



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

EL INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ (IMARPE) tiene cuatro tipos de publicaciones científicas:

BOLETÍN (ISSN 0458-7766), desde 1964.- Es la publicación de rigor científico, que constituye un aporte al mejor conocimiento de los recursos acuáticos, las interacciones entre éstos y su ambiente, y que permite obtener conclusiones preliminares o finales sobre las investigaciones. El BOLETÍN constituye volúmenes y números semestrales, y la referencia a esta publicación es: **Bol Inst Mar Perú**.

INFORME (ISSN 0378 - 7702), desde 1965.- Es la publicación que da a conocer los resultados preliminares o finales de una operación o actividad, programada dentro de un campo específico de la investigación científica y tecnológica y que requiere difusión inmediata. El INFORME ha tenido numeración consecutiva desde 1965 hasta el 2001, con referencia del mes y el año, pero sin reconocer el Volumen. A partir del 2004, consignaremos el Volumen 32, que corresponde al número de años que se viene publicando, y además anotaremos el fascículo o número trimestral respectivo. La referencia a esta publicación es: **Inf Inst Mar Perú**.

INFORME PROGRESIVO, desde 1995 hasta 2001. Una publicación con dos números mensuales, de distribución nacional. Contiene información de investigaciones en marcha, conferencias y otros documentos técnicos sobre temas marítimos. El INFORME PROGRESIVO tiene numeración consecutiva, (N° 1 a N° 159) anotándose mes y año pero no el volumen. Debe ser citado como **Inf Prog Inst Mar Perú**. Su publicación ha sido interrumpida.

ANUARIO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO IMARPE (ISSN 1813-2103) desde 2004.- Es una publicación anual que se considera como un RESUMEN DE LOS INFORMES DE LAS ACTIVIDADES DE LAS DIRECCIONES DE INVESTIGACIÓN Y LABORATORIOS PESQUEROS DEL IMARPE, EJECUTADAS DURANTE UN AÑO CALENDARIO. Estos resultados se editan para su difusión y conocimiento de la comunidad científica y empresarial. La referencia a esta publicación es **Anu cient tecnol IMARPE**, seguida del año. Para el volumen 3 será *Anu cient tecnol IMARPE Vol 3, 2003*.

The PERUVIAN SEA RESEARCH INSTITUTE (IMARPE) has four types of scientific publications:

BOLETÍN (0378 ISSN -7699) (IMARPE BULLETIN).- Since 1964, is the journal of strict scientific format, that constitutes a contribution to the best knowledge of the aquatic resources, the interactions between these and their environment, which allows to obtain preliminary or final conclusions of the researchs. The BOLETÍN constitutes Volumes with semester numbers, and its reference will be: **Bol Inst Mar Perú**.

INFORME (ISSN 0378-7702) (IMARPE REPORT).- Since 1965 is the journal which presents the preliminary or final results of an operation or activity, programmed within a specific field of the scientific and technological research that requires immediate diffusion. During 31 years the INFORME has had consecutive numeration from N° 1 until N° 164, without recognizing the Volume corresponding to each year. Beginning 2004, we have started with Volume 32, which corresponds to the number of years it is being published; and quarterly numbers will be included. The reference will be **Inf Inst Mar Perú**.

INFORME PROGRESIVO (IMARPE PROGRESSIVE REPORT).- Since 1995 to 2001, it has been a report with two monthly numbers, of national distribution. It contains technical information of on going researchs, conferences and other documents of biomarine nature. These "Progressive Reports" have had consecutive numeration (N° 1 to N° 159), mentioning the month and the year, but not the volume. It must be mentioned as **Inf Prog Inst Mar Perú**. Its publication has been interrupted.

ANUARIO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO IMARPE (ISSN 1813-2103) (IMARPE SCIENTIFIC and TECHNOLOGICAL YEARBOOK).- Since 2004, this is a yearly Publication edited as a SUMMARY OF THE REPORTS OF THE ACTIVITIES OF THE RESEARCH DIVISIONS AND COASTAL LABORATORIES OF THE PERUVIAN SEA RESEARCH INSTITUTE (IMARPE), CARRIED OUT EACH YEAR, for their diffusion and knowledge among the whole professional community. The reference to this publication will be **Anu cient tecnol IMARPE**, following the year. For volume 3 it will be *Anu cient tecnol IMARPE Vol 3, 2003*.

