Merluza de Cola

5.5.2.1 Resultados generales descriptivos

a) Descriptores morfológicos

En la **Tabla 35** se observa que los descriptores de forma en general, muestran una alta variabilidad expresada en CV superiores al 1% en los descriptores largo, alto, elongación, perímetro y área, con la excepción de la dimensión fractal que presenta un CV=0,07%. El largo medio de las agregaciones fue de 634 m comprendido en el rango 22 a 4.930 m (CV=1,62%) con mediana en 178 m. El alto medio fue de 16 m con mediana en 8,2 m y CV=1,95%, lo que resulta en una elongación media de 81,8 (CV=3,02%). Los valores medios del perímetro y del área fueron de 12.086 m y 15.606 m², respectivamente, lo que se ve reflejado en un valor medio y mediana de la dimensión fractal de 1,8.

b) Descriptores batimétricos

La profundidad media de las agregaciones en la columna de agua, fue de 294,7m $\pm$ 76,1 m con mediana en 268,7 m y CV=0,26%, distribuyéndose entre los 153,3 y 446,5 m de profundidad. En relación al fondo, este varió entre 202,5 y 777,6 m, con promedio en 457 $\pm$ 162 m y CV= 0,35%. El descriptor índice de altura, que permite ubicar las agregaciones con respecto al fondo registró en promedio un 31,1% (CV=0,58%), variando la distancia de las agregaciones entre un 0,6% y 58,3% en relación a la profundidad del fondo (**Tabla 35**).

c) Descriptores de energía

Los valores de NASC de las agregaciones fluctuaron entre 11 y 24.811 m²/mn² con una media de 1.229 $\pm$ 4.105 m²/mn² y mediana en 149 (CV=3,34), mientras que la densidad de área obtenida como una medida de estandarización de la energía retrodispersada de las agregaciones respecto a su área, varió entre 1,5 y 82,5 con un promedio de 10,6 $\pm$ 12,4 NASC/m² y mediana en 7,3 con CV=1,16% (**Tabla 35**).

5.5.2.2 Agregaciones de Merluza de Cola según zona de cañones y profundidad.

Del total de agregaciones observadas (60), 13 de ellas (21,7%) se registraron en zona dentro de cañones (solo cañón 3, del Taitao) y 47 agregaciones (78,3%) en zona fuera de cañón.

a) Agregaciones de Merluza de Cola según zona latitudinal.

Los resultados de los valores promedios, máximos, mínimos y CV de los descriptores para las agregaciones detectadas y separadas por zonas se entregan en la **Tabla 36** y **Figura 51**, se entregan el valor de la media y de la mediana de los estimadores. en ella se observa que el mayor número de agregaciones de merluza de cola se registró en la zona 1 con el 73,3% del total, seguido de la zona 3



con 16 agregaciones (26,7%), mientras que en la zona 2 no hubo registro de agregaciones. En relación a los descriptores de forma, los valores medios del largo, alto, elongación, perímetro y área son mayores en la zona 1, mientras que la dimensión fractal es mayor en la zona 3. El valor de la mediana tiene el mismo comportamiento de la media, a excepción del valor observado en el descriptor elongación, siempre con valores por debajo de la media.

Los mayores valores medios batimétricos se observan en la zona 1, tanto en relación a la profundidad de la agregación como a la del fondo marino, lo que incide en que el índice de altura sea mayor en la zona 1. El valor de la mediana es mayor en la zona 1 para la profundidad del cardumen y mayor en la zona 3 para la profundidad del fondo, mientras que para el índice de altura vuelve a ser mayor en la zona 1.

Para ambos descriptores de energía, se observan en la zona 1, los mayores valores medios del NASC y de la densidad de área, con igual comportamiento de la mediana entre descriptores y en ambas zonas.

En la zona 1, la variabilidad de los valores es superior a la unidad, principalmente en los descriptores de forma y de energía, con mayores valores de CV=2,88% y CV=3,36% para la elongación y NASC, respectivamente, mientras que los descriptores batimétricos presentaron bajos niveles de CV. En la zona 3 el CV de los descriptores largo, perímetro y área son superiores a la unidad, mientras que el alto, elongación y dimensión fractal presentan bajo valores de CV. Los valores de CV de los descriptores batimétricos son todos bajos, mientras que el CV=2,34% del NASC es el mayor de la zona.

El análisis de ANDEVA **Tabla 37** estableció que todos los descriptores, a excepción de la dimensión fractal, aceptan la hipótesis de igualdad lo que indica que estos descriptores no presentan diferencias significativas entre las 2 zonas analizadas.

b) Agregaciones de Merluza de Cola según profundidad del fondo

La **Tabla 38** entrega los resultados de los valores promedios, máximos, mínimos, mediana y CV de los descriptores para las agregaciones de merluza de cola detectadas según rango de fondo. El mayor número de registros correspondió a zonas de profundidad ≥ 500 m, con 41,7% de las agregaciones observadas, seguidas de las agregaciones del rango 300-399m (35% del total) y de las del rango 200-299m (16,7%). Por último, en el rango 400-499m se observaron 4 agregaciones (6,7%) (**Figura 52**).

El valor medio del largo es mayor en los 200-299m (cerca a los 1000m), seguido del valor en ≥ 500 m (cerca a los 700m). El mayor valor medio del alto (20,9 m) se registró en 300-399m, seguido del rango ≥ 500 m (15m), lo que resulta en que la mayor elongación se observa en 200-299m, siendo prácticamente similar en los otros rangos de profundidad. Tanto el valor medio del perímetro como el del área tienden a aumentar según aumenta el rango de profundidad, lo que incide en que la dimensión



fractal es similar en todos los rangos, siendo levemente superior entre 200-299m. En relación a la mediana se observa un comportamiento similar al de la media en todos los descriptores, siempre con valores por debajo de la media, a excepción de la dimensión fractal en que está por debajo y por sobre de la media según rango. Los CV de estos descriptores son mayores en las profundidades < 400m (**Figura 52**).

Los descriptores batimétricos aumentan según es mayor la profundidad del fondo, lo que indica que las agregaciones, en la columna de agua, están más cercanas al fondo a menores profundidades. La mediana presenta igual comportamiento que la media con valores por sobre y por bajo de esta. En general los CV de estos descriptores son bajos (**Figura 52**).

En el caso de los descriptores de energía se observa que el mayor valor medio del NASC es en el rango ≥ 500 m, seguido del valor medio en 400-499m asociados a un CV de 2,96 y 1,96%, respectivamente. En el caso de la densidad de área los mayores valores medios se registran en los rangos menores a los 400m. La mediana presenta un valor similar en todos los rangos en caso del NASC y presenta igual comportamiento que la media en caso de la densidad de área, observándose, en ambos descriptores, valores de la mediana por bajo de la media **Figura 52**).

El resultado del análisis de varianza (**Tabla 39**) indica que los descriptores largo, alto, perímetro, área, dimensión fractal, NASC y densidad de área aceptan H_0 , es decir, estadísticamente no hay diferencias de todos ellos entre los distintos rangos de profundidad del fondo, no así en el caso de los descriptores elongación, profundidad cardumen, profundidad fondo e índice de altura que rechazan la hipótesis de igualdad, estableciendo que en estos descriptores hay diferencias estadísticas según el rango de fondo que se trate.

5.5.2.3 Análisis de los componentes principales (ACP) de las agregaciones de merluza de cola

Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, para determinar el grado de asociación entre los distintos descriptores. La matriz de correlaciones entre las variables originales se entrega en la **Tabla 40** en donde se aprecia que las asociaciones más fuertes se presentan entre las variables perímetro-área ($r=0,959$), largo-perímetro ($r=0,939$), área-NASC ($r=0,931$), largo-área ($r=-0,887$), perímetro-NASC ($r=0,833$), largo-NASC ($r=0,766$), profundidad cardumen-fondo ($r=0,707$) y fondo-índice altura ($r=0,702$).

Posterior a una primera aplicación exploratoria del ACP, en la cual se combinan diferentes variables originales como activas, se logra una combinación que califica como meritoria según la medida de suficiencia de muestreo (MSA) y asociada a una buena explicación de la varianza. Esto se logró con



la exclusión de los descriptores alto, elongación, dimensión fractal y densidad de área, que no presentaron buenas correlaciones con el resto de los descriptores, siendo su mayor asociación con perímetro ($r=-0,274$), con largo ($r=0,348$), con área ($r=-0,274$) y con fondo ($r=-0,267$), respectivamente. La nueva combinación alcanzó un valor del índice de Kaiser ($KMO = 0,527$) y un 82,298% de explicación de la variabilidad total.

De acuerdo al criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes principales cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), se seleccionaron los dos primeros componentes que cumplen tal condición, los cuales explicaron en conjunto el 82,298% de la variabilidad total. La **Tabla 41** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno de los siete componentes. La **Tabla 42** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales.

El primer componente, denominado morfométrico, presenta un valor propio de 3,756 que explica el 53,662% de la variabilidad total y que asocia principalmente ($>0,90$) a las agregaciones de mayor tamaño con valores mayores de área, largo, perímetro y NASC. El segundo componente principal con valor propio igual a 2,005 el cual explica el 28,636% de la variabilidad, asocia con mejor correlación ($>0,6$) a los descriptores batimétricos profundidad del fondo, índice de altura y profundidad de la agregación.

En la **Figura 53** se muestra la representación gráfica de los dos componentes principales, apreciándose que las agregaciones asociadas al componente 1 presentan la característica de tener un valor alto de área, asociado a valores mayores del perímetro, del largo y de la energía retrodispersada (NASC) y que se ubican en sectores poco profundos y con agregaciones cercanos a este. El segundo componente presenta como característica agrupaciones de pequeñas dimensiones ubicadas en zonas de mayor profundidad y más alejadas del fondo, con niveles de área menores y bajo valores de energía NASC.

5.5.3 Resultados serie 2005-2021, Análisis caso de mezcla de cardúmenes

Al comparar los resultados históricos de las características de las agregaciones mezclas de estas especies, se observa, en el periodo considerado que el largo alcanza el máximo histórico el 2008, disminuyendo posteriormente hasta el 2011 para posteriormente aumentar al año siguiente alcanzando el segundo mayor valor en la serie, a partir de este año la tendencia es a la disminución, alcanzándose el mínimo en el 2018 para luego aumentar hasta el 2020, revirtiéndose esta tendencia en el último año. El descriptor alto presenta tres máximos que ocurren en los años 2008, 2013 y 2021, mientras que la elongación tiene valores medios similares entre los años 2005 y 2015, para tender a aumentos fuertes posteriormente, alcanzando el máximo en 2020 (valor atípico de la serie) y registrándose en 2021 un valor similar al primer periodo. El perímetro de las agregaciones registra igual comportamiento irregular año tras año con aumento y disminución de sus valores promedios, observándose que desde el 2016 en adelante los valores promedios tienden a la disminución, hasta



alcanzar el mínimo en 2018, para posterior a este año mostrar una tendencia al alza de este descriptor. El área registra su nivel máximo el 2008, para disminuir su valor hasta el 2011 y posterior a esto experimentar un aumento en su valor hasta el 2013, luego la tendencia en los últimos años es a disminuir registrando el menor valor de la serie el 2018, lo que en los años posteriores se revierte, manteniendo una tendencia al alza. En el caso de la dimensión fractal se observa que a partir del 2009 los valores promedios tienden a aumentar año tras año, alcanzando un máximo el 2016 seguida de valores menores cercanos en los años 2017-2020, para mostrar una leve disminución en el 2021 (**Figura 54**).

En la **Figura 54** se observa que la profundidad de las agregaciones presentó una tendencia al aumento desde el 2005 hasta el 2014 (327 m), valor que disminuye en los años posteriores en donde alcanza el mínimo de la serie en 2017 (240 m), posterior los valores medios aumentan sin presentar una tendencia clara. Los fondos en que fueron detectadas las agregaciones disminuyeron hasta el 2009 (menor valor promedio del periodo) para luego aumentar el 2010, posterior a este año los fondos se han mantenido por sobre los 440 m en promedio alcanzando un máximo el 2014 (511 m), valor que disminuye en los últimos años hasta un mínimo en 2017 (363 m), desde aquí la tendencia es a un aumento llegando el 2021 a un valor en torno a los 500 m. El índice de altura cuyo valor promedio máximo se registró en 2005, disminuye hasta el 2009 evidenciando una tendencia de las agregaciones a ubicarse más cercanas al fondo, posteriormente aumenta el 2010 y a partir de este año sus valores promedios se mantienen en un nivel similar hasta el año 2019 en que disminuye al menor valor promedio de la serie (12,4%), para registrar en los últimos años un aumento en su valor medio

El valor promedio de la energía retrodispersada de las agregaciones alcanzó un máximo el año 2008, lo que corresponde con el hecho de que en ese año se detectaran las agregaciones de mayor tamaño de la serie, posteriormente este descriptor presenta una tendencia a la disminución para alcanzar el año 2011 el valor más bajo de la serie ($1.267 \text{ m}^2/\text{mn}^2$), aumentando el 2012 a $2.601 \text{ m}^2/\text{mn}^2$ y disminuyendo nuevamente el 2013 a $1.793 \text{ m}^2/\text{mn}^2$, año a partir del cual se observa un leve aumento en el valor promedio hasta el 2015, seguido de una leve disminución el 2016 y un posterior aumento al año siguiente, tendencia que se mantiene en el año 2020, para el último año se observa un fuerte aumento de este descriptor. La densidad de área, registra en general una tendencia al aumento de su valor medio con periodos máximos en los años 2010, 2015, 2018, 2019 y 2021. (**Figura 54**).

Por último, el número medio de agregaciones mezclas, observadas presenta un máximo en 2017, año después del cual se observa una tendencia a la baja, si bien en el 2021 el valor observado es levemente superior al del año anterior (**Figura 54**).



6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

BIOMASA, ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL STOCK

Los resultados obtenidos durante el crucero de prospección realizado en agosto de 2021 a bordo del buque fábrica “Cabo de Hornos”, indican en términos generales, que el stock de merluza de cola presente en el área y período de estudio, mantiene una estructura demográfica juvenilizada, sus valores presentan un aumento de 3,02% y de 33,4% en términos de biomasa y abundancia respecto del período 2020.

La serie histórica (2000 - 2021) de estimados de biomasa total de merluza de cola, presenta una importante variabilidad, sin embargo, es posible distinguir en la serie dos tendencias; el primer periodo desde 2000 hasta el año 2005, en donde la línea tendencial del estimado es decreciente, toda vez que este periodo contiene los dos valores máximos de la serie (**Tabla 1**), lo cual es aproximadamente 4 veces, superior al valor mínimo obtenido el año 2005 (146.000 t). (**Figura 55**).

El segundo periodo de la serie de biomasa corresponde a la última década (2007 - 2021) en donde la tendencia es creciente. El mínimo valor registrado el año 2013 (134.854 t) es contenido más de 2 veces, comparado con el máximo de esta década, obtenido el 2017 (289.935 t). Este año el valor del estimado es inferior a seis periodos inmediatamente anteriores (Lillo *et al.*, 2015, Lillo *et al.*, 2016, Lillo *et al.*, 2017, Legua *et al.*, 2018, Legua *et al.*, 2019), manteniendo la tendencia de 2020 (Legua *et al.*, 2020). La biomasa modal centrada en 42 cm de LT representa el 7,6% de la biomasa total (14.188,3 t) y un acumulado entre 18 a 42 cm de LT del 29% del total de biomasa (54.039 t). Mientras que para la fracción juvenil (< 55 cm de LT) representa una biomasa total de 140.480 t concentrando 75,4% de biomasa; el 24,6% correspondería a la fracción adulta (≥ 55 cm de LT) con 45.868 t. Separando la biomasa por sexo, el total de biomasa hembras correspondería a 103.733 t, con una participación adulta (≥ 55 cm de LT) del 29,9% con 30.989 t. (**Figura 55**).

Respecto de la abundancia total, la serie (2000 – 2021) tiene dos tendencias claras, desde 2000 a 2005 con tendencia negativa y con el mínimo histórico en 2005 (133 millones de individuos y peso medio de 1.009 g) cinco veces menor a lo registrado en 2001 (660 millones de individuos, peso medio de 869 g)

La segunda desde 2007 a 2021, con tendencia positiva del estimado. Cabe destacar que el mínimo valor en esta segunda tendencia, fue observado el 2007 (161 millones de individuos, peso medio de 1009 g), en el periodo 2017 se obtuvo el segundo máximo histórico, con una abundancia de 959 millones de individuos con un peso medio de 302 g. el año 2020, el valor es 562 millones de individuos (inferior en 24,6% respecto del periodo 2019), mantuvo valores similares al obtenido el 2015. Este periodo, el valor es 33,4% superior al año 2020. (**Figura 56**).

La abundancia a la talla de merluza de cola registrada en el presente estudio y observada desde hace una década, es explicada debido a al aporte de individuos jóvenes al stock evaluado, fenómeno que



es visualizado y analizado desde el año 2008 en cruceros de evaluación acústica (**Figura 56**). Para argumentar esta hipótesis, se presenta en **Figura 57** la abundancia a la talla desde el 2000 a 2021, se puede apreciar que desde el 2017 se acentúa la juvenilización, con valores centrados en 32 cm de LT., observando el presente periodo 2021 una abundancia con valor máximo, centrado en 42 cm de LT; entorno a los 62 millones de individuos en ese peak de longitud total que representa el 8,2% de la abundancia total y un acumulado a esa longitud del 56,7 % de la abundancia (18 - 42 cm LT). Mientras que para la fracción juvenil (< 55 cm de LT) representa una abundancia total de 686 millones de individuos concentrando 91,5% de abundancia, el 8,5% correspondería a la fracción adulta (≥ 55 cm de LT) con 63,8 millones de individuos.

En lo referente a su distribución espacial, merluza de cola estuvo presente en toda el área de estudio ~87% del total de millas prospectadas, con las mayores concentraciones asociadas a las zonas de los cañones, localizándose su centro de gravedad en la latitud $45^{\circ}02,8'S$, cabe destacar el desplazamiento latitudinal de 9,3 mn al sector sureste de isla Guamblin, respecto del periodo anterior, pero manteniendo los valores de inercia en $\sim 0,76^{\circ}$, siendo probable que las variaciones observadas en el centro de gravedad histórico (**Figura 8**) los cuales se centran en torno a isla Guamblin (inercia = $\pm 1^{\circ}$), sean de ocurrencia normal dentro de la dinámica espacial de este recurso.

COMPOSICIÓN DE ESTRUCTURA DE TALLAS

Entre los años 2008 y 2020 la distribución de talla de merluza de cola observada en el área de estudio (área de máxima actividad reproductiva) ha registrado una alta presencia de juveniles, no observada en los años anteriores de estudio (Lillo *et al.*, 2016 y 2017, Legua *et al.*, 2018, 2019, 2020 y 2021). Durante el mismo periodo (2008-2021) se ha observado una disminución de la proporción de hembras (45-55%) respecto del período inicial 2001-2005 (55-70%), el cual se caracterizó por una mayor abundancia y concentración de adultos del recurso en el área de estudio. En consecuencia, la fracción adulta entre los 55-79 cm que sostenían la estructura poblacional del recurso (55-80%) entre los años 2001 y 2005 en el área de desove, actualmente entre los años 2017 y 2021 ha disminuido y no llega ser más del 20% de la estructura de talla.

La tendencia de presencia de juveniles a partir del año 2008 también ha sido registrada en las composiciones de tallas de las capturas de merluza de cola en la pesquería arrastrera que opera zona austral de Chile (Céspedes *et al.*, 2010, 2015, 2017 y 2019). En este sentido, estos cambios en la composición de tallas a una mayor presencia de juveniles observada de año 2008 en adelante respondería a una situación de carácter poblacional en toda su área de distribución del recurso, más que a una situación local del período y área de desove.

Luego, el aumento de ejemplares juveniles, la disminución de la proporción de hembras y la menor presencia de ejemplares adultos caracterizarían a una disminución de la biomasa de la fracción desovante (Legua *et al.*, 2018, 2019, 2020 y 2021). Esta reducción también ha sido descrita en las evaluaciones de stock del recurso, en sentido que el estado del recurso dentro de un período de



valores de baja biomasa desovante (Payá y Canales, 2013; Payá, 2017), aspecto que explicaría la reducción de la fracción adulta que se observa durante el período de desove.

No obstante, la baja presencia de ejemplares adultos, esta fracción entre 2016 y 2021 ha tendido una mayor presencia en latitudes menores, como Guafo y Guamblín (Lillo *et al.*, 2017, Legua *et al.*, 2018, 2019, 202 y 2021); zona que posiblemente reúne condiciones – ambientales u otras (concentración de especies presas)- que permita una mayor presencia de adultos en un área muy limitada. Por otra parte, la reducción de la fracción adulta y aumento de la fracción juvenil del recurso en el área de estudio podría interpretarse como uso del espacio de las fracciones de la población de merluza de cola, en sentido que mientras las concentraciones de los ejemplares adultos sean menores, estos espacios tenderían a ser ocupados por fracciones juveniles del recurso (Legua *et al.*, 2020 y 2021).

Luego, se hace más necesario la generación de estudios tendientes a levantar indicadores de abundancias de reclutas en merluza de cola, como también estudios oceanográficos en el área de desove de merluza de cola y áreas aledañas, con el propósito de comprender mejor los procesos que podrían estar induciendo los patrones poblacionales registrados en los cruceros hidroacústicos.

ESTRUCTURA ETARIA Y SU ABUNDANCIA

La merluza de cola es un recurso de importancia económica, en donde el Estado invierte recursos económicos anualmente para realizar los estudios van enfocados a constituir diferentes piezas de información que enriquecen el saber y permiten disponer de conocimiento vital para el adecuado manejo de la pesquería asociada al área sur austral.

Los cambios en el stock parental han sido registrados gracias a la ejecución de proyectos de estudios de periodicidad anual. En el desarrollo de los procesos, queda en evidencia la importancia de contar con muestreos propios del período de desove tanto en el registro de la abundancia de las especies presentes, como en las componentes de longitudes de los peces que se encuentran en el área en la época de desove de merluza de cola, como asimismo estudios de la data biológica en la componente de edad que permite desplegar la composición demográfica por edades separado por sexo.

En la serie histórica estudiada se ha observado que la estructura etaria ha presentado años en que se ha manifestado un cambio sustancial producto de efectos medioambientales, poblacionales y/o de la actividad pesquera a que es sometida la población.

Existe información altamente importante al estudiarla separarlos por sexo ya que con ello se recoge las diferencias morfométricas que presenta este recurso y su crecimiento diferenciado. Se observa anualmente las diferencias en la estructura etaria según sexo, las diferencias en las proporciones sexuales que constituyen el stock desovante, diferencias de madurez por sexo, por mencionar algunos factores relevantes para el conocimiento.



Los resultados han permitido apreciar que al inicio de estos estudios, en el año 2000, el stock desovante presentaba una estructura de edades con moda principal en GE VII-VIII en machos y en el tramo de GE VII a X en hembras, con lo que se caracterizaba las edades principales de los padres que concurrían al área de desove para asegurar su descendencia. Con el paso de los años se experimentaron variaciones en cuanto a la magnitud de la abundancia, proporción sexual y en la estructura etaria. Uno de los cambios más significativos se observó en los años 2008 y últimamente se presentó otro cambio estructural notable en 2017. Ambos referidos a alta concurrencia a la zona de desove de peces jóvenes.

Los peces jóvenes mencionados participaron del proceso de desove de dos formas: a) concurriendo al área de desove junto al stock parental, pero sin participar del desove por encontrarse en etapa inmadura (caso año 2017) y, b) concurriendo al área de desove junto al stock parental de edades más adultas, pero con participación del evento de desove por encontrarse ya en etapa madura (caso año 2018).

En el último año estudiado (2021), la juvenilización del stock desovante persiste, se acentúa y esto se ve reflejado en que la estructura estuvo sostenida en un 94% por cuatro clases que comprenden los GE I a IV, con moda en el GE III. Si bien la estructura etaria permanece focalizada hacia peces jóvenes se intensifica, la moda, aunque también se focaliza en el GE III, esta es de menor intensidad, corresponde a peces que presentan longitud promedio 43-44 cm y peso promedio 253 – 263 g, machos y hembras respectivamente. Junto a eso, y lo más notable, es la elevada participación de peces que se sitúan a la izquierda de la moda, es decir, GE I y II, más jóvenes que la moda y que están presentes en la zona en el período característico de congregación para el desove, sin tener participación en esta actividad.

Encontrar peces jóvenes que participen (maduros) o no (inmaduros) en el proceso reproductivo en una fracción importante de la estructura si bien es inesperado, aporta al conocimiento del comportamiento de la población y deja en evidencia interrogantes respecto a necesidades de estudio específicos que puedan responder a aspectos de distribución y migraciones del recurso, tanto dentro del área del O. Pacífico como asimismo incorporando el conocimiento hasta su distribución en el O. Atlántico y avanzar con ello tanto en el modelo conceptual como en las bases técnicas que lo avalen.

ACTIVIDAD REPRODUCTIVA

En cuanto a los aspectos reproductivos en merluza de cola, las hembras inmaduras correspondieron a un 54,5% del total de hembras. Siendo el 45,5% de las hembras restantes las que se encontraban en proceso activo de desove al momento del muestreo. Los valores obtenidos durante los últimos 3 años, fueron un 79%, un 53% y un 49% en los años 2018, 2019 y 2020 respectivamente (Legua *et al.* 2018, 2019 y 2020). El valor obtenido este año es similar a lo observado en el año 2020. Sin embargo, este valor ha sido superior en otras temporadas de muestreo, por ejemplo, en los años 2010 y 2011 en los que las hembras en maduración, en desove o desovadas se presentaron en un 85% y 79% respectivamente (Lillo *et al.* 2011, 2012). Esto es indicativo de la variabilidad a la que suele estar sujeta



esta proporción. En cuanto al análisis de los estadios de madurez sexual de acuerdo a la longitud total, la separación de hembras inmaduras de las hembras en maduración y maduras comienza a partir del grupo de longitud 80-89 cm.

En cuanto al IGS en merluza de cola en hembras maduras alcanzó un valor de 16,08, lo que es característico de hembras desovantes. El análisis de los índices de actividad reproductiva indicó que el período de desove coincidió con el período de muestreo, como ya se ha registrado en años anteriores. La mayor abundancia de hembras maduras se encontró entre el 7 y el 13 de agosto, lo que coincide con el mayor valor de IGS (9,69). La regularidad que presenta esta especie en cuanto a la temporalidad del desove se ha relacionado al comportamiento observado en otras especies de peces de latitudes altas, de aguas templadas, que se caracterizan por tener un desove acotado de dos a tres semanas de duración, como es el caso de *Clupea harengus* del Mar del Norte (Cushing, 1975), *Scomber scombrus* (Morse, 1980).

En merluza de cola la estimación de la talla media de madurez sexual fue igual a 51 cm LT, este valor con respecto a lo obtenido en los estadios de madurez sexual al ser relacionados a un rango de longitud no permite determinar una clase de tallas que sea representativa exclusivamente de hembras maduras, ya que se pudo observar, al igual que en estudios anteriores, la presencia de hembras inmaduras hasta el grupo de longitud 70-79 cm. Al respecto se puede argumentar la influencia que tienen las hembras adultas que no desovan en cada temporada, pero que de todas formas se agrupan en el área de desove, este fenómeno se ha descrito en la merluza de cola de Nueva Zelanda (Livingston *et al.*, 1997), en el bacalao del Atlántico, *Gadus morhua* (Rideout *et al.* 2000), en merluza del Atlántico *Merluccius hubbsi* (Macchi *et al.*, 2016), entre otras especies. Sobre la explicación de este fenómeno se ha descrito la influencia que tienen factores como el nivel de densidad poblacional, la temperatura del agua y la dieta, al respecto Macchi *et al.* (2016) mencionan que hembras que tienen una nutrición deficiente antes de la temporada de desove estarían postergando su ciclo de maduración gonadal

La presencia de hembras con gónadas de apariencia inmaduras, pero que al analizar su contenido se encuentra lo que parece ser restos de desove de una temporada de puesta pasada, dificultan la determinación de la talla media de madurez sexual. Sin embargo, la frecuencia en que se puede observar este tipo de gónadas en el período de desove en estudio, así como en los de años anteriores, es escasa, lo que hace poco probable que sea un factor que esté afectando las estimaciones del potencial reproductivo del stock.

Otro aspecto que influyó en la estimación de la talla media del presente estudio fue la presencia de hembras maduras y en maduración a partir de los 39 cm LT. Respecto a estas variaciones se puede considerar que el proceso de maduración gonadal de la merluza de cola presenta un patrón de maduración irregular, pudiendo una parte de la población probablemente madurar a una diferente tasa que el resto de ella que se captura regularmente en las pescas de investigación. Se ha planteado la posibilidad de migraciones divergentes dentro de una población (Secor, 1999), relacionadas con decisiones en la etapa temprana de vida sobre uso del hábitat dentro de poblaciones, denominadas “contingentes”. Si este criterio se aplicara a la merluza de cola, involucraría que un grupo de peces al



formar un contingente, mantienen su integridad desarrollando un patrón diferente de migración estacional que no es compartido con los peces de otros contingentes. Como consecuencia, estos contingentes podrían presentar diferentes tasas de crecimiento y tamaño de primera madurez sexual. Un fenómeno similar ha sido descrito en *Merluccius productus*, los ejemplares de esta especie presentan diferencias en sus caracteres merísticos y morfométricos, siendo asociados los ejemplares con maduración precoz a un stock o subpoblación distinta a la que habita sectores costeros en la Península de Baja California. En este caso, se ha señalado que la exposición a distintas condiciones ambientales puede ser la responsable en la diferenciación en patrones de madurez sexual dentro de la misma especie (Vrooman & Paloma 1977, Bailey *et al.* 1982, Funes-Rodríguez *et al.* 2009).

Otro enfoque al problema se basa en el estudio de la composición química de los otolitos. El análisis de los elementos traza en otolitos de ejemplares de merluza de cola capturados en el Atlántico y Pacífico señaló mediante un análisis de clusters, la existencia de un alto grado de mezcla en los stocks de merluza de cola de la Patagonia, distinguiendo al menos dos áreas de desove en Sudamérica, las que se conectarían a través del Cabo de Hornos y de los canales de Tierra del Fuego (Schuchert *et al.*, 2010). Por otra parte, Niklitschek *et al.* (2014) compararon los isótopos estables de otolitos de merluza de cola provenientes de fiordos patagónicos con los de aguas exteriores, encontrando en las zonas de alimentación de los adultos en aguas exteriores un alto grado de mezcla en relación al origen de esos peces. Estimaron que la contribución al reclutamiento desde aguas interiores es de 10 a 35% y menor que el aporte de las zonas de crianza ubicadas en la plataforma (64 a 85%). También demostraron que la mayoría de los adultos habían utilizado el hábitat de las aguas interiores como subadultos. La proximidad de las áreas de crianza y los cambios en los patrones de circulación en el área pueden haber producido diferentes grados de contribución al reclutamiento en agua exteriores, lo que se reflejaría en variaciones en la composición de acuerdo al origen de los reclutas, en una escala interanual o decadal. Por lo tanto, se podría discutir que al provenir la merluza de cola de aguas exteriores de áreas de crianza diferentes, las diferentes historias de vida se reflejen en diferencias en la talla de madurez de los adultos.

Desde otro punto de vista, Payá, 2020; plantea que considerando la baja diferencia genética entre las poblaciones del Atlántico sur y del Pacífico sur además del alto grado de mezcla entre ambos océanos, el cual ha sido comprobado por diversos estudios de marcadores genéticos y parásitos, se plantea que esta especie se desarrolla en un sistema de “homing” no-natal con las zonas de desove (McKeown *et al.* 2015), es así como en base a esta premisa realiza un análisis mediante un modelo jerárquico en base a la madurez y la época de desove, el cual es sustentado con datos colectados tanto en Chile como Argentina, en zonas y períodos de alimentación y de desove, planteando que, un análisis de las longitudes de madurez estimadas con muestras provenientes sólo del área de desove, muestran que estas son sistemáticamente menores que la longitud de madurez estimada con el modelo jerárquico, el cual estima un hipermodelo con una longitud de madurez de 59 cm LT, que corresponde a 4 años de edad, en donde además la madurez varió aleatoriamente entre años y zonas y no se correlacionó con la presión pesquera.

Esto último se relaciona correctamente con lo obtenido para el presente crucero, puesto que la estimación de la edad media para este año estuvo en el grupo de edad 3,7.



El valor estimado de fecundidad de este año (344.683 ovocitos) en merluza de cola fue levemente menor al estimado el año pasado, sin embargo, se encuentra dentro del rango de variabilidad que ha presentado la fecundidad de la muestra total en los últimos años. Al permitir ampliar el espectro de datos mediante la inclusión de un número mayor de ejemplares se considera de mayor representatividad la utilización de la estimación de la fecundidad total de la muestra.

FAUNA ACOMPAÑANTE

En el área de estudio se mantiene una condición homogénea de la estructura comunitaria estudiada. La presencia continua de merluza de cola y merluza del sur en el área, las ubica como las especies principales y dominantes en la comunidad de especies presente en la zona. Otras especies como congrio dorado, reineta, cojinobas y jibia, mantienen una recurrencia temporal y espacial en la zona, también se destaca la presencia de merluza de tres aletas más asociada al extremo sur del área de estudio, pero que en la mayoría de los casos presenta una participación moderada en el aporte a la captura.

La distribución espacial histórica de estas especies, muestra un patrón de distribución latitudinal (43°S a 47°S) y batimétrico continuo (200 m hasta profundidades mayores de 400 m). Esto mantiene una condición de estabilidad respecto de la composición de fauna en la zona, lo cual ya ha sido reportado en evaluaciones anteriores. Es destacable para esta serie temporal de observaciones que la presencia de especies pelágicas es más abundante año tras año, en donde la participación de especies como reineta, cojinoba, jurel, sierra, calamares, pequeños peces mesopelágicos y mictófidios, es cada vez más usual y abundante, que al inicio de la serie.

Los resultados obtenidos a partir de los análisis de clasificación y ordenación, muestran que en la zona de estudio no hay cambios importantes, respecto de la estructura de fauna, dado que los resultados son similares año tras año, lo cual se demuestra en los niveles de similitud que se obtienen a partir de este análisis. Estos valores de similitud, están determinados por el dominio de algunas especies en la zona, en especial, merluza de cola y merluza del sur, y la recurrencia constante de las otras especies. Esto se ha mantenido casi sin alteración en la zona de estudio, situación que también se observa en otras zonas como la Atlántico sur occidental y Chatham rise, zona oeste de la isla sur de Nueva Zelanda. Por otro lado, los altos valores de similitud, junto al dominio casi exclusivo de dos especies, dan pie al hecho de que la fauna presente en la zona se podría considerar como monoespecífica, lo que ha sido reportado para otros estudios similares dentro de la zona (Queirolo *et al.*, 2008).

ANÁLISIS DE LAS AGREGACIONES REGISTRADAS ACÚSTICAMENTE EN EL ÁREA

En el caso de los descriptores de forma, las agregaciones de merluza de cola presentan mayores valores medios, en comparación a las agregaciones de merluza del sur y menores en relación a las



que resultan de la mezcla de ambas. No obstante, en los 3 casos las agregaciones tienden a una forma elíptica y de contornos desiguales y complejos.

En relación a los descriptores batimétricos, se observa que las agregaciones de merluza de cola, se ubican en fondos de menor profundidad, y a una profundidad media menor en la columna de agua, tanto si se compara con las agregaciones de merluza del sur como con las agregaciones mezclas, si bien en los 3 casos las agregaciones se ubican cercanas al fondo.

Los mayores valores medios energéticos, se registraron para las agregaciones mezcla, seguida de los valores observados en merluza de cola



CONCLUSIONES

- La biomasa geoestadística de merluza de cola se estimó en 186.348 t ($LC_{\alpha=5\%} = 163.392 - 209.303$), valor ~3,02% superior al estimado durante el crucero efectuado en agosto del 2020. Por el estimador bootstrap, la biomasa alcanzó a 212.511 t con un intervalo de confianza entre 163.392 y 209.303 t. El valor estimado por geoestadística se mantiene dentro de la media de valores de la última década.
- La abundancia se estimó en 750.200.120 individuos de los cuales 335.194.332 (44,7%) fueron machos y 415.005.778 (55,3%) hembras con el método geoestadístico y 855.528.747 individuos con el estimador bootstrap. La abundancia experimentó un aumento de 20,6% en comparación al 2020.
- La merluza de cola estuvo presente en el 86,6% de los transectos prospectados y su distribución batimétrica abarcó desde los 139 m hasta 581 m con una profundidad media de los cardúmenes en 370 m.
- La estructura de talla de merluza de cola en el año 2021 registró una importante presencia de ejemplares juveniles de 75% y una escasa presencia de adultos (25%).
- La composición de talla presentó cuatro modas. Una moda principal juvenil entre 35-49 cm y seguida de una segunda moda de ejemplares adultos jóvenes entre 50-59 cm. Las dos restantes modas de menor presencia fueron una moda juvenil de peces pequeños entre 20-34 cm y una moda de ejemplares adultos entre 65-79 cm.
- En la proporción sexual, las hembras predominaron (55%) respecto de los machos.
- La estructura de talla juvenil entre los 35-49 cm se presentó en toda el área de. No obstante, en particular la escasa fracción adulta fue focalizada principalmente hacia latitudes menores, como el Cañón Guafo.
- La distribución de talla de merluza de cola entre 2008 a 2021 se ha caracterizado por una mayor presencia de juveniles; mientras entre 2001 a 2005 las distribuciones de tallas predominaron los adultos.
- El peso promedio de merluza de cola (ambos sexos) fue 248 g, valor menor al observado el año 2020 (322 g) y muy por debajo a lo registrado en los cruceros anteriores a 2008 en que el peso promedio estaban entorno a los 1.000 g.
- La estructura de edades permanece conformada principalmente por peces jóvenes y se intensifica de mayor forma al presentar la moda principal en GE III, acompañada a su vez de peces aún más pequeños del GEI y II



- La abundancia, considerando ambos sexos, estuvo sostenida mayoritariamente (94%) por cuatro clases que comprenden los GE I a IV, con moda en el GE III.
- El ajuste de la curva teórica para estimar edad de madurez ($GE_{50\%}$) indicó que los ejemplares se presentaban maduros en un 50% en el GEIII en machos y en el GEIV en las hembras.
- La proporción sexual con que se presenta la abundancia en el período de desove en la serie histórica es variable, observándose frecuentemente en mayor proporción las hembras. En 2021 esta relación fue 1:1,2, con estructura de tallas compuesta de individuos jóvenes, en donde los machos se presentan de forma más abundante en los intervalos de clase menores a 35 cm y las hembras los sobrepasan en general en los intervalos de clases mayores a 40 cm.
- En la serie histórica la edad mediana del stock desovante ha sido levemente menor en machos que en hembras. A su vez, ha experimentado descenso desde valores de 7,2 y 8,1 en machos y hembras en el año 2000 hasta presentar valores de 2,0 y 2,2 respectivamente en 2021.
- El índice gonadosomático promedio fue igual a 4,63 con valores individuales extremos de 0,07 y 39,04. Las hembras con gónadas inmaduras presentaron un IGS promedio igual a 0,5 y las sexualmente maduras presentaron un IGS promedio de 16,08.
- La estimación de la talla media de madurez sexual obtenida mediante el método de máxima verosimilitud con un ajuste lineal generalizado fue igual a 51 cm LT. La variabilidad de estos resultados tomando en cuenta las estimaciones de años anteriores no es indicativa de una tendencia hacia la disminución o el aumento en el parámetro. La edad media de madurez fue igual a 3,7. Este parámetro no presenta tendencia, sólo representa al stock desovante.
- En merluza de cola fecundidad promedio fue de 363.328 ± 344.677 ovocitos y la fecundidad relativa fue igual a 611 ± 131 ovocitos. La fecundidad media del total de la muestra fue 344.683 ± 196.534 .
- La captura obtenida en los lances de pesca de identificación estuvo compuesta por 19 especies. La estructura comunitaria de las especies presentes en el área de estudio, mantienen una condición de estabilidad, dadas las especies presentes, y su aporte histórico. Se destaca la presencia continua de merluza del sur y merluza de cola como principales componentes de esta comunidad de especies, seguidas en importancia durante el presente año por, merluza de tres aletas, cojinoba moteada, tollo sargento, congrio dorado y reineta.
- La zona de estudio no presenta grandes alteraciones respecto de su estructura y composición de fauna. Esto se manifiesta a través de los valores de similitud. Estos valores, están ligados al dominio de la merluza del sur y merluza de cola y a la alta recurrencia de algunas especies que son la base de las comunidades presentes en la zona.





7. REFERENCIAS

- Aguayo, M., 1974. Estudio de la edad y el crecimiento de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*, Lönnberg) (Gadiformes–Gadidae). Serie Invest. Pesq. Inst. Fom. Pesq. (Chile) 19, 1–43
- Aguayo, M., I. Payá, C. Vera, V. Ojeda, I. Céspedes y J. Donoso. 1991. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1990. Pesquerías demersales "peces" zona sur austral. Estado de situación y perspectivas del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (SGI-IFOP 91/6). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 83 pp. + tablas.
- Aguayo, M., R. Céspedes, L. Arias, I. Payá, E. Figueroa, V. Ojeda, L. Adasme y L. Muñoz. 1994. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales "peces" zona sur austral - 1993. Estado de situación y perspectivas del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (SGI IFOP 94/3). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 50 pp.
- Aguayo, M., R. Céspedes, F. Balbontín, R. Bravo, V. Catasti, P. Gálvez, y L. Adasme. 2001. Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Informe final proyecto FIP 99 - 15.
- Alday, A., A. Uriarte, M. Santos, I. Martin, A. Martinez de Murguia and L. Moto. 2008. Degeneration of postovulatory follicles of the Bay of Biscay anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) Scientia Marina 72 (3) 565-575, Barcelona, España.
- Arancibia, H., Neira S., Barros M., Gatica C., Zúñiga M. J., Alarcón R., Acuña E. 2010. Formulación e implementación de un enfoque multiespecífico de evaluación de stock en recursos demersales de la zona sur austral – Fase I. Informe Final Proyecto FIP 2008-23. Universidad de Concepción / Instituto de Investigación Pesquera VIII Región S.A., 301 pp. + Anexos
- Balbontín F. y W. Fischer. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar. 17:285-334.
- Balbontín y Bravo 1993. Fecundidad, talla de primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur *Merluccius australis*. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 28 (1): 111-132.
- Balbontín, F. y R. Bravo. 2001. Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola. En: Informe Final Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2001. Informe Técnico para el Instituto de Fomento Pesquero, 45 pp.
- Bodholt, H. 1991. Fish density derived from echo-integration and in situ target strength measurements. ICES. C: M. 1990/B:21.



- Bradú, D., y Y. Mundlak. 1970. Estimation in lognormal linear models. *J. Am. Stat. Assoc.* 65(329): 198-211.
- Bray, J.R., y J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27:325-349.
- Céspedes, R., V. Ojeda, L. Chong, L. Adasme, L. Muñoz y R. Bravo. 2010. Consolidado de bacalao de profundidad. En proyecto Investigación Situación Pesquería Demersal Austral Industrial, 2009. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SSPA. Informe final, IFOP, 66 p. (+ anexos).
- Céspedes, R., L. Chong, R. San Juan, P. Gálvez, V. Ojeda, G. Moyano, R. Bravo, L. Muñoz, L. Adasme y J. González. 2015. Convenio de desempeño 2014. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección V: Recursos de Aguas Profundas, 2014. Ejecutor IFOP – Requiriente: Subsecretaría de Pesca.
- Céspedes, R., Adasme, L., Ojeda, V., Vargas, C., Muñoz, L., Villalón, A., y San Juan, R. 2016. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas profundas (Informe Final: Sección IV: Pesquería Demersal Sur Austral Industrial, 2015, Convenio de Desempeño IFOP-Minecon, 2015). Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero.
- Céspedes, R., Adasme, L., Ojeda, V., Vargas, C., Muñoz, L., Villalón, A., y San Juan, R. 2017. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas profundas (Informe Final: Sección IV: Pesquería Demersal Sur Austral Industrial, 2016, Convenio de Desempeño IFOP-Minecon, 2016). Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero.
- Céspedes, R., V. Ojeda, H. Hidalgo, L. Muñoz, R. San Juan y L. Chong. 2019. Convenio de desempeño 2018. Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección V: Pesquería de merluza de cola, 2018. Ejecutor IFOP – Requiriente Subsecretaría de Economía y EMT. IFOP.
- Clark, W. & C. Wilson. 2012. Review of data and external parameter values used in the assessment of Chilean stock of hoki (merluza de cola). *Macrurus magellanicus*. Viña del Mar, Chile. Meeting report by external reviewers. William G. Clark International Pacific Halibut Commission (retired), Seattle. Christopher D. Wilson National Marine Fisheries Service, Seattle.
- Clarke, K. R. y R. M. Warwick. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 1st edition. PRIMER -E: Plymouth. 144 pp.
- Clifford, H.T. y W. Stephenson. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, Inc., London, 229 pp.



- Córdova, J., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, P. Rojas, A. Saavedra, M. Barbieri, y J. Saavedra. 2006. Evaluación del Stock desovante de merluza del sur y merluza de cola. Zona Sur Austral, 2005. Informe proyecto FIP 2005-04.
- Cressie, N. A. C. 1991. Statistics for spatial data. John Wiley and Sons, New York. 900pp.
- Chong, J. 2000. Ciclo de maduración ovárica, fecundidad y talla de madurez en *Macruronus magellanicus* (Lonnberg, 1907) de la zona sur de Chile. Biol. Pesquera 28: 3-13.
- Cubillos, L., A. Hernández, L. Vilugrón, L. Miranda, R. Alarcón, C. Pino, A. Sepúlveda, G. Vásquez. 1998. Estudio biológico-pesquero de merluza de cola en el área de distribución de la pesquería pelágica centro-sur. Informe final Proyecto FIP 1996-19. 176 pp.
- Cushing, D.H. 1975. Marine Ecology and Fisheries. Cambridge University Press, Londres, 278 pp.
- Demer, D.A., Berger, L., Bernasconi, M., Bethke, E., Boswell, K., Chu, D., Domokos, R. 2015. Calibration of acoustic instruments. ICES Coop. Res. Rep. No. 326. 133 pp.
- De Robertis, A., y K. Williams. 2008. Weight-length relationships in fisheries studies: the standard allometric model should be applied with caution. Trans. Am. Fish. Soc. 137:707-719.
- Dunford, A. 2005. Correcting echo-integration data for transducer motion (L), J Acoust. Soc. Am. 118 (4) 2121-2123.
- Ernst, B., G. Aedo, R. Roa, L. Cubillos, P. Rubilar, A. Zuleta, L. Castro y M. Landaeta. 2006. Evaluación del reclutamiento de merluza de cola entre la V y X regiones: Revisión metodológica". Informe final FIP 2004-12.
- Flores, H. y Smith, A. 2010. Biología reproductiva de *Graus nigra* (Perciformes, Kyphosidae) en las costas del norte de Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 45(1), 659-670.
- Foot, K.G.; Knudsen, H.P.; Vestnes, G.; MacLennan, D.N. y Simmonds, E.J. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. ICES. Cooperative Research Report N° 144.
- Freón, P. F. Gerlotto, O. M. Soria, 1996. Diel variability of school structure with special reference to transition periods. ICES. J. Mar. Sci., 53: 459-464.
- Galleguillos R., R. Montoya, L. Troncoso, M. Oliva C. Oyarzún. 1999. Identificación de unidades de stock en el recurso merluza de cola en el área de distribución de la pesquería. Informe Final. Proyecto FIP 1996-30. U. de Concepción, Fac. Ciencias Naturales y Oceanográficas. 81 pp.



- Giussi, A. R., 2002, Parámetros poblacionales de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Año 2001. Inf. Téc. INIDEP N° 01/02, 7 pp.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tathan, R. L. y W. C. Black. 1999. Análisis Multivariante. Madrid. Prentice Hall. (5° edición).
- Hayes, D. B., J. K. T. Brodziak, y J. B. O'Gorman. 1995. Efficiency and bias of estimators and sampling designs for determining length-weight relationships of fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 84 - 92.
- Hunter, J. & B. Macewicz, 1985. Measurements of spawning frequency in multiple spawning fishes. In R. Lasker (ed). And egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS, 36: 79-94.
- Kalikhman, I. 2002. Patchy distribution fields: sampling distance unit and reconstruction adequacy. ICES J. Mar. Sci., 58: 1184-1194.
- Kimura, D. 1977. Statistical assessment of the age - length key. J. Fish. Res. Board of Can. 34 : 317 - 324.
- Klarian, S. A., Molina-Burgos, B. E., Saavedra, A., Galvez, P., Vargas, R., Melendez, R. & Schultz, E. T. 2018. New insights on feeding habits of the southern blue whiting *Micromesistius australis* Norman, 1937 in eastern South Pacific waters: Journal of Applied Ichthyology. 34: 694 - 697.
- Lai, H-L. 1993. Optimal sampling design for using the age - length key to estimate age composition of a fish population. Fish. Bull. 9 (2).
- Legua, J., V. Ojeda, R. Céspedes, H. Hidalgo, L. Muñoz, M. Landaeta, G. Herrera, E. López, P. Troncoso, L. Rodríguez, E. Molina, S. Klarian, M. Hernández, C. Salas, D. Riquelme, C. Cárcamo y B. Leiva. 2018. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección II: Merluza de cola. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe Final. Convenio desempeño 2017. IFOP: 57 pág. (más anexos).
- Legua J., R. Vargas, R. Céspedes, V. Ojeda, H. Hidalgo, L. Muñoz, M. Landaeta, G. Herrera, E. López, P. Troncoso, L. Rodríguez, S. Klarián, F. Vargas, C. Cárcamo, J. Julca, I. Quintanilla y B. Leiva. 2019. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección II: Merluza de cola. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe final. Convenio de Desempeño 2018. Instituto de Fomento Pesquero, 70 p.
- Legua J., R. Vargas, V. Ojeda, H. Hidalgo, R. Céspedes, M. Landaeta, G. Herrera, E. López, P. Troncoso, S. Klarián, C. Cárcamo, I. Quintanilla, F. Fernandez, S. Curaz, J. Vargas, B. Leiva, A. Valdenegro, F. Gómez. 2020. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza



de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena, año 2019. Sección II: Merluza de cola. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe final. Convenio de Desempeño 2019. Instituto de Fomento Pesquero, 78 pp.

- Lillo, S., J. Córdova y A. Paillamán. 1996. Target strength measurements of hake and jack mackerel. ICES. J. Mar. Sci. 53(2): 267 - 271.
- Lillo, S., M. Espejo, M. Rojas, M.A. Barbieri, J. Castillo, V. Ojeda, F. Cerna, R. Céspedes, L. Adasme, H. Miranda, C. Bravo, F. Balbontín, M. Acevedo, L. Rodríguez, M. Braun, V. Valenzuela, H. Miles, J.L. Blanco, J. Letelier y J. Osses. 1997. Evaluación directa del stock desovante de merluza del sur en la zona sur-austral. Informe final FIP 1996-38. 203 pp.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda y R. Vega. 2000. Evaluación directa de merluza de cola en la zona centrosur, 1999. Inf. Téc. FIP-IT/99-06: 55 pp.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, L. Adasme, M. Aguayo y A. Saavedra. 2001. Evaluación acústica del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores. Informe Final (FIP 2000-14), IFOP, 64 p. (+ figuras, tablas y anexos)
- Lillo, S., V. Ojeda, R. Céspedes, F. Balbontín, A. Saavedra, R. Bravo, L. Adasme, y M. Rojas. 2002. Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2001. Informe Prefinal (FIP 2001-19), IFOP, 86 p. (+ figuras, tablas y anexos)
- Lillo, S., V. Ojeda, R. Céspedes, F. Balbontín, A. Saavedra, R. Bravo, C. Vera, L. Adasme, y M. Rojas. 2003. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, 2002. Pre-Informe Final (FIP 2002-19), IFOP, 81 p. (+ figuras, tablas y anexos)
- Lillo, S., R. Céspedes, F. Balbontín, V. Ojeda y A. Saavedra. 2004. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, año 2003. Informe Final. Proyecto FIP 2003-09. IFOP, 105 p. (más figuras, tablas y anexos).
- Lillo, S., M. A. Barbieri, M. Espejo, J. Castillo, H. Miranda, J. Córdova, A. Saavedra, M. Rojas, C. Cancino, F. Flores, H. Reyes. 2005a. Estimaciones in situ de la fuerza de blanco (TS) de merluza del sur y merluza de cola. Informe IFOP/FIP 2003-34
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, R. Bravo, A. Saavedra, M. A. Barbieri y C. Vera. 2005b. Evaluación de stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2004. Informe Final. Proyecto FIP 2004-07. IFOP, 109 p. (más tablas, figuras y anexos)



- Lillo, S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Adasme, F. Balbontín, M. Rojas y A. Saavedra. 2008. Evaluación del stock desovante de merluza de cola en aguas exteriores, año 2007. Informe FIP 2007-13.
- Lillo, S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, L. Adasme, F. Balbontín, R. Bravo, M. Rojas, R. Meléndez y A. Saavedra. 2009. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona austral, año 2008. Informe Final (FIP 2008-11), IFOP, 114 p. (más figuras, tablas y anexos)
- Lillo S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, L. Adasme, M. San Martín, F. Balbontín, R. Bravo, R. Meléndez y A. Saavedra. 2010. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, año 2009. Informe Final Corregido. FIP 2009-10. Ejecutor IFOP Requiriente SUBPESCA.
- Lillo S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, K. Hunt, H. Hidalgo, F. Balbontín, R. Bravo, R. Meléndez. 2011. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur - austral, año 2010. Informe Final Pesca de Investigación. Ejecutor IFOP Requiriente SUBPESCA.
- Lillo, S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, E. Molina, R. Meléndez y A. Saavedra. 2012. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2011. Pesca de Investigación SubPesca-IFOP. Informe FIP 2011-04.
- Lillo, S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, G. Herrera, R. Meléndez, A. Saavedra. 2013. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, aguas exteriores, año 2012. Informe final. FIP 2012-07.
- Lillo, S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, G. Herrera, R. Meléndez, A. Saavedra. 2014. Evaluación directa de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, año 2013. FIP 2013-13. 106 pp + figuras y anexos.
- Lillo S., E. Molina, J. Legua, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, G. Herrera, S. López y A. Saavedra. 2015. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección II: Merluza de cola SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe de Avance 2. Convenio de Desempeño 2014 Ejecutor: IFOP.
- Lillo S., J. Legua, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, G. Herrera, E. Molina, S. López y A. Saavedra. 2016. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X



y XII Regiones. Sección II: Merluza de cola SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Pre-
Informe Final. Convenio de Desempeño 2015 Ejecutor: IFOP.

Lillo S., J. Legua, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, G. Herrera, E. Molina, S. López y B. Leiva. 2017. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección I: Merluza del sur. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe Final. Convenio de Desempeño 2016 Ejecutor: IFOP.

Livingston, M E, M. Vignaux y KA Schofield. 1997. Estimating the annual proportion of nonspawning adults in New Zealand hoki, *Macruronus novaezelandiae*. U. S. Fish. Bull. 95: 99 - 113.

Macchi, G., M. Díaz, E. Leonarduzzi, M. Militelli, K. Rodrigues. 2016. Skippedspawning in the Patagonian stock of Argentine hake (*Merluccius hubbsi*). Fishery Bulletin. 114. 397-408.

Matheron, G. 1971. The theory of regionalized variables and its applications. Technical reports C-5, École Nationale Supérieure des Mines de Paris, Centre de Geoestatistique et de Morphologie Mathematique, Fontaine bleam (F). 211 pp.

McCullagh, P. y J. A. Nelder. 1989. Generalized Linear Models. London: Chapman and Hall, 511 pp.

McKeown, N., A. Arkhipkin., & P. Shaw, 2015, Integrating genetic and otolith microchemistry data to understand population structure in the Patagonian Hoki (*Macruronus magellanicus*). Fisheries Research 164: 1-7.

Medina, M. y L. Herrera. 2012. Determinación de la composición trófica de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, entre septiembre y diciembre de 2011. Informe técnico 41 pp.

Meléndez, R. Lopez, S y F Burgos. 2009. Análisis de los contenidos estomacales de la merluza del sur (*Merluccius australis* (Hutton)) y de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus* Lönnberg) provenientes de aguas exteriores de la XI Región de Chile. Informe final presentado al Instituto de Fomento Pesquero.

Morse, W.W. 1980. Spawning and fecundity of Atlantic mackerel, *Scomber scombrus* in the Middle Atlantic Bight. Fish. Bull. 78 (1): 103-108.

Neira S., Arancibia H., Alarcón R., Castro L., Cubillos L., Lillo S, Barros M. 2015. Informe Final Proyecto FIP 2013-27 "Estimación de índices de reclutamiento para merluza del sur y merluza de cola en la zona sur y austral de Chile". Universidad de Concepción, 241 pp.

Niklitschek, E. J., D. Secor, P. Toledo, X. Valenzuela, L. Cubillos y A. Zuleta. 2014. Nursery systems for Patagonian grenadier off Western Patagonia: large inner sea or narrow continental shelf? – ICES J. Mar. Sci. 71: 374 - 390.



- Ojeda, V. y I. Céspedes, 1988. Elaboración de claves edad-talla y composición en número de individuos por grupos de edad para merluza del sur, *Merluccius australis*, (Hutton.1872), en la zona sur-austral, año 1987. Informe Interno, IFOP.
- Ojeda, V., F. Cerna, J. Chong, M. Aguayo, I. Payá. 1998. Estudio de Crecimiento y construcción de claves talla edad de merluza de tres aletas y merluza de cola. FIP 97-15 - IFOP. 131p, 52 fig. 53 tablas y anexo.
- Ojeda, V., F. Cerna, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid; L. Muñoz; L. Chong. 2001. Determinación de Edad. En: Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 2000. II Parte. 46pg, 16 Figuras, 41 Tablas.
- Ojeda, V., L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid; K. Hunt, L. Miranda. 2007. Estimación de Edad. En: Informe Final Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 2006.
- Ojeda, V., L. Muñoz, K. Hunt, L. Miranda. R. Bravo, L. Cid; H. Hidalgo y M. Miranda, 2008a. Estructuras de edad en las capturas de los recursos pesqueros: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de cola, Merluza de tres aletas, Bacalao de profundidad. En: Informe Final Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Situación Pesquería Demersal Sur - Austral, 2007.
- Ojeda, V., O. Guzmán, V. Bocic, L. Muñoz, J. Olivares y F. Cerna. 2008 b. Actualización y perfeccionamiento de metodologías científicas de determinación de edad en peces para la sustentabilidad de los recursos pesqueros nacionales.05CN11IPT-16. INNOVA – CHILE. Requirente: CORFO. Ejecutor: IFOP.
- Ojeda, V. y L. Muñoz, 2008. Técnicas y metodologías de análisis de edad en recursos pesqueros chilenos. Serie 1 peces de importancia comercial. I.S.B.N. RPI N° 173096.
- Ojeda, V., H. Hidalgo y L. Muñoz. 2013. Estructuras de edad en las capturas de los recursos: Merluza de cola. Reg. 2013-I-14 En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2012. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ojeda V., L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, M. Miranda, L. Cid y L. Vidal. 2014. Estructuras de edad en las capturas de los recursos: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de tres aletas. En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2013. Actividad Demersal. Reg. 2014-I-11. SEC- IFOP.



- Ojeda, V., H. Hidalgo y L. Muñoz. 2015. Estructuras de edad en la captura del recurso: Merluza de cola. Reg. 2015-I-10 En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2014. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ojeda, V., H. Hidalgo y L. Muñoz. 2016. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza de cola *Macruronus magellanicus*. Reg. 2016-I-D4. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2015. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ojeda, V., H. Hidalgo y L. Muñoz. 2017. Edad merluza de cola 2016 *Macruronus magellanicus*. Reg. 2017-I-D3. En: Informe final evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre la X y XII regiones. Sección II: Merluza de cola. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Convenio de Desempeño 2016 Ejecutor: IFOP.
- Ojeda, V., H. Hidalgo, L. Muñoz. 2018. Edad merluza de cola 2017. *Macruronus magellanicus*. Sección Edad y Crecimiento Reg. 2018-I-D3 En: Informe Final Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre la X y XII regiones. Sección II: Merluza de cola. Ejecutor: IFOP Requirente: SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT.
- Ojeda, V., H. Hidalgo y L. Muñoz. 2019. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza de cola (*Macruronus magellanicus*). Reg. 2019-I-D8. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2018. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ojeda, V., H. Hidalgo, L. Muñoz. 2020. Edad merluza de cola 2019. *Macruronus magellanicus*. Sección Edad y Crecimiento Reg. 2020-I-D3 En: Informe Final Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre las regiones de Los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena, año 2019. Sección II: Merluza de cola. Ejecutor: IFOP Requirente: SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT.
- Payá, I. 2020. Modelamiento jerárquico de la madurez y época de desove de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*). Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción para optar al grado académico de Magister en Ciencias con Mención en Pesquerías. 150 pp.
- Payá, I., F. Contreras, J. Quiroz, V. Ojeda, A. Flores, S. Lillo y R. Céspedes. 2013. Informe Final Asesoría Integral para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2012. META CUALITATIVA N°2, Indicador 2: Programa de investigación valorizado de corto, mediano y largo plazo que se haga cargo de las brechas en el conocimiento detectadas para los recursos que constituyen importantes pesquerías en la zona sur austral de Chile. Ejecutor: IFOP Requirente Subpesca. 121p. 4 Anexos.



- Payá, I. y C. Canales. 2013. Merluza de cola, 2013. Convenio “Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, Año 2013”. Informe Final. IFOP
- Payá, I. 2017. Merluza de cola, año 2017. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2017. Convenio de desempeño 2016, documento consolidado. Requirente Subsecretaría de Economía y EMT. Informe final, IFOP.
- Petitgas, P. 1991. Contributions géostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Géostatistique, Fontainebleau, 211 pp.
- Petitgas, P. y J. Prampart. 1993. Global estimation: σ^2/n and the geostatistical estimation variance. En: Rapport of the workshop on the applicability of spatial techniques to acoustic survey data. Ices cooperative research report N° 195, Appendix B.
- Petitgas, P., Woillez, M., Rivoirard, J., Renard, D., and Bez, N. 2017. Handbook of geostatistics in R for fisheries and marine ecology. ICES Cooperative Research Report No. 338. 177 pp.
- Piennar L. y W. Ricker. 1968. Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 - 2747.
- Picquelle, S. y G. Stauffer. 1985. Parameter estimation for an egg production method of Northern anchovy biomass assessment. NOAA. Tech. Rep. NMFS 36.
- Pienaar L. y W. Ricker, 1968. Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 - 2747.
- Pool, H., F. Balbontín, C. Montenegro, N. Cortés y M. Arriaza. 1997. Interacciones tróficas en recursos demersales en la zona sur. Informe final FIP 1994-32. 131 pp.
- Queirolo D., V. Zamora, C. Hurtado, I. Montenegro, T. Melo, J. Merino, E. Gaete, y R. Escobar. 2008. Caracterización de agregaciones de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en la zona centro-sur de Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 36 (2), 259-269.
- R Core Team. 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.



- Renard, D., Bez, N., Desassis, N., and Beucher, H. 2015. RGeostats: The Geostatistical package 10.0.8. MINES ParisTech. Free download from: <http://cg.enscm.fr/rgeostats>, 2014.
- Rencher, A. 1995. Methods of multivariate analysis. New York. Wiley. 627 pp.
- Ricker W., 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Can., N° 119.
- Rideout, RM, MPM Burton y GA Rose. 2000. Observations on mass atresia and skipped spawning in northern Atlantic cod, from Smith Sound, Newfoundland. J. Fish Biol. 57: 1429–1440.
- Rivoirard, J. Simmonds, K. Foote, P. Fernandes y N. Bez. 2000. Geostatistics for estimating fish abundance. Ed. Blackwell. 345 pp.
- Roa, R., B. Ernst y F. Tapia. 1999. Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. Fishery Bulletin 97: 570 - 580.
- Robotham, H., 1994. Revisión de los procedimientos estadísticos de muestreo para otolitos conducente a la elaboración de claves talla edad y matrices de captura. En: Informe Técnico: Estandarización de métodos para la determinación de la edad y crecimiento de anchoveta, sardina, jurel y merluza. Segundo Taller IFOP-IMARPE, junio, Iquique.
- Robotham, H. y J. Castillo. 1990. The bootstrap method; an alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hydroacoustics techniques. Rapp. P.-v. Reún. Cons. Int. Explor. Mer, 189:421 - 424.
- Rokne J. 1996. The area of a simple polygon. In: Arvo J (ed). Graphics Gems II, pp. 5-6. Academic Press, San Diego.
- Saavedra, A. Castillo, J. Niklitschek, E y J.C. Saavedra-Nievas. 2012. Reducing uncertainty and bias in acoustic biomass estimations of southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in the southeastern Pacific: transducer motion effects upon acoustic attenuation. Lat. Am. J. Aquat. Res. 2012, 40: 743 - 754.
- San Juan, R., 2021. Manual para la determinación de estadios de madurez sexual en recursos ícticos demersales. IFOP. 77p.
- Scalabrin, C., y J. Masse. 1993. Acoustic detection of spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. Aquat. Living Resour. 6:269-283.
- Scalabrin, C. 1997. Identification acoustique des espèces pelagiques à partir d'attributs discriminants des bancs de poissons monospecifiques. Thèse. Ecole doctorale des sciences de la mer.



- Schnute J.T., N.M. Boers y R. Haigh. 2004. PBS Mapping 2: User's Guide. Canadian Technical Report Fisheries Aquatic Science 2549: 1-126.
- Schuchert, P.C., A.I. Arkhipkin y A.E. Koenig. 2010. Traveling around Cape Horn: Otolith chemistry reveals a mixed stock of Patagonian hoki with separate Atlantic and Pacific spawning grounds. Fisheries Research 102:80-86.
- Secor, D.H. 1999. Specifying divergent migration patterns in the concept of stock: The Contingent Hypothesis. Fish. Res. 43: 13-34.
- Schuchert, P., A. Arkhipkin y A.Koenig. 2010. Traveling around Cape Horn: Otolith chemistry reveals a mixed stock of Patagonian hoki with separate Atlantic and Pacific spawning grounds. Fisheries Research 102:80-86.
- Simmonds, J., y D. MacLennan. 2005. Fisheries acoustic. Chapman y Hall, 548 pp.
- SIMRAD. 2003. Simrad EK60. Scientific Echo Sounder. Instruction Manual, 165 pp SIMRAD. 2003. Simrad EK60. Scientific Echo Sounder. Instruction Manual, 165 pp.
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2018. Estado de Situación de las Principales Pesquerías Chilenas, año 2017. Departamento de Pesquerías, División de Administración Pesquera.
- Tascheri, R., J.C. Saavedra y R. Roa. 2010. Statistical models to standardize catch rates in the multi-species trawl fishery for Patagonian grenadier (*Macrurus magellanicus*) off Southern Chile. Fish Res. 105: 200 - 214.
- Thompson, S.K. 1992. Sampling. John Wiley & Sons, New York, 343 pp.
- Vivanco, M. 1999. Análisis estadístico multivariable. Editorial Universitaria, Chile. 233 pp.
- Wallace, R. y Selman, K. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. Amer. Zool. 21: 325-343.
- Welch, D. y R. P. Foucher. 1988. A maximum likelihood methodology for estimating length-at-maturity with application to pacific cod (*Gadus macrocephalus*) populations dynamics. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45:333-343.
- Wolter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation XII, 428pp.
- Woillez, M., Poulard, J.-C., Rivoirard, J., Petitgas, P. y Bez, N. 2007. Indices for capturing spatial patterns and their evolution in time, with application to European hake (*Merluccius merluccius*) in the Bay of Biscay. ICES Journal of Marine Science, 64: 537–550.



www.ifop.cl. Laboratorio de Edad y Crecimiento; Recursos Demersales, Merluza del Sur y Merluza de cola.

Young, Z., J. Chong, H. Robotham, P. Gálvez y H. González. 1998. Análisis de la pesquería de merluza de cola en la zona sur-austral. 1998. Informe Final proyecto FIP 96-37. IFOP.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

FIGURAS

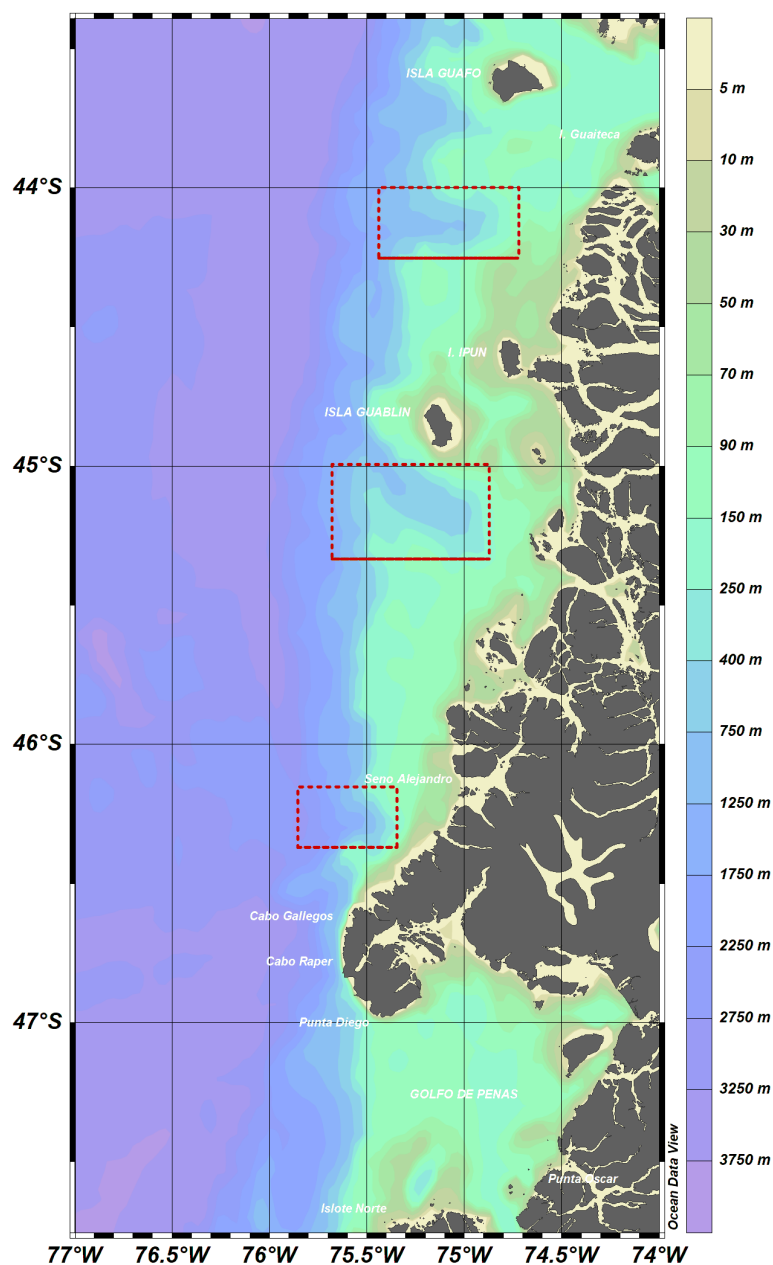


Figura 1. rea de estudio. Se señalan las isolíneas de los veriles de profundidad y las zonas asociadas a los cañones de profundidad (rectángulo rojo) presentes en la zona de estudio.



Figura 2. Buque fábrica “Cabo de Hornos” utilizado en el crucero. (Fotografía: Adrián Ibieta Figueroa, *Tecnólogo Evaluación directa*).

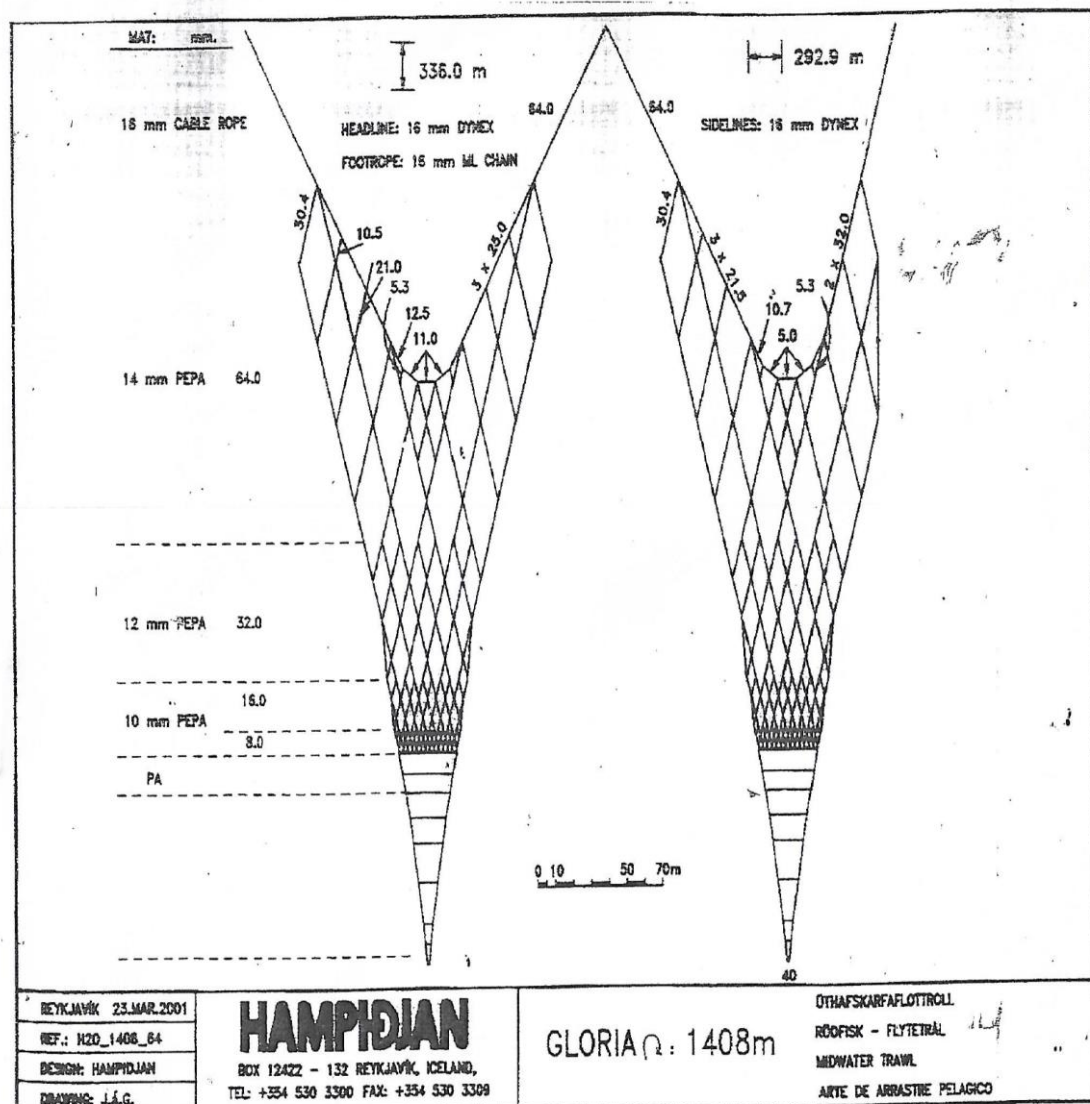


Figura 3. Plano de la red comercial GLORIA 1408 utilizada en el estudio.

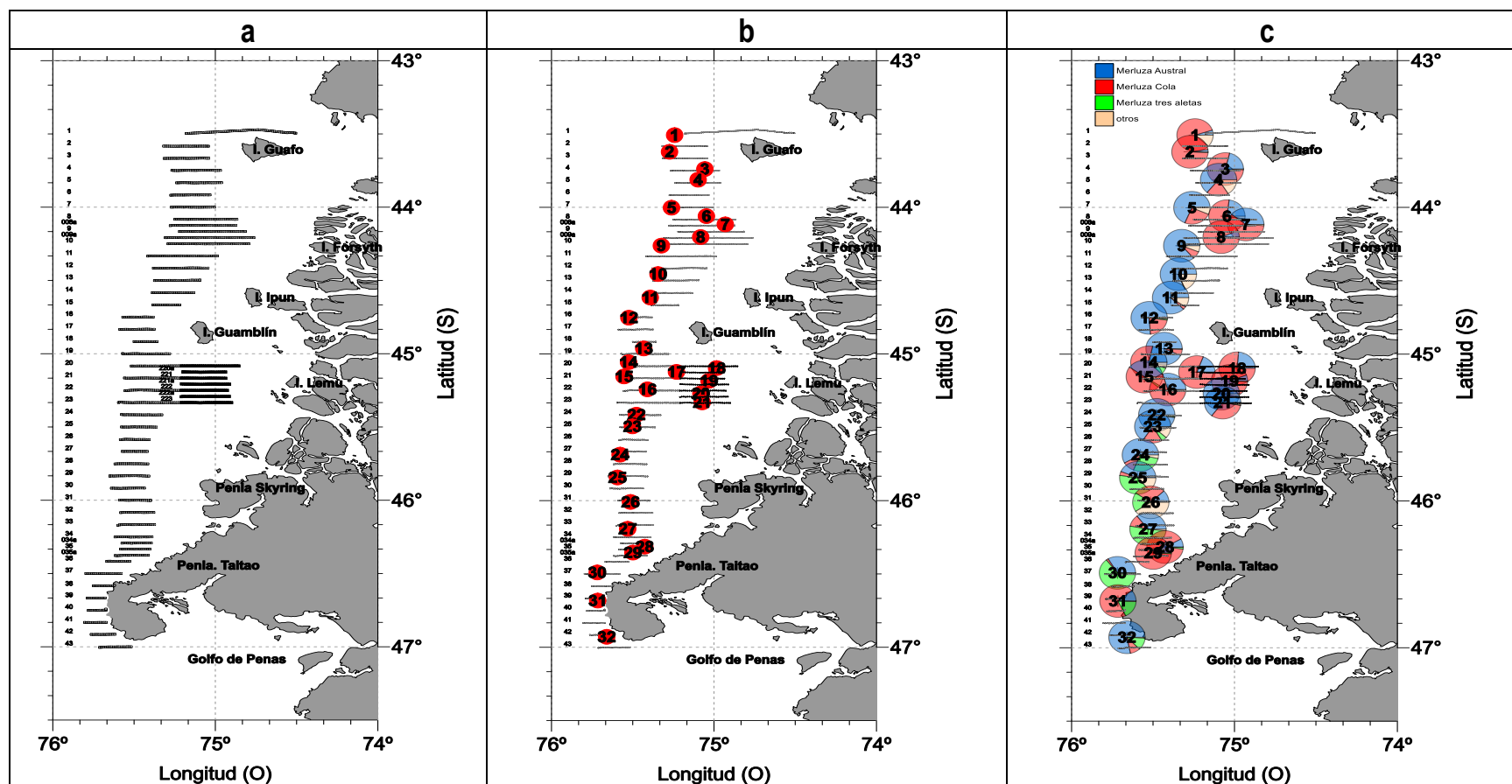


Figura 4. Localización de (a) transectas de muestreo acústico, (b) lances de pesca de identificación, (c) especie principal presente en el lance. Crucero 2021.

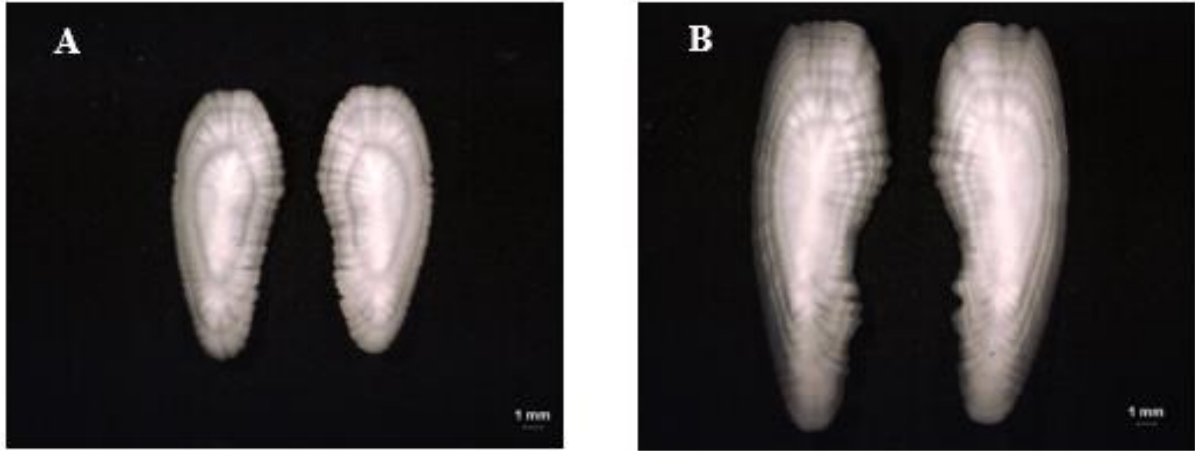


Figura 5. Otolitos enteros de merluza de cola, par *sagitta*, vistos desde su cara externa. Estructuras pertenecientes a peces de longitud 45cm (A) y 75 cm (B).

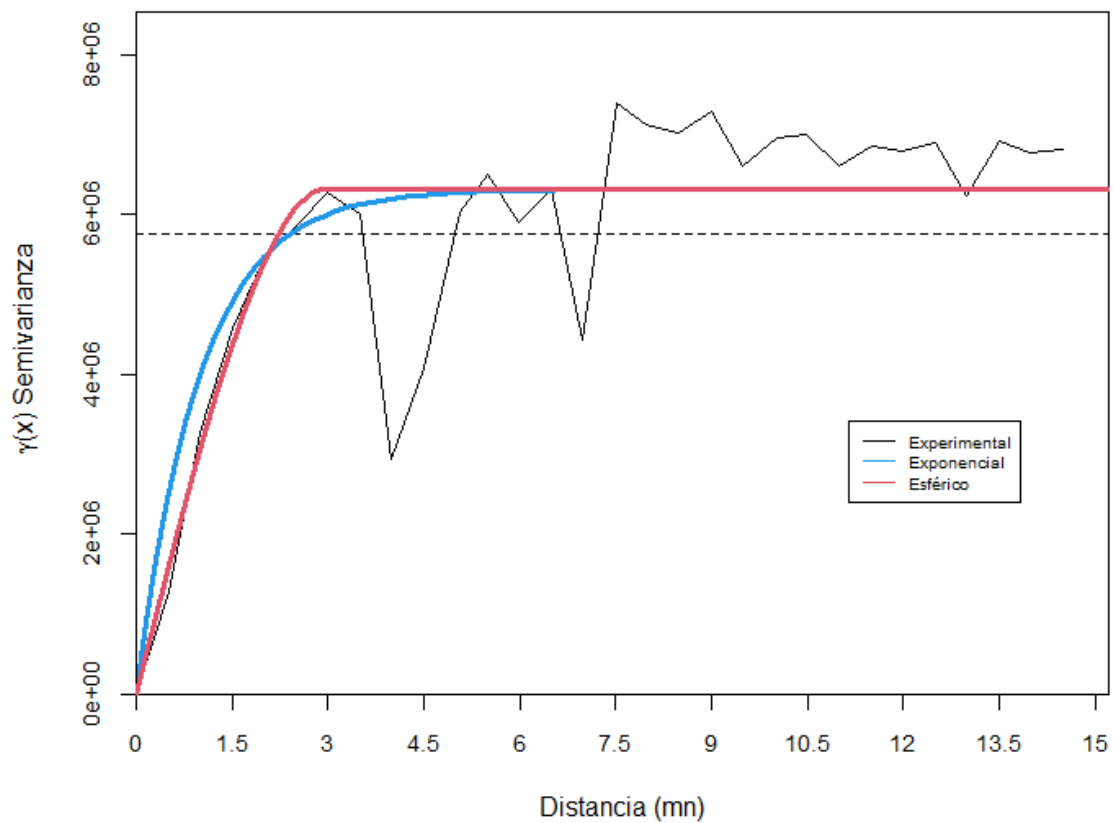


Figura 6. Semivariograma de merluza de cola. Direcci3n omnidireccional. Zona total de estudio.

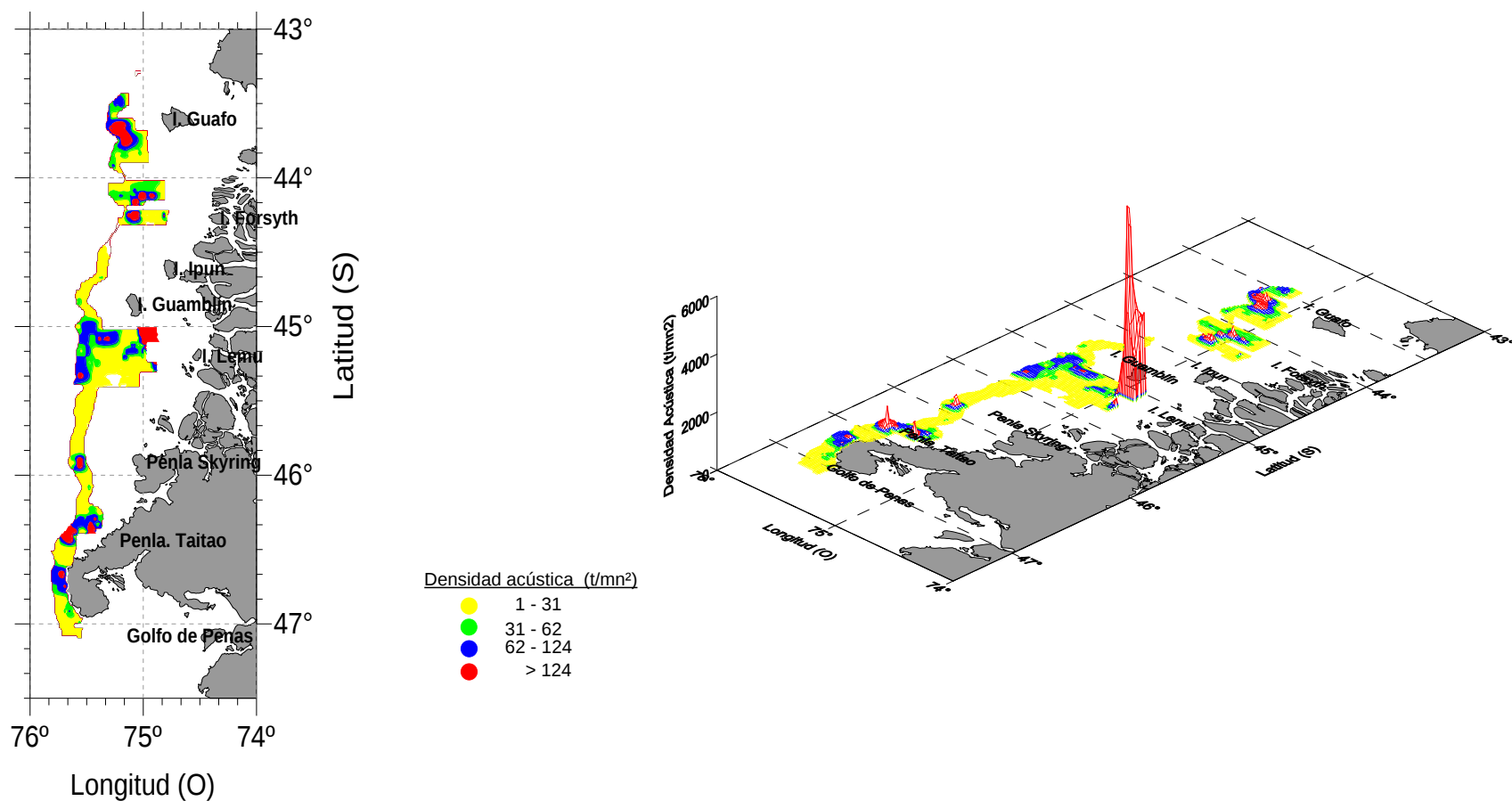


Figura 7. Distribución espacial de la merluza de cola en el área de prospección. Escala de categorías en t/mn².

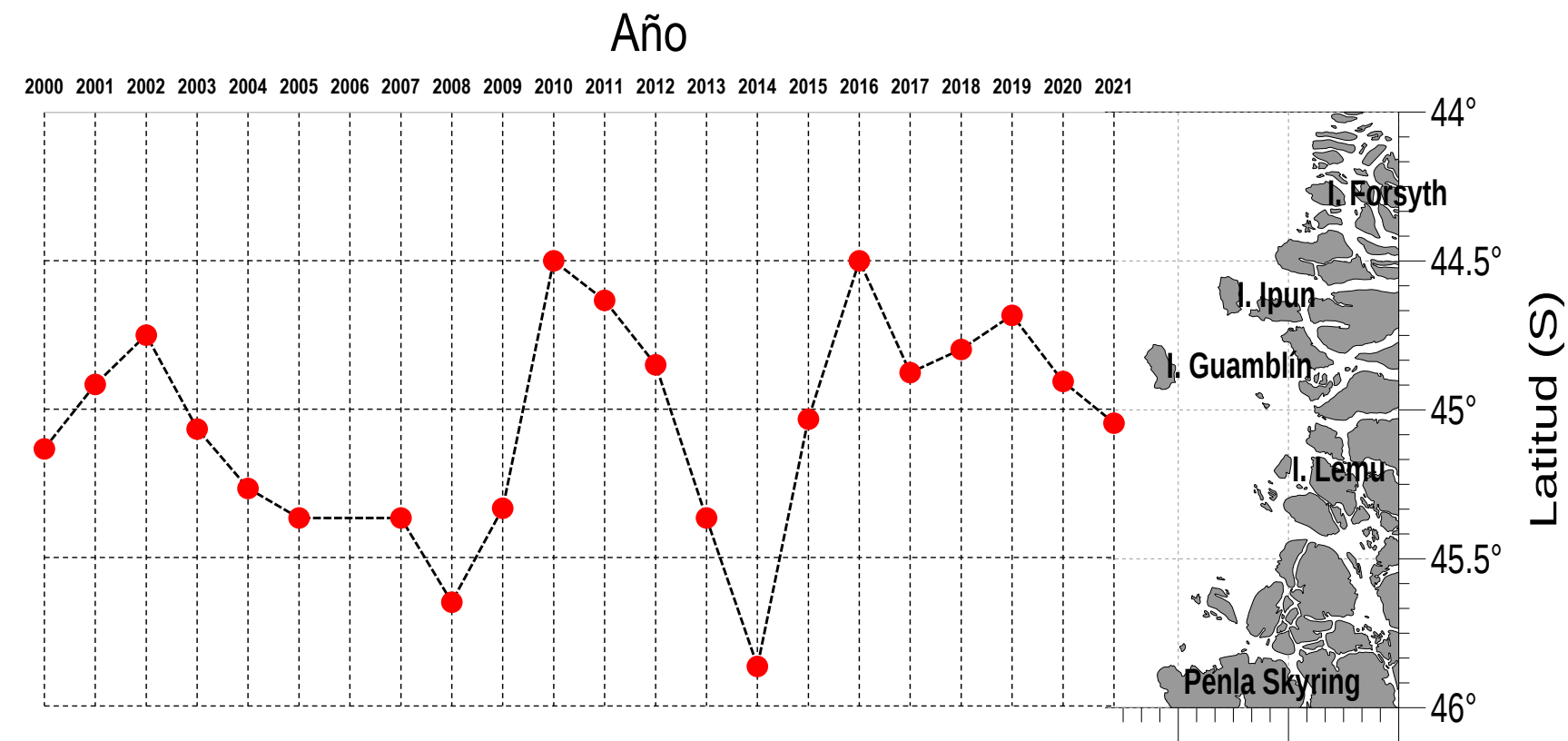
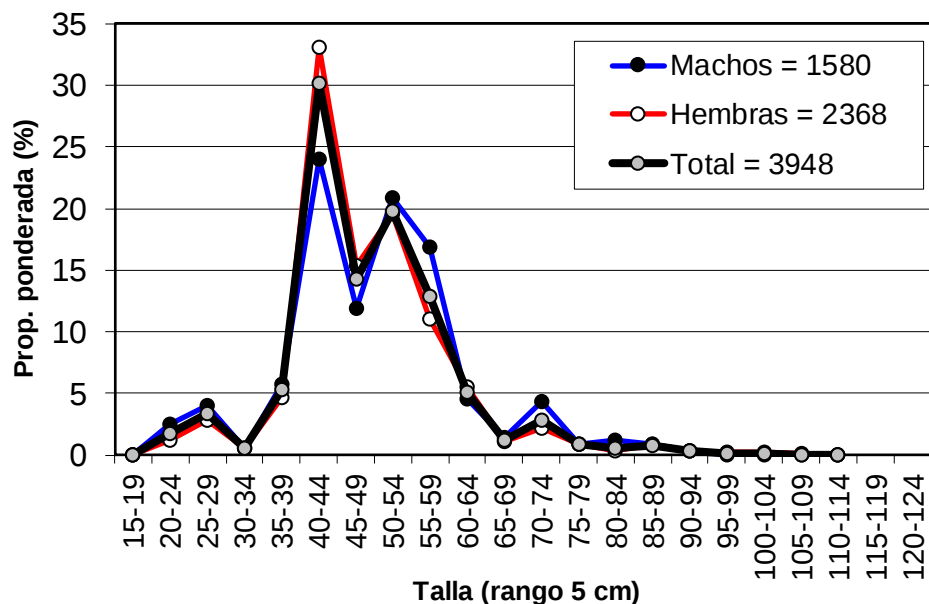
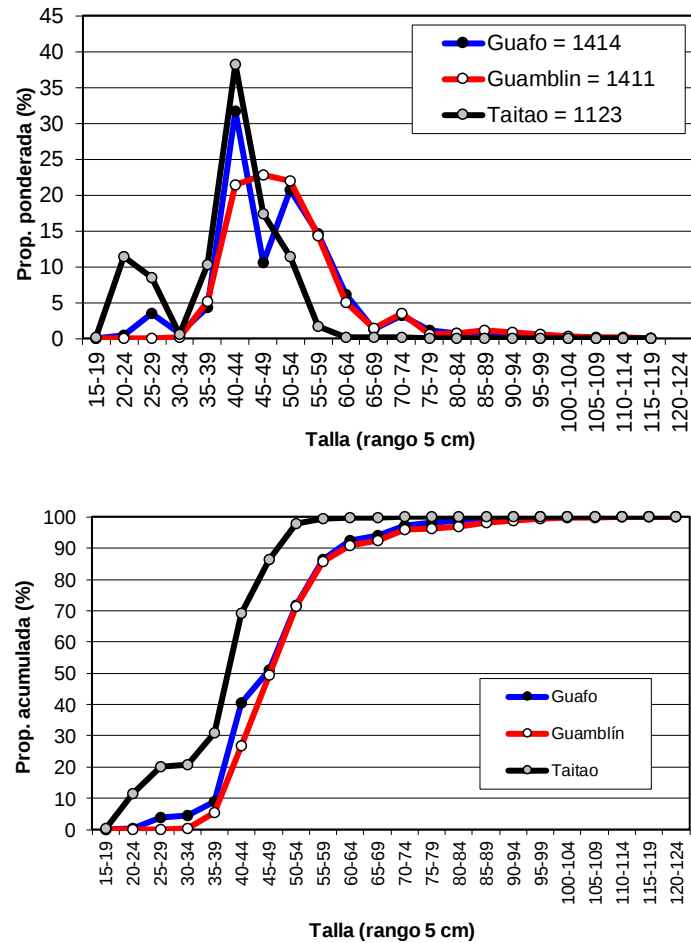


Figura 8. Centros de gravedad de la distribución del stock evaluado de Merluza de cola. Período 2000 – 2021.



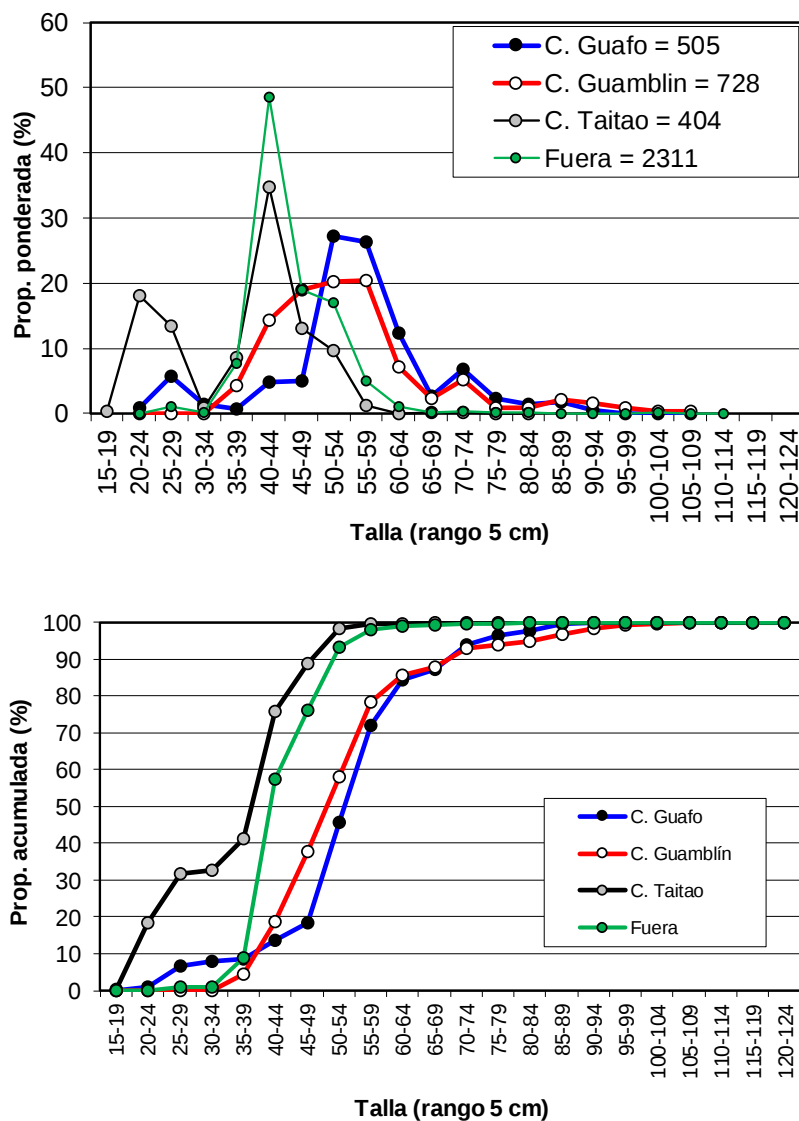
Indicador	Macho	Hembra	Total
n	1580	2368	3948
Mín. (cm)	18	20	18
Máx. (cm)	102	110	110
Prom. (cm)	49,7	48,7	48,8
D. est. (cm)	2,5	1,6	1,3
% < 55 cm	69,5	77,2	75,2
Pr. Sex. (%)	44,7	55,3	100

Figura 9. Distribuci3n de talla de merluza de cola por sexo para el área de estudio. B/F Cabo de Hornos (agosto, 2021).



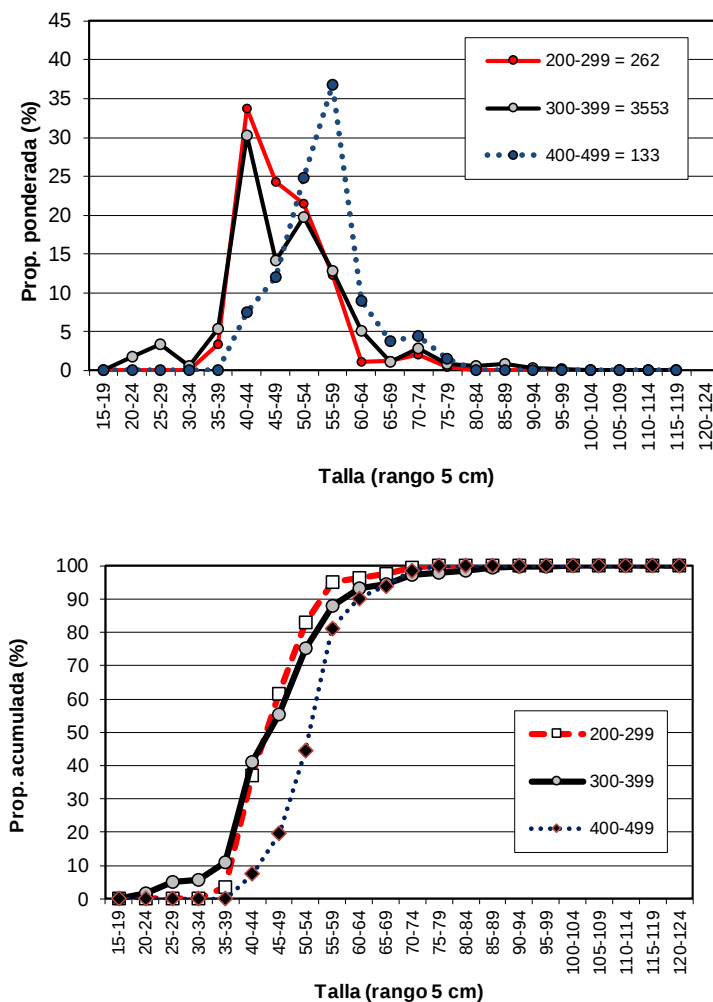
Indicador	Guafo	Guablín	Taitao
n	1414	1411	1123
Prom. (cm)	49,6	51,6	40,1
D. est. (cm)	1,9	1,7	1,4
% < 55 cm	71,8	71,5	97,9
Macho (%)	34,8	44,8	45,7
Hembra (%)	65,2	55,2	54,3

Figura 10. Distribución de talla de merluza de cola por área. B/F Cabo de Hornos (agosto, 2021).



Indicador	C. Guafo	C. Guamblín	C. Taitao	Fuera
n	505	728	404	2311
Prom. (cm)	55	55	38	45
D. est. (cm)	2,9	2,4	1,5	1,5
% < 55 cm	45,8	57,9	98,5	93,2
Macho (%)	52,1	44,8	45,4	27,7
Hembra (%)	47,9	55,2	54,6	72,3

Figura 11. Distribución de talla de merluza de cola por cañón y fuera de los cañones. B/F Cabo de Hornos (agosto, 2021).



Indicador	Profundidad (m)		
	200-299	300-399	400-499
n	262	3553	133
Prom. (cm)	48,3	48,8	55,3
D. est. (cm)	2,3	1,3	0,0
% < 55 cm	82,9	75,2	44,4
Macho (%)	36,2	38,6	21,1
Hembra (%)	63,8	61,4	78,9

Figura 12. Distribución de talla de merluza de cola por rango de profundidad (según profundidad de relinga superior). B/F Cabo de Hornos (agosto, 2021).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

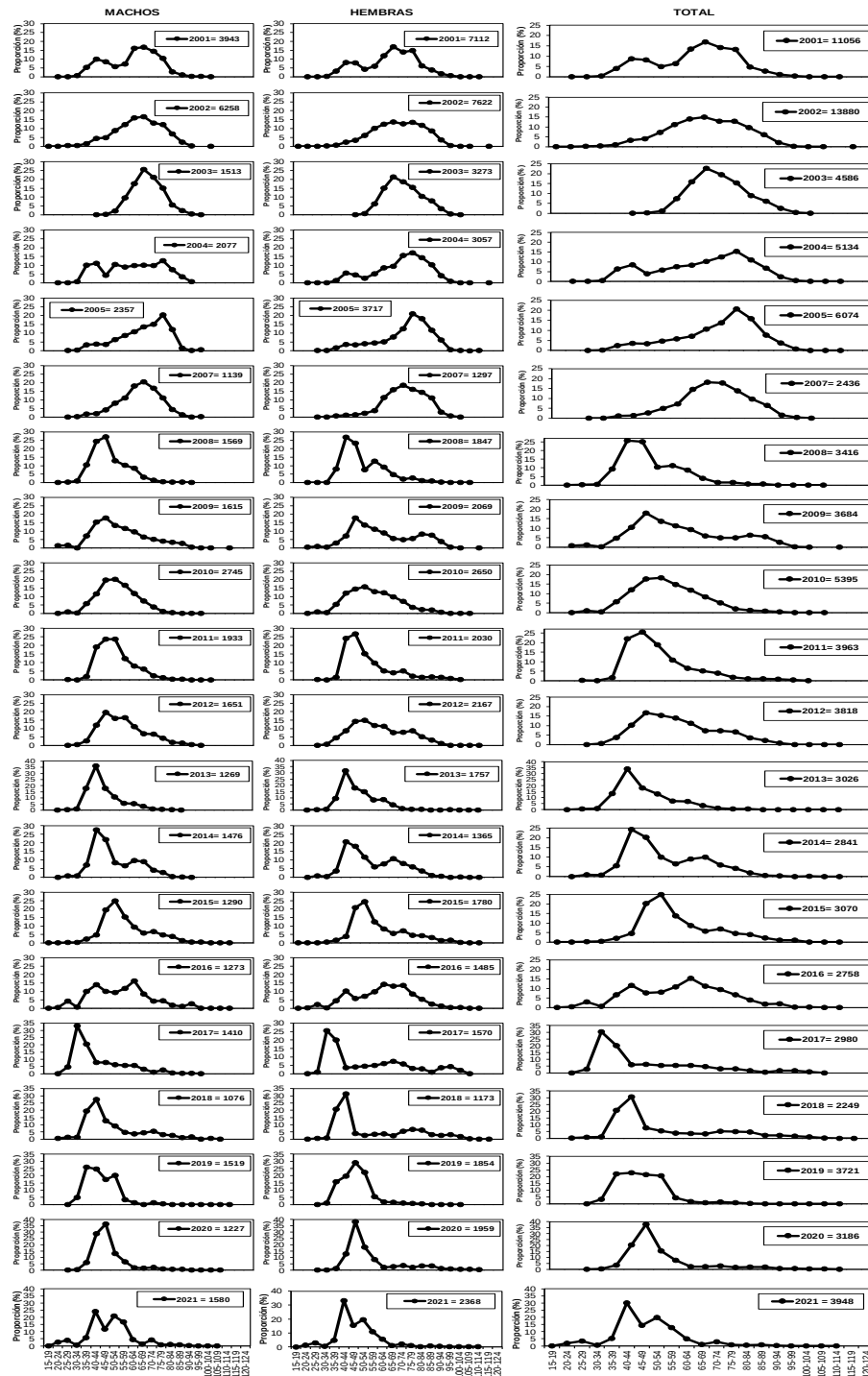


Figura 13. Distribución de talla de merluza de cola en los cruceros hidroacústicos 2001 a 2021

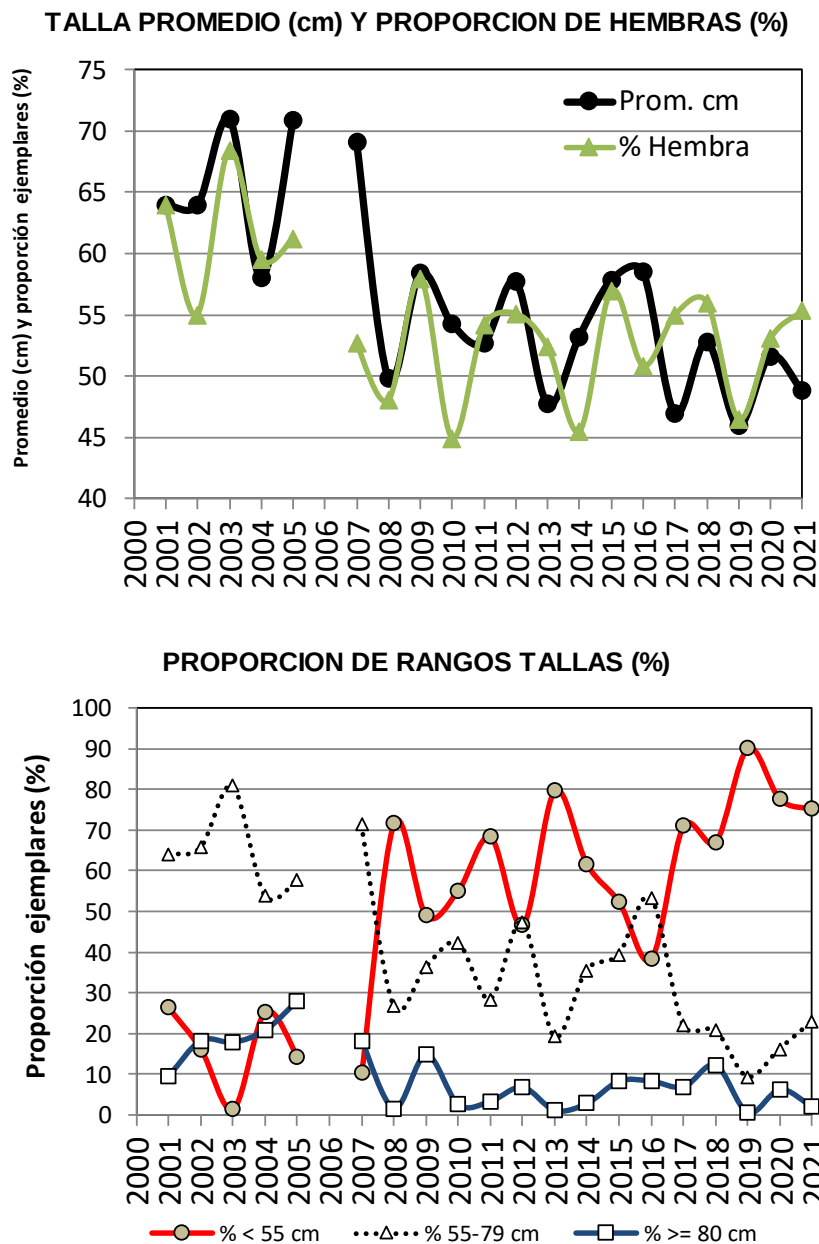


Figura 14. Distribución de los estadísticos históricos de la talla de merluza de cola para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2021 (2006 sin información).

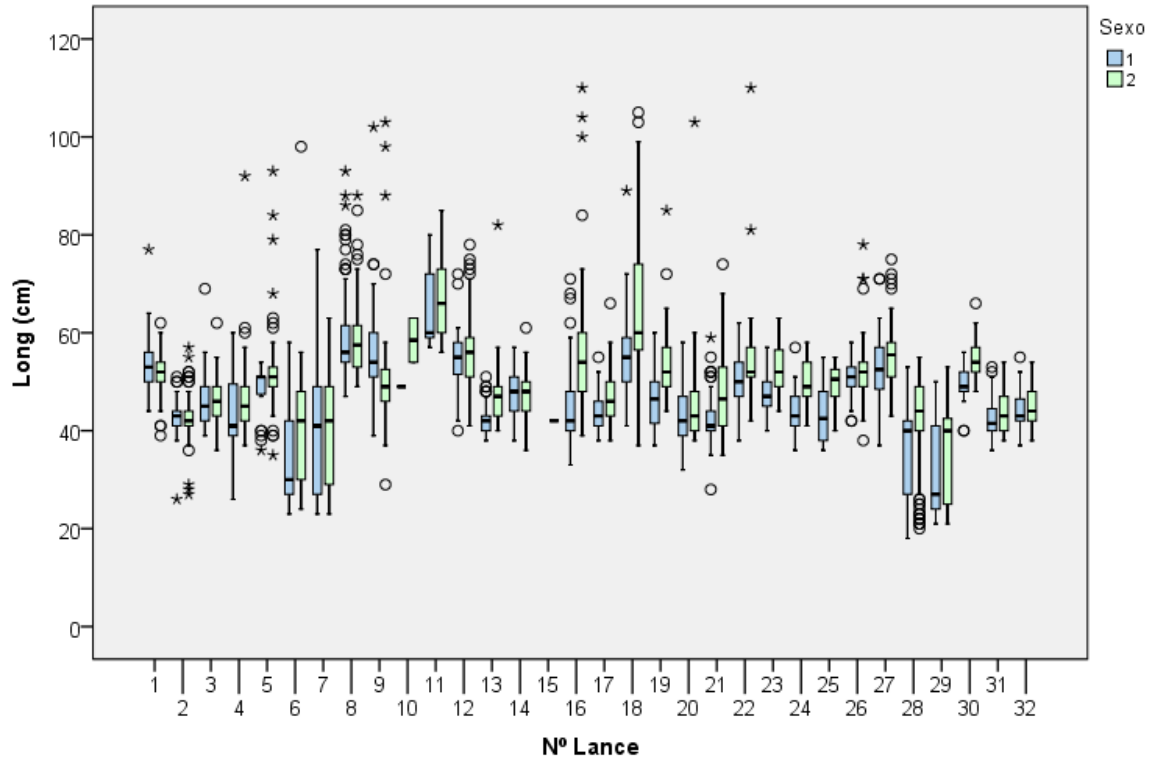


Figura 15. Rango de longitudes y tendencia central del muestreo biológico, por sexo, asociado a cada lance de pesca, merluza de cola, crucero de investigación 2021. (1=machos, 2=hembras).

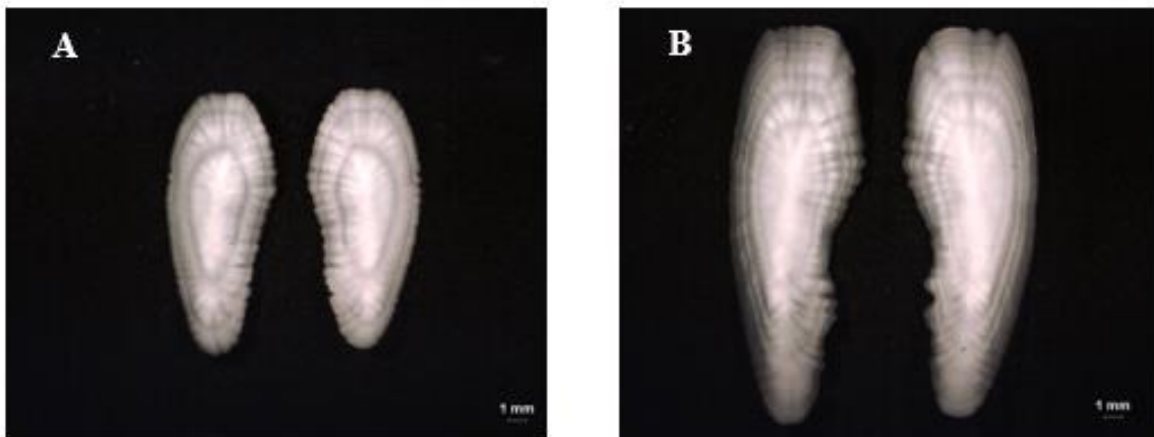


Figura 16. (2)Otolitos enteros de merluza de cola, par sagitta, vistos desde su cara externa. Estructuras pertenecientes a peces de longitud 45cm (A) y 75 cm (B).

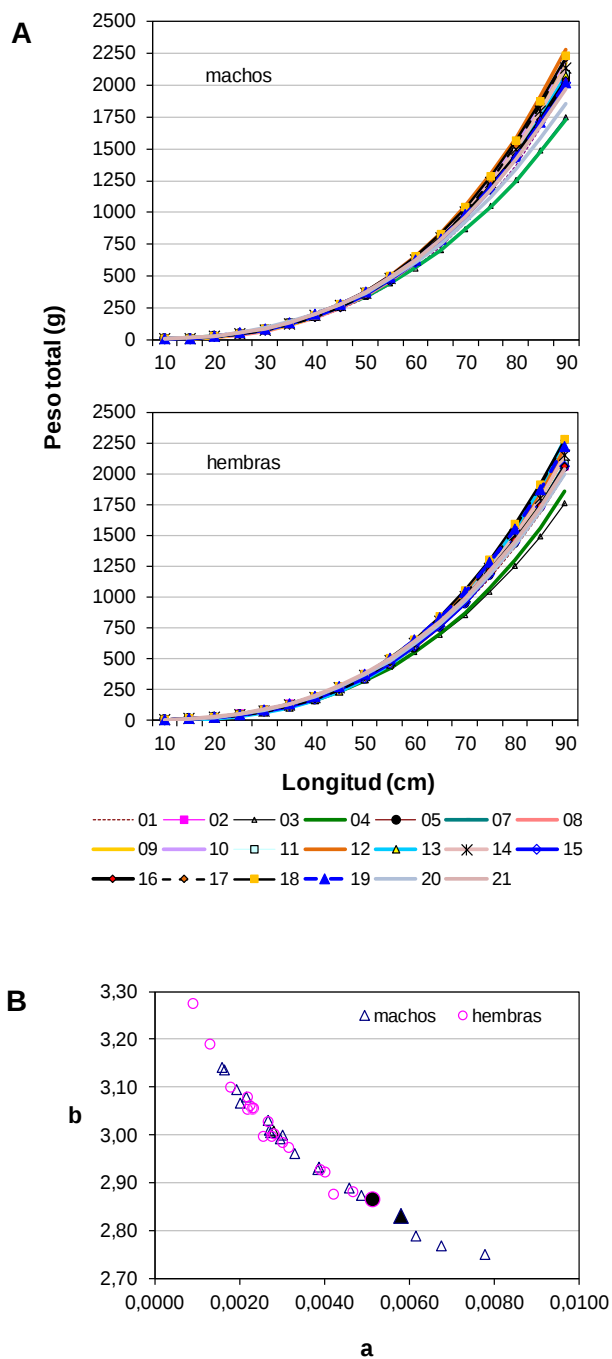


Figura 17. Comparación de las funciones peso- longitud estimadas para merluza de cola por sexo (A) y representación de los parámetros “a” (intercepto) y “b” (pendiente) de esta relación en el período 2001 – 2021 (B).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

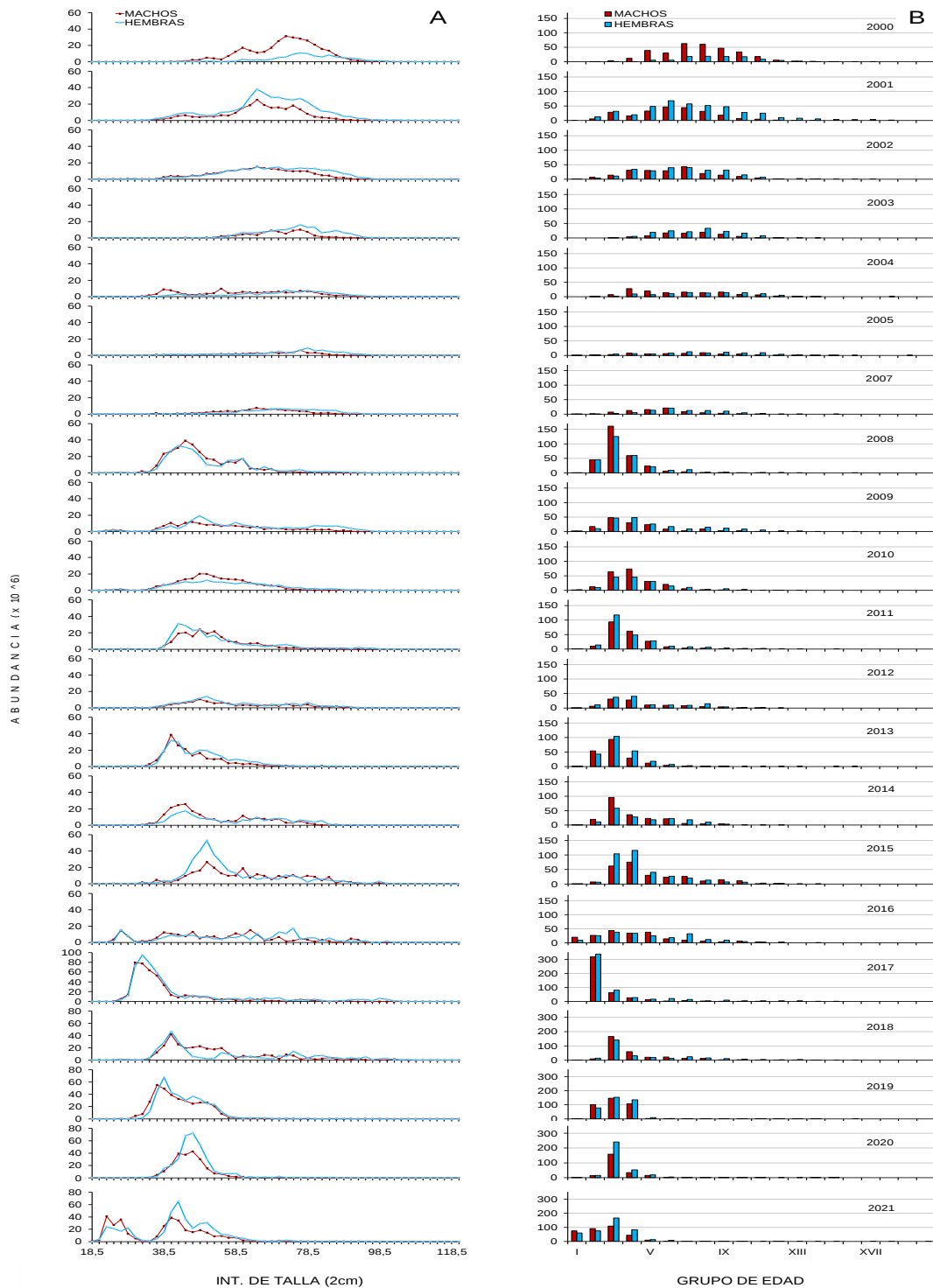


Figura 18. Abundancia por clase de talla (A) y grupos de edad (B) de merluza de cola, por sexo, en las evaluaciones directas efectuadas en el periodo 2000 - 2021.

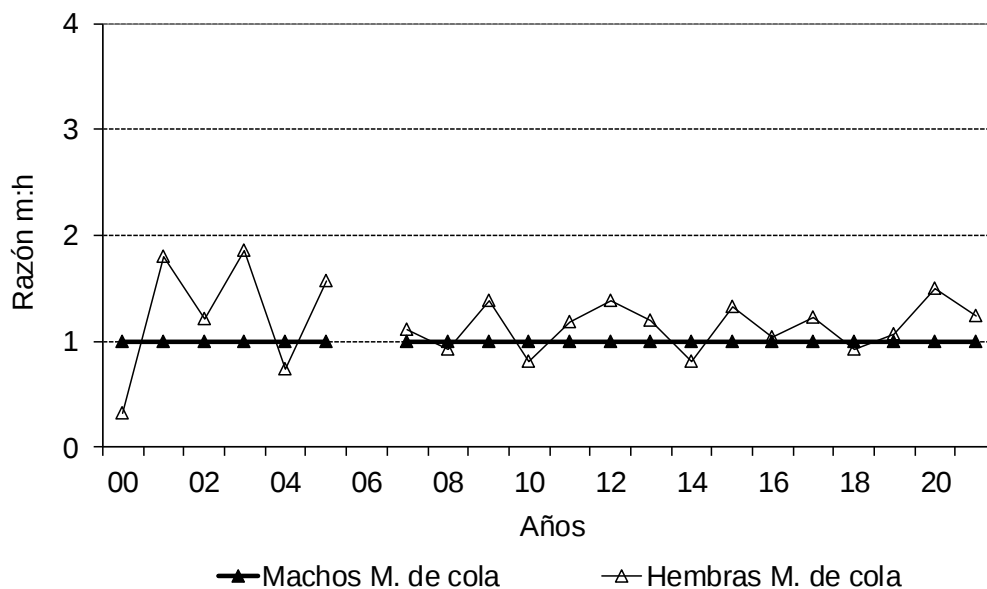


Figura 19. Proporción sexual de merluza de cola (razón machos:hembras), presente en la abundancia en el período de desove, según año, 2000-2021.

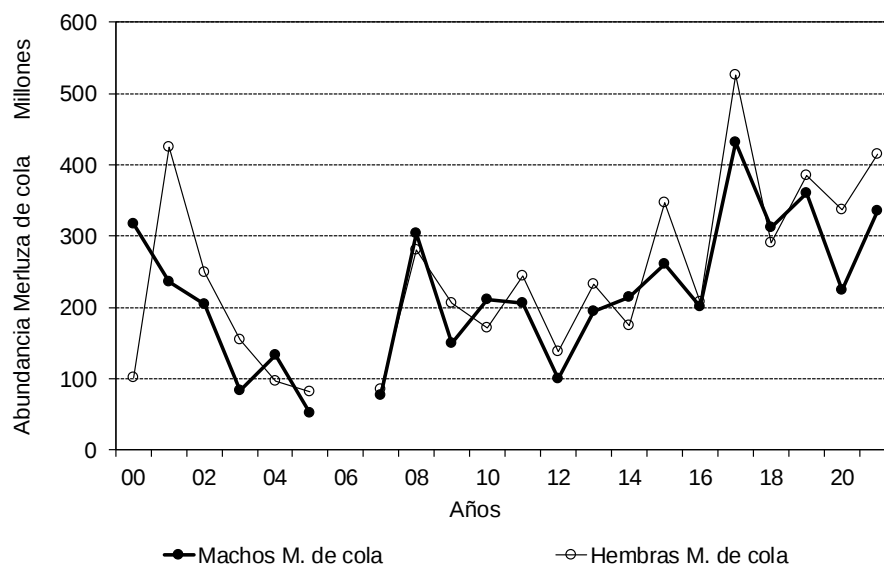


Figura 20. (6) Abundancia de merluza de cola, por sexo, en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2000 – 2021.

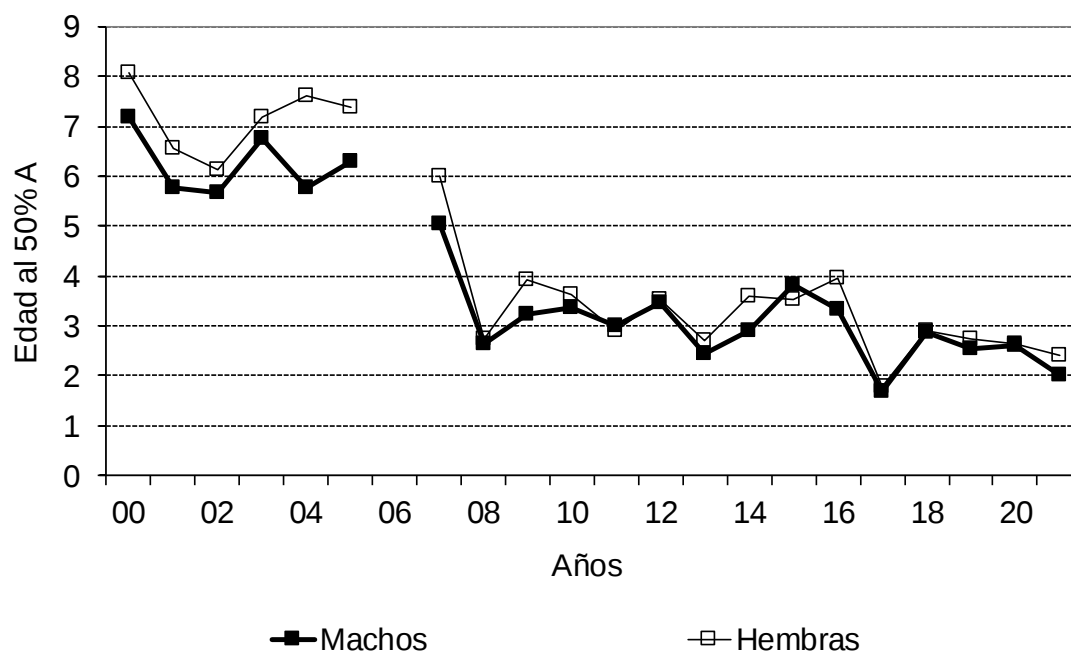


Figura 21. Edades medianas de merluza de cola, por sexo, presente en los cruceros de evaluaci3n del stock desovante, per3odo 2000 - 2021.

