



**INIDEP**

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN  
Y DESARROLLO PESQUERO

# INFORME TÉCNICO OFICIAL

Número <b>040</b>	Páginas <b>021</b>	Dirección DIRECCIÓN DE PESQUERIAS DEMERSALES
Fecha de aprobación <b>04 DIC 2012</b>		Programa / Gabinete Pesquerías de Peces Demersales, Australes y Subantárticos
		Actividad AUST 18. Estimación de capturas máximas aceptables de merluza de cola desde el punto de vista biológico y de otras medidas de manejo del recurso para el año 2013.

**EVALUACIÓN DE ABUNDANCIA DE LA MERLUZA DE COLA (*Macrurus magellanicus*) DEL ATLÁNTICO SUDOCCIDENTAL. PERÍODO 1985-2011.**

Citar Indicando la fuente. El contenido no debe ser reproducido total o parcialmente sin la expresa conformidad del INIDEP

<b>SOLICITADO POR</b>	Institución	Cargo

**PREPARADO POR**

Firma:
Nombre: GIUSSI, ANALIA ROSA

Firma:
Nombre: DI MARCO, EMILIANO

Firma:
Nombre: ZAVATTERI, ANABELA

Firma:
Nombre: WOHLER, OTTO
Nombre: CRISTIAN

**PREPARADO POR**

**APROBADO POR**

Jefe de Programa / Gabinete
Lic. PATRICIA A. MARTINEZ A/C Dirección Pesquerías Demersales Director de Área
Dr. OTTO C. WOHLER Director Nacional de Investigación INIDEP
Director del INIDEP

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP



## Evaluación de abundancia de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Período 1985-2011

Analfía R. Giussi, Emiliano J. Di Marco, Anabela Zavatteri y Otto C. Wöhler

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero

### Resumen

La merluza de cola, *Macruronus magellanicus*, se distribuye ampliamente en el Mar Argentino considerándose un único efectivo pesquero. De hábito demersal pelágico y adaptable a distintas condiciones oceanográficas, puede ser capturada con altos rendimientos en distintas latitudes y profundidades. Si bien se han realizado algunos estudios para conocer la variabilidad poblacional, aún no se ha concluido al respecto por lo que se requiere la continuidad de investigaciones de esa índole que contribuyan a realizar el manejo sustentable de la pesquería con mayor certeza.

Se trata de una especie cuyas edades máximas rondan los 13 años, aunque se han detectado esporádicamente algunos individuos más longevos. A pesar de ello y dada su baja frecuencia, se considera, a los efectos de la evaluación de abundancia, un grupo que reúne las edades mayores de 11 años. Con una elevada tasa de crecimiento durante los primeros años de vida, alcanza la edad de primera madurez superados los 3 años de edad, a la vez que tiene la mitad del tamaño máximo que poseen los individuos más longevos.

La evolución de la capturas de merluza de cola ha sido variable en el período considerado. Durante los años '80, los desembarques fueron bajos, incrementándose abruptamente hacia finales de la misma década, cuando la operatividad de buques de bandera extranjera se materializó mediante la implementación de los Acuerdos Marco. A la finalización de los mismos, las capturas totales decayeron para aumentar, luego, hasta los máximos niveles registrados entre los años 1998 y 2004. Actualmente, aunque los desembarques son relativamente elevados, se observa un leve decrecimiento. Se han incorporado correcciones en la estadística pesquera a los efectos de contar con valores más certeros de las capturas totales anuales.

En el comienzo de la pesquería el manejo de la misma se realizaba mediante el establecimiento de un valor de captura máxima permisible accesible para toda la flota que operaba sobre el recurso. A partir del año 2010, se estableció el sistema de Cuotas Individuales Transferibles, instrumento mediante el cual la Autoridad de Aplicación otorga un porcentaje de la captura total permisible a las empresas armadoras que participan de la pesquería.

La estimación de la abundancia del efectivo se realizó mediante la aplicación de un modelo de producción de biomasa estructurado por edades de carácter prospectivo, considerando las capturas históricas y las proporciones de edades que conforman las mismas. Se consideró que el efectivo se encontraba en estado de no equilibrio al inicio del período. Los reclutamientos fueron estimados por el modelo, incluyéndose errores representados mediante los desvíos respecto del estimado del valor medio del reclutamiento. Para el ajuste del modelo fueron utilizados el índice de abundancia relativo y la proporción de individuos de edad 3 obtenidos en las campañas de evaluación estival y las capturas comerciales, además de considerar dos períodos de reclutamiento. Si bien este modelo guarda relación con los realizados en años anteriores en cuanto a los datos (incorporándose los correspondientes al año 2011), la metodología empleada es diferente, aunque los resultados y las tendencias de las estimaciones permiten arribar a conclusiones similares, aportando mayor confiabilidad para establecerlo como base en los futuros estudios.

Fueron planteados distintos modelos en los cuales se consideró la incertidumbre en la estimación de la abundancia al comienzo del período analizado y respecto de la mortalidad natural sufrida por el efectivo. Como resultados de todos ellos, se observó la misma tendencia en la evolución de la biomasa y al comparar entre aquellos, aun cuando las discrepancias en la biomasa inicial fueran mayores al 40%, las diferencias en los valores finales de dicha biomasa resultarían del orden del 17%. De acuerdo con los resultados obtenidos, la Biomasa Total correspondiente al año 2011 se hallaría entre 843 mil y 1,13 millones de t y la Biomasa Reproductiva entre 410 y 580 mil t.



La tendencia de ambas fue relativamente cíclica, siendo los valores actuales algo más elevados a los estimados al inicio del período evaluado, luego de haber sido máximos entre los años 1995 a 2003.

En todas las observaciones, la tendencia de los reclutamientos estimados evidenció dos períodos, el primero más estable y el segundo variable con mayores valores medios. Éstos sirvieron para establecer los escenarios de reclutamientos futuros considerados en el análisis de riesgo y así estimar capturas biológicamente aceptables en el corto y mediano plazo.

Se realizaron proyecciones a corto y mediano plazo considerando dos escenarios basados en distintos supuestos acerca de los niveles de reclutamiento futuros. Uno de ellos se construyó considerando todo el período analizado, excepto los dos últimos años (1985-2009; Escenario 1), y el otro incluyó los estimados durante la última parte del mismo (1995-2009; Escenario 2). Además, en ambos casos se consideraron como objetivos de manejo valores de Biomasa Reproductiva Límite entre 380 mil y 500 mil toneladas, dependiendo de los resultados de los modelos. Los niveles de extracción correspondientes a la Captura Biológicamente Aceptable (CBA) proyectada para el año 2013, con 10% de riesgo de no cumplir con los objetivos planteados, se estimaron entre 44 mil y 94 mil toneladas, dependiendo del objetivo de manejo elegido y del escenario que se considere más probable. Tanto la evolución de la Biomasa Total como de la Biomasa Reproductiva en el mediano plazo evidenciarían una tendencia creciente, bajo las proyecciones basadas en ambos escenarios.

En base a los resultados obtenidos sería conveniente que las capturas totales efectivas para el año 2013 no superen las 90 mil toneladas.

## Introducción

Los recursos ícticos patagónicos han estado dominados por la merluza de cola, *Macrurus magellanicus*, cuya abundancia en el Océano Atlántico, al sur de los 45°S, donde habita en aguas templado - frías de la corriente de Malvinas, ha sido la máxima. Sus características biológicas, principalmente su capacidad adaptativa y oportunista, y la ausencia de competidores, han permitido el aprovechamiento de nichos ecológicos y el aumento del tamaño de la población entre 1995 y 2003.

La pesquería se inició a comienzos de la década del '80, y la gran operatividad de buques extranjeros principalmente buques rusos y búlgaros (Wöhler *et al.*, 1999a), que operaban en virtud de acuerdos internacionales, incrementaron las capturas hasta las 145 mil toneladas durante 1988. Esta etapa fue seguida por un período en el cual los desembarques promediaron unas 40 mil t/año que se extendió entre 1990 y 1997. A partir del año siguiente el aumento de las declaraciones fue notorio, destacándose los años 2000 y 2006, pues las capturas alcanzaron el máximo histórico de 168 mil toneladas.

Las primeras estimaciones de la biomasa poblacional de la merluza de cola que se han realizado empleando el método de área barrida, datan de finales de la década del '60, cuando, en su mayoría, no abarcaban el área de distribución total de la especie (Bellisio & López, 1973; Otero *et al.*, 1981, 1982; Cordo, 1987). La relevancia de la merluza de cola en el ecosistema y la presión pesquera incipiente motivaron estudios más profundos, es decir establecer una época y delimitar un área, lo más extensa posible para la estimación absoluta de la abundancia, mediante la realización de campañas de investigación. Estos estudios, cuya serie se inició en 1992 y se continúa hasta la actualidad casi en forma ininterrumpida, permitieron estimar índices de abundancia que son utilizados para los ajustes de los modelos de evaluación de la abundancia del efectivo (Wöhler *et al.*, 1999b; Giussi *et al.*, 2002 a, 2008).

Desde el año 1997 la abundancia del recurso ha sido estimada mediante técnicas indirectas de evaluación como el APV (Análisis de la Población Virtual) o los análisis de cohortes tradicional (Prenski *et al.*, 1997; Wöhler *et al.*, 1999a, 1999c, 2000, 2001, 2002; Wöhler & Hansen, 2003; Wöhler & Giussi, 2004; Giussi & Wöhler, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009) y modificado (Giussi *et al.*, 2011).

La evaluación de la abundancia de la merluza de cola se realizó empleando un modelo estructurado por edades, implementado en la plataforma de trabajo AD Model Builder (Fournier *et al.*,

2012), que permite ajustar modelos estadísticos no lineales de manera rápida, poderosa y sencilla. De esta manera ha permitido realizar una mejor modelización de los datos y obtener estimaciones más precisas de los parámetros y de sus perfiles de verosimilitud.

El período analizado se extendió entre los años 1985 y 2011 y se realizó con los datos de la estructura poblacional y de las capturas obtenidas por la flota que opera sobre el recurso, empleándose la información proveniente de las campañas de investigación iniciadas en 1992 y de la estructura del efectivo pesquero como índices para el ajuste. Se estimó el estado actual de explotación del efectivo y se analizó su evolución teórica ante supuestos acerca de los futuros niveles de reclutamiento y tasas de explotación, recomendándose capturas máximas biológicamente aceptables para el año 2013.