CONSEJO DIRECTIVO IMARPE 2004

PRESIDENTE

Contralmirante (r) AP HUGO ARÉVALO ESCARÓ

VICEPRESIDENTE

Señor LEONCIO ÁLVAREZ VÁSQUEZ

MIEMBROS

Biólogo, M. Sc. JULIO GONZALES FERNÁNDEZ
Ingeniero JORGE VÉRTIZ CALDERÓN
Contralmirante AP CARLOS GAMARRA ELÍAS
Ingeniero CÉSAR CHÁVEZ NAVARRO

DIRECTOR EJECUTIVO

Economista GODOFREDO CAÑOTE SANTAMARINA



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

1

Sobrepesca de la merluza peruana: lecciones mal entendidas

Peruvian hake overfishing: misunderstood lessons

RENATO GUEVARA-CARRASCO

27

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*

33

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*

79

CALLAO, PERÚ

Boletín Instituto del Mar del Perú (IMARPE)
ISSN 0378 – 7699, Bol Inst Mar Perú
Vol 21 / Nos. 1 y 2 / Enero - Diciembre 2004

© 2005 **Instituto del Mar del Perú (IMARPE)**
Esquina Gamarra y General Valle s/n
Casilla postal 22, Callao. Perú
Teléfonos 429.7630 y 420.2000
Fax 4299811
C. electrónico: imarpe@imarpe.gob.pe

Editor Científico:
Dr. PEDRO G. AGUILAR FERNÁNDEZ, *Biólogo*

Registro de Depósito Legal N° 2005-8982
Reservados todos los derechos de reproducción total o
parcial, la fotomecánica y los de traducción.
Tiraje: 500 ejemplares
Terminado de imprimir: Diciembre 2005

Distribución: canje, suscripción o compra

KINKO'S IMPRESORES S.A.C.
Av. Venezuela 2344
Teléfonos: 336-6699

La información estadística, los mapas, figuras, términos y designaciones empleadas en la presentación de este documento son referenciales, no tienen valor oficial y son de completa responsabilidad de cada autor.

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^{1*}
 RENATO GUEVARA-CARRASCO^{1*}
 MICHAEL BALLÓN¹

RESUMEN

WOSNITZA-MENDO C, GUEVARA-CARRASCO R, BALLÓN M. 2004. *Causas posibles de la drástica disminución de la longitud media de la merluza peruana en 1992*. Bol. Inst. Mar Perú 21(1-2): 1-26.- La drástica disminución de la longitud media de la merluza en 1992 fue hasta cierto punto inesperada para los biólogos pesqueros peruanos, acostumbrados a manejar esta población como un stock unitario controlando el rendimiento y la longitud mínima en las capturas. Durante toda la década de los años ochenta, el esfuerzo pesquero no fue muy alto y afectó principalmente a los grupos de edades IV+. Menos del 10% de los desembarques fueron de tallas menores a la longitud media de desove (35 cm). Por esto, la gran ocurrencia de tallas pequeñas de merluza a partir de marzo de 1992 en las capturas de todas las flotas dedicadas a esta especie, parecía deberse a las condiciones oceanográficas, ya que un evento El Niño Oscilación Sur (ENOS) se estaba desarrollando. Sin embargo, igual que en anteriores ENOS, se hubiera esperado un cambio de sitio de toda la población hacia el sur y lejos de la costa. Esto significaría que las merluzas jóvenes de tamaño mediano estarían más al sur fuera del alcance de la flota de Paita. Contrario a lo esperado, durante El Niño 1991-93, debido a una intrusión de aguas oceánicas subtropicales, las merluzas grandes migraron hacia el norte. Mientras que El Niño podría haber actuado como un disparador, la causa fundamental de los cambios estructurales en la población fue la desaparición de la sardina como especie de presa principal para las merluzas grandes a partir de 1987, y la falta de pequeños Sciaenidae (bereche) durante El Niño, para las merluzas de tamaño medio. Lo primero podría deberse al alto esfuerzo pesquero sobre la sardina, en conjunto, probablemente, con una presión depredadora alta de una población sana de merluza a partir de mediados de la década de los años 80. Estudios futuros deben incluir las relaciones entre depredador y presa en el ecosistema. Estas relaciones, que se desarrollaron durante largos períodos, probablemente soportan la estabilidad del sistema, y las pesquerías, que actúan como un fuerte depredador, deben ser incluidas en un modelo multiespecífico.

PALABRAS CLAVE: merluza peruana, *Merluccius gayi peruanus*, composición por longitud, El Niño 1991-93, cambios estructurales, presión de pesca.

1. Instituto del Mar del Perú

* Corresponding authors

ABSTRACT

WOSNITZA-MENDO C, GUEVARA-CARRASCO R, BALLÓN M. 2004. Possible causes of the drastic decline in mean length of Peruvian hake in 1992. *Bol. