



# BOLETÍN

ISSN: 0378-7699

IMARPE

Instituto del Mar del Perú

Vol. 21 / Nos. 1 y 2 / Enero - Diciembre 2004

---

## **Causas posibles de la drástica disminución de la longitud media de la merluza peruana en 1992**

*Possible causes of the drastic decline in mean length of Peruvian hake in 1992*

CLAUDIA WOSNITZA-MENDO, RENATO GUEVARA-CARRASCO, MICHAEL BALLÓN

## **Sobrepesca de la merluza peruana: lecciones mal entendidas**

*Peruvian hake overfishing: misunderstood lessons*

RENATO GUEVARA-CARRASCO

## **Informe de la primera sesión del panel internacional de expertos para evaluación de la población de la merluza peruana. Marzo 2003**

*Report of the first session of the international panel of experts for assessment of Peruvian hake population. March 2003*

## **Informe de la segunda sesión del panel internacional de expertos para evaluación de la población de la merluza peruana. Marzo 2004**

*Report of the second session of the international panel of experts for assessment of Peruvian hake population. March 2004*

CALLAO, PERÚ

# INFORME DE LA PRIMERA SESIÓN DEL PANEL INTERNACIONAL DE EXPERTOS PARA EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE LA MERLUZA PERUANA. MARZO 2003

## CONTENIDO

<b>Introducción</b> .....	35
<b>Evaluaciones y estado del stock</b> .....	35
Resumen histórico de las evaluaciones de merluza .....	35
Señales de alerta .....	37
Tallas .....	37
Incumplimiento de la legislación .....	37
Descartes .....	38
¿Por qué la merluza peruana tiene problemas? .....	38
Desembarques por tipo de flota .....	38
Evaluaciones realizadas por el panel .....	39
Análisis preliminar y plan de trabajo .....	39
Estimación del stock de la merluza .....	41
Patrón de explotación .....	44
Estatus del stock de la merluza a inicios del 2003 .....	44
Mortalidad por pesca .....	46
Conclusiones de la estimación .....	46
Comparación entre inputs utilizados en la nueva evaluación y otras anteriores: ....	47
Puntos de referencia .....	47
Conclusiones del Panel .....	49
<b>Proyecciones para varios escenarios</b> .....	49
Proyección por flotas .....	51
Recomendaciones entre escenarios .....	52
<b>Consideraciones de manejo</b> .....	53
Area de distribución .....	53
Ambiente .....	53
El conflicto entre las flotas .....	54
Legislación .....	55
Cierre de la pesquería .....	56
Mallas y tallas mínimas .....	56
Cuotas .....	56
Cuota total .....	56
Cuotas individuales .....	56
Cuotas individuales transferibles (ITQ) .....	57
Alternativas a la merluza .....	58
<b>Conclusiones y recomendaciones</b> .....	59
Sobre las evaluaciones .....	59
Sobre el manejo .....	59
<b>Referencias</b> .....	61
<b>Tablas</b> .....	61
Anexo 1. Agenda de actividades .....	65
Anexo 2. Tipo de información para la evaluación de la merluza .....	68
Anexo 3. Serie temporal de ojivas de madurez .....	73
Anexo 4. Formulación del esquema ICA-ADAPT .....	74
Anexo 5. Comparación de las estimaciones de las poblaciones por edad con el CPUE comercial .....	77

**INFORME DE LA SEGUNDA SESIÓN DEL PANEL  
INTERNACIONAL DE EXPERTOS PARA EVALUACIÓN  
DE LA POBLACIÓN DE LA MERLUZA PERUANA.  
MARZO 2004**

**CONTENIDO**

<b>Introducción</b> .....	81
<b>Revisión del desarrollo de la pesquería de merluza en el 2003</b> .....	82
Descartes y capturas no registrados .....	82
<b>Evaluaciones y estado del stock</b> .....	83
Datos utilizados (inputs) .....	83
Análisis de los datos y evaluación .....	84
Resultados .....	85
Conclusiones de la evaluación .....	88
Estimación de la ojiva de madurez .....	89
<b>Proyecciones para el año 2004</b> .....	89
Condiciones iniciales de las proyecciones .....	89
Escenarios y resultados .....	91
Proyecciones a partir de los resultados de XSA (eXtended Survivor Analysis) .....	95
Rendimiento por recluta .....	95
Proyecciones a corto plazo .....	96
Conclusiones de las proyecciones .....	97
<b>Talla mínima de captura</b> .....	98
Consideraciones para determinar la talla mínima legal a corto término ....	100
<b>Plan de recuperación</b> .....	101
Objetivo, estructura del stock .....	101
Horizonte temporal .....	101
<b>Revisión de la información disponible de los cruceros</b> .....	102
Análisis de la distribución espacial del índice de biomasa, usando captura/área de los cruceros .....	102
Tendencias batimétricas y latitudinales .....	103
Resultados del análisis de los cruceros .....	106
Estimaciones de mortalidad y biomasa en base a cruceros .....	107
Conclusiones .....	113
<b>Anexo 1.-</b> Participantes en el panel .....	115
<b>Anexo 2.-</b> Tablas del XSA y del rendimiento por recluta .....	115

# REPORT OF THE SECOND SESSION OF THE INTERNATIONAL PANEL OF EXPERTS FOR ASSESSMENT OF PERUVIAN HAKE POPULATION. MARCH 2004

## CONTENT

<b>Introduction</b> .....	81
<b>Revision of the development of the hake fishery in 2003</b> .....	82
Discards and unreported landings .....	82
<b>Evaluations and state of the stock</b> .....	83
Inputs .....	83
Data analysis and evaluation .....	84
Results .....	85
Conclusions of the evaluation .....	88
Estimation of the maturity ogive .....	89
<b>Projections for 2004</b> .....	89
Initial conditions of the projections .....	89
Settings and results .....	91
Projections based on the results of the eXtended Survivor Analysis (XSA) ....	95
Yield per recruit .....	95
Short-term projections .....	96
Conclusions from the projections .....	97
<b>Minimum length in catch</b> .....	98
Considerations to determine the legal minimum size at a short term .....	100
<b>Recovery plan</b> .....	101
Objective, stock structure .....	101
Temporal horizon .....	101
<b>Revision of the available information from cruises</b> .....	102
Analysis of the spatial distribution of the biomass index using catch/area .....	102
Bathymetric and latitudinal tendencies .....	103
Results of the cruises analysis .....	106
Mortality and biomass estimates based on cruise data .....	107
Conclusions .....	113
<b>Annex 1.-</b> Participants in the panel .....	115
<b>Annex 2.-</b> Tables of XSA and yield per recruit .....	115

## INTRODUCTION

*Participants of the panel, place and dates of the meetings*

The international panel “Assessment of the Peruvian hake” constituted by the following experts (see annex 1):

EDUARDO FERRANDIS (Univ. Alicante, España),  
 FERNANDO GONZÁLEZ (IEO, España),  
 HANS LASSEN (ICES),  
 JORDI LLEONART (FAO)

worked in IMARPE from March 15<sup>th</sup> to 22<sup>nd</sup> of 2004 according to the following

*Terms of reference*

- Actualize the evaluation and estimate the state of the stock of the Peruvian hake;
- Evaluate the spawning stock and the maturity ogive;
- Proposal for a catch quota for 2004;
- Revise the cruise data to determine if there exists hake outside of the geographic simple area (including latitudes and profundity);
- Provide projections of yield and development of the stock under appropriate fishing schemes for Peruvian hake;

*Organization of this report*

This report presents the results of the working Panel according to the terms of reference. The complementary or additional information is presented in the annexes.

*Available data*

The available data for Panel II are the same used in 2003 by Panel I.

## INTRODUCCIÓN

*Participantes en el panel, lugar y fechas de reunión*

El panel internacional “Evaluación de la Merluza Peruana”, constituido por cuatro expertos:

EDUARDO FERRANDIS (Univ. Alicante, España),  
 FERNANDO GONZÁLEZ (IEO, España),  
 HANS LASSEN (ICES),  
 JORDI LLEONART (FAO)

ha trabajado en el IMARPE del 15 al 22 de marzo del 2004 de acuerdo a los siguientes

*Términos de referencia*

- Actualizar la evaluación y estimar el estatus del stock de la merluza peruana;
- Evaluar el stock desovante y la ojiva de madurez;
- Proponer una cuota para el año 2004;
- Revisar los datos de los cruceros para determinar si existe merluza fuera del área geográfica muestreada (incluyendo latitudes y profundidades);
- Proveer proyecciones del rendimiento y desarrollo del stock bajo esquemas pesqueros apropiados para la merluza peruana;

*Organización de este informe*

En este informe se presentan los resultados del trabajo del Panel de acuerdo con los términos de referencia. La información complementaria o adicional se presenta en los anexos.

*Datos disponibles*

Los datos disponibles por el Panel II son los mismos que en el 2003 usó el Panel I.

## REVISION OF THE DEVELOPMENT OF THE HAKE FISHERY IN 2003

### DISCARDS AND UNREPORTED LANDINGS

During the discussion after the presentation of Monday 15<sup>th</sup> of March, the unreported landings in 2003 was a much debated issue. Apparently there exists journalistic information about these activities, but being only qualitative information no conclusion was taken about it.

The panel investigated various models which relate the observed landings to indicators coming from the scientific cruises. The intention was to provide a real estimation of the catches in 2003 employing the results of the 2002, 2003 and January 2004 cruises. This value must be compared to the official landings being such a comparison influenced by the possible discards. Nevertheless, the panel concluded that it is not possible to give a trustworthy estimation of the landings only based on the information of the cruises; this is due to the variability in the distribution of the stock, result of the changing environment, particularly to the Cromwell Current.

The investigations show that generally, mortality diminished between 2002 and 2003. This is in accordance with the results of the evaluation based on the official landing statistics presented in Annex 2.

The presented models are of two types:

- 1) Length composition data of the cruises, taking into account growth and mortality, are compared and projected together with those of landing statis-

## REVISIÓN DEL DESARROLLO DE LA PESQUERÍA DE MERLUZA EN EL 2003

### DESCARTES Y CAPTURAS NO REGISTRADOS

Durante la discusión que tuvo lugar después de las presentaciones del lunes 15 de marzo, las capturas no registradas en 2003 fueron un tema calurosamente debatido. Aparentemente existe información periódica sobre estas actividades, pero estos datos son cualitativos y en la reunión no se llegó a conclusión alguna.

El grupo investigó varios modelos que relacionan la captura observada con los indicadores derivados de los cruceros. La intención fue proveer una estimación real de lo que se extrajo del stock en 2003, empleando los resultados de los cruceros en 2002, 2003 y enero 2004. Este valor debe ser comparado con los desembarcos oficiales, aunque tal comparación estaría influenciada por los posibles descartes. No obstante, el grupo concluyó que no es posible proporcionar una estimación fiable de lo que se extrajo del stock, solamente en base a la información de los cruceros; esto es debido a la variabilidad en la distribución del stock, resultado del ambiente cambiante, en particular la fuerza de la corriente de Cromwell.

Estas investigaciones indican que en general la mortalidad disminuyó entre 2002 y 2003. Esto está de acuerdo con los resultados de la evaluación basada en las estadísticas oficiales de captura presentadas en el Anexo 2.

Los modelos presentados son de dos tipos:

- 1) Datos de los cruceros sobre la composición por tallas, teniendo en cuenta el crecimiento y la mortalidad, son comparados y proyectados con las composiciones

tics. This is only possible in a limited range where no selectivity is expected during cruises. Variability of the distribution and, particularly, the proportion that exists in some years in the northern zone of the cruise, makes it impossible to obtain quantitative estimates using this method.

2) Regression analysis with CPUE and estimates of  $Z$  of the cruises as predictor variables is used. This model did not result as a trustworthy predictor due to the high variability of the cruise series as mentioned before.

## EVALUATIONS AND THE STATE OF THE STOCK

### INPUTS (SEE ANNEX 2)

All data are those commonly used by IMARPE, employing standardized methods. In the following the processes for obtaining the data are described in detail.

**Total landings:** The series of total annual landings from 1971 to 2003 from IMARPE is used.

**Catch matrix:** The landings in number of individuals by age and year, used in the evaluation, are obtained applying directly the length-age keys of each year to the annual length distributions of the landings. Due to the lack of keys for the years 1992 and 1993, a joined key of the years 1990 and 1994 is used.

**Mean weight:** mean weight for age and years has been calculated using different ways depending on the period. For 1971-1993 smoothed length-age keys have been applied (mean tri-annual mobiles) and

por talla de las observadas en los desembarques. Esto es posible hacer solamente en un rango limitado, donde los cruceros no muestran selectividad por tallas. La variabilidad de la distribución y, en particular, la proporción que existe en algunos años, al norte de la zona del crucero hace imposible obtener estimados cuantitativos usando este método.

2) Con análisis de regresión, usando la CPUE y estimaciones de  $Z$  de los cruceros como variables predictoras. Este modelo no resultó ser un predictor fiable a causa de la alta variabilidad de la serie de cruceros, como se mencionó antes.

## EVALUACIONES Y ESTADO DEL STOCK

### DATOS UTILIZADOS (ANEXO 2)

Todos los datos empleados son los utilizados según los estándares de IMARPE. A continuación se detallan los procesos seguidos para la obtención de los datos.

**Capturas totales:** Se ha utilizado la serie de capturas totales anuales desde 1971 hasta el 2003 aportadas por el IMARPE.

**Matriz de capturas:** Las capturas en número de individuos por edad y año empleadas en la evaluación, se han obtenido aplicando directamente las claves talla-edad de cada año a las distribuciones de tallas anuales de las capturas. Debido a la falta de claves en los años 1992 y 1993 se empleó una clave conjunta de los años 1990 y 1994.

**Pesos medios:** Los pesos medios por edad y año se han calculado de formas diferentes dependiendo del periodo. Para 1971-1993 se aplicaron las claves talla-edad suavizadas (medias móviles trianuales) y

between 1994-2003 length-age keys have been applied directly. In the whole series annual parameters of the length-weight relationship from IMARPE have been used.

**Maturity ogives:** The matrix of mature individuals by age and year is calculated based on the smoothed length-age keys and the information of percentage of mature hake in landings by length and year.

**Natural mortality:** natural mortality rate has been considered constant as well as in ages as in years using a value of 0.38 given by IMARPE.

**Abundance indices:** The abundance indices by length (individuals/square nautical mile) of the cruises of May 1990, 1994-2003 are transformed in abundance indices by age employing the length-age keys corresponding to each cruise.

## DATA ANALYSIS AND EVALUATION

The stock evaluation was carried out using virtual population analysis (VPA) in its version known as cohort analysis (Pope), and utilizing XSA (eXtended Survivor Analysis) as calibration method. This technique allows calibrating VPA with the information proceeding from the commercial fleets and/or investigation cruises.

After analyzing the length-age keys and the landing matrix in number and age, it was decided to group together the ages older than 7 in one group 8 plus, due to rare otolith readings of greater lengths, which makes it impossible to distribute these lengths in an adequate way.

The landings matrix was analyzed using a separable VPA and its results showed

entre 1994-2003 se aplicaron directamente las claves anuales de talla-edad. En los cálculos de toda la serie se han empleado los parámetros anuales de la relación talla-peso suministrados por el IMARPE.

**Ojivas de madurez:** La matriz de madurez por edad y año se calculó en base a las claves talla-edad suavizadas, y a la información de los porcentajes de maduros en las capturas por talla y año.

**Mortalidad natural:** La tasa instantánea de mortalidad natural se ha considerado constante tanto en edades como en años y se ha utilizado el valor de 0,38 aportado por el IMARPE.

**Índices de abundancia:** Los índices de abundancia (individuos/milla náutica cuadrada) por talla de los cruceros de mayo de 1990, 1994-2003 se transformaron en índices de abundancia por edad empleando las claves talla edad correspondientes a cada crucero.

## ANÁLISIS DE DATOS Y EVALUACIÓN

La evaluación del stock se efectuó con el método de análisis de población virtual (APV) en su versión conocida como análisis de cohortes de Pope, utilizando el XSA (eXtended Survivors Análisis) como método de calibración. Esta técnica permite calibrar el APV con la información procedente de las flotas comerciales y/o cruceros de investigación.

Después de analizar las claves talla-edad y la matriz de capturas en número por edad se decidió agrupar las edades mayores de 7 en un solo grupo 8 plus, debido a las pocas lecturas de otolitos de las tallas mayores, lo que imposibilitaba el reparto de esas tallas en edades de una forma adecuada.

Se analizó la matriz de capturas con un APV separable y los resultados de este



inconsistency in the information of age 0. That is why this age-group is eliminated from the analysis.

It was found convenient to carry out the calibration of the VPA by limiting the cruises series from 1997 to 2003 and with information of ages 1 to 7. The decision of limiting the time series was based on the fact that before 1997 no net cover was used, and therefore the information was not comparable.

Once decided what information to use, various tests were run using the model in order to get the best fit. The final options are presented in the following Table:

	Comercial landings	Cruises	Capturability	Shrinkage
Years	1971 - 2003	1997 - 2003	Independent of the abundance of all ages	2
Ages	1 - 8+	1 - 7	Constant for ages older than 5	2
Weight (SE)				2.5
Threshold Information (ES)		0.5		

## RESULTS

Table 5 of Annex 2 shows the results.

**Biomass.-** The estimates of the total biomass at the beginning of 2003 are not very trustworthy, due to the enormous amount of recruits estimated by the model for this year (by far the greatest of the historical series) and resulting in bad estimates of total biomass. Nevertheless the estimates of the Spawning Stock Biomass (SSB) do not show this problem because the one-year old individuals still are not mature. As shown in Fig. 1, in the last year we observe an increment of the SSB, increasing from 68.194 t in 2002 to 128.826 t in 2003. The estimations of SSB for the most recent period are very similar to those obtained by the first hake panel (2003).

mostraban una inconsistencia de la información de la edad 0, por lo que se optó por eliminar esta edad del análisis.

Se estimó conveniente realizar la calibración del APV acortando la serie de índices de campaña desde 1997 hasta el 2003 y con la información de las edades 1 a la 7. La decisión de acortar la serie temporal se basó en que las campañas anteriores a 1997 no usaron sobrecopo, con lo que la información no era comparable entre ambos periodos.

Una vez decidida la información a utilizar se realizaron varias pruebas con el modelo para tratar de ajustarlo lo mejor posible. Las opciones finales se presentan en la siguiente tabla:

	Desembarques Comerciales	Cruceros	Capturabilidad	Shrinkage
Años	1971 - 2003	1997 - 2003	Independiente de la abundancia para todas las edades	2
Edades	1 - 8+	1 - 7	Constante para las edades mayores de 5	2
Peso (SE)				2.5
Umbral Información (ES)		0,5		

## RESULTADOS

La tabla 5, Anexo 2 muestra los resultados.

**Biomasa.-** Las estimaciones de biomasa total a comienzo del 2003 no son muy fiables, debido a que el modelo estima un reclutamiento enorme para este año (el más grande de la serie histórica) que ocasionó una mala estimación de las biomasa totales. Sin embargo, las estimaciones de la Biomasa Desovante (SBD = SSB) no tienen este problema, ya que los individuos de edad 1 aún no son maduros. Como se aprecia en la Figura 1, en el último año se ha producido incremento de la SSB, pasando de 68.194 toneladas en el 2002 a 128.826 en el 2003. Las estimaciones de SSB para el periodo más actual son muy parecidas a las obtenidas en el I Panel de Merluza (2003).

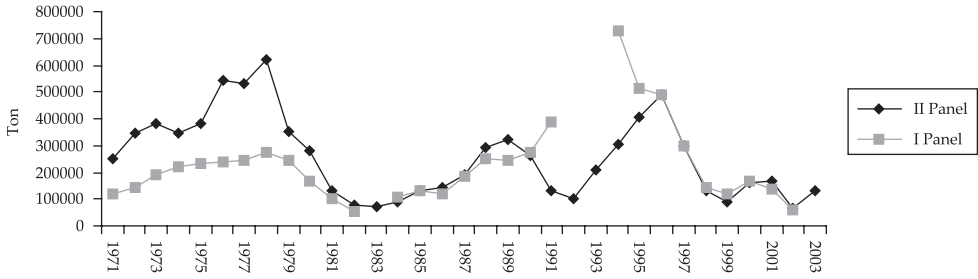


Fig. 1.- Estimates of the spawning stock biomass (SSB) (panel I and panel II).

Fig. 1.- Estimación de la biomasa desovante (SSB) (panel I y panel II).

**Recruitments.-** As mentioned before, the recruitment of age 1 for 2003 is not very realistic, due to the lack of information. We must emphasize that the 2001 and 2002 recruitments are low and therefore the recovery of the stock will be more slowly. The results from 1995 onwards are very similar to the calculated by Hake Panel I (Fig. 2).

**Reclutamientos.-** Como ya se ha comentado anteriormente el reclutamiento a la edad 1 para el año 2003 no es muy realista debido a la falta de información para un cálculo más ajustado. Hay que resaltar que los reclutamientos del 2001 y 2002 han sido bajos, por lo cual la recuperación del stock será más lenta. Los resultados desde 1995 son muy similares a los calculados por el I Panel de Merluza (Fig. 2).

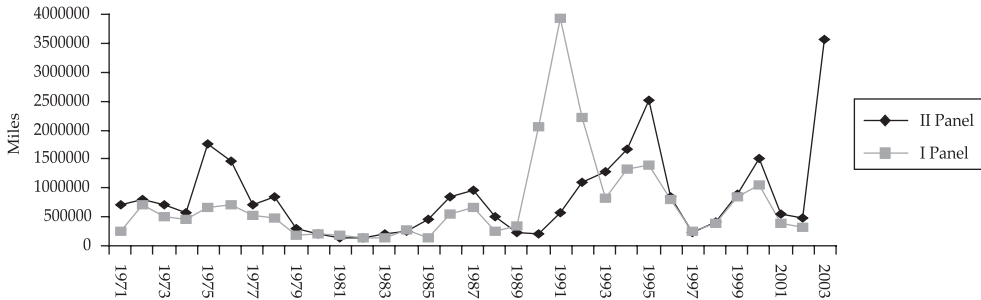


Fig. 2.- Recruitments (age 1) 1971-2003. Panel I and panel II.

Fig. 2.- Reclutamientos (edad 1) 1971-2003. Panel I y panel II.

**Population structure.-** Due to the problem with the 2003 recruitment a mean recruitment value is considered for this calculations. The population structure of 2003 is very weak, 90% of the abundance belongs to two ages, age 1 and 2.

**Estructura poblacional.-** Debido a los problemas con el reclutamiento del año 2003, se ha considerado un reclutamiento medio para realizar estos cálculos. La estructura poblacional del año 2003 es muy débil, el 90% de la abundancia pertenece a dos eda-

Speaking of biomass more than 90% of the total biomass is distributed in the three youngest ages, age 1, 2, and 3 (Figs. 3 and 4).

des, edades 1 y 2. Si hablamos de biomasa más del 90% de la biomasa total está distribuida en las tres edades más jóvenes, edades 1, 2 y 3 (Figs. 3 y 4).

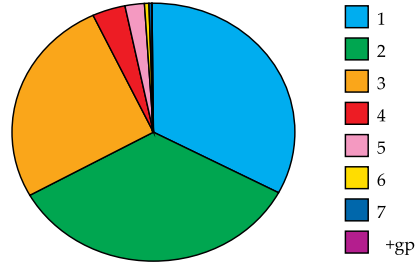
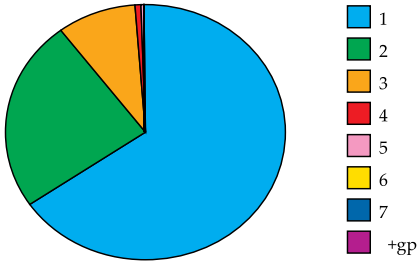


Fig. 3.- Population structure in 2003, referred to age (%).

Fig. 4.- Biomass by age during 2003 (%).

Fig. 3.- Abundancia por edad en el 2003 (%).

Fig. 4.- Biomasa por edad en el 2003 (%).

**Fishing mortality (F).**- The mean fishing mortality of ages 2 to 7 has been chosen to be representative of total fishing mortality, considering that age 2 is completely recruited to the gear. The results show a great decline in the last two years, from F 2.5 in 2001 to 0.2 in 2003. This great decline in fishing mortality is the reason why the stock is beginning to recover (Fig. 5).

**Mortalidad por pesca.**- Se ha elegido como mortalidad por pesca representativa la media de las edades 2 a 7, ya que se considera que prácticamente la edad 2 está completamente reclutada al arte. Los resultados muestran un gran descenso de F en los dos últimos años, pasando de 2,5 en el año 2001 a 0,2 en el 2003. Este gran descenso de la mortalidad por pesca ha sido la causa de que el stock empiece a recuperarse (Fig. 5).

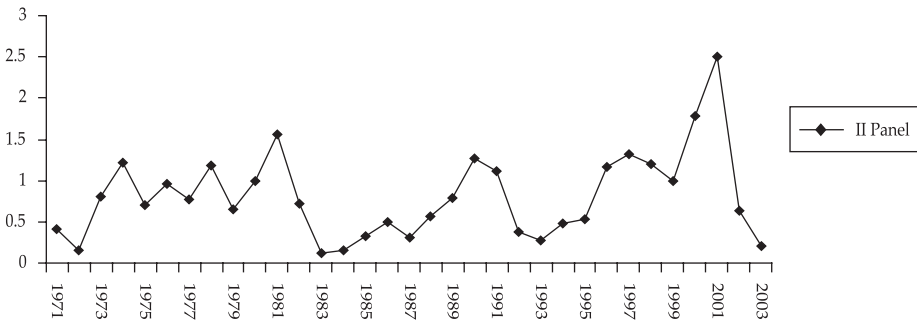


Fig. 5.- Mean fishing mortality (F) of ages 2 to 7.

Fig. 5.- Mortalidad por pesca (F) en edades 2 a 7.

**Exploitation pattern.-** The data show an improvement in the exploitation pattern of 2003, comparing with the existing between 2000 and 2002. It seems that in 2003 fishing mortality focused more on intermediate ages (4-6), meanwhile between 2000 and 2002 fishing mortality was high in all ages above two years. This is explicable because the trawl fishery was closed in 2003, and data from the artisanal fishery (line fishing) have a relatively high weight in the total landings of 2003 (Fig. 6).

**Patrón de explotación.-** Los datos del 2003 muestran una mejoría en el patrón de explotación, comparado con los años 2000 y 2002. En el 2003 parece que la mortalidad por pesca se centró más en edades intermedias (4-6), mientras que entre el 2000 y el 2002 la mortalidad por pesca fue alta en todas las edades mayores de 2 años (Fig. 6). Esto parece ser debido al poco peso relativo que han tenido las capturas de arrastre en el año 2003 en las capturas totales, por estar cerrada la pesquería y al alto peso relativo de las capturas artesanales (palan-grillos) en las capturas totales del 2003.

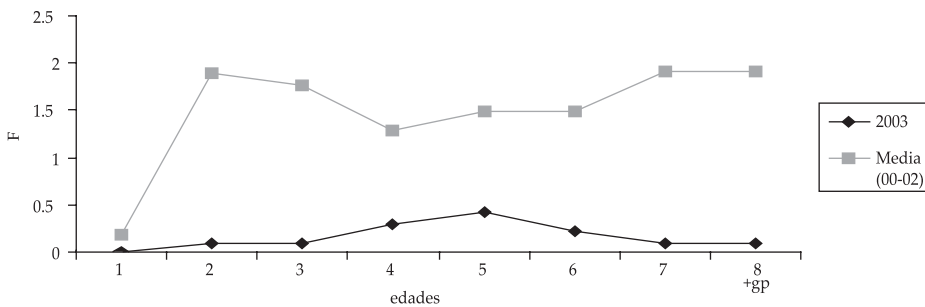


Fig. 6.- Exploitation pattern of Peruvian hake.

Fig. 6.- Patrón de explotación de la merluza peruana.

## CONCLUSIONS OF THE EVALUATION

Fishing mortality in the last two years has considerably diminished, allowing the spawning stock biomass to recover. This recovery has not been greater due to the low recruitments from 2000 onwards.

The population structure is based on very few ages, and therefore we have to be very careful in stock management, since recruitment failures may provoke great declines in biomass in very short time.

It seems that the exploitation pattern of 2003 has improved with respect to the

## CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN

La mortalidad por pesca en los últimos dos años ha disminuido considerablemente, lo que ha permitido que la biomasa reproductora se recupere. Esta recuperación no ha sido mayor debido a los bajos reclutamientos desde el año 2000.

La estructura poblacional se basa en muy pocas edades, por lo que debemos ser bastante cuidadosos en el manejo del recurso, ya que fallos en los reclutamientos pueden provocar grandes descensos de las biomásas en muy poco tiempo.

Parece que el patrón de explotación del año 2003 ha mejorado con respecto al exis-

existing in earlier years. If this is confirmed and maintained in the future, the velocity of the stock recovery would rise and the population structure would improve. But this is not very likely because the exploitation pattern observed in 2003 corresponds to one of the artisanal fishery and will be difficult to maintain if the greater part of the catches will be made by trawlers as in former years.

### ESTIMATION OF THE MATURITY OGIVE

The following maturity indexes per age have been employed in the projections, using length-age keys of 2003 and the cruise 0305-06:

Age	Maturity index (A)	Maturity index (B)
0	0	0
1	0.3	0.51
2	0.9	0.851
3 and more	1	1

### PROJECTIONS FOR 2004

Projections with two different programmes (A and B) have been carried out, employing also two slightly different sets of parameters. The projections are realized, starting from 2002 with the following initial conditions:

#### INITIAL CONDITIONS OF THE PROJECTIONS

##### Projection A

The projection starts in 2002 with the following initial conditions:

- Growth parameters:  
 $L_{\infty} = 93.2$  cm,  $K = 0.135$  año<sup>-1</sup>,  $t_0 = -0.739$  year
- Length-weight relationship:  
 $a = 0.010275$  g,  $b = 2.92$
- Maturity ogive:  
(0):0, (1):0.3, (2): 0.9, rest of the ages: 1

tente en los años anteriores. Si esto se confirma y se mantiene en el futuro, aumentaría la velocidad de recuperación del stock y mejoraría la estructura poblacional. Esto es poco probable, debido a que el patrón de explotación observado en el 2003 corresponde más a la pesquería artesanal, y sería difícil mantener, si la mayoría de las capturas se realizaran con el arrastre como en años anteriores.