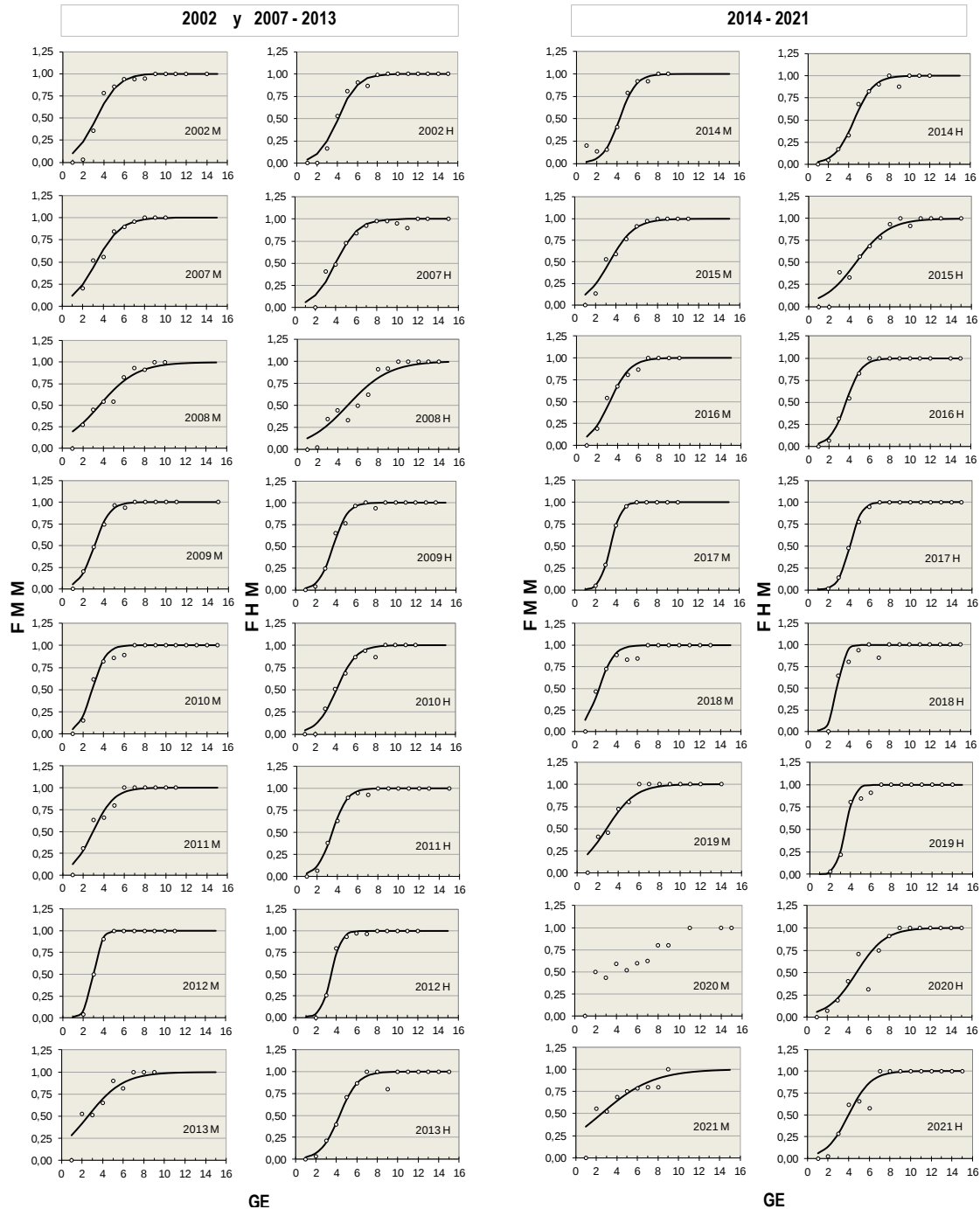


Figura 22. Fracción de merluza de cola (machos y hembras) maduros, según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2002 y 2007 a 2021. FMM: fracción de machos maduros, FHM: fracción de hembras maduras.

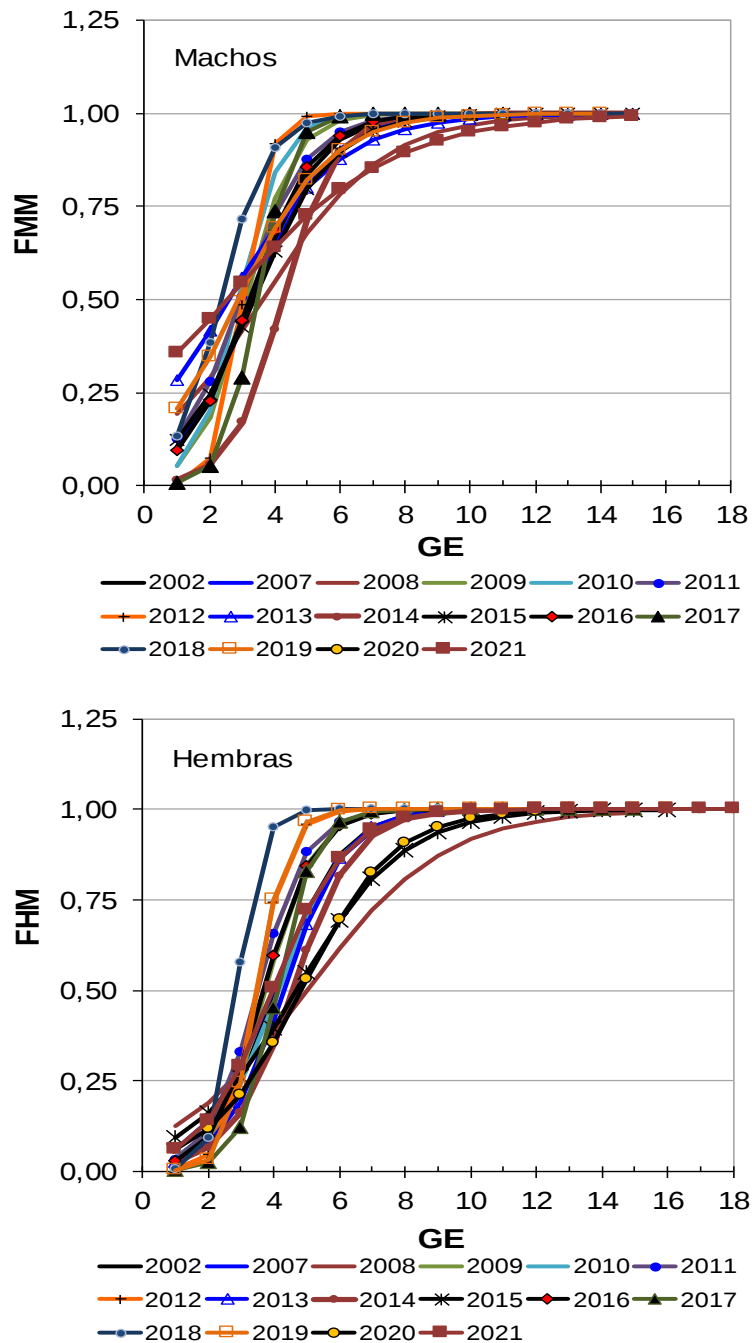


Figura 23. Curvas de madurez estimadas para merluza de cola (machos y hembras), segun grupos de edad, en los cruceros de evaluaci3n aros 2002 y 2007 a 2021. FMM: fracci3n de machos maduros, FHM: fracci3n de hembras maduras. (2020 machos sin ajuste).

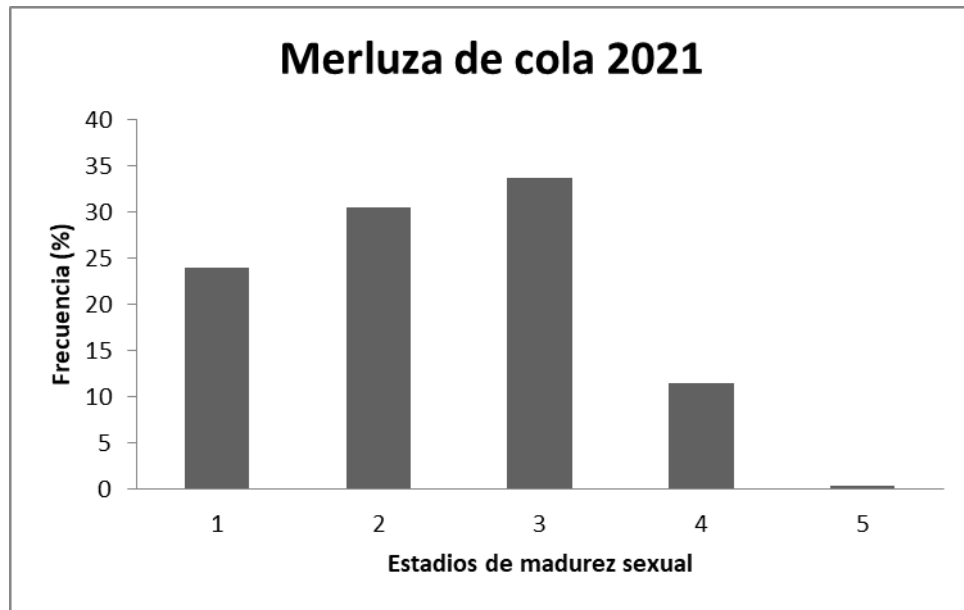


Figura 24. Distribuci3n de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus* en agosto de 2021.

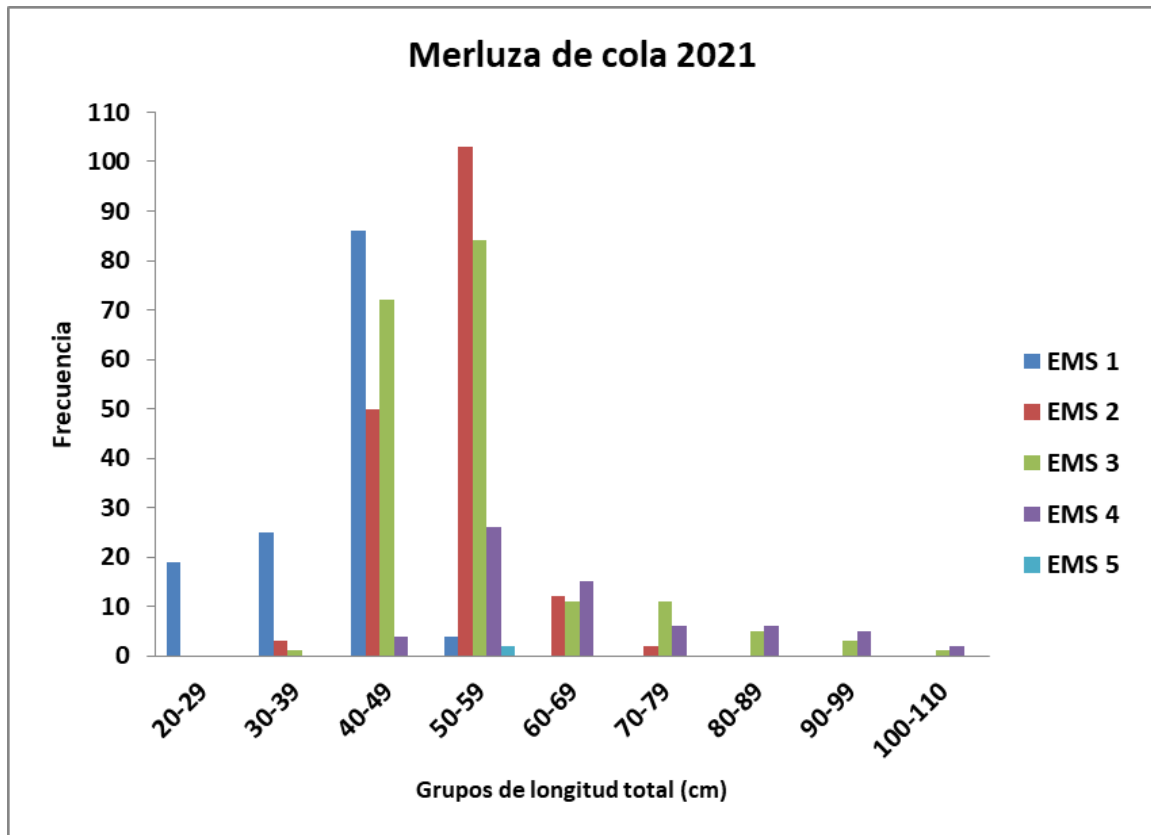


Figura 25. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la *merluza de cola* *Macruronus magellanicus*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto de 2021.



Figura 26. Ovario de merluza de cola en estadio inicial de desarrollo. Mc 2261: Aspecto histológico estadio ovárico Inmaduro (I). Aumento 4x. L: Lamela; Or: Ovocito reserva; Flecha: Ovocito inicio crecimiento primario; I: lumen; E: Tejido embrionario.



Figura 27. Ovario de merluza de cola en inicio proceso de madurez ovocitaria. Mc 2211 : Aspecto histológico estadio ovárico Madurez temprana (II). Aumento 10x. I: lumen; Op: Ovócito vitelado parcial; Flecha: Gránulo vitelo cortical ; N: Núcleo; Or: Ovócito reserva.

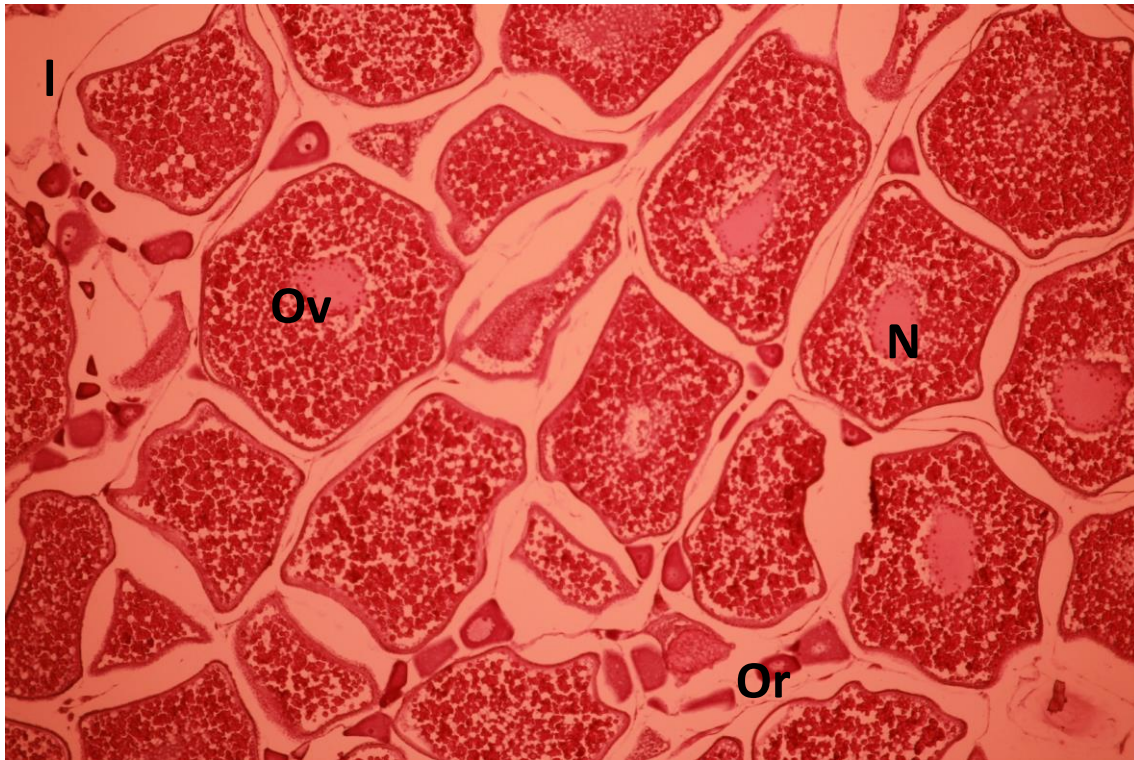


Figura 28. Ovario de merluza de cola en estadio intermedio de desarrollo Mc 2151 : Aspecto histológico estadio ovárico Madurez tardía (III). Aumento 5x. I: Lumen; Ov: Ovocito vitelado; Or: Ovocito reserva; N: Núcleo.

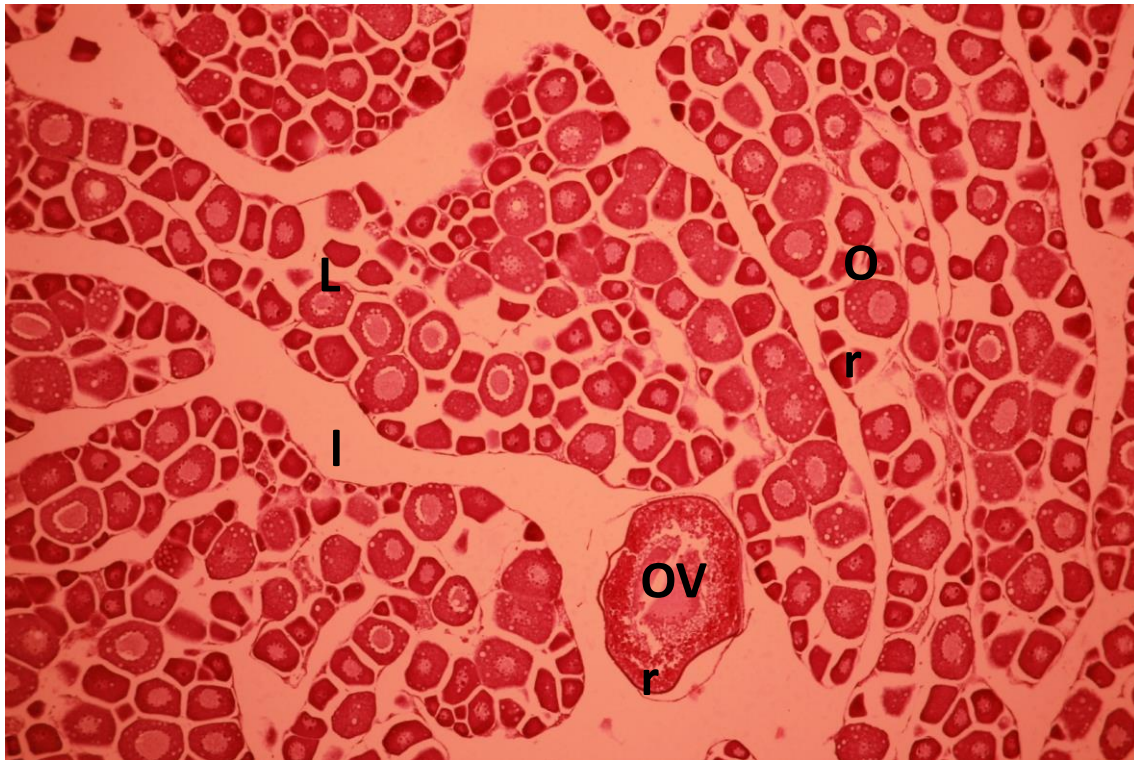


Figura 29. Ovario de merluza del sur en estadio final de desarrollo. Mc 2368 : Aspecto histológico estadio ovárico Regresión (VI). Aumento 5x. L: Lamela; I: Lumen; Or: Ovocito reserva; OVr: Ovocito vitelado residual.

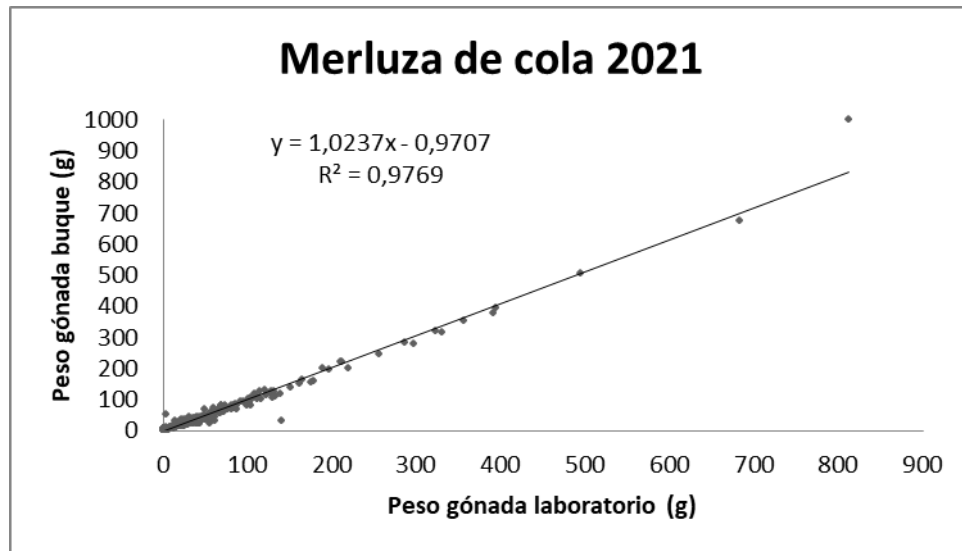


Figura 30. Relación entre el peso de la gónada obtenido a bordo del buque y la registrada en el laboratorio en ejemplares de merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto 2021.

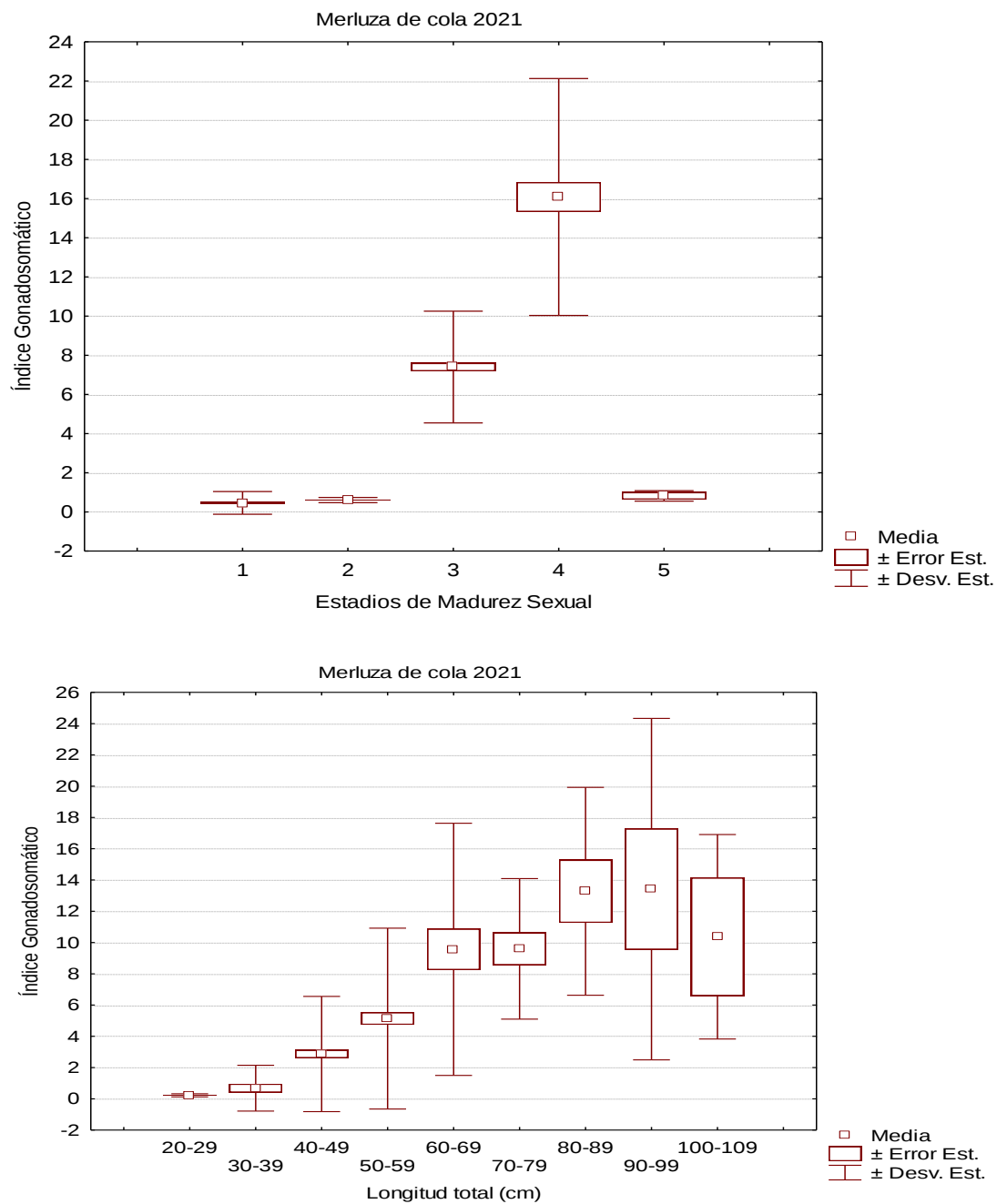


Figura 31. Valor promedio del índice gonadosomático (IGS) $\pm$ la desviación estándar y el error estándar, para cada uno de los estadios de madurez sexual y rango de tallas de la merluza del sur *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2021.

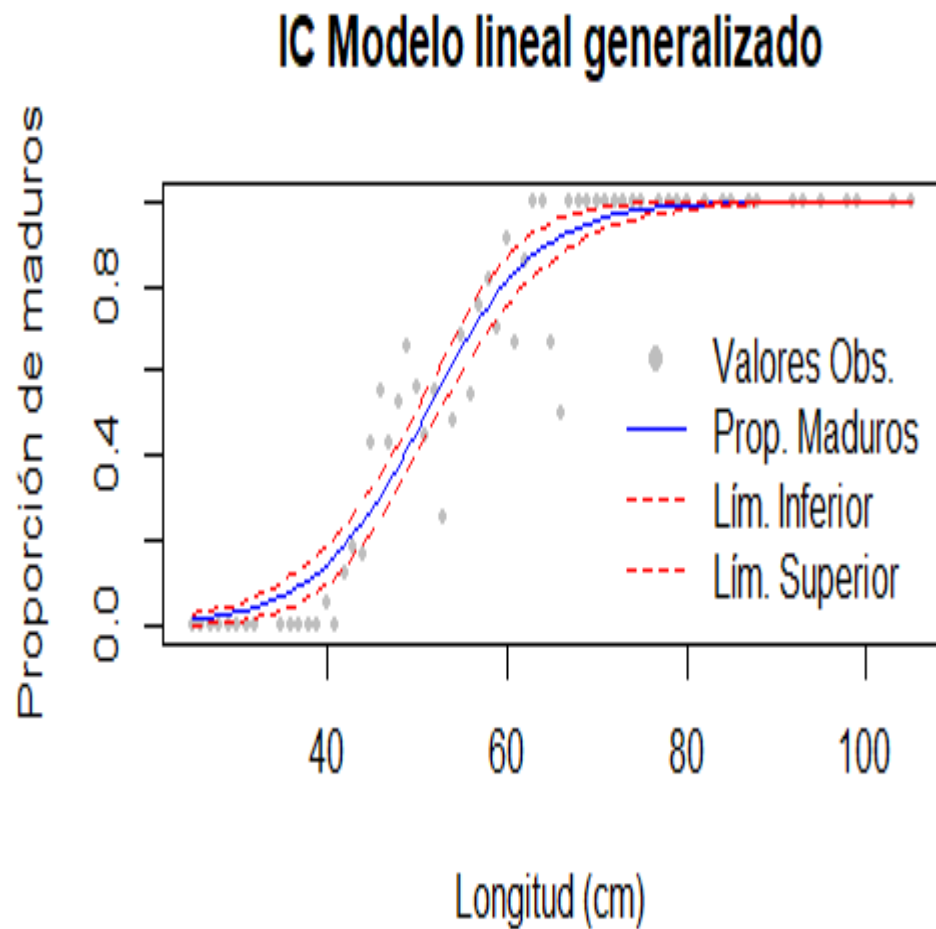


Figura 32. Ojiva de madurez sexual de la merluza del sur *Macruronus magellanicus* en agosto de 2021, con límites de confianza del 95%. Ajuste de los datos a un modelo lineal generalizado.

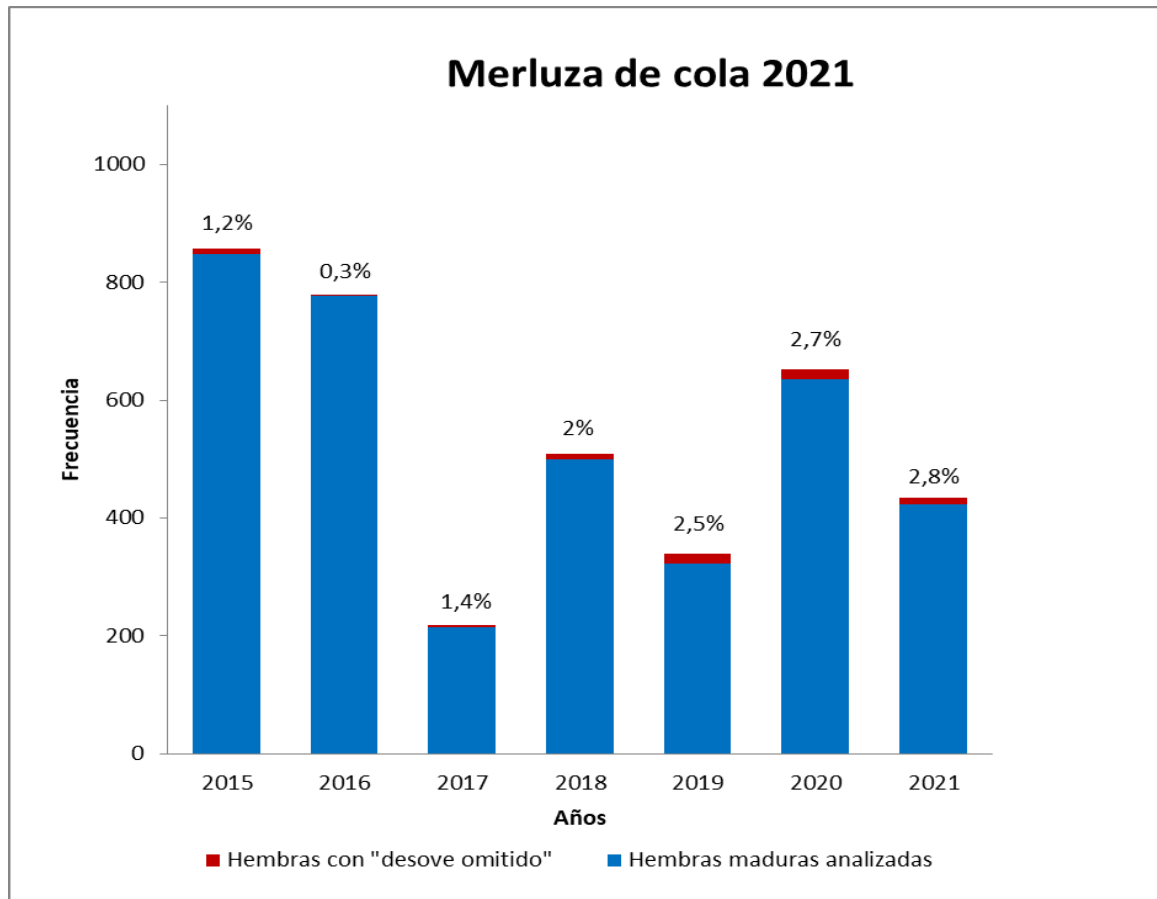


Figura 33. Porcentaje de hembras con desove omitido respecto al total de hembras maduras en merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 2015 a 2021.

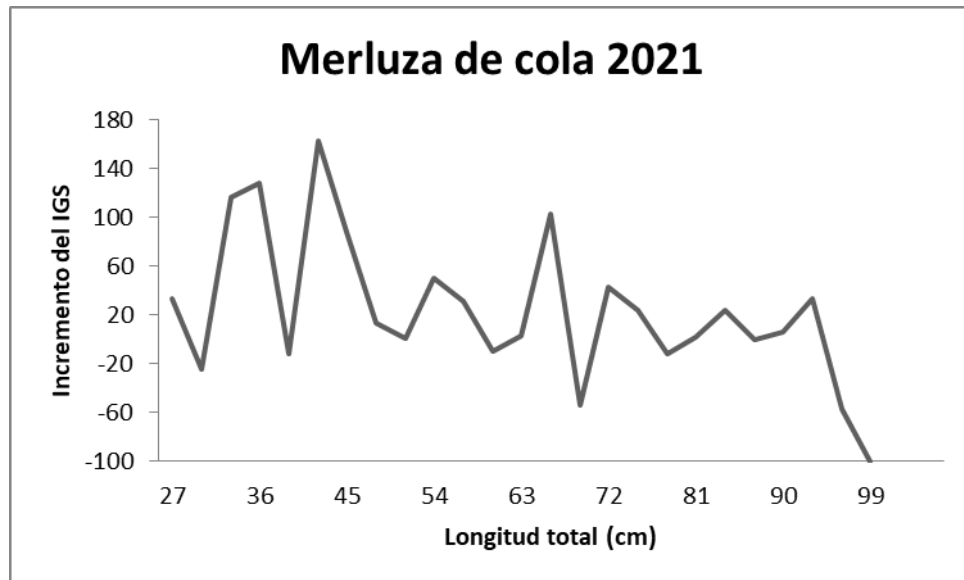
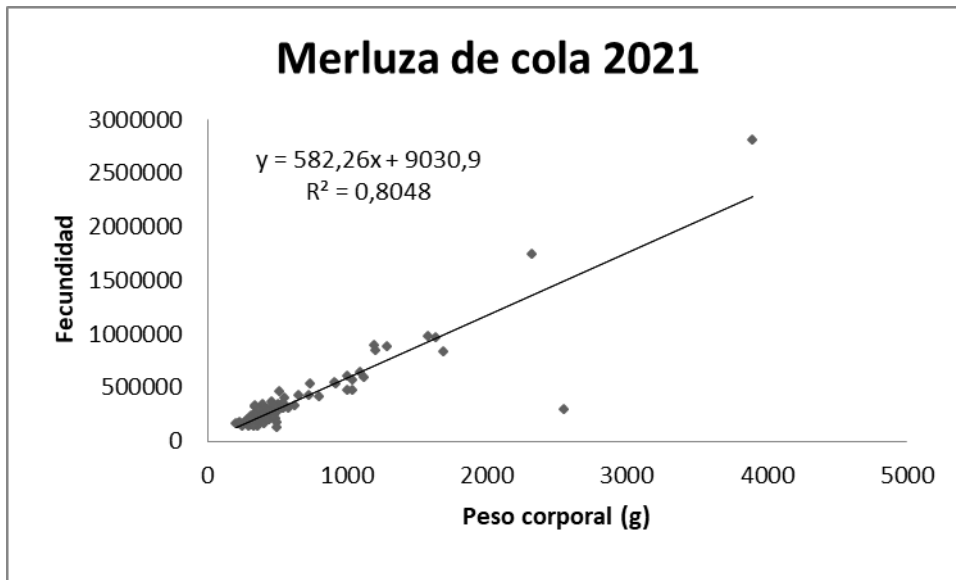


Figura 34. Incremento relativo del índice gonadosomático (IR.IGS) en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2021.



a)



b)

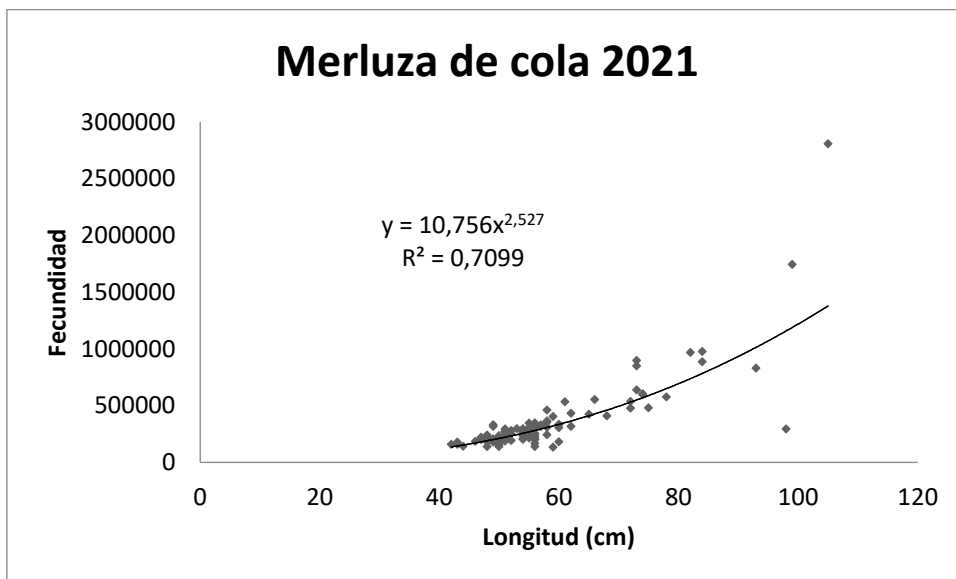


Figura 35. Relación entre la fecundidad modal con a) el peso del cuerpo menos el peso de la gónada y b) la longitud total. Merluza del sur *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2021.

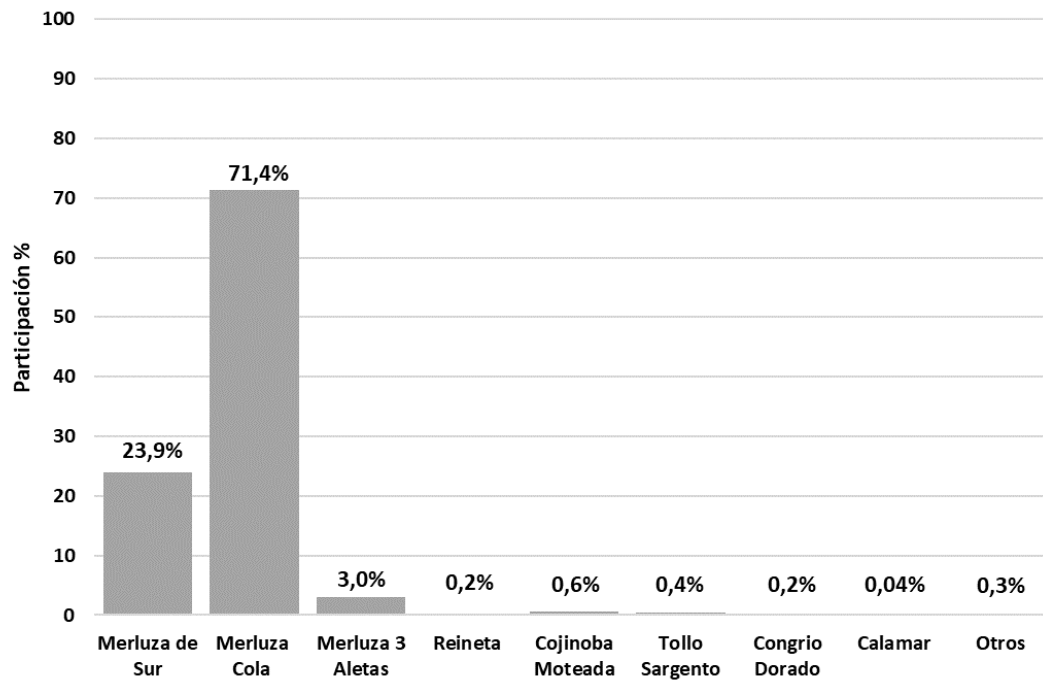


Figura 36. Participación de las principales especies capturadas, respecto captura total estandarizada crucero. Año 2021.

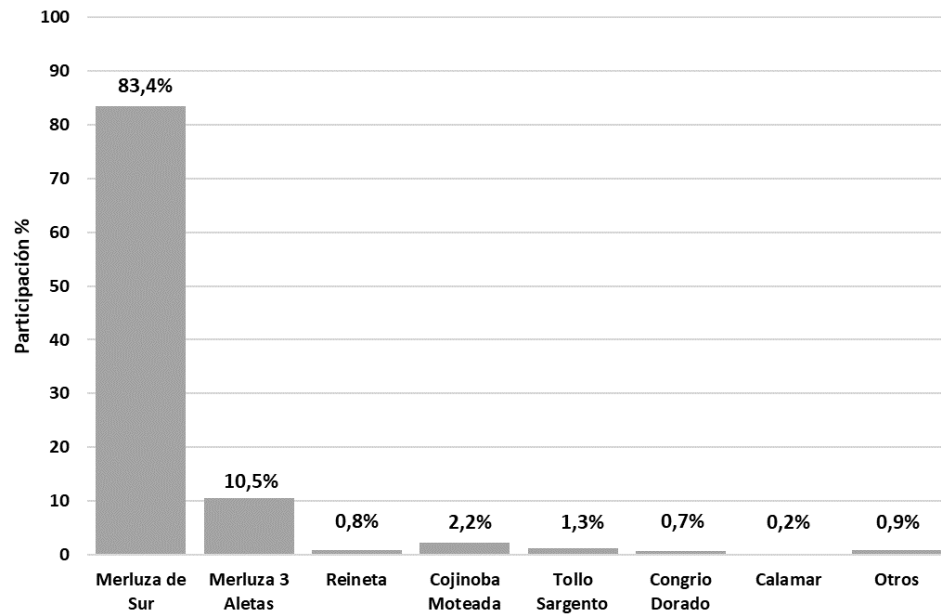


Figura 37. Participación de la fauna acompañante de merluza de cola. Año 2021.

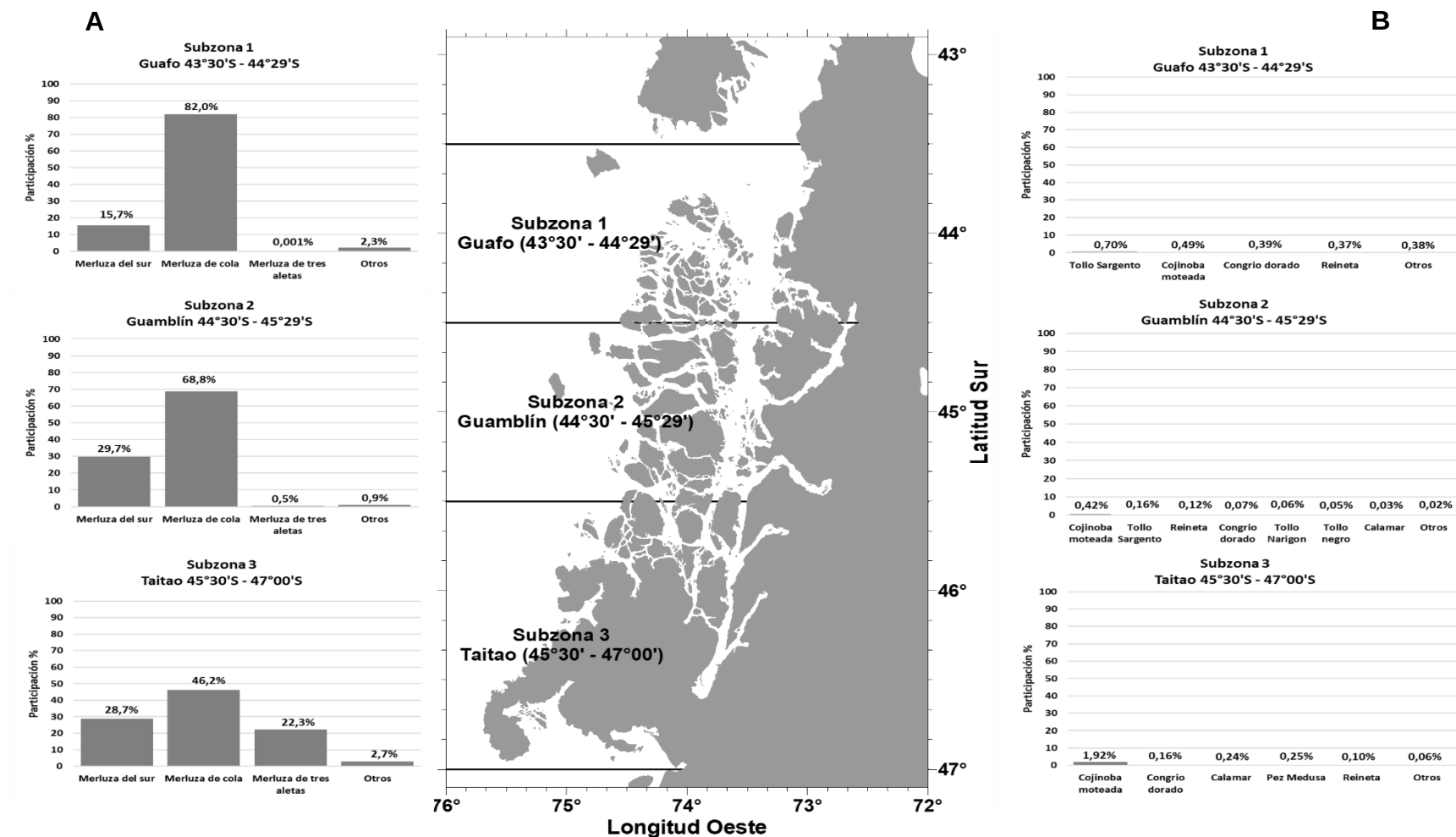


Figura 38. Participación (%) respecto de la captura total estandarizada por subzona de: a) Las tres especies principales de merluzas y otras especies; b) Otras especies de la fauna acompañante de merluzas. Año 2021

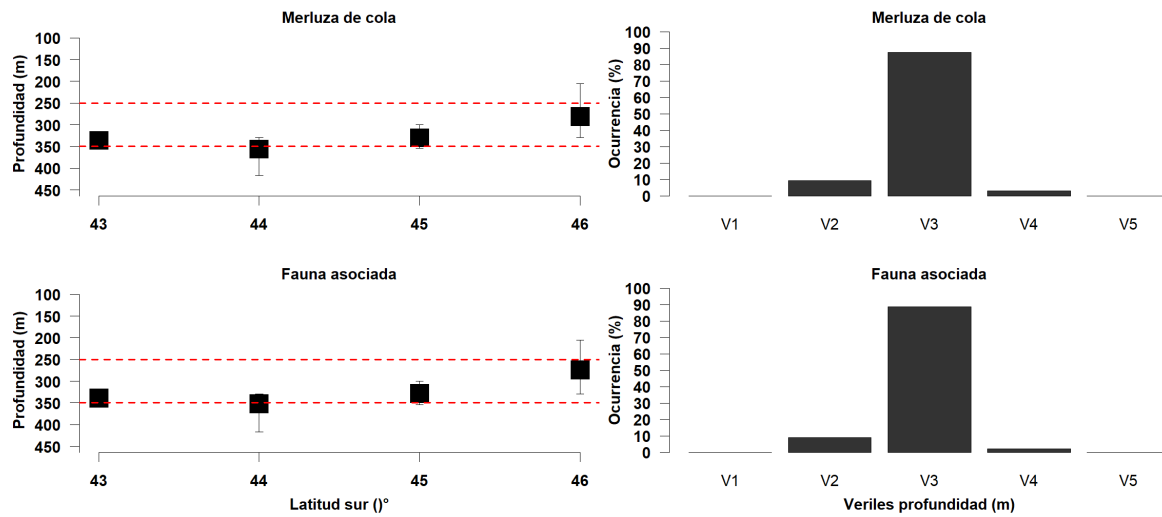


Figura 39. Distribución y frecuencia de ocurrencia por veril de profundidad de merluza de cola y su fauna acompañante. Año 2021.

