

2022

Informe
TÉCNICO OFICIAL

053-22

NO-2022-116229011-APN-DNI#INIDEP

31/10/2022

EVALUACIÓN DEL ESTADO DE EXPLOTACIÓN DEL EFECTIVO SUR DE 41° S DE MERLUZA (*Merluccius hubbsi*) Y ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA BIOLÓGICAMENTE ACEPTABLE PARA 2023

Betina A. Santos y María F. Villarino

Citar como:

Santos BA y Villarino MF.2022. **EVALUACIÓN DEL ESTADO DE EXPLOTACIÓN DEL EFECTIVO SUR DE 41° S DE MERLUZA (*Merluccius hubbsi*) Y ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA BIOLÓGICAMENTE ACEPTABLE PARA 2023.** Inf Tec Oficial INIDEP N° 053/22, 44 pp.



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO PESQUERO

EVALUACIÓN DEL ESTADO DE EXPLOTACIÓN DEL EFECTIVO SUR DE 41° S DE MERLUZA (*Merluccius hubbsi*) Y ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA BIOLÓGICAMENTE ACEPTABLE PARA 2023

B. A. Santos y. M. F. Villarino

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)

Resumen ejecutivo

La evaluación del estado de explotación del efectivo de merluza *Merluccius hubbsi* al sur de 41° S se realizó a partir de los datos de los desembarques de la estadística oficial y las estimaciones de captura por edad durante 1986 – 2021. Se plantearon dos modelos, uno fue el ECE (Estadístico de Captura por Edad) y el otro el APV - XSA (Análisis de Poblaciones Virtuales con Estimación de Sobrevivientes), los cuales utilizan la información de la captura total y desagregada por edad, y para la calibración la captura por unidad de esfuerzo de la flota fresquera y los índices de abundancia por edad obtenidos de las campañas de investigación. Las declaraciones de captura fueron corregidas con información obtenida por los Asistentes de Investigación Pesquera y se incluyeron las estimaciones de descarte de merluza en las flotas merlucera y langostinera. Se adicionó la captura de la flota extranjera que opera fuera de la zona económica exclusiva y de aquella que lo hace de manera ilegal al sur de 48°S. La captura total estimada en 2021 resultó en 503.134 t. Ambos modelos mostraron tendencias similares de las biomásas totales (BT) y reproductivas (BR). La BR alcanzó alrededor de 731.000 t con 19% de grandes reproductores, y la BT 1.114.000 t. A partir de los resultados de los modelos y los datos preliminares de 2022 se determinaron los distintos valores de CBA.

Las CBAs correspondientes a 2023 que permitirían cumplir con el punto biológico objetivo (PBO) consistente en que la biomasa reproductiva (BR) fuera mayor o igual a 600.000 t, con una proporción de grandes reproductores (GR) no inferior a 14 %, resultaron entre 312.899 t y 314.688 t en el **corto plazo**, y entre 311.952 t y 312.110 t en el **mediano plazo**.

PBO	BR ≥ 600+14% GR	BR ≥ 600+14% GR
	CP	MP
APV-XSA	312.899	312.110
ECE	314.688	311.952

Los valores de CBA fueron obtenidos luego de deducir el promedio de descarte y subdeclaración estimados entre 2017 y 2021 (124 mil t) y una proyección de *bycatch* que no debería superar 40.000 t. Se debe recordar al momento de estimar la CMP las capturas que hace la flota extranjera sobre este efectivo.

Con el objetivo de sostener la recuperación de la BR del efectivo sur de merluza común en volumen y composición, **se sugiere que la Captura Biológicamente Aceptable para 2023 no supere 313.000 t**. Se sostienen las recomendaciones del mantenimiento del área de veda y el uso de dispositivos selectivos.

Palabras Clave

Merluza común, efectivo sur, evaluación, abundancia, CBA 2023.

Introducción

El efectivo patagónico es aquel que se encuentra al sur de 41° S y que es más abundante entre 41° S-48° S y entre 50-400 m de profundidad (Bezzi et al. 1997). Inicia su actividad reproductiva principal cuando se concentra cerca de la costa entre 43°S y 45°S durante octubre-noviembre, continúa durante el verano y finaliza en abril, cuando los individuos se distribuyen en toda la plataforma y parte del efectivo sale hacia aguas internacionales. Su área de cría más importante está localizada dentro del Golfo San Jorge y aguas adyacentes. En base a las estimaciones de la longitud de primera madurez y

de manera precautoria, se consideran juveniles a los individuos menores de 35 cm LT.

La merluza común es el recurso pesquero de mayor consumo en Argentina, y junto con el langostino y el calamar representan las mayores exportaciones pesqueras en volumen y en divisas. No obstante, desde 2009 a 2021 las toneladas exportadas de merluza se redujeron de 155.000 t, a 111.000 t como consecuencia de la menor demanda internacional de esta especie (www.magyp.gob.ar) y a que parte de la flota fresquera aprovechó la mejor situación del langostino con respecto a abundancia y valor de mercado.

Durante 2021 Argentina concentró cerca del 70 % de las exportaciones de *M. hubbsi* en cinco países: Brasil (27 %), España (14 %), Rusia (12 %), Estados Unidos (10 %) y Ucrania (5 %). El producto más importante que se exporta es el filete congelado que en 2021 llegó a 58 % del volumen total, luego como entero/HyG/HGT (40 %) y el resto como carnes, conserva, preparaciones y filetes frescos (www.magyp.gob.ar).

Las mayores capturas sobre esta especie provienen de la unidad de manejo localizada al sur del paralelo 41° S (Bezzi et al. 1997) desde fines de los ochenta, hasta alcanzar en los últimos 10 años, entre 85 % y 90 % del total capturado de esta especie (www.magyp.gob.ar), en particular en 2021 representaron 92% .

Desde 2010, este efectivo, que se encuentra bajo el Régimen de Cuotas Individuales Transferibles de Captura (CITC, Resol. CFP N° 23/2009), registró pocos cambios en las declaraciones de captura hasta 2018 (238.000 t \pm 3 %), mientras que en 2019 subió a 272.535 t (15 % de aumento). Luego, en el particular en 2020, las capturas disminuyeron a 239.752 t, mientras que en 2021 declararon 262.356 t, por encima del promedio del período mencionado. Sin embargo, se conoce que tanto la estabilidad como las subas repentinas están fuertemente influenciadas por los controles en el desembarque, y por factores económicos de la pesquería como por las demandas del mercado interno y externo, aranceles, cargas sociales, etc.

En 2021 la flota fresquera declaró 50 % de la captura total y la congeladora 44 %, mientras que la costera y la de rada/ría 3 % cada una (Suby et al. 2022).

En Mar del Plata se encuentra el principal puerto de descarga de esta especie que recibió 73 % de la captura total declarada en 2021. El segundo fue Puerto Madryn (10 %) y siguieron en orden de importancia Caleta Paula (7 %) y Comodoro Rivadavia (4 %).

Para la evaluación del estado de explotación de este efectivo se contó con los datos de la captura de merluza, declarada por la flota merlucera, la información de los AIP (Asistentes de información pesquera) de esta flota y de la tangonera referida a la estructura de longitudes, y asignación de edades de las capturas, y con los datos de las campañas de investigación que logran información independiente de la actividad comercial.

Desde 2009 con el objetivo de mejorar la estimación del tamaño del efectivo, se corrigieron las capturas declaradas incorporando los descartes en su propia pesquería y del *bycatch* de merluza en la pesquería del langostino (*Pleoticus muelleri*), además de las subdeclaraciones de captura (Renzi et al. 2009). En este informe se actualizó la evaluación del estado de explotación del efectivo sur de la merluza (*M. hubbsi*) que se realiza desde 1998 (Aubone et al. 1998; Santos y Villarino 2021, Villarino y Santos 2010). En las sucesivas evaluaciones se emplearon modelos matemáticos, que consideraron las características biológicas de la especie (peso, edad, madurez sexual), la selectividad de las artes de pesca, etc., que reflejaron la dinámica de la población, y permitieron estimar el tamaño del efectivo, los reclutamientos y las tasas de mortalidad por pesca por edad anuales.

Además de trabajar con los datos para el período evaluado (1986 a 2021), se consideraron las estimaciones preliminares de 2022 de captura y *bycatch*, y se proyectaron las capturas de acuerdo con la evolución del efectivo frente a las tasas de mortalidad proyectadas, para el cálculo de la Captura Biológicamente Aceptable (CBA) de 2023. Estas estimaciones se realizaron en función de un análisis

de riesgo a corto (2026) y mediano plazo (2030) que consideró la capacidad de reposición de la población y de un Punto Biológico de Referencia (PBR) que plantea la ocurrencia conjunta de un valor de biomasa reproductiva y de un porcentaje de grandes reproductores que permitirían la sustentabilidad del recurso bajo explotación (Santos y Villarino 2013).

Materiales y métodos

Datos de la pesca

La captura declarada de merluza del efectivo sur de 41° S en 2021, según la estadística oficial publicada por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (www.magyp.gob.ar), fue 262.356 t, 9% superior a la de 2020. La flota fresquera declaró 131.832 t, la congeladora 114.401 t, la costera 8.492 t y la de rada/ría 7.541 t. Con respecto a la estimación de la captura de 2022 llegaría a fin de año a 243.800 t (Tabla 1).

En la evaluación anterior se agregó el período 1986 - 1989 de desembarques, corregidos por declaración errónea (subdeclaración) de 25 % al considerar que en esos años existían mayores problemas de control del mercado interno (Santos y Villarino 2021), mientras que en la serie anual 1990 - 2008 se asumió una subdeclaración de 20 % (Renzi et al. 2009). Luego se tomaron los porcentajes de declaración errónea que surgieron de analizar los datos de la captura observada y retenida de 2009 a 2021 (Tabla 2, Chavarría y Suby 2022). Para la estimación de la captura de 2022, se corrigió por el mismo valor de subreporte que en 2021, de manera que la captura estimada ascendió a 261.000 t (Tabla 1).

En las áreas 41 y 48 de FAO, la flota extranjera que declaró merluza fue liderada por España (89 %), luego Corea (6 %) y el gobierno de ocupación de las Islas Malvinas (5 %). Estos datos se obtuvieron de la estadística de FAO actualizada hasta 2020, que fue corregida para el período 1986 - 1993 a partir de la información de Portela et al. (2002).

La estadística de pesca en aguas de I. Malvinas (FIG, 2021) mostró un incremento de las capturas de *M. hubbsi* entre 2020 y 2021, correspondientes en más de 85 % a España. Al no contar con los datos de FAO se optó por tomar el promedio de las capturas consignadas para “Otros Países”, de 2019 y 2020 (Tabla 1), tanto para 2021 como para 2022.

Tabla 1. Desembarques (t) de merluza correspondientes al efectivo sur (1986 - 2021) según la estadística oficial, corregidos por declaración errónea (DE) y de otros países (OP) y CMP (t). *Datos estimados como promedio de los dos últimos valores reportados por FAO. **Estimación preliminar con información de los desembarques hasta septiembre de 2022 y proyectada a fin de año considerando el último trimestre como promedio de los últimos cinco años.

Año	Argentina SAGPyA	Argentina Corr. DE	Otros países	Argentina Corr.+OP	CMP (t)
1986	147.908	197.210	15.657	212.867	
1987	207.220	276.293	42.308	318.601	
1988	234.358	312.477	64.759	377.237	
1989	225.823	301.097	64.472	365.569	
1990	278.147	347.684	96.576	444.260	
1991	289.476	361.846	89.597	451.443	
1992	251.836	314.796	68.382	383.177	
1993	362.961	453.701	29.566	483.267	
1994	363.270	454.087	35.254	489.341	
1995	455.124	568.905	40.099	609.004	
1996	485.174	606.467	30.597	637.064	
1997	475.340	594.175	22.282	616.457	
1998	386.495	483.119	19.328	502.446	
1999	292.714	365.893	22.315	388.207	
2000	172.006	215.008	21.757	236.765	
2001	190.009	237.511	25.419	262.930	210.000
2002	256.718	320.898	15.045	335.943	250.000
2003	252.502	315.627	6.114	321.741	300.000
2004	380.251	475.313	19.117	494.430	330.000
2005	300.592	375.739	17.497	393.236	310.000
2006	327.198	408.998	20.584	429.582	309.400
2007	276.031	345.038	12.486	357.524	262.000
2008	200.180	250.225	16.271	266.496	207.000
2009	223.083	256.417	19.584	276.001	207.000
2010	245.094	275.386	27.022	302.408	290.000
2011	244.316	284.088	24.328	308.416	273.000
2012	230.154	258.600	30.965	289.565	273.000
2013	250.227	287.617	48.334	335.951	277.000
2014	232.947	250.481	57.731	308.212	290.000
2015	229.334	243.972	52.233	296.205	290.000
2016	240.124	252.762	57.237	309.999	290.000
2017	234.181	251.808	55.295	307.103	290.000
2018	231.656	254.567	77.962	332.529	290.000
2019	272.535	286.879	118.305	405.184	280.000
2020	239.752	257.798	87.333	345.131	290.000
2021	262.356	279.102	102.819*	381.921	305.000
2022	242.800**	261.000**	102.819*	363.819	298.000

Tabla 2. Resumen de los valores obtenidos en los informes de comparación de la captura declarada de merluza común en los partes de pesca de la flota fresca y los estimados por los AIP, y de descarte (tomado de Chavarría y Suby 2022).

		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Diferencias	Captura total	27%	19%	25%	23%	19%	32%	31%	31%	36%	36%	32%	43%	37%
	Captura neta	13%	11%	14%	11%	5%	7%	6%	5%	7%	9%	5%	8%	6%
	Descarte	14%	8%	11%	12%	14%	25%	25%	26%	31%	27%	27%	35%	31%

La estructura de la captura por edad se obtuvo a partir de datos del desembarque del período 1986 - 2006, mientras que desde 2007 a 2021 se calculó a partir de la información proveniente de los AIP del INIDEP. Se estimaron las estructuras de longitudes de merluza capturada por las flotas fresquera y congeladora entre 41° S - 48° S y por la congeladora al sur de 48° S de forma independiente (Irusta et al. 2008, Chavarría 2021). Éstas fueron ponderadas a la captura total declarada y con sendas claves edad - longitud (Abachian et al. 2014; Santos et al. 2021; Santos y Pedernera 2022, Pedernera et al. 2022) se estimaron las estructuras de edades correspondientes, y luego la estructura de edad total, y los pesos medios por edad de la merluza capturada cada año.

El cambio producido por las elevadas capturas registradas por la flota extranjera (OP) sobre este efectivo entre 2014 a 2021 llevó a obtener una mejor estimación de esas capturas por edad (Santos y Pedernera 2021), las cuales ya fueron empleadas en la evaluación anterior (Santos y Villarino 2021).

Con respecto al peso medio de las capturas (Tabla 3), al considerar el número de individuos en el descarte en la propia pesquería y en la de langostino, los pesos de los grupos de edad 1 y 2 correspondieron a un promedio ponderado por el número de individuos en la captura desembarcada y descartada.

Fuentes de descarte

El descarte de merluza (*M. hubbsi*) al sur de 41° S se realiza de acuerdo a dos modalidades: descarte por tamaño en su propia pesquería y en la pesquería de langostino (*Pleoticus muelleri*) donde se la captura como *bycatch* o captura incidental y se la descarta en un 100 % (Dato et al. 2006 a; Villarino et al. 2015; Villarino y Simonazzi 2015; Villarino et al. 2022).

La estimación del descarte durante el período 1986 - 1989 se asumió igual a 15 % de la captura declarada y luego corregida por subdeclaración (Santos y Villarino, 2021), y para el período 1990 - 1997 se efectuaron estimaciones indirectas de descarte por edad de la flota merlucera (Dato et al. 2006 b), las que fueron ponderadas al desembarque corregido por declaración errónea y sumadas a la matriz de captura (Tabla 4). Además se asumió que el descarte alcanzó 10 % de la captura entre 1998 y 2008. A partir de 2009 se empleó el porcentaje de descarte anual estimado en base a la comparación entre la captura observada y la declarada (Tabla 2). El descarte por edad se calculó a partir del descarte total estimado, de su composición de longitudes y de las claves edad/longitud (Pedernera et al. 2022 y referencias citadas allí).

Se contó con la serie de estimaciones de *bycatch* de merluza en la pesquería de langostino (Tabla 5) desde 1986 a 2021 (Cordo, 2005, Villarino y Simonazzi, 2010, 2015; 2017; Santos y Villarino 2021; Villarino et al. MS). Como se mencionó en Santos y Villarino (2020), la temporada de pesca 2020 fue atípica ya que estuvo influenciada, por los cambios en la logística pesquera debido a la pandemia a causa del COVID19 y por problemas gremiales que afectaron la operatividad de la flota congeladora (De la Garza y Moriondo 2021; Villarino et al. 2020 a y b).

Los valores de *bycatch* para el período 1986 - 1989 se estimaron considerando las declaraciones de langostino y la información histórica de los AIP, mientras que los del periodo 1990 - 1993, se estimaron iguales al promedio de las estimaciones de 1994 a 1996 (Santos y Villarino 2015). A partir de 2004 se incorporó el producido por la flota costera de menos de 21 m de eslora que operó al sur de 41° S, con asiento principalmente en el Puerto de Rawson (Santos y Villarino 2018).

A partir de 2001 y hasta 2010, las estimaciones se realizaron con las bases conjuntas de los programas de Observadores a Bordo de las jurisdicciones involucradas en la pesquería del langostino patagónico (Provincia de Chubut, Santa Cruz y jurisdicción nacional representada por el INIDEP) en el marco de la “Comisión Técnica de Captura Incidental de Merluza en la Pesquería de Langostino” (Acta CFP N° 42/2008). En 2011 se realizaron exclusivamente con las bases de datos originadas por los AIP y desde 2012 se incorporó el descarte de langostino observado en la pesquería del langostino.

También se contó con las estructuras de longitudes por mes y jurisdicción correspondientes al *bycatch* que fueron ponderadas y sumadas para obtener la anual capturada en 2021. Para la determinación de la edad se utilizó la clave edad - longitud a partir de los otolitos obtenidos en el AVPJM en 2021 (Pedernera et al. 2022).

Tabla 3. Peso medio por grupo de edad (kg) de merluza a partir de la captura corregida por descarte y *bycatch* en el período 1986 - 2021.