### ESTIMACIÓN DE LA OJIVA DE MADUREZ

Se han empleado los siguientes índices de madurez por edad, a partir de las claves talla-edad de 2003 y el crucero 0305-06:

Edad	Índice de madurez (A)	Índice de madurez (B)
0	0	0
1	0,3	0,51
2	0,9	0,851
3 y superiores	1	1

### PROYECCIONES PARA EL 2004

Se han realizado proyecciones con dos programas distintos (A y B) y empleando dos parámetros también ligeramente distintos. Las proyecciones se realizan a partir de 2002 con las siguientes condiciones iniciales:

#### CONDICIONES INICIALES DE LAS PROYECCIONES

##### Proyección A

Se proyecta a partir de 2002 con las siguientes condiciones iniciales:

- Parámetros de crecimiento:  
 $L_{\infty} = 93,2$  cm;  $K = 0,135$  año<sup>-1</sup>;  $t_0 = -0,739$  año
- Relación talla-peso:  
 $a = 0,010275$  g;  $b = 2,92$
- Ojiva de madurez:  
(0):0, (1):0.3, (2): 0.9, resto de edades: 1

- Landings in 2002: 44 073 t; in 2003, 6000 t.
  - The SSB is always expressed as mean annual value. The mean SSB is between one fourth and three fourth of the initial. Mean SSB for 2002 is 39 000 t and for 2003 is 57 000.
  - Vectors of F (for 3 fleets) from evaluation of 2003.
  - Constant recruitment at age 0 of 435 millions of individuals.
  - Ages employed 0 a 7.
  - Initially the F vector of 2002 is employed.
  - The results of the SSB are given in mean annual values (not at the beginning of the year).
  - Natural mortality constant for all ages and years: 0.38 year<sup>-1</sup>.
  - These initial conditions imply a mean virgin SSB of approximately 285 000 t. Thus, the 2002 SSB of 39 000 t corresponds to 13% of the virgin biomass and the 2003 SSB of 57 000 t corresponds to 20%.
- Captura en 2002: 44.073 t; en 2003, 6.000 t.
  - La SSB siempre se expresa como media anual. La SSB media anual está comprendida entre un cuarto y tres cuartos de la inicial. SSB media para 2002 de 39.000 t y para 2003 de 57.000 t.
  - Vectores F (para 3 flotas) según evaluación realizada en 2003.
  - Reclutamiento constante a la edad 0 de 435 millones de individuos.
  - Edades trabajadas 0 a 7.
  - Se emplea inicialmente el vector F obtenido para 2002.
  - Los resultados de SSB son en términos de medias anuales (no al principio de año).
  - Mortalidad natural constante para todas las edades y años: 0,38 año<sup>-1</sup>.
  - Estas condiciones iniciales implican una biomasa reproductora virgen (SSB) media de aproximadamente 285.000 t. Así, la SSB 2002 de 39.000 t corresponde al 13% de la biomasa virgen y el SSB 2003 de 57.000 t corresponde al 20%.

## Projection B

Age-weight relationship (g) and maturity

Age	Weight (g)	Maturity
1	86.680	0.51
2	135.988	0.85
3	286.278	1
4	493.368	1
5	722.040	1
6	949.250	1
7	1298.830	1
8	1517.480	1
9	2034.260	1
10	1938.930	1

F vectors (for three fleets) from evaluation of 2003

## Proyección B

Relación edad-peso (g) y madurez

Edad	Peso (g)	Madurez
1	86,680	0,51
2	135,988	0,85
3	286,278	1
4	493,368	1
5	722,040	1
6	949,250	1
7	1298,830	1
8	1517,480	1
9	2034,260	1
10	1938,930	1

Vectores F (para 3 flotas) según evaluación realizada en 2003

- Constant recruitment: 400 millions of individuals in 2003 and 478 millions in the following years.
- Used ages: 1 to 10+. Biomass calculation from age 2 on.
- Constant natural mortality for all ages and years: 0.38 year<sup>-1</sup>.

- Reclutamiento constante: 400 millones de individuos en 2003 y 478 los años siguientes.
- Edades trabajadas 1 a 10+. Los cálculos de biomasa desde la edad 2.
- Mortalidad natural constante para todas las edades y años: 0,38 año<sup>-1</sup>.

**SETTINGS AND RESULTS**

Various settings for the simulation of the different management strategies have been planted.

**Setting 1:**

Total closure of the fishery

**Simulation A.** SSB surpasses 100 000 t in 2004 and recovers 90% of the virgin biomass in 2007 (Fig. 7).

**Simulation B.** SSB surpasses 100 000 t in 2005 (Fig. 8).

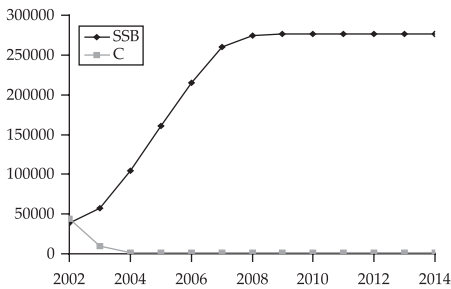


Fig. 7.- Simulation A. Total closure of the fishery.

Fig. 7.- Simulador A. Cierre total de la pesquería.

**Setting 2:**

No change in exploitation scheme (shape of vector F) but total allowable catch (TAC) is fixed. A TAC of 40 000 t for 2004 and the following years is fixed.

**Simulation A.** The SSB reaches 100 000 t in 2006, and is recovering

**ESCENARIOS Y RESULTADOS**

Se han planteado diversos escenarios para la simulación de distintas estrategias de gestión

**Escenario 1:**

Cierre total de la pesquería

**Simulador A.** La biomasa reproductora supera las 100 000 t en 2004 y recupera el 90% de la biomasa virgen en el año 2007 (Fig. 7).

**Simulador B.** La biomasa reproductora supera las 100 000 t en 2005 (Fig. 8).

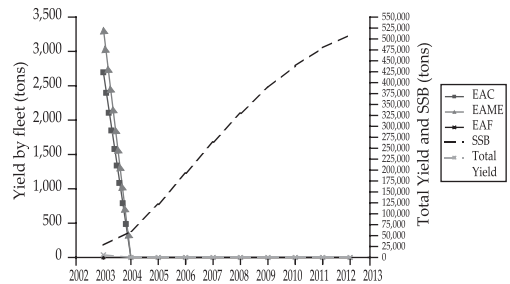


Fig. 8.- Simulation B. Total closure of the fishery.

Fig. 8.- Simulador B. Cierre total de la pesquería.

**Escenario 2:**

No se cambia el esquema de explotación (forma del vector F) pero se fijan TACs (total allowable catch). Se fija un TAC para 2004 y años siguientes en 40.000 t anuales.

**Simulador A.** La biomasa reproductora alcanza las 100.000 t en 2006, y se recupera

very slowly, getting hardly to 120 000 t (Fig. 9).

**Simulation B.** SSB reaches 100 000 t in 2009 (Fig. 10).

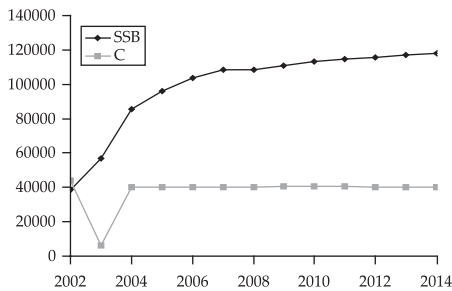


Fig. 9.- Simulation A. TAC 40 000.

Fig. 9.- Simulador A. TAC 40.000.

We must mention that a TAC of 40 000 t is at the limit of sustainable yield. According to the parameters and simulations of method A, a TAC of 45 000 t is not any more sustainable (Fig. 11) and a TAC of 50 000 t would lead to a rapid collapse (Fig. 12).

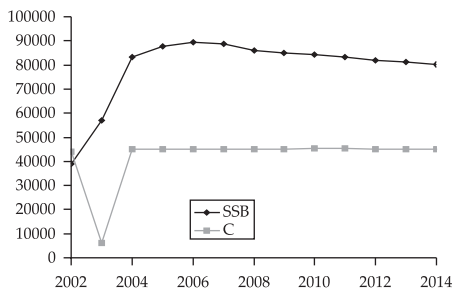


Fig. 11.- Simulation A. TAC 45 000.

Fig. 11.- Simulador A. TAC 45.000.

A TAC of 20 000 t is fixed for 2004 and of 40 000 t for the following years

**Simulation A.** 100 000 t of SSB are surpassed in 2005, but in 2007 descends

muy lentamente, alcanzando difícilmente las 120.000 t (Fig. 9).

**Simulador B.** La biomasa reproductora alcanza las 100.000 t en 2009 (Fig. 10).

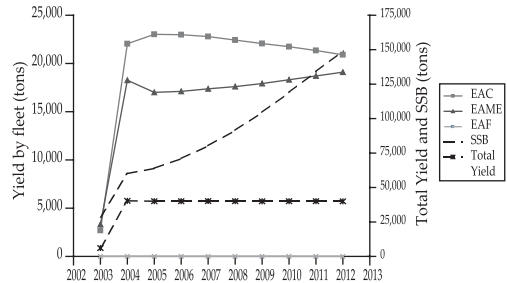


Fig. 10.- Simulation B. TAC 40 000.

Fig. 10.- Simulador B. TAC 40.000.

Debemos añadir el hecho de que las 40.000 t de TAC están en el límite del rendimiento sostenible. De acuerdo con los parámetros y simulaciones del método A, las 45.000 t de TAC ya no son sostenibles (Fig. 11), y las 50.000 llevan a un rápido colapso (Fig. 12).

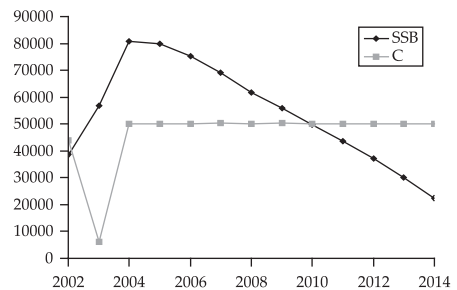


Fig. 12.- Simulation A. TAC 50 000.

Fig. 12.- Simulador A. TAC 50.000.

Se fija un TAC para 2004 de 20.000 t y de 40.000 para los siguientes años.

**Simulador A.** Se superan las 100.000 t de SSB en 2005 pero en 2007 vuelve a descen-



again without reaching 140 000 t (Fig. 13). **Simulation B.** 100 000 t of SSB are surpassed in 2006 with increasing tendency (Fig. 14).

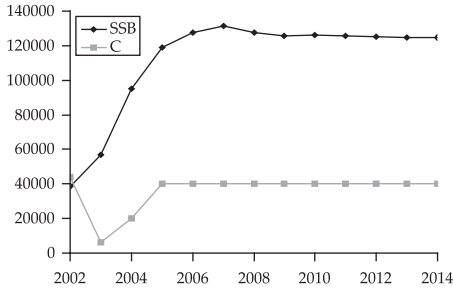


Fig. 13.- Simulation A. TAC 20 000 / 40 000.

Fig. 13.- Simulador A. TAC 20 000 / 40 000.

A TAC of 20 000 t for 2004 and 2005 is fixed and of 40 000 t in the following years.

**Simulation A.** 100 000 t of SSB are surpassed in 2005 but diminishes again in 2007 after reaching 150 000 t (Fig. 15).

**Simulation B.** 100 000 t of SSB are surpassed in 2006 with increasing tendency (Fig. 16).

Without modifying the current exploitation pattern, sustainable yield with a

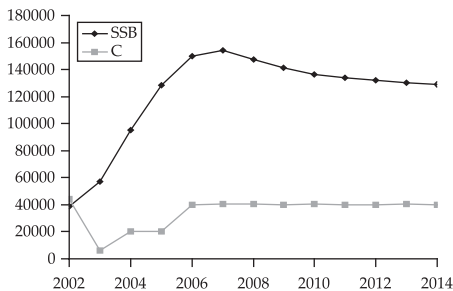


Fig. 15.- Simulation A. TAC 20 000 / 40 000.

Fig. 15.- Simulador A. TAC 20 000 / 40 000.

der sin alcanzar las 140.000 t (Fig. 13). **Simulador B.** Se superan las 100.000 t de SSB en 2006, y la tendencia es creciente (Fig. 14).

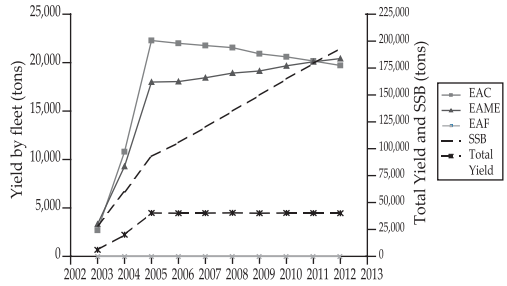


Fig. 14.- Simulation B. TAC 20 000 / 40 000.

Fig. 14.- Simulador B. TAC 20 000 / 40 000.

Se fija un TAC para 2004 y 2005 de 20.000 t y de 40.000 para los siguientes años.

**Simulador A.** Se superan las 100.000 t de SSB en 2005 pero en 2007 vuelve a descender después de alcanzar las 150.000 t (Fig. 15).

**Simulador B.** Se superan las 100.000 t de SSB en 2006, y la tendencia es creciente (Fig. 16).

Sin modificar el esquema de explotación actual, la captura sostenible con un SSB

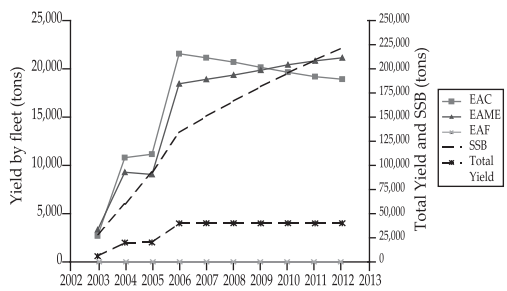


Fig. 16.- Simulation B. TAC 20 000 / 40 000.

Fig. 16.- Simulador B. TAC 20 000 / 40 000.

mean SSB of 100 000 t is about 43 000 t. MSY is about 45 000 t with a mean SSB (in stationary stage) of 62 000 t or of 95 000 t at the beginning of the year.

**Setting 3:**

Selectivity is modified beginning with catches at age 2 (minimum length of 28 cm). A TAC of 40 000 t from 2004 onwards and following years is established.

100 000 t of SSB are not surpassed until 2006 and the tendency is increasing. The value of MSY is 48 000 t annually with a SSB<sub>max</sub> of 55 000 t (annual mean) or 91 000 t at the beginning of the year (Fig. 17).

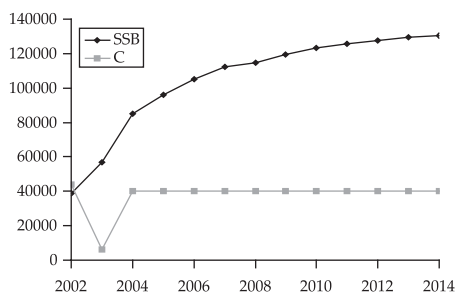


Fig. 17.- Minimum length 28 cm. TAC 20 000 / 40 000.

Fig. 17.- Talla mínima 28 cm. TAC 20 000 / 40 000.

**Setting 4:**

Selectivity is modified, beginning the catches at age 3 (minimum length 37 cm). A TAC of 40 000 t from 2004 and following years is established.

100 000 t of SSB are reached in 2005 and the tendency is clearly increasing. The value of MSY is 67 000 t annually with a SSB of 47 000 t (annual mean) or of 113 000 t at the beginning of the year (Fig. 18).

medio de 100.000 t es de 43.000 t. El MSY es de 45.000 t con un SSB medio (en estado estacionario) de 62.000 t o de 95.000 t inicial, a principio de año.

**Escenario 3:**

Se modifica la selectividad empezando la captura a la edad 2 (talla mínima 28 cm). Se establece un TAC de 40.000 t a partir de 2004 y siguientes.

No se superan las 100.000 t de SSB hasta el 2006, y la tendencia continua ascendente. El valor de MSY es de 48.000 t anuales con un SSB<sub>max</sub> de 55.000 t (media anual) o 91.000 t a principio de año (Fig. 17).