## Materiales y métodos

### 1. Datos básicos

#### 1.1.- Capturas totales anuales

La información de las capturas totales de merluza de cola obtenidas por año y por flota (Tabla 1, Figura 1), se extrajo de las estadísticas de la FAO (1995a) para la primer parte del período analizado y de las estadísticas oficiales de la República Argentina que recientemente fueron recopiladas por varios autores (Gorini *et al.*, 2003; 2006; 2007; Gorini *et al.*, 2012) para los últimos años del análisis. Las capturas nominales de las embarcaciones argentinas se corrigieron atendiendo a los criterios de estimación de subdeclaración y descarte incluidos hasta el año 2008 por Giussi Wöhler (2009) y agregándose las correcciones correspondientes a los dos últimos años (Sánchez & Giussi, 2011; Marí & Giussi, 2011, 2012). También se incluyó la información correspondiente a las capturas de buques extranjeros que operan en el Mar Argentino.

Cabe destacar, que a los efectos de poder elaborar las proyecciones de captura futuras, se realizó una estimación de la captura correspondiente al año 2012 con aquellas declaradas a la Autoridad de Aplicación hasta el mes de octubre, adicionándosele proporcionalmente la que podría ser obtenida hasta la finalización del año calendario en base a la operatividad histórica de las distintas flotas que operan sobre el recurso.

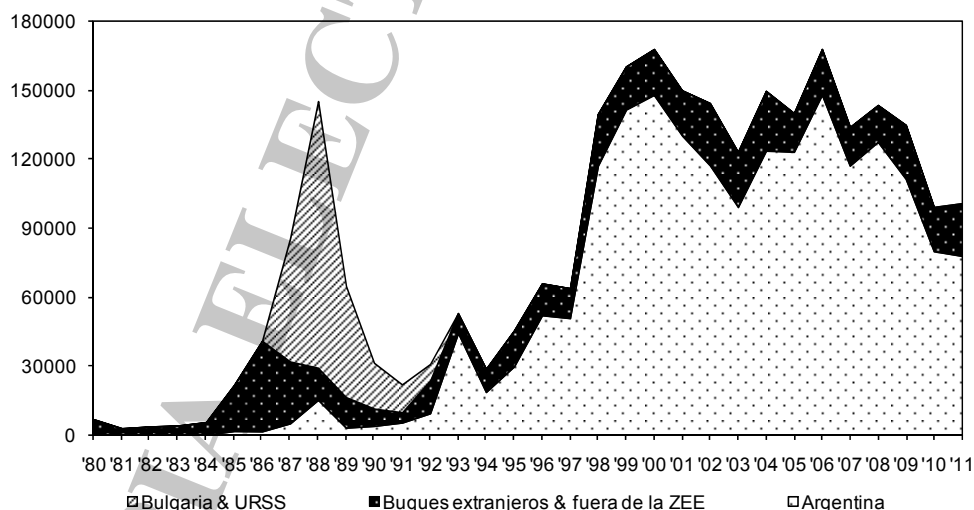


Figura 1. Capturas totales anuales de merluza de cola en el Atlántico Sudoccidental. Período 1980-2011.

Tabla 1. Capturas totales anuales (expresadas en toneladas) de merluza de cola obtenidas en el Atlántico Sudoccidental y Capturas Máximas Permisibles (CMP) establecidas por la Autoridad de Aplicación Argentina. \*Captura estimada.



Año	Flota Argentina	Flota Extranjera	Captura total	CMP
1985	1.602	20.061	21.663	-
1986	1.452	39.443	40.895	-
1987	4.925	80.680	85.605	-
1988	15.212	130.128	145.340	-
1989	3.033	59.182	62.215	-
1990	3.840	26.012	29.852	-
1991	5.289	16.677	21.966	-
1992	9.335	21.381	30.716	-
1993	44.382	11.866	56.248	150.000
1994	18.640	9.922	28.562	200.000
1995	29.779	15.805	45.584	160.000
1996	52.090	13.622	65.712	175.000
1997	50.826	12.379	63.205	180.000
1998	117.464	21.931	139.395	175.000
1999	141.795	18.692	160.487	260.000
2000	148.218	19.813	168.031	300.000
2001	130.588	19.471	150.059	230.000
2002	117.489	26.970	144.459	230.000
2003	99.344	23.815	123.159	230.000
2004	123.879	25.904	149.784	200.000
2005	123.429	16.721	140.150	200.000
2006	148.277	19.761	168.038	200.000
2007	117.384	16.669	134.053	189.000
2008	127.745	15.902	143.646	189.000
2009	111.528	23.403	134.931	170.000
2010	80.001	19.227	99.228	150.000
2011	77.979	22.864	100.843	150.000
2012	55.073*	18.135*	73.208*	140.000

### 1.2.- Captura por edad

Fueron considerados los porcentajes de individuos por edad entre los años 1985 a 2011 (Figura 2). Las capturas por edad correspondientes al período 1985-2010 se basaron en aquellas indicadas por Giussi *et al.* (2011), actualizándose las del último año a partir de la estructura de edades estimada por Abachian *et al.* (2012) y de la distribución de frecuencias de longitudes de las capturas comerciales a partir de las muestras de los observadores embarcados en los buques comerciales (Marí *et al.*, 2012).

### 1.3.- Peso medio por edad

Los pesos medios por edad empleados para la aplicación del análisis secuencial (Tabla 2) provinieron de datos obtenidos de los cruceros de investigación (Giussi, 2004; Giussi & Abachian, 2004, 2005, 2006; Abachian & Giussi, 2007, 2009) y por los observadores a bordo de los buques pesqueros comerciales (Zavatteri *et al.*, 2011) calculados al comienzo de cada año.

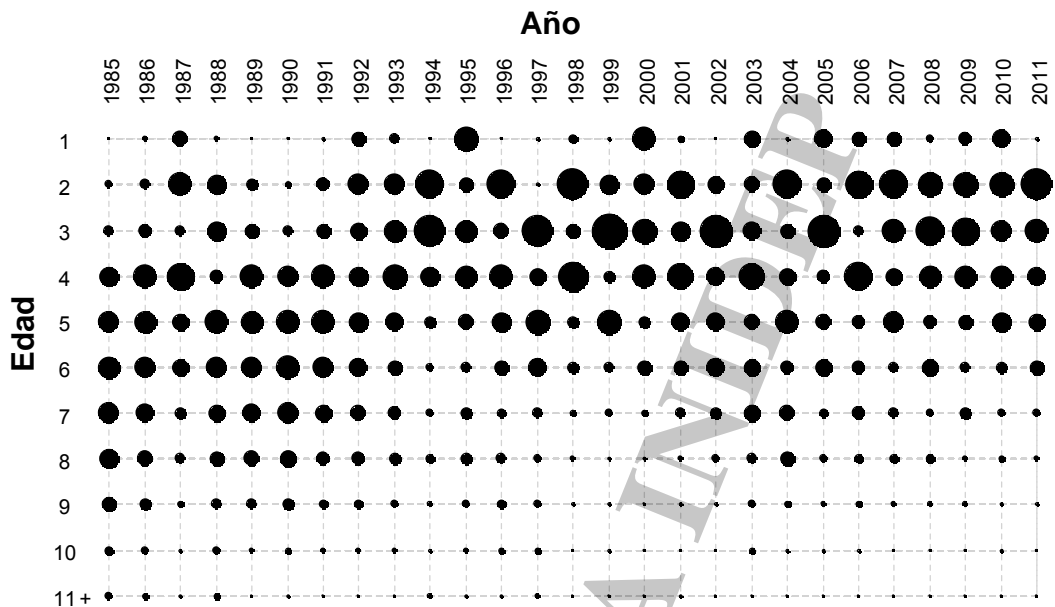


Figura 2. Porcentajes de individuos por edad por año capturados por la flota.

Tabla 2. Peso medio por edad (kg) al comienzo del año.

Año	Edad										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+
1985-1989	0,116	0,231	0,526	0,651	0,900	1,119	1,374	1,520	1,693	1,999	2,175
1990-1992	0,133	0,296	0,499	0,709	0,902	1,074	1,201	1,334	1,430	1,524	1,580
1993	0,170	0,304	0,495	0,735	0,982	1,125	1,200	1,395	1,486	1,580	1,856
1994	0,114	0,275	0,572	0,852	1,056	1,331	1,433	1,534	1,740	1,969	2,208
1995	0,139	0,313	0,530	0,753	0,968	1,163	1,326	1,465	1,568	1,671	1,750
1996-1997	0,140	0,303	0,513	0,740	0,967	1,181	1,377	1,551	1,703	1,833	1,993
1998	0,163	0,312	0,497	0,701	0,909	1,115	1,310	1,493	1,660	1,811	2,006
1999-2000	0,130	0,271	0,455	0,659	0,868	1,072	1,263	1,437	1,594	1,732	1,903
2001-2002	0,180	0,320	0,509	0,727	0,916	1,154	1,310	1,628	1,659	1,682	2,045
2003	0,175	0,361	0,502	0,653	0,796	0,920	1,008	1,185	1,351	1,513	2,319
2004	0,198	0,316	0,533	0,715	0,849	0,991	1,079	1,162	1,299	1,427	2,359
2005	0,180	0,333	0,473	0,666	0,841	0,934	1,099	1,158	1,076	1,292	1,923
2006	0,163	0,319	0,500	0,658	0,815	1,014	1,091	1,197	1,326	1,364	1,762
2007-2008	0,144	0,351	0,481	0,701	0,899	1,112	1,271	1,332	1,407	1,417	1,929
2009	0,136	0,342	0,549	0,798	1,012	1,214	1,321	1,524	1,609	1,782	2,103
2010-2011	0,154	0,335	0,575	0,770	0,984	1,192	1,367	1,493	1,606	1,707	1,987

#### 1.4.- Madurez sexual por edad

Las proporciones de individuos maduros por grupo de edad (Tabla 3) durante el período 1985-2005 se tomaron de Giussi & Wöhler (2006) y para los años 2006 y 2009 se estimaron con los datos colectados durante las campañas de investigación estival realizadas (Giussi & Abachian, 2006; Abachian & Giussi, 2009). Los resultados correspondientes a las ojivas de madurez coincidieron en estimar valores de edad de primera maduración sexual cercanos a los 3 años, compatibles además con la serie analizada por Giussi & Wöhler (2001).



Tabla 3. Proporción de individuos maduros sexualmente en función de la edad.