Año/Edad	1	2	3	4	5	6	7+
1986	0,120	0,314	0,485	0,710	0,971	1,263	1,605
1987	0,120	0,314	0,485	0,710	0,971	1,263	1,605
1988	0,120	0,314	0,485	0,710	0,971	1,263	1,605
1989	0,120	0,314	0,485	0,710	0,971	1,263	1,605
1990	0,113	0,370	0,507	0,628	0,679	0,829	0,992
1991	0,121	0,386	0,531	0,653	0,725	0,846	0,945
1992	0,114	0,388	0,546	0,675	0,799	0,982	1,214
1993	0,111	0,394	0,589	0,733	0,878	1,092	1,282
1994	0,107	0,342	0,479	0,590	0,676	0,777	1,078
1995	0,113	0,338	0,511	0,819	1,041	1,038	1,550
1996	0,123	0,344	0,511	0,819	1,041	1,038	1,193
1997	0,105	0,302	0,471	0,715	1,077	1,429	1,527
1998	0,108	0,315	0,508	0,773	1,050	1,522	2,058
1999	0,105	0,313	0,462	0,671	1,075	1,489	2,093
2000	0,105	0,318	0,508	0,732	1,063	1,420	2,008
2001	0,108	0,311	0,524	0,752	1,076	1,538	1,932
2002	0,104	0,308	0,487	0,787	1,096	1,427	1,787
2003	0,116	0,327	0,501	0,807	1,240	1,637	1,906
2004	0,124	0,310	0,456	0,743	1,166	1,549	1,848
2005	0,112	0,310	0,445	0,842	1,323	1,957	2,290
2006	0,105	0,311	0,456	0,705	1,110	1,576	2,142
2007	0,127	0,298	0,463	0,709	0,991	1,474	1,888
2008	0,119	0,302	0,491	0,730	1,024	1,361	1,830
2009	0,121	0,301	0,501	0,746	0,965	1,214	1,527
2010	0,125	0,307	0,482	0,741	1,014	1,212	1,513
2011	0,136	0,298	0,475	0,638	0,912	1,169	1,368
2012	0,147	0,298	0,446	0,703	0,873	1,175	1,741
2013	0,140	0,296	0,481	0,719	0,957	1,039	1,316
2014	0,137	0,269	0,461	0,680	0,998	1,268	1,428
2015	0,140	0,277	0,489	0,700	0,975	1,387	1,649
2016	0,142	0,275	0,453	0,682	0,943	1,259	1,639
2017	0,121	0,280	0,452	0,641	0,921	1,197	1,583
2018	0,123	0,268	0,475	0,678	0,920	1,271	1,633
2019	0,124	0,271	0,449	0,663	0,958	1,316	1,805
2020	0,127	0,262	0,456	0,618	0,897	1,223	1,423
2021	0,132	0,269	0,453	0,659	0,815	1,156	1,663

Tabla 4. Número de individuos de merluza (en miles) por edad estimados en el descarte de la pesquería de merluza y su peso total anual (t).

Año/Edad	1	2	3	4	Total(t)
1986	168.432	29.381	366		29.615
1987	235.975	41.162	513		41.491
1988	266.879	46.553	580		46.924
1989	257.159	44.858	559		45.215
1990	273.645	53.896	758	-	51.192
1991	243.498	35.844	403	-	43.552
1992	203.618	35.986	405	-	37.481
1993	316.398	45.452	356	-	53.196
1994	744.195	189.655	4.777	-	146.948
1995	767.018	154.668	3.430	-	140.856
1996	919.539	111.711	2.359	-	152.904
1997	1.352.698	82.515	-	-	166.325
1998	376.809	41.250	-	-	53.695
1999	339.002	16.287	-	-	40.658
2000	202.454	8.373	-	-	23.892
2001	217.013	9.203	-	-	26.402
2002	320.648	7.291	-	-	35.643
2003	262.789	14.277	-	-	35.145
2004	391.105	14.055	-	-	52.815
2005	315.264	20.595	-	-	41.786
2006	366.394	22.365	-	-	45.449
2007	134.465	59.433	7.659	125	38.475
2008	104.230	42.495	5.238	88	27.905
2009	91.498	37.903	4.555	76	24.830
2010	86.256	36.339	4.591	75	24.157
2011	115.781	54.771	6.834	127	35.313
2012	106.870	54.306	7.311	116	35.264
2013	109.455	93.726	6.543	254	46.419
2014	118.213	164.213	5.240	389	63.024
2015	103.018	161.012	3.873	227	60.909
2016	110.129	152.737	16.195	1.163	65.558
2017	229.773	149.822	16.332	1.706	78.062
2018	144.887	166.285	6.623	1.025	66.131
2019	205.686	168.418	15.322	1.083	77.478
2020	156.168	237.290	15.548	3.029	90.229
2021	128.428	206.061	28.444	2.321	86.070

Tabla 5. Estimación de individuos de merluza capturados incidentalmente en la pesquería de langostino en número (miles) y en peso (toneladas) entre 1986 y 2020 (*Promedio de las estimaciones de 1994 -1996).

Año/Edad	1	2	3	4	5	6	7	Total(t)
1986	44.796	25.298	8.103	2.287	902	503	180	19.216
1987	32.897	18.578	5.951	1.680	662	370	132	14.112
1988	60.030	33.901	10.859	3.065	1.208	675	241	25.750
1989	53.080	29.976	9.602	2.710	1.068	597	213	22.769
1990*	61.658	34.821	11.153	3.148	1.241	693	247	26.449
1991*	61.658	34.821	11.153	3.148	1.241	693	247	26.449
1992*	61.658	34.821	11.153	3.148	1.241	693	247	26.449
1993*	61.658	34.821	11.153	3.148	1.241	693	247	26.449
1994	58.145	33.475	9.016	1.850	816	462	234	22.804
1995	67.146	37.582	12.941	4.020	1.539	856	269	29.935
1996	59.685	33.406	11.503	3.574	1.368	761	239	26.609
1997	73.465	38.497	12.680	5.507	1.226	637	334	31.327
1998	69.398	36.365	11.978	5.202	1.158	601	315	29.593
1999	39.980	20.950	6.901	2.997	667	346	182	17.048
2000	55.724	17.351	10.212	2.693	608	233	170	18.845
2001	87.382	46.811	10.734	6.195	2.551	755	461	36.457
2002	195.467	48.356	10.385	2.101	941	183	184	41.271
2003	164.359	62.416	18.974	3.677	549	197	220	46.959
2004	152.148	50.883	12.917	4.751	646	181	88	40.321
2005	83.517	18.074	3.973	1.540	220	56	17	16.861
2006	100.359	48.812	9.538	2.488	817	461	95	31.645
2007	186.343	38.362	9.540	4.323	1.268	364	257	39.821
2008	234.770	20.321	4.827	1.980	603	181	124	34.519
2009	142.083	35.441	3.377	886	274	94	346	27.436
2010	102.912	5.370	767	57	16	19	117	12.653
2011	71.330	14.684	3.652	1.655	486	139	98	15.243
2012	44.040	17.274	2.658	848	373	140	85	11.856
2013	69.625	29.213	11.912	4.576	1.046	604	46	26.509
2014	71.584	33.908	9.582	5.297	1.790	160	396	28.281
2015	57.344	33.304	6.786	3.224	1.931	526	221	23.980
2016	81.771	34.777	13.103	3.364	1.613	622	328	30.110
2017	74.196	36.749	12.007	6.556	2.739	836	544	33.868
2018	60.425	55.733	14.207	7.127	2.671	1.597	911	40.843
2019	55.830	39.016	23.891	12.110	4.128	2.377	909	41.010
2020	53.194	23.600	14.985	9.681	3.522	1.872	743	30.400
2021	77.193	40.396	13.832	5.718	4.199	796	418	35.100

La estimación preliminar del *bycatch* correspondiente a 2022 fue de 35.000 t y se utilizó para la proyección del estado poblacional. Contempló la captura incidental obtenida durante la temporada de pesca en el AVPJM y al norte de ésta por las flotas fresquera y congeladora (Blanco et al, 2022), y una estimación de la que obtendría la flota costera en el litoral de Chubut hasta finalizar 2022.

Datos de la población

Se utilizó un vector de pesos medios por edad de la población al 1° de enero y otro a mitad de año, igual para todos los años, resultado de analizar la serie de datos poblacionales 1996 -2011 (Renzi y Santos 2018). Estos valores, la ojiva de madurez (Simonazzi 2003) y la mortalidad natural (Renzi et al. 2003), se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Peso medio poblacional al 1° de enero de enero (Peso E), peso medio poblacional al 1° de julio (Peso J) en kg, proporción de individuos maduros por edad (p Mad) y tasa de mortalidad natural (M).

Edad	1	2	3	4	5	6	7+
PesoE	0,044	0,160	0,351	0,614	0,924	1,270	1,889
PesoJ	0,102	0,264	0,495	0,790	1,122	1,480	2,101
pMad	0,000	0,066	0,790	0,995	1,000	1,000	1,000
M	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

El índice de reclutamiento a la pesquería (edad 2) (Tabla 7) se obtiene a partir de la campaña de evaluación de juveniles en el área de cría norpatagónica (Castrucci et al. 2003; Castrucci y Irusta 2019, Castrucci, MS). Estas campañas se desarrollaron en enero de 1995 a 2001, 2005 a 2014, 2017, 2018 y 2021. Se detectó inconsistencia en los índices de 2007 y 2014 con respecto a otros datos de esos años por lo que fueron descartados.

Un estudio comprobó que los índices de las edades de los adultos (grupos de edades 3 a 7+) en las campañas de enero presentaban una tendencia similar a las abundancias absolutas estimadas a partir de las campañas globales realizadas en los mismos años (Santos y Castrucci 2020). A partir de esos índices, la ojiva de madurez y los pesos medios por edad, se estimaron índices de biomasa reproductiva de las campañas de enero de 2005, 2006, 2009, 2010, 2012, 2013, 2017, 2018 y 2021, que se utilizaron como índices de calibración del ECE (modelo estadístico de captura por edad).

Tabla 7. Índice relativo de reclutamiento a la pesquería en número de ejemplares por hora de arrastre, y de biomasa reproductiva (kg/h) estimado de las campañas de evaluación de juveniles y reproductores de enero en el Golfo San Jorge y aguas adyacentes.

Año	Edad 2	BR	Año	Edad 2	BR
1995	2.000	-	2009	2.996	1.198
1996	1.514	-	2010	951	1.368
1997	814	-	2011	2.095	-
1998	628	-	2012	3.674	1.562
1999	730	-	2013	3.808	2.063
2000	497	-	2014		
2001	1.178	-	2015		
2002	-	-	2016		
2003	-	-	2017	1.671	1.587
2004			2018	2.535	1.765
2005	2.622	2.377	2019		
2006	1.548	1.463	2020		
2007	-	-	2021	2.346	1.919
2008	974	-			

La campaña invernal de evaluación de la población de merluza al sur de 41° S, denominada global (CG), permite conocer las fluctuaciones de la abundancia del recurso por grupo de edad. Los datos de las CG utilizados abarcaron el período 1996 - 2016, aunque no es una serie completa (Tabla 8). En la de 1997 se halló una posible subestimación por grupo de edad por lo que se decidió emplear solo el índice de edad 1. Con respecto a 2016, la campaña cubrió cerca del 80 % del área que debía ser evaluada (Chavarría et al. 2016) y los resultados, tanto en biomasa como en número por edad, se extrapolaron al 100 % del área. Por diversos problemas logísticos no se ha podido volver a realizar en forma completa esta campaña.

Tabla 8. Número total de individuos de merluza por grupo de edad (miles), estimado en las campañas globales de evaluación del efectivo sur, en el período 1996 - 2016.

Año/Edad	1	2	3	4	5	6	7+
1996	4.121.218	1.710.309	1.038.456	258.351	90.350	39.400	27.894
1997	2.695.500	-	-	-	-	-	-
1998	1.764.414	1.292.761	868.439	273.755	103.269	26.537	16.011
1999	476.112	1.409.468	611.153	187.656	56.807	29.155	13.875
2000	1.433.985	550.169	569.823	266.734	87.217	26.232	22.165
2001	2.003.612	836.647	382.329	250.777	94.504	38.261	19.319
2002	1.185.811	1.307.527	782.075	207.256	106.921	46.969	35.481
2003	2.730.482	1.232.240	657.035	156.828	43.247	36.476	32.934
2005	4.064.535	2.544.311	882.255	188.750	76.961	28.268	23.407
2007	1.465.926	755.030	662.085	373.612	117.766	39.269	32.329
2011	3.817.673	1.874.933	476.923	309.877	86.164	24.338	30.263
2012	4.895.371	4.012.162	800.727	345.072	173.342	51.658	22.523
2013	3.670.744	2.714.312	1.787.860	508.057	148.337	117.082	36.748
2016	1.779.662	1.434.300	753.698	264.634	106.810	51.731	20.888

Modelos de evaluación

El modelo estadístico de captura a la edad (ECE) (Anexo I) desarrollado sobre la plataforma ADMB (Santos y Giussi 2015) considera las observaciones de capturas por edad (Tabla 9) sujetas a error e incluye patrones de selección edad específicos, ajustados a curvas logísticas, que habrían operado durante diferentes etapas (1986 - 2004, 2005 - 2008, 2009 - 2021) del período estudiado. Cada patrón de selección se originó en las variaciones relacionadas principalmente por cambios en el porcentaje de ejemplares juveniles, especialmente del grupo de edad 1. El primer período estuvo caracterizado por la disminución abrupta de las capturas en los noventa y el inicio del área de veda de pequeñas dimensiones a fines de 1997. En el segundo se fue ampliando el área y mejoró el control satelital de la flota pesquera, y desde 2009 alcanzó mayor tamaño y se modificó poco desde entonces (Resol. CFP N° 9/2014).

Las mortalidades por pesca fueron calculadas a partir del producto entre la componente anual de la tasa instantánea de mortalidad por pesca estimada en el proceso de ajuste, y el factor de selección edad específico. Las capturas por edad y año se calcularon resolviendo la ecuación de captura de Baranov. En esta plataforma fueron programadas las ecuaciones que determinarían la dinámica poblacional y la verosimilitud de las observaciones. El modelo formulado se ajustó considerando distintas observaciones (índice de reclutas a la pesquería y de biomasa reproductiva en las campañas de enero, biomasa total y proporción de individuos por edad en las CG, e índices de Cpue de tres períodos), además de los rendimientos totales y las proporciones por edad en las capturas anuales, para cotejar con los valores predichos.

Los tres períodos de índices de CPUE se utilizaron sin diferenciarlos por edad que es como originalmente se estiman cada año (Irusta et al. 2010; Irusta y Castrucci, 2021 (Tabla 10).

El modelo ECE estimó la abundancia de los diferentes grupos de edad desde el primer año del análisis (1986) hasta el último (2021), en cambio el APV - XSA partió desde los sobrevivientes del 1 de enero de 2022 y calculó la composición de la población hasta 1986.

Tabla 9. Número de individuos de merluza (miles) por grupo de edad en la captura estimada a partir del desembarque al sur de 41° S, en el período 1986 - 2006 y a partir de los AIP del INIDEP 2007- 2021, corregidos por declaración errónea y descartes en la pesquería de merluza y en la de langostino y por la captura de otros países. Captura total en toneladas (t).

Año/Edad	1	2	3	4	5	6	7+	Captura total(t)
1986	216.931	136.409	114.974	80.956	34.028	20.047	14.137	261.698
1987	272.339	172.628	152.845	86.250	66.211	32.974	29.336	374.204
1988	348.446	277.153	172.729	94.857	45.258	52.624	38.313	449.912
1989	323.670	245.461	147.713	92.480	46.435	54.581	42.392	433.554
1990	395.668	473.247	330.486	131.376	43.285	16.641	11.698	521.901
1991	398.307	475.881	299.619	116.235	43.328	17.561	13.031	521.444
1992	313.327	383.330	232.692	113.599	39.660	16.308	12.685	447.108
1993	431.636	546.846	252.899	124.472	38.834	13.866	11.898	562.912
1994	872.947	849.240	290.067	132.759	42.380	16.557	16.423	659.093
1995	997.019	849.301	383.501	123.444	43.780	14.737	16.133	779.795
1996	1.351.760	865.607	463.425	83.749	30.236	8.057	8.972	816.576
1997	1.517.404	819.826	411.384	169.942	56.604	13.688	8.535	814.109
1998	525.419	493.783	349.906	131.358	53.717	14.057	8.981	585.734
1999	402.428	295.394	299.439	131.667	37.928	16.583	9.337	445.913
2000	277.958	83.182	143.891	104.293	36.654	12.264	9.514	279.501
2001	353.265	235.117	178.698	84.212	28.639	9.841	7.266	325.789
2002	555.161	456.192	238.153	63.425	24.654	9.437	5.907	412.857
2003	561.188	448.756	227.139	57.015	10.552	8.339	6.188	403.846
2004	833.588	700.904	306.860	111.739	23.756	6.056	6.352	587.566
2005	495.333	671.116	257.549	46.304	17.618	3.512	2.655	451.883
2006	500.472	417.859	425.842	110.303	27.350	9.657	4.081	506.676
2007	446.365	327.812	235.702	134.644	53.106	11.890	6.123	435.820
2008	461.287	342.543	131.437	55.960	37.903	13.758	6.550	328.920
2009	270.603	430.124	177.706	43.114	19.904	13.927	8.069	328.267
2010	236.509	268.229	300.949	64.973	15.256	6.857	8.485	339.218
2011	270.612	390.684	198.610	109.418	26.496	7.771	7.999	358.973
2012	277.967	452.401	188.320	50.643	28.796	8.953	4.575	336.685
2013	272.806	524.063	280.261	69.036	18.810	9.492	4.547	408.879
2014	271.377	520.835	205.407	110.287	30.980	8.673	7.205	399.517
2015	218.077	542.921	168.836	86.139	35.983	9.812	5.801	381.095
2016	255.280	499.070	263.222	86.325	31.562	12.710	5.512	405.667
2017	397.799	457.667	230.104	126.539	34.286	11.731	6.983	419.033
2018	262.091	587.243	211.786	104.919	48.302	13.922	8.811	439.502
2019	329.230	510.986	328.556	149.369	50.693	22.898	11.028	523.672
2020	262.700	621.013	221.857	157.233	49.660	14.480	10.191	469.254
2021	258.716	595.335	311.667	110.904	74.522	19.331	7.409	503.134

Tabla 10. Estimaciones independientes de la CPUE de fresqueros y esfuerzo total estándar de la flota al sur de 41°S para tres períodos de tiempo: 1986 – 1997, 1998 - 2007 y 2009 - 2021.

Año	CPUE (kg/h)	Esfuerzo	Año	CPUE (kg/h)	Esfuerzo
1986	3.300	73.479	2009	2.162	112.259
1987	3.100	116.159	2010	1.584	171.827
1988	2.824	150.216	2011	1.307	205.526
1989	-	-	2012	1.829	142.736
1990	2.493	198.745	2013	2.293	130.216
1991	3.000	164.998	2014	1.740	167.059
1992	2.400	175.274	2015	2.407	116.975
1993	2.400	223.526	2016	2.423	122.718
1994	2.376	267.845	2017	2.943	98.367
1995	2.400	312.442	2018	3.186	97.184
1996	2.142	368.848	2019	3.563	109.700
1997	1.367	572.536	2020	3.243	100.844
1998	1.189	467.565	2021	2.853	127.989
1999	1.126	380.991			
2000	-	-			
2001	1.150	251.634			
2002	1.558	238.469			
2003	1.337	266.890			
2004	1.633	335.126			
2005	1.727	251.933			
2006	1.491	318.617			
2007	1.205	328.692			
2008	-	-			

Proyección y análisis de riesgo

Las proyecciones de la población sujeta a distintos niveles de explotación se realizaron con un modelo desagregado por flota (merlucera y langostinera) y se evaluó el riesgo ($\leq 10\%$) en el corto y mediano plazo de no alcanzar los objetivos de recuperación de biomasa y estructura reproductiva planteados, con el fin de estimar la captura biológicamente aceptable (CBA) de 2023. Este tipo de proyección permitió discriminar la captura de merluza en su propia pesquería para la estimación de la CBA y paralelamente el *bycatch* de merluza que podría obtener la flota langostinera (Renzi et al. 2002, Cordo, 2003 a, Aubone et al. 2010, Villarino y Santos 2015). La discriminación de las mortalidades por pesca ejercidas por las flotas merlucera y langostinera se obtuvo de acuerdo a la metodología empleada en los estudios mencionados (Anexo II).

El análisis de riesgo de las proyecciones para estimar las CBAs se realizó en una plataforma de entorno R elaborada por Orlando (2015) y adaptada en función de la dinámica poblacional de la merluza común (Orlando 2017).

Las proyecciones se llevaron a cabo utilizando el número de individuos por edad estimados por cada modelo a comienzos del 2021 y los vectores promedio (2017 a 2021) de mortalidad por flota (Anexo II ECE y APV - XSA). Para la estimación de 2022, se partió de los mismos vectores promedio para lograr una captura proyectada de 450.000 t en la pesca de arrastre y de 35.000 t de merluza en la pesquería de langostino. La estimación de la captura dirigida resultó de los datos de la estadística oficial, la estimación de la posible declaración errónea (promedio de los últimos dos años) más descarte; además, se consideró la captura de otros países igual a la asumida para 2021 (102.819 t).

La captura en número fue transformada en peso aplicando un vector de pesos por edad resultante de promediar los últimos cinco años de la serie correspondiente (Tabla 3).

Para los reclutamientos se realizó un sorteo aleatorio con distribución log-normal inversa, definida a partir de los valores mínimo, medio y máximo observados en el período de evaluación del diagnóstico.

Las Capturas Biológicamente Aceptables (CBA) para 2023 se obtuvieron como resultado del promedio de las capturas estimadas a través de 1.000 simulaciones, con variación en la biomasa inicial y en los reclutamientos, aplicando un factor F que resultó asociado a un riesgo $\leq 10\%$ de no haber cumplido el Punto Biológico Objetivo (PBO) propuesto en el corto (3 años) y mediano plazos (7 años). Se dedujo a estos valores el promedio de las toneladas descartadas y subdeclaradas en los 5 últimos años.

El PBO propone que la BR sea mayor o igual a 600.000 t, valores del efectivo en los inicios de los noventa según las evaluaciones que tomaban los datos desde 1990, con un porcentaje de 14 % de grandes reproductores que se encontraban en las capturas previas a 1990 (Santos y Villarino 2013). Las hembras de merluza común de mayor edad son más fecundas ya que las de los grupos de edad 5 y mayores (GR) producen huevos de mayor calidad que aquéllas de menor edad (Macchi et al. 2006; 2013), las cuales además participan menos tiempo en el período reproductivo (Macchi et al. 2017). Debido a estas particularidades el éxito del reclutamiento dependería no solo de la biomasa sino de la composición de los reproductores. Estas características fueron consideradas al elegir dentro del objetivo biológico un porcentaje de 14% GR sobre el total de reproductores. Dicho porcentaje es similar al que se obtiene al estimar la estructura estable de edades (en estado virgen o de pesca incipiente).

Resultados y Discusión

Estructura de edad de la merluza en las capturas comerciales

Como se mencionó previamente, las flotas merluceras argentinas declararon en 2021 una captura total al sur de 41° S de 262.356 t (www.magyp.gob.ar). Ésta fue corregida (Figura 1) con los cálculos de subdeclaración, las estimaciones de capturas de otros países (Tabla 1), de descarte (Tabla 3) y *bycatch* (Tabla 4). Así, se estimó una captura total de 503.134 t en 2021, 8 % superior a la de 2020 (Tabla 9).

Al analizar la evolución de los desembarques en el período bajo estudio (1986-2021), se distinguen los mayores entre 1993 y 1998. Paralelamente se registraron importantes descartes (Figura 1) y elevada presencia de individuos juveniles (Tabla 9). Este período de explotación llevó a la crisis de la pesquería en 2000 - 2001 con un descenso importante en las capturas.

La captura total corregida estimada promedio entre 2008 y 2012 se estabilizó cerca de 340.000 t, mientras que entre 2013 y 2021 subió a un promedio de 440.000 t. En este aumento influyó el ascenso de la captura de la flota extranjera (de 16 mil t en 2008 a un promedio de 103 mil t entre 2019 y 2021) (Tabla 1) y del descarte estimado que creció progresivamente, luego de la implementación de las CITC, de 29.000 t en 2008 a 86.070 mil t en 2021 (Tabla 4). Con respecto al *bycatch*, los valores estimados fueron más parejos en todo el período de estudio, y si bien fueron mayores al promedio en 2018 y 2019, en 2020 y 2021 descendieron nuevamente (Tabla 5).

En la estructura por edad de la captura corregida, se destacan los ejemplares de las edades 1, 2 de manera muy pareja hasta 2009 cuando la ampliación del área de veda logró disminuir la captura del

grupo de edad 1. La participación de los grupos de edades 4 y mayores fue mucho menor a la de los primeros tres grupos en todo el período de evaluación (Tabla 9). En 2021 los grupos de edad 5 y 3 fueron importantes en las capturas, ratificando la fortaleza de las cohortes 2016 y 2018 que se habían detectado previamente (Santos y Villarino 2021).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

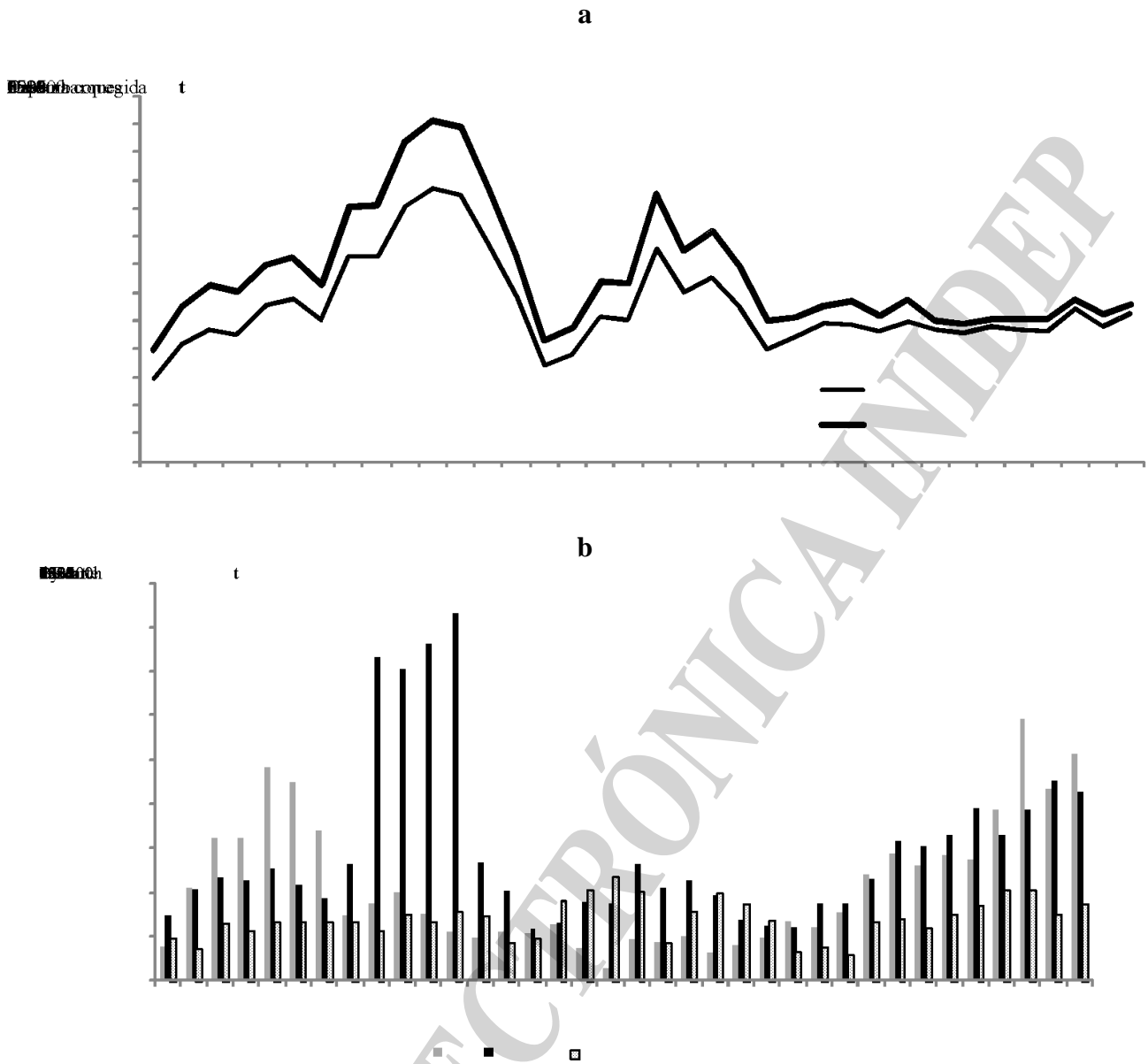


Figura 1. Captura total de merluza estimada al sur de 41° S (1986 - 2021): **a.** captura declarada por Argentina (Desembarques), luego corregida por declaración errónea (Captura corregida) y **b.** fuentes de descartes en la pesquería de merluza (Desc) y en la pesquería de langostino (*Bycatch*), y la captura declarada por otros países (OP).

En los primeros años del período analizado, la edad de primera captura (Figura 2) habría sido muy cercana a la de primera madurez de 2,6 años (Simonazzi 2003), pero a mediados de los noventa se estimó en menos de 2 años debido al aumento de las capturas y la poca selectividad de la flota merlucera. A esta situación se le sumó la captura incidental de merluza en la pesquería de langostino, compuesta principalmente de juveniles (Tabla 5). Este panorama mejoró con la implementación del AVPJM, su paulatino incremento y permanencia (Renzi et al. 2011). Desde 2019 se registró una mejoría (2,4 años), pero todavía debajo de la edad de primera madurez.

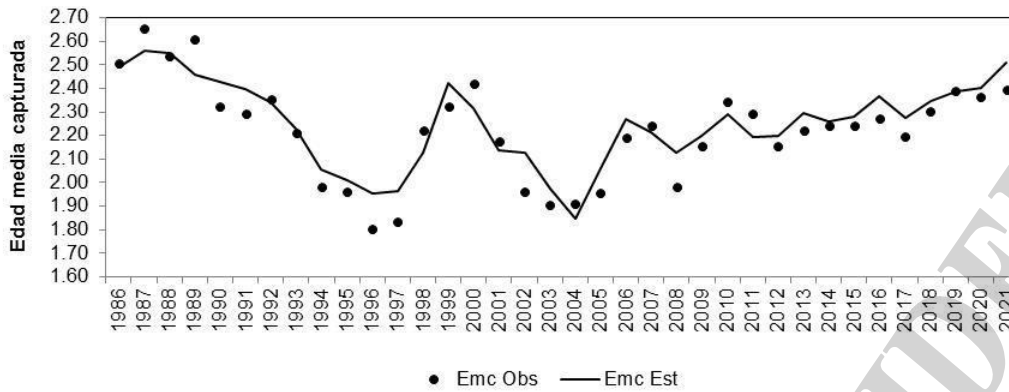


Figura 2. Edad media de merluza común en la captura observada (EmcObs) y estimada (EmcEst) entre 1986 y 2021.

Abundancia y estructura de edades de la población estimadas mediante campañas de investigación

En la campaña de enero de 2013 se registró el mayor reclutamiento a la pesquería (edad 2) correspondiente a la cohorte 2011. Los de 2012, 2009 y 2005, en orden de importancia, también fueron destacados (Tabla 7) provenientes de las clases anuales fuertes 2010, 2007 y 2003, que pudieron ser identificadas tanto en las campañas Globales (CG) (Tabla 8) como en las capturas comerciales (Tabla 9). Luego, es de destacar el valor del índice de 2018, superior al promedio obtenido entre los años 2005 – 2013, que representa a la cohorte fuerte 2016. En 2019 y 2020 no se hicieron estas campañas pero sí enero de 2021 donde el índice de edad 2 fue 2.346 N°/h (Castrucci MS), que también sería indicativo de una buena cohorte.

Los reclutas a la población (edad 1) se estimaron en las CG y en 2012 tuvieron el registro más elevado (Tabla 8). Las CG realizadas en el período 2011 - 2013 permitieron distinguir cohortes fuertes en 2010 y 2011 (Santos 2017).

Al comparar los índices de edad 2, obtenidos en las campañas estivales e invernales en los mismos años, se observaron tendencias similares (Santos y Castrucci 2020) excepto en 2013 (Figura 3).

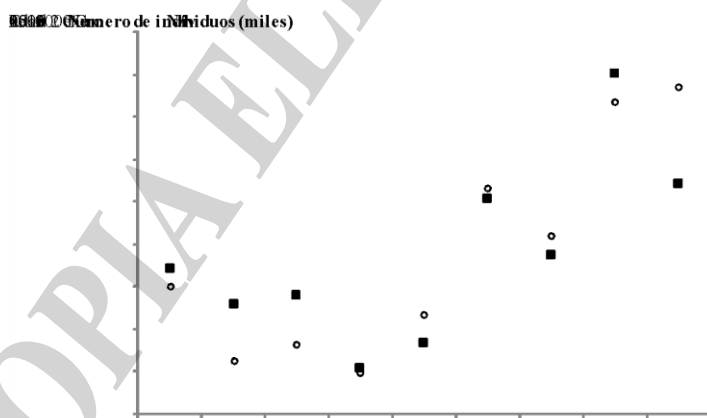


Figura 3. Comparación entre las estimaciones absolutas y relativas (N/h) de abundancia de los individuos de edad 2 de merluza en las campañas globales y de enero, respectivamente.

Además las trayectorias de la biomasa total obtenidas de las CG y de los valores de CPUE (Figura 4) también fueron similares excepto en 2016. Según la estimación de la CG 2016, la biomasa de la población habría declinado mientras que la CPUE mostró un crecimiento (Tabla 10). Estos datos sugerirían una subestimación en la CG 2016, tal vez porque no se realizó en forma completa, lo que agregó incertidumbre a sus resultados. Hasta la fecha no se ha vuelto a tener la información que provee este tipo de campaña. Esta falta de datos independientes de la actividad comercial dificulta un buen seguimiento de la dinámica poblacional de este efectivo.

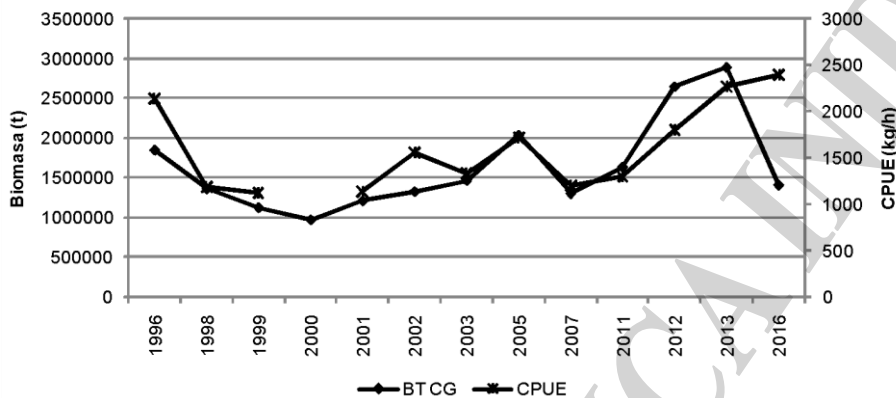


Figura 4. Biomasa total de las campañas globales (BTCG) versus las estimaciones de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) entre 1996 y 2016.

En cuanto a las BR observadas en las CG, se notó un progresivo aumento entre 2011 y 2013 (Santos 2017) y en 2016 fue similar a la de 2012, mientras que el porcentaje de GR fluctuó de 2011 a 2016 entre 15, 18, 12 y 15%, respectivamente. En las campañas de enero de 2017 a 2021 se registró un aumento de los índices de las edades de los adultos (grupos de edades 3 a 7+, Santos y Castrucci 2020, Santos et al. 2022).

Calibración del modelo estadístico estructurado por edades (ECE)

Se comprobaron buenos ajustes entre las capturas totales observadas y las estimadas (Figura 5) como entre las capturas por edad observadas y estimadas por el modelo (Figura 6).

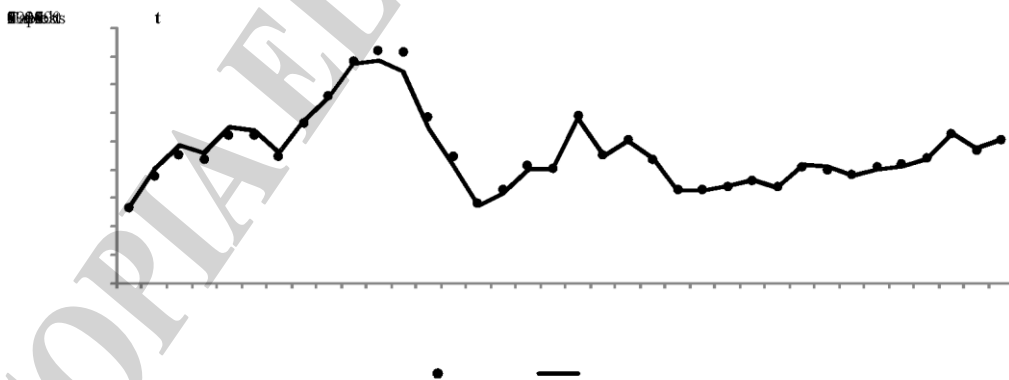


Figura 5. Captura total observada (Cob) y estimada (Cest) de merluza común.

Las principales diferencias se observaron en las capturas estimadas por edad de los grupos 1 y 2

(Figura 6), edades en las cuales se hacen las correcciones por el descarte y el *bycatch*, aunque en los últimos cinco años el ajuste fue muy bueno.

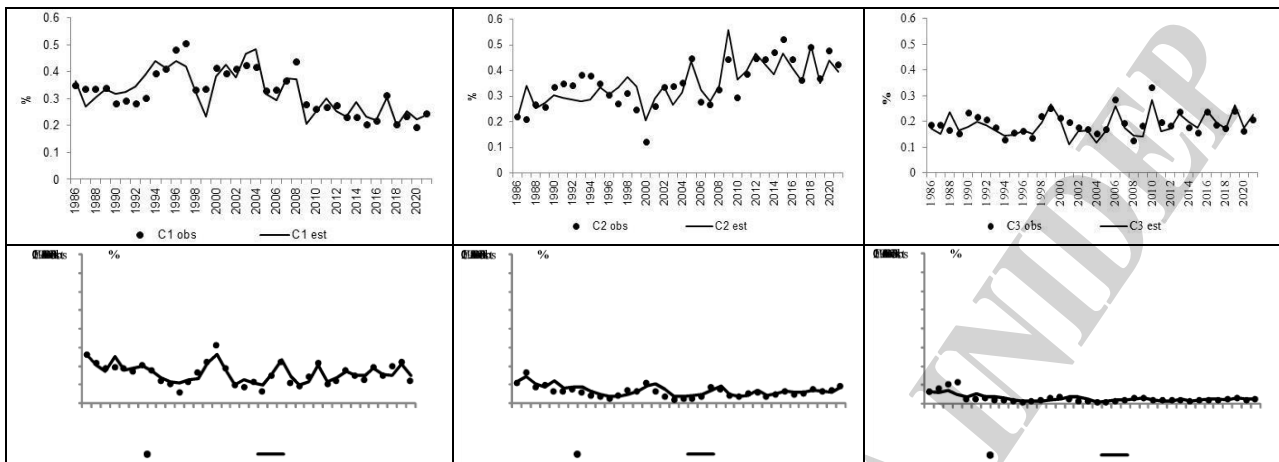


Figura 6. Captura observada (Cob) y estimada (Cest) por edad (1 a 6) de la merluza común.

Con respecto a los índices de calibración se observaron mejores ajustes con los índices de provenientes de la flota, es decir del CPUE (Figura 7) que con los índices de campaña. Las estimaciones de la CPUE (Tabla 10) del tercer período fueron más bajas que las estimadas en la última evaluación, 8 % y 10 % para 2018 y 2019, respectivamente (Irusta y Castrucci 2021).

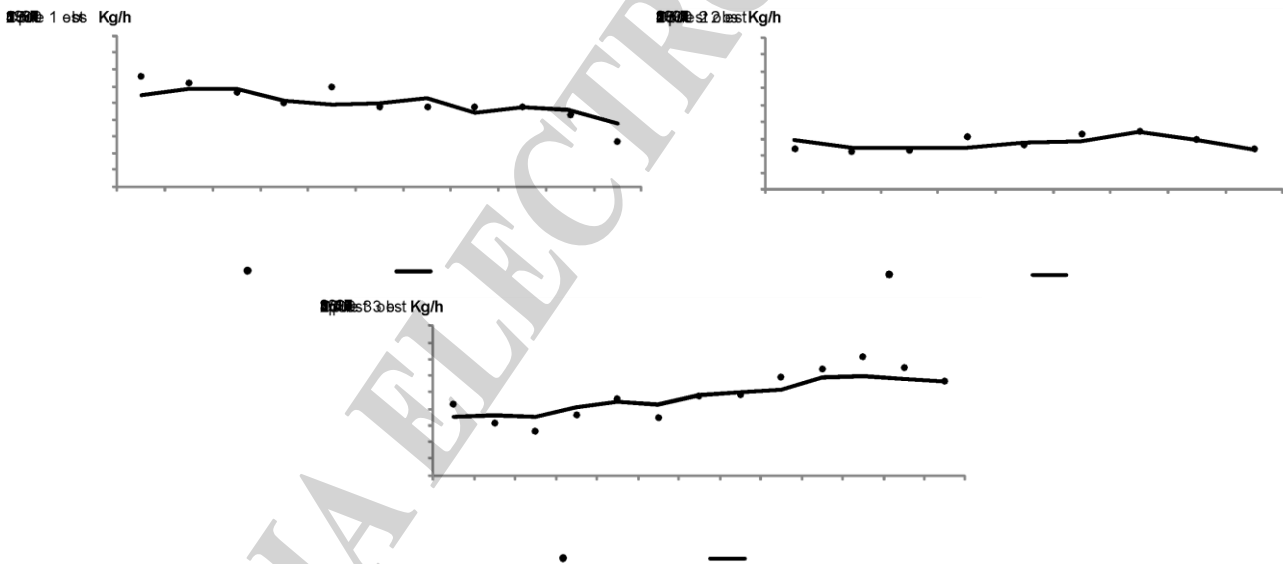


Figura 7. Captura por unidad de esfuerzo de merluza común observada (Cpue Obs) y estimada (Cpue est) en los tres períodos considerados 1986-1997, 1998-2007 y 2009-2020.

El principal desajuste ocurrió con los valores estimados en las campañas de invierno y verano de 2012 y 2013, que no reflejaron el fuerte incremento observado en la población especialmente en los juveniles (Figuras 8 y 9).

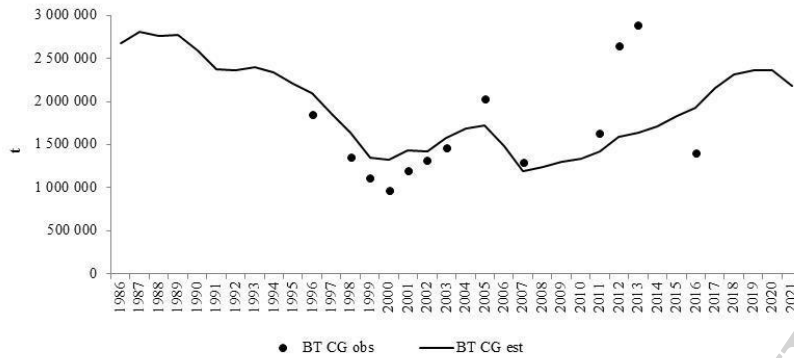


Figura 8. Biomasa total observada y estimada de merluza común en las campañas globales (CG).

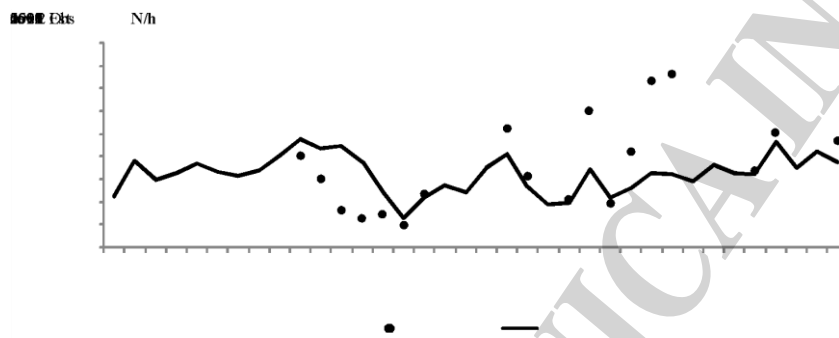


Figura 9. Índice de edad 2 de merluza común en las campañas de enero observados (Juv2 Obs) y estimados (Juv2 est).

El índice de biomasa reproductiva de la serie de enero 2005 - 2021 mostró un buen ajuste con los valores estimados (Figura 10).

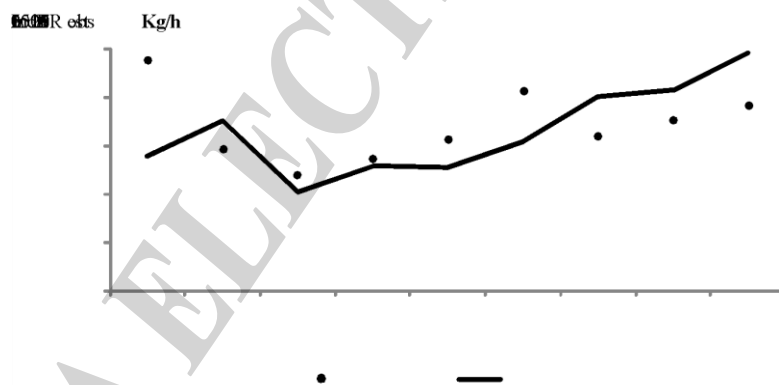


Figura 10. Índice de biomasa reproductiva (kg/h) observada y estimada de merluza común en las campañas de enero 2005 – 2021.

Los valores predichos de proporciones de ejemplares por edad ajustaron muy bien a aquellos observados en las campañas globales, las diferencias principales se dieron en el grupo de edad 1 (Figura 11).

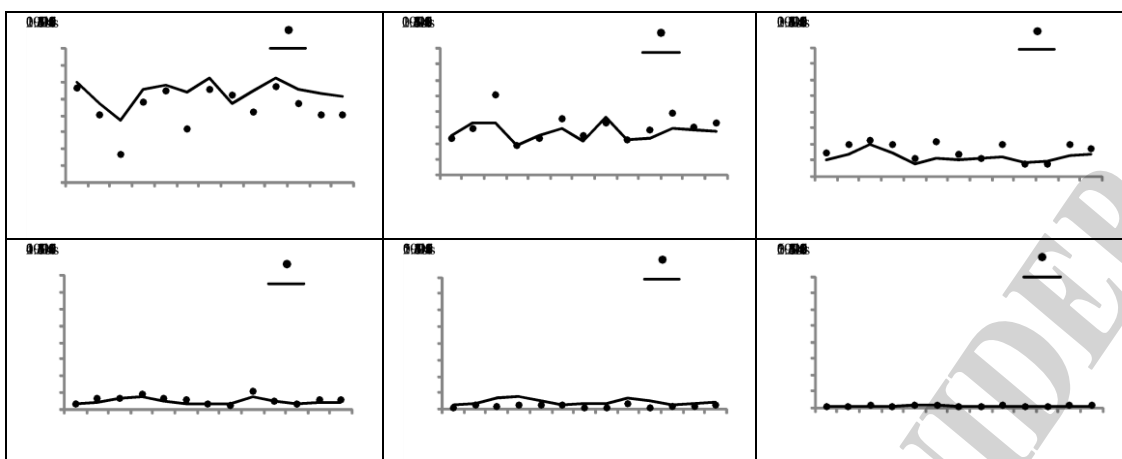


Figura 11. Proporciones por edad (1 a 6) observadas y estimadas en las campañas globales de merluza común.

Mortalidad por pesca por edad

Se observó el ascenso de la componente anual de la mortalidad por pesca (f) desde 1986 a 1997, seguido de un descenso marcado hasta el año 2000, luego un período con fluctuaciones, hasta 2008 cuando se empiezan a estabilizar los valores. La mayor incertidumbre se produjo al final del período de estudio con una tendencia creciente desde 2019 (Figura 12).

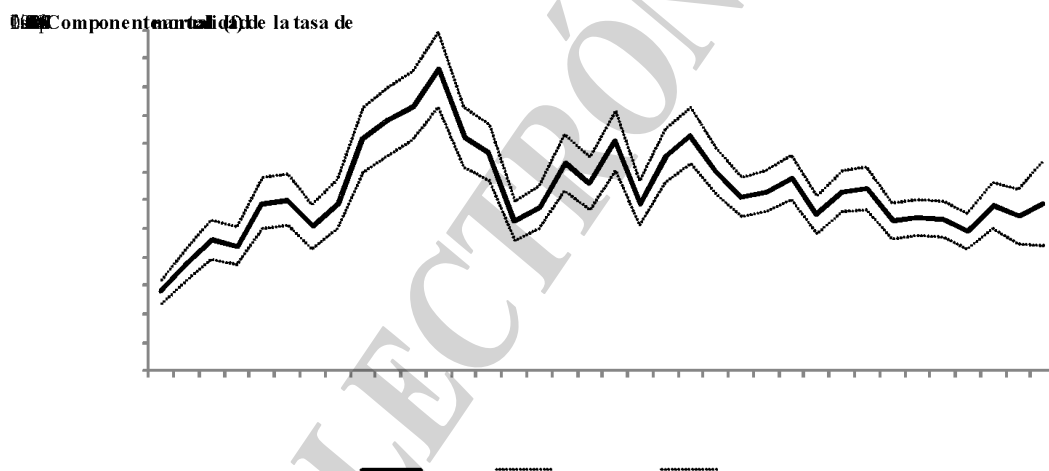


Figura 12. Componente anual (f) de la tasa instantánea de la mortalidad por pesca e intervalos de confianza, según el ECE.

Reclutamiento, biomasa reproductiva y biomasa total

Los reclutamientos estimados (Tabla 11) al principio del período fueron inferiores a 2.500 millones de individuos (Figura 13), pero entre 1994 y 1997 superaron 3.000 millones de individuos. En 1999 se registró el menor de la serie, que correspondió a la clase anual de 1998 que influyó fuertemente en la crisis de la pesquería. Los números de reclutas de 2004 también fueron notorios e influyeron en la recuperación paulatina del efectivo. Las estimaciones desde 2011 a 2020 fluctuaron poco, con un promedio de 2.374 millones de individuos, cuando fueron más notorios los valores de las cohortes 2016 y 2018, mientras que el valor aleatorio de 2021 resultó menor al promedio, con mayor incertidumbre que el resto, y no se consideró en las proyecciones de captura.

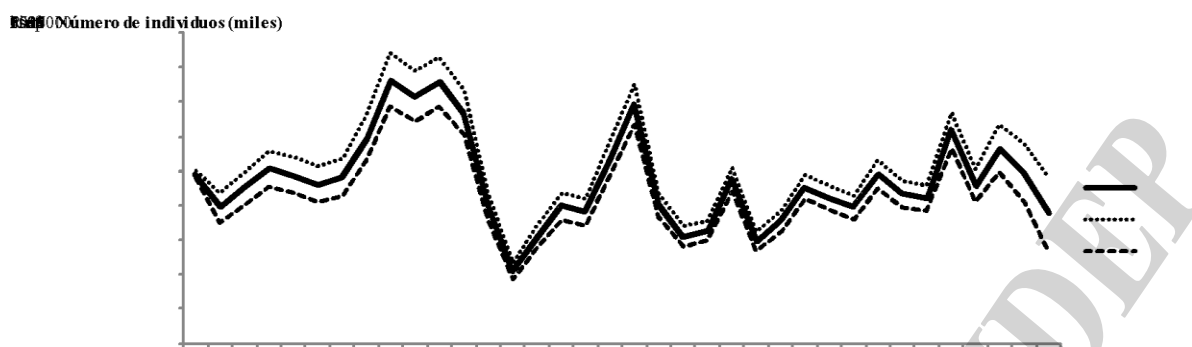


Figura 13. Reclutas de merluza común estimados por el modelo ECE (R) e intervalos de confianza.

Se registró claramente una fuerte disminución de las BT y BR desde 1986 a 2000 (Figura 14). El diagnóstico de la disminución de la abundancia del efectivo patagónico y de su estructura poblacional por edad deteriorada (Renzi et al. 2003), llevaron a la implementación del área de veda permanente para la protección de juveniles (ZVP) en 1997, al decreto de emergencia pesquera del recurso en 1999 (Decreto N°189/1999) y a las posteriores ampliaciones de la veda. Luego la BT registró un paulatino crecimiento desde 2010 (Figura 14) y en los últimos tres años se estabilizó en alrededor de 1.110.000 t (Tabla 11).

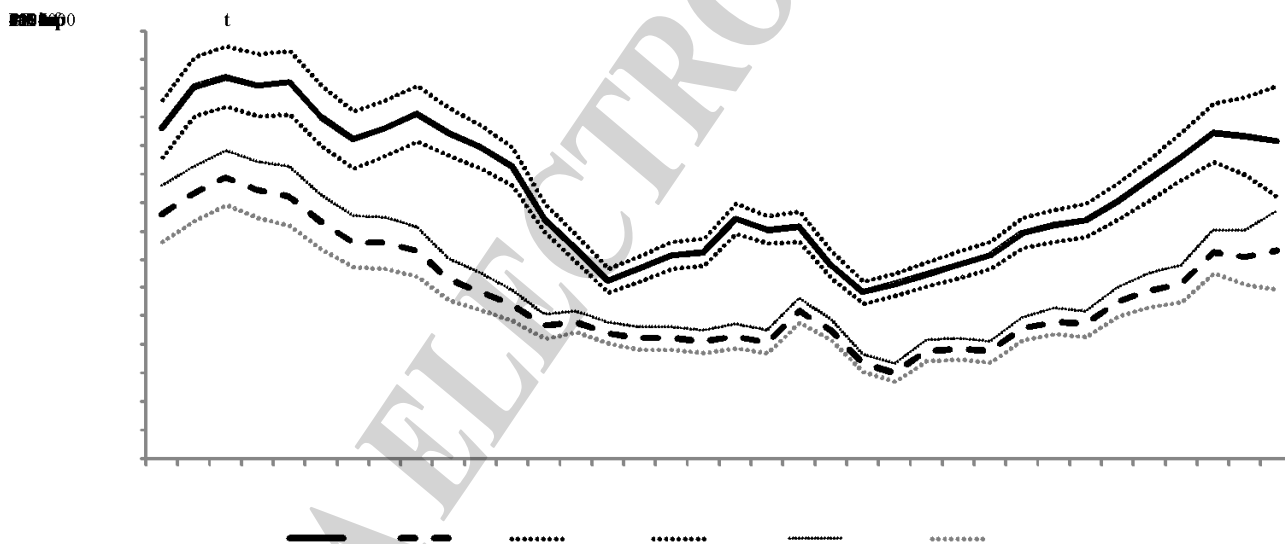


Figura 14. Biomasa total (BT) y biomasa reproductiva (BR) (e intervalos de confianza) de merluza común estimadas por el modelo ECE a inicios de cada año.

La BR que a inicios del diagnóstico se encontraba cercana a 900.000 t, habría descendido a un tercio de este valor en 2009 (Figura 14, Tabla 11). Una recuperación paulatina, pero sostenida, la ubicó en los últimos tres años en un promedio de 720.000 t.

Tabla 11. Biomasa total (BT), biomasa reproductiva (BR), reclutas (R) y componente de la mortalidad por pesca (f), y coeficientes de variación (cv) según los resultados del modelo estadístico de captura por edad (ECE).

Año	BT	cv	BR	cv	R	cv	f	cv
1986	1.158.400	0,09	859.800	0,11	2.455.100	0,02	0,28	0,32
1987	1.304.600	0,08	931.130	0,11	1.971.000	0,11	0,38	0,44
1988	1.340.500	0,08	985.330	0,10	2.250.900	0,11	0,46	0,53
1989	1.311.300	0,08	942.660	0,11	2.533.100	0,10	0,44	0,51
1990	1.320.400	0,08	922.540	0,11	2.436.200	0,11	0,59	0,68
1991	1.202.200	0,09	831.090	0,12	2.306.600	0,11	0,60	0,69
1992	1.119.400	0,09	761.740	0,12	2.410.300	0,11	0,51	0,58
1993	1.159.800	0,09	759.620	0,12	2.980.400	0,11	0,59	0,68
1994	1.209.700	0,08	729.120	0,12	3.820.400	0,10	0,81	0,93
1995	1.145.200	0,07	630.800	0,12	3.576.900	0,10	0,88	1,00
1996	1.091.700	0,07	588.560	0,11	3.780.700	0,09	0,93	1,05
1997	1.025.400	0,06	539.380	0,10	3.345.600	0,10	1,06	1,19
1998	844.260	0,06	466.980	0,09	1.982.000	0,10	0,82	0,93
1999	735.200	0,06	482.390	0,08	1.042.900	0,12	0,77	0,87
2000	627.380	0,07	440.520	0,08	1.547.700	0,10	0,53	0,60
2001	669.180	0,07	421.690	0,09	1.993.100	0,10	0,58	0,65
2002	713.810	0,07	421.870	0,10	1.901.700	0,11	0,73	0,83
2003	724.930	0,07	412.850	0,10	2.665.700	0,10	0,66	0,75
2004	843.670	0,06	429.540	0,10	3.470.900	0,08	0,81	0,92
2005	803.330	0,06	410.110	0,10	2.005.300	0,09	0,59	0,67
2006	815.590	0,06	519.140	0,08	1.552.500	0,10	0,75	0,85
2007	680.010	0,07	453.820	0,09	1.627.100	0,09	0,83	0,93
2008	585.290	0,07	335.760	0,10	2.378.200	0,08	0,70	0,78
2009	611.430	0,07	303.070	0,10	1.484.600	0,09	0,61	0,68
2010	646.670	0,07	381.190	0,09	1.774.200	0,08	0,63	0,70
2011	681.730	0,07	385.680	0,10	2.263.200	0,08	0,68	0,76
2012	713.240	0,07	376.990	0,10	2.112.800	0,08	0,55	0,62
2013	794.150	0,07	457.140	0,09	1.970.100	0,09	0,63	0,70
2014	818.450	0,07	482.120	0,09	2.455.800	0,08	0,64	0,72
2015	837.930	0,07	473.810	0,10	2.161.800	0,09	0,53	0,59
2016	904.890	0,07	550.130	0,10	2.105.000	0,09	0,54	0,60
2017	979.800	0,07	592.810	0,10	3.088.600	0,09	0,53	0,60
2018	1.061.400	0,08	616.470	0,11	2.284.100	0,11	0,49	0,56
2019	1.145.500	0,09	727.100	0,11	2.820.000	0,12	0,58	0,66
2020	1.135.200	0,12	708.280	0,14	2.477.800	0,17	0,54	0,64
2021	1.114.000	0,18	731.030	0,19	1.885.500	0,29	0,59	0,74

Entre 2019 y 2021, se estimaron 15 % y 19 % de grandes reproductores, respectivamente, que han sido valores sugeridos para el PBO. Si bien en estos años se registró un aumento del número de ejemplares de los grupos de edades 5 a 7+ (Tabla 12), todavía no alcanzaron los niveles de 1986 a 1989.

Tabla 12. Número de individuos (miles) por edad según los resultados del modelo estadístico de captura por edad (ECE).

Año/Edad	1	2	3	4	5	6	7+
1986	2.455.090	962.879	615.377	426.077	178.785	97.745	68.153
1987	1.970.980	1.618.840	593.062	360.368	243.060	100.860	93.124
1988	2.250.850	1.246.730	933.505	319.350	187.272	124.416	98.610
1989	2.533.050	1.375.840	680.947	469.103	153.685	88.482	104.501
1990	2.436.240	1.561.880	761.918	348.260	230.210	74.108	92.298
1991	2.306.550	1.411.120	783.304	343.453	148.531	95.900	68.559
1992	2.410.280	1.330.050	702.701	349.923	145.019	61.231	67.072
1993	2.980.370	1.445.480	704.841	339.794	161.350	65.531	57.436
1994	3.820.380	1.726.660	725.174	317.862	144.990	67.248	50.704
1995	3.576.870	2.015.470	746.725	270.697	109.927	48.541	38.915
1996	3.780.660	1.836.240	834.745	263.812	88.060	34.527	27.036
1997	3.345.640	1.899.040	734.696	282.218	81.725	26.285	18.070
1998	1.982.020	1.592.350	697.593	222.784	77.469	21.504	11.452
1999	1.042.870	1.041.690	684.532	258.426	76.396	25.707	10.780
2000	1.547.670	560.459	463.924	265.263	93.165	26.709	12.589
2001	1.993.100	920.259	293.009	220.494	119.989	41.266	17.248
2002	1.901.660	1.161.160	465.783	133.635	95.270	50.667	24.464
2003	2.665.650	1.038.160	530.162	186.308	49.904	34.554	26.905
2004	3.470.910	1.499.480	497.053	225.276	74.410	19.414	23.625
2005	2.005.320	1.752.270	578.055	170.377	74.842	24.546	14.173
2006	1.552.500	1.123.650	806.803	244.337	70.396	30.763	15.895
2007	1.627.060	804.963	453.307	291.783	85.832	24.566	16.257
2008	2.378.230	815.281	306.380	153.060	95.430	27.869	13.232
2009	1.484.560	1.458.570	335.482	113.651	56.281	35.068	15.103
2010	1.774.220	932.467	646.463	135.808	45.657	22.597	20.143
2011	2.263.230	1.108.730	406.767	256.850	53.534	17.987	16.838
2012	2.112.830	1.395.850	464.275	154.023	96.432	20.087	13.066
2013	1.970.080	1.349.530	651.808	199.846	65.844	41.204	14.165
2014	2.455.850	1.231.520	589.292	259.279	78.871	25.971	21.839
2015	2.161.810	1.531.040	533.264	232.106	101.308	30.800	18.669
2016	2.105.020	1.388.680	727.695	234.368	101.337	44.210	21.587
2017	3.088.650	1.349.010	655.192	317.063	101.431	43.836	28.461
2018	2.284.060	1.982.220	639.327	286.979	137.953	44.111	31.440
2019	2.819.990	1.481.830	971.662	291.371	129.986	62.458	34.205
2020	2.477.810	1.785.450	673.280	405.000	120.564	53.758	39.975
2021	1.885.520	1.585.780	838.875	291.914	174.407	51.894	40.343

Comparación entre modelos de evaluación

Las trayectorias de las biomásas totales y reproductivas de los últimos 15 años fueron muy similares entre los modelos planteados (Figura 15). Las mayores diferencias se encontraron en los primeros diez años. Una de las causas es que en el año de inicio de la evaluación el ECE estimó un reclutamiento mucho más alto que el APV - XSA (Figura 16), en cambio desde 1987 en adelante los

Evaluación del estado de explotación de la merluza (*Merluccius hubbsi*) del efectivo sur de 41° S. CBA 2023

reclutas de ambos modelos fueron similares.

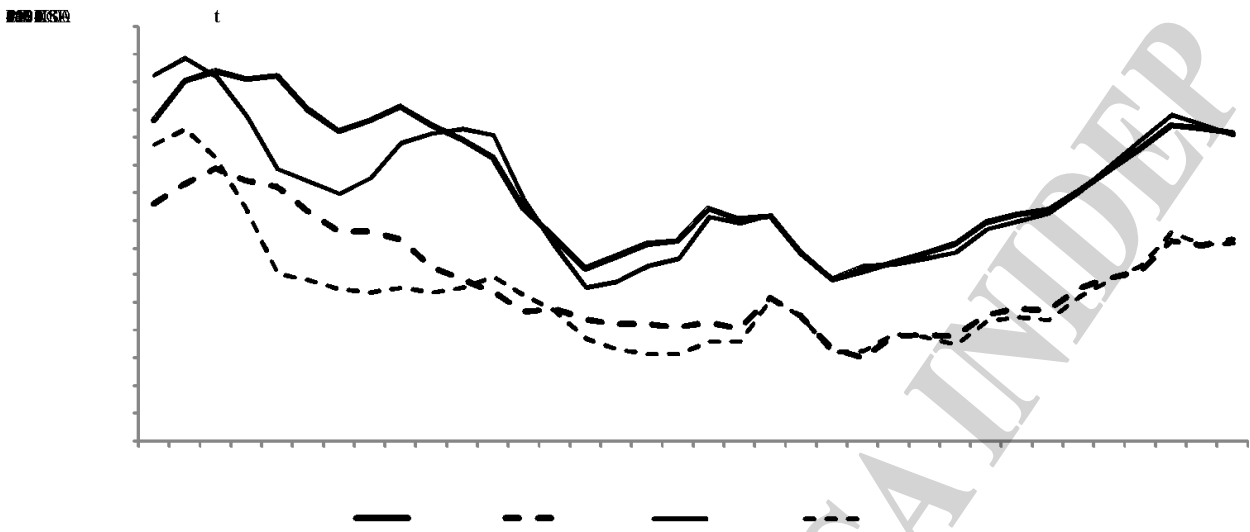


Figura 15. Biomasa total y reproductivas estimadas por los modelos ECE y APV - XSA.

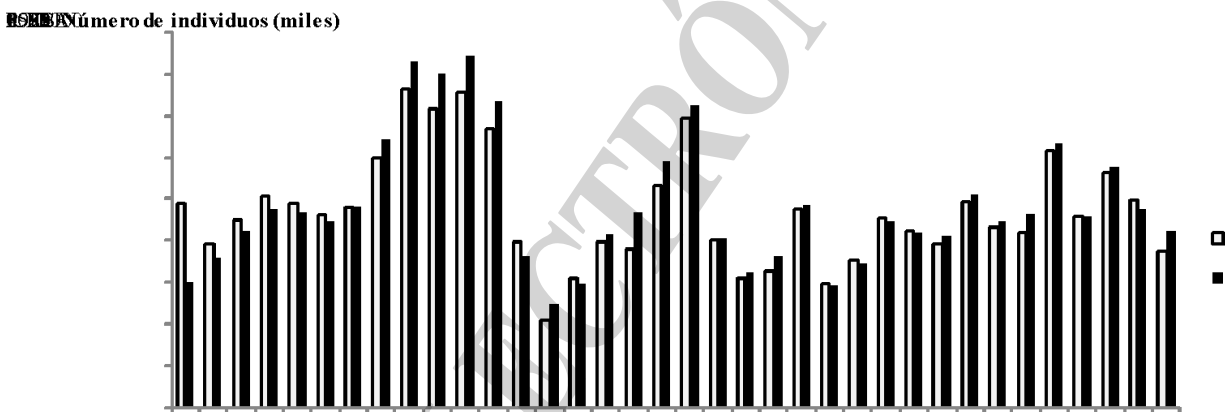


Figura 16. Reclutamiento de individuos de edad 1, resultado de los modelos ECE y APV - XSA

Al comparar la mortalidad por pesca promedio sobre los adultos, grupos de edades 3 a 6, se puede observar que, en general, siguieron las mismas tendencias y tuvieron valores similares, excepto en los años de más bajos reclutamientos donde el XSA estimó mayor mortalidad sobre los adultos (Figura 17).

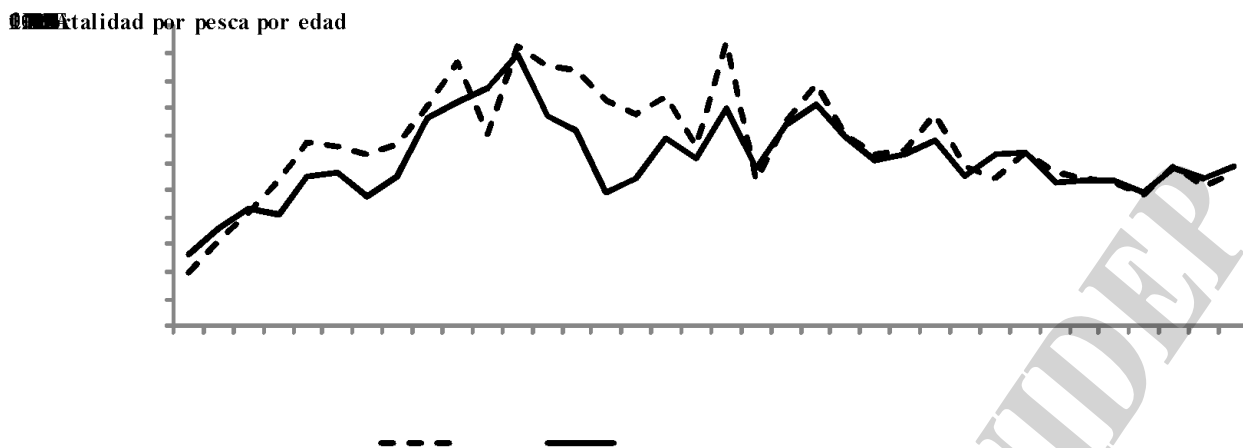


Figura 17. Mortalidad por pesca de las edades 3 - 6 en según el ECE y el APV - XSA.

Proyecciones de la abundancia y estimación de la CBA para el año 2023

Para las proyecciones se consideraron dos escenarios 1) los resultados del ECE expuestos aquí en detalle y 2) los resultados del APV - XSA (ANEXO III).

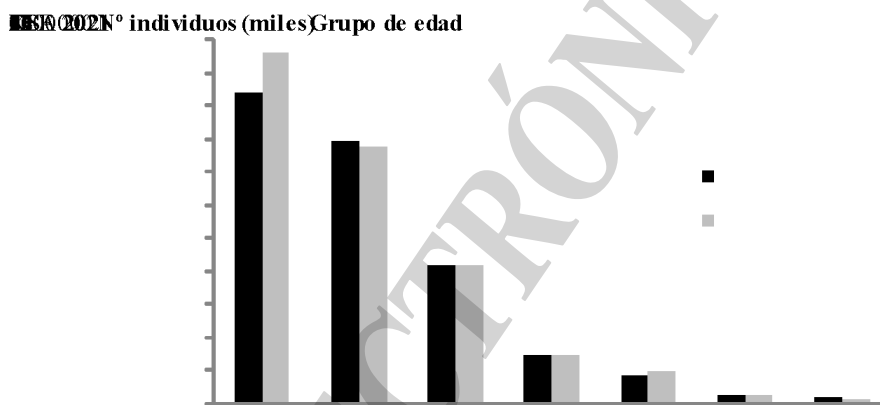


Figura 18. Abundancia por edad de la población de merluza común del efectivo sur a comienzos de 2021 (vector de estado), según los resultados del APV - XSA y del ECE, para las proyecciones de capturas.

Los vectores de estado (número por edad del último año) de los resultados de cada modelo de evaluación fueron muy similares (Figura 18) y se emplearon en las proyecciones considerando los individuos de los grupos de edad 2 a 7+. El número de reclutas del grupo 1, resultado donde reside la mayor incertidumbre, se estimó como el promedio del período 2001-2021 (2.213.241 en ECE y 2.311.964 en APV - XSA).

El ECE estimó valores de desviación estándar para cada componente del vector de estado, cuyos coeficientes de variación (0,29, 0,18, 0,18, 0,20, 0,22, 0,24, 0,28) fueron empleados también en la proyección del otro modelo.

A partir del estado de 2021, las capturas dirigidas e incidentales sobre el efectivo sur de merluza durante 2022 y los vectores de mortalidad por pesca promedio de los últimos cinco años de las flotas merluquera y langostinera, se proyectaron las dinámicas poblacionales, que determinaron los distintos

valores de CBA, según los objetivos planteados.

Todos los valores de CBA fueron obtenidos luego de deducir un promedio de las toneladas descartadas y subdeclaradas en los últimos cinco años (123.879 t) y una proyección de *bycatch* que no superaría 40.000 t.

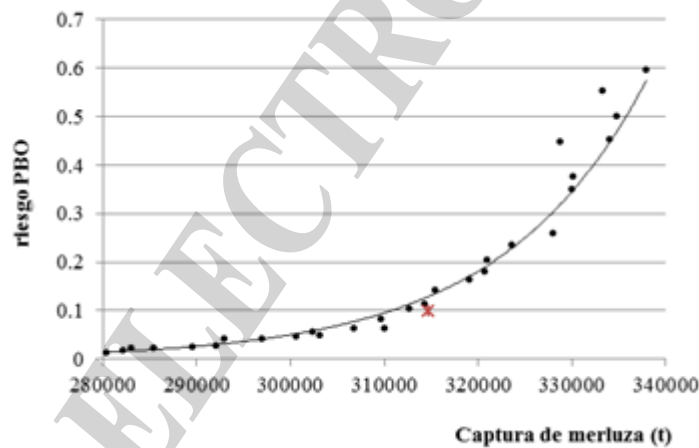
Las CBAs para 2023 resultaron entre 311.952 t según el APV – XSA y 314.688 t según el ECE (Tabla 13), para cumplir con el objetivo de que la biomasa reproductiva (BR) sea mayor o igual a 600.000 t en el **corto plazo**, con una proporción de grandes reproductores (GR) no inferior a 14 %, con una probabilidad mayor o igual al 90 %.

Tabla 13. Capturas biológicamente aceptables (t) según el análisis de riesgo sobre el punto biológico objetivo (PBO) de obtener una biomasa reproductiva \geq 600 mil t con 14 % de grandes reproductores (GR).

PBO	BR \geq 600+14%	BR \geq 600+14%
	GR	GR
	CP	MP
APV - XSA	312.899	312.110
ECE	314.688	311.952

La estimación del riesgo a **corto plazo** en un intervalo de factores (0.8 a 1.1) de los vectores de mortalidad por pesca de la captura dirigida (Figura 19) resultó en ambos modelos asociada a valores de *bycatch* entre 36.000 t y 42.000 t (menor y mayor riesgo, respectivamente).

a



b

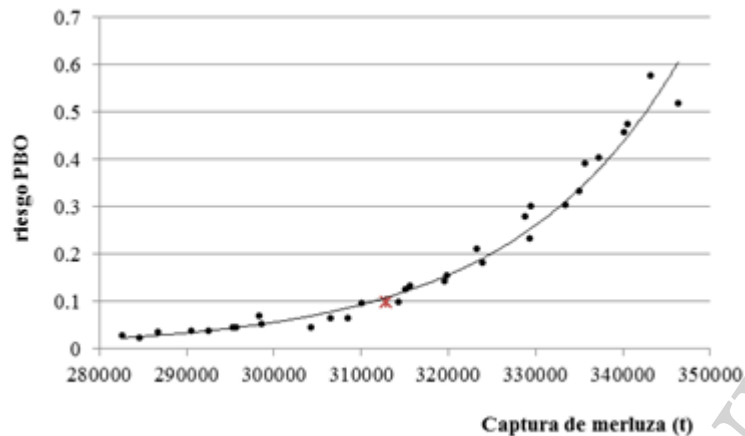
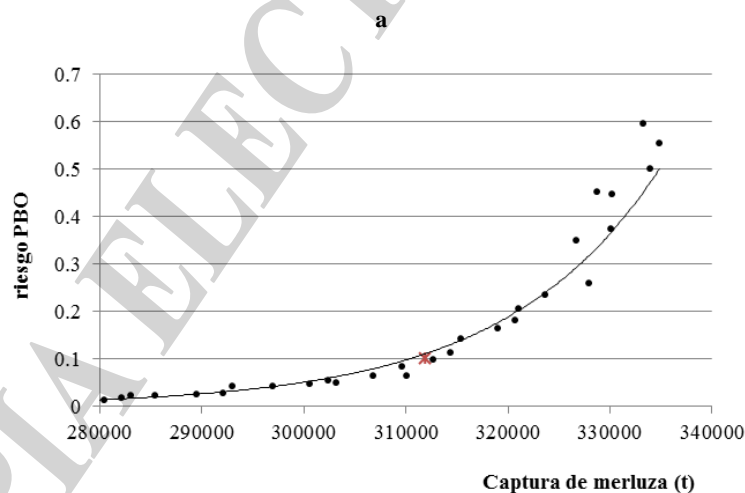


Figura 19. Estimación de la captura de merluza (●) y de la CBA (✱) asociadas al riesgo de que la biomasa reproductiva (BR) sea ≤ 600.000 t con una proporción de grandes reproductores (GR) $\geq 14\%$, partiendo de los resultados del APV-XSA (a) y del ECE (b), en el corto plazo (CP).

En cuanto al **mediano plazo**, las CBAs 2023 estuvieron entre 311.952 t (ECE) y 312.110 t (APV - XSA) (Tabla 13) para cumplir con el objetivo de que la biomasa reproductiva (BR) sea mayor o igual a 600.000 t, con una proporción de grandes reproductores (GR) no inferior a 14 %, con una probabilidad mayor o igual al 90 %. La estimación del riesgo a **mediano plazo** en un intervalo de factores (0,8 a 1,1) de los vectores de mortalidad por pesca de la captura dirigida (Figura 20) resultó en ambos modelos asociada nuevamente a valores de *bycatch* entre 36.000 t y 42.000 t (menor y mayor riesgo, respectivamente).

Para la determinación de la CMP debe tenerse en cuenta que la flota extranjera probablemente seguirá extrayendo elevadas capturas sobre este stock sur de merluza en 2023.



b

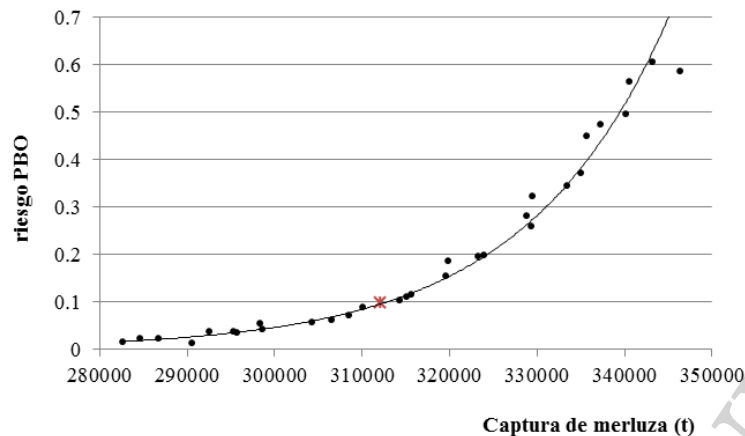


Figura 20. Estimación de la captura de merluza (●) y de la CBA (*) asociadas al riesgo de que la biomasa reproductiva (BR) sea ≤ 600.000 t con una proporción de grandes reproductores (GR) $\geq 14\%$, partiendo de los resultados del APV-XSA (a) y del ECE (b), en el mediano plazo (MP).