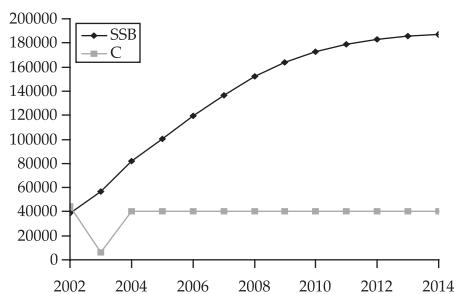


Fig. 18.- Minimum length 37 cm. TAC 40 000.

Fig. 18.- Talla mínima 37 cm. TAC 40 000.

**Escenario 4:**

Se modifica la selectividad empezando la captura a la edad 3 (talla mínima 37 cm). Se establece un TAC de 40.000 t a partir de 2004 y siguientes.

Se alcanzan las 100.000 t de SSB en 2005 y la tendencia es francamente ascendente. El valor de MSY es de 67.000 t anuales con un SSB de 47.000 t (media anual) o inicial de 113.000 t (Fig. 18).

## PROJECTIONS BASED ON THE RESULTS OF THE EXTENDED SURVIVOR ANALYSIS (XSA)

Two types of projections have been carried out, the first assuming equilibrium (yield per recruit) and the second at a short-term. The input data used in both projections are presented in Tables 5 and 6 (Annex 2).

The exploitation pattern of 2003 is good but is considered to be highly influenced by the relatively great landings of the artisanal fleet as the trawling fishery was closed. If the trawling fishery is allowed back, this pattern could not be expected.

The exploitation pattern of the 2000-2002 period seems to be very dangerous, due to the high mortalities on the youngest ages; that is why we do not consider it adequate.

The panel concluded that the mean exploitation pattern of the years 1998-2000 should be re-scaled for the year 2000 because that pattern is more reasonable and reflects what to expect if the fishery is opened. The reason to re-scale for 2000 is for considering that year as a year of normal effort for all fleets.

### Yield per recruit

To carry out this projection we used the mean exploitation pattern of 1998 to 2000, re-scaled to 2000.

The results show a  $F_{max}$  of 0.446 and  $F_{0.1}$  of 0.232 (Fig. 19) which means a reduction in effort of 75% with respect to the year 2000 to reach  $F_{max}$  and of 87% to reach  $F_{0.1}$ .

## PROYECCIONES A PARTIR DE LOS RESULTADOS DE XSA (EXTENDED SURVIVOR ANALYSIS)

Se han realizado dos tipos de proyecciones, la primera asumiendo equilibrio (Rendimiento por Recluta) y la segunda a corto plazo. Los datos de entrada utilizados en ambas proyecciones se presentan en las tablas 5 y 6 (Anexo 2).

El patrón de explotación del año 2003 es bueno pero se considera que está muy influenciado por las grandes capturas relativas de la flota artesanal por haber estado cerrada la pesquería a la flota de arrastre. Si se abre la pesquería a la flota de arrastre este patrón no sería el esperado.

El patrón de explotación del periodo 2001-2002 nos parece muy peligroso, debido a las grandes mortalidades que soportan las edades más jóvenes; por ello no lo consideramos adecuado.

El panel concluyó que el patrón medio del 1998-2000, sea reescalado al año 2000, porque dicho patrón es más razonable y está de acorde con lo que se puede esperar si se abre la pesquería. La razón de reescalar al año 2000 es por considerarlo como un año de esfuerzo normal de todas las flotas.

### Rendimiento por recluta

Para esta proyección se ha decidido proyectar el patrón medio de explotación del periodo 1998 al 2000, reescalado al año 2000.

Los resultados muestran una  $F_{max}$  de 0,446 y una  $F_{0.1}$  de 0,232 (Fig. 19) lo que supondría una reducción del esfuerzo, con respecto al año 2000, de 75% para alcanzar  $F_{max}$  y de 87% para  $F_{0.1}$ .

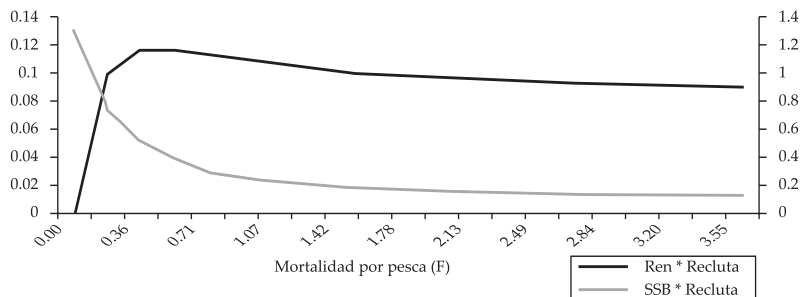


Fig. 19.- Yield per recruit and mature per recruit.

Fig. 19.- Rendimiento por recluta y maduros por recluta.

Referente points	F2000 (ages 2-7)	F <sub>max</sub>	F <sub>0.1</sub>
Absolute F	1.777	0.446	0.232
Multiplicator of F	1	0.251	0.131

Puntos de Referencia	F2000 (edades 2-7)	F <sub>max</sub>	F <sub>0.1</sub>
F Absoluta	1.777	0.446	0.232
Multiplicador de F	1	0.251	0.131

### Short-term projections

With the obtained results from the evaluation, short-term projections have been carried out (2004-2005). Due to the weak population structure, the results depend to a great extent on the recruitments and as that estimation in 2003 is not trustworthy, we decided to project the population with abundance values from 2002 and assuming a constant mean recruitment at age 1 of 569 million individuals in the following years (2003-2005). This value is obtained by the geometric mean of the recruitments of the 1997-2002 period. We chose to calculate the mean with this period as it presents more equal SSB levels.

For 2003, an exploitation pattern from VPA is projected, while for 2004 and 2005 the mean exploitation pattern of 1998-2000, re-scaled at 2000, has been used.

The results show, that if in 2004 the fishery is at a level of  $F_{0.1}$ , the catches

### Proyecciones a corto plazo

Con los resultados obtenidos en la evaluación se han realizado proyecciones a corto plazo (2004-2005). Debido a la estructura poblacional tan débil, los resultados dependen en gran medida de los reclutamientos, y como la estimación de éste en el 2003 no es muy buena, se ha decidido proyectar la población con los valores de abundancias obtenidos en el 2002, y asumiendo un reclutamiento constante medio de la edad 1 de 569 millones de individuos en los siguientes años (2003-2005). Este valor se obtiene de la media geométrica de los reclutamientos del periodo de 1997-2002. Se ha elegido realizar la media con este periodo por presentar unos niveles de SSB más parejos.

Para el 2003 se ha proyectado el patrón de explotación obtenido en el APV, mientras que para el 2004 y 2005 se ha empleado el patrón de explotación medio del periodo 1998-2000 reescalado al año 2000.

Los resultados muestran que, si en el 2004 se pesca con un nivel de  $F_{0.1}$ , las capturas

would be about 20 000 t and at the beginning of 2005 we would find about 180 000 t of SSB, while if the fishery is at a  $F_{max}$  level with the supposed danger, catches would be about 30 000 t and we would find a SSB of about 160 000 t at the beginning of 2005.

estarían alrededor de las 20.000 t y a comienzos del 2005 tendríamos alrededor de 180.000 t de SSB, mientras que si se pesca a niveles de  $F_{max}$ , con los peligros que esto supone, las capturas estarían alrededor de 30.000 t y tendríamos a comienzos del 2005 alrededor de 160.000 toneladas de SSB.

Biomass	SSB	FMult	FBar	2003 Captures		
106566	68862	1.2299	0.2485	6339		

Biomass	SSB	FMult	FBar	2004 Captures	Biomass	2005 SSB
166921	126829	0.0000	0.0000	0	249535	209436
	126829	0.1000	0.1777	14064	228697	188623
	126829	0.2000	0.3554	26183	210921	170871
	126829	0.3000	0.5332	36655	195726	155699
	126829	0.4000	0.7109	45725	182710	142708
	126829	0.5000	0.8886	53604	171539	131561
	126829	0.6000	1.0663	60466	161931	121976
	126829	0.7000	1.2440	66460	153649	113719
	126829	0.8000	1.4217	71709	146496	106589
	126829	0.9000	1.5995	76320	140304	100421
	126829	1.0000	1.7772	80383	134932	95072
	126829	1.1000	1.9549	83972	130262	90425
	126829	1.2000	2.1326	87154	126191	86377
	126829	1.3000	2.3103	89982	122635	82844
	126829	1.4000	2.4880	92504	119521	79753
	126829	1.5000	2.6658	94760	116787	77042
	126829	1.6000	2.8435	96784	114381	74659
	126829	1.7000	3.0212	98607	112259	72559
	126829	1.8000	3.1989	100253	110380	70703
	126829	1.9000	3.3766	101745	108714	69059
	126829	2.0000	3.5543	103100	107231	67598

## CONCLUSIONS FROM THE PROJECTIONS

- 1.- The panel recommends that the catch quota for 2004 must correspond to a fishery mortality less than  $F_{max}$  (0.466). While there exist no large hake in the population, the panel recommends the value for fishing mortality to be half that of  $F_{max}$ , which is near the value of  $F_{0.1}$ . A quota of 20 000 t for 2004 ( $\sim F_{0.1}$ ) would allow a clear recovery of the SSB. It is important that the management measures include a better exploitation pattern (see "minimum mesh size in cod-end" below).

## CONCLUSIONES DE LAS PROYECCIONES

- 1.- El panel recomienda que la cuota de 2004 debe corresponder a una mortalidad por pesca menor de  $F_{max}$  (0,466). Debido a que no existen merluzas grandes en la población, el panel recomienda un valor de la mortalidad por pesca que sea la mitad de  $F_{max}$ , que es próximo al valor de  $F_{0.1}$ . Una cuota de 20.000 t para 2004 ( $\sim F_{0.1}$ ) permitiría una clara recuperación de la biomasa reproductora. Es importante que las medidas de manejo contemplen un mejor patrón de explotación (ver "malla mínima del copo" más abajo);

- 2.- During the presentation on March, 15<sup>th</sup> a quota of 40 000 t was discussed as possibility for 2004. The panel considers that quota clearly excessive for the recovery of the stock, because it corresponds to a level of fishing mortality very above  $F_{max}$ . If we maintain the actual selectivity pattern, in a short term a quota of 40 000 t would be too risky for a good recovery of the SSB, especially because the stock is still depressed. This means that the sensitivity is very high and little errors in the control or determination of the quota can provoke a drop in SSB.
  - 3.- The improvement in selectivity according to our simulations would have very beneficial effects on the SSB.
- 2.- Durante la presentación del día 15 marzo, se manejó la cifra de 40.000 t como posible cuota para 2004. El panel considera que tal cuota resulta claramente excesiva para la recuperación del stock, ya que corresponde a un nivel de mortalidad por pesca muy por encima de  $F_{max}$ . Si se mantiene el esquema de selectividad actual, a corto plazo resultaría demasiado arriesgado para una buena recuperación de la biomasa reproductora, fijar una cuota de 40.000 t, especialmente porque actualmente el stock está todavía deprimido. Esto significa que la sensibilidad es muy alta, y pequeños errores en el control o la determinación de la cuota, pueden provocar una caída de la biomasa reproductora.
  - 3.- La mejora de la selectividad, según nuestras simulaciones, tendría efectos muy beneficiosos sobre el SSB,

## MINIMUM SIZE IN CATCH

The first consideration in relation to the legal minimum size is assuring that by means of selectivity we avoid excessive discards. Usually in trawl fisheries the legal minimum size of  $L_{25}$  of the selectivity curve is established, where 25% of the fishes that enters the gear is retained.

The appropriate exploitation pattern (fishing mortality per age or length) for Peruvian hake was discussed in detail by the panel in March 2003; this panel has revised that information and concludes:

- 1.- In terms of maximum sustainable yield (MSY), size of first capture must be as great as possible to assure that the fishery is conducted at MSY level;

## TALLA MÍNIMA DE CAPTURA

La primera consideración que debemos hacer en relación con la talla mínima legal, es asegurar que la selectividad evite el des-carte excesivo. Es una práctica frecuente en las pesquerías de arrastre establecer la talla mínima legal a  $L_{25}$  de la curva de selectividad, donde el 25% de los peces que entran en el arte quedan retenidos.

El patrón de explotación apropiado (mortalidad por pesca a edad o talla) para la merluza peruana, fue extensamente discutida por el panel en marzo de 2003; el grupo ha revisado esta información y ha concluido:

- 1.- En términos de máximo rendimiento sostenible (MSY) la talla de primera captura debe ser tan alta como sea posible, para asegurar que la pesquería se dirige al nivel MSY;

2.- The selectivity in the fishery must be such that there is no catch (nor landings nor discards) of length groups beneath length of first maturity. The size is variable for Peruvian hake, but during the most recent cruise in the reproduction period (May-June 2003) a size of first maturity of 23 cm was determined. Cruises in other periods seem to give lower values, but must be corrected by the growth between the period of the cruise and the reproduction period (0.5 to 1 cm per month) (Fig. 20).

2.- La selectividad en la pesquería debe ser tal que no debe haber captura (ni desembarcos ni descartes) de grupos de talla menor a la de primera madurez. Esta talla es variable para la merluza peruana, pero en el más reciente crucero en época de reproducción (mayo-junio 2003) se halló una talla de primera madurez alrededor de 23 cm. Los cruceros en otras épocas parecen dar valores inferiores, pero deben corregirse con el crecimiento entre la época del crucero y la de reproducción (0,5 a 1 cm por mes) (Fig. 20).

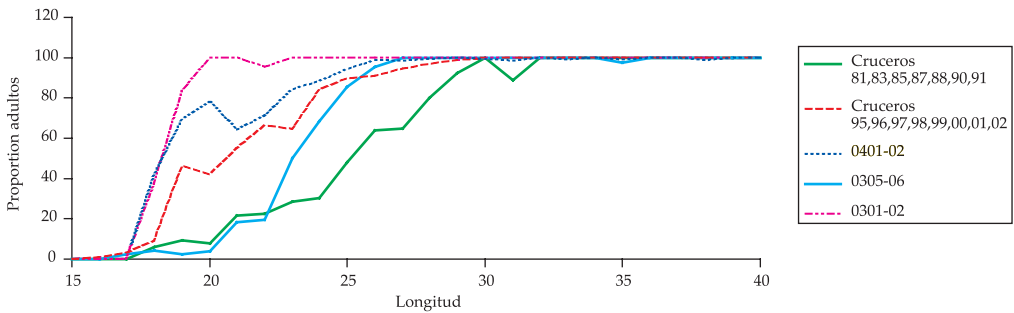


Fig. 20.- Maturity ojive in different cruises.

Fig. 20.- Ojiva de madurez en diferentes cruceros.

During the presentations of Monday, 15<sup>th</sup>, 2004 the representatives of the fishing industry were strongly opposed to an increment of the mesh-size of 90 mm. This mesh-size has a  $L_{25}$  of 25-26 cm. For other mesh-sizes the minimum size must be established as  $[3.1 \cdot \text{mesh-size} - 2 \text{ cm}]$ . For instance, for a mesh-size of 110 mm the minimum size would be 32 cm.

Using a logistic model for selectivity the yield of the different mesh-sizes was calculated, although it is not a precise simulation of the situation from 1998 to 2000. The smaller the mesh-size, the smaller the fishing mortality corresponding to MSY and the smaller is the level of MSY, too. This is illustrated by the follo-

Durante las presentaciones del lunes 15 de marzo de 2004, la industria pesquera se mostró fuertemente contraria al incremento de la malla de 90 mm. Esta malla tiene un  $L_{50}$  de 27-28 cm y un  $L_{25}$  de 25-26 cm. Para otras mallas, las tallas mínimas deben establecerse como  $[3,1 \cdot \text{tamaño de malla} - 2 \text{ cm}]$ . Por ejemplo para 110 mm de malla la talla mínima sería de 32 cm.

Usando un modelo logístico para la selectividad se calculó el rendimiento para las distintas mallas aunque no es una simulación precisa de la situación de los años 1998-2000. Cuanto menor es el tamaño de malla menor es la mortalidad por pesca correspondiente al MSY y menor es también el nivel MSY. Esto se ilustra con los

wing calculation:  $F=0.6$  is the approximate  $F_{max}$  for a 90 mm mesh-size. In case that the stock might be fully recovered, we would obtain a mean of 15% more yield with a 110 mm mesh-size.

siguientes cálculos:  $F=0,6$  es el  $F_{max}$  aproximado para 90 mm de tamaño de malla. Cuando esté totalmente recuperado, el stock dará un promedio del 15% más de rendimiento con una malla de 110 mm.

Fishing mortality for completely recruited groups .

Mesh-size (mm)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
90	1.00	1	1.00	0.99	0.98	0.97
100	1.04	1.05	1.06	1.06	1.06	1.06
110	1.06	1.08	1.10	1.10	1.11	1.11
120	1.06	1.10	1.12	1.13	1.14	1.15

The panel concluded that a mesh-size superior of 90 mm is advisable in order to exploit the Peruvian hake in an optimum manner. The election of a better (and greater mesh-size) must include an analysis of the by-catch in the hake fisheries. The minimum size in catch must be adjusted in accordance to that.

El panel concluyó que, para explotar la merluza peruana de una forma óptima, sería aconsejable un tamaño de malla superior al actual de 90 mm. La elección de un mejor (y mayor) tamaño de malla debe incluir un análisis de la captura acompañante de la pesquería de la merluza. La talla mínima de captura debe ser ajustada de acuerdo con ello.

**CONSIDERATIONS TO DETERMINE THE LEGAL MINIMUM SIZE AT A SHORT TERM**

**CONSIDERACIONES PARA DETERMINAR LA TALLA MÍNIMA LEGAL A CORTO TÉRMINO**

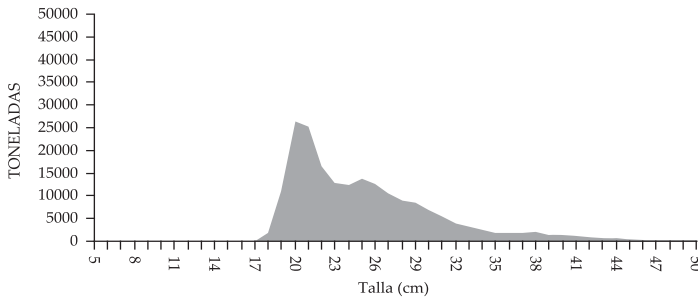


Fig. 21.- Biomass per length. January 2004 cruise.

Fig. 21.- Biomasa por talla del crucero. Crucero enero 2004.

In 2004, the stock was dominated by small fishes, as seen in the recent cruise of IMARPE (January of 2004). Figure 21 shows the distribution of the biomass per length.

En 2004 el stock está dominado por peces pequeños, como demostró el reciente crucero de IMARPE (enero 2004). La Figura 21 muestra la distribución de biomasa por talla.

As we see, the biomass larger than 30 cm is very low and can only sustain a small fishery.

Se puede ver que la biomasa por encima de los 30 cm es mínima y solamente puede sostener una pesquería pequeña.



## RECOVERY PLAN

### OBJECTIVES, STOCK STRUCTURE

The panel has considered two objectives for the recovery plan:

- 1.- To have enough SSB in the sea
- 2.- To have a SSB with an age structure with a good representation of older ages.

Concerning the first objective the panel concluded that the minimum SSB must be between 100 000-200 000 t. The panel proposes that IMARPE must re-investigate this point in 2004. The plotted projections show that biomass in 2005 will be in this range.

In order to soften the variations in recruitment and not affect too much the total biomass, we will need a good representation of ages older than the age of first maturity (age 2-3). The panel considers it necessary, in order to have a healthy stock, to have a great quantity of individuals older than 3 years (>30 cm).

### TEMPORAL HORIZON

The recovery plan must be applied from 2004 onwards expecting in such situation a SSB of more than 200 000 t in 2006.

If the exploitation pattern is adequate in 2004 and 2005, we can expect that the age structure will have recovered by the year 2006, too.

## PLAN DE RECUPERACIÓN

### OBJETIVO, ESTRUCTURA DEL STOCK

El panel ha considerado dos objetivos para el plan de recuperación:

- 1.- Tener una biomasa reproductora suficiente en el mar
- 2.- Que esta biomasa reproductora posea una estructura por edades con una buena representación de las edades mayores

Sobre el primer objetivo el panel ha concluido que el mínimo de biomasa reproductora debe estar entre 100.000-200.000 toneladas. El panel propone que IMARPE en el año 2004 haga una reinvestigación sobre este tema. Las proyecciones realizadas muestran que la biomasa en 2005 estará dentro de este rango.

Para que las variaciones de los reclutamientos se vean amortiguadas y no afecten mucho a la biomasa total se necesitaría una buena representación de las edades superiores a la edad de primera maduración (edades 2-3). El panel considera que para tener un stock sano necesitamos bastante cantidad de peces con edades mayores de 3 años (>30 cm).

### HORIZONTE TEMPORAL

El plan de recuperación debe aplicarse a partir de 2004, en esta situación se espera que la biomasa reproductora esté por encima de las 200.000 t en 2006. Si el patrón de explotación es adecuado en 2004 y 2005 se espera que la estructura por edades esté también recuperada en el año 2006.

## REVISION OF THE AVAILABLE INFORMATION FROM CRUISES

### ANALYSIS OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF THE BIOMASS INDEX USING CATCH/AREA, FROM CRUISES.

*Descriptive parameters of the distribution*

Statistics t/mn <sup>2</sup> (from cruises)		
N	Valid	1227
Lost		5
Mean		26.02
Median		3.07
Typ.Devs.		83.35
Variance		6947.35
Minimum		.0000
Maximum		1302.12
Percentages	25	0.1151
	50	3.065
	75	17.693
	90	54.255
	95	119.548
	99	373.64

See Figure 22.

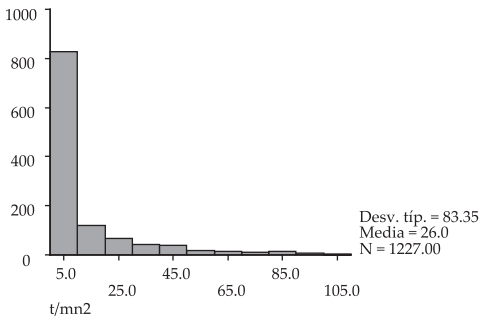


Fig. 22.- Frequency distribution.

Fig. 22.- Histograma de frecuencias.

The distribution presents a great dispersion and a great relative concentration in small values. In fact, the presence - absence of the resource has a percentage of 80 and 20% respectively (Fig. 23).

## REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE DE LOS CRUCEROS

### ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ÍNDICE DE BIOMASA USANDO CAPTURA/ÁREA DE LOS CRUCEROS.

*Parámetros descriptivos de la distribución*

Estadísticos t/mn <sup>2</sup>		
N	Válidos	1227
Perdidos		5
Media		26,02
Mediana		3,07
Desv. típ.		83,35
Varianza		6947,35
Mínimo		.0000
Máximo		1302,12
Percentiles	25	0,1151
	50	3,065
	75	17,693
	90	54,255
	95	119,548
	99	373,64

Ver Figura 22.

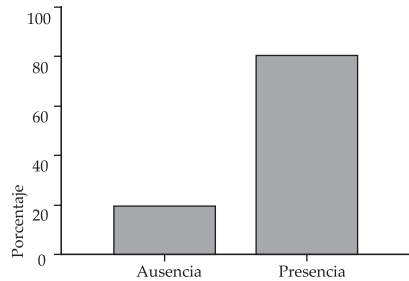


Fig. 23.- Presence - absence of the resource.

Fig. 23.- Presencia - ausencia del recurso.

La distribución presenta gran dispersión y fuerte concentración relativa en pequeños valores. De hecho, la presencia - ausencia del recurso tiene los porcentajes del 80 y 20% respectivamente (Fig. 23).

This suggests the proposition of a mixture of distributions of the type “modified in zero”, also called “inflated in zero” as an adequate probabilistic model.

Specifically we propose a mixture of binomial-gamma distributions. The estimated parameters of this mixture of distributions are:

- For the binomial distribution the probability  $\beta = 0.7961$
- For the gamma distribution
  - The shape parameter = 0.4371
  - The scale parameter = 0.0294

The fitting of the empiric distribution function gives a determination coefficient  $R^2 = 0.998$  and is presented in Fig. 24.

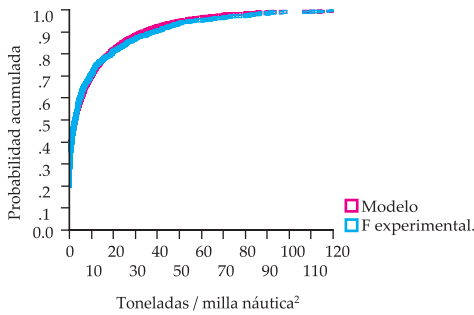


Fig. 24.- Biomass index (t/nm<sup>2</sup>)

Fig. 24.- Índice de biomasa (t/mn<sup>2</sup>)

Esto lleva a plantear una mezcla de distribuciones del tipo “modificadas en cero”, también llamadas “infladas en cero” como modelo probabilístico adecuado.

En concreto, se propone una mezcla de distribuciones binomial-gamma. Los parámetros estimados de esta mezcla de distribuciones son:

- Para la distribución binomial, la probabilidad  $\beta = 0,7961$
- Para la distribución gamma
  - Parámetro de forma = 0,4371
  - Parámetro de escala = 0,0294

El ajuste a la función de distribución empírica presenta un coeficiente de determinación  $R^2 = 0,998$  (Fig. 24).

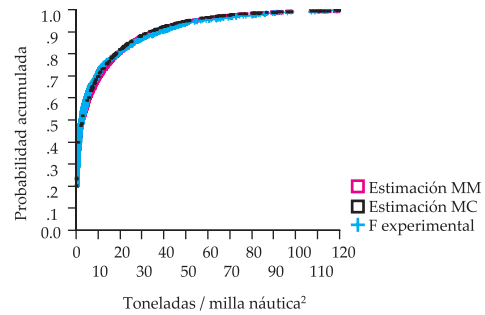


Fig. 25.- Biomass index (t/nm<sup>2</sup>)

Fig. 25.- Índice de biomasa (t/mn<sup>2</sup>)

The Figure 25 presents the empiric distribution function and its estimation by different methods (Moment method, MM; and least squares, MC) with very similar results.

### BATHYMETRIC AND LATITUDINAL TENDENCIES

Both tendencies are presented in Figs. 26 and 27. Mean biomass in relation to depth shows a similar tendency as in other regions (Mediterranean). Relating to latitude a rising gradient northward is

La Fig. 25 representa la función de distribución empírica, y su estimación por diferentes métodos (Método de los momentos (MM), y Mínimos cuadrados (MC) con resultados muy similares.

### TENDENCIAS BATIMÉTRICAS Y LATITUDINALES

Ambas tendencias están representadas en las Figs. 26 y 27. El promedio de biomasa en relación a la profundidad presenta una tendencia similar a la que aparece en otras zonas (Mediterráneo). En latitud, aparece

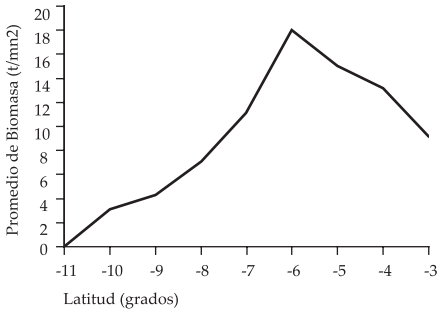


Fig. 26.- Mean biomass in relation to depth.

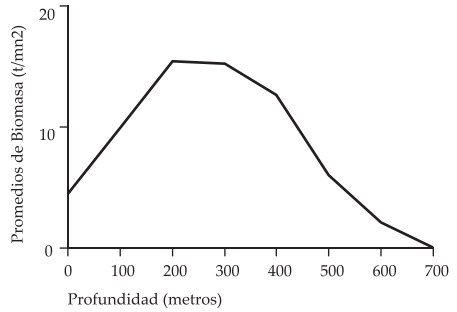


Fig. 27.- Mean biomass in relation to latitude.

Fig. 26.- Promedios de biomasa por profundidad.

Fig. 27.- Promedios de biomasa por latitud.

observed, which shows a maximum value at about 6°S and declines towards Ecuador. Both tendencies have been modeled by means of inverse second degree polynoms. Both models are presented in Figs. 28 and 29.

un gradiente creciente en dirección norte que presenta un máximo alrededor de los 6°S y disminuye hacia el Ecuador. Ambas tendencias se han modelado mediante polinomios inversos de segundo grado (Figuras 28 y 29).

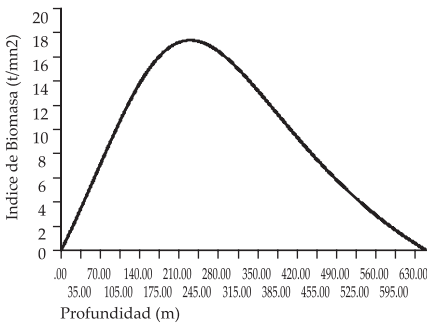


Fig. 28.- Biomass / depth index.

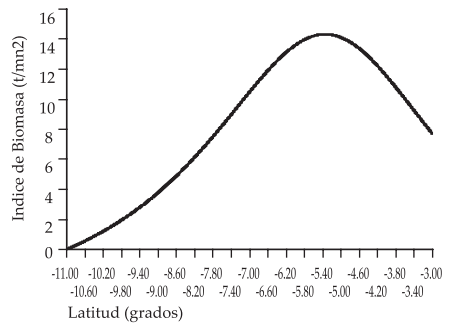


Fig. 29.- Biomass / latitude index.

Fig. 28.- Índice de biomasa por profundidad.

Fig. 29.- Índice de biomasa por latitud.

The fact that the distribution of the biomass is conditioned by the presence of the resource and is part of the gamma family, suggests that the effects on the mean value must act in a multiplicative way. That is why we have established a geographic model as a product of both and whose mean values in relation to depth and latitude are shown in figures 30 and 31.

El hecho de que la distribución de la biomasa condicionada por la presencia del recurso sea de la familia gamma, sugiere que los efectos sobre la media deben actuar de forma multiplicativa. Por ello se ha establecido un modelo geográfico como producto de ambos y cuyos promedios con relación a profundidad y latitud aparecen en las figuras 30 y 31.

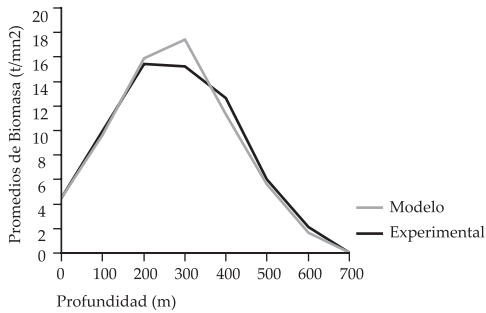


Fig. 30.- Mean biomass / depth.

Fig. 30.- Promedios de biomasa por profundidad.

The significance levels of this model have been checked considering the Generalized Linear Model (GLM) and taking as a variable the biomass index, as a predictor the established geographic model and as connecting function the identity. The corresponding deviation analysis results in an increase of the before mentioned deviation of 38.53 with 5 degrees of freedom and is highly significant ( $p < 0.0001$ ).

In order to check the hypothesis of the relation between the distribution area of the resource and the abundance levels, a logistic regression between the presence-absence of the resource (binomial sector of the probabilistic model) and the proposed geographic model has been carried out. The corresponding analysis of the deviation shows an increase to 50.17 with one degree of freedom and is highly significant with a positive regression coefficient of 0.149. This confirms the hypothesis that the distribution area of the resource tends to expand or retract joining these variations with its own abundance levels.

The cartography of the bathymetric-geographic model is shown in figure 32:

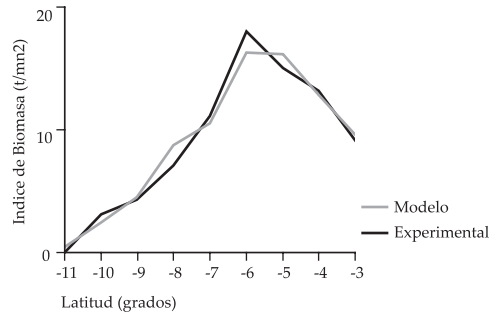


Fig. 31.- Mean biomass / latitude.

Fig. 31.- Promedios de biomasa por latitud.

La significación de este modelo se ha contrastado considerando el Modelo Lineal Generalizado (GLM) tomando como variable el Índice de Biomasa, como predictor el modelo geográfico establecido y como función de enlace la identidad. El correspondiente análisis de la deviancia proporciona un incremento de dicha deviancia de 38,53 con 5 grados de libertad y altamente significativo ( $p < 0,0001$ ).

Con el objeto de contrastar la hipótesis de la relación entre la extensión del área de distribución del recurso y los niveles de abundancia, se ha llevado a cabo una regresión logística entre la presencia - ausencia del mismo (sector binomial del modelo probabilístico) y el modelo geográfico propuesto. El correspondiente análisis de la deviancia proporciona un incremento de la misma de 50,17 con un grado de libertad y es altamente significativo con un coeficiente de regresión positivo de 0,149. Esto corrobora la hipótesis de que el área de distribución del recurso tiende a expandirse o retraerse acompañando sus variaciones en los propios niveles de abundancia.

La cartografía del modelo batimétrico y geográfico aparece en la figura 32:

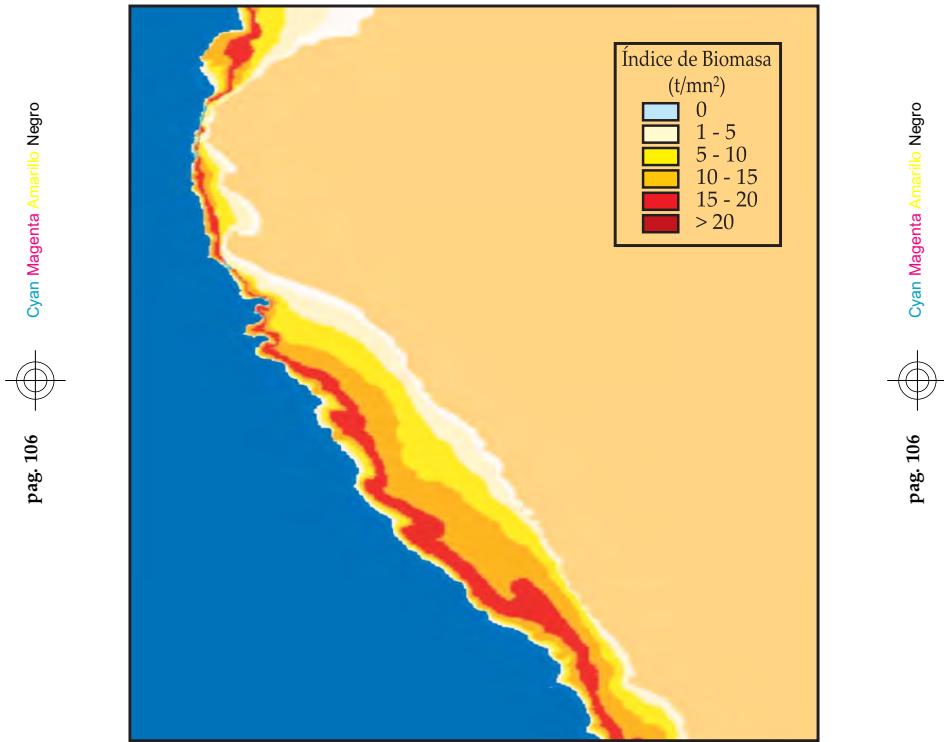


Fig. 32.- *Merluccius gayi peruanus*. Batimetric model. Mean of biomass index.

Fig. 32.- *Merluccius gayi peruanus*. Modelo batimétrico. Promedio del Índice de Biomasa.

**Results of the cruises analysis**

The biomass indices present a distribution which adjusts to a mixed model of a binomial-gamma distribution.

That index presents spatial tendencies in depth and latitude. Biomass increases with depth presenting its maximum value at about 230 m reducing towards 650 m. By latitude, biomass appears from 11° of latitude south (LS) increasing towards the north and presenting its maximum mean values at about 5° 20' LS, decreasing from there on towards Ecuador.

The analyzed data do not allow sustaining the hypothesis of possible biomass concentrations neither at greater depth, nor at the south of 11°S.

**Resultados del análisis de los cruceros**

Los índices de biomasa presentan una distribución que se ajusta a un modelo mixto de distribución Binomial – Gamma.

Dicho índice presenta tendencias espaciales en profundidad y latitud. Crece la biomasa con la batimetría hasta presentar sus máximas biomasa alrededor de 230 m, amortiguándose hasta los 650. En latitud aparece a partir de los 11°S creciendo hacia el norte y presentando sus máximos promedios hacia los 5°20'S, decreciendo a partir de ahí hacia el Ecuador.

Los datos analizados no permiten sustentar la hipótesis de posibles concentraciones de biomasa a grandes profundidades ni más al sur de los 11°S.

There exists a significant relation between the distribution area of the resource and the presented biomass levels.

**MORTALITY AND BIOMASS ESTIMATES BASED ON CRUISE DATA**

Available swept area cruise data have been analyzed. To obtain ages, the established growth curves from IMARPE have been used. The parameters are:

Years	k	L <sub>inf</sub>	T <sub>0</sub>
Decade 1980 - 1990	0.1091	105.6	-0.8103
Following years	0.0968	105.2	-1.03779

Such growth models appear in Fig. 33:

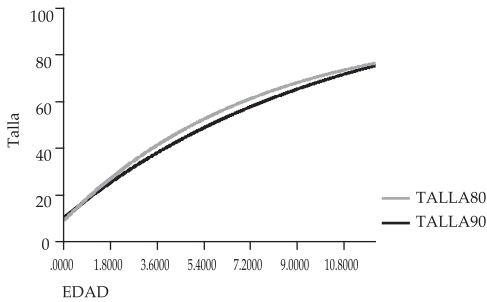


Fig. 33.- Length per age.

Fig. 33.- Longitud por edad.

The survival of the successive cohorts is analyzed, considering intervals of age which represent the population in the studied area.

To give an example, the Fig. 34 describes the age distribution for the 1994 and 1995 cohorts.

Limiting the age interval between 2.5 and 5.5 years, the new distribution will be as shown in Fig. 35.

Existe una relación significativa entre el área de distribución del recurso y los niveles de biomasa que presenta.

**ESTIMACIONES DE MORTALIDAD Y BIOMASA EN BASE A CRUCEROS**

Se han analizado los cruceros de evaluación disponibles. Para obtener las edades se han considerado las curvas de crecimiento establecidas en el IMARPE. Sus parámetros son:

Años	k	L <sub>inf</sub>	T <sub>0</sub>
Década 1980 - 1990	0,1091	105,6	-0,8103
Años siguientes	0,0968	105,2	-1,03779

Dichos modelos de crecimiento aparecen en la figura 33:

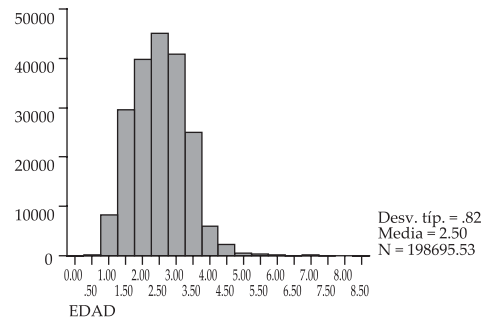


Fig. 34.- Distribution per age for cohorts 1994 and 1995.

Fig. 34.- Distribución por edades para las cohortes 1994 y 1995.

Se ha analizado la supervivencia de las sucesivas cohortes considerando intervalos de edades representativos de la población en el área de estudio:

Como ejemplo, en la Fig. 34 se describe la distribución de edades para las cohortes de 1994 y 1995.

Restringiendo las edades al intervalo entre 2,5 y 5,5 años, la nueva distribución será como se grafica en la Fig. 35.

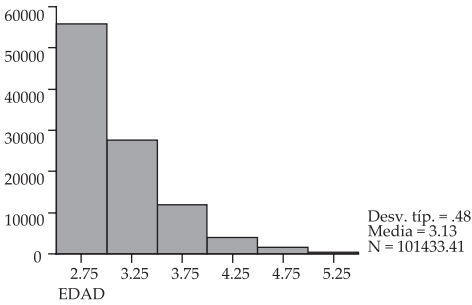


Fig. 35.- Age distribution (2.5 a 5.5).

Fig. 35.- Distribución por edades (2,5 a 5,5).

It contains 51% of the available information for those cohorts. The survival of the cohorts is estimated by the conditioned survival over that interval. If  $S(t)$  describes the relation between the general and the conditioned survival, then:

$$S\left(t / t_1 \leq T \leq t_2\right) = \frac{S(t) / S\left(t_1\right) - S\left(t_2\right) / S\left(t_1\right)}{1 - S\left(t_2\right) / S\left(t_1\right)}$$

and allows to estimate the parameters of that survival.

In the given example the total mortality rate estimate is  $Z = 1.56$  and Figure 36 shows the experimental data and the model which represents a determination coefficient of 0.991.

We will call an interval “basic age interval”, which contains at least 50% of the information and presents a conditioned distribution which can be modeled. The considered period 1980-2002 has been divided in 3: The cohorts between 1977 and 1988 show a relatively high and stable mean age, as shown in Figure 37.

For these cohorts the basic interval between 3.5 and 7.5 was taken. They include information of the years between

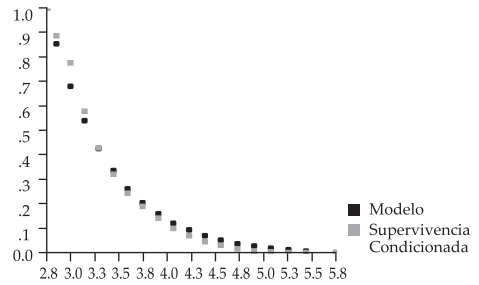


Fig. 36.- Survival by ages.

Fig. 36.- Supervivencia según edades.

Contiene 51% de la información disponible para esas cohortes. La supervivencia de las cohortes se estima por la supervivencia condicionada sobre dicho intervalo. Si  $S(t)$  describe la relación entre la supervivencia general y la condicionada, tendremos:

lo cual permite estimar los parámetros de dicha supervivencia.

En el ejemplo que nos ocupa la estimación de la tasa de mortalidad global es  $Z = 1,56$  y la Figura 36 muestra los datos experimentales y el modelo, que presenta un coeficiente de determinación de 0,991.

Llamaremos “intervalo básico de edades” a este intervalo que, contiene al menos un 50% de la información y presenta una distribución condicionada modelable. El período considerado 1980-2002, se ha dividido en tres: Las cohortes entre 1977 y 1988 tienen una media de edades relativamente alta y estable, tal y como se muestra en la Figura 37.

Para estas cohortes se ha tomado como intervalo básico, el comprendido entre 3,5 y 7,5 años. De manera que dichas cohortes incluyen



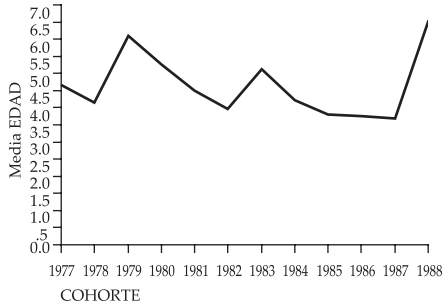


Fig. 37.- Mean age of Peruvian hake, during 1977-1988.

Fig. 37.- Edad media de la merluza entre 1977 y 1988.

1980 and 1995. For these cohorts exists only information concerning the net without cover. From 1996 onwards the cohorts include additional information from the net cover and they have been analyzed separately.

The 1994 and 1995 cohorts present a basic interval of ages between 2.5 and 5.5, containing information of the years 1996 to 2000.

Finally, the 1999 and 2000 cohorts present an interval of ages between 1.5 and 3 and contain information of the years 1998 to 2002. This last group of cohorts has been segregated being the most recent and the age structure demonstrates a clear recess as shown in Figure 38, presenting mean age values.

The next table contains the estimations of the global mortality, corresponding to the three periods and their correspondent determination coefficient  $R^2$ .

Cohorts	Interval	Estimates of Z and $R^2$
1977 - 1988	(3.5, 7.5)	$Z = 2.57$ ; $R^2 = 0.98$
1994 - 1995	(2.5, 5.5)	$Z = 1.56$ ; $R^2 = 0.99$
1999 - 2000	(1.5, 3.0)	$Z = 3.42$ ; $R^2 = 0.99$

The estimation of an effective age of first capture is made by means of additional

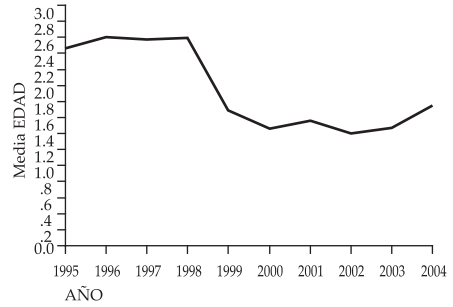


Fig. 38.- Mean age of Peruvian hake, during 1995-2004.

Fig. 38.- Edad media de la merluza entre 1995 y 2004.

información de los años comprendidos entre 1980 y 1995. De estas cohortes solo se dispone de información concerniente al "copo" del arte. Las cohortes de 1996 en adelante incluyen información adicional de "sobrecopo" y se han analizado separadamente.

Las cohortes de 1994 y 1995 presentan un intervalo básico entre 2,5 y 5,5 años, comprendiendo informaciones de los años 1996 a 2000.

Finalmente las cohortes de 1999 y 2000 presentan un intervalo entre 1,5 y 3 años y comprende informaciones de los años 1998 a 2002. Se ha segregado este último conjunto de cohortes por ser el más reciente y porque es aquí donde la estructura de edades manifiesta una clara recesión como lo muestra la Figura 38, con los promedios de edad.

La siguiente tabla contiene las estimaciones de la mortalidad global correspondiente a los tres períodos y su correspondiente coeficiente de determinación  $R^2$ .