AÑO / EDAD	1985 - 1996	1997	1998	1999 - 2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007 - 2008	2009 - 2011
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,01	0,05	0,00	0,03	0,07	0,04	0,16	0,05	0,04	0,13	0,08	0,06
3	0,29	0,30	0,35	0,14	0,33	0,22	0,51	0,34	0,20	0,34	0,28	0,41
4	0,88	0,63	0,62	0,66	0,72	0,5	0,77	0,76	0,67	0,55	0,65	0,9
5	0,99	0,89	0,89	0,88	0,84	0,94	0,9	0,91	0,89	0,69	0,9	0,96
6	1	0,95	0,95	0,95	0,96	0,99	0,98	0,97	0,94	0,93	0,98	0,98
7-11+	1	1	1	1	0,97	1	1	1	1	1	1	0,99

### 1.5.- Índices de abundancia

Los índices de abundancia empleados para el ajuste del modelo de evaluación de merluza de cola, provinieron de las campañas de investigación estival diseñadas para la evaluación de la especie en latitudes que abarcan desde los 45° S a los 55° S, y profundidades comprendidas entre 50 y 400 m. Dichas campañas fueron llevadas a cabo en 1987 y, luego en forma anual, desde el año 1992 hasta 2009 (con excepción de 1996, 2002, 2007 y 2008). Uno de los índices considerado fue la serie de densidad de la abundancia ( $t/mn^2$ ) estimadas por área barrida y el otro correspondió a la proporción del grupo de edad 3 (Tabla 4).

Tabla 4. Índices de abundancia utilizados en el ajuste del modelo. Índice 1: densidad de la abundancia ( $t/mn^2$ ) Índice 2: proporción de individuos de edad 3 en los cruceros de investigación.

Año	1987	1992	1993	1994	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2003	2004	2005	2006	2009
Índice 1:	15,06	14,88	14,40	8,861	14,07	19,99	24,51	24,16	24,30	24,07	19,09	20,21	21,59	13,26	14,21
Índice 2:	0,051	0,162	0,264	0,212	0,445	0,574	0,100	0,613	0,363	0,306	0,241	0,134	0,678	0,074	0,446

## 2. Modelo de evaluación

La dinámica poblacional de la merluza de cola fue modelada mediante un modelo de evaluación de abundancia estructurado por edades. El mismo fue implementado en la plataforma de trabajo AD Model Builder (Fournier, 2011), que facilita el empleo de técnicas de estimación no lineales en los parámetros de un modelo. En esta plataforma fueron programadas la dinámica poblacional y las ecuaciones de verosimilitud que involucraron los índices de proporcionalidad y de abundancia, según correspondiera (Anexo 1).

La incertidumbre de los parámetros del modelo fue evaluada mediante la construcción de los perfiles de verosimilitud.

Se establecieron una serie de supuestos al inicio del período analizado en base a conocimientos que se poseían de la especie (Giussi & Whöler, 2009). Se consideró que la población de merluza de cola se hallaba en un estado inicial ( $t=1985$ ) de no equilibrio, con pesca incipiente, calculado a partir de un reclutamiento medio inicial ( $R_0$ ) y de las desviaciones de la estructura inicial ( $devEo_i$ ) desde el grupo de edad  $i=2$  hasta el grupo de edad "plus"  $i=11+$  en adelante, parámetros a ser estimados en el modelo.

$$N_{1,1985} = R_0$$

$$N_{i+1,1985} = N_{i,1985} e^{-M_{i,1985} - F_{i,1985}} \cdot devEo_{i+1} \quad \text{para } i=1, \dots, 9$$

$$N_{11+,1985} = \left( N_{10,1985} e^{-M_{10,1985} - F_{10,1985}} + N_{11+,1985} e^{-M_{11+,1985} - F_{11+,1985}} \right) \cdot devEo_{11+}$$



Los reclutamientos siguientes,  $R_t$ , (para los años  $t=1986, \dots, 2011$ ) fueron estimados en el modelo implícitamente, a partir de un vector de desvíos aleatorios ( $devR_t$ ) con distribución log-normal respecto del  $R_0$ , sin tener en cuenta ninguna relación preestablecida con el efectivo reproductor:

$$N_{1,t} = R_0 \cdot devR_t \text{ para } t=1986, \dots, 2011$$

Para la estimación del número de individuos por edad,  $i$  y por año,  $t$ , fueron empleadas las siguientes ecuaciones, estando comprendidos los grupos de edad 2 a 11+, incluyéndose en este último grupo *plus* todos los individuos de 11 años y mayores.

$$N_{i+1,t+1} = N_{i,t} e^{-M_{i,t} - F_{i,t}} \text{ para } i=2, \dots, 10 \text{ y } t=1985, \dots, 2011$$

$$N_{11+,t+1} = N_{10,t} e^{-M_{10,t} - F_{10,t}} + N_{11+,t} e^{-M_{11+,t} - F_{11+,t}} \text{ para } t=1985, \dots, 2011$$

donde

$N_{i,t}$  es el número de individuos de edad  $i$  en el tiempo  $t$

$M_{i,t}$  es la tasa instantánea de mortalidad natural de edad  $i$  en el tiempo  $t$

$F_{i,t}$  es la tasa instantánea de mortalidad por pesca de edad  $i$  en el tiempo  $t$

El vector de tasas instantáneas de mortalidad natural ( $M$  para las edades 1, ..., 11+ y los años  $t=1985, \dots, 2011$ ) se asumió constante para todos los tiempos y edades. La mortalidad por pesca,  $F$ , fue calculada partir del producto entre la ojiva de selectividad,  $S$  (curva logística), y la componente anual de la tasa instantánea de mortalidad por pesca ( $f_t$ ), estimada como parámetro del modelo:

$$F_{i,t} = f_t \cdot S_i, \text{ siendo } S_i = \left(1 + e^{-\log(19)(i-i_{50})/d}\right)^{-1} \text{ para } i=1, \dots, 11+ \text{ y } t=1985, \dots, 2011$$

donde  $i_{50}$  y  $d$  corresponden a los parámetros de la curva logística a ser ajustados.

Las capturas por edad y año,  $C_{i,t}$ , se calcularon resolviendo la ecuación de captura de Baranov (1918):

$$C_{i,t} = \frac{F_{i,t}}{M_{i,t} + F_{i,t}} (1 - e^{-M_{i,t} - F_{i,t}}) N_{i,t}, \text{ para } i=1, \dots, 11+ \text{ y } t=1985, \dots, 2011$$

El período completo de evaluación contempló 27 años ( $t=1985, \dots, 2011$ ). Fueron ajustadas dos patrones de selección dividiendo el período completo en dos partes (1985-1992; 1993-2011) a los efectos de obtener un mejor ajuste de la estructura de edades presentes en las capturas.

El índice correspondiente a la densidad de la abundancia, se relacionó con la biomasa anual estimada mediante la siguiente ecuación:

$$I_{camp} = q_{camp} \cdot B + \varepsilon_t$$

donde  $I_{camp}$  es la densidad de la biomasa estimada ( $t/mn^2$ ),  $q_{camp}$  es el factor de capturabilidad,  $B$  es la biomasa anual estimada y  $\varepsilon_t$  es el error de tipo aditivo en cada año  $t$ .

El período completo de evaluación contempló 27 años ( $t=1985, \dots, 2011$ ), se mantuvo único para los ajustes de las proporciones de edades y los índices de abundancia, mientras que se dividió en dos partes (1985-1992; 1993-2011) para los ajustes correspondientes a los errores o desvíos de los reclutamientos, a las ojivas de selección y a la evolución de las capturas.

Las funciones de verosimilitud asociadas con distribuciones específicas, multinomial o logarítmica según correspondiera de acuerdo a cada tipo de variable o índice considerado, contribuyeron a una función objetivo total a ser minimizada en el modelo (Tabla 5).



Tabla 5. Contribuciones parciales a la verosimilitud total. Se indican las distribuciones y funciones de log-verosimilitud asociadas a cada variable o índice considerados para el ajuste del modelo. Se muestran, también, el número efectivo de datos utilizados (n) y la desviación estándar ( $\sigma$ ) de cada variable o índice.

Variable/índice	Distribución	Función de log-verosimilitud negativa	n	$\sigma$
Desvíos de reclutamientos (1er. período)	Log-normal	$-LL_{R_1} = \frac{1}{2 \cdot \sigma_{R_1}^2} \sum_{t=1986}^{1992} (\ln(devR_t))^2$	-	0,1
Desvíos de reclutamientos (2do. período)	Log-normal	$-LL_{R_2} = \frac{1}{2 \cdot \sigma_{R_2}^2} \sum_{t=1993}^{2011} (\ln(devR_t))^2$	-	0,8
Capturas totales anuales en peso (t) (1er. período)	Log-normal	$-LL_{C_1} = \frac{1}{2 \cdot \sigma_{C_1}^2} \sum_{t=1985}^{1992} (\ln C_t - \ln \hat{C}_t)^2$	-	0,1
Capturas totales anuales en peso (t) (2do. período)	Log-normal	$-LL_{C_2} = \frac{1}{2 \cdot \sigma_{C_2}^2} \sum_{t=1993}^{2011} (\ln C_t - \ln \hat{C}_t)^2$	-	0,1
Proporciones por edad en la captura (1er. período)	Multinomial	$-LL_{propC_1} = -n_{propC_1} \cdot \sum_{t=1985}^{1992} \sum_{i=1}^{k+} p_{i,t} \cdot \ln \hat{p}_{i,t}$	50	-
Proporciones por edad en la captura (2do. período)	Multinomial	$-LL_{propC_2} = -n_{propC_2} \cdot \sum_{t=1993}^{2011} \sum_{i=1}^{k+} p_{i,t} \cdot \ln \hat{p}_{i,t}$	100	-
Índice de abundancia relativa de Campaña (Densidad en t/mn <sup>2</sup> )	Log-normal	$-LL_{Dcamp} = \frac{1}{2 \cdot \sigma_{Dcamp}^2} \sum_{t_{Camp}=1}^{T_{Camp}} (\ln I_{t_{Camp}} - \ln(q_{Camp} \cdot B_{t_{Camp}}))^2$	-	0,1
Proporción de edad 3 respecto de 3 en delante de Campaña	Multinomial	$-LL_{p3Camp} = -n_{p3Camp} \cdot \sum_{t_{Camp}=1}^{T_{Camp}} \sum_{i=3}^{k+} p_{i,t_{Camp}} \cdot \ln \hat{p}_{i,t_{Camp}}$	100	-

Se estimaron, entonces los parámetros, y sus correspondientes perfiles de distribución (normal y de verosimilitud) para evaluar la coherencia respecto del modelo planteado y de los datos observados. También se construyeron los perfiles de verosimilitud de los valores estimados a partir de los cuales se genera el estado inicial de la población para las proyecciones a corto-mediano plazo.

Debido a la gran incertidumbre de las condiciones de la población al inicio del período analizado, se resolvió efectuar modificaciones en el modelo original, referidas al valor de la mortalidad natural y a la biomasa correspondiente al año 1985.

### 3. Puntos biológicos de referencia

La Captura Biológicamente Aceptable (CBA) estimada tuvo como objetivo establecer un punto de referencia límite que permitiera la seguridad biológica de la especie. Partiendo del vector estado poblacional que surgió del modelo de evaluación para el último año (2011), y considerando una mortalidad por pesca de referencia correspondiente al año siguiente (2012), obtenida a partir de la estimación de la captura total, se trató de mantener a la población en un nivel tal que el riesgo biológico de sobreexplotación fuera igual al 10%. Se consideraron dos valores de Biomasa Reproductiva Límite (BRL) que produjeran dos escenarios de reclutamientos futuros similares a los promedios históricos (1985-2009) y a los años más recientes (1995-2009).