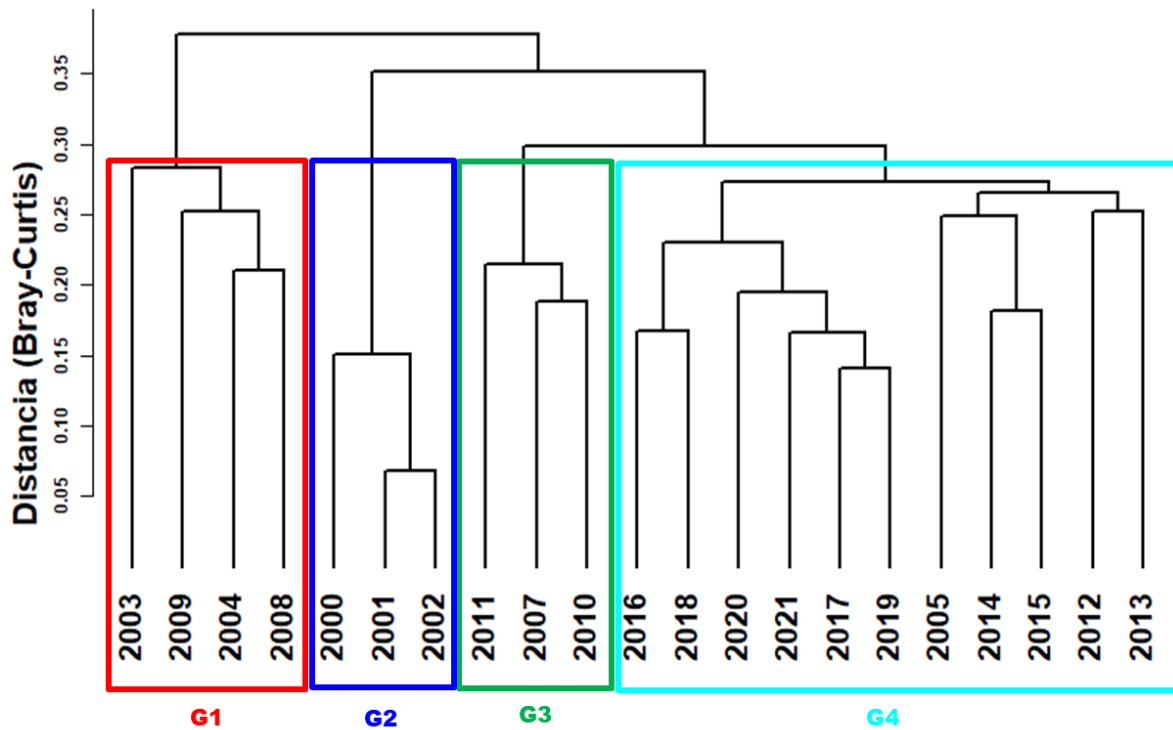


Figura 40. Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros de evaluación directa. Evaluaciones 2000 a 2021.

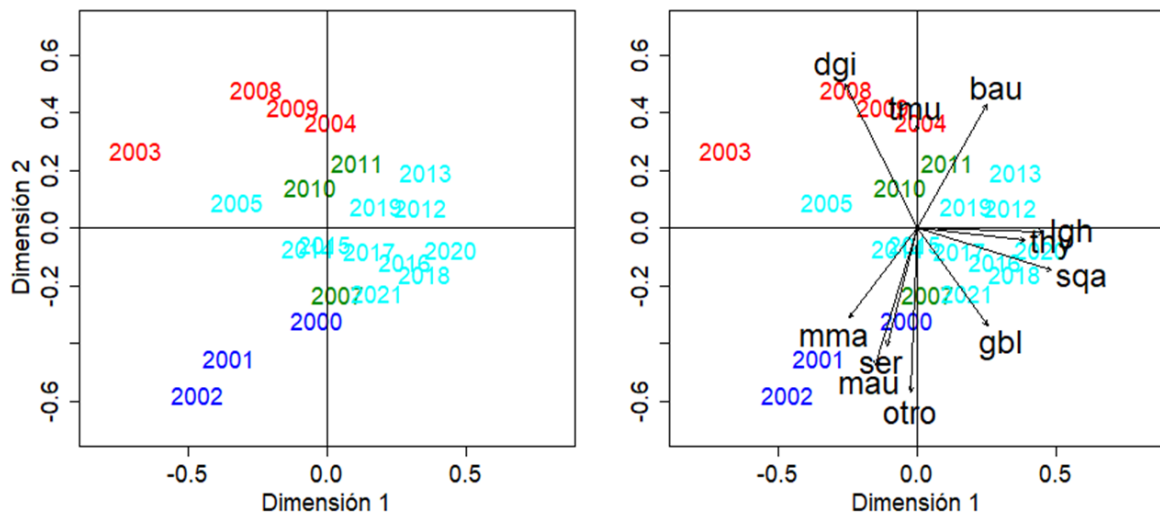
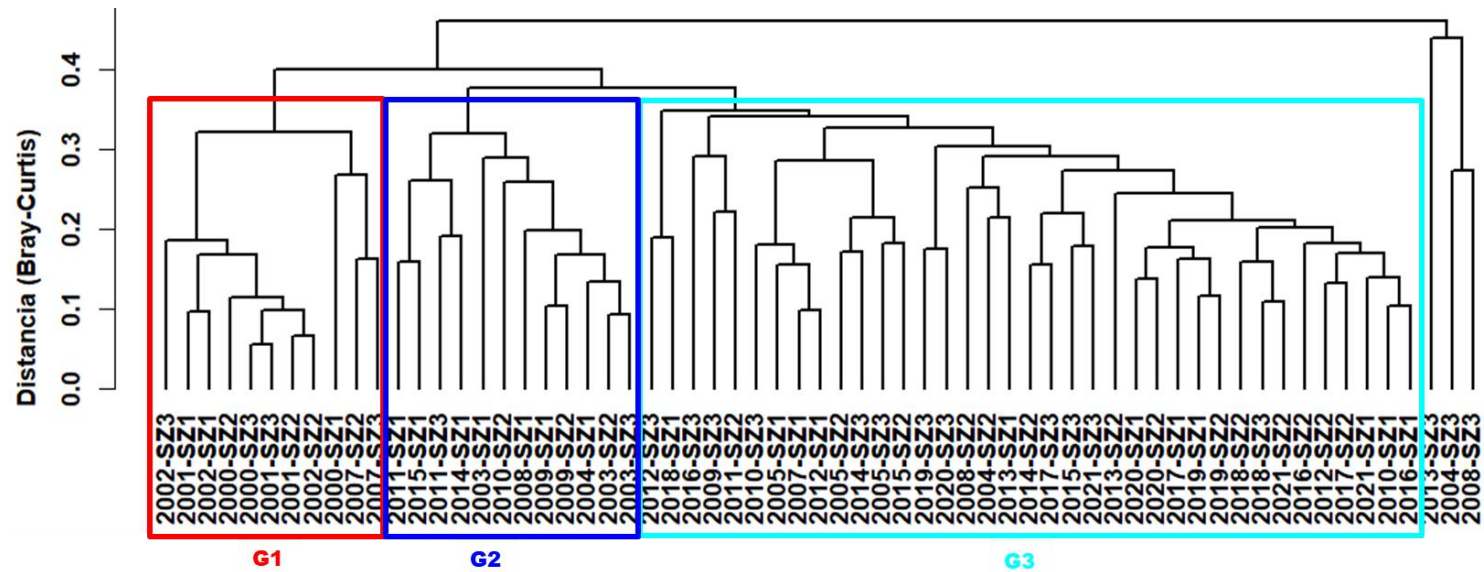


Figura 41. Resultado gráfico del análisis de ordenación (NMDS) de los cruceros de evaluación directa. Evaluaciones 2000 a 2021.



SZ 1=Guafó (43°30'-44°29'); SZ 2=Guamblín (44°30'-45°29'); SZ 3= Taitao (45°30'-47°00')

Figura 42. Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros agrupados por subzona de evaluación. Evaluaciones 2000 a 2021.

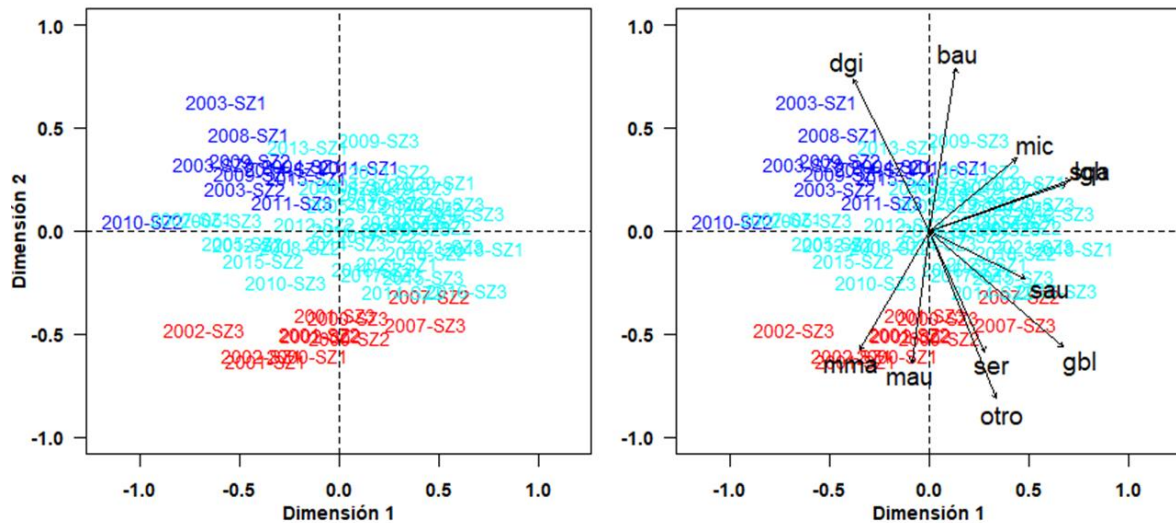


Figura 43. Resultado gráfico del análisis de ordenación (NMDS) de los cruceros agrupados por subzona de evaluación. Evaluaciones 2000 a 2021.

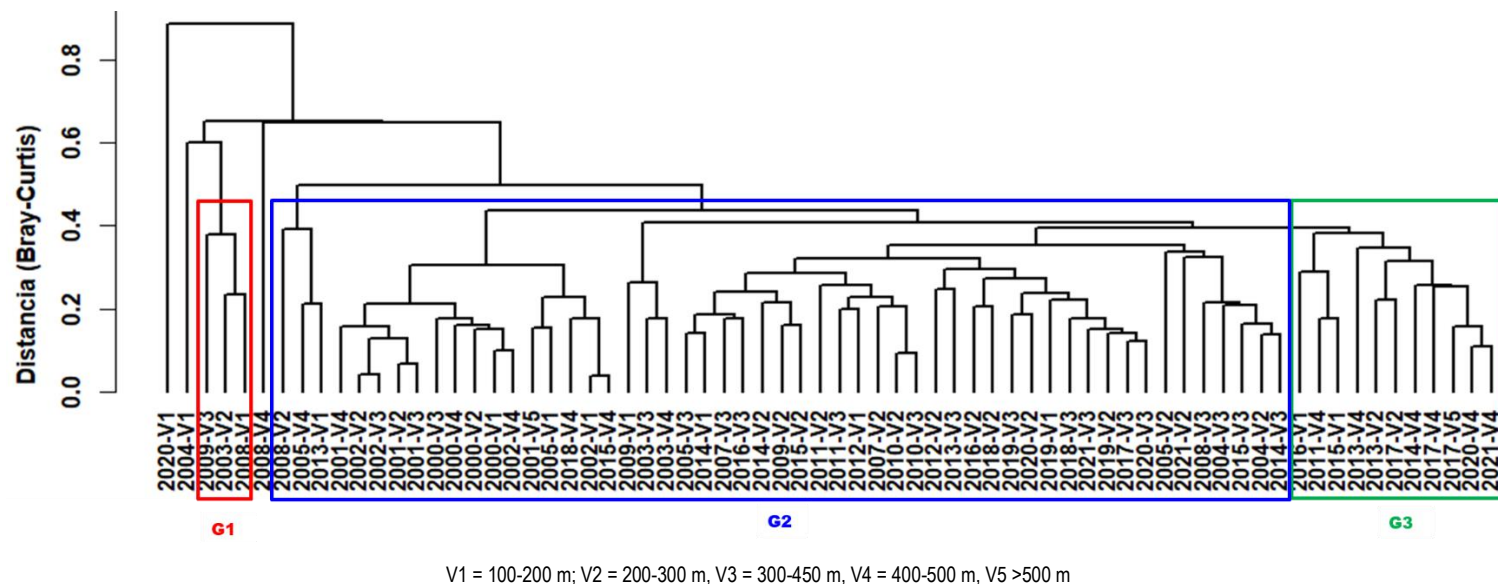


Figura 44. Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2021.

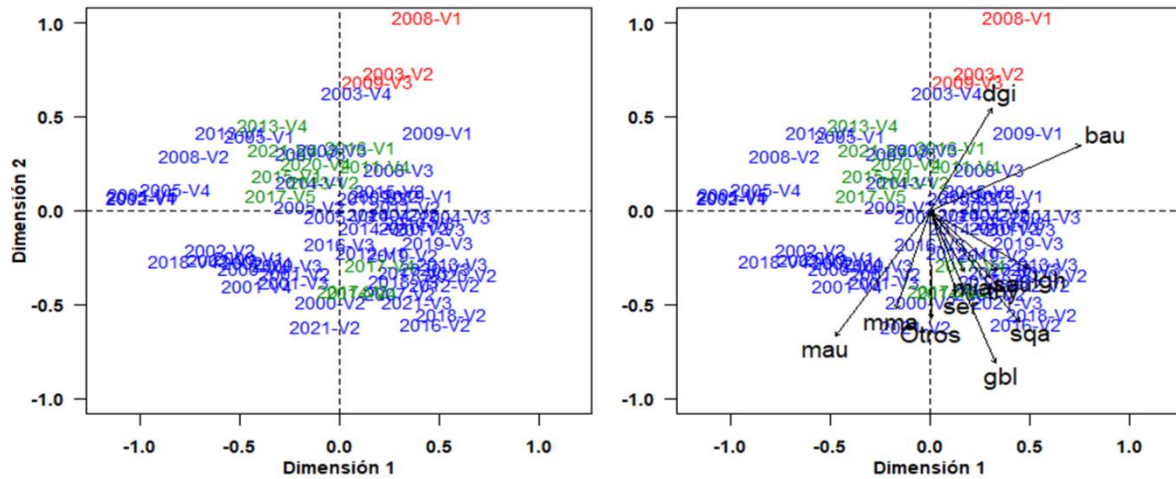


Figura 45. Resultado gráfico del análisis de ordenación (NMDS) de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2021.

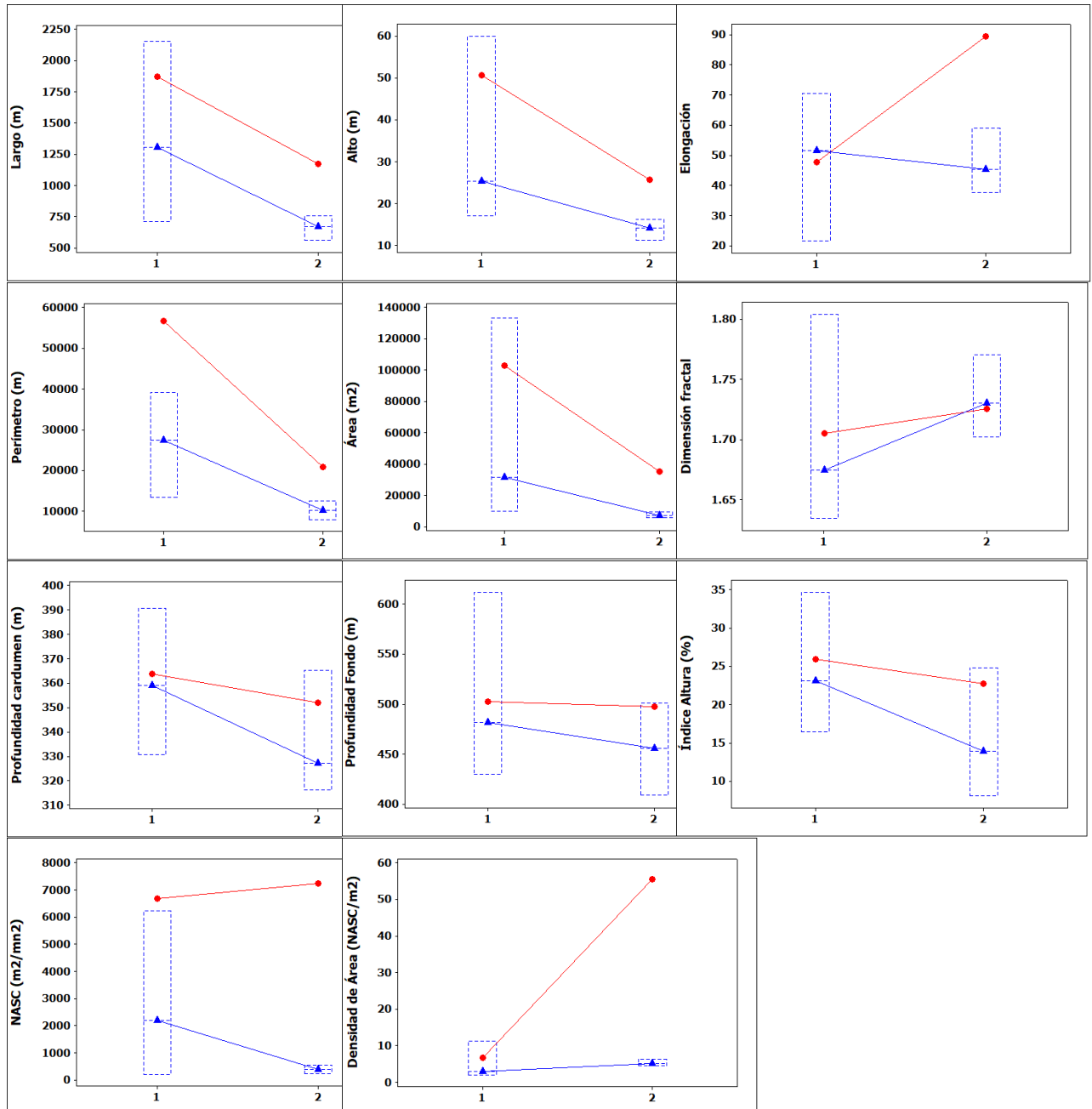


Figura 46. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores: morfológicos largo, alto y elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²) de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Dentro del cañón (si) y fuera del cañón (no). Agosto 2021.

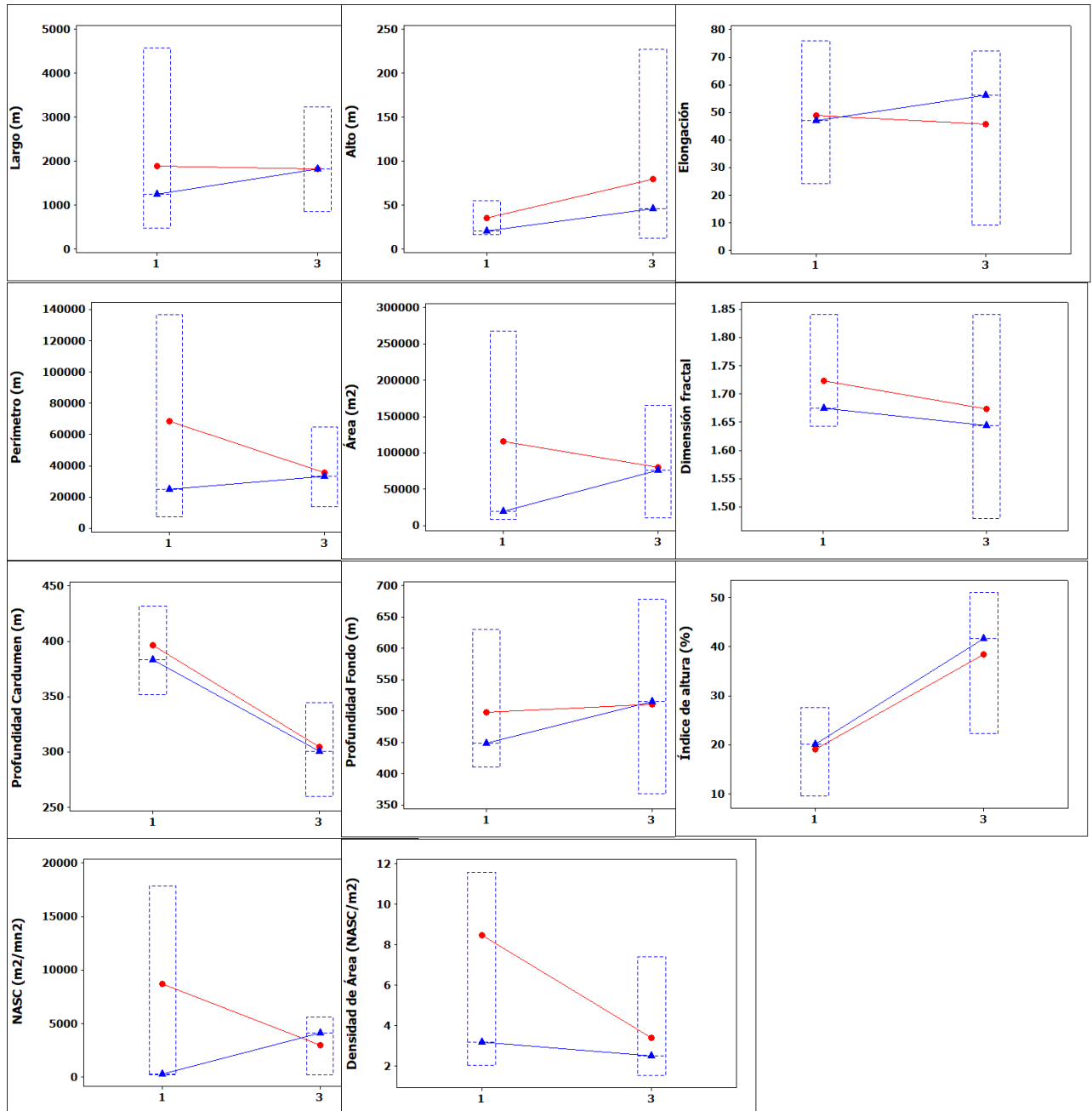


Figura 47. Valor promedio y mediana de los descriptores morfol3gicos de largo, alto, elongaci3n, perimetro, 3rea y dimensi3n fractal; descriptores batim3tricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad de 3rea (NASC/m²) de la mezcla de merluza del sur y merluza de cola. Seg3n cañ3n. Crucero MS-MC 2021.

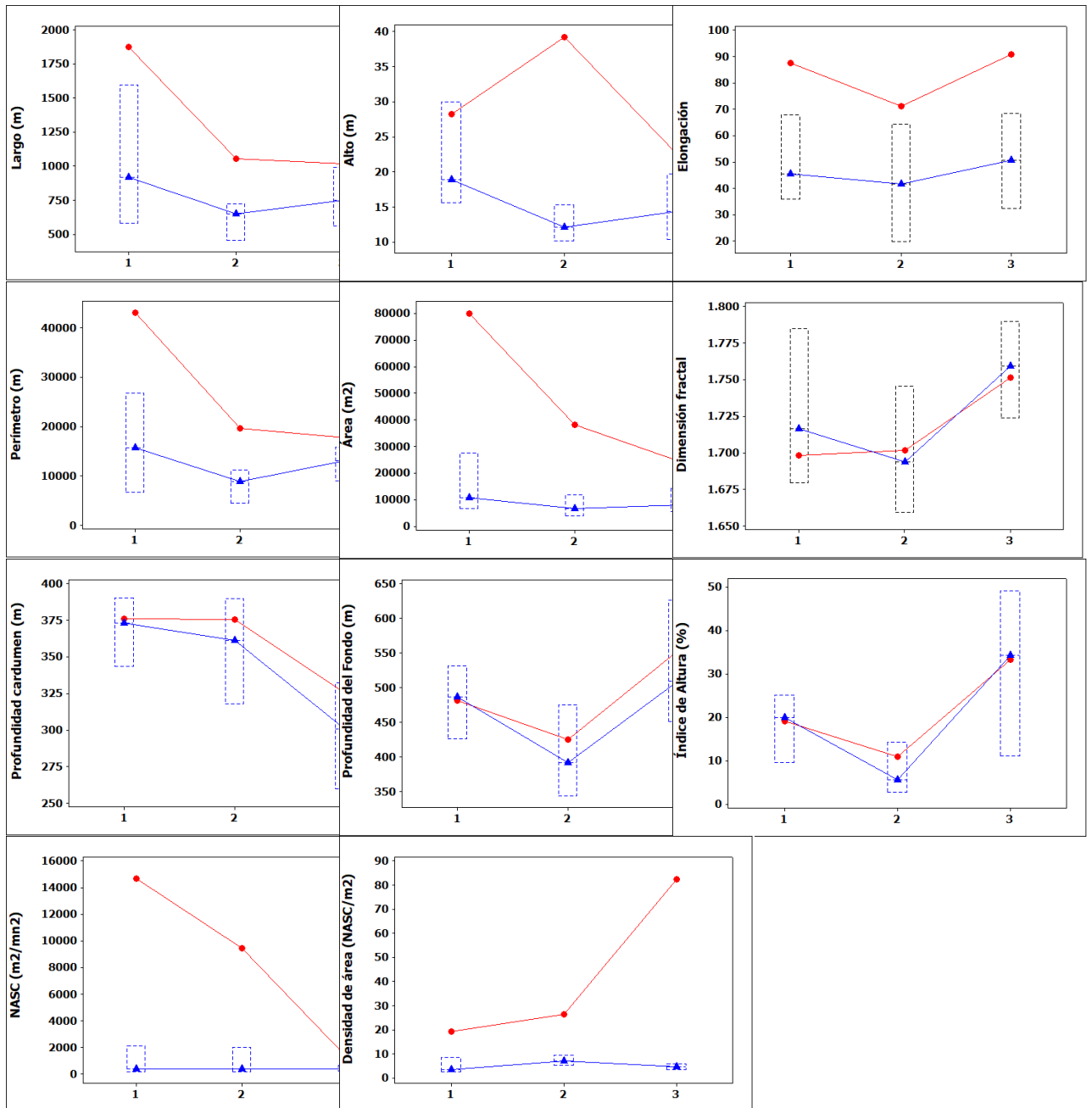


Figura 48. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²), de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Según zona. Agosto 2021.

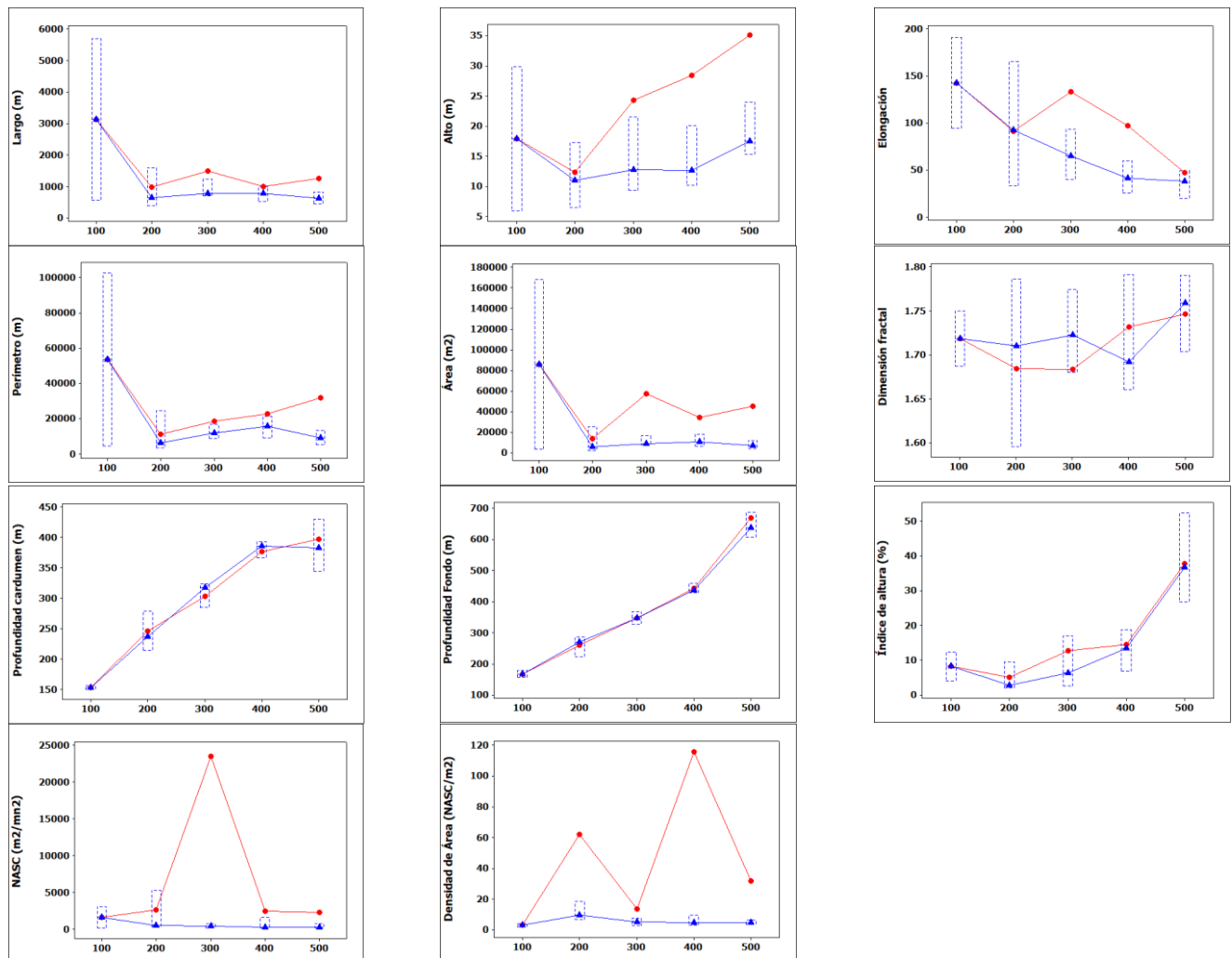


Figura 49. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica ($\text{NASC} \times 100/\text{m}^2$) de agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Según rango de profundidad del fondo. Agosto 2021.

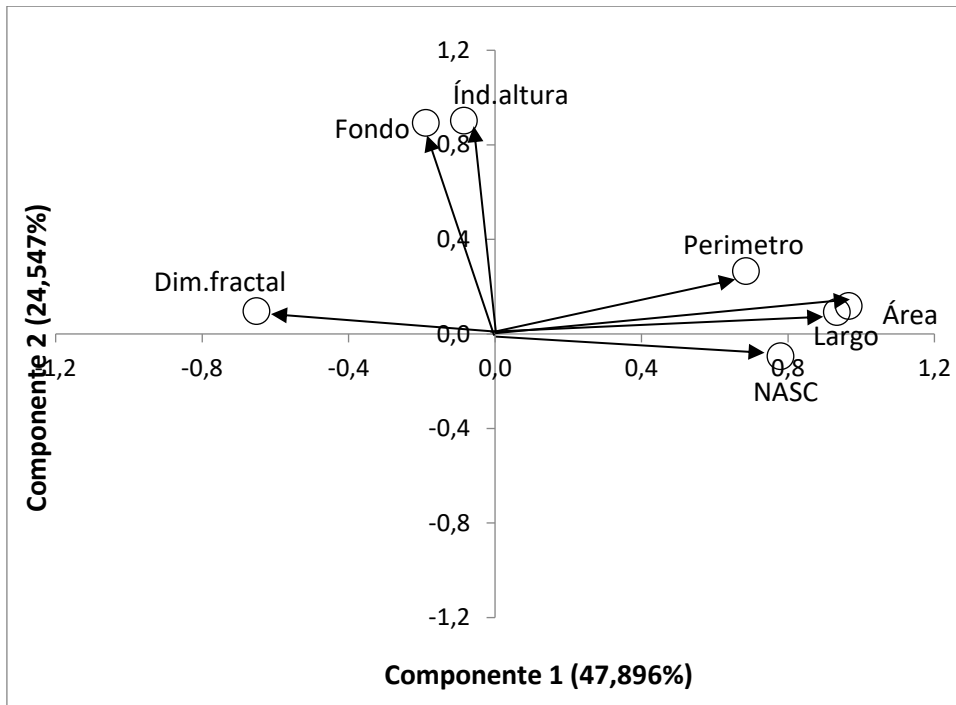


Figura 50. Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes. Mezcla de Merluza del sur y de cola. Agosto 2021

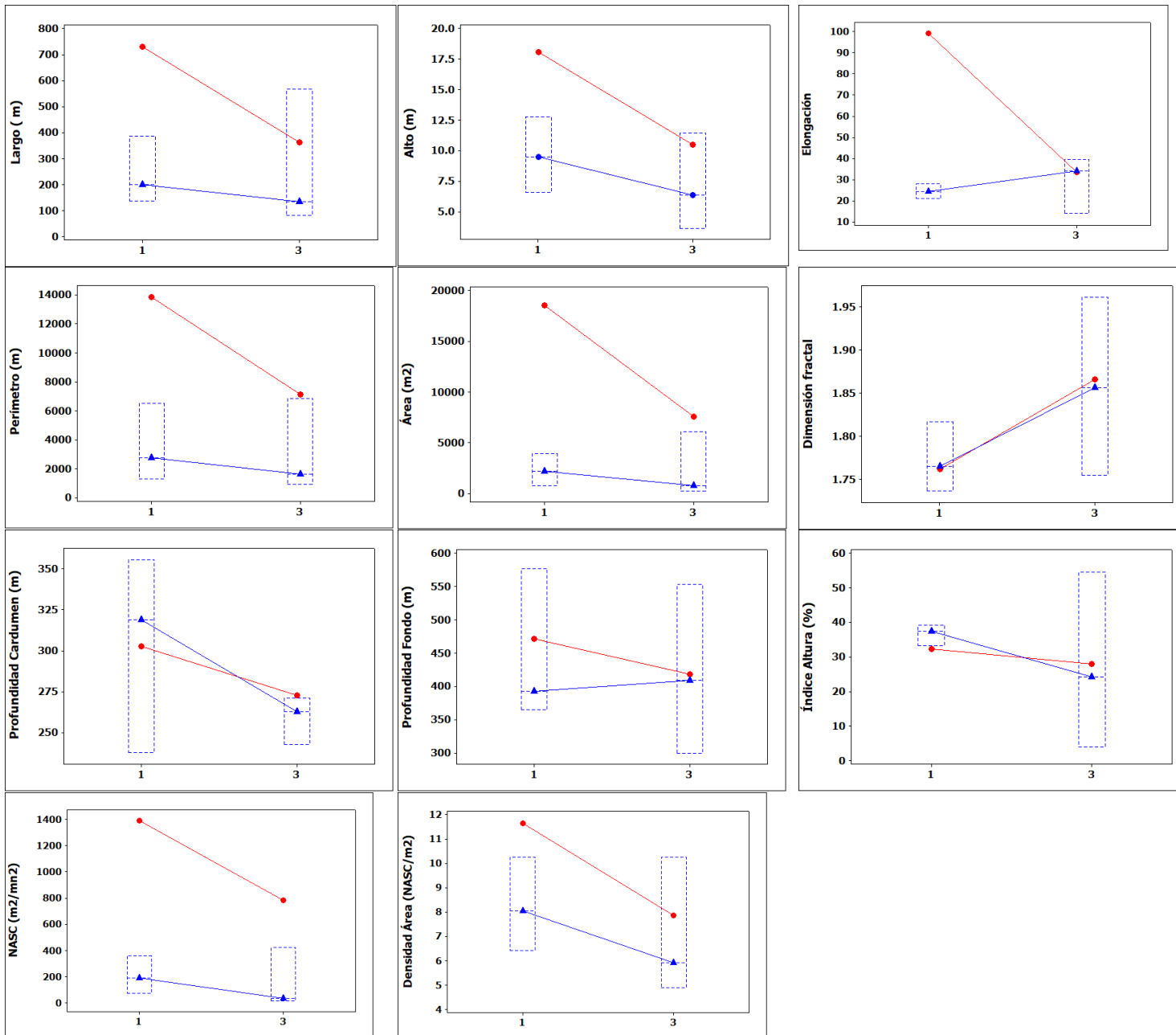


Figura 51. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica ($\text{NASC} \times 100/\text{m}^2$), de la merluza de cola. Según zona. Agosto 2021.

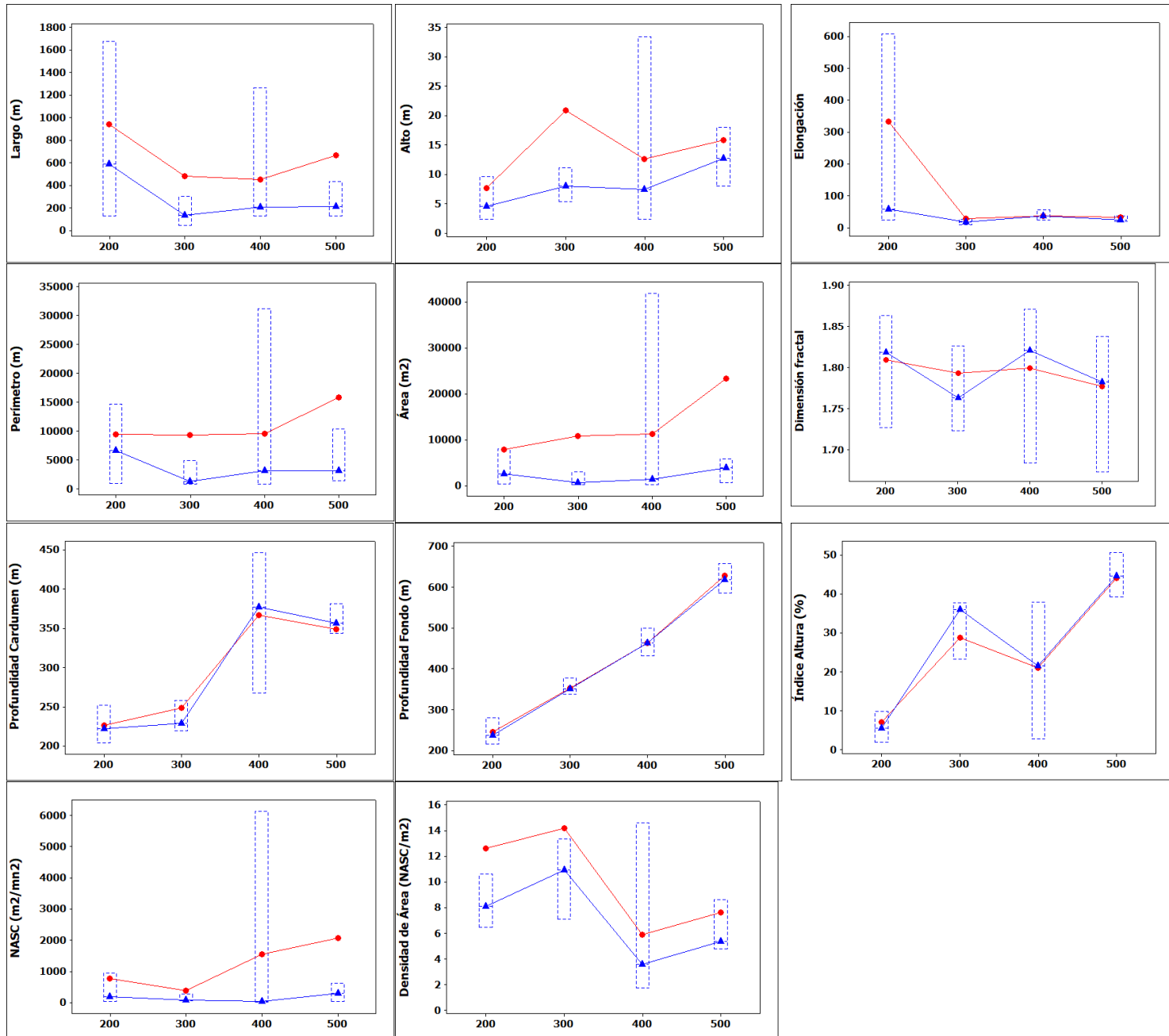


Figura 52. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²) de merluza de cola. Según rango de profundidad del fondo. Agosto 2021.