Cabe destacar que es preocupante la magnitud de los descartes, y de la captura de merluza declarada por la flota extranjera en los últimos siete años. En las recomendaciones de manejo (Santos y Villarino 2021), el valor de la CMP, es sólo una dentro del conjunto de medidas necesarias para lograr la sustentabilidad de la explotación del recurso.

Conclusiones

En función de los resultados obtenidos y con la intención de sostener la recuperación de la BR del efectivo sur de merluza común en volumen y composición, **se sugiere que la Captura Biológicamente Aceptable para 2023 no supere 313.000 t con valores de *bycatch* inferiores a 40.000 t.**

Se reitera que el valor que el CFP establezca para la CMP es sólo una medida de manejo dentro del conjunto de medidas necesarias para lograr la sustentabilidad de la explotación del recurso. Por lo tanto se sostiene enfáticamente que se deben tomar **medidas concretas para disminuir la captura de juveniles y para evitar la pesca de reproductores cuando comienzan a concentrarse para su reproducción.**

A continuación se reiteran las medidas sugeridas en informes anteriores:

- Mantener las actuales dimensiones del área de veda para la protección de juveniles en el área patagónica (AVPJM).
- Utilizar artes de pesca y dispositivos selectivos, u otras medidas de manejo alternativas, a fin de minimizar la captura no deseada de juveniles de merluza tanto en la pesquería dirigida como en otras en las que la merluza es capturada como *bycatch*, a fin de reducir significativamente los descartes.
- Aumentar los controles sobre las declaraciones de captura y esfuerzo a fin de disminuir las subestimaciones.
- Lograr una efectiva protección de las concentraciones de adultos en la temporada reproductiva (octubre-abril) cuando la flota langostinera actúa dentro del AVPJM.

- Adecuar anualmente, de acuerdo a los requerimientos de los Programas Merluza y Programa de Adquisición de Información biológico-pesquera y Ambiental, la cobertura de las flotas merlucera y langostinera con el objetivo de obtener estimaciones más precisas de las variables biológicas-pesqueras que se utilizan para la estimación de la CBA.

Agradecimientos

A los integrantes del Programa Merluza y Fauna Acompañante que contribuyeron con la obtención de los datos.

Bibliografía

- Abachian V, Santos B, Castelleta M, Di Leva I, Mattera B. 2014. Claves longitud - edad de la merluza (*Merluccius hubbsi*) del efectivo sur capturada por la flota comercial y observada durante 2012 y 2013. Inf Invest INIDEP N° 44/2014. 11 p.
- Aubone A, Perez M, Renzi M, Irusta CG, Dato C. 1998. Evaluación del estado de explotación de la merluza común (*Merluccius hubbsi*) al sur de los 41° S. Recomendaciones de manejo para 1998. Inf. Téc. INIDEP N° 14/1998. 30 p.
- Aubone A, Villarino MF, Santos BA, Renzi M. 2010. Simulación del efecto de áreas de veda, esfuerzo pesquero y selectividad de dos flotas (flota arrastrera merlucera y flota tangonera langostinera) sobre la merluza (*Merluccius hubbsi*) al sur del 41° S, e indicadores de sustentabilidad biológica. Inf Téc INIDEP N° 16/2010. 30 p.
- Bezzi S, Irusta CG, Pérez M, Renzi M. 1997. Sobre la unidad de población de la merluza. Inf Téc INIDEP N° 25/1997. 1-12.
- Blanco G, Villarino MF, Tringali, L. 2022. Captura incidental de merluza (*Merluccius hubbsi*) obtenida por la flota langostinera desde el 1 de abril al 30 de septiembre de 2022. Inf Ases Tranf INIDEP N° 100/2022. 8 p.
- Castrucci RO, Aubone A, Perez M, Renzi M. 2003. Índice de abundancia del grupo de merluza de edad 2 en el área de cría patagónica. Período 1995-1998. Inf Téc INIDEP N° 51/2003. 27-38.
- Castrucci R y Irusta CG. 2019. Estimación del Índice de abundancia del grupo de edad 2 de merluza (*Merluccius hubbsi*) del efectivo sur de 41° S. Enero 2018-2019. Inf. Invest INIDEP N° 104/2019. 12 p.
- Cerviño Lopez S. 2004. Estudio de la incertidumbre asociada a los métodos de evaluación de las poblaciones de peces. [Tesis doctoral]. Universidad de Vigo. 274 p.
- Chavarría LS, Pisani E, Dato CV. 2016. Resultados de la campaña de evaluación de merluza (*Merluccius hubbsi*) para el Golfo San Jorge y Zona de Veda Permanente en invierno de 2016. Comparación con los resultados del 2013. Inf Invest INIDEP N°56/2016. 14 p.
- Chavarría LS. 2020. Distribución espacio temporal de longitudes totales de merluza (*Merluccius hubbsi*) a partir de información de observadores a bordo de la flota comercial. Año 2018. Inf Invest INIDEP N° 28/2020. 34 p.
- Chavarría LS. 2021. Distribución espacio temporal de longitudes totales de merluza (*Merluccius hubbsi*) a partir de información de observadores a bordo de la flota comercial. Año 2020. Inf Invest INIDEP s/N. 29 p.
- Chavarría LS, Suby A. 2022. Subreporte y descarte de merluza común (*Merluccius hubbsi*) en la flota fresquera. Efectivo Sur. Año 2021. Inf Invest INIDEP s/N°/2022. 12 p.
- Cordo HD. 2003 a. Estimación de la captura incidental (By-catch) biológicamente aceptable de merluza en la pesquería del langostino patagónico, en el año 2003. Inf Téc INIDEP N° 110/2003. 8 p.
- Cordo H.D. 2003 b. Evaluación del estado del efectivo sur de 41° S de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y estimación de la captura biológicamente aceptable correspondiente al año 2003. Inf Téc INIDEP N° 54/2003. 35 p.
- Cordo HD. 2004. Evaluación del estado del efectivo sur de 41° S de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y estimación de la captura biológicamente aceptable correspondiente al año 2004. Inf Téc INIDEP N° 17/2004. 35 p.

- Cordo HD. 2005. Evaluación del estado del efectivo sur de 41° S de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y estimación de la captura biológicamente aceptable correspondiente al año 2005. Inf Téc INIDEP N° 37/2005. 29 p.
- Darby CD, Flatman S. 1994. Virtual Population Analysis: version 3.1 (Windows/DOS) user guide. Info. Tech. Ser., MAFF Direct. Fish. Res., Lowestoft, (1), 85 p.
- Dato CV, Villarino MF & Cañete, GR. 2006 a. El descarte de merluza (*Merluccius hubbsi*) en el Mar Argentino entre 34° S y 48° S. Periodo 1986-1993. INIDEP Doc Cient N° 6. 5-30.
- Dato CV, Bambill GA, Cañete GR, Villarino MF, Aubone A. 2006 b. Estimación cuantitativa del descarte en la pesquería de merluza realizado por la flota comercial argentina. INIDEP Doc Cient N° 6. 31-38.
- De la Garza J, Moriondo P. 2021. Resumen de la estadística pesquera de langostino (*Pleoticus muelleri*). Temporada 2020. Inf Téc INIDEP N° 11/2021. 20 p.
- Falkland Islands Government 2022. Fisheries Department Fisheries Statistics, Volume 26, 2021: 98pp Stanley, FIG Fisheries Department
- Irusta CG, Castrucci RO. 2021. Estimación de la CPUE de merluza (*Merluccius hubbsi*) correspondiente al efectivo patagónico localizado entre 41° S y 48° S entre los años 2009-2020. Inf Invest INIDEP N° 70/2021. 12 p.
- Irusta CG, D'atri L, Cadaveira G. 2008. Estructura por clase de talla de la captura total anual de merluza (*Merluccius hubbsi*) del norte y del sur del paralelo 41° S estimada a partir de la información de observadores a bordo de la flota comercial. Año 2007. Inf Invest INIDEP N° 27/2008. 12 p.
- Irusta, CG, D'Atri, L, Castrucci, RO. 2010. Análisis y estimación de la CPUE de merluza (*Merluccius hubbsi*) correspondiente al efectivo patagónico localizado entre 41° S y 48° S entre los años 1986-2009. Inf. Invest. INIDEP N° 56/2010, 33 p.
- Irusta CG; Macchi GJ, Louge E, Rodrigues K, D'Atri L, Villarino MF, Santos BA, Simonazzi MA. 2016. Biology and fishery of the Argentine hake (*Merluccius hubbsi*). Rev Invest Desarr Pesq. 28: 9-36.
- Macchi GJ, Pájaro M, Militelli MI, Radovani N, Rivas L. 2006. Influence of size, age and maternal condition on the oocyte dry weight of Argentine hake (*Merluccius hubbsi*). Fish. Res. 80: 345-349.
- Macchi GJ, Leonarduzzi E, Diaz M, Renzi M, Rodrigues K. 2013. Maternal effects on fecundity and egg quality of the Patagonian stock of Argentine Hake (*Merluccius hubbsi*). Fish. Bull. 111: 325-336.
- Macchi GJ, Rodrigues K; Diaz M, Militelli M. 2017. Effects of skipped spawning on the reproductive potential of Argentine hake (*Merluccius hubbsi*). Fish. Bull. 115. 396-407.
- Megrey BA. 1989. Review and comparison of age-structured stock assessment models from theoretical and applied points of view. Am. Fish. Soc. Symp. 6. 8-48.
- Orlando P. 2015. Una aplicación en entorno R para evaluar los riesgos de sobre-explotación. Inf Ases Transf INIDEP N° 54/2015. 13 p.
- Orlando P. 2017. Adaptación de la aplicación en entorno R para evaluar riesgo de sobreexplotación. Caso de estudio: *Merluccius hubbsi*. MS
- Pedernera M, Santos B, Suby A, Zanti V, Moreira C, Basualdo C. 2022. Claves longitud – edad de la merluza (*Merluccius hubbsi*) del efectivo sur capturadas por las flotas merluceras y tangonera observadas en 2021. Inf Invest INIDEP s/N°.
- Portela JM, Bellido JM, Cardoso XA, Wang J, Ulloa E, Tato V, Otero MG. 2002. Analysis of the evolution of hake (*Merluccius hubbsi* and *Merluccius australis*) catch and effort by Spanish vessels operating in the patagonian shelf área since the begining of this industrial fishery. ICES CM, 2002/L. 05. 1-16.
- Renzi M, Cordo HD, Villarino MF. 2002. Criterios biológicos sugeridos para el manejo del recurso merluza como fauna acompañante del langostino. Anexo I: Análisis del impacto sobre la población sur de merluza del descarte de la especie en la pesquería de langostino patagónico. Inf Téc INIDEP N° 89/2002. 13 p.
- Renzi M, Santos BA. 2018. Revisión del crecimiento de la merluza (*Merluccius hubbsi*) del efectivo al sur de 41°S entre 1996-2011. Inf Invest INIDEP N° 12/2018. 11 p.
- Renzi M, Santos BA, Simonazzi M. 2003. Estructura por edad y sexo de la población de merluza. En Aportes para la evaluación del recurso merluza (*Merluccius hubbsi*) al sur de 41° S. Tringali L. y Bezzi, S. (Eds.). Inf Téc INIDEP N° 51/2003. 57-76.
- Renzi M, Villarino MF, Santos BA. 2009. Evaluación del estado del efectivo sur de 41° S de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y estimación de las capturas biológicamente aceptables correspondientes al año 2009 y 2010. Inf Téc INIDEP N° 46/2009. 37 p.
- Renzi M, Santos BA, Villarino MF. 2011. Situación de la pesquería de merluza (*Merluccius hubbsi*) y objetivos de selectividad. En “Selectividad para la sustentabilidad de pesquerías demersales”. Pontificia

Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Ed. D. Queirolo.

Santos BA. 2017. Índices de abundancia por edad de las campañas de evaluación global 2011, 2012 2013 del efectivo sur de merluza (*Merluccius hubbsi*). Inf Invest INIDEP N° 46/2017. 7 p.

Santos BA, Castrucci RO. 2020. Comparación de los índices de abundancia de las campañas de investigación del efectivo sur de merluza (*Merluccius hubbsi*) (1995-2017). Inf Invest INIDEP N°44/2020. 19 p.

Santos B, Castelletta M, Pedernera M, Abachian V, Di Leva I. 2021. Claves longitud – edad de la merluza (*Merluccius hubbsi*) del efectivo sur capturadas por las flotas merluceras y langostineras observadas en 2019. Inf. Invest. INIDEP N° 35/2021, 15 p.

Santos BA, Pedernera MF, Suby A. 2022. Edad y crecimiento de la población de merluza (*Merluccius hubbsi*) en el área de cría norpatagónica. Enero de 2021. Inf. Invest. INIDEP s/ N° 7pp.

Santos BA, Giussi A. 2015. Implementación de un modelo estadístico de captura por edad, sobre la plataforma ADMB, en el diagnóstico del stock sur de merluza común (*Merluccius hubbsi*) Inf Invest INIDEP N°97/2015. 29 p.

Santos B A, Pedernera M. 2021. Propuesta de nuevas estimaciones de la captura por edad de merluza común (*Merluccius hubbsi*) obtenida por la flota extranjera (2014-2019). Inf. Invest. INIDEP. Aceptado s/N.

Santos B, Pedernera M. 2022. Claves longitud – edad de la merluza (*Merluccius hubbsi*) del efectivo sur capturadas por las flotas merluceras observadas en 2020. Inf. Invest INIDEP N°61/22, 16 pp.

Santos BA, Villarino MF. 2013. Evaluación del estado de explotación del efectivo sur de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y estimación de la captura biológicamente aceptable para 2014. Inf Téc INIDEP N° 29/2013. 30 p.

Santos BA, Villarino MF. 2015. Evaluación del estado de explotación del efectivo sur de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y estimación de la captura biológicamente aceptable para 2016. Inf Téc INIDEP N° 32/2015. 40 p.

Santos BA, Villarino MF. 2018. Evaluación del estado de explotación del efectivo sur de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y estimación de la captura biológicamente aceptable para 2019. Inf Téc INIDEP N° 44/2018. 44 p.

Santos BA, Villarino MF. 2020. Evaluación del estado de explotación del efectivo sur de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y estimación de la captura biológicamente aceptable para 2021. Inf Téc INIDEP N° 41/2020. 47 p.

Santos BA, Villarino MF. 2021. Evaluación del estado de explotación del efectivo sur de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y estimación de la captura biológicamente aceptable para 2022. Inf Téc INIDEP N° 41/2021. 48 p.

Shepherd JG. 1999. Extended Survivors Analysis: an improved method for the analysis of catch-at-age data and abundance indices. ICES Journal of Marine Science, 56: 584-591.

Simonazzi M. 2003. Relación largo-peso y largo-edad de primera madurez sexual de la merluza. En: Aportes para la evaluación del recurso merluza (*Merluccius hubbsi*) al sur de los 41° S. Año 1999. Eds. Bezzi, S y L. Tringali. Inf Téc INIDEP N° 51/2021.11-26.

Suby A, Irusta CG, Castrucci, R. 2022. Análisis de la actividad de la flota comercial de altura argentina que operó sobre la merluza (*Merluccius hubbsi*) en 2020 y 2021. Inf Invest INIDEP N° 76/2022. 28 p.

Villarino MF, Santos BA. 2010. Evaluación del estado de explotación del efectivo sur de 41° S de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y estimación de las capturas biológicamente aceptables correspondiente al año 2011. Inf Téc INIDEP N° 43/2010. 27 p.

Villarino MF, Simonazzi M. 2010. Evolución del *by-catch* de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la pesquería del langostino (*Pleoticus muelleri*) en el período 2000-2003. Informe Téc Int DNI-INIDEP N° 15/2010. 30 p.

Villarino MF, Simonazzi M. 2017. Análisis de la información utilizada para la estimación del *bycatch* de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la pesquería del langostino patagónico (*Pleoticus muelleri*). Período 2004 - 2007. Inf Invest INIDEP N° 20/2017. 20 p.

Villarino MF, Santos BA. 2015. Simulación del efecto de selectividad en las flotas arrastreras merlucera y langostinera sobre la merluza (*Merluccius hubbsi*) al sur del 41° S. Rev Invest Desarr Pesq. INIDEP N° 25/2015. 16-25.

Villarino MF, Hernandez D, Simonazzi M. 2015. El estimador de razón en el cálculo de la captura incidental (*bycatch*) de merluza en la pesquería de langostino. Inf Invest INIDEP N° 75/2015. 18 p.

Villarino MF, Simonazzi M. 2015. Estimación del *bycatch* de merluza en la pesquería del langostino patagónico (*Pleoticus muelleri*). Año 2013. Inf Invest INIDEP N° 45/2015. 15 p.

Villarino MF, Tringali L, Louge E. 2020 a. Captura incidental de merluza obtenida por la flota langostinera

desde el 15 de abril al 10 de julio de 2020. Inf Ases Transf INIDEP N° 73/2020. 7 p.

Villarino MF, Tringali L, Louge E. 2020 b. Captura incidental de merluza obtenida por la flota langostinera desde el 15 de abril al 27 de septiembre de 2020. Inf Ases Transf INIDEP N° 91/2020. 8 p.

Villarino MF, Blanco G, Tringali L. Captura incidental de merluza (*Merluccius hubbsi*) obtenida por la flota langostinera durante la temporada de pesca 2021 (MS).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

ANEXO I

Dinámica poblacional de la merluza común analizada mediante un modelo estadístico estructurado por edades de estimación de la abundancia (ECE), sobre un código ejecutado con el software *AD Model Builder* (ADMB) versión 10.1 2 (Santos & Giussi, 2015)

Se asumió una tasa instantánea de mortalidad natural (M) constante durante todos los años analizados ($t=1986, \dots, 2021$) y para las distintas edades ($i = 1, \dots, 7+$).

Se establecieron varios supuestos: respecto del inicio del período analizado (año 1986), que la población no se hallaba en un estado de equilibrio y que era sometida a pesca. La abundancia por edad inicial se calculó a partir de un reclutamiento medio (R_0) y de desviaciones edad – específicas ($devEo_i$) respecto de la estructura teórica de una pseudo –cohorte generada por esa cantidad de reclutas. Tanto R_0 como las desviaciones correspondientes a los grupos de edad $i = 2$ hasta $i = 7+$ (el grupo de edad “plus”) fueron parámetros del modelo estimados en su ajuste, de modo que el “vector estado inicial” quedó definido de la siguiente forma:

$$N_{1,1986} = R_0$$

$$N_{i+1,1986} = N_{i,1986} * e^{-M-F_{i,1986}} * devEo_{i+1} \quad N_{i+1,1986} = N_{i,1986} * e^{-M-F_{i,1986}} * devEo_{i+1} \quad \text{para } i=1, \dots, 6$$

$$N_{7+1,1986} = (N_{6,1986} * e^{-M-F_{6,1986}} + N_{7+1,1986} * e^{-M-F_{7,1986}}) * devEo_{7+}$$

Se asumió la **distribución log-normal de los reclutamientos** R_t ($N_{1,t}$ en año $t=1986, \dots, 2021$), que fueron modelados aplicando al valor medio R_0 estimado, un elemento anual de un vector de desvíos aleatorios respecto del mismo, sin tener en cuenta ninguna relación preestablecida con el efectivo reproductor

$$N_{1,t} = R_0 * dev_{R_t} - \left(0,4/2\right)^2 \quad N_{1,t} = R_0 * dev_{R_t} - \left(0,4/2\right)^2 \quad \text{para } t=1986, \dots, 2021 \quad \text{siendo}$$

$$dev_{R_t} = e^{\varepsilon_{R_t}} dev_{R_t} = e^{\varepsilon_{R_t}} \quad \varepsilon_{R_t} \sim N\left(0, \sigma_{\varepsilon_{R_t}}^2\right) \quad \varepsilon_{R_t} \sim N\left(0, \sigma_{\varepsilon_{R_t}}^2\right)$$

Para estimar el número anual de individuos de los grupos de edades superiores fueron empleadas las siguientes ecuaciones:

$$N_{i+1,t+1} = N_{i,t} e^{-M-F_{i,t}} \quad N_{i+1,t+1} = N_{i,t} e^{-M-F_{i,t}} \quad \text{para } i=2, \dots, 5 \quad \text{y } t=1986, \dots, 2021$$

$$N_{7+1,t+1} = (N_{6,t} * e^{-M-F_{6,t}} + N_{7+,t} * e^{-M-F_{7+,t}}) * devEo_{7+}$$

$$N_{7+1,t+1} = (N_{6,t} * e^{-M-F_{6,t}} + N_{7+,t} * e^{-M-F_{7+,t}}) * devEo_{7+} \quad \text{para } t=1986, \dots, 2021$$

donde

$N_{i,t}$ es el número de individuos de edad i a inicios del año t

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

Las mortalidades por pesca $F_{i,t}$ fueron calculadas a partir del producto $f_t S_i$ entre la **componente anual de la tasa instantánea de mortalidad por pesca** (f_t) estimada en el proceso de ajuste, y el factor de selección edad específico (S_i). Teniendo en cuenta información

independiente, se consideraron cuatro períodos de selección, en los cuales el patrón de explotación fue ajustado a una diferente curva logística de la forma:

$$S_i = \frac{1}{(1+e^{(-1+c*i-i_{50})})} S_i = \frac{1}{(1+e^{(-1+c*i-i_{50})})} \quad \text{para } i=1, \dots, 7+ \text{ y } t_1=1986, \dots, 2004; t_2=2005, \dots, 2008; \text{ y } t_3=2009, \dots, 2021.$$

donde i_{50} y c corresponden a los parámetros de las curvas logísticas a ser ajustados.

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

$$C_{i,t} = \frac{F_{i,t}}{M_{i,t} + F_{i,t}} (1 - e^{-M_{i,t} - F_{i,t}}) N_{i,t}, \quad \text{para } i=1, \dots, 7+ \text{ y } t=1986, \dots, 2021$$

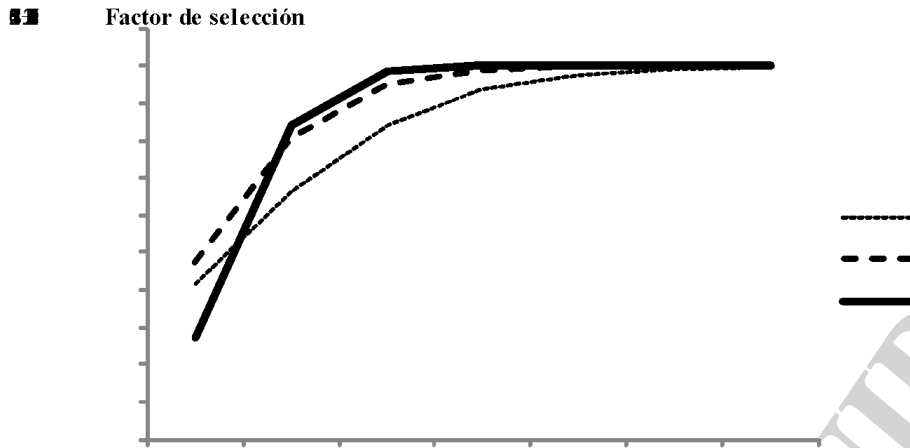
El modelo se ajustó a:

- 1) Las observaciones de los rendimientos anuales, considerando dos períodos: 1986 - 1999 (CTW1) y 2000 en adelante (CTW2).
- 2) La composición etaria de los rendimientos anuales, calibrada considerando 3 períodos: 1986 - 1997, 1998 - 2004 y 2005 en adelante (propC1+ propC2+ propC3).
- 3) Las contribuciones relacionadas con la abundancia (D) y proporciones por edad estimadas en las campañas invernales de evaluación global del efectivo (propNGL).
- 4) La abundancia relativa de reclutas a la pesquería de edad 2 (Juv) en la campañas de enero.
- 5) La abundancia relativa de la biomasa reproductiva en las campañas de enero 2005-2021 (*nlBRene*).
- 6) Los índices de CPUE correspondientes a los períodos 1986 - 1997 (Cpue1) 1998 - 2007 (Cpue2) y 2009 - 2021 (Cpue3).

$$nll = nlCTW1 + nlCTW2 + nlpropC1 + nlpropC2 + nlpropC3 + nlD + nlpropNGL + nlJuv + nlBRene + nlCpue1 + nlCpue2 + nlCpue3$$

Factor de selección por edad específico de cada período de selección

Se presentan las tres curvas logísticas de selectividad por períodos: S1 1986-2004, S2 2005-2008 y S3 2009-2021. El primero es el que difiere más de los otros dos en los valores para las primeras tres edades, los dos últimos difieren en la edad 1.



COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Tabla 1. Vectores de mortalidad por pesca promedio por edad discriminados por flota merlucera (Fm) y langostinera (Fby), ejercidos sobre el efectivo sur en el período 2017–2021 a partir del ECE.

EDAD	Fm	Fby
1	0,115	0,033
2	0,420	0,034
3	0,510	0,031
4	0,509	0,039
5	0,509	0,039
6	0,506	0,043
7+	0,518	0,031

Tabla 2. Vectores de mortalidad por pesca promedio por edad discriminados por flota merlucera (Fm) y langostinera (Fby), ejercidos sobre el efectivo sur en el período 2017 – 2021 a partir del APV - XSA.

EDAD	Fm	Fby
1	0,114	0,032
2	0,455	0,034
3	0,469	0,029
4	0,542	0,036
5	0,530	0,039
6	0,449	0,044
7+	0,455	0,039

ANEXO III

Modelo de evaluación APV-XSA

Se utilizó un Análisis de Cohortes (APV) combinado con un análisis extendido de sobrevivientes (Extended Survivors Analysis-XSA) (Shepherd JG 1999) implementado en el programa Lowestoft VPA (Darby y Flatman 1994). El APV - XSA asume un análisis de cohortes como un sistema de ecuaciones deterministas en el cual las capturas están medidas sin error mientras que los índices de abundancia aportan las tendencias temporales de la abundancia y de la tasa de explotación.

El APV - XSA requiere contar con las capturas en número por edad y año conocidas y sin error (Tabla 8) y un supuesto de la tasa de mortalidad natural (M) conocida y sin error, que se considera constante por edad y para el período de evaluación (Tabla 5). Para la calibración del modelo se utilizaron los siguientes índices de abundancia: 1) la serie de esfuerzos estandarizados de la flota fresca distribuidos entre las capturas correspondientes de las edades 2 a 6 (Tabla 10), 2) la serie de índices de abundancia absoluta por edad (1 a 7+) de la población de las campañas globales (Tabla 8), y 3) los índices de abundancia relativa de reclutas a la pesquería (edad 2) obtenidos en las campañas de evaluación de juveniles (Tabla 7). Estos dos últimos índices son independientes de la actividad comercial.

Los parámetros fundamentales estimados por el modelo son los valores de capturabilidad por edad (q) y la abundancia de los sobrevivientes de cada cohorte al final del período de evaluación. El coeficiente de capturabilidad por edad en el periodo de evaluación relaciona el índice de abundancia con el tamaño de la población de la edad estimado por el APV-XSA. El modelado de dicho coeficiente, considera que la capturabilidad de las edades reclutas (edades 1 y 2) dependen de la abundancia o fuerza de la clase anual que se incorpora a la pesquería (Shepherd JG 1999), mientras que en las edades totalmente reclutadas a la pesquería (edades 3 a 6) es independiente de la abundancia (Cordo 2003 b).

La abundancia de los sobrevivientes de cada cohorte, se obtiene a partir de la reunión de todas las estimaciones de los sobrevivientes que brinda cada índice de abundancia para esa cohorte y las estimaciones adicionales que brinda el método particular de aproximación a la media poblacional de los últimos años (“shrinkage”, Shepherd 1999), que busca estabilizar la estimación de los sobrevivientes y facilitar la convergencia del proceso de ajuste del modelo (Cerviño Lopez 2004). Para la estimación de la mortalidad por pesca de los sobrevivientes de cada cohorte, en el periodo de evaluación, se asumió que la mortalidad de la última edad verdadera (edad 6) fuera el promedio de las mortalidades por pesca de las edades totalmente reclutadas (3,4 y 5).

El modelo proporciona las abundancias de los sobrevivientes al 1° de enero del año siguiente al período de evaluación considerado, la estimación de la capturabilidad por edad de cada índice, una estimación del coeficiente de mortalidad por pesca y de la abundancia poblacional, ambos por año y edad. Una de las ventajas del APV – XSA, frente a otros modelos tradicionales, es que puede ser aplicado sin conocer el esfuerzo, capturabilidad o selectividad (Megrey 1989) y estimar de manera independiente los patrones de explotación (vector de las proporciones de la mortalidad por pesca por edad respecto de un valor de referencia ($F/F(3-6)$) por año y edad para conocer la dinámica de las abundancias por edad en el periodo de explotación analizado.

Calibración del modelo APV-XSA

En este Anexo se presentó la calibración del modelo que se realizó con la serie de CPUE de la flota fresca dividida en dos períodos (1986 - 2007 y 2009 - 2021), los índices de abundancia por edad de las campañas globales (1996 - 2016) y la serie de índices de edad 2 de las campañas de evaluación de juveniles (1995 - 2001 y 2005 - 2013 y 2017 - 2018 y 2021).

Los resultados de la calibración de los índices mostraron, en general, un buen ajuste entre los valores observados y estimados por el modelo (Figuras 1, 2 y 3).

El análisis de las regresiones de calibración por edad entre los índices de la CG y la abundancia estimada por el modelo indicó una mejora en el ajuste para todas las edades. Las estimaciones del tamaño poblacional de las edades 2, 5 y 6 para éste índice fueron las mejores ajustadas ($R^2 = 0,55$, $0,55$ y $0,64$, respectivamente) mientras que las edades 3 y 4 tuvieron un ajuste menor (R^2 de $0,28$ y $0,14$).

Por otro lado, el grupo de edad 1 (reclutas a la población) también mejoró su ajuste ($R^2=0,29$) si bien se mantiene muy por debajo de los valores deseables ($R^2=0,50$). Como se mencionó en evaluaciones anteriores, la baja correlación entre las abundancias estimadas por la CG respecto a las obtenidas por el XSA a esta edad, se debe a la presencia del área de veda que disminuye la relación entre los índices de abundancia estimados por el modelo y las capturas reconstruidas.

Se puede observar que en 2012 y 2013 el ajuste de las CG sigue presentando las mayores discrepancias entre las abundancias observadas por edad, que genera el modelo, y las estimaciones del tamaño poblacional. Dichas discrepancias se podrían deber a las fechas de realización de esas campañas (Santos y Villarino 2020).

La regresión de calibración de los índices de juveniles de edad 2 ($R^2 = 0,34$) mejoró ligeramente su ajuste comparado con la evaluación previa (Santos y Villarino 2021) y tuvo un error de estimación aceptable.

Respecto de los dos periodos de la CPUE (1986 - 2007 y 2009 - 2021) utilizados en la calibración, se observó que en el primero las edades 2, 5 y 6 tuvieron muy buenos ajustes (R^2 entre $0,74$ y $0,91$) mientras que las edades 3 y 4 presentaron coeficientes de correlación menores (R^2 de $0,33$ y $0,38$, respectivamente). En el segundo, los ajustes de las CPUE fueron superiores con valores de R^2 de entre $0,78$ y $0,9$, y principalmente a partir de 2009 se obtuvo un buen ajuste de los índices de abundancia por edad.

La estimación de la edad 1 (reclutas) en 2021, fue calibrada sin índices de abundancia, por esto tiene una gran incertidumbre ya que su estimación dependió de la estructura del modelo utilizada, mientras que la abundancia de los sobrevivientes a 2022 de las demás edades fueron calibradas principalmente por el segundo periodo de la CPUE (2009-2021). Respecto de la abundancia de la edad 2 fue la mejor ajustada junto a las edades 5 y 6.

Resultados generales de la aplicación del modelo APV-XSA

Las biomásas totales y reproductivas estimadas por el modelo entre 1986 y 1989 fueron coincidentes con las estimadas por Cordo (2004) y las más elevadas del periodo de (Tabla 1, Anexo III).

De acuerdo a los ajustes obtenidos en el modelo y en particular en los últimos años de la evaluación, la mortalidad de referencia ($F=3-6$) disminuyó desde 2014 ($F=0,637$) a 2018 ($F=0,486$). Posteriormente hacia 2021 se observó una ligera disminución de la biomasa total y de la F (3-6) con una estabilización de la biomasa reproductiva en alrededor 717.000 t (Tabla 2, Anexo III). Respecto del patrón de explotación de 2021 fue similar para las edades 2 a 5 con una disminución sobre la edad 6 y se halló el menor valor para la edad 1, grupo protegido por el AVPJM.

Respecto de la abundancia poblacional por edad en 2021 se corroboró la presencia de dos cohortes fuertes (2018 y 2016), donde los grupos de edades 3 y 5 fueron los mayores aportantes a la biomasa reproductiva (Tabla 3, Anexo III). El porcentaje de grandes reproductores (GR) estimado fue 19 %.

Resultados de los ajustes entre los índices observados y estimados por el APV - XSA

Resultados del análisis de regresión correspondientes a las campañas de investigación dirigidas a evaluar los juveniles. Período 1995- 2021.

Edades con q dependiente de la fuerza de la clase anual							
Edad	Pendiente	Valor de t	Intercepto	R2	Nro. Obs	E.s. Reg.	Log q Prom.
2	0,99	-0,034	6,67	0,34	18	0,49	-6,56

Residuales derivados de la calibración e las campañas de investigación dirigidas a evaluar los juveniles. Período 1995-2021.

Edad	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2005	2006	2008	2009	2010	2011	2012
2	-0,35	-0,63	-1,16	-1,11	-0,38	-0,45	0	0,01	0,05	-0,22	0,45	-0,20	0,36	0,63

Edad	2013	2017	2018	2021
2	0,76	-0,2	-0,12	0,11

Residuales derivados de la calibración de los números de individuos por edad estimado a partir de las campañas globales de evaluación del efectivo. Período 1996-2016

Edad	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2005	2007	2011	2012	2013	2016
1	-0,10	-0,21	0,02	0,65	-0,06	-0,13	-0,62	-0,20	0,53	-0,19	0,29	0,56	0,35	-0,38
2	-0,43		-0,32	0,20	-0,25	-0,23	-0,15	-0,22	-0,14	-0,04	0,26	0,51	0,37	-0,28
3	-0,24		-0,14	-0,31	-0,13	-0,16	0,41	-0,13	-0,12	0,22	-0,10	0,16	0,62	-0,50
4	-0,34		-0,11	-0,47	0,01	0,08	0,55	-0,06	-0,20	-0,03	0,02	0,55	0,61	-0,31
5	0,02		-0,16	-0,46	-0,04	0,03	0,25	0,01	0,05	-0,04	-0,05	0,30	0,55	-0,20
6	0,41		0,05	-0,07	0,06	0,20	0,28	0,09	0,43	0,14	0,14	0,34	0,64	-0,13

Resultados del análisis de regresión correspondiente a la calibración de las campañas globales de evaluación del efectivo. Período 1996-2016

Edades con q dependiente de la fuerza de la clase anual							
Edad	Pendiente	Valor de t	Intercepto	R2	Nro. Obs	E.s. Reg.	Log q Prom.
1	0,82	0,308	2,22	0,29	14	0,43	0,49
2	0,76	0,703	2,76	0,55	13	0,33	0,84
Edades con q independiente de la fuerza de la clase anual y constante con respecto al tiempo							
Edad	Pendiente	Valor de t	Intercepto	R2	Nro. Obs.	E.s. Reg.	Log q Prom.
3	1,37	-0,613	-6,29	0,28	13	0,48	1,05
4	2,58	-1,679	-22,00	0,14	13	0,85	1,11
5	1,26	-0,758	-4,27	0,55	13	0,34	1,10
6	1,13	-0,454	-2,73	0,64	13	0,28	1,27

Residuales derivados de la calibración de los índices de la CPUE. Período 1986-2007.

Edad	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
2	-0,33	0,15	0,20	-	0,21	0,46	0,24	0,26	0,28	-0,05	-0,04	-0,40	-0,43
3	0,00	0,30	0,11	-	0,33	0,45	0,18	0,03	0,03	0,07	-0,21	-0,55	-0,46
4	0,03	-0,16	0,35	-	0,30	0,51	0,43	0,30	0,27	0,14	-0,58	-0,54	-0,30
5	-0,01	-0,07	-0,53	-	0,14	0,34	0,38	0,09	0,15	0,28	-0,26	-0,32	-0,26
6	0,04	0,06	0,08	-	0,22	0,32	0,17	0,01	0,05	0,05	-0,391	-0,25	-0,11

Edad	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
2	-0,23		-0,22	0,22	0,05	0,04	0,09	0,02	0,15
3	-0,22		0,23	0,42	-0,07	0,16	-0,08	-0,02	0,07
4	-0,07		0,15	0,53	0,05	0,21	-0,31	-0,24	-0,11
5	-0,09		0,01	0,07	-0,21	0,16	-0,13	-0,20	0,07
6	0,08		0,02	0,00	-0,17	0,07	-0,35	-0,02	0,00

Resultados del análisis de regresión correspondientes a la calibración de la CPUE. Período 1986 – 2007.

Edades con q dependiente de la fuerza de la clase anual							
Edad	Pendiente	Valor de t	Intercepto	R2	Nro. Obs	E.s. Reg.	Log q Prom.
2	0,87	0,511	13,43	0,74	20	0,23	-13,33
Edades con q independiente de la fuerza de la clase anual							
Edad	Pendiente	Valor de t	Intercepto	R2	Nro, Obs	E,s, Reg,	Log q Prom,
3	2,13	-1,812	12,44	0,33	20	0,47	-12,89
4	1,61	-1,09	13,35	0,38	20	0,51	-12,92
5	0,94	0,322	12,83	0,85	20	0,19	-12,94
6	0,83	1,265	12,45	0,91	20	0,13	-12,96

Residuales derivados de la calibración de los índices de la CPUE. Período 2009 – 2021.

Edad	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2	0,01	-0,01	-0,13	-0,09	0,14	0,00	-0,04	0,02	0,01	-0,11	0,01
3	0,32	-0,05	-0,09	0,04	0,12	-0,23	-0,07	-0,09	0,11	-0,09	-0,01
4	0,31	-0,10	-0,17	-0,03	-0,03	-0,07	0,19	0,03	0,18	0,19	0,30
5	0,34	-0,17	-0,31	-0,13	-0,13	-0,15	0,14	0,03	0,09	0,09	0,27
6	0,09	-0,17	-0,12	-0,07	-0,46	-0,27	-0,03	-0,07	0,03	0,00	0,01

Edad	2020	2021
2	0,20	0,06
3	0,01	-0,04
4	0,07	-0,03
5	0,15	-0,01
6	-0,16	-0,11

Resultados del análisis de regresión correspondientes a la calibración de la CPUE. Período 2009– 2021.

Edades con q dependiente de la fuerza de la clase anual							
Edad	Pendiente	Valor de t	Intercepto	R2	Nro,Obs	E,s,Reg,	Log qProm,
2	0,63	3,332	13,29	0,88	13	0,08	-12,76
Edades con q independiente de la fuerza de la clase anual							
Edad	Pendiente	Valor de t	Intercepto	R2	Nro,Obs	E,s,Reg,	Log qProm,
3	1,08	-0,505	12,55	0,78	13	0,15	-12,61
4	0,96	0,363	12,54	0,89	13	0,15	-12,54
5	0,88	1,158	12,45	0,90	13	0,16	-12,59
6	0,91	0,91	12,51	0,91	13	0,13	-12,71

Figura 1. Ajuste de los índices derivados de la campaña Global de evaluación del efectivo sur para calibrar el modelo APV – XSA.

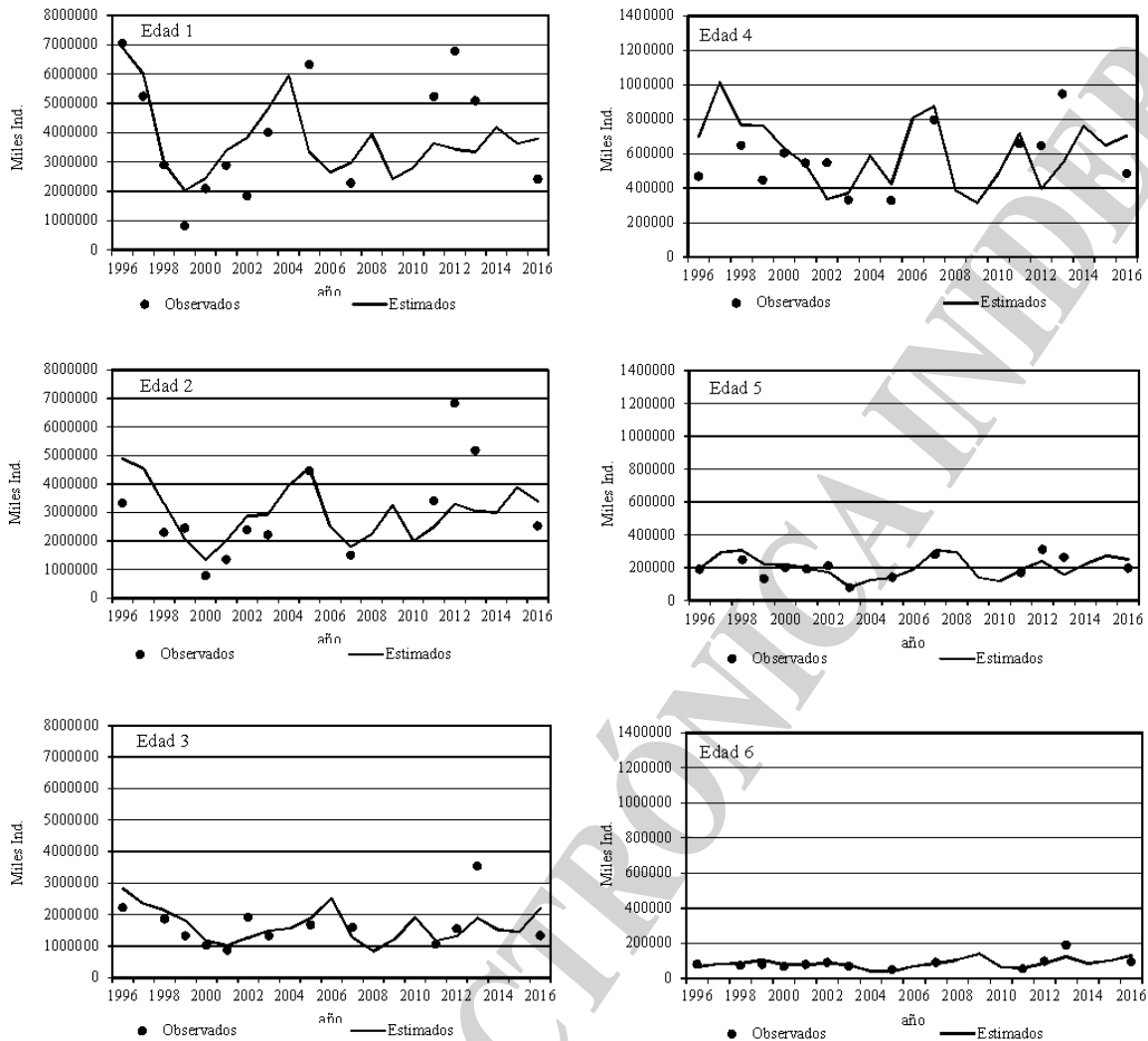


Figura 2. Ajuste de los índices de edad 2 derivados de la campaña de evaluación estival de juveniles para calibrar el modelo APV – XSA.

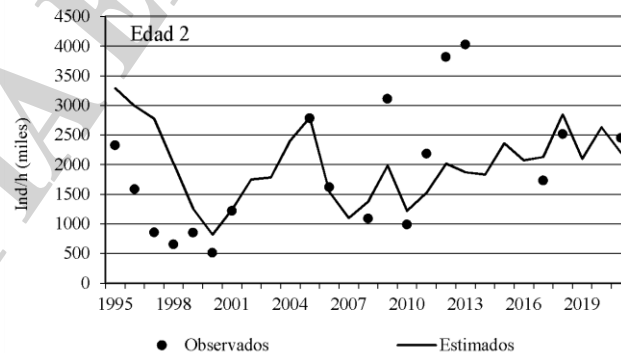


Figura 3. Ajuste de los índices derivados de la CPUE del efectivo sur de merluza para calibrar el modelo APV – XSA.

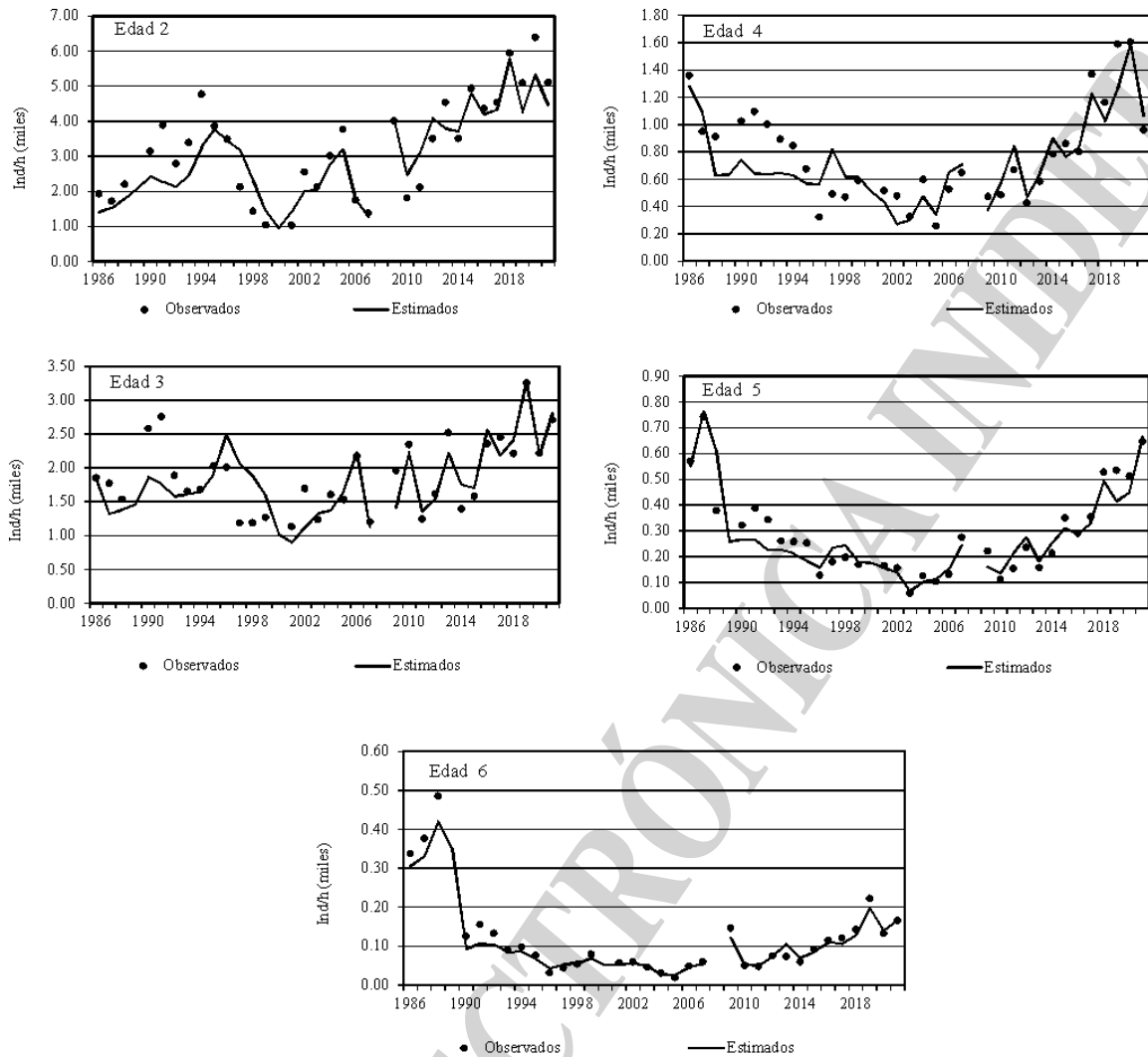


Tabla 1. Resumen de los resultados más importantes obtenidos de la calibración del modelo APV-XSA.

Año	Reclutas edad 1 (miles)	Biomasa Total (t)	Biomasa Reproductiva (t)	Captura corregida (t)	F (3-6)
1986	1.521.224	1.325.150	1.075.135	261.698	0,197
1987	1.805.425	1.388.764	1.130.141	374.204	0,316
1988	2.133.275	1.319.288	1.021.299	449.912	0,417
1989	2.391.047	1.173.568	835.593	433.554	0,534
1990	2.346.949	985.911	606.957	521.901	0,676
1991	2.230.577	941.080	585.080	521.444	0,657
1992	2.406.318	893.178	548.538	447.108	0,627
1993	3.210.949	949.245	538.537	562.912	0,666
1994	4.150.052	1.081.643	552.569	659.093	0,803
1995	4.007.203	1.115.542	538.906	779.795	0,966
1996	4.215.112	1.128.322	557.369	816.576	0,702
1997	3.686.005	1.110.324	596.091	814.109	1,023
1998	1.811.657	873.377	526.777	585.734	0,950
1999	1.249.624	706.843	472.234	445.913	0,936
2000	1.499.849	553.578	371.621	279.501	0,829
2001	2.082.413	579.393	333.019	325.789	0,777
2002	2.342.493	632.284	313.548	412.857	0,842
2003	2.949.282	663.223	312.800	403.846	0,660
2004	3.632.356	810.497	360.324	587.566	1,043
2005	2.046.070	792.321	360.493	451.883	0,531
2006	1.628.534	814.861	516.068	506.676	0,753
2007	1.826.468	677.269	450.177	435.820	0,884
2008	2.427.676	589.320	320.004	328.920	0,704
2009	1.477.430	631.430	329.186	328.267	0,632
2010	1.729.273	641.697	389.455	339.218	0,642
2011	2.234.563	662.665	375.292	358.973	0,774
2012	2.104.693	684.969	348.144	336.685	0,588
2013	2.059.893	764.890	430.280	408.879	0,542
2014	2.565.212	792.634	447.649	399.517	0,637
2015	2.227.471	822.457	438.829	381.095	0,564
2016	2.328.323	898.903	521.962	405.667	0,543
2017	3.175.296	994.461	580.535	419.033	0,527
2018	2.305.849	1.092.719	635.816	439.502	0,486
2019	2.889.679	1.177.618	756.765	523.672	0,588
2020	2.400.451	1.144.981	714.315	469.254	0,511
2021	2.117.828	1.105.702	719.134	503.134	0,561
MA	2.422.681	903.336	544.740	464.436	0,669

Tabla 2. Mortalidad por pesca por edad resultante del APV - XSA. Período 1986 - 2021.

Edad/Año	1	2	3	4	5	6	7+	F (3-6)
1986	0,181	0,203	0,201	0,198	0,189	0,198	0,200	0,197
1987	0,193	0,240	0,415	0,256	0,277	0,318	0,318	0,316
1988	0,210	0,345	0,456	0,563	0,231	0,420	0,420	0,417
1989	0,171	0,252	0,352	0,541	0,692	0,550	0,550	0,534
1990	0,218	0,459	0,736	0,706	0,604	0,660	0,660	0,676
1991	0,233	0,503	0,690	0,726	0,610	0,605	0,605	0,657
1992	0,164	0,416	0,565	0,710	0,675	0,556	0,556	0,627
1993	0,170	0,545	0,614	0,796	0,649	0,607	0,607	0,666
1994	0,280	0,676	0,731	0,919	0,818	0,745	0,745	0,803
1995	0,341	0,553	0,890	0,963	1,110	0,902	0,902	0,966
1996	0,467	0,647	0,785	0,55	0,767	0,704	0,704	0,702
1997	0,651	0,666	0,877	0,892	1,106	1,219	1,219	1,023
1998	0,411	0,515	0,788	0,929	0,953	1,132	1,132	0,950
1999	0,469	0,487	0,803	0,938	0,909	1,092	1,092	0,936
2000	0,243	0,183	0,532	0,865	0,879	1,041	1,041	0,829
2001	0,220	0,376	0,869	0,811	0,713	0,714	0,714	0,777
2002	0,322	0,559	0,978	1,088	0,680	0,621	0,621	0,842
2003	0,250	0,536	0,699	0,768	0,584	0,589	0,589	0,660
2004	0,310	0,651	1,061	1,113	1,049	0,952	0,952	1,043
2005	0,330	0,503	0,607	0,485	0,570	0,462	0,462	0,531
2006	0,442	0,590	0,820	0,659	0,690	0,841	0,841	0,753
2007	0,334	0,675	0,947	0,781	0,933	0,874	0,874	0,884
2008	0,249	0,529	0,738	0,705	0,597	0,776	0,776	0,704
2009	0,239	0,441	0,670	0,661	0,676	0,520	0,520	0,632
2010	0,173	0,449	0,741	0,636	0,594	0,600	0,600	0,642
2011	0,152	0,547	0,835	0,774	0,672	0,815	0,815	0,774
2012	0,167	0,461	0,642	0,597	0,537	0,575	0,575	0,588
2013	0,167	0,619	0,674	0,589	0,527	0,380	0,380	0,542
2014	0,131	0,632	0,603	0,714	0,666	0,564	0,56	0,637
2015	0,121	0,476	0,488	0,633	0,615	0,512	0,512	0,564
2016	0,136	0,505	0,508	0,567	0,574	0,519	0,519	0,543
2017	0,157	0,436	0,523	0,562	0,529	0,492	0,492	0,527
2018	0,142	0,415	0,417	0,555	0,492	0,481	0,481	0,486
2019	0,142	0,512	0,491	0,680	0,661	0,522	0,522	0,588
2020	0,136	0,492	0,500	0,527	0,574	0,448	0,448	0,511
2021	0,153	0,590	0,563	0,570	0,587	0,523	0,523	0,561

Tabla 3. Número de individuos por edad (miles) en la población a comienzo de año, estimados por el APV - XSA (MG = media geométrica; MA = media aritmética). Período 1986 - 2021.

Edad/Año	1	2	3	4	5	6	7+	Total
1986	1.521.224	864.610	733.539	522.988	229.178	129.825	90.761	4.092.125
1987	1.805.425	940.236	523.110	444.460	317.760	140.491	123.541	4.295.023
1988	2.133.275	1.103.087	547.962	255.975	255.028	178.414	128.068	4.601.809
1989	2.391.047	1.280.459	578.639	257.271	107.987	149.975	114.480	4.879.858
1990	2.346.949	1.492.746	737.317	301.529	110.993	40.031	27.583	5.057.148
1991	2.230.577	1.398.108	698.526	261.766	110.302	44.970	32.752	4.777.001
1992	2.406.318	1.309.626	626.149	259.596	93.876	44.421	33.953	4.773.939
1993	3.210.949	1.512.961	640.259	263.583	94.538	35.410	29.820	5.787.520
1994	4.150.052	2.007.217	650.154	256.644	88.133	36.611	35.521	7.224.332
1995	4.007.203	2.323.082	756.035	231.983	75.860	28.814	30.739	7.453.716
1996	4.215.112	2.110.467	989.981	230.002	65.608	18.516	20.189	7.649.875
1997	3.686.005	1.959.161	818.437	334.522	98.306	22.579	13.620	6.932.630
1998	1.811.657	1.424.618	745.751	252.232	101.550	24.108	14.930	4.374.846
1999	1.249.624	889.876	630.380	251.299	73.797	28.995	15.839	3.139.810
2000	1.499.849	579.371	404.989	209.267	72.840	22.025	16.597	2.804.938
2001	2.082.413	871.875	357.613	176.175	65.263	22.413	16.199	3.591.951
2002	2.342.493	1.238.631	443.534	111.120	58.032	23.698	14.553	4.232.061
2003	2.949.282	1.257.530	524.953	123.598	27.729	21.771	15.862	4.920.725
2004	3.632.356	1.701.863	545.353	193.394	42.490	11.460	11.700	6.138.616
2005	2.046.070	1.973.439	657.497	139.891	47.095	11.030	8.213	4.883.235
2006	1.628.534	1.089.429	884.325	265.411	63.779	19.725	8.135	3.959.338
2007	1.826.468	775.687	447.414	288.3598	101.683	23.708	11.906	3.475.464
2008	2.427.676	968.890	292.477	128.582	97.910	29.620	13.784	3.958.939
2009	1.477.430	1.401.433	422.974	103.543	47.091	39.910	22.742	3.515.123
2010	1.729.273	861.676	668.016	160.394	39.598	17.754	21.567	3.498.278
2011	2.234.563	1.077.511	407.465	235.849	62.900	16.204	16.288	4.050.780
2012	2.104.693	1.422.487	461.943	130.912	80.544	23.792	11.941	4.236.312
2013	2.059.893	1.319.946	664.419	180.127	53.393	34.884	16.492	4.329.154
2014	2.565.212	1.291.200	526.775	250.991	74.021	23.365	19.069	4.750.633
2015	2.227.471	1.666.779	508.257	213.449	91.014	28.172	16.382	4.751.524
2016	2.328.323	1.462.450	767.484	231.208	83.986	36.454	15.549	4.925.454
2017	3.175.296	1.505.142	653.856	342.009	96.982	35.053	20.536	5.828.874
2018	2.305.849	2.009.928	721.119	286.336	144.453	42.336	26.377	5.536.398
2019	2.889.679	1.482.631	983.547	351.932	121.818	65.440	30.996	5.926.043
2020	2.400.451	1.857.356	658.550	445.838	132.155	46.613	32.323	5.573.286
2021	2.117.828	1.552.189	841.452	296.912	194.954	55.160	20.791	5.079.286
MA	2.422.681	1.388.436	625.563	249.705	100.629	43.715		
MG	2.316.415	1.324.797	602.914	233.047	87.621	33.788		