### 4. Proyección del estado poblacional y análisis de riesgo

El vector estado poblacional derivado del modelo de evaluación empleado fue la base para realizar las simulaciones que proyectaron el estado de la población a futuro (mediano plazo) y medir el riesgo biológico asociado a la aplicación de distintas estrategias de explotación

Como patrón de selección por edad se utilizó el que surgió del modelo de evaluación para el último año del análisis y la mortalidad por pesca relativa a la edad 5 (considerada como la edad totalmente reclutada al área y arte de pesca).

De forma similar a lo realizado en análisis anteriores (Wöhler & Hansen, 2003; Giussi *et al.*, 2008), se introdujeron como datos de entrada al modelo de proyección la incertidumbre en la

estimación de la biomasa total a comienzos de 2011 (desviación estándar), y la correspondiente a los reclutamientos, obtenida como los valores extremos de la serie estimada. En relación a éstos, se propusieron dos posibles escenarios: uno en el cual los futuros reclutamientos se comportarían como aquellos estimados desde el comienzo del período incluido en el estudio (1985-2009) y en el otro, lo harían como los obtenidos más recientemente (1993-2009).

Las simulaciones se realizaron aplicando la estrategia de explotación de mantener la mortalidad por pesca constante por cinco años a partir de 2012. El procedimiento se repitió 500 veces obteniéndose, para cada año  $t$ , las medias aritméticas y los desvíos estándar de la biomasa poblacional ( $B$ ), de los reproductores ( $BR$ ), y de la captura ( $C_t$ ).

## Resultados Obtenidos

Considerar dos etapas en el período analizado en la evaluación de la abundancia de la merluza de cola condujo a obtener un modelo estadístico ajustado con buenas aproximaciones a los datos observados. Los índices de abundancia obtenidos de los cruceros de investigación evidenciaron un buen ajuste, más marcado en la segunda mitad del período analizado. (Figura 3).

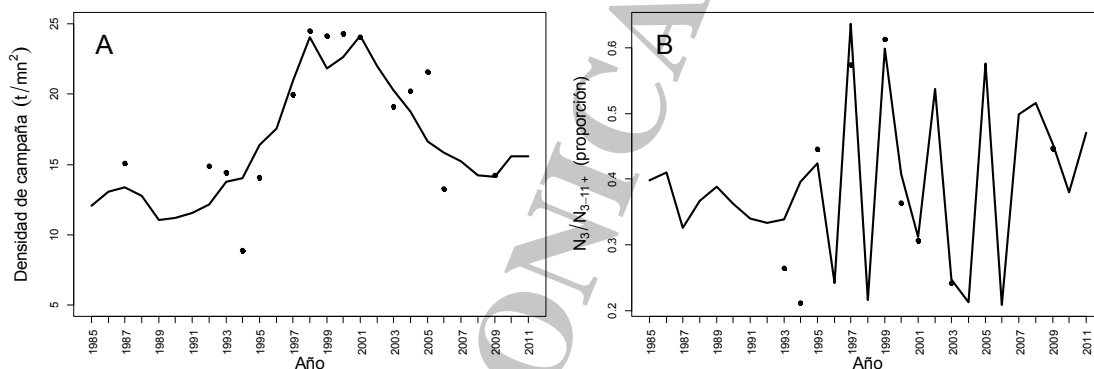


Figura 3. Ajuste de los índices de abundancia. **A)** abundancia relativa  $t/mn^2$ , **B)** proporción de ejemplares de edad 3.

En el caso particular de estimar dos patrones de selección (Figura 4), la proporción por edades de las capturas comerciales (Figura 5) evidenció un buen ajuste, principalmente en el segunda parte del período, a partir del año 1993, dado que se observó una mayor presencia de individuos juveniles. La edad de primera captura para la primera época correspondió a 5 años y la de la segunda a los 2 años, aproximadamente.

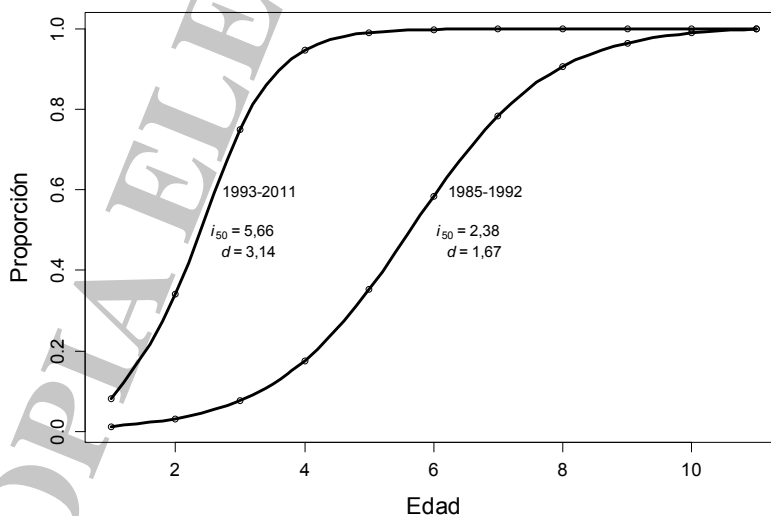


Figura 4. Ojivas de selección ajustadas en el modelo planteado.

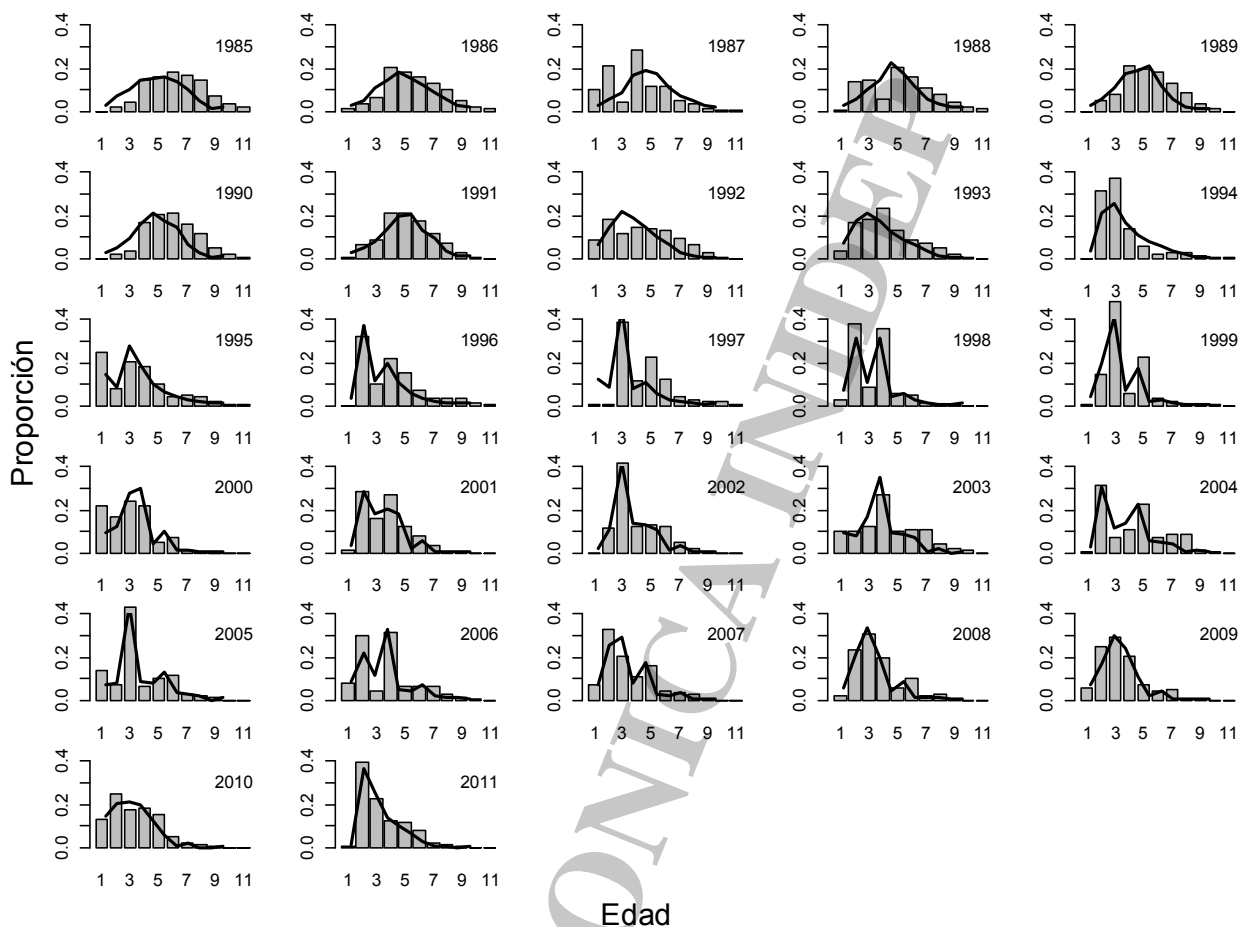


Figura 5. Proporción por grupo de edad por año observada (barra) y ajustada al modelo (línea).

La biomasa total (B) correspondiente al año 2011 fue estimada en 843 mil toneladas. La tendencia general se mantuvo ligeramente creciente a pesar de mostrar disminución a partir del año 2002, luego de haberse observado las mayores estimaciones (Figura 6). El valor de la biomasa actual fue un 30% mayor que la estimada al inicio del período. Las estimaciones anuales de los últimos años contienen una mayor incertidumbre asociada a los datos básicos y derivada del proceso de estimación mismo, acrecentada por la falta de índices de ajuste.