Cohortes	Intervalo	Estimación de Z y $R^2$
1977 - 1988	(3,5-7,5)	$Z = 2,57$ ; $R^2 = 0,98$
1994 - 1995	(2,5-5,5)	$Z = 1,56$ ; $R^2 = 0,99$
1999 - 2000	(1,5-3,0)	$Z = 3,42$ ; $R^2 = 0,99$

La estimación de una edad efectiva de primera captura se realiza mediante la infor-

information of age structure in commercial landings using the expression:

$$t_c = \left[ t_p - \frac{1}{Z} \text{Ln} \left[ 1 + \frac{C(0, t_p)}{C(t_p, \infty)} \right] \right]$$

being  $t_p$ , the correspondent age at the origin of the basic interval and  $C(0, t_p)$ ,  $C(t_p, \infty)$ , the accumulated landings in the cohort(s) until and from that age. The estimates are 3.26, 2.39 and 1.46 years, respectively (Fig. 39).

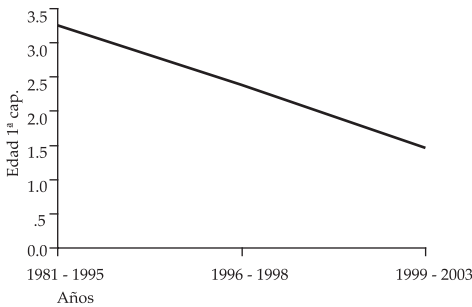


Fig. 39.- Effective age of first capture.

Fig. 39.- Edad efectiva de primera captura.

These estimates allow us to complete the estimation of survival, which appears in Fig. 40 together with natural mortality, considered to be 0.38 year<sup>-1</sup>.

Taking into account the formerly described estimation of survival, we can estimate all mean values of whichever reference parameter, X, using the following equation:

$$E(X) = - \int_0^{\infty} XZSdt$$

According to this, the mean values of the total and fishing mortality rates are shown in Figure 41 evidencing certain

mación adicional de la estructura de edades en la captura comercial, mediante la expresión:

siendo  $t_p$ , la edad correspondiente al origen del intervalo básico y  $C(0, t_p)$ ,  $C(t_p, \infty)$ , las capturas acumuladas en la (s) cohorte(s) hasta y a partir de dicha edad. Las estimaciones son, respectivamente, 3,26; 2,39 y 1,46 años (Fig. 39).

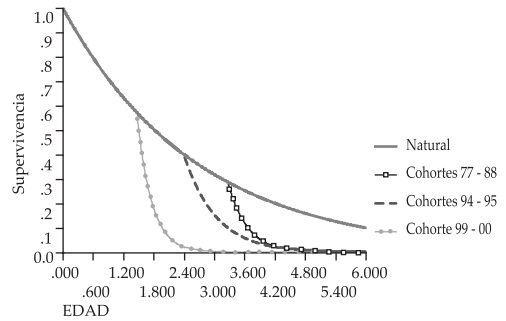


Fig. 40.- Survival of different cohorts.

Fig. 40.- Supervivencia de las diferentes cohortes.

Estas estimaciones permiten completar la estimación de la supervivencia que aparece en la Figura 40 junto a la mortalidad natural, cuya tasa se ha considerado 0,38 año<sup>-1</sup>.

A partir de la estimación de la supervivencia descrita anteriormente se estiman todos los promedios de cualquier parámetro de referencia, X. Siempre mediante la expresión:

Así, los promedios de las tasas total y por pesca aparecen en la Figura 41 donde se aprecia una relativa estabilidad en las dos

stability in the first two periods and a great increment in mortality during the last period of the series.

The integral of the survival equation allows us to calculate the life expectancy of the population (Figure 42), representing a clear decreasing tendency, very accentuated in the last period.

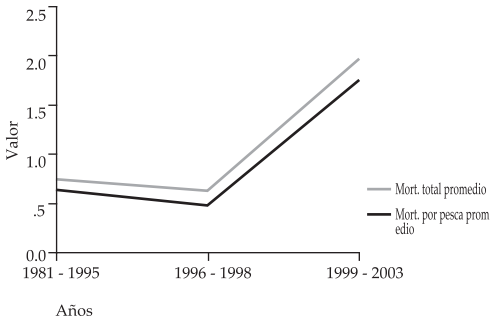


Fig. 41.- Total and fishing mortality.

Fig. 41.- Mortalidad total y por pesca.

Although apparently the fishing mortality rate does not show a rising tendency in the second period, its mean value combined with the tendency of the effective age of first capture, produces an exploitation rate with a clear rising tendency (Fig. 43).

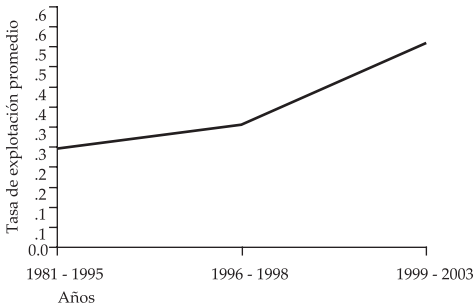


Fig. 43.- Average exploitation rate.

Fig. 43.- Tasa de explotación promedio.

primeras fases y el alto incremento de la mortalidad en el último período de la serie.

La integral de la supervivencia proporciona la esperanza de vida estimada de la población que aparece en la Figura 42, la cual presenta una clara tendencia decreciente muy acentuada en el último período.

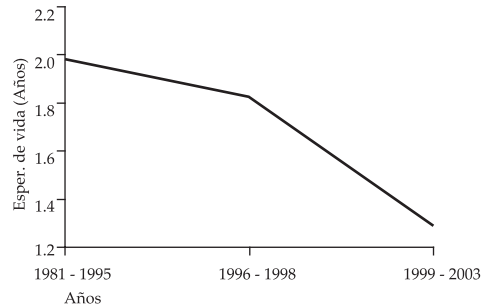


Fig. 42.- Life expectancy in different periods.

Fig. 42.- Esperanza de vida en diferentes períodos.

Aunque aparentemente la tasa de mortalidad por pesca no muestra una tendencia creciente, su promedio, al combinarse con la tendencia de la edad efectiva de primera captura, hace que la tasa de explotación presente una tendencia claramente creciente (Fig. 43).



Fig. 44.- Proportion of mature individuals.

Fig. 44.- Proporción de individuos maduros.

Combining the maturity distribution pattern of the three periods with their respective survivals, we obtain the proportion of mature individuals in the corresponding cohorts (Fig. 44), which shows certain stability. The regression provoked by the lost of survival and a younger age of first capture, is compensated by an earlier maturity.



Fig. 45.- Spawning biomass per recruit.

Fig. 45.- Biomasa desovante por recluta.

Similarly, the survival curves and maturity fraction give us an estimation of the spawning biomass per recruit which shows clearly a decreasing tendency during the period (Fig. 45).

The survival curves and the commercial landings allow us the estimation by means of regression of the recruitments, which show a huge variability. We must emphasize the low level of recruitment in the last period, which is about 400 million individuals and which combined with the spawning biomass per recruit gives us the estimated spawning biomass. For the last period we find about 50 000 t (Fig. 46).

The yield per recruit shows a clearly decreasing tendency (Fig. 47).

Combinando las ojivas de madurez con las respectivas supervivencias, nos dan las proporciones de individuos maduros de las correspondientes cohortes (Fig. 44) que manifiestan una cierta estabilidad. La regresión provocada por la pérdida de supervivencia y una menor edad de primera captura, se compensa con una maduración más temprana.

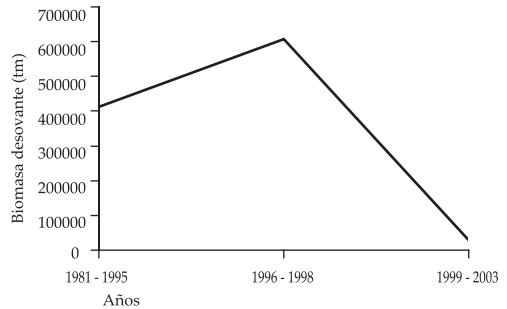


Fig. 46.- Spawning biomass

Fig. 46.- Biomasa desovante.

Análogamente, las curvas de supervivencia y las ojivas de madurez, dan un estimado de la biomasa desovante por recluta que manifiesta una tendencia claramente decreciente en el período (Fig. 45).

Las curvas de supervivencia y las capturas comerciales, permiten la estimación por regresión de los reclutamientos que muestran una enorme variabilidad. Es de destacar el bajo nivel relativo del reclutamiento en el último período que se sitúa sobre los 400 millones de individuos, el cual combinado con la biomasa desovante por recluta proporciona la biomasa desovante estimada, que en el último período se sitúa alrededor de las 50.000 t (Fig. 46).

El rendimiento por recluta muestra una tendencia claramente decreciente (Fig. 47).

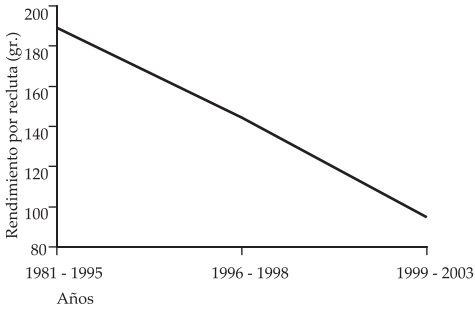


Fig. 47.- Yield per recruit.

Fig. 47.- Rendimiento por recluta.

The yield per recruit together with the recruitment estimations gives us some estimations of the yields starting from the estimated age of first capture and which can be compared to the real ones (Fig. 48).

## CONCLUSIONS

- 1.- The conditioned survival of ages for a basic representative interval admits the modeling, using an exponential distribution. This allows the modeling of the general survival by means of the estimation of an effective age of first capture.
- 2.- The estimated survival shows a growing regression during the period, as well as a decreasing tendency in the age of first capture.
- 3.- The life expectancy of the population shows a decreasing tendency, especially accentuated in its last period.
- 4.- The mean fishing mortality rate appears to be stable until half of the period, and then increases dramatically in its last part.
- 5.- The mean rate of exploitation has increased during the considered period, especially during the last part of it.

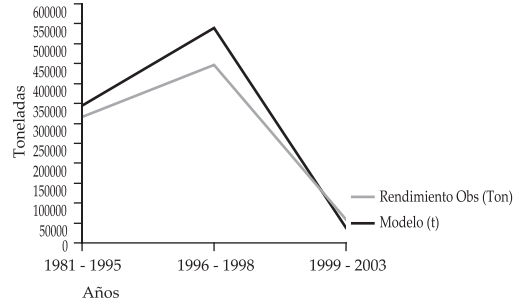


Fig. 48.- Observed and estimated yields between 1980-1990.

Fig. 48.- Capturas observadas y esperadas entre 1980 -1990.

El rendimiento por recluta, junto a las estimaciones del reclutamiento proporciona algunos estimados del rendimiento a partir de la edad estimada de la primera captura que pueden compararse con las reales (Fig. 48).

## CONCLUSIONES

- 1.- La supervivencia condicionada de las edades sobre un intervalo básico representativo, admite un modelado utilizando una distribución exponencial. Esto permite modelar la supervivencia general mediante la estimación de una edad efectiva de primera captura.
- 2.- La supervivencia estimada muestra una regresión creciente durante el período, así como una tendencia decreciente en la edad de primera captura.
- 3.- La esperanza de vida de la población manifiesta una tendencia decreciente, especialmente acentuada en su último periodo.
- 4.- La tasa media de mortalidad por pesca aparece estable hasta la mitad del periodo, para incrementarse notablemente en el tramo final.
- 5.- La tasa promedio de explotación se ha incrementado a lo largo del período considerado, especialmente en su última parte.

- 6.- First maturity is occurring at an earlier age, thus remaining stable the proportion of mature individuals and compensating the regression of the survival and life expectancy rate.
- 7.- Spawning biomass per recruit is less than 100 g in the last part of the period and spawning biomass less than 50 000 t. Yield per recruit shows a decreasing tendency over the period.
- 8.- Comparison between the observed yield and that obtained by the survival models allows the verification of their accuracy.
- 6.- La edad de primera madurez se ha adelantado, lo que provoca que la proporción de individuos maduros haya permanecido estable, compensando la regresión de la supervivencia y de la esperanza de vida.
- 7.- La biomasa desovante por recluta se ha situado por debajo de los 100 g en el último tramo del período y la biomasa desovante por debajo de las 50.000 t. El rendimiento por recluta muestra una tendencia decreciente a lo largo del período.
- 8.- La comparación entre los rendimientos observados y los obtenidos por los modelos de supervivencia, permite verificar la precisión de los mismos.

Cohorts	1977 - 1988	1994 - 1995	1999 - 2000
Age of first capture (years)	3.26	2.39	1.46
Survival at age of first capture	0.289	0.403	0.554
Total mortality rate	2.54	1.57	3.42
Mean total mortality rate	0.746	0.633	1.963
Fishing mortality rate	2.196	1.190	3.039
Mean fishing mortality rate	0.633	0.479	1.745
Mean exploitation rate	0.247	0.305	0.510
Life expectancy (years)	1.981	1.827	1.288
Proportion of mature individuals	0.52	0.62	0.52
Spawning biomass per recruit (g)	297.27	204.25	73.58
Recruitment at age 1 (millions of individuals)	1820.806	3736.665	407.810
Spawning stock biomass (thousands of t)	413729	608269	30006
Yield per recruit (g)	188.88	144.55	94.64
Estimated yield from age 1 (t)	343913	540134	38595
Observed yield	316815	446768	59060

Cohortes	1977 - 1988	1994 - 1995	1999 - 2000
Edad de 1ª Captura (años)	3,26	2,39	1,46
Supervivencia a la edad de 1ª Captura	0,289	0,403	0,554
Tasa de mortalidad total	2,54	1,57	3,42
Tasa de mortalidad total promedio	0,746	0,633	1,963
Tasa de mortalidad por pesca	2,196	1,190	3,039
Tasa de mortalidad por pesca promedio	0,633	0,479	1,745
Tasa de explotación promedio	0,247	0,305	0,510
Esperanza de vida (años)	1,981	1,827	1,288
Proporción de individuos maduros	0,52	0,62	0,52
Biomasa desovante por recluta (g)	297,27	204,25	73,58
Reclutamiento a la edad de un año (millones de individuos)	1820,806	3736,665	407,810
Biomasa desovante (miles de toneladas)	413729	608269	30006
Rendimiento por recluta (g)	188,88	144,55	94,64
Rendimiento estimado a partir de la edad de 1ª captura (toneladas)	343913	540134	38595
Rendimiento observado	316815	446768	59060

## ANEXO 1 / ANNEX 1

### Participantes en el panel / Panel Members

#### FERNANDO GONZALEZ COSTAS

Instituto Español de Oceanografía (Centro Costero de Vigo)  
Cabo Estay - Canido  
Apdo. 1552  
36280 Vigo (Pontevedra)  
Tel: +34 (9) 86 49 21 11  
Fax: +34 (9) 86 49 23 51  
e-mail: fernando\_gonzalez@vi.ieo.es

#### HANS LASSEN

ICES  
Palaegade 2-4, DK 1261, Copenhagen, Denmark  
Tel: +45 33 38 67 00 (Operadora),  
+45 33 38 67 22 (Directo)  
Fax: +45 33 92 42 15  
e-mail: hans@ices.dk  
Dinamarca

#### EDUARDO FERRANDIS

Universidad de Alicante  
Dpto. Estadística e Investigación Operativa  
Universidad de Alicante  
03080 - Alicante - España  
Tel: +34 965 90 35 34  
Fax: +34 965 90 36 67  
e-mail: eduardo\_ferrandis@ua.es  
España

#### JORDI LLEONART

FAO-FIRM  
Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italy  
Tel: ++ 39 06570 56354  
Fax: ++ 39 06570 53020  
e-mail: jordi\_lleonart@fao.org  
Italia

Experts of IMARPE, led by the Scientific Director, RENATO GUEVARA-CARRASCO, attended the Panel. Panel members manifest their gratitude for their competent and kind help. The Panel is also grateful with the International Agency of Spain (AECI) for its financial support.