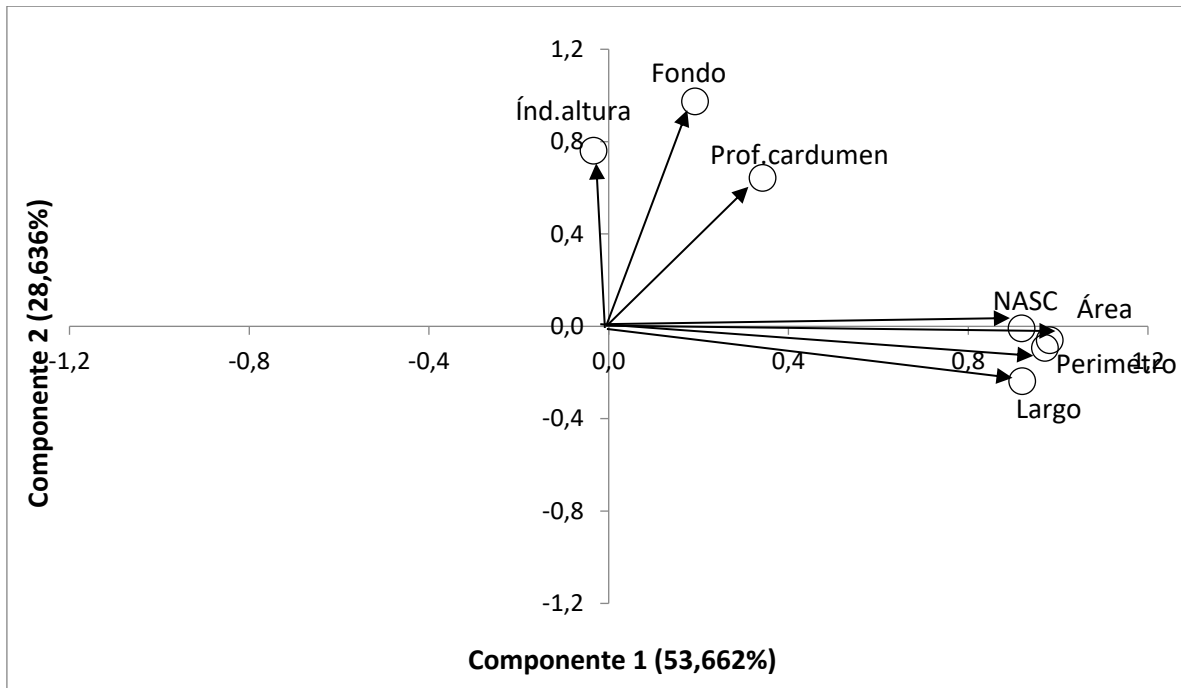


Figura 53. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes. Merluza de cola. Agosto 2021

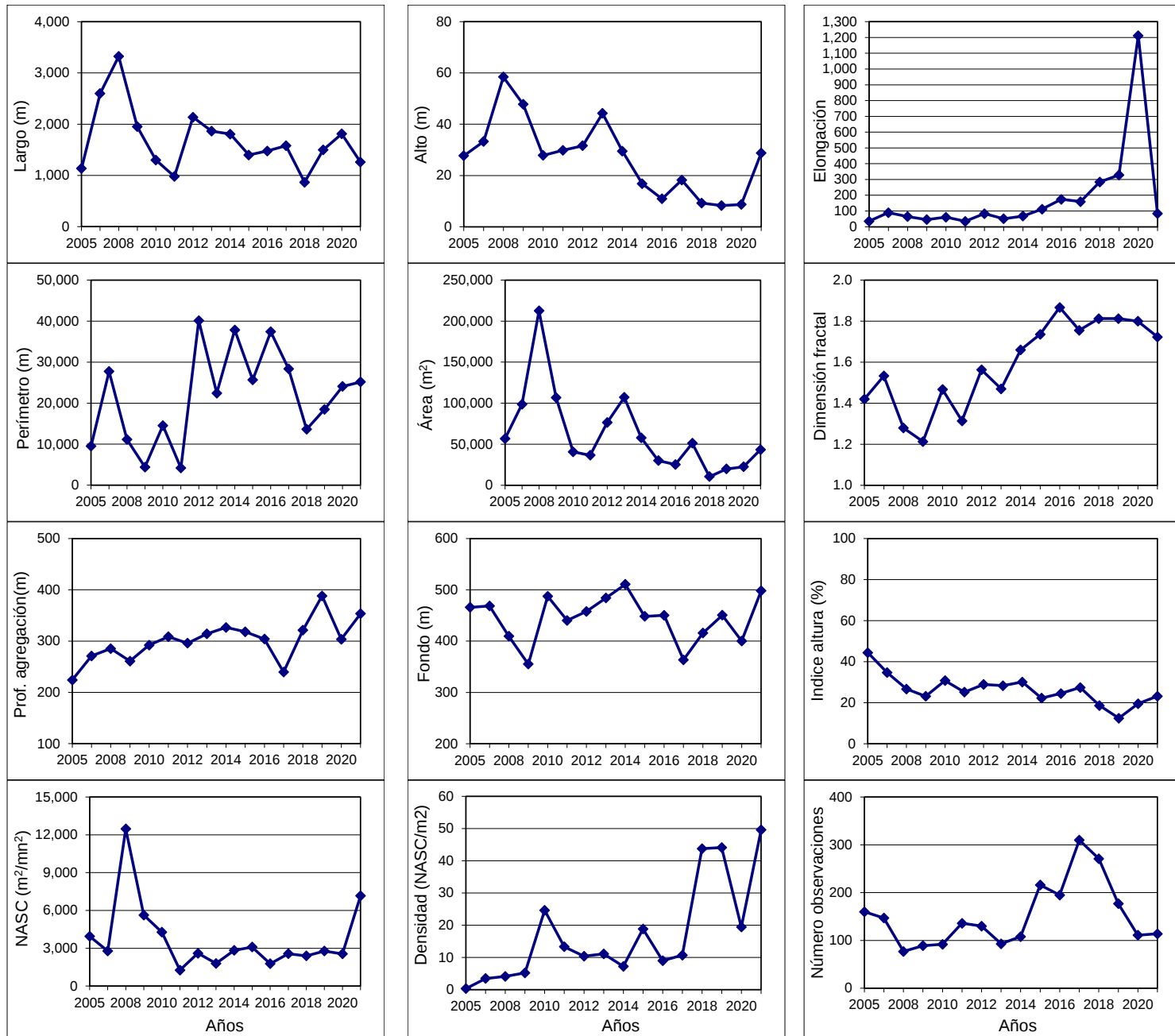


Figura 54. Valores promedio de descriptores morfológicos (largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal), batimétricos (profundidad agregación, profundidad fondo e índice de altura) y de energía (NASC y densidad). Años 2007-2021.

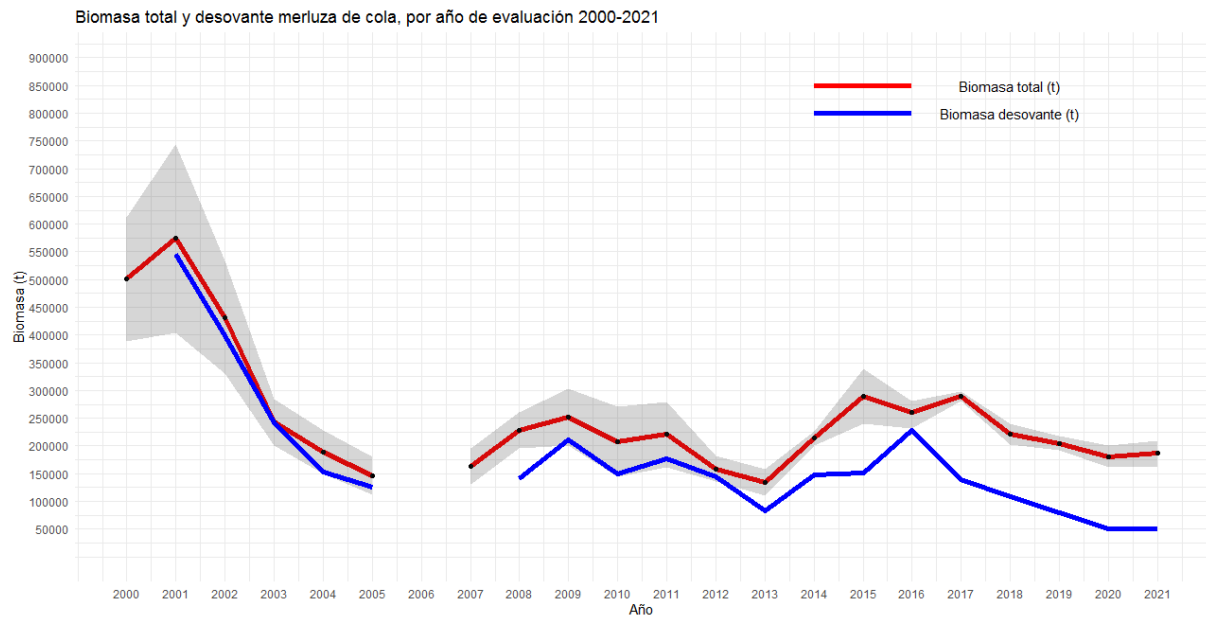


Figura 55. Biomasa total y desovante (t) histórica de merluza de cola.

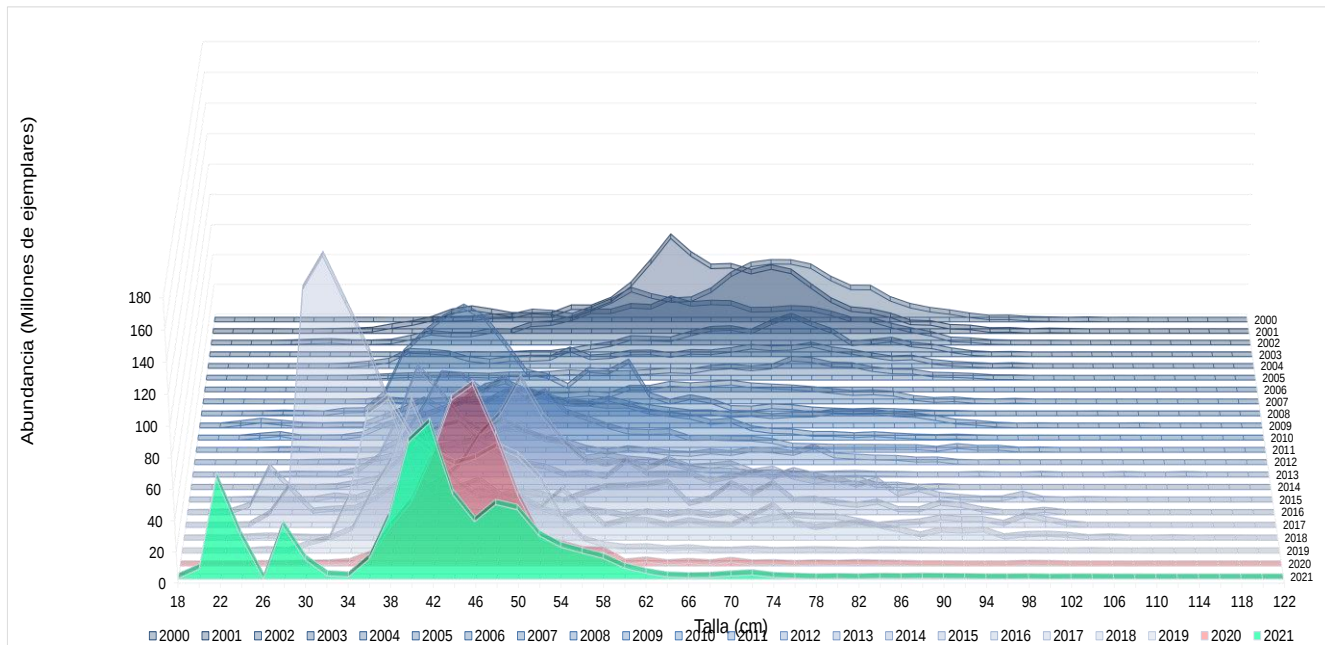


Figura 56. Abundancia total (millones de ejemplares) a la talla histórica (2000 a 2021) merluza de cola.

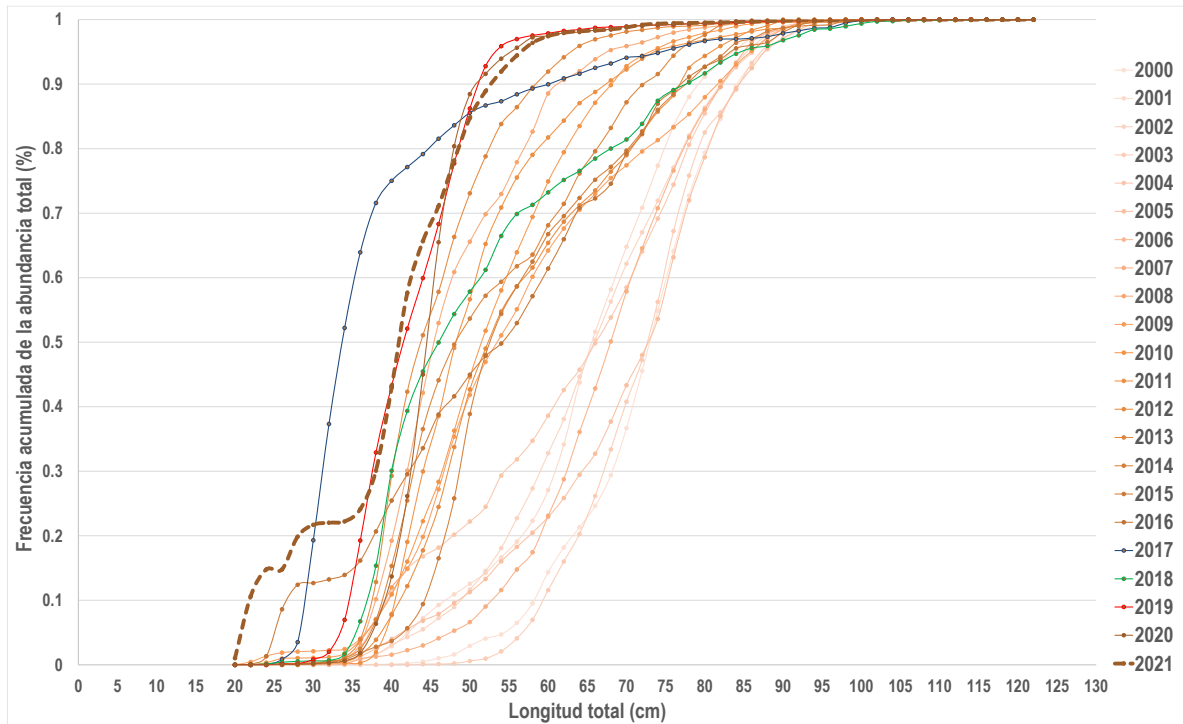


Figura 57. Frecuencia acumulada de la Abundancia total (%) – Longitud (LT en cm) histórica de merluza de cola periodo 2000 – 2021.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

T A B L A S



Tabla 1. Estimaciones de biomasa y abundancia de merluza de cola. Valores obtenidos en estudios de prospección acústica realizados en el período 2000 - 2021.

Año	Proyecto	Especie	Biomasa (t)	Abundancia (Nº)
2000	FIP 2000-14	Merluza de cola	501.252	418.035.460
2001	FIP 2001-19	Merluza de cola	574.415	660.605.769
2002	FIP 2002-19	Merluza de cola	431.900	453.282.598
2003	FIP 2003-09	Merluza de cola	242.784	235.700.170
2004	FIP 2004-07	Merluza de cola	188.600	215.366.909
2005	FIP 2005-04	Merluza de cola	146.000	133.329.876
2007	FIP 2007-12	Merluza de cola	162.779	161.135.593
2008	FIP 2008 11	Merluza de cola	227.921	495.812.800
2009	FIP 2009-09	Merluza de cola	251.481	355.578.564
2010	Pesca Investigación	Merluza de cola	208.276	382.737.551
2011	FIP 2011-04	Merluza de cola	220.867	451.096.433
2012	FIP 2012-07	Merluza de cola	158.680	239.634.262
2013	FIP 2013-13	Merluza de cola	134.854	428.107.397
2014	ASIPA 2014	Merluza de cola	213.799	390.144.161
2015	ASIPA 2015	Merluza de cola	327.729	637.430.831
2016	ASIPA 2016	Merluza de cola	261.111	408.942.914
2017	ASIPA 2017	Merluza de cola	289.935	958.744.916
2018	ASIPA 2018	Merluza de cola	221.394	602.129.141
2019	ASIPA 2019	Merluza de cola	204.789	745.202.709
2020	ASIPA 2020	Merluza de cola	180.884	562.223.387
2021	ASIPA 2021	Merluza de cola	186.348	750.200.120



Tabla 2. Características principales del buque fábrica “Cabo de Hornos”.

Nombre armador	PESCA CHILE S.A.
Nombre Nave	“Cabo de Hornos
Señal Distintiva	CB-7960
N° Matrícula / puerto	3102 / Valparaíso
Eslora total (m)	80
Eslora entre perpendiculares (m)	71,95
Manga (m)	13,5
Puntal en centro segunda cubierta (m)	5,75
Puntal Cubierta superior (m)	8
Calado máximo cuaderna maestra (m)	5,462
Registro bruto TRG	2140
Registro neto TRN	642
Potencia principal instalada (hp)/ marca motor	2564 / Deutz
Potencia auxiliar instalada (hp)	1665
Capacidad tripulación (N° personas)	75
Velocidad crucero (Nudos)	10
Estanques de petróleo (N°) / Capacidad (l) / consumo (litros/día)	16 / 797.057 / 12.000
Agua dulce (litros)	125.823



Tabla 3. Calibración del sistema de eointegración EK 80. Buque fábrica “Cabo de Hornos”. Crucero 2021.

Lugar	Puerto Lagunas, Región de Aysen (45°17,577'S - 73°42,245'O)	
Fecha	06/08/2021	
Buque	BF “Cabo de Hornos”	
Marca Ecosonda / Tecnología/ versión	SIMRAD / EK 80/ 1.12.2	
Marca /Modelo Transductor / N°serie	SIMRAD/ES38B / 230	
Profundidad esfera (m)	20	
Software de calibración	EK 80 – (Versión 2.2)	
Profundidad fondo (m)	35	
Frecuencia (kHz)	38	
Ganancia (TS gain) (dB)	27,41	
TS esfera (Cobre de 60 mm) (dB)	-33,6	
Corrección s_A (dB)	-0.0021dB	
Ancho de banda (kHz)	2,43	
Intervalo de muestreo (m)	0,192	
Coeficiente de absorción (dB/ Km)	8,5	
Velocidad del sonido (m/s)	1463	
2-way beam angle (dB)	-20,6	
RMS modelo (indicador de calidad de la calibración)	0,1607 dB	
	<u>Alongship</u>	<u>Athwartships</u>
Sensibilidad del ángulo	21,9	21,9
Ancho del haz (°)	6,73	6,81°
Desplazamiento del ángulo (°)	-0,14°	0,05°
Temperatura promedio (°C)	9,8	
Salinidad promedio (PSU)	29	



Tabla 4. Escala de madurez sexual para merluza de cola, *Macruronus magellanicus*, basada en características macroscópicas y microscópicas de la gónada, según Balbontín y Fischer (1981), modificada para la merluza de cola (Troncoso, 2004).

(1) Virginal: gónada pequeña (menor a 5 cm), filiforme de pared delgada y con ovocitos muy pequeños, los cuales son translucidos y homogéneos por cuanto aún no se inicia el proceso de vitelogénesis. Los ovocitos deben medir 0,15 mm o menos
(2) Inmaduro: gónada pequeña (app. 5 cm), de paredes firmes y gruesas. La vitelogénesis en la mayoría de los ovocitos se inicia entre los 0,15 y 0,18 mm. Existe una mezcla de ovocitos translucidos y vitelados. La mayoría de los ovocitos deben medir sobre los 0,15 mm y los mas grande deberían estar alrededor de los 0,35 a 0,45 mm
(3) En maduración: gónada mediana (superior a 5 cm) de color amarillo pálido. En su mayoría los diámetros de los ovocitos deben encontrarse en un rango igual o superior a 0,45 mm y hasta los 0,85 mm, aunque puede que algunos pocos lleguen hasta los 0,89 mm sin hidratarse. Los ovocitos en este estado ya son visibles a simple vista.
(4) Maduro: generalmente la gónada posee un mayor tamaño que en los estados anteriores, paredes delgadas, de color amarillo a blanco opaco transparente. Una característica propia de este estado es que un 15% o más de los ovocitos se encuentran hidratados y se puede observar la gota oleosa. A simple vista se aprecia la diferencia entre los hidratados (más grandes y blanquecinos) y aquellos que no lo están (color amarillento). El diámetro de los ovocitos hidratados va desee 0,86 mm llegando a superar el milímetro de diámetro.
(5) En regresión: gónada de aproximadamente 6 cm, de paredes gruesas, rugosa y de coloración parda oscura a sanguinolenta, con escasos ovocitos visibles hidratados o en regresión (atrésicos). Ovocitos no visibles en su mayoría, con diámetros entre los 0,15 y 0,18 mm vitelados.



Tabla 5. Criterios citológicos e histológicos para la definición de estadios de madurez gonadal en peces teleósteos. FPO, folículo postovulatorio; VG, vesícula germinal.

Estadio gonadal	Caracterización histológica del parénquima gonadal
I Virginal	Parénquima representado por ovocitos premeióticos (ovocitos primarios en leptoteno) citoplasma basófilo, escaso, núcleo cromatínico. Lumen amplio y lamelas pequeñas de base ancha.
II Inmaduro	Lamelas largas, delgadas e interdigitadas invaden el lumen. Ovocitos de reserva no vitelados rodeados de una fina lámina de células foliculares. VG central con numerosos nucléolos esféricos y periféricos. Citoplasma finamente granular altamente basófilo.
III Alveolo Cortical	Presencia de ovocitos con vesículas en el citoplasma cortical de diferente diámetro, cuyo contenido es producto de síntesis del ovocito. Citoplasma ligeramente basófilo. Externamente se visualiza una delgada zona radiata y células foliculares de plano a cúbicas. La presencia de vesículas corticales indica el debut de la actividad ovocitaria endógena.
IV Parcialmente Vitelado	Predominio de ovocitos en estado temprano de depositación de vitelo, sin abarcar más de $\frac{3}{4}$ partes del citoplasma. Destaca la presencia de vesículas periféricas. VG esférica central multinuclear. Zona radiata delgada.
V Vitelado	Citoplasma eosinófilo, cargado de glóbulos de vitelo. VG central multinucleolar. Zona radiata desarrollada. Células foliculares cúbicas con núcleo central esférico y citoplasma claro.
VI Migrante	Citoplasma vitelado. VG periférica o ausente por reinicio de la meiosis.
VII Hidratado (Hialino)	Aumento considerable del diámetro ovocitario por ingreso de líquido. Disolución de vitelo por ingreso de fluidos adoptando el aspecto de placas en el citoplasma. La capa folicular pierde espesor.
VIII En Desove	Coexistencia de ovocitos hidratados y estructuras que evidencian desove reciente (FPO nuevos), conjuntamente con ovocitos en otros grados de vitelación.
IX Post Desove	Lamelas con predominio de ovocitos no vitelados (de reserva) y escasos ovocitos vitelados residuales, atresias folicular alfa y beta. Eventualmente folículos postovulatorios de estadio 5 o más.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 6. Datos operacionales de los lances de pesca de identificación. Crucero 2021.

	Operacional										Captura en [Kg]					Proporción Captura [%]			
Lances	Fecha	¹Hora	¹Latitud	¹Longitud	Reilinga superior(m)	Fondo(m)	Duración (hora)	Rumbo(°)	Velocidad (nd)	Distancia (mm)	Merluza Austral	Merluza Cola	Merluza 3 Aletas	otras	Total	Merluza Austral	Merluza Cola	Merluza 3 Aletas	otras
1	7/8/2021	0841	43°30.5'	75°14.5'	330	832	0.8	260	3.4	2.3	58.32	997.25		140.40	1.195.97	4.88	83.38		11.74
2	7/8/2021	2013	43°37.3'	75°16.4'	355	497	0.4	125	3.8	1.5	101.57	4.603.00		41.96	4.746.53	2.14	96.98		0.88
3	8/8/2021	0004	43°44.3'	75°03.4'	320	421	0.7	189	3.5	2.4	260.09	958.00		8.54	1.226.63	21.20	78.10		0.70
4	8/8/2021	0522	43°48.7'	75°05.9'	341	620	0.8	230	4	2.8	177.00	54.30		44.58	275.88	64.16	19.68		16.16
5	8/8/2021	2055	44°00.2'	75°15.7'	350	535	0.7	169	3.6	2.6	183.57	66.25		17.38	267.20	68.70	24.79		6.50
6	9/8/2021	0043	44°03.6'	75°02.8'	342	455	1.0	239	3.3	3.5	184.36	593.68	0.34	21.62	800.00	23.05	74.21	0.04	2.70
7	9/8/2021	0550	44°07'	74°55.8'	338	548	0.6	239	3.5	2.0	393.60	594.20		12.20	1.000.00	39.36	59.42		1.22
8	10/8/2021	0005	44°12.2'	75°04.9'	355	725	0.3	260	3.1	0.8	320.10	4.664.70		15.20	5.000.00	6.40	93.29		0.30
9	10/8/2021	0751	44°15.7'	75°19.4'	352	564	0.5	228	3.5	2.1	793.58	69.34		56.06	918.97	86.35	7.55		6.10
10	10/8/2021	2138	44°27.3'	75°20.7'	335	392	0.6	196	3.3	1.8	812.16	1.60		188.76	1.002.52	81.01	0.16		18.83
11	11/8/2021	0603	44°36.9'	75°23.5'	330	600	0.7	221	3.5	2.2	458.05	14.76		50.02	522.83	87.61	2.82		9.57
12	11/8/2021	2047	44°45.2'	75°31.4'	417	487	0.6	192	3	1.6	236.34	66.90	3.16	3.86	310.26	76.17	21.56	1.02	1.24
13	12/8/2021	0239	44°57.7'	75°25.9'	385	750	0.7	181	3.4	2.3	507.15	32.02		4.56	543.73	93.27	5.89		0.84
14	12/8/2021	0922	45°03.3'	75°31.6'	345	425	0.6	212	3.4	1.9	388.85	1.186.60	118.83	105.72	1.800.00	21.60	65.92	6.60	5.87
15	12/8/2021	2102	45°09.2'	75°33.2'	336	434	0.6	186	3.7	2.2	64.48	78.30	2.92	14.84	160.53	40.17	48.77	1.82	9.24
16	13/8/2021	0124	45°14.5'	75°24.6'	300	400	0.7	258	3.7	2.5	295.79	692.77	3.16	8.28	1.000.00	29.58	69.28	0.32	0.83
17	13/8/2021	1618	45°07.3'	75°13.9'	338	560	0.7	204	3.5	2.3	77.10	320.20		2.70	400.00	19.28	80.05		0.68
18	13/8/2021	2040	45°05.8'	74°59'	321	500	0.0	270	3.7	0.1	355.54	1.144.46		0.00	1.500.00	23.70	76.30		0.00
19	14/8/2021	0425	45°11'	75°01.8'	312	390	0.2	272	3.4	0.7	47.95	746.93		5.12	800.00	5.99	93.37		0.64
20	14/8/2021	1953	45°16.1'	75°04.8'	354	473	0.7	332	3.6	2.3	989.52	21.83		28.64	1.039.99	95.15	2.10		2.75
21	15/8/2021	0345	45°19.8'	75°04.4'	350	437	0.4	0	3.2	1.2	388.64	195.26	0.98	15.12	600.00	64.77	32.54	0.16	2.52
22	15/8/2021	1932	45°24.8'	75°28.6'	343	523	0.9	34	2.8	2.6	380.92	2.00	7.94	0.00	390.86	97.46	0.51	2.03	0.00
23	15/8/2021	2244	45°29.6'	75°30.1'	317	432	0.7	2	3	2.0	77.10	20.74	5.60	13.68	117.12	65.83	17.71	4.78	11.68
24	17/8/2021	1928	45°41.2'	75°34.7'	343	476	0.7	212	4	2.8	141.30	25.96	67.08	8.62	242.96	58.16	10.68	27.61	3.55
25	18/8/2021	0223	45°50.5'	75°35.6'	305	429	6.8	173	3.9	2.7	110.56	9.97	97.08	35.12	252.73	43.75	3.94	38.41	13.90
26	18/8/2021	0823	46°00.5'	75°30.8'	310	473	0.6	243	3.3	2.1	36.99	86.15	57.33	123.60	304.07	12.16	28.33	18.85	40.65
27	18/8/2021	1914	46°11.5'	75°31.9'	216	291	0.2	204	3.8	0.7	90.84	30.04	132.30	4.02	257.20	35.32	11.68	51.44	1.56
28	19/8/2021	0028	46°18.8'	75°25.6'	317	500	0.5	229	3.4	1.5	81.74	896.52	16.71	3.03	1.000.00	8.17	89.85	1.67	0.30
29	19/8/2021	0640	46°21.3'	75°29.9'	300	430	0.4	336	3.8	1.6	100.60	693.08	6.32	0.00	800.00	12.58	86.64	0.79	0.00
30	19/8/2021	1905	46°29.4'	75°43.1'	288	554	0.6	211	3.6	2.1	336.27	18.37	639.40	5.96	1.000.00	33.63	1.84	63.94	0.60
31	20/8/2021	0020	46°40.9'	75°42.9'	330	560	0.5	180	3.3	1.8	112.40	708.31	174.00	5.30	1.000.00	11.24	70.83	17.40	0.53
32	20/8/2021	0638	46°55.7'	75°39.6'	205	332	0.5	162	4	1.6	672.32	78.01	103.10	7.32	860.75	78.11	9.06	11.98	0.85
Total Captura [Kg]											9.234.78	19.673.47	1.436.24	992.21	31.337				
Proporción[%]											29.5	62.8	4.6	3.2	100.0				

¹ hora media entre el calado y el virado de la red de pesca² Posición media entre el calado y el virado de la red de pesca, en grados³ Eprofundidad de la relinga superior de la red gloria 1408, en metros (apertura de boca red media = 70m)⁴ Profundidad de fondo donde se posicionó la red de pesca, una vez que se estabilizó en la profundidad de trabajo, en metros⁵ Duración del lance de pesca, en horas⁶ Rumbo desde donde se se posicionó la red calada hasta su virado, en grados⁷ Velocidad de arrastre del buque, en nudos⁸ Distancia entre la latitud de calado y la de virado, en millas nauticas⁹ otras especies presentes en la captura



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 7. Capturas por especie registradas en los lances de pesca de identificación. Crucero 2021.

	Operacional				Número de ejemplares																		
Lances	Fecha	¹ Hora	² Latitud	² Longitud	Merluza Austral	Merluza Cola	Merluza 3 Aletas	Reineta	Cojinoba Moteada	Tollo Sargento	Cojinoba Ploma	Mictofidos	Pez Medusa	Calamar	Congrio Dorado	Raya Volantin	Pejerrata	Tollo Narigon	Jibia	Tollo Negro	Anguila Espinosa	Tollo de Cachos	Total
1	7/8/2021	0841	43°30.5'	75°14.5'	18	2.773			96	5					3								2.899
2	7/8/2021	2013	43°37.3'	75°16.4'	30	19.700		9	8	3					5								19.755
3	8/8/2021	0004	43°44.3'	75°03.4'	26	3.129			4						1								3.160
4	8/8/2021	0522	43°48.7'	75°05.9'	144	181		24	3	3					2								357
5	8/8/2021	2055	44°00.2'	75°15.7'	137	157		1	1	3					2								301
6	9/8/2021	0043	44°03.6'	75°02.8'	95	4.194	2			7					1								4.299
7	9/8/2021	0550	44°07'	74°55.8'	127	2.654		1	1						4								2.787
8	10/8/2021	0005	44°12.2'	75°04.9'	79	7.452		12															7.543
9	10/8/2021	0751	44°15.7'	75°19.4'	225	91				12					11								339
10	10/8/2021	2138	44°27.3'	75°20.7'	180	3		9	1	35					3				1				232
11	11/8/2021	0603	44°36.9'	75°23.5'	110	16		2	1	21													150
12	11/8/2021	2047	44°45.2'	75°31.4'	66	134	7	3															210
13	12/8/2021	0239	44°57.7'	75°25.9'	126	114		2							1								244
14	12/8/2021	0922	45°03.3'	75°31.6'	112	3.739	331	8	83											1			4.273
15	12/8/2021	2102	45°09.2'	75°33.2'	17	183	7	5							4								216
16	13/8/2021	0124	45°14.5'	75°24.6'	81	1.458	7	3	1						1		2					1	1.554
17	13/8/2021	1618	45°07.3'	75°13.9'	23	936		2															961
18	13/8/2021	2040	45°05.8'	74°59'	85	1.529																	1.614
19	14/8/2021	0425	45°11'	75°01.8'	12	1.807					3												1.822
20	14/8/2021	1953	45°16.1'	75°04.8'	434	73				2					2								535
21	15/8/2021	0345	45°19.8'	75°04.4'	932	535	1								1	1	3		9	23	7		1.489
22	15/8/2021	1932	45°24.8'	75°28.6'	127	5	21																153
23	15/8/2021	2244	45°29.6'	75°30.1'	19	55	12	2				13	1	50	1								153
24	17/8/2021	1928	45°41.2'	75°34.7'	46	89	168		4			135	2	2								1	447
25	18/8/2021	0223	45°50.5'	75°35.6'	31	34	202	1				37	183	6	5								499
26	18/8/2021	0823	46°00.5'	75°30.8'	15	193	142		120														470
27	18/8/2021	1914	46°11.5'	75°31.9'	21	56	329				1				7								414
28	19/8/2021	0028	46°18.8'	75°25.6'	55	4.825	38								2							1	4.921
29	19/8/2021	0640	46°21.3'	75°29.9'	50	702	11																763
30	19/8/2021	1905	46°29.4'	75°43.1'	115	41	1.502		1														1.661
31	20/8/2021	0020	46°40.9'	75°42.9'	36	2.779	445	3															3.263
32	20/8/2021	0638	46°55.7'	75°39.6'	193	290	247								2	1							733
Total Captura (N°)					3.767	59.926	3.472	91	324	91	4	185	186	71	48	1	5	10	1	24	7	3	68.216
Proporción(%)					5,52	87,85	5,09	0,13	0,47	0,13	0,01	0,27	0,27	0,10	0,07	0,00	0,01	0,01	0,00	0,04	0,01	0,00	100,0

¹ hora media entre el calado y el virado de la red de pesca

² Posición media entre el calado y el virado de la red de pesca (en grados)

³ Número de ejemplares capturados en los lances de identificación



Tabla 8. Resumen modelación geoestadística y bootstrap de merluza de cola para la zona total de estudio. Crucero 2021.

Modelación Geoestadística

Recurso	Subzona	Dirección	Modelo ajustado	Parámetros ajustados				Bondad ajuste	Predicción espacial	
				Psill	Total sill	Rango (mn)	Nugget	sse	Media Kriging	Varianza geo
Merluza de cola	Zona total	Omnidireccional	Exponencial	6,31E+06	6,31E+06	3	0	111,25	317,9781	1,24E+04
			Esférico	6,32E+06	6,32E+06	3	0	116,45	307,097	1,36E+04

Remuestreo Bootstrap



Tabla 9. Estimado total de biomasa y Abundancia, límites de confianza y densidad de merluza de cola. Crucero 2021.

MERLUZA DE COLA 2021								
Método	Biomasa (t)	Varianza	ds	cv(%)	superior	inferior	área (mn²)	Densidad (t/mn²)
Geoestadístico	186.348	1,37E+08	1,17E+04	6,3	209.303	163.392	2.359	79
Bootstrap	212.511	8,80E+07	9,38E+03	4,4	226.005	194.128	2.359	90,1
	Abundancia (N° Ind)	varianza	ds	cv(%)	superior	inferior		
Geoestadístico	750.200.120	2,54E+15	5,04E+07	6,7	848.989.208	651.411.032		
Bootstrap	855.528.747	1,71E+15	4,14E+07	4,8	936.669.225	774.388.268		

ds= desviación estándar de la biomasa y abundancia a la talla

cv = coeficiente de variación de la biomasa y abundancia a la talla

superior= Límite de confianza superior

inferior= límite de confianza inferior



Tabla 10. Estimados de abundancia de merluza de cola y participación por sexo. Crucero 2021.

Sexo	Abundancia (N°)	Participación (%)
Machos	335.194.332	44,7
Hembras	415.005.778	55,3
Total	750.200.120	100



Tabla 11. Parámetros de la relación peso – longitud de merluza de cola. Crucero de evaluación 2021.

Sexo	Parámetro	valor	¹ intervalo	
			inferior	superior
Ambos	a	0,00541	0,0051	0,00577
	b	2,85041	2,8335	2,86736
	N	3.948		
	R ² ajustado	0,96495		
Machos	a	0,00581	0,0052	0,00644
	b	2,83058	2,8032	2,85793
	N	1.580		
	R ² ajustado	0,96309		
Hembras	a	0,00519	0,0048	0,00565
	b	2,86181	2,8397	2,88393
	N	2.368		
	R ² ajustado	0,96453		

¹Intervalos al 95% de confianza



Tabla 12. Estimaciones del tamaño del stock usados en los procesos históricos, peso promedio y proporción sexual, cruceros de merluza de cola 2000 - 2021.

Merluza de cola																					
Años	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
B ($\times 10^3$)	501,3	574,4	431,9	242,8	188,6	146,0	162,8	229,8	251,5	208,3	220,9	158,7	134,9	213,8	289,7	261,1	289,9	221,4	204,8	180,9	186,3
A ($\times 10^6$)	418	656	453	237	231	133	161	584	356	383	451	240	428	390	637	409	959	602	745	562	750
wprom (g)	1.199	876	953	1.023	818	1.095	1.010	393	707	544	490	662	315	548	454	639	302	368	275	322	248
Proporción (%) M:H en número	76:24	36:64	45:55	35:65	58:42	39:61	47:53	52:48	43:57	55:45	46:54	42:58	46:54	55:45	43:57	49:51	45:55	52:48	48:52	40:60	45:55
Proporción (%) M:H en peso	70:30	32:68	39:61	31:69	48:52	33:67	39:61	47:53	36:64	50:50	43:57	43:57	41:59	48:52	47:53	43:57	31:69	43:57	45:55	37:63	38:62

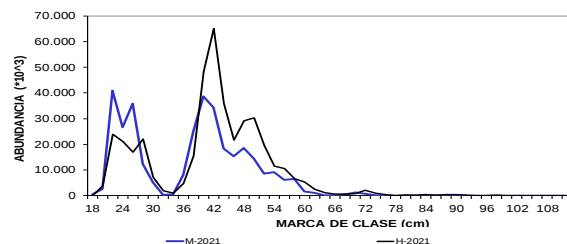
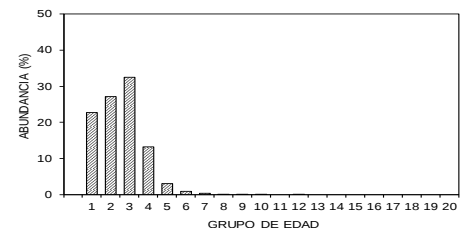
B=biomasa (t); A=Abundancia (nº de ejemplares); wprom= (B/A)



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 13. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, machos. Crucero de evaluación 2021.
(Abundancia Total=750.200.120 ejemplares. Machos= 335.194.332 Hembras= 415.005.778).

INT. CLASE (2 cm)	FREC.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
18 - 19	598.005	598.005																			
20 - 21	2.544.347	2.544.347																			
22 - 23	41.009.351	25.630.845	15.378.507																		
24 - 25	26.736.267	16.710.167	10.026.100																		
26 - 27	35.802.855	22.376.794	13.426.071																		
28 - 29	12.412.992	8.275.328	4.137.664																		
30 - 31	5.200.305	5.200.305																			
32 - 33	323.906	323.906																			
34 - 35	466.985		233.493																		
36 - 37	8.128.544	5.419.029	2.709.515																		
38 - 39	24.997.743	13.791.858	11.205.885																		
40 - 41	38.702.989	12.637.711	25.275.421	789.857																	
42 - 43	34.386.370	8.970.357	25.416.013																		
44 - 45	18.410.451	1.416.189	14.161.885	2.832.377																	
46 - 47	15.326.506		11.750.321	3.576.195																	
48 - 49	18.638.215		12.869.244	5.768.971																	
50 - 51	14.371.881		4.106.252	9.444.379	821.250																
52 - 53	8.604.757		748.240	7.482.397	374.120																
54 - 55	9.152.068		457.603	6.406.447	2.288.017																
56 - 57	6.207.821			3.724.693	1.655.419	827.710															
58 - 59	6.581.979			3.290.990	3.290.990																
60 - 61	1.672.233			477.781	716.671		238.890	238.890													
62 - 63	1.167.557			291.889	875.668																
64 - 65	208.640			69.547	139.093																
66 - 67	250.334						250.334														
68 - 69	514.659						343.106														
70 - 71	1.343.405						806.043														
72 - 73	718.159						359.080	179.540	179.540												
74 - 75	76.558						51.039	25.519													
76 - 77	76.791								38.395	38.395											
78 - 79	64.019								64.019												
80 - 81	193.929									193.929											
82 - 83																					
84 - 85																					
86 - 87	53.930									53.930											
88 - 89	202.823										202.823										
90 - 91																					
92 - 93	46.045									46.045											
94 - 95																					
96 - 97																					
98 - 99																					
100 - 101																					
102 - 103	915																				
104 - 105																					
106 - 107																					
108 - 109																					
110 - 111																					
112 - 113																					
114 - 115																					
116 - 117																					
118 - 119																					
120 - 121																					
122 - 123																					
124 - 125																					
126 - 127																					
128 - 129																					
130 - 131																					
TOTAL	335.194.332	76.135.475	90.961.189	108.933.871	44.155.512	10.332.781	2.876.202	1.045.330	457.908	92.325	202.823										
PORCENTAJE		22,71	27,14	32,50	13,17	3,08	0,86	0,31	0,14	0,03	0,06										
TALLA PROM. (cm)		24,7	32,2	43,3	51,6	57,2	65,4	69,1	78,2	82,3	88,5										
VARIANZA		5,05	57,55	13,20	17,89	12,57	41,09	26,02	35,78	24,29	0,00										
PESO PROM (g)		51,7	122,8	252,9	415,3	551,4	818,1	948,7	1.347,1	1.548,1	1.881,2										





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 14. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, hembras. Crucero de evaluación 2021.
(Abundancia Total=750.200.120 ejemplares. Machos= 335.194.332 Hembras= 415.005.778).

INT. CLASE (2 cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
18 - 19																					
20 - 21	3.903.707	3.903.707																			
22 - 23	23.918.981	23.918.981																			
24 - 25	21.066.762	15.047.687	6.019.075																		
26 - 27	16.980.639	10.188.383	6.792.256																		
28 - 29	22.062.509	7.354.170	14.708.339																		
30 - 31	7.200.055																				
32 - 33	1.862.482																				
34 - 35	933.844																				
36 - 37	4.751.995			466.922																	
38 - 39	15.468.844			3.959.996																	
40 - 41	48.368.707			9.519.288																	
42 - 43	65.106.206			5.949.555																	
44 - 45	36.023.351			13.603.699																	
46 - 47	21.620.358			34.765.008																	
48 - 49	29.264.496			11.993.248																	
50 - 51	30.302.165			51.399.636																	
52 - 53	19.525.142			1.713.321																	
54 - 55	11.485.357			31.520.432																	
56 - 57	10.650.685			16.215.268																	
58 - 59	6.705.057			5.405.009																	
60 - 61	5.354.564			18.056.817																	
62 - 63	2.509.587			6.060.433																	
64 - 65	1.178.888			1.084.730																	
66 - 67	654.133			820.383																	
68 - 69	592.726			6.973.252																	
70 - 71	736.233			8.520.548																	
72 - 73	2.067.678			3.576.030																	
74 - 75	1.003.220			1.947.114																	
76 - 77	474.774			418.264																	
78 - 79	118.040			1.254.793																	
80 - 81	196.094			589.444																	
82 - 83	180.469			163.533																	
84 - 85	511.785			148.182																	
86 - 87	320.645																				
88 - 89	358.891																				
90 - 91	443.889																				
92 - 93	311.608																				
94 - 95	132.654																				
96 - 97	127.187																				
98 - 99	219.949																				
100 - 101	31.946																				
102 - 103	115.169																				
104 - 105	137.885																				
106 - 107																					
108 - 109																					
110 - 111	26.432																				
112 - 113																					
114 - 115																					
116 - 117																					
118 - 119																					
120 - 121																					
122 - 123																					
124 - 125																					
126 - 127																					
128 - 129																					
130 - 131																					
TOTAL	415.005.788	60.412.929	76.125.360	167.131.183	83.728.348	13.722.796	7.905.052	2.125.958	1.023.102	412.947	435.338	637.200	682.419	205.089	70.335	185.022	26.432	137.885	38.390		
PORCENTAJE		14,56	18,34	40,27	20,18	3,31	1,90	0,51	0,25	0,10	0,10	0,15	0,16	0,05	0,02	0,04	0,01	0,03	0,01		
TALLA PROM. (cm)		24,3	34,3	43,7	51,5	57,3	62,8	71,0	76,0	86,7	86,1	88,3	90,7	95,0	101,6	99,3	110,5	104,5	102,5		
VARIANZA		5,19	40,89	10,14	15,89	17,41	53,90	22,39	18,13	17,69	3,88	12,51	18,37	3,77	0,99	2,63			0,00		
PESO PROM (g)		49,2	142,0	263,0	420,9	571,1	757,2	1.053,8	1.274,6	1.852,3	1.811,3	1.947,6	2.109,5	2.394,7	2.901,0	2.721,1	3.689,5	3.144,4	2.975,2		

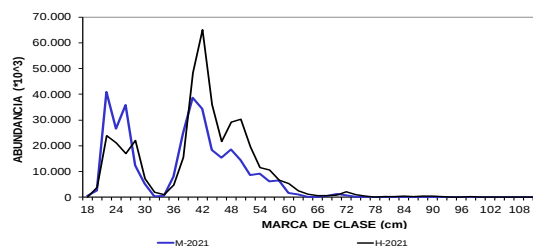
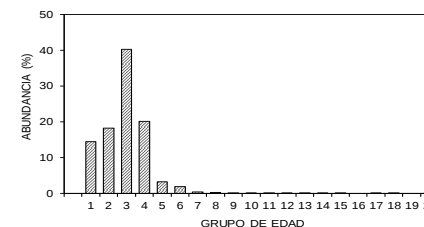


Tabla 15. Abundancia por grupo de edad y desviación estándar para merluza de cola por sexo y proporción de ambos según grupo de edad. Crucero de evaluación 2021.

GE	Machos		Hembras		Ambos	
	Número	sd	Número	sd	Número	%
I	76.135.475	12.876.894,05	60.412.929	8.382.135,54	136.548.404	18,2
II	90.961.189	14.043.020,69	76.125.360	10.853.999,22	167.086.549	22,3
III	108.933.871	8.965.071,15	167.131.183	13.504.623,63	276.065.054	36,8
IV	44.155.512	4.331.210,76	83.728.348	7.481.580,23	127.883.861	17,0
V	10.332.781	1.835.137,38	13.722.796	2.412.574,72	24.055.577	3,2
VI	2.876.202	768.978,62	7.905.052	1.629.014,92	10.781.254	1,4
VII	1.045.330	449.751,52	2.125.958	705.018,83	3.171.289	0,4
VIII	457.908	185.750,64	1.023.102	459.272,58	1.481.011	0,2
IX	92.325	38.807,68	412.947	226.330,14	505.272	0,1
X	202.823	13.626,78	435.338	233.750,89	638.161	0,1
XI	0	0,00	637.200	149.607,66	637.200	0,1
XII	915	61,49	682.419	124.532,50	683.335	0,1
XIII	0	0,00	205.089	78.938,05	205.089	0,0
XIV	0	0,00	70.335	38.593,33	70.335	0,0
XV	0	0,00	185.022	83.503,05	185.022	0,0
XVI	0	0,00	0	0,00	0	0,0
XVII	0	0,00	26.432	1.775,87	26.432	0,0
XVIII	0	0,00	137.885	9.263,90	137.885	0,0
XIX	0	0,00	0	0,00	0	0,0
XX	0	0,00	38.390	38.389,67	38.390	0,0
TOTAL	335.194.332	22.520.210,35	415.005.788	27.882.385,66	750.200.120	100,0



Tabla 16. Estimaciones de Grupo de Edad (GE) al 50% de madurez para merluza de cola, intervalo de confianza (IC), límites (LI: Límite inferior, LS: Límite superior) y número de muestras analizadas (n), por sexo, para años que forman parte de la serie histórica de cruceros de evaluación.

		Merluza de cola															
Sexo	Parámetro	2002	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Machos	GE _{50%}	3,3	3,2	3,6	3,1	2,6	2,8	3,0	2,6	4,2	3,4	3,2	3,5	2,3	2,9	s/a	2,8
	IC LI	2,0	2,8	3,4	2,8	1,5	2,2	2,6	1,9	3,4	3,0	2,7	3,2	1,5	2,3	s/a	1,6
	IC LS	4,1	3,8	4,2	4,0	3,8	3,8	3,7	3,6	4,6	3,9	3,8	4,5	2,9	3,8	s/a	3,7
	n	684	258	453	450	454	403	444	410	415	410	428	413	410	408	444	410
Hembras	GE _{50%}	4,1	3,9	5,0	3,8	4,1	3,5	3,5	4,3	4,6	4,7	3,7	4,1	2,9	3,5	4,8	3,9
	IC LI	3,6	3,4	4,1	3,2	3,9	3,3	2,3	3,8	4,2	4,0	3,4	3,8	2,0	2,1	4,1	3,1
	IC LS	4,6	4,8	6,1	4,3	4,8	3,7	4,5	4,8	4,8	5,0	3,9	4,3	3,5	4,2	6,3	4,7
	n	655	355	453	458	455	421	443	440	458	450	450	450	450	450	443	450

s/a: Sin ajuste.



Tabla 17. Índices de la actividad reproductiva de las hembras adultas de la merluza del sur *Macruronus magellanicus*, desde el 7 al 20 de agosto de 2021. LT, longitud promedio; EMS, estadio de madurez sexual; IGS, índice gonadosomático. El cálculo del % de EMS considera peces inmaduros y maduros.

Período Agosto	N Lances	N Hembras maduras	LT Hembras maduras (cm)	% EMS 3	% EMS 4	% EMS 5	IGS hembras maduras
7 al 13	18	196	58,30	27,07	12,12	0,4	9,69
14 al 20	14	58	53,25	85,71	6,35	0	9



Tabla 18. Proporción de hembras maduras a la talla y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza del sur *Macrurus magellanicus* en agosto de 2021, mediante el ajuste a un modelo lineal generalizado.

LT	Proporción maduras	Límite Inferior	Límite Superior
25	0	0	0,03
26	0	0	0,03
27	0	0	0,04
28	0	0,01	0,04
29	0	0,01	0,05
30	0	0,01	0,05
31	0	0,01	0,06
32	0	0,02	0,07
33	0	0,02	0,08
34	0	0,03	0,09
35	0	0,04	0,10
36	0	0,04	0,12
37	0	0,05	0,13
38	0	0,07	0,15
39	0	0,08	0,17
40	0,06	0,10	0,19
41	0	0,12	0,21
42	0,13	0,14	0,24
43	0,18	0,16	0,27
44	0,17	0,19	0,30
45	0,43	0,22	0,33
46	0,56	0,26	0,36
47	0,43	0,29	0,39
48	0,53	0,33	0,43
49	0,66	0,37	0,47
50	0,56	0,41	0,51
51	0,45	0,45	0,55
52	0,56	0,49	0,59
53	0,25	0,53	0,63
54	0,48	0,56	0,67
55	0,68	0,60	0,71
56	0,54	0,63	0,75
57	0,75	0,67	0,78
58	0,81	0,70	0,82
59	0,70	0,73	0,84
60	0,91	0,75	0,87
61	0,67	0,78	0,89
62	0,86	0,80	0,91
63	1	0,82	0,93
64	1	0,84	0,94

LT	Proporción maduras	Límite Inferior	Límite Superior
65	0,67	1	0,95
66	0,50	1	0,96
67	1	1	0,97
68	1	0,91	0,97
69	1	0,92	0,98
70	1	0,93	0,98
71	1	0,94	0,99
72	1	0,94	0,99
73	1	0,95	0,99
74	1	0,96	0,99
75	1	0,96	1
76	1	0,97	1
77	1	0,97	1
78	1	0,98	1
79	1	0,98	1
80	1	0,98	1
81	1	0,98	1
82	1	0,99	1
83	1	0,99	1
84	1	0,99	1
85	1	0,99	1
86	1	0,99	1
87	1	0,99	1
88	1	0,99	1
89	1	1	1
90	1	1	1
91	1	1	1
92	1	1	1
93	1	1	1
94	1	1	1
95	1	1	1
96	1	1	1
97	1	1	1
98	1	1	1
99	1	1	1
100	1	1	1
101	1	1	1
102	1	1	1
103	1	1	1
104	1	1	1
105	1	1	1



Tabla 19. Abundancia y porcentaje de hembras con desove omitido respecto al total de hembras maduras en merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 2015 a 2021

Año	Total Maduras	Desove (n)	Omitido (%)
2015	848	10	1,2
2016	778	2	0,3
2017	215	3	1,4
2018	500	10	2
2019	322	8	2,5
2020	636	17	2,7
2021	423	12	2,8



Tabla 20. Talla media de madurez sexual estimada por un ajuste de máxima verosimilitud mediante el ajuste a una función logística y talla de madurez estimada mediante el cálculo del incremento relativo del IGS (IR.IGS) en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 2001 a 2021.

Año	Modelo lineal	Incremento IGS	Fuente
Agosto 2001		47	Lillo <i>et al.</i> (2002)
Julio-ago 2002		42	Lillo <i>et al.</i> (2003)
Agosto 2003			Lillo <i>et al.</i> (2004)
Ago-sept. 2004			Lillo <i>et al.</i> (2005b)
Agosto 2005		44	Córdova <i>et al.</i> (2006)
Ago-sept. 2007		41	Lillo <i>et al.</i> (2008)
Agosto 2008			Lillo <i>et al.</i> (2009)
Agosto 2009			Lillo <i>et al.</i> (2010)
Agosto 2010	45,0	42	Lillo <i>et al.</i> (2011)
Agosto 2011	45,8	42	Lillo <i>et al.</i> (2012)
Agosto 2012	48,9	44	Lillo <i>et al.</i> (2013)
Agosto 2013	54,5	43	Lillo <i>et al.</i> (2014)
Agosto 2014	56,5	44	Lillo <i>et al.</i> (2015)
Agosto 2015	52,4	40	Lillo <i>et al.</i> (2016)
Agosto 2016	48,8	43	Lillo <i>et al.</i> (2017)
Agosto 2017	49,6	43	Lillo <i>et al.</i> (2018)
Agosto 2018	-	-	Legua <i>et al.</i> (2019)
Agosto 2019	43,9	40	Legua <i>et al.</i> (2020)
Agosto 2020	53,2	37	Legua <i>et al.</i> (2021)
Agosto 2021	51,0	42	Presente estudio



Tabla 21. Proporción de hembras maduras a la edad y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2021.

<i>Grupo de Edad</i>	<i>Proporción Maduras</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
1	0	0,01	0,07
2	0,02	0,06	0,17
3	0,31	0,24	0,36
4	0,65	0,52	0,65
5	0,68	0,75	0,89
6	0,86	0,90	0,98
7	1	0,96	1
8	1	0,99	1
9	1	1	1
10	1	1	1
11	1	1	1
12	1	1	1
13	1	1	1
14	1	1	1
15	1	1	1
16	1	1	1
17	1	1	1
18	1	1	1
19	1	1	1
20	1	1	1



Tabla 22. Fecundidad promedio y fecundidad del total de las hembras maduras de la muestra calculada en estudios realizados en merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 1996 a 2021.

Año	Fecundidad modal	Fecundidad de muestra total	Fuente
Agosto-sept. 1996	444.798	Sin datos	Chong (2000)
Agosto 2001	261.593	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2002)
Julio-agosto 2002	701.431	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2003)
Agosto 2003	363.041	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2004)
Agosto-sept. 2004	375.906	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2005)
Agosto 2005	631.421	630.982	Córdova <i>et al.</i> (2006)
Agosto-sept. 2007	625.709	630.230	Lillo <i>et al.</i> (2008)
Agosto 2008	440.123	424.380	Lillo <i>et al.</i> (2009)
Agosto 2009	615.807	436.687	Lillo <i>et al.</i> (2010)
Agosto 2010	581.604	391.639	Lillo <i>et al.</i> (2011)
Agosto 2011	642.409	414.678	Lillo <i>et al.</i> (2012)
Agosto 2012	642.146	445.380	Lillo <i>et al.</i> (2013)
Agosto 2013	440.610	325.483	Lillo <i>et al.</i> (2014)
Agosto 2014	575.736	508.524	Lillo <i>et al.</i> (2015)
Agosto 2015	641.329	446.217	Lillo <i>et al.</i> (2016)
Agosto 2016	638.695	294.672	Lillo <i>et al.</i> (2017)
Agosto 2017	786.460	438.184	Lillo <i>et al.</i> (2018)
Agosto 2018	871.305	613.746	Legua <i>et al.</i> (2019)
Agosto 2019	757.431	458.325	Legua <i>et al.</i> (2020)
Agosto 2020	689.744	398.934	Legua <i>et al.</i> (2021)
Agosto 2021	363.328	344.683	Presente estudio



Tabla 23. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas. Agosto 2021.

Descriptor	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	114	14,0	8.754,0	1.260,0	698,0	1.505,0	1,19
Alto (m)	114	1,2	282,5	28,7	15,3	43,4	1,51
Elongación	114	1,6	1.074,6	84,4	46,1	137,6	1,63
Perímetro (m)	114	157,0	327.478,0	25.177,0	10.939,0	45.008,0	1,79
Área (m2)	114	53,0	563.716,0	43.339,0	7.822,0	100.452,0	2,32
Dimensión fractal	114	0,6	1,9	1,7	1,7	0,1	0,08
Profundidad cardumen (m)	114	150,1	768,4	353,4	342,4	114,5	0,32
Profundidad Fondo (m)	114	156,4	1.000,0	498,0	459,6	186,6	0,38
Índice Altura (%)	114	0,1	79,6	23,2	17,3	22,4	0,97
NASC (m2/mn2)	114	103,0	342.638,0	7.169,0	373,0	38.942,0	5,43
Densidad de Área (NASC/m2)	114	1,4	2.928,6	49,6	5,1	286,2	5,78



Tabla 24. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2021.

Dentro de cañones	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	14	137,0	5.566,0	1.869,0	1.306,0	1.737,0	0,93
Alto (m)	14	10,9	226,9	50,6	25,3	58,1	1,15
Elongación	14	7,3	94,6	47,7	51,5	27,3	0,57
Perímetro (m)	14	2.664,0	327.478,0	56.767,0	27.405,0	87.971,0	1,55
Área (m ²)	14	978,0	563.716,0	102.914,0	31.448,0	160.292,0	1,56
Dimensión fractal	14	1,5	1,9	1,7	1,7	0,1	0,07
Profundidad cardumen (m)	14	259,9	502,2	363,6	359,1	62,9	0,17
Profundidad Fondo (m)	14	367,8	678,6	502,5	481,4	102,7	0,20
Índice Altura (%)	14	6,9	51,1	25,9	23,1	14,0	0,54
NASC (m ² /mn ²)	14	114,0	36.921,0	6.675,0	2.197,0	10.630,0	1,59
Densidad de Área (NASC/m ²)	14	1,4	30,5	6,7	2,8	7,9	1,19

Fuera de cañones	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	100	14,0	8.754,0	1.175,0	669,0	1.459,0	1,24
Alto (m)	100	1,2	282,5	25,7	14,1	40,3	1,57
Elongación	100	1,6	1.074,6	89,5	45,3	145,9	1,63
Perímetro (m)	100	157,0	209.555,0	20.754,0	10.267,0	33.691,0	1,62
Área (m ²)	100	53,0	560.735,0	34.999,0	7.210,0	87.014,0	2,49
Dimensión fractal	100	0,6	1,9	1,7	1,7	0,1	0,09
Profundidad cardumen (m)	100	150,1	768,4	352,0	327,1	120,2	0,34
Profundidad Fondo (m)	100	156,4	1.000,0	497,4	455,4	195,9	0,39
Índice Altura (%)	100	0,1	79,6	22,8	13,9	23,4	1,03
NASC (m ² /mn ²)	100	103,0	342.638,0	7.238,0	373,0	41.426,0	5,72
Densidad de Área (NASC/m ²)	100	1,5	2.928,6	55,6	5,2	305,3	5,50



Tabla 25. Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2021.

Descriptor		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sigma
Largo (m)	Inter-grupos	5,91E+06	1	5,91E+06	2,649	0,106
	Intra-grupos	2,50E+08	112	2,23E+06		
	Total	2,56E+08	113			
Alto (m)	Inter-grupos	7,65E+03	1	7,65E+03	4,182	0,043
	Intra-grupos	2,05E+05	112	1,83E+03		
	Total	2,13E+05	113			
Elongación	Inter-grupos	2,14E+04	1	2,14E+04	1,134	0,289
	Intra-grupos	2,12E+06	112	1,89E+04		
	Total	2,14E+06	113			
Perímetro (m)	Inter-grupos	1,59E+10	1	1,59E+10	8,375	0,005
	Intra-grupos	2,13E+11	112	1,90E+09		
	Total	2,29E+11	113			
Área (m2)	Inter-grupos	5,66E+10	1	5,66E+10	5,855	0,017
	Intra-grupos	1,08E+12	112	9,67E+09		
	Total	1,14E+12	113			
Dimensión fractal	Inter-grupos	4,93E-03	1	4,93E-03	0,234	0,630
	Intra-grupos	2,36E+00	112	2,11E-02		
	Total	2,37E+00	113			
Profundidad cardumen (m)	Inter-grupos	1,66E+03	1	1,66E+03	0,125	0,724
	Intra-grupos	1,48E+06	112	1,32E+04		
	Total	1,48E+06	113			
Profundidad Fondo (m)	Inter-grupos	3,24E+02	1	3,24E+02	0,009	0,924
	Intra-grupos	3,94E+06	112	3,51E+04		
	Total	3,94E+06	113			
Índice de altura (%)	Inter-grupos	1,21E+02	1	1,21E+02	0,240	0,626
	Intra-grupos	5,66E+04	112	5,05E+02		
	Total	5,67E+04	113			
NASC (m2/mn2)	Inter-grupos	3,90E+06	1	3,90E+06	0,003	0,960
	Intra-grupos	1,71E+11	112	1,53E+09		
	Total	1,71E+11	113			
Densidad de área (NASC/m2)	Inter-grupos	2,94E+04	1	2,94E+04	0,356	0,552
	Intra-grupos	9,23E+06	112	8,24E+04		
	Total	9,26E+06	113			



Tabla 26. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas en cañones 1 y 3 Agosto 2021.

Cañón 1	total	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	9	137,0	5.566,0	1.893,0	1.246,0	2.113,0	1,12
Alto (m)	9	10,9	99,2	34,8	20,1	28,5	0,82
Elongación	9	7,3	94,6	48,9	47,0	27,9	0,57
Perímetro (m)	9	2.664,0	327.478,0	68.510,0	24.666,0	109.399,0	1,60
Área (m2)	9	978,0	563.716,0	115.682,0	19.485,0	197.245,0	1,71
Dimensión fractal	9	1,6	1,9	1,7	1,7	0,1	0,06
Profundidad cardumen (m)	9	344,4	502,2	396,3	382,9	49,7	0,13
Profundidad Fondo (m)	9	380,2	637,1	498,1	448,8	103,1	0,21
Índice Altura (%)	9	6,9	34,3	19,0	20,1	9,2	0,49
NASC (m2/mn2)	9	114,0	36.921,0	8.721,0	281,0	12.928,0	1,48
Densidad de Área (NASC/m2)	9	1,4	30,5	8,5	3,2	9,4	1,11

Cañón 3	total	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	5	852,0	3.234,0	1.825,0	1.822,0	935,0	0,51
Alto (m)	5	11,8	226,9	79,1	45,9	88,2	1,12
Elongación	5	9,2	72,1	45,6	56,1	29,2	0,64
Perímetro (m)	5	13.745,0	64.758,0	35.629,0	33.001,0	18.609,0	0,52
Área (m2)	5	9.776,0	164.830,0	79.932,0	75.427,0	68.310,0	0,86
Dimensión fractal	5	1,5	1,8	1,7	1,6	0,1	0,08
Profundidad cardumen (m)	5	259,9	344,4	304,6	300,7	34,3	0,11
Profundidad Fondo (m)	5	367,8	678,6	510,5	515,2	113,7	0,22
Índice Altura (%)	5	22,3	51,1	38,4	41,6	12,9	0,34
NASC (m2/mn2)	5	192,0	5.602,0	2.990,0	4.112,0	2.572,0	0,86
Densidad de Área (NASC/m2)	5	1,5	7,4	3,4	2,5	2,4	0,70



Tabla 27. Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola entre cañones. Agosto 2021.

Descriptor		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sigma
Largo (m)	Inter-grupos	1,51E+04	1	1,51E+04	0,005	0,947
	Intra-grupos	3,92E+07	12	3,27E+06		
	Total	3,92E+07	13			
Alto (m)	Inter-grupos	6,31E+03	1	6,31E+03	2,014	0,181
	Intra-grupos	3,76E+04	12	3,13E+03		
	Total	4,39E+04	13			
Elongación	Inter-grupos	3,48E+01	1	3,48E+01	0,043	0,839
	Intra-grupos	9,65E+03	12	8,04E+02		
	Total	9,68E+03	13			
Perímetro (m)	Inter-grupos	3,48E+09	1	3,48E+09	0,429	0,525
	Intra-grupos	9,71E+10	12	8,0,+09		
	Total	1,01E+11	13			
Área (m2)	Inter-grupos	4,11E+09	1	4,11E+09	0,149	0,706
	Intra-grupos	3,30E+11	12	2,75E+10		
	Total	3,34E+11	13			
Dimensión fractal	Inter-grupos	7,91E-03	1	7,91E-03	0,597	0,455
	Intra-grupos	1,59E-01	12	1,32E-02		
	Total	1,67E-01	13			
Profundidad cardumen (m)	Inter-grupos	2,70E+04	1	2,70E+04	13,266	0,003
	Intra-grupos	2,45E+04	12	2,04E+03		
	Total	5,15E+04	13			
Profundidad Fondo (m)	Inter-grupos	4,90E+02	1	4,90E+02	0,043	0,839
	Intra-grupos	1,37E+05	12	1,14E+04		
	Total	1,37E+05	13			
Índice de altura (%)	Inter-grupos	1,21E+03	1	1,21E+03	10,761	0,007
	Intra-grupos	1,35E+03	12	1,12E+02		
	Total	2,55E+03	13			
NASC (m2/mn2)	Inter-grupos	1,06E+08	1	1,06E+08	0,929	0,354
	Intra-grupos	1,36E+09	12	1,14E+08		
	Total	1,47E+09	13			
Densidad de área (NASC/m2)	Inter-grupos	8,24E+01	1	8,24E+01	1,355	0,267
	Intra-grupos	7,29E+02	12	6,08E+01		
	Total	8,12E+02	13			



Tabla 28. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas por zona. Agosto 2021.

Subzona 1	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	31	70,0	8.754,0	1.877,0	919,0	2.205,0	1,18
Alto (m)	31	3,2	99,2	28,2	18,9	24,0	0,85
Elongación	31	1,6	492,6	87,5	45,5	116,6	1,33
Perímetro (m)	31	200,0	327.478,0	43.099,0	15.631,0	72.768,0	1,69
Área (m2)	31	566,0	563.716,0	80.031,0	10.724,0	150.766,0	1,88
Dimensión fractal	31	0,6	1,9	1,7	1,7	0,2	0,14
Profundidad cardumen (m)	31	155,8	668,7	376,2	372,8	89,3	0,24
Profundidad Fondo (m)	31	177,9	739,8	482,0	487,2	134,9	0,28
Índice Altura (%)	31	0,2	62,7	19,2	20,0	15,0	0,79
NASC (m2/mn2)	31	106,0	342.638,0	14.671,0	360,0	61.356,0	4,18
Densidad de Área (NASC/m2)	31	1,4	274,0	19,3	3,3	50,4	2,61
Subzona 2	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	32	63,0	6.125,0	1.052,0	648,0	1.323,0	1,26
Alto (m)	32	3,7	282,5	39,2	12,1	65,9	1,68
Elongación	32	3,4	422,1	71,0	41,6	93,3	1,31
Perímetro (m)	32	1.226,0	162.548,0	19.612,0	8.833,0	35.717,0	1,82
Área (m2)	32	917,0	469.160,0	38.026,0	6.655,0	101.378,0	2,67
Dimensión fractal	32	1,5	1,9	1,7	1,7	0,1	0,06
Profundidad cardumen (m)	32	213,6	768,4	375,7	361,1	132,1	0,35
Profundidad Fondo (m)	32	218,8	771,7	425,5	391,9	142,7	0,34
Índice Altura (%)	32	0,4	43,7	11,0	5,6	10,9	1,00
NASC (m2/mn2)	32	116,0	238.198,0	9.437,0	373,0	41.936,0	4,44
Densidad de Área (NASC/m2)	32	1,8	527,9	26,5	7,1	92,2	3,48
Subzona 3	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	51	14,0	3.667,0	1.016,0	749,0	890,0	0,88
Alto (m)	51	1,2	226,9	22,5	14,4	33,2	1,48
Elongación	51	3,5	1.074,6	90,8	50,6	170,4	1,88
Perímetro (m)	51	157,0	78.874,0	17.775,0	13.106,0	18.311,0	1,03
Área (m2)	51	53,0	164.830,0	24.370,0	7.873,0	39.682,0	1,63
Dimensión fractal	51	1,5	1,9	1,8	1,8	0,1	0,05
Profundidad cardumen (m)	51	150,1	678,2	325,5	300,7	112,3	0,35
Profundidad Fondo (m)	51	156,4	1.000,0	553,3	510,0	220,3	0,40
Índice Altura (%)	51	0,1	79,6	33,3	34,3	26,7	0,80
NASC (m2/mn2)	51	103,0	8.256,0	1.185,0	404,0	1.868,0	1,58
Densidad de Área (NASC/m2)	51	1,5	2.928,6	82,4	4,5	419,9	5,09



Tabla 29. Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola según zona. Agosto 2021.

Descriptor		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sigma
Largo (m)	Inter-grupos	1,62E+07	2	8,12E+06	3,758	0,026
	Intra-grupos	2,40E+08	111	2,16E+06		
	Total	2,56E+08	113			
Alto (m)	Inter-grupos	5,55E+03	2	2,77E+03	1,487	0,230
	Intra-grupos	2,07E+05	111	1,87E+03		
	Total	2,13E+05	113			
Elongación (m)	Inter-grupos	8,10E+03	2	4,05E+03	0,211	0,810
	Intra-grupos	2,13E+06	111	1,92E+04		
	Total	2,14E+06	113			
Perímetro (m)	Inter-grupos	1,37E+10	2	6,87E+09	3,545	0,032
	Intra-grupos	2,15E+11	111	1,94E+09		
	Total	2,29E+11	113			
Área (m2)	Inter-grupos	6,10E+10	2	3,05E+10	3,136	0,047
	Intra-grupos	1,08E+12	111	9,72E+09		
	Total	1,14E+12	113			
Dimensión fractal	Inter-grupos	7,43E-02	2	3,71E-02	1,796	0,171
	Intra-grupos	2,30E+00	111	2,07E-02		
	Total	2,37E+00	113			
Profundidad cardumen (m)	Inter-grupos	7,19E+04	2	3,59E+04	2,827	0,063
	Intra-grupos	1,41E+06	111	1,27E+04		
	Total	1,48E+06	113			
Profundidad Fondo (m)	Inter-grupos	3,32E+05	2	1,66E+05	5,115	0,007
	Intra-grupos	3,60E+06	111	3,25E+04		
	Total	3,94E+06	113			
Índice de altura (%)	Inter-grupos	1,05E+04	2	5,24E+03	12,584	0,000
	Intra-grupos	4,62E+04	111	4,16E+02		
	Total	5,67E+04	113			
NASC (m2/mn2)	Inter-grupos	3,74E+09	2	1,87E+09	1,237	0,294
	Intra-grupos	1,68E+11	111	1,51E+09		
	Total	1,71E+11	113			
Densidad de área (NASC/m2)	Inter-grupos	1,01E+05	2	5,03E+04	0,610	0,545
	Intra-grupos	9,16E+06	111	8,25E+04		
	Total	9,26E+06	113			



Tabla 30. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas por rango de fondo. Agosto 2021.

100-199m	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	2	556,0	5.683,0	3.120,0	3.120,0	3.625,0	1,16
Alto (m)	2	5,9	29,8	17,9	17,9	16,9	0,95
Elongación	2	94,3	190,7	142,5	142,5	68,1	0,48
Perímetro (m)	2	4.601,0	102.646,0	53.624,0	53.624,0	69.329,0	1,29
Área (m2)	2	3.147,0	168.317,0	85.732,0	85.732,0	116.793,0	1,36
Dimensión fractal	2	1,7	1,8	1,7	1,7	0,0	0,03
Profundidad cardumen (m)	2	150,1	155,8	153,0	153,0	4,1	0,03
Profundidad Fondo (m)	2	156,4	177,9	167,2	167,2	15,2	0,09
Índice Altura (%)	2	4,0	12,4	8,2	8,2	6,0	0,72
NASC (m2/mn2)	2	126,0	3.087,0	1.606,0	1.606,0	2.093,0	1,30
Densidad de Área (NASC/m2)	2	1,8	4,0	2,9	2,9	1,5	0,53
200-299m	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	10	149,0	2.663,0	974,0	652,0	823,0	0,85
Alto (m)	10	3,9	27,2	12,3	11,0	7,2	0,59
Elongación	10	11,4	168,3	90,9	92,3	60,9	0,67
Perímetro (m)	10	1.226,0	25.331,0	10.946,0	6.234,0	9.946,0	0,91
Área (m2)	10	1.683,0	42.179,0	13.325,0	5.696,0	15.493,0	1,16
Dimensión fractal	10	1,5	1,8	1,7	1,7	0,1	0,07
Profundidad cardumen (m)	10	206,0	287,0	246,3	236,9	31,4	0,13
Profundidad Fondo (m)	10	209,0	293,8	259,4	269,6	31,4	0,12
Índice Altura (%)	10	1,2	13,7	5,0	2,7	4,4	0,88
NASC (m2/mn2)	10	152,0	9.847,0	2.617,0	537,0	3.594,0	1,37
Densidad de Área (NASC/m2)	10	3,4	527,9	61,9	9,4	163,8	2,65
300-399m	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	26	147,0	8.754,0	1.491,0	781,0	1.889,0	1,27
Alto (m)	26	1,2	125,7	24,3	12,7	29,9	1,23
Elongación	26	5,6	649,7	133,4	65,0	168,1	1,26
Perímetro (m)	26	200,0	130.466,0	18.376,0	11.732,0	25.209,0	1,37
Área (m2)	26	690,0	560.735,0	57.363,0	9.010,0	139.108,0	2,43
Dimensión fractal	26	0,6	1,9	1,7	1,7	0,2	0,14
Profundidad cardumen (m)	26	231,6	372,8	302,7	317,7	40,7	0,13
Profundidad Fondo (m)	26	300,4	398,2	348,4	348,5	28,1	0,08
Índice Altura (%)	26	0,2	40,3	12,6	6,4	13,1	1,04
NASC (m2/mn2)	26	106,0	342.638,0	23.507,0	413,0	80.001,0	3,40
Densidad de Área (NASC/m2)	26	1,6	78,9	13,4	4,9	21,0	1,57



Tabla 34. Cont. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola detectadas por rango de fondo. Agosto 2021.

400-499m	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	27	14,0	4.644,0	1.001,0	781,0	1.041,0	1,04
Alto (m)	27	3,4	198,9	28,4	12,6	48,1	1,70
Elongación	27	3,4	1.074,6	97,4	41,2	211,2	2,17
Perímetro (m)	27	157,0	162.548,0	22.622,0	15.631,0	32.321,0	1,43
Área (m2)	27	53,0	354.861,0	34.115,0	10.794,0	71.021,0	2,08
Dimensión fractal	27	1,6	1,9	1,7	1,7	0,1	0,06
Profundidad cardumen (m)	27	255,6	481,2	377,2	386,4	53,8	0,14
Profundidad Fondo (m)	27	401,7	494,5	442,3	437,9	29,8	0,07
Índice Altura (%)	27	0,1	44,4	14,5	13,4	12,1	0,83
NASC (m2/mn2)	27	113,0	17.654,0	2.448,0	275,0	4.644,0	1,90
Densidad de Área (NASC/m2)	27	1,0	2.929,0	116,0	5,0	562,0	4,86

>= 500m	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	49	33,0	5.566,0	1.263,0	621,0	1.503,0	1,19
Alto (m)	49	2,9	282,5	35,1	17,4	50,8	1,45
Elongación	49	1,6	226,2	47,4	37,7	43,8	0,92
Perímetro (m)	49	262,0	327.478,0	31.937,0	8.902,0	60.018,0	1,88
Área (m2)	49	90,0	563.716,0	45.376,0	6.684,0	100.964,0	2,23
Dimensión fractal	49	1,4	1,9	1,7	1,8	0,1	0,06
Profundidad cardumen (m)	49	201,0	768,4	397,2	382,9	143,3	0,36
Profundidad Fondo (m)	49	500,2	1.000,0	670,3	637,7	142,5	0,21
Índice Altura (%)	49	0,4	79,6	37,8	36,8	24,7	0,65
NASC (m2/mn2)	49	103,0	36.921,0	2.256,0	284,0	5.928,0	2,63
Densidad de Área (NASC/m2)	49	1,4	701,9	31,8	4,7	113,1	3,56



Tabla 31. Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola según rangos de fondo. Agosto 2021.

ANOVA						
Descriptor		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sigma
Largo (m)	Inter-grupos	1,09E+07	4	2,73E+06	1,215	0,309
	Intra-grupos	2,45E+08	109	2,25E+06		
	Total	2,56E+08	113			
Alto (m)	Inter-grupos	5,47E+03	4	1,37E+03	0,720	0,580
	Intra-grupos	2,07E+05	109	1,90E+03		
	Total	2,13E+05	113			
Elongación	Inter-grupos	1,41E+05	4	3,53E+04	1,925	0,111
	Intra-grupos	2,00E+06	109	1,83E+04		
	Total	2,14E+06	113			
Perímetro (m)	Inter-grupos	7,26E+09	4	1,82E+09	0,893	0,471
	Intra-grupos	2,22E+11	109	2,03E+09		
	Total	2,29E+11	113			
Área (m2)	Inter-grupos	2,02E+10	4	5,05E+09	0,492	0,742
	Intra-grupos	1,12E+12	109	1,03E+10		
	Total	1,14E+12	113			
Dimensión fractal	Inter-grupos	8,45E-02	4	2,11E-02	1,008	0,407
	Intra-grupos	2,29E+00	109	2,10E-02		
	Total	2,37E+00	113			
Profundidad Cardumen (m)	Inter-grupos	3,72E+05	4	9,29E+04	9,114	0,000
	Intra-grupos	1,11E+06	109	1,02E+04		
	Total	1,48E+06	113			
Profundidad Fondo (m)	Inter-grupos	2,91E+06	4	7,27E+05	77,165	0,000
	Intra-grupos	1,03E+06	109	9,42E+03		
	Total	3,94E+06	113			
Índice de altura (%)	Inter-grupos	1,92E+04	4	4,80E+03	13,967	0,000
	Intra-grupos	3,75E+04	109	3,44E+02		
	Total	5,67E+04	113			
NASC (m2/mn2)	Inter-grupos	8,99E+09	4	2,25E+09	1,509	0,204
	Intra-grupos	1,62E+11	109	1,49E+09		
	Total	1,71E+11	113			
Densidad de Área (NASC/m2)	Inter-grupos	1,73E+05	4	4,33E+04	0,519	0,722
	Intra-grupos	9,08E+06	109	8,33E+04		
	Total	9,26E+06	113			



Tabla 32. Matriz de correlaciones entre las variables originales de las agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Agosto 2021.

Descriptor	Largo	Alto	Elongación	Perímetro	Área	Dimensión fractal	Profundidad cardumen	Profundidad Fondo	Índice altura	NASC	Densidad de área
Largo (m)	1,000	0,282	0,424	0,750	0,897	-0,469	-0,101	-0,135	-0,015	0,622	-0,109
Alto (m)	0,282	1,000	-0,197	0,296	0,274	-0,201	0,061	0,108	0,116	0,070	-0,079
Elongación	0,424	-0,197	1,000	0,196	0,282	-0,148	-0,022	-0,224	-0,248	0,219	-0,079
Perímetro (m)	0,750	0,296	0,196	1,000	0,786	-0,055	0,023	0,006	0,049	0,159	-0,082
Área (m ²)	0,897	0,274	0,282	0,786	1,000	-0,517	-0,024	-0,078	-0,022	0,695	-0,050
Dimensión fractal	-0,469	-0,201	-0,148	-0,055	-0,517	1,000	0,171	0,127	0,009	-0,681	0,079
Profundidad cardumen (m)	-0,101	0,061	-0,022	0,023	-0,024	0,171	1,000	0,317	-0,389	-0,078	0,118
Profundidad Fondo (m)	-0,135	0,108	-0,224	0,006	-0,078	0,127	0,317	1,000	0,706	-0,132	-0,042
Índice de Altura (%)	-0,015	0,116	-0,248	0,049	-0,022	0,009	-0,389	0,706	1,000	-0,074	-0,148
NASC (m ² /mn ²)	0,622	0,070	0,219	0,159	0,695	-0,681	-0,078	-0,132	-0,074	1,000	0,005
Densidad de Área (NASC/m ²)	-0,109	-0,079	-0,079	-0,082	-0,050	0,079	0,118	-0,042	-0,148	0,005	1,000



Tabla 33. Valores propios y porcentaje de variabilidad explicada por los componentes. Agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Agosto 2021.

Componente	Valor propio	% Variabilidad	% Acumulado
1	3,353	47,896	47,896
2	1,718	24,547	72,443
3	1,184	16,916	89,359
4	0,339	4,840	
5	0,271	3,866	
6	0,116	1,652	
7	0,020	0,283	

Tabla 34. Correlaciones de las variables originales con los componentes principales. Agregaciones mezcladas de merluza del sur y de cola. Agosto 2021.

Descriptor	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Largo (m)	0,934	0,091	0,182
Perímetro (m)	0,686	0,265	0,653
Área (m ²)	0,966	0,118	0,136
Dimensión fractal	-0,651	0,095	0,639
Profundidad fondo (m)	-0,188	0,892	-0,148
Índice altura (%)	-0,084	0,901	-0,201
NASC (m ² /mn ²)	0,780	-0,096	-0,485



Tabla 35. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza de cola detectadas. Agosto 2021.

Descriptor	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	60	22,0	4.930,0	634,0	178,0	1.029,0	1,62
Alto (m)	60	1,2	237,6	16,0	8,2	31,2	1,95
Elongación	60	2,6	1.766,2	81,8	24,8	246,6	3,02
Perímetro (m)	60	183,0	119.720,0	12.086,0	2.516,0	24.234,0	2,01
Área (m2)	60	70,0	257.624,0	15.606,0	1.749,0	45.094,0	2,89
Dimensión fractal	60	1,5	2,2	1,8	1,8	0,1	0,07
Profundidad cardumen (m)	60	153,3	446,5	294,7	268,7	76,1	0,26
Profundidad Fondo (m)	60	202,5	777,6	457,0	393,0	162,0	0,35
Índice Altura (%)	60	0,6	58,3	31,1	37,0	18,1	0,58
NASC (m2/mn2)	60	11,0	24.811,0	1.229,0	149,0	4.105,0	3,34
Densidad de Área (NASC/m2)	60	1,5	82,5	10,6	7,3	12,4	1,16



Tabla 36. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza de cola, detectadas por zona. Agosto 2021.

Zona 1	total	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	44	23,0	4.930,0	732,0	199,0	1.160,0	1,58
Alto (m)	44	1,2	237,6	18,1	9,5	35,8	1,98
Elongación	44	2,6	1.766,2	99,3	24,3	286,3	2,88
Perímetro (m)	44	183,0	119.720,0	13.884,0	2.774,0	27.440,0	1,98
Área (m ²)	44	100,0	257.624,0	18.523,0	2.181,0	51.737,0	2,79
Dimensión fractal	44	1,5	2,0	1,8	1,8	0,1	0,06
Profundidad cardumen (m)	44	153,3	441,7	302,8	318,8	79,9	0,26
Profundidad Fondo (m)	44	208,7	777,6	471,3	393,0	166,3	0,35
Índice Altura (%)	44	0,6	58,2	32,2	37,4	15,7	0,49
NASC (m ² /mn ²)	44	11,0	24.811,0	1.391,0	190,0	4.675,0	3,36
Densidad de Área (NASC/m ²)	44	1,5	82,5	11,6	8,0	14,2	1,22

Zona 3	total	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	16	22,0	1.496,0	364,0	135,0	447,0	1,23
Alto (m)	16	2,3	33,4	10,5	6,3	10,3	0,99
Elongación	16	3,9	110,4	33,6	33,9	26,5	0,79
Perímetro (m)	16	269,0	34.117,0	7.141,0	1.638,0	10.769,0	1,51
Área (m ²)	16	70,0	49.526,0	7.583,0	791,0	15.214,0	2,01
Dimensión fractal	16	1,7	2,2	1,9	1,9	0,1	0,08
Profundidad cardumen (m)	16	193,7	446,5	272,6	262,6	61,3	0,23
Profundidad Fondo (m)	16	202,5	658,1	417,8	408,9	147,2	0,35
Índice Altura (%)	16	2,1	58,3	27,9	24,2	23,8	0,85
NASC (m ² /mn ²)	16	11,0	6.134,0	784,0	37,0	1.832,0	2,34
Densidad de Área (NASC/m ²)	16	3,3	16,3	7,9	5,9	4,1	0,52



Tabla 37. Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de merluza de cola, según zona. Agosto 2021.

Descriptor		Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sigma
Largo (m)	Inter-grupos	1,59E+06	1	1,59E+06	1,520	0,223
	Intra-grupos	6,08E+07	58	1,05E+06		
	Total	6,24E+07	59			
Alto (m)	Inter-grupos	6,81E+02	1	6,81E+02	0,696	0,408
	Intra-grupos	5,67E+04	58	9,78E+02		
	Total	5,74E+04	59			
Elongación	Inter-grupos	5,07E+04	1	5,07E+04	0,831	0,366
	Intra-grupos	3,54E+06	58	6,10E+04		
	Total	3,59E+06	59			
Perímetro (m)	Inter-grupos	5,34E+08	1	5,34E+08	0,907	0,345
	Intra-grupos	3,41E+10	58	5,88E+08		
	Total	3,46E+10	59			
Área (m ²)	Inter-grupos	1,40E+09	1	1,40E+09	0,687	0,411
	Intra-grupos	1,19E+11	58	2,04E+09		
	Total	1,20E+11	59			
Dimensión fractal	Inter-grupos	1,28E-01	1	1,28E-01	9,624	0,003
	Intra-grupos	7,73E-01	58	1,33E-02		
	Total	9,01E-01	59			
Profundidad cardumen (m)	Inter-grupos	1,07E+04	1	1,07E+04	1,872	0,176
	Intra-grupos	3,31E+05	58	5,71E+03		
	Total	3,42E+05	59			
Profundidad fondo (m)	Inter-grupos	3,35E+04	1	3,35E+04	1,284	0,262
	Intra-grupos	1,51E+06	58	2,61E+04		
	Total	1,55E+06	59			
Índice Altura (%)	Inter-grupos	2,16E+02	1	2,16E+02	0,658	0,421
	Intra-grupos	1,91E+04	58	3,29E+02		
	Total	1,93E+04	59			
NASC (m ² /mn ²)	Inter-grupos	4,33E+06	1	4,33E+06	0,254	0,616
	Intra-grupos	9,90E+08	58	1,71E+07		
	Total	9,94E+08	59			
Densidad Área (NASC/m ²)	Inter-grupos	1,67E+02	1	1,67E+02	1,094	0,300
	Intra-grupos	8,87E+03	58	1,53E+02		
	Total	9,04E+03	59			



Tabla 38. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza de cola, detectadas por rango de fondo. Agosto 2021.

200-299m	Total	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	10	30,0	2.769,0	939,0	589,0	941,0	1,00
Alto (m)	10	1,2	33,3	7,7	4,6	9,5	1,23
Elongación	10	8,0	1.766,0	332,0	57,0	557,0	1,68
Perímetro (m)	10	269,0	34.117,0	9.432,0	6.619,0	11.405,0	1,21
Área (m ²)	10	96,0	49.526,0	7.943,0	2.660,0	15.076,0	1,90
Dimensión fractal	10	1,7	2,0	1,8	1,8	0,1	0,05
Profundidad cardumen (m)	10	193,7	270,5	226,6	222,0	26,1	0,12
Profundidad Fondo (m)	10	202,5	294,0	245,3	236,9	34,0	0,14
Índice Altura (%)	10	0,7	25,2	7,1	5,5	7,1	1,00
NASC (m ² /mn ²)	10	12,0	4.687,0	773,0	190,0	1.426,0	1,85
Densidad de Área (NASC/m ²)	10	4,9	55,0	12,6	8,1	15,0	1,19
300-399m	Total	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	21	22,0	4.193,0	483,0	136,0	953,0	1,97
Alto (m)	21	2,4	237,6	20,9	8,0	50,3	2,40
Elongación	21	2,6	117,0	28,7	16,9	34,8	1,22
Perímetro (m)	21	183,0	97.112,0	9.344,0	1.285,0	21.965,0	2,35
Área (m ²)	21	70,0	149.295,0	10.805,0	699,0	32.457,0	3,00
Dimensión fractal	21	1,6	2,2	1,8	1,8	0,1	0,08
Profundidad cardumen (m)	21	153,3	378,0	248,9	229,2	51,7	0,21
Profundidad Fondo (m)	21	301,9	393,7	352,7	350,3	29,5	0,08
Índice Altura (%)	21	0,6	58,2	28,8	36,0	16,2	0,56
NASC (m ² /mn ²)	21	11,0	3.178,0	386,0	77,0	738,0	1,91
Densidad de Área (NASC/m ²)	21	2,1	82,5	14,2	11,0	16,8	1,18
400-499m	Total	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	4	131,0	1.264,0	452,0	206,0	543,0	1,20
Alto (m)	4	2,4	33,4	12,7	7,4	14,1	1,11
Elongación	4	22,9	55,8	37,5	35,7	13,7	0,37
Perímetro (m)	4	784,0	31.129,0	9.548,0	3.140,0	14.437,0	1,51
Área (m ²)	4	284,0	41.921,0	11.292,0	1.481,0	20.427,0	1,81
Dimensión fractal	4	1,7	1,9	1,8	1,8	0,1	0,05
Profundidad cardumen (m)	4	267,6	446,5	367,0	376,9	77,0	0,21
Profundidad Fondo (m)	4	431,2	499,4	463,8	462,3	28,0	0,06
Índice Altura (%)	4	2,7	38,0	21,0	21,6	15,9	0,76
NASC (m ² /mn ²)	4	11,0	6.134,0	1.555,0	37,0	3.053,0	1,96
Densidad de Área (NASC/m ²)	4	1,7	14,6	5,9	3,6	5,9	1,01



Tabla 42. (cont). Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones de merluza de cola, detectadas por rango de fondo. Agosto 2021.

>500 m	Total	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	25	56,0	4.930,0	668,0	212,0	1.187,0	1,78
Alto (m)	25	2,3	52,8	15,8	12,8	13,1	0,83
Elongación	25	4,1	93,3	33,4	24,6	25,4	0,76
Perímetro (m)	25	716,0	119.720,0	15.856,0	3.140,0	30.683,0	1,94
Área (m2)	25	215,0	257.624,0	23.395,0	3.858,0	62.232,0	2,66
Dimensión fractal	25	1,5	2,0	1,8	1,8	0,1	0,07
Profundidad cardumen (m)	25	234,2	441,7	348,9	356,8	57,6	0,17
Profundidad Fondo (m)	25	518,3	777,6	628,3	617,9	66,9	0,11
Índice Altura (%)	25	16,6	58,3	44,2	44,6	9,8	0,22
NASC (m2/mn2)	25	11,0	24.811,0	2.068,0	299,0	6.131,0	2,96
Densidad de Área (NASC/m2)	25	1,5	20,9	7,6	5,4	5,3	0,69



Tabla 39. Valores calculados en el test F de un factor y sigma para la comparación de los valores medios de los descriptores de merluza de cola, según rangos de fondo. Agosto 2021.

Descriptor		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sigma
Largo (m)	Inter-grupos	1,57E+06	3	5,24E+05	0,483	0,696
	Intra-grupos	6,09E+07	56	1,09E+06		
	Total	6,24E+07	59			
Alto (m)	Inter-grupos	1,25E+03	3	4,16E+02	0,415	0,743
	Intra-grupos	5,61E+04	56	1,00E+03		
	Total	5,74E+04	59			
Elongación	Inter-grupos	7,52E+05	3	2,51E+05	4,950	0,004
	Intra-grupos	2,83E+06	56	5,06E+04		
	Total	3,59E+06	59			
Perímetro (m)	Inter-grupos	6,09E+08	3	2,03E+08	0,334	0,801
	Intra-grupos	3,40E+10	56	6,08E+08		
	Total	3,46E+10	59			
Área (m2)	Inter-grupos	2,66E+09	3	8,88E+08	0,424	0,737
	Intra-grupos	1,17E+11	56	2,09E+09		
	Total	1,20E+11	59			
Dimensión fractal	Inter-grupos	8,76E-03	3	2,92E-03	0,183	0,907
	Intra-grupos	8,92E-01	56	1,59E-02		
	Total	9,01E-01	59			
Profundidad cardumen (m)	Inter-grupos	1,85E+05	3	6,16E+04	21,982	0,000
	Intra-grupos	1,57E+05	56	2,80E+03		
	Total	3,42E+05	59			
Profundidad Fondo (m)	Inter-grupos	1,41E+06	3	4,70E+05	191,273	0,000
	Intra-grupos	1,38E+05	56	2,46E+03		
	Total	1,55E+06	59			
Índice Altura (%)	Inter-grupos	1,05E+04	3	3,52E+03	22,502	0,000
	Intra-grupos	8,75E+03	56	1,56E+02		
	Total	1,93E+04	59			
NASC (m2/mn2)	Inter-grupos	3,50E+07	3	1,17E+07	0,682	0,567
	Intra-grupos	9,59E+08	56	1,71E+07		
	Total	9,94E+08	59			
Densidad de Área (NASC/m2)	Inter-grupos	6,24E+02	3	2,08E+02	1,384	0,257
	Intra-grupos	8,42E+03	56	1,50E+02		
	Total	9,04E+03	59			



Tabla 40. Matriz de correlaciones entre las variables originales de Merluza de Cola. Agosto 2021.

Descriptor	Largo	Alto	Elongación	Perímetro	Área	Dimensión fractal	Profundidad cardumen	Profundidad Fondo	Índice Altura	NASC	Densidad Área
Largo (m)	1,000	0,253	0,348	0,939	0,887	-0,190	0,146	-0,035	-0,194	0,766	-0,157
Alto (m)	0,253	1,000	-0,090	0,274	0,263	-0,159	-0,103	0,019	0,208	0,248	-0,078
Elongación	0,348	-0,090	1,000	0,072	0,013	0,238	-0,155	-0,278	-0,347	0,001	-0,080
Perímetro (m)	0,939	0,274	0,072	1,000	0,959	-0,259	0,246	0,093	-0,067	0,833	-0,139
Área (m ²)	0,887	0,263	0,013	0,959	1,000	-0,274	0,231	0,118	-0,017	0,931	-0,078
Dimensión fractal	-0,190	-0,159	0,238	-0,259	-0,274	1,000	-0,099	-0,078	-0,096	-0,273	-0,112
Profundidad cardumen (m)	0,146	-0,103	-0,155	0,246	0,231	-0,099	1,000	0,707	0,041	0,228	-0,169
Profundidad Fondo (m)	-0,035	0,019	-0,278	0,093	0,118	-0,078	0,707	1,000	0,702	0,151	-0,267
Índice altura (%)	-0,194	0,208	-0,347	-0,067	-0,017	-0,096	0,041	0,702	1,000	0,021	-0,242
NASC (m ² /mn ²)	0,766	0,248	0,001	0,833	0,931	-0,273	0,228	0,151	0,021	1,000	0,008
Densidad de Área (NASC/m ²)	-0,157	-0,078	-0,080	-0,139	-0,078	-0,112	-0,169	-0,267	-0,242	0,008	1,000



Tabla 41. Valores propios y porcentaje de variabilidad explicada por los componentes. Merluza de cola. Agosto 2021.

Componente	Valor propio	% Variabilidad	% Acumulado
1	3,756	53,662	53,662
2	2,005	28,636	82,298
3	0,908	12,978	
4	0,238	3,394	
5	0,062	0,890	
6	0,019	0,265	
7	0,012	0,174	

Tabla 42. Correlaciones de las variables originales con los componentes principales. Merluza de cola. Agosto 2021.

Descriptor	Componente 1	Componente 2
Largo (m)	0,921	-0,239
Perímetro (m)	0,971	-0,094
Área (m2)	0,982	-0,062
Profundidad Cardumen (m)	0,343	0,641
Profundidad Fondo (m)	0,193	0,973
Índice altura (%)	-0,033	0,760
NASC (m2/mn2)	0,920	-0,011

A N E X O 1

Pesca de investigación y D.S. 711



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO/ DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Resolución exenta N° E-2021-393

Verificación del Documento:

- Id del Documento: 7695
- Código de verificación: 78901142593
- Verificar validez en <https://tramites.subpesca.cl/wf-tramites/public/documentos/validar>

MINISTERIO DE ECONOMÍA
FOMENTO Y TURISMO

**SUBSECRETARÍA DE PESCA Y
ACUICULTURA**

PINV E-2021-280 CRUCERO DE PROSPECCIÓN
MSUR-MCOLA-M3ALETAS

AUTORIZA A INSTITUTO DE FOMENTO
PESQUERO PARA REALIZAR PESCA DE
INVESTIGACIÓN QUE INDICA.

VALPARAÍSO,

R. EX. N° E-2021-393

FECHA: 30/07/2021

VISTO: Lo solicitado por el Instituto de Fomento Pesquero mediante Oficio IFOP/2021/LC/N°043/DIR/313 SUBPESCA, ingreso electrónico E-PINV-2021-284 de fecha 21 de julio de 2021; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, en Informe Técnico N° E-2021-280, de fecha 27 de julio de 2021; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado **"Crucero de prospección para la evaluación hidroacústica de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las regiones de Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo"** elaborados por el solicitante y aprobados por esta Subsecretaría de Pesca; lo dispuesto en el D.F.L. N° 5 de 1983; la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. N° 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; las Leyes N° 19.880, N° 20.528, N° 20.597; N° 20.560; N° 20.657; el Convenio de Desempeño suscrito entre la Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño y el Instituto de Fomento Pesquero, aprobado mediante Decreto Supremo N° 85 de 2020, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; los D.S. N° 144 de 1980; los Decretos Exentos N° 140 de 1996, N° 795 de 2013 y Decretos Exentos Electrónicos N° 98 y N° 134, ambos de 2020, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; la Resolución N° 1700 de 2000, y las Resoluciones Exentas N° 3067, N° 4479 y N° 4480 de 2017 de esta Subsecretaría.

CONSIDERANDO:

Que el Instituto de Fomento Pesquero ingresó, mediante Oficio citado en Visto, una solicitud para desarrollar la pesca de investigación conforme los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado **"Crucero de prospección para la evaluación hidroacústica de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las regiones de Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo"**



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO/ DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA



Que mediante Memorándum Técnico, citado en Visto, la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, informa que los objetivos y las actividades planteadas en la solicitud califican como pesca de investigación con carácter de pesca de prospección de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 2° N° 29 de la Ley General de Pesca y Acuicultura ya que el estudio plantea evaluar la biomasa y abundancia de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en el área de sus unidades de pesquería a través de una prospección hidroacústica, con lances de identificación.

Que de acuerdo a lo anterior y de conformidad a lo dispuesto en los artículos 98 a 102 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el D.S. N° 461 de 1995 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, corresponde autorizar la pesca de investigación solicitada.

RESUELVO:

1.- Autorízase al Instituto de Fomento Pesquero, R.U.T. N° 61.310.000-8, domiciliado en Blanco 839, Valparaíso, para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado **"Crucero de prospección para la evaluación hidroacústica de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las regiones de Los Lagos y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo"**, elaborados por el solicitante y aprobados por esta Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

2.- El objetivo principal de la pesca de investigación consiste en prospectar hidroacústicamente la zona comprendida entre La Región de Los Lagos y de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo a fin de determinar el stock desovante de Merluza del Sur, Merluza de cola y Merluza de tres aletas.

3.- La pesca de investigación se efectuará desde la fecha de publicación de la presente resolución, de conformidad con lo establecido en el artículo N° 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, y el 31 de agosto de 2021, ambas fechas inclusive.

La pesca de investigación se realizará en el área marítima comprendida entre las latitudes 43°30' L.S. y 51°00' L.S., incluyendo el sector de aguas interiores, comprendido por los puntos Cabo Quilán (43°16,6' L.S. y 74° 24,6' L.O.) en la Isla Grande de Chiloé y el Islote Occidental de la Isla Menchum (45° 37,7' L.S. y 74° 56,8' L.O.), entre los paralelos 43° 44'17" L.S. y 45° 37,7' L.S.

4.- En la pesca de investigación que se autoriza, participará en el área marítima individualizada previamente, el barco fábrica **"CABO DE HORÑOS"**, cuyas características náuticas son las siguientes:

Distintivo de Llamada	CB7960
Eslora	80 m
Manga	13,5 m
T.R.G	2140 t



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO/ DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

La nave antes se1alada podr1 operar en toda el 1rea de estudio indicada en el numeral 3° de la presente resoluci3n. No obstante, en el 1rea de aguas interiores no se podr1n realizar lances de pesca con ning3n prop3sito, quedando limitada su actividad exclusivamente a labores de ecoprospecci3n.

5.- La presente pesca de investigaci3n se ejecutar1 en dos cruceros, pudiendo extraerse los recursos que se indica a continuaci3n:

- Primer crucero: se realizar1 durante la primera quincena de agosto, en el 1rea mar1tima comprendida entre los paralelos 43°30' L.S. y 47°00' L.S., considerando como especies objetivo los recursos merluza del sur ***Merluccius australis*** y merluza de cola ***Macruronus magellanicus***.
- Segundo crucero: se realizar1 durante la segunda quincena de agosto, en el 1rea mar1tima comprendida entre los paralelos 47°00' L.S. y 51°00' L.S., considerando como especie objetivo, el recurso merluza de tres aletas ***Micromesistius australis***.

6.- En cumplimiento del objetivo de la presente pesca de investigaci3n, la nave "CABO DE HORNOS", podr1 extraer un total de 18 toneladas de merluza del sur ***Merluccius australis***, 60 toneladas de merluza de cola ***Macruronus magellanicus*** y 40 toneladas de merluza de tres aletas ***Micromesistius australis***.

Asimismo, podr1 extraer los siguientes recursos hidrobiol3gicos, en calidad de fauna acompa1ante, en los montos que en cada caso se indica:

Nombre com3n	Nombre cient1fico	Cuota (toneladas)
Cojinoba	<i>Serioteila sp</i>	1
Reineta	<i>Brama australis</i>	1
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	0,5
Tollo	<i>Squalus sp, Mustelus sp</i>	0,2
Brotula	<i>Salilota australis</i>	0,5
Otros	-	1

Las toneladas antes se1aladas de merluza del sur, merluza de tres aletas, merluza de cola y congrio dorado se imputar1n a las fracciones de las cuotas globales anuales de captura, de dichos recursos, reservadas para fines de investigaci3n, establecidas mediante Decretos Exentos Electr3nicos N° 98 y N° 134, ambos del 2020 del Ministerio de Econom1a, Fomento y Turismo.

En el caso de requerir ingresar, con fines de desplazamiento, al interior de un 1rea Marina Protegida, el ejecutante de la pesca de investigaci3n deber1 coordinar la actividad con el administrador del 1rea, con dos d1as h1biles de anticipaci3n.

7.- Para efectos de la presente pesca de investigaci3n se except3a el cumplimiento de las siguientes medidas de conservaci3n y administraci3n, respectivamente:

- Tama1o de luz de malla, establecida mediante D.S. N° 144 de 1980, del actual Ministerio de Econom1a, Fomento y Turismo.



- b) Veda biol3gica del recurso Merluza del sur establecida mediante Decreto Exento N° 140 de 1996, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
- c) Veda biol3gica para el recurso Merluza de cola establecida mediante Decreto Exento N° 795 de 2013, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
- d) Artes y aparejos de pesca, para recursos hidrobiol3gicos, establecida mediante Resoluci3n Exenta N° 1700 de 2000, de esta Subsecretaría.

8.- La nave participante en la presente pesca de investigaci3n deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

- a) Comunicar al Servicio Nacional de Pesca, la fecha y hora de zarpe y recalada de la nave y dar cumplimiento a los procedimientos de control que establezca el mencionado organismo para estos efectos.
- b) Realizar las labores de pesca de investigaci3n con sujeci3n a los diseños operativos determinados por el Instituto de Fomento Pesquero.
- c) Aceptar a bordo a los observadores científcos que designe el Instituto de Fomento Pesquero y otorgar todas las facilidades para que éstos puedan recopilar y transmitir la informaci3n necesaria para el cumplimiento del plan de trabajo durante todo el período de la pesca de investigaci3n.
- d) Mantener operativo el dispositivo de posicionamiento satelital;
- e) Informar y documentar las capturas y su destino conforme lo dispuesto en el artículo 63 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y sus normas reglamentarias.
- f) En general dar cumplimiento a las obligaciones legales y reglamentarias establecidas para la realizaci3n de actividades pesqueras extractivas y medidas de administraci3n establecidas para las especies en estudio, con exclusi3n de aquellas expresamente exceptuadas mediante la presente pesca de investigaci3n.

El incumplimiento de las obligaciones antes señaladas importará el término inmediato de la autorizaci3n otorgada a la nave infractora, sin que sea necesario formalizarlo.

9.- Durante el crucero de investigaci3n se eximirá de la prohibici3n de descarte las capturas realizadas, efectuados de conformidad con lo establecido en los planes de reducci3n del Descarte y de la Pesca Incidental de las pesquerías de merluza de cola, merluza del sur y congrio dorado y merluza de tres aletas, establecidos mediante Res. Ex. N° 3.067, N° 4.479, N° 4.480, todas de 2017, de esta Subsecretaría.

En este caso la nave podrá extraer los recursos en las cantidades autorizadas en la presente resoluci3n, debiendo dejar



constancia de la cuantificación de las capturas totales y de la devolución al mar de las especies capturadas en calidad de especie objetivo y fauna acompañante una vez efectuados los respectivos muestreos, así como la captura incidental y la forma en que esta se realiza.

10.-El Instituto de Fomento Pesquero deberá elaborar un informe resumido de las actividades realizadas, que contenga a lo menos información de la obtención de muestras, de los materiales y métodos ocupados. Asimismo, se deberá entregar una base de datos, en formato EXCEL, conteniendo: localización de la red o estaciones de muestreo, número de muestras, número de ejemplares capturados por especie cuando proceda o una cuantificación de la captura y características de los individuos muestreados en el contexto de la autorización.

Además, se deberá disponer los resultados en un archivo electrónico en formato *shape* el cual deberá estar en coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos) referida al *datum* WGS-84 considerando como atributo la categoría antes mencionada. Adicionalmente, la información espacial deberá presentar un archivo de metadato según Res. SSPA Nº 934 de 09/Mar/2018, que para el ámbito pesquero se adjunta su formato.

Lo anterior deberá ser entregado dentro del plazo de 30 días corridos, contados desde la fecha de término del período de pesca autorizado y deberá entregarse impreso por medio de una carta conductora a la cual se le deberá adjuntar un dispositivo de respaldo digital que contenga una copia del informe más la base de datos solicitada. Asimismo, deberá ingresarlo a través del sistema de tramitación electrónico, en el ítem de resultados.

El incumplimiento de la obligación antes señalada se considerará como causal suficiente para denegar cualquier nueva solicitud de pesca de investigación.

11.- Designase al Jefe de División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría como funcionario encargado de velar por el oportuno y debido cumplimiento de las obligaciones establecidas en el numeral anterior.

12.- El Instituto designa como persona responsable de esta pesca de investigación, a su Director Ejecutivo don Luis Alfredo Parot Donoso, R.U.T. Nº 6.797.121-3, ambos domiciliados en Blanco Nº 839, Valparaíso.

13.- La presente resolución deberá publicarse en extracto en el Diario Oficial, por cuenta del interesado, dentro del plazo de 30 días hábiles contados desde su fecha.

14.- Esta autorización es intransferible y no podrá ser objeto de negociación alguna.

15.- El Instituto de Fomento Pesquero deberá dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en los Decretos Nº 430, de 1991 y Nº 461, de 1995, ambos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, sin perjuicio del cumplimiento de las obligaciones que se establecen en la presente Resolución.

El incumplimiento hará incurrir al titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO/ DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

16.- La infracción a las disposiciones legales y reglamentarias sobre pesca de investigación, será sancionada con las penas y conforme al procedimiento establecido en la Ley General de Pesca y Acuicultura.

17.- La presente autorización es sin perjuicio de las que corresponda conferir a otras autoridades, de acuerdo a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes o que se establezcan.

18.- La presente Resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la ley 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que el solicitante estime pertinentes.

19.- Transcribase copia de esta Resolución a la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y a la División Jurídica de esta Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

ANÓTESE, NOTIFÍQUESE POR CARTA CERTIFICADA, PUBLÍQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL Y A TEXTO ÍNTEGRO EN EL SITIO DE DOMINIO ELECTRÓNICO DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA Y DEL SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA.




CRISTIAN ESPINOZA MONTENEGRO
Subsecretario de Pesca y Acuicultura (S)



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO/ DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Resolución SHOA ordinario N° 13270/24/989

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

Errázuriz 254 - Pajarito Ancho - Casilla 324 - Valparaíso - Chile - C.P. 236-0157 - Fono: 56-32226666 / Fax: 56-32226652 - Correo electrónico: shoa@ifop.cl / www.shoa.cl

SHOA ORDINARIO N° 13270/24/ 989 Vrs.

AUTORIZA AL INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, PARA REALIZAR ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA MARINA ENTRE LAS REGIONES DE LOS LAGOS Y DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA.

22 JUL. 2021

VALPARAÍSO,

VISTO: lo solicitado por el INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, mediante Solicitud N° 10994, de fecha 14 de julio de 2021 e información complementaria de las actividades a desarrollar en terreno; las atribuciones que me confiere el Decreto Supremo (M) N° 192, de fecha 6 de marzo de 1969, modificado por Decreto Supremo N° 784, de fecha 14 de agosto de 1985; lo señalado en el Decreto Supremo N° 711, de fecha 22 de agosto de 1975, "Reglamento de Control de las Investigaciones Científicas y Tecnológicas Marinas efectuadas en la Zona Marítima de Jurisdicción Nacional"; lo establecido en la Resolución SHOA Ordinario N° 6070/1/5 Vrs. de fecha 4 de enero de 2021; lo estipulado en el Decreto Supremo N° 4, de fecha 5 de febrero de 2020, modificado por Decretos Supremos N° 6 y 10, de fechas 6 y 24 de marzo de 2020, respectivamente, prorrogado por Decreto Supremo N° 1, de fecha 15 de enero de 2021 y lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 104, de fecha 18 de marzo de 2020, prorrogado por Decreto Supremo N° 153, de fecha 25 de junio de 2021,

CONSIDERANDO:

- 1.- Que, el INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, con fecha 14 de julio de 2021, solicitó autorización para efectuar investigación científica marina, correspondiente a muestreos acústicos para realizar una prospección hidroacústica de los recursos de merluza y conocer la batimetría del área de estudio, para el sector comprendido entre las latitudes 43° 00' S y 51° 00' S, y desde la costa hasta el veril de los 700 metros, entre las Regiones de Los Lagos y de Magallanes y de la Antártica Chilena.
- 2.- Que, las atribuciones del SHOA en materia de investigaciones científicas y tecnológicas marinas efectuadas en la zona marítima de jurisdicción nacional, así como los procedimientos para la tramitación de las solicitudes relacionadas con dichas investigaciones, se encuentran establecidas en el Decreto Supremo N° 711, de fecha 22 de agosto de 1975, citado en VISTO.
- 3.- Que, el Decreto Supremo N° 711, aprobó el Reglamento de Control de las Investigaciones Científicas y Tecnológicas Marinas efectuadas en la Zona Marítima de Jurisdicción Nacional, por lo que todo incumplimiento referente a trabajos de investigación científica y/o tecnológica marina permitidos, será sancionado de acuerdo a lo establecido en el Título III de dicho Decreto.

RESUELVO:

- 1.- **AUTORIZÁSE** al INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, para que con el apoyo del B/F "CABO DE HORNO", desarrolle actividades de investigación científica marina en el sector comprendido entre las latitudes 43° 00' S y 51° 00' S, y desde la costa hasta el veril de los 700 metros (entre las Regiones de Los Lagos y de Magallanes y de la Antártica Chilena – Cartas Náuticas SHOA N° 7000, 8000, 9000 y 10000), dentro del marco del Proyecto denominado "Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las regiones de Los Lagos y de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo", las cuales se realizarán a contar de esta fecha y hasta el 30 de septiembre de 2021.





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO/ DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

Errázuriz 254 - Playa Ancha - Casilla 324 - Valparaíso - Chile - C.P: 236-0167 - Fono: 56-32226666 / Fax: 56-32226642 - Correo electrónico: shoa@shoa.cl / www.shoa.cl

SHOA ORD. N° 13270/24/989 / Vrs.

Hoja N° 2.-

Fecha: 22 JUL. 2021

2.- DECLÁRASE:

- a.- De acuerdo a lo informado por el INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, se ejecutarán muestreos acústicos para realizar una prospección hidroacústica de los recursos de merluza y conocer la batimetría del área de estudio.
- b.- Según la información proporcionada por la empresa citada en VISTO, este trabajo no requiere de inspección en terreno, ni revisión de los antecedentes finales del estudio por parte del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), en razón al carácter exploratorio de ellos. Por ende, este estudio se considerará sin valor hidrográfico ni oceanográfico.
- c.- Se deberá considerar que previo al inicio de los trabajos e independiente al trámite de zarpe de la embarcación, el Jefe de Grupo responsable de los trabajos en terreno y representante del INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, Sr. Javier Legua Delgado, deberá concurrir a la Capitanía de Puerto de Puerto Chacabuco, para coordinar las actividades de investigación a ejecutar; requerir información respecto de las medidas de seguridad que se deben adoptar durante las operaciones de navegación y buceo, sin perjuicio de la obligación del Jefe de Terreno de solicitar ante dicha Capitanía y/o a otros organismos competentes del Estado, otras autorizaciones reglamentarias, según corresponda. Asimismo, se deberá informar la posición geográfica en que se instalarán los instrumentos oceanográficos y posteriormente su retiro, como también cualquier variación a lo autorizado.
- d.- Lo anterior, sin perjuicio de los trámites que deban ser realizados ante las autoridades competentes para autorizar los movimientos dentro del Territorio Nacional, en caso de ser necesario, en consideración a la declaración de Estado de Excepción Constitucional de Catástrofe, por calamidad pública, dictado y prorrogado mediante Decretos Supremos N° 104 y 153, respectivamente, citados en VISTO.
- e.- Asimismo, en atención a la contingencia relacionada con la Alerta Sanitaria producto de la propagación del COVID-19, el ingreso a cualquier recinto de la Armada de Chile, estará sujeto a los controles sanitarios que se indiquen y exijan (tales como registro de temperatura, uso de mascarillas, guantes, etc.).
- f.- La nave deberá emitir su posición (Q.T.H.) diariamente a las 12:00 Z y 24:00 Z, según el procedimiento chileno de notificación de la situación de los buques (CHILREP), dirigido a la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, a través de las radio estaciones costeras.
- g.- La Empresa o Entidad a cargo de los trabajos deberá comunicar por escrito al SHOA, si la investigación científica marina autorizada en la presente Resolución no se realizará, con el objeto de que este Servicio informe el término de la investigación a la Autoridad Marítima, mediante una Resolución de "Déjese Sin Efecto".
- h.- Lo expuesto y dispuesto en los considerandos anteriores, no podrá bajo ningún pretexto perjudicar o amenazar los derechos de terceros, válidamente constituidos en el área de estudio.





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO/ DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

Err3nente 254 - Playa Ancha - Casilla 324 - Valparaíso - Chile - C.P.: 236-0367 - Fono: 56-32226646 / Fax: 56-32226642 - Correo electrónico: shoa@shoa.cl / www.shoa.cl

SHOA ORD. N° 13270/24/ 989 / Vrs.

Hoja N° 3.-

Fecha: 22 JUL. 2021

- i.- Conforme a lo dispuesto en el Artículo 16° del Decreto Supremo N° 711, citado en VISTO, al término del estudio el Sr. Javier Legua Delgado, a través del Representante Legal del INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, Sr. Luis Parot Donoso, deberá remitir al SHOA, una copia (en medio digital), de los datos e informe de los resultados obtenidos, en consideración a que esta información es de especial interés para el Servicio. La data obtenida podrá ser utilizada en forma parcial o total por el SHOA, objeto poder proporcionar las informaciones pertinentes y de su competencia, destinadas a dar seguridad a la navegación a través de publicaciones, informaciones o actividades. Lo anterior, deberá ser efectuado en un plazo no superior a 6 meses, una vez finalizado el período autorizado.
- j.- En función a lo dispuesto en el Artículo 10° del Decreto Supremo N° 711, en el evento que sean necesario extender el período ya autorizado, la Empresa o Entidad ejecutora deberá solicitar una prórroga, con a lo menos 30 días de anticipación a la fecha de expiración de la autorización otorgada, acompañando, en dicho requerimiento, un informe de las actividades realizadas hasta el momento de la solicitud.
- k.- La Empresa o Entidad a cargo de los trabajos deberá dar estricto cumplimiento a lo Autorizado y Declarado en la presente Resolución. Asimismo, todo incumplimiento referente a trabajos de investigación científica y/o tecnológica autorizados, será sancionado de acuerdo a lo establecido en el Título III del Decreto Supremo N° 711.

3.- **ANÓTESE** y comuníquese a quienes corresponda, para su conocimiento y cumplimiento.

POR ORDEN DEL SR. DIRECTOR



ENRIQUE SILVA VILLAGRA
CAPITÁN DE NAVÍO
SUBDIRECTOR





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO/ DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

A N E X O 2

Talleres



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO/ DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA



1 Taller de Coordinación

De acuerdo a las bases administrativas del proyecto, se realizó el taller de coordinación con la finalidad de presentar el plan de trabajo, metodologías y procedimientos relevantes para fines del estudio. Este taller se realizó el martes 3 de agosto de 2021 a través de Google Meet. La lista de invitados se presenta a continuación y la presentación se encuentra para permanente consulta en el sitio Google Drive:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/12pD92qXevzftn7HjL6OumGQDZaE-Y6FB>

Nombre	Institución
Sergio Lillo Vega	IFOP, Jefe DIP -DED
Jorge Farias Ahumada	SUBPESCA
Lorenzo Flores Villarroel	SUBPESCA
Carla Falcón Simonelli	MINECON
Javier Legua Delgado	IFOP –jefe de Proyecto merluzas aguas exteriores coordinador reunión
Rene Vargas Silva	IFOP
José Córdova Masanes	IFOP, Reemplaza a jefe DED en reunión de coordinación



2 Presentación en comité científicos técnico de la pesquería demersal sur austral

De acuerdo a los términos técnicos de referencia numeral 5.2, "los resultados del proyecto deberán ser expuestos en las instancias que la SUBPESCA y Acuicultura determine".

Por cuanto, se recibió invitación para participar del comité científico técnico de la pesquería demersal de aguas profundas, sesión merluza de cola el día 15 de octubre de 2021, se presenta la minuta correspondiente, la presentación efectuada estará disponible permanentemente para consulta, en el siguiente sitio de Google Drive:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/12pD92qXevzftn7HjL6OumGQDZaE-Y6FB>

Usted está viendo la pantalla de Jorge Farias Ver Opciones

El contenido compartido está ajustado a su pantalla. Para ver el tamaño original, haga clic en "Tamaño original" en el menú.

Agenda Tentativa
5ta Sesión CCT-RDAP 2021
15 de octubre de 2021

Viernes 15 de octubre (ZOOM)	
14:30 h	Saludos y apertura de sesión
14:30 h	1) Aspectos generales, administrativos y de organización (Secretaría). i) Elección de reporteros ii) Consulta efectuada por Subpesca iii) Aprobación de la Agenda de Trabajo iv) Varios
15:40	2) Indicadores biológicos y pesqueros históricos pesquería merluza de cola. Tendencias y diagnóstico.
16:00	3) Estimación coeficiente de descarte en la pesquería merluza de cola
16:10	4) Indicadores históricos desde cruceros acústicos merluza de cola
16:30	5) Estatus y rango de CBA 2022 merluza de cola (IFOP)
16:50	6) Análisis, conclusiones y recomendaciones
17:30	7) Cierre y acuerdos para acta e informe técnico

Participantes: 12 Chat Compartir pantalla Grabar Reacciones Salir



3 Taller de Presentación y discusión de resultados finales

De acuerdo a las bases administrativas del proyecto, se debería realizar un taller de presentación y discusión de resultados.

El taller virtual, será realizado posterior a la fecha de entrega del presente informe final, debido a ello, las presentaciones del taller y las discusiones emanadas, estarán disponibles permanentemente para consulta, en el siguiente sitio de Google Drive:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/12pD92qXevzftn7HjL6OumGQDZaE-Y6FB>



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO/ DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

A N E X O 3

Personal Participante por actividad



Objetivo 1.

Nombre	Actividad	¹ Horas
Javier Legua Delgado	• Jefe de Proyecto, Participa en Crucero Acústico agosto 2021. • Análisis de Datos y redacción de informe. • Estimación de Biomasa y Abundancia de Merluza del sur y merluza de cola. • Mapas de distribución especies. • Coordinación general objetivos del proyecto.	1600

Objetivo 2.

Nombre	Actividad	¹ Horas
Vilma Ojeda Cerda	• Encargada de Objetivo. • Análisis de Datos y redacción de objetivo.	1120
Renato Céspedes Michea	• Análisis de datos y redacción de objetivo.	1120
Lizandro Muñoz Rubio	• Preparación y análisis de muestras de otolitos.	1120
Karen Hunt Jaque	• Preparación y análisis de muestras de otolitos.	1120
Angelica Villalon Castillo	• Preparación y análisis de muestras de otolitos.	1120



Objetivo 3.

Nombre	Actividad	¹ Horas
Mauricio Landaeta Díaz	• Encargada de Objetivo. • Análisis de Datos y redacción de objetivo.	1120
Gustavo Herrera Urzúa	• Análisis de datos y redacción de objetivo.	1120
Erika López Soto	• Análisis de datos y redacción de objetivo. • Preparación y análisis de muestras gonadales.	1120
Paola Troncoso Guerra	• Análisis de datos y redacción de objetivo. • Preparación y análisis de muestras gonadales.	1120

Objetivo 4.

Nombre	Actividad	¹ Horas
René Vargas Silva	• Encargada de Objetivo. Análisis de Datos y redacción de objetivo.	1120



Objetivo 5.

Nombre	Actividad	¹ Horas
Bernardo Leiva Pérez	• Encargada de Objetivo. • Análisis de Datos y redacción de objetivo.	160

¹Horas: en base a 1 mes = 160 horas. El cálculo de las horas es en base al resultado de la entrega del informe final y a la duración de la subcontratación.

Muestreo Biológico a bordo

Nombre	Actividad	¹ Horas
Adrián Ibieta Figueroa	• Jefe de muestreo • Muestreo Biológico a Bordo • Etapa completa crucero	160
Braulio Acuña Guajardo	• Muestreo Biológico a Bordo • Etapa completa crucero	160
Oscar Nancul Paillaman	• Muestreo Biológico a Bordo • Etapa completa crucero	160
Rodrigo Ulloa Meza	• Muestreo Biológico a Bordo • Etapa completa crucero	160
Guillermo Carrasco Cisternas	• Muestreo Biológico a Bordo • Etapa completa crucero	160
Juan Linares Huenchupan	• Muestreo Biológico a Bordo • Etapa completa crucero	160

¹Horas: en base a 1 mes = 160 horas.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO/ DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA



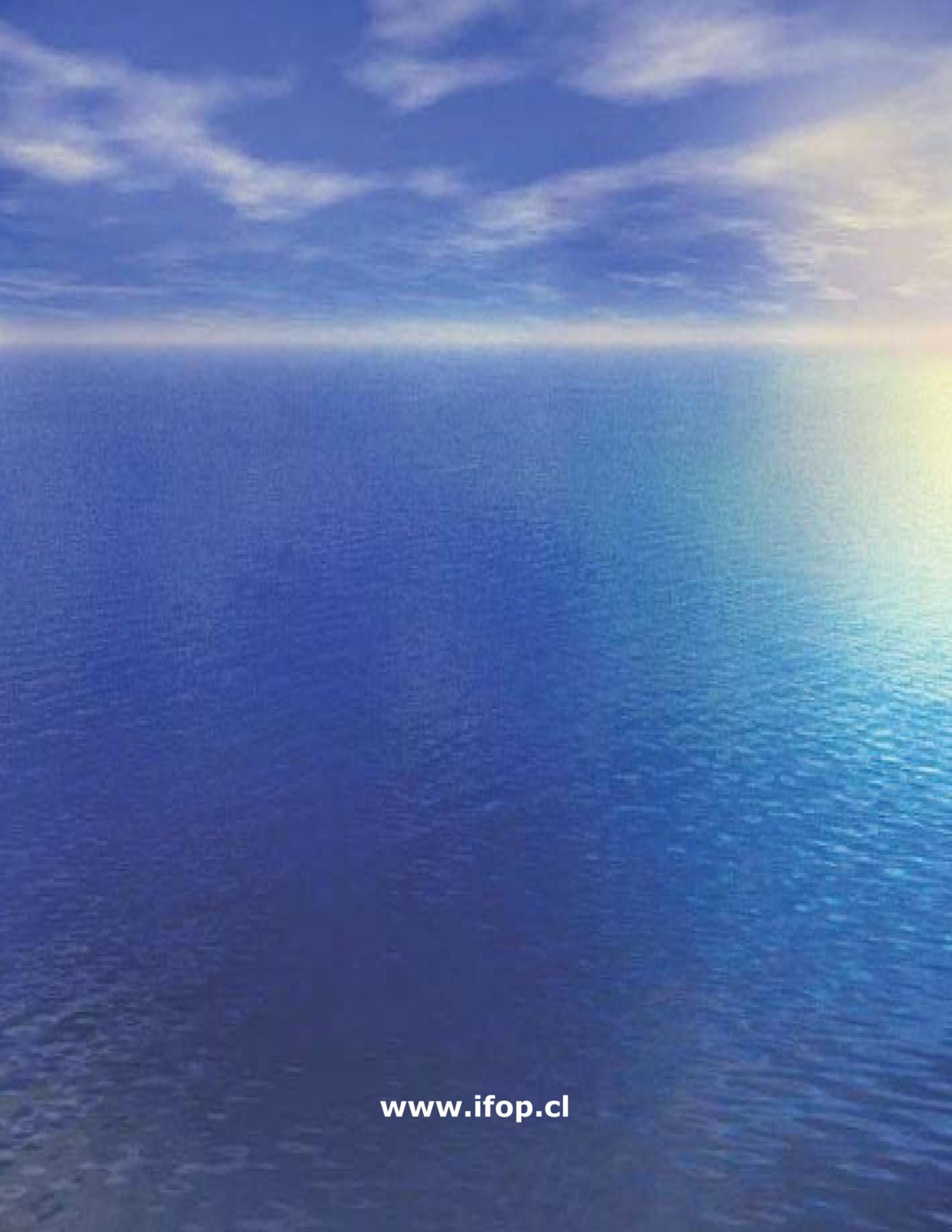
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Almte. Manuel Blanco Encalada 839

CONVENIO DE DESEMPEÑO 2021 – IFOP / SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT: INFORME FINAL:
"EVALUACIÓN DEL STOCK DESOVANTE DE MERLUZA DEL SUR, MERLUZA DE COLA Y DE MERLUZA DE TRES ALETAS,
EN LAS AGUAS EXTERIORES ENTRE LAS REGIONES DE LOS LAGOS Y DE AYSÉN. **SECCIÓN I. MERLUZA DE COLA.**



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl



www.ifop.cl