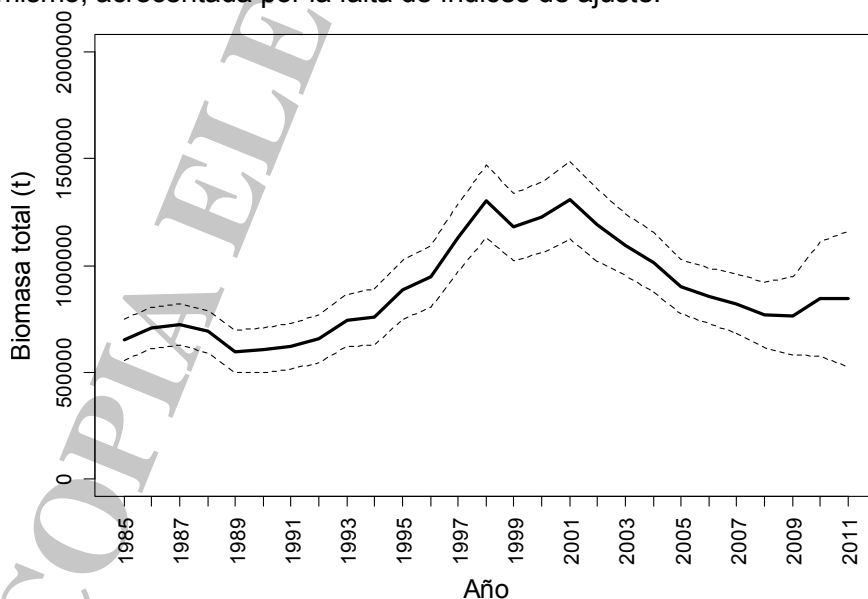


Figura 6. Biomasa total e intervalos de confiabilidad estimados mediante el modelo de evaluación.

La biomasa reproductiva (BR) fue estimada en 410 mil t, algo superior a la correspondiente al inicio del período (Figura 7). Con tendencia relativamente estable, la proporción adulta del efectivo reproductivo o en puesta respecto de la población total, osciló alrededor del 50% en todo el período evaluado, manteniéndose actualmente en ese valor. Esta relación fue máxima al comienzo de la pesquería cuando los reclutamientos eran de menor magnitud (Figura 8).

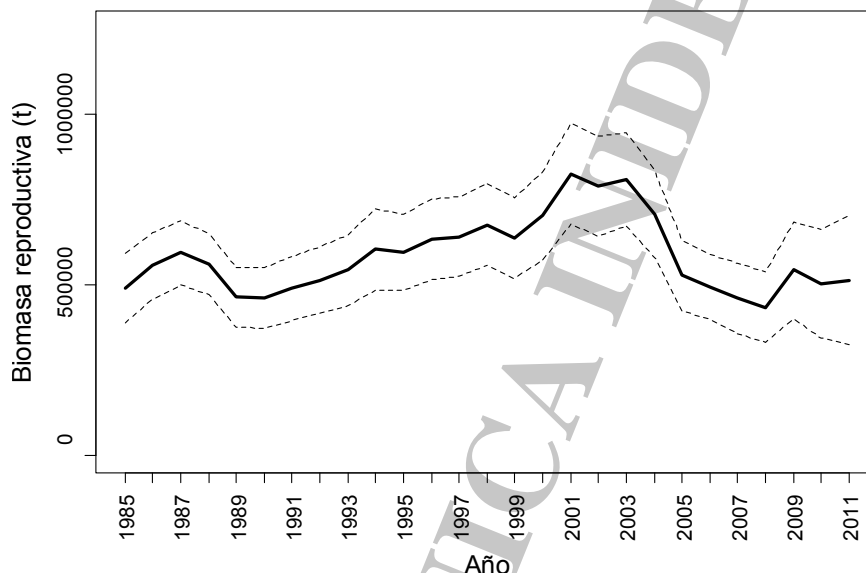


Figura 7. Biomasa Reproductiva e intervalos de confiabilidad estimados mediante el modelo de evaluación.

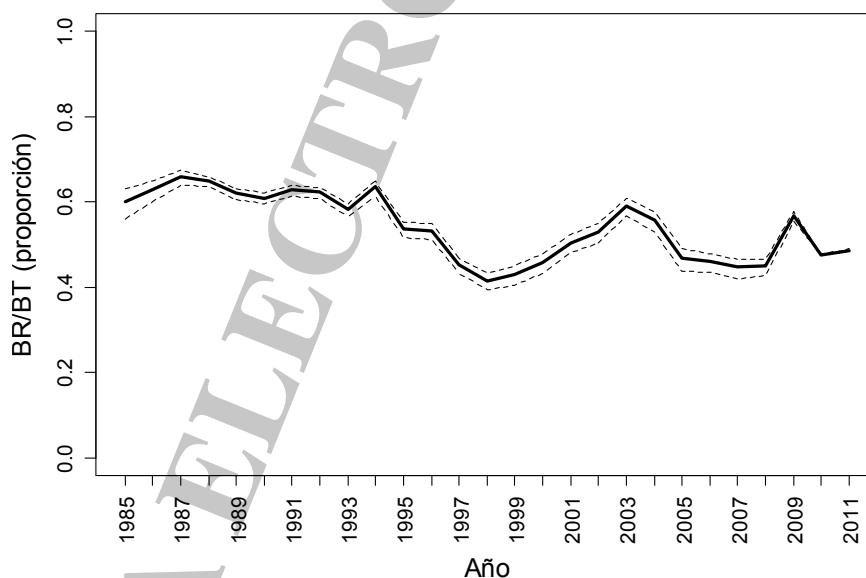


Figura 8. Proporción de Biomasa Reproductiva respecto de la Biomasa total e intervalos de confiabilidad estimados en modelo de evaluación.

La evolución de los reclutamientos evidenció dos períodos (Figura 9): uno estable, caracterizado por la baja incorporación de individuos de edad 1. El otro período, más variable, en el cual se destacaron los reclutamientos de los años 1993, 1995, 1998 y 2001. El elevado número de reclutas pertenecientes a la cohorte de 2008 haría suponer la existencia de otro reclutamiento exitoso, puesto que observaciones recientes de la estructura de edad apoyarían esta afirmación (Zavatteri *et al.*, 2010; Abachián *et al.*, 2012). No obstante ello, y considerando las implicancias posteriores, debería confirmarse en los próximos estudios.

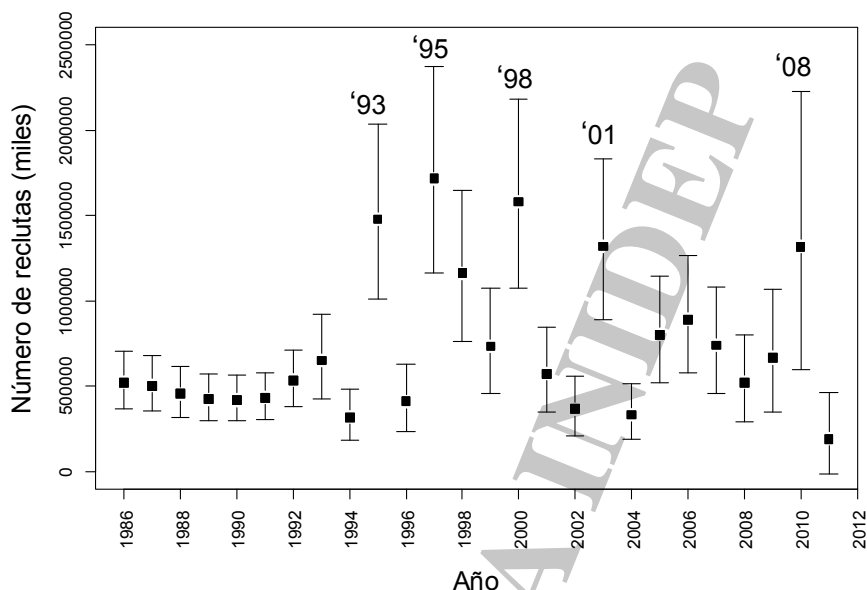


Figura 9. Estimaciones del número de reclutas a la edad de 1 año. El año indicado en cada barra corresponde a la clase anual a la cual pertenece ese número de reclutas.

La relación entre el número de reclutas y el tamaño del efectivo reproductor manifestó una enorme variabilidad (Figura 10). Los mayores aportes de reclutas provinieron de biomazas reproductivas intermedias (430 mil t a 550 mil t) aunque, dependiendo los años, también produjeron bajos reclutamientos.

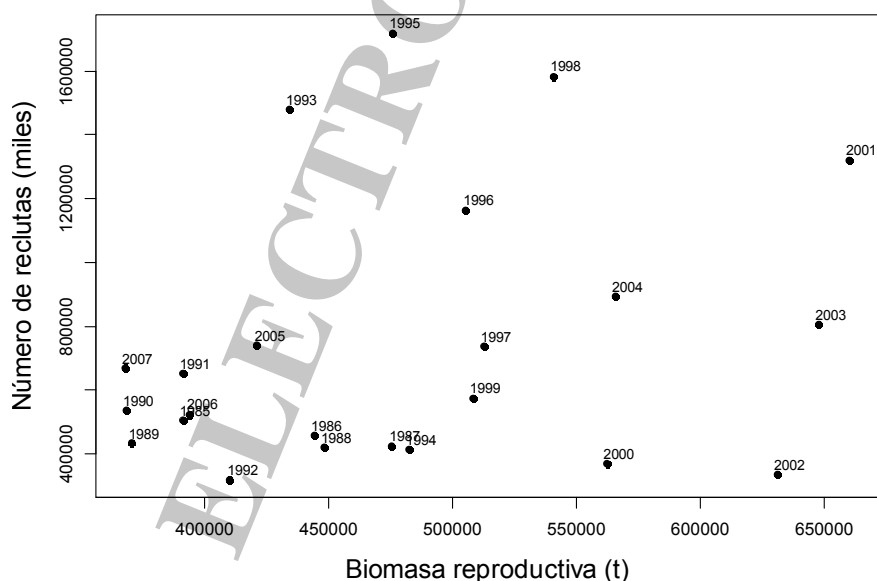


Figura 10. Relación entre el tamaño del efectivo reproductor y el número de reclutas a la edad de 1 año. El año indicado en cada punto corresponde a la clase anual o cohorte.

Las cohortes más exitosas, mencionadas anteriormente, así como su contribución anual, pudieron identificarse a partir de las estimaciones del número de individuos por grupo de edad resultantes del modelo de evaluación (Figura 11).

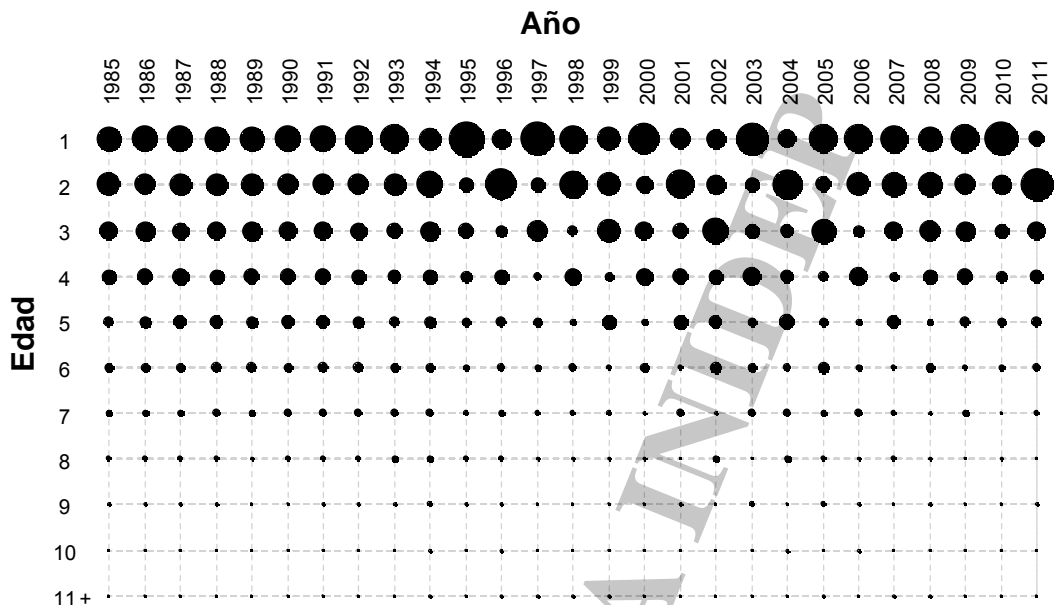


Figura 11. Proporción de individuos por edad resultante del modelo de evaluación.

Los perfiles de verosimilitud de los parámetros y de las variables estado estimados aportaron mayor certeza al resultado obtenido, puesto que en ningún caso se evidenciaron anomalías que indicaran la necesidad de cambios sustanciales. La estimación del número de reclutas inicial ( $R_0$ ), las biomazas total ( $B_{2011}$ ) y reproductiva ( $BR_{2011}$ ) del último año, a modo de ejemplo, afirman la estabilidad de los resultados (Figura 12).

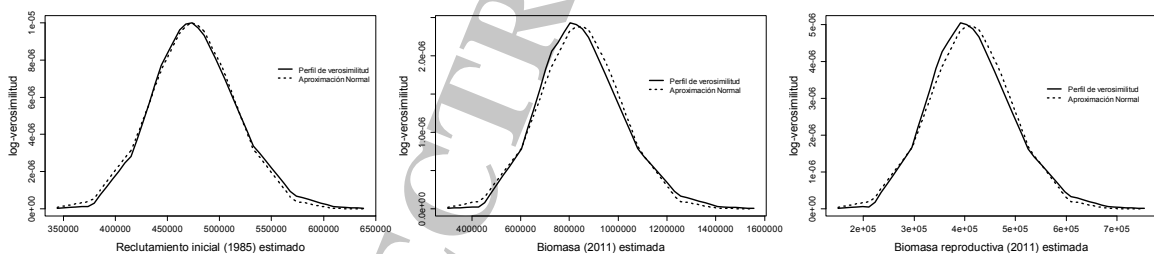


Figura 12. Perfiles de verosimilitud y aproximación normal de los parámetros estimados de reclutamiento inicial ( $R_0$ ), biomasa total ( $B_{2011}$ ) y biomasa reproductiva ( $BR_{2011}$ ).

### Modificaciones al Modelo base

Debido a la incertidumbre observada en las estimaciones de la biomasa total en las evaluaciones de abundancia respecto de las obtenidas en años anteriores, motivadas tanto por la incorporación de nueva información como por la utilización de un modelo diferente a los empleados con anterioridad (Giussi y Wöhler, 2009; Giussi *et al.*, 2011), se resolvió verificar el efecto de cambios en distintos valores de ingreso al modelo.

El modelo base es el que se expone precedentemente, denominándose Modelo 1 y Modelo 2 a aquellos que incorporan modificaciones referidas a la Biomasa Total al inicio del período analizado (1985), la cual se fija en 1 millón de toneladas y al valor de  $M$  (Tabla 6).



Tabla 6. Valores de biomazas al inicio y al final del período considerado, y puntos biológicos de referencia límites obtenidos en los distintos modelos.

	Modelo base	Modelo 1	Modelo 2
<b>BO<sub>(1985)</sub> (t)</b>	650.988 (estimada)	1.000.000 (fija)	1.000.000 (fija)
<b>M</b>	0,35	0,35	0,30
<b>BT<sub>2011</sub> (t)</b>	842913	1134990	1071900
<b>BR<sub>2011</sub> (t)</b>	410782	582612	586755
<b>BRL (t)</b>	380-410	450-500	450-500

De los resultados obtenidos se observó que fijar el valor de la BT al inicio del período de estudio, en más de un 40% respecto del estimado por el Modelo base, generó un incremento en la biomasa estimada para el último año cercano al 20%.

Se produjo por tanto un reescalamiento de la BR, observándose que los mínimos valores de reproductores que originaron reclutamientos medios, en los Modelos 1 y 2, fueron mayores respecto del Modelo base. Esto ocasionó que se considerara otra BRL mayor a las establecidas en el Modelo base.

#### Proyección del estado poblacional y estimación de las CBAs.

Las proyecciones de la abundancia se realizaron incluyendo la ojiva de selección estimada para la última parte del período analizado, la biomasa del último año y su desvío estándar, y los valores medios, máximos y mínimos del número de reclutas de acuerdo con los dos escenarios planteados (Tabla 7), todos ellos resultantes del modelo de evaluación.

Tabla 7. Valores medios, máximos y mínimos empleados para la generación aleatoria de reclutamientos (edad 1) con distribución log-normal. Escenario 1: valores del período 1985-2009. Escenario 2: período 1995-2009.

	Escenario 1	Escenario 2
Valor medio ( $\bar{R}$ )	722.541	887.890
Valor mínimo ( $R_{\min}$ )	320.264	334.942
Valor máximo ( $R_{\max}$ )	1.718.110	1.718.110

Las  $F$  de referencia correspondientes a una probabilidad del 10% de que la biomasa de reproductores disminuyera en el mediano plazo por debajo de dos límites, 380 mil t (valor estimado al comienzo del período de estudio) y de 410 mil t (Biomasa reproductiva del último año), se estimaron entre 0,08 y 0,14, dependiendo del escenario considerado, es decir, de los supuestos de los reclutamientos futuros (Figuras 13 y 14). Los niveles de extracción resultantes del ajuste del modelo proyectado para el año 2013 se encontraron entre 49 mil t y 83 mil t.

Considerando un reclutamiento promedio igual al observado en el período 1985-2009 (Escenario 1), la CBA fue de 49 mil t, manteniendo una  $BRL$  de 410 mil t, es decir similar a la  $BR_{2011}$  (Tabla 8, Figura 13). Una disminución del valor de la  $BRL$  hasta 380 mil t, permitiría extraer 61 mil t.

Por otra parte, si los valores de reclutamiento subsiguientes fueran superiores, cercanos al promedio del período más reciente, es decir 1995-2009 (Escenario 2), las CBA podrían variar entre 73 mil t y 83 mil t, dependiendo de la elección de las  $BRL$  ya explicadas (Tabla 8, Figura 14).

Puesto que los niveles de biomasa reproductiva límites tienen valores cercanos, las variaciones en el mediano plazo para ambos escenarios de reclutamiento planteados fueron similares (Figura 15). Las tendencias de las *BT* y *BR* se manifestarían crecientes aunque en porcentajes bajos. En el Escenario 1 las *BT* se incrementarían hasta en un 20%, mientras que las *BR* lo harían hasta el 31%. En todos los casos se observaría reducción de las capturas, siendo la máxima (24%) con la mayor BRL.

Si ocurriera el Escenario 2, las *BT* podrían acrecentarse hasta el 27% y las *BR* hasta el 34%. En estos casos las capturas podrían mantenerse en los niveles actuales o aumentarse hasta el 27%.

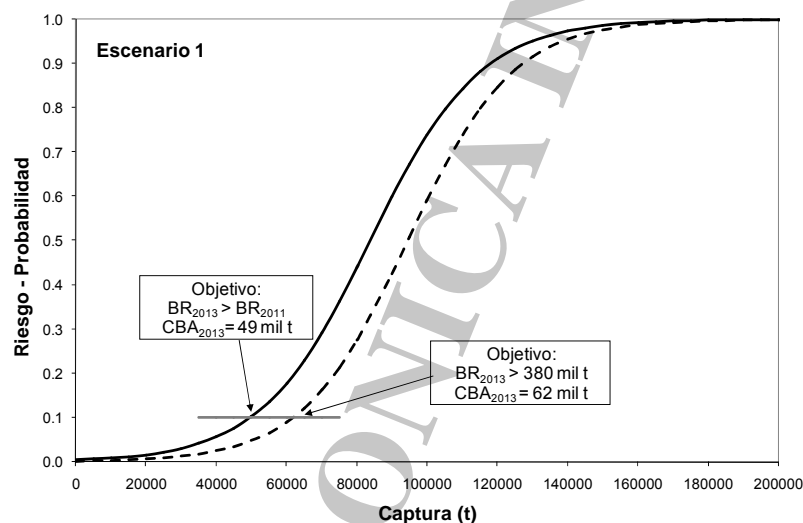


Figura 13. Curvas de riesgo derivadas de la aplicación de niveles crecientes de mortalidad por pesca a la población de merluza de cola proyectada considerando dos valores, asumiendo el reclutamiento medio del período 1985-2009 (Escenario 1). Se indican las capturas biológicamente aceptables proyectadas para el año 2013, considerando los dos niveles de biomasa reproductiva límite (*BRL*).

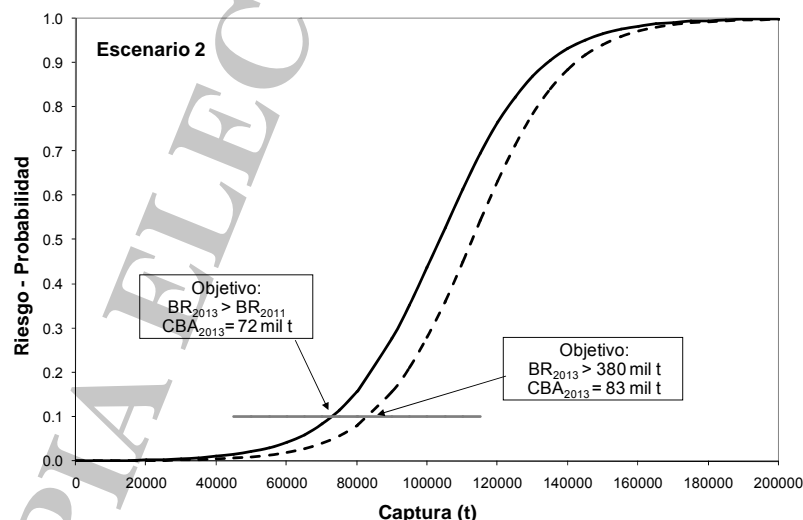


Figura 14. Curvas de riesgo derivadas de la aplicación de niveles crecientes de mortalidad por pesca a la población de merluza de cola proyectada considerando dos valores, asumiendo el reclutamiento medio del período 1995-2009 (Escenario 2). Se indican las capturas biológicamente aceptables proyectadas para el año 2013, considerando los dos niveles de biomasa reproductiva límite (*BRL*).

Tabla 8. Capturas de merluza de cola (en toneladas) proyectadas para el punto de referencia ( $CBA$ ) aplicando la mortalidad por pesca de bajo riesgo ( $F_{safe}$ ), y considerando los dos escenarios supuestos





acerca del reclutamiento futuro y dos valores de *BRL*. Se indican también la variación de la biomasa total y de reproductores de la población, así como de las capturas proyectadas en el largo plazo respecto de los valores estimados para 2010.

Escenario de	<i>R</i>	<i>BRL</i> (t)	<i>F<sub>safe</sub></i>	CBA (2013)	C.V. (%)	Variación largo plazo		
						<i>BT</i>	<i>BR</i>	<i>C</i>
1		380000	0,10	<b>61698</b>	19,70	13,92	21,10	-10,36
1		BR <sub>2011</sub>	0,08	<b>49573</b>	19,80	20,78	31,81	-24,60
2		380000	0,14	<b>83107</b>	19,78	17,74	18,38	27,28
2		BR <sub>2011</sub>	0,11	<b>72700</b>	18,50	27,25	34,46	8,18

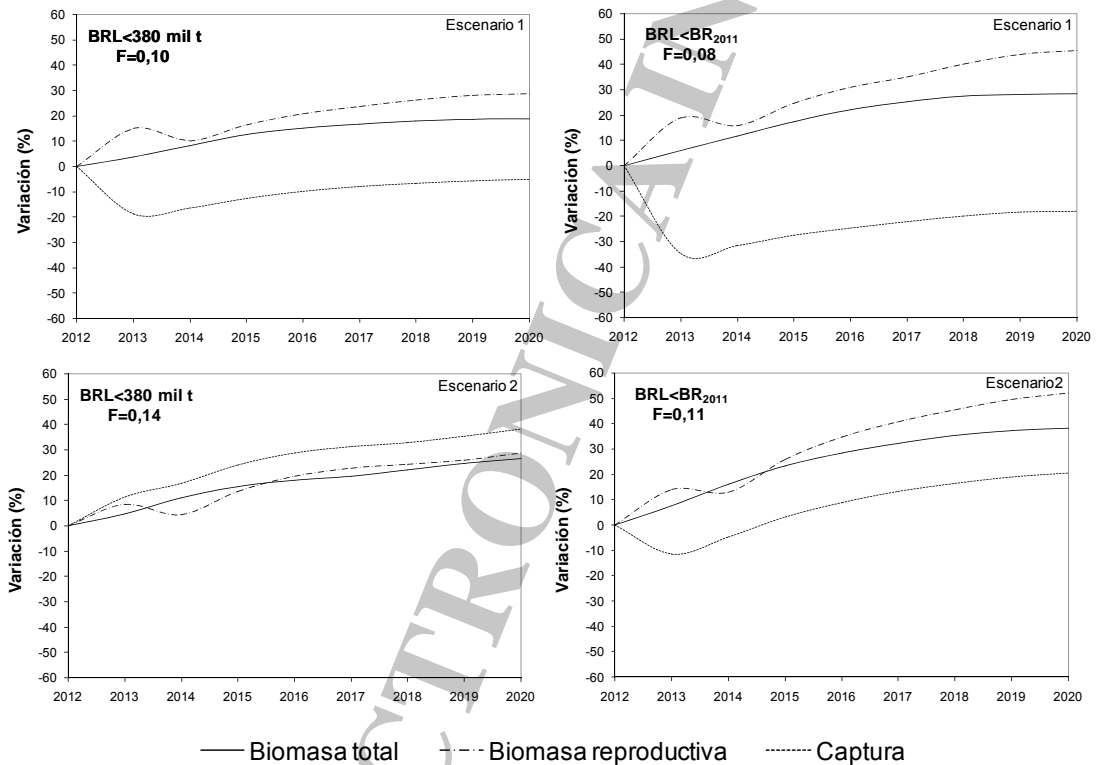


Figura 15. Variación porcentual de la *BT*, de la *BR* y de las capturas, según las proyecciones realizadas con las mortalidades por pesca de referencia calculadas con los reclutamientos promedio que dieron lugar a los dos Escenarios, considerando dos niveles límites de la biomasa reproductiva.

Los valores de CMP obtenidos por los Modelos 1 y 2 debieron estimarse considerando valores de *BRL* superiores a las resultantes del Modelo Base expuesto precedentemente (Tabla 9). Las mayores capturas estarían asociadas al Modelo 1 que considera el valor de *M* igual al Modelo Base. Si por el contrario, el efectivo estuviera sometido a una *M* menor, las capturas permitidas deberían ser más bajas.

Tabla 9. Capturas estimadas, en miles de toneladas, de acuerdo con los distintos modelos, escenarios de reclutamiento y *BRL*.

	Modelo base	Modelo 1	Modelo 2
Escenario 1	50-62	61-76	44-55
Escenario 1	72-83	78-94	58-74

## Conclusiones

La evolución de la abundancia poblacional de merluza de cola ha evidenciado, en el período analizado, una tendencia relativamente estable, observándose actualmente niveles de biomasa superiores a aquellos correspondientes a los del inicio del período. Sin embargo, se han detectado importantes fluctuaciones en los reclutamientos que han producido aumentos de la biomasa, principalmente a partir del año 1995. El origen de esas oscilaciones es desconocido aportando niveles de incertidumbre variables por lo que resulta dificultoso predecir el comportamiento futuro de dichos reclutamientos y por ende de la evolución del efectivo.

Si bien el modelo planteado ha ajustado aceptablemente a los datos incluidos y a los índices utilizados, debe considerarse que el mismo implica incertidumbres relacionadas con los procesos biológicos de la especie, con el comportamiento de la flota que opera sobre el efectivo y con el modelo mismo. Por ello, y a modo de validación, se consideró la realización de algunas modificaciones en el Modelo base u original para verificar su influencia en los resultados finales. Dichos cambios han producido un aumento en los valores finales de BT y BR, sin embargo las capturas biológicamente aceptables no han sido modificadas sustancialmente

Debe destacarse, además, que se probaron cambios en los valores iniciales para los ajustes de los parámetros involucrados en el modelo no provocaron grandes cambios en los resultados finales. Tal es el caso del reclutamiento inicial o de la mortalidad natural, tanto si se consideraba como un dato o se estimaba en el modelo mismo. Figura 16.

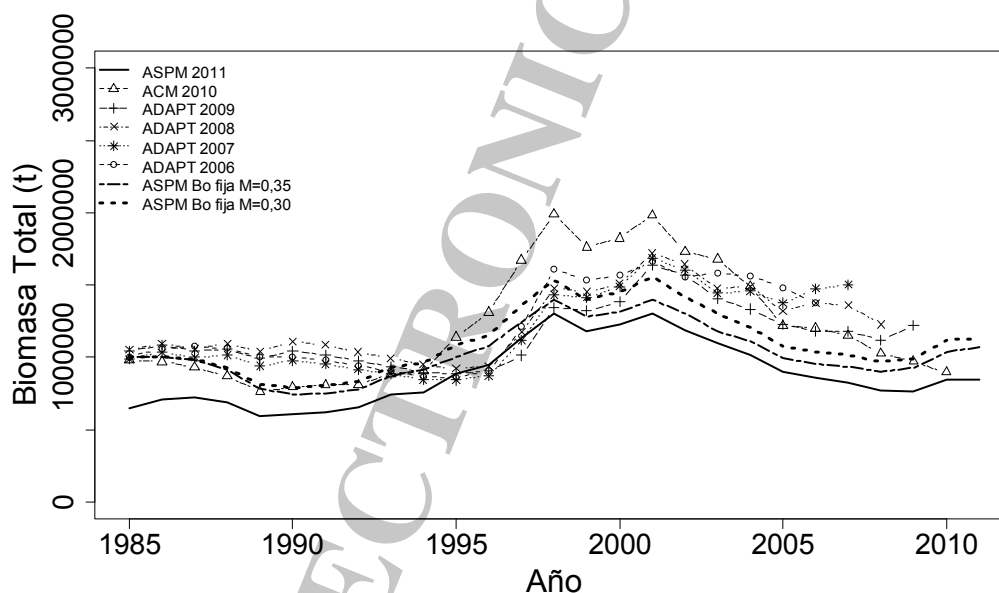


Figura 16. Evolución de la biomasa de acuerdo con los resultados correspondientes a los modelos planteados y a los análisis realizados en años anteriores.

Tanto las fuentes de errores detectadas en los datos básicos como los dependientes del procesamiento se salvaron a partir de un análisis minucioso de los mismos. Sin embargo, podría dificultarse la identificación de los que obedecen a los procesos mismos de la dinámica poblacional que pueden alterar los resultados.

La serie de datos incluida en el análisis ha sido satisfactoria hasta hace algunos años, pero distintos problemas logísticos han ocasionado interrupciones que hasta el momento no han influido profundamente en la evaluación de abundancia. La realización de cruceros de investigación anuales constituye la más relevante fuente de información, conjuntamente con la que proviene de la flota que opera sobre el recurso, requiriéndose de ambas para continuar obteniendo buenos resultados.

Hasta el momento la evaluación de abundancia se ha podido realizar satisfactoriamente en cada de los distintos modelos planteados, los que han logrado interpretar la dinámica poblacional de la merluza de cola. No obstante ello, se observó gran incertidumbre en las estimaciones al comparar entre años, evidenciando la escasa robustez de los modelos planteados con



anterioridad. Por ello, emplear nuevas metodologías que permitieran usar técnicas de cálculos más avanzadas, aplicadas y probadas en numerosas pesquerías de otras latitudes, se constituyó en un objetivo primordial para ser llevado a cabo. Los resultados obtenidos en el presente informe constituyen una primera aproximación a estas técnicas, en las cuales se continuará trabajando para conseguir las mejores estimaciones de la abundancia de merluza de cola. Sumado a ello, cambios en algunos parámetros como es la mortalidad natural, producto de las nuevas estimaciones realizadas dentro y fuera del modelo planteado, conforman algunas alternativas nuevas que deben ser consideradas en estudios posteriores para comparar los resultados y validaciones del modelo que aporten mayor confiabilidad al momento de establecer reglas de control de las capturas (*Harvest Control Rules, HCR*) y de decisión. Las mismas deben ser claras y concisas para posibilitar el asesoramiento más adecuado a la Autoridad de Aplicación que minimice los perjuicios y maximice los beneficios para la pesquería. Se trata de que los resultados obtenidos representen las más fieles aproximaciones a la realidad para poder realizar el manejo sustentable de la especie (Fao, 1995b).

El plantear dos escenarios de incorporación de reclutas a mediano plazo posibilitó estimar un espectro de valores de capturas entre las cuales la Autoridad de Aplicación pueda optar de acuerdo a la política pesquera que desee llevar a cabo.

En base a los resultados obtenidos sería conveniente que las capturas totales efectivas para el año 2013 no superen las 90 mil toneladas.

## Bibliografía

- ABACHIAN, V., ZAVATTERI, A., GIUSSI, A.R. & DI LEVA, I. 2012. Parámetros poblacionales de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Año 2011. Informe Interno INIDEP N° 42/12, 10 pp
- ABACHIAN, V. & GIUSSI, A.R. 2009. Parámetros poblacionales de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Año 2009. . Informe de Investigación INIDEP N° 88, 8 pp.
- BARANOV, F.I. 1918. On the question of the biological basis of fisheries. Nauchn. Issed. Ikhtiologicheskii Inst. Izv. 1:81-128.
- BELLISIO, N. & LOPEZ, R. 1973. Prospección pesquera del Mar Argentino. I. Merluza de cola, *Macruronus magellanicus* Lönnberg. *Monografías. Rec. Pesqs., Buenos Aires, Serv. Nac. Pesca, Minist. Agric. Ganad.*, 1, 48 pp.
- CORDO, H.D. 1987. Informe de la campaña de investigación "OB/01/87". Biblioteca INIDEP, Mar del Plata, Argentina. (No publ.).
- FAO, 1995a. Fishstat-PC. An analytical tool for global catch time series 1970-1993.
- FAO, 1995b. Precautionary approach to fisheries. Part 1: guidelines on the precautionary approach to capture fisheries and species introductions. *FAO Fisheries Technical Paper*, No. 350, Part 1. Rome, FAO. 52 pp.
- FOURNIER, D.A., SKAUG, H.J. ANCHETA, J., IANELLI, J., MAGNUSSON, A., MAUNDER, M.N., NIELSEN, A. & SIBERT, J. 2012. AD Model Builder: using automatic differentiation for statistical inference of highly parameterized complex nonlinear models. *Optim. Methods Softw.* 27:233-249.
- GIUSSI, A.R. 2004. Parámetros poblacionales de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Año 2003. Informe Interno INIDEP N° 38/04, 8 pp.
- GIUSSI, A.R & ABACHIÁN, V. 2004. Parámetros poblacionales de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Año 2004. Informe Interno INIDEP N° 111/04, 8 pp.
- GIUSSI, A.R & ABACHIAN, V. 2005. Parámetros poblacionales de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Año 2005. Informe Interno INIDEP N° 78/05, 9 pp.
- GIUSSI, A.R & ABACHIÁN, V. 2006. Parámetros poblacionales de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Año 2006. Informe Interno INIDEP N° 46/06, 9 pp.
- GIUSSI, A.R & WÖHLER, O.C. 2001. Estimación de la edad y la longitud de primera madurez de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*). Período 1995-2001. *Inf. Téc. Int. INIDEP* 72/01, 6 pp.



- GIUSSI, A.R. & WÖHLER, O.C. 2005. Evaluación de la abundancia de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Período 1985 - 2004. Informe Interno INIDEP N° 29/05, 25 pp.
- GIUSSI, A.R. & WÖHLER, O.C. 2006. Evaluación de la abundancia de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Período 1985 - 2005. Informe Interno INIDEP N° 23/06, 22 pp.
- GIUSSI, A.R. & WÖHLER, O.C. 2007. Evaluación de la abundancia de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Período 1985 - 2006. Informe Interno INIDEP N° 28/07, 23 pp.
- GIUSSI, A.R. & WÖHLER, O.C. 2009. Evaluación de la abundancia de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Período 1985 - 2008. Informe Interno INIDEP N° 37/09, 23 pp.
- GIUSSI, A.R.; MARI, N.R. & SANCHEZ, F. 2002a. Estimación de la biomasa y composición por longitudes de la merluza de cola a partir de campañas estivales. Período 1992 a 2002. Informe Interno INIDEP N° 18/02, 12 pp.
- GIUSSI, A.R.; HANSEN, J.E & WÖHLER, O.C. 2002b. Estimated total abundance and numbers-at-age of longtail hake (*Macruronus magellanicus*) in the Southwest Atlantic during the years 1987–2000. Contribution INIDEP 1137. *Scientia Marina*, 66(3): 283-291.
- GIUSSI, A.R.; WÖHLER, O.C. & ABACHIAN, V.E. 2008. Evaluación de la abundancia de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Período 1985 - 2007. Informe Interno INIDEP N° 58/08, 23 pp.
- GIUSSI, A.R., AUBONE, A. RODRÍGUEZ, J.S. DI MARCO, J.E. & ZAVATTERI, A. 2011. Evaluación de la abundancia de la población de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en el Atlántico Sudoccidental entre los años 1985 y 2010. Informe Interno INIDEP N° 37/11, 22 pp.
- GORINI, F.L., DI MARCO, E.J. & WÖHLER, O.C. 2003. Estadística pesquera de peces demersales australes en el Atlántico Sudoccidental (Período 1980-2002). Inf. Téc. Int. INIDEP 108/03, 86 pp.
- GORINI, F.L., GIUSSI, A.R. & WÖHLER, O.C. 2006. Estadística pesquera de peces demersales australes en el Atlántico Sudoccidental (Período 1980-2004). Inf. Téc. Int. INIDEP 12/06, 94 pp.
- GORINI, F.L., GIUSSI, A.R. & WÖHLER, O.C. 2007. Estadística pesquera de peces demersales australes en el Atlántico Sudoccidental (Período 1995-2006). Inf. Téc. Int. INIDEP 50/07, 94 pp.
- GORINI, F.L., GIUSSI, A.R. & WÖHLER, O.C. 2012. Estadística pesquera de peces demersales australes en el Atlántico Sudoccidental (Período 1999-2011). Inf. Téc. Int. INIDEP 19/12, 75 pp.
- MARÍ, N.R. & GIUSSI, A.R. 2011. Estimación de la captura total de merluza de cola a partir del análisis de la información derivada de la Estadística Pesquera y del Programa Observadores. Año 2010. Informe Técnico Oficial INIDEP N° 111/11, 14 pp.
- MARÍ, N.R. & GIUSSI, A.R. 2011. Estimación de la captura total de merluza de cola a partir del análisis de la información derivada de la Estadística Pesquera y del Sub Programa Observadores. Año 2011. Informe Técnico Oficial INIDEP, en etapa de corrección.
- MARÍ, N.R., BERNARDELE, J.C. & GIUSSI, A.R. 2012. Distribuciones de frecuencias de longitudes de las especies de peces australes capturados por la flota comercial. Años 2010 y 2011. Informe de Investigación en etapa de corrección.
- OTERO, H.O.; BEZZI, S.I.; PERROTTA, R.G.; PEREZ COMAS, J.A.; SIMONAZZI, M.A. & RENZI, M.A. 1981. Los recursos pesqueros demersales del Mar Argentino. Parte III: Distribución, estructura de la población, biomasa y rendimiento potencial de la polaca, el bacalao austral, la merluza de cola y del calamar. En: Campañas de investigación pesquera realizadas en el Mar Argentino por los B/I "Shinkai Maru" y "Walther Herwig" y el B/P "Marburg". Años 1978 y 1979. Resultados de la parte argentina. Angelescu, V. (Ed.). *Contrib. INIDEP*, Mar del Plata, Argentina, 383: 28 - 41.
- OTERO, H.O.; BEZZI, S.I.; RENZI, M.A. & VERAZAY, G.A. 1982. Atlas de los recursos pesqueros demersales del Mar Argentino. *Contrib. INIDEP*, Mar del Plata, Argentina, 423, 248 pp.



- PRENSKI, L.B.; EHRHARDT, N.M. & LEGAULT, C. 1997. Evaluación del estado de explotación de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en la plataforma sudpatagónica Argentina. *Rev. Invest. y Des. Pesq.*, 11: 5-17.
- SANCHEZ, M.F. & GIUSSI, A.R. 2011. Estimación de la captura total de merluza de cola a partir del análisis de la información derivada de la Estadística Pesquera y del Sub Programa Observadores. Año 2009. Informe Técnico Oficial INIDEP N° 01/11, 12 pp.
- WÖHLER, O.C. & GIUSSI, A.R. 2004. Evaluación de la abundancia de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Período 1985 - 2003. Informe Interno INIDEP N° 36/04, 38 pp.
- WÖHLER, O.C. & HANSEN, J.E., 2003. Evaluación de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en el Atlántico Sudoccidental. Periodo 1985-2002. Informe Interno INIDEP N° 34/03, 23 pp.
- WÖHLER, O.C.; GIUSSI, A.R. & HANSEN, J.E. 1999a. Análisis secuencial de la población de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en el Atlántico Sudoccidental. Período 1985 - 1996. *Rev. Invest. Des. Pesq.* 12: 27-43.
- WÖHLER, O.C.; CORDO, H.D.; GIUSSI, A.R. & HANSEN, J.E. 2000. Evaluación de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en el Atlántico Sudoccidental. Período 1985-1998. Informe Interno INIDEP N° 08/00, 27 pp.
- WÖHLER, O.C.; HANSEN, J.E.; CORDO, H.D. & GIUSSI, A.R. 1999c. Evaluación del estado de explotación y recomendaciones de manejo de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Período 1985-1997. Informe Interno INIDEP N° 6/99, 16 pp.
- WÖHLER, O.C., HANSEN, J.E., GIUSSI, A.R. & CORDO, H.D. 2001. Tendencia de la abundancia de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en el Atlántico Sudoccidental durante el periodo 1985-2000 y recomendaciones de la captura biológicamente aceptable correspondiente al año 2001. Informe Interno INIDEP N° 15/01, 11 pp.
- WÖHLER, O.C., HANSEN, J.E., GIUSSI, A.R. & CORDO, H.D. 2002. Evaluación de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en el Atlántico Sudoccidental. Periodo 1985-2001. Informe Interno INIDEP N° 27/02, 23 pp.
- WÖHLER, O.C.; GIUSSI, A.R.; GARCIA DE LA ROSA, S.B.; SANCHEZ, F.; HANSEN, J.E.; CORDO, H.D.; ALVAREZ COLOMBO, G.L.; INCORVAIA, S.; RETA, R. & ABACHIAN, V. 1999b. Resultados de la campaña de evaluación de peces demersales australes efectuada en el verano de 1997. *INIDEP, Informes técnicos*, 24, 60 pp.
- ZAVATTERI, A., ABACHIAN, V., GIUSSI, A.R. & DI LEVA, I. 2012. Parámetros poblacionales de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Año 2010. Informe Interno INIDEP N° 79/10, 15 pp.