Expertos del IMARPE, bajo la supervisión del Director Científico RENATO GUEVARA-CARRASCO asistieron al Panel. El Panel expresa su agradecimiento por su muy competente y grata ayuda. Igualmente el Panel agradece mucho a la Agencia Española para Cooperación Internacional (AECI), por su importante apoyo financiero.

---

## ANNEX 2

### XSA tables and about yield per recruit

**Table 1.-** Hake annual catch (tons) by year and its distribution by number of individuals by age.

**Table 2.-** Mean weight by age (kg).

**Table 3.-** Percentage of mature individuals by age and year.

**Table 4.-** Abundance index (ind./mile<sup>2</sup>) in cruises.

**Table 5.-** Recruitment, total biomass, SSB and fishing mortality as a result of the assessment.

**Table 6.-** Mean weight, maturity and mortality by age used in calculation of yield per recruit.

**Table 7.-** Abundances, mean weights, maturity and mortality by age used in calculation of yield per recruit.

## ANEXO 2

### Tablas del XSA y del rendimiento por recluta

**Tabla 1.-** Capturas anuales (t) de merluza por año y su distribución en número de individuos por edades.

**Tabla 2.-** Pesos medios por edad (kg).

**Tabla 3.-** Porcentaje de individuos maduros por edad y año.

**Tabla 4.-** Índices de abundancia (ind/mn<sup>2</sup>) de los cruceros.

**Tabla 5.-** Reclutamientos, biomazas totales, SSB y mortalidades por pesca resultado de la evaluación.

**Tabla 6.-** Peso medio, madurez y mortalidad por edad empleadas en los cálculos de rendimiento por recluta.

**Tabla 7.-** Abundancia, peso medio, madurez y mortalidad por edad, empleadas en los cálculos de rendimiento por recluta.

Table 1.- Annual captures (ton) of Peruvian hake and its distribution in number of individuals per ages. 1971 - 2003.

Tabla 1.- Capturas anuales (t) de merluza y su distribución en número de individuos por edades. 1971 - 2003.

Año	Capturas (ton)	Edades (miles de individuos)										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8+		
1971	26197	0.000	0.000	0.000	2144.682	19909.681	10072.973	3716.531	977.953	791.785		
1972	12581	0.000	0.000	3.435	191.229	9348.131	5218.285	1881.848	683.010	421.288		
1973	132856	0.000	0.000	17705.755	82639.236	140822.575	30812.776	9687.482	1998.926	1870.482		
1974	109318	0.000	0.000	4004.369	75131.376	109663.740	27078.690	9054.676	3271.617	738.776		
1975	84898	0.000	0.000	2534.978	62828.947	107072.758	8748.610	1741.701	1170.663	1620.559		
1976	92803	0.000	0.000	171.292	22000.976	118770.267	24700.732	2866.089	540.769	1282.609		
1977	103495	0.000	0.000	9672.876	151493.595	111964.840	9802.037	2041.920	747.136	760.466		
1978	303495	0.000	0.000	4238.732	378763.322	340740.324	9841.697	2384.480	944.272	761.850		
1979	92954	0.000	0.000	1402.377	82694.276	103650.443	8877.570	935.075	459.322	445.713		
1980	159376	0.000	0.000	191.688	213117.588	113690.801	9658.123	2366.201	1006.556	507.436		
1981	69293	0.000	522.015	16945.341	57224.102	69357.063	9737.021	2743.478	1247.033	349.106		
1982	26498	0.000	0.000	0.000	24744.617	26953.712	2504.251	500.752	197.657	121.118		
1983	5835	0.000	0.074	71.290	3719.743	7098.557	1202.979	33.154	15.687	2.673		
1984	12108	0.000	45.272	3647.809	11780.759	7705.939	1754.875	474.671	212.368	107.350		
1985	26180	0.000	0.326	2211.033	22360.159	13495.139	5823.449	1522.957	592.216	295.292		
1986	38952	0.000	0.000	229.066	40875.003	25093.334	4383.341	2315.599	1762.766	662.722		
1987	32026	0.000	3.557	178.526	40381.390	22945.911	1611.085	814.483	775.009	656.744		
1988	78869	0.000	5.758	436.682	100072.517	60532.206	4950.859	2696.764	972.568	544.946		
1989	88004	0.000	0.000	259.832	59502.054	105575.862	17465.228	1920.369	1300.885	1107.199		
1990	127291	27.789	162.946	2840.238	38925.341	183924.455	31535.526	2028.878	1164.608	1038.462		
1991	72971	448.686	2827.876	13491.038	36878.071	92583.839	15963.663	1425.479	439.451	890.776		
1992	32127	1.767	9497.505	86428.045	30339.199	9335.628	2845.393	805.879	135.577	108.695		
1993	66341	0.000	11516.246	146423.206	77943.510	7083.325	1584.437	690.061	240.579	32.165		
1994	164256	0.000	12314.556	301791.649	216914.548	24293.174	2704.883	1963.712	490.684	1190.882		
1995	173350	1277.193	873529.877	184244.725	169247.314	48250.185	5706.356	1444.413	1461.741	1369.039		
1996	234913	0.000	34.286	260757.297	432134.928	66311.832	10668.191	7341.160	2031.341	233.584		
1997	143352	0.003	239.967	40128.464	349762.750	51085.643	5957.021	2911.840	1670.573	948.208		
1998	82022	0.000	4519.915	69282.731	265365.255	16824.717	2208.625	1072.516	489.365	451.251		
1999	31192	205.460	21320.320	89911.564	22365.295	14941.051	2979.545	956.623	340.476	222.850		
2000	88096	2414.081	70895.998	367694.602	75770.166	11050.467	4744.703	1764.689	292.017	42.749		
2001	131381	203.318	31529.995	771888.979	79647.517	9462.990	2505.412	602.845	138.866	50.244		
2002	44469	7614.989	138641.154	193413.349	13771.906	1387.211	221.774	4.736	31.787	0.000		
2003	6339	7.678	3029.342	16553.796	5442.716	1493.375	699.305	85.428	10.042	0.000		



Table.2.- Mean weight (kg) per age in Peruvian hake. 1971 - 2003.

Tabla 2.- Pesos medios (kg) por edad de la merluza peruana. 1971 - 2003.

Año	Edades								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8+
1971	0.053	0.140	0.245	0.370	0.554	0.773	1.030	1.423	2.162
1972	0.053	0.123	0.235	0.390	0.562	0.715	0.954	1.432	2.066
1973	0.053	0.111	0.190	0.288	0.464	0.665	1.017	1.619	2.375
1974	0.053	0.138	0.210	0.307	0.482	0.665	1.005	1.187	1.816
1975	0.065	0.134	0.217	0.323	0.465	0.650	1.123	1.577	2.137
1976	0.037	0.145	0.255	0.355	0.497	0.675	0.954	1.566	2.157
1977	0.039	0.127	0.203	0.303	0.436	0.632	1.005	1.342	1.914
1978	0.091	0.155	0.269	0.360	0.472	0.718	1.114	1.659	2.130
1979	0.053	0.143	0.254	0.371	0.494	0.741	1.130	1.595	2.312
1980	0.053	0.081	0.224	0.377	0.499	0.717	1.135	1.746	2.135
1981	0.032	0.060	0.174	0.378	0.497	0.736	1.210	1.716	2.073
1982	0.053	0.125	0.223	0.409	0.502	0.704	1.212	1.581	2.093
1983	0.053	0.095	0.263	0.424	0.512	0.675	1.416	1.776	2.414
1984	0.053	0.086	0.202	0.394	0.518	0.817	1.403	1.776	2.414
1985	0.042	0.106	0.270	0.413	0.547	0.820	1.396	1.886	2.510
1986	0.042	0.077	0.205	0.378	0.509	0.806	1.200	1.743	2.454
1987	0.042	0.068	0.170	0.383	0.484	0.715	1.096	1.553	2.054
1988	0.042	0.073	0.170	0.391	0.478	0.685	1.037	1.724	2.283
1989	0.042	0.069	0.188	0.377	0.470	0.607	1.000	1.349	2.090
1990	0.020	0.061	0.170	0.388	0.483	0.583	0.909	1.386	1.990
1991	0.034	0.059	0.136	0.350	0.482	0.585	0.844	1.261	1.671
1992	0.042	0.083	0.171	0.254	0.468	0.610	0.779	1.261	1.671
1993	0.043	0.111	0.221	0.300	0.505	0.742	1.008	1.261	1.671
1994	0.090	0.178	0.203	0.282	0.416	0.637	0.798	1.064	1.337
1995	0.022	0.061	0.157	0.350	0.453	0.655	0.844	1.094	1.576
1996	0.140	0.099	0.221	0.298	0.457	0.725	0.977	1.268	1.964
1997	0.051	0.090	0.205	0.296	0.418	0.668	0.938	1.287	1.710
1998	0.033	0.071	0.139	0.238	0.339	0.545	0.708	0.987	1.437
1999	0.036	0.084	0.135	0.324	0.437	0.605	0.878	1.251	1.832
2000	0.057	0.086	0.143	0.261	0.453	0.572	0.701	1.223	1.213
2001	0.029	0.087	0.127	0.286	0.521	0.747	0.943	1.358	1.676
2002	0.051	0.089	0.139	0.274	0.563	0.964	1.274	1.365	1.619
2003	0.014	0.059	0.163	0.345	0.580	0.880	1.238	1.609	1.596

Table.3.- Percentage of mature individuals per age and year.

Tabla 3.- Porcentaje de individuos maduros por edad y año.

Año	Edades								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8+
1971	0.0	0.3	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1972	0.0	0.3	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1973	0.0	0.3	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1974	0.1	0.4	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1975	0.1	0.4	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1976	0.1	0.4	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1977	0.0	0.3	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1978	0.0	0.3	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1979	0.0	0.3	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1980	0.0	0.1	0.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1981	0.0	0.1	0.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1982	0.0	0.1	0.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1983	0.0	0.1	0.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1984	0.0	0.1	0.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1985	0.0	0.1	0.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1986	0.0	0.1	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1987	0.0	0.1	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1988	0.0	0.1	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1989	0.0	0.1	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1990	0.0	0.1	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1991	0.0	0.1	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1992	0.0	0.1	0.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1993	0.0	0.1	0.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1994	0.0	0.1	0.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1995	0.0	0.3	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1996	0.0	0.3	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1997	0.0	0.3	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1998	0.0	0.3	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1999	0.0	0.3	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2000	0.0	0.3	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2001	0.0	0.3	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2002	0.0	0.3	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2003	0.0	0.3	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

*Table.4.- Abundance indexes (ind/mn<sup>2</sup>). Cruises 1990 - 2003.**Tabla 4.- Índices de abundancia (ind/mn<sup>2</sup>). Cruceros 1990 - 2003.*

Año	Edades							
	0	1	2	3	4	5	6	7
1990	215	501	403	6299	41021	6519	352	136
1994	234	3875	69647	61510	7686	702	961	880
1995	2488	138877	48097	20553	2875	406	202	176
1996	1	104	34986	11398	1878	543	528	376
1997	193	18378	25351	30263	4371	991	735	773
1998	0	10314	55887	29659	2539	620	301	69
1999	11643	6146	7938	4250	2280	511	152	30
2000	85059	13968	33632	4992	2039	914	214	33
2001	39453	19653	84800	4481	622	206	46	14
2002	12565	11940	26208	3280	516	115	0	7
2003	36814	216095	69119	14284	981	469	155	33

*Table.5.- Recruitments, total biomasses, SSB and fishing mortality. Results of the evaluation.**Tabla 5.- Reclutamientos, biomasa total, SSB y mortalidades por pesca resultado de la evaluación.*

Año	Reclutas Edad 1 (Miles / Thousands)	Biomasa Total (Toneladas)	SSB (Toneladas)	FBAR 2-7
1971	715188	347438	253708	0.4153
1972	800590	436959	345041	0.1598
1973	704008	455100	379594	0.8051
1974	565989	414068	346983	1.2115
1975	1765274	538058	379331	0.6946
1976	1468011	735280	545996	0.9649
1977	710916	636457	532498	0.7719
1978	849763	737817	619462	1.1744
1979	287445	408165	349871	0.6576
1980	198410	311687	279610	0.9982
1981	137219	147896	131042	1.5649
1982	136114	99871	76226	0.7238
1983	212080	98990	71065	0.1145
1984	255637	123723	92218	0.1580
1985	453770	193724	131558	0.3182
1986	849759	234040	143344	0.4943
1987	965562	297187	188699	0.3019
1988	499935	380313	291342	0.5666
1989	221814	366117	320206	0.7963
1990	199463	286569	262724	1.2769
1991	581323	170006	129871	1.1137
1992	1103701	209359	99881	0.3737
1993	1282250	404798	210673	0.2794
1994	1675015	644850	306083	0.4833
1995	2520367	533558	408114	0.5354
1996	845337	568623	487951	1.1704
1997	237677	327830	301006	1.3280
1998	400845	153606	131428	1.2065
1999	898371	148670	92196	0.9943
2000	1508601	258387	159036	1.7771
2001	548314	211389	165639	2.4992
2002	479995	102947	68194	0.6367
2003	3569650	279734	128826	0.2020

Table.6.- Mean weight, maturity and mortality per age used in calculation of yield per recruit.

Tabla 6.- Pesos medios, madurez y mortalidades por edad empleadas en los cálculos de rendimiento por Recluta.

Edad	M	Madurez	Pesos Medios	F (Patrón Explotación)
1	0,38	0,3	0,078	0,046
2	0,38	0,9	0,143	1,165
3	0,38	1	0,302	2,072
4	0,38	1	0,555	1,530
5	0,38	1	0,864	1,423
6	0,38	1	1,152	1,935
7	0,38	1	1,444	2,538
8	0,38	1	1,630	2,538

Table.7.- Abundances, mean weight, maturity and mortality per age used in calculation of yield per recruit. 2003 - 2005

Tabla 7.- Abundancias, pesos medios, madurez y mortalidades por edad empleadas en los cálculos de rendimiento por Recluta. 2003 - 2005.

2003					
Edad	Abundancia	M	Madurez	Pesos Medios	F (Patrón de Explotación)
1	569128	0,38	0,3	0,087	0,001
2	213600	0,38	0,9	0,136	0,098
3	78652	0,38	1	0,274	0,087
4	7149	0,38	1	0,512	0,291
5	2453	0,38	1	0,761	0,423
6	518	0,38	1	0,973	0,222
7	140	0,38	1	1,315	0,090
8	0	0,38	1	1,503	0,090

2004					
Edad	Abundancia	M	Madurez	Pesos Medios	F (Patrón de Explotación)
1	569128	0,38	0,3	0,087	0,046
2	.	0,38	0,9	0,136	1,165
3	.	0,38	1	0,274	2,072
4	.	0,38	1	0,512	1,530
5	.	0,38	1	0,761	1,423
6	.	0,38	1	0,973	1,935
7	.	0,38	1	1,315	2,538
8	.	0,38	1	1,503	2,538

2005					
Edad	Abundancia	M	Madurez	Pesos Medios	F (Patrón de Explotación)
1	569128	0,38	0,3	0,087	0,046
2	.	0,38	0,9	0,136	1,165
3	.	0,38	1	0,274	2,072
4	.	0,38	1	0,512	1,530
5	.	0,38	1	0,761	1,423
6	.	0,38	1	0,973	1,935
7	.	0,38	1	1,315	2,538
8	.	0,38	1	1,503	2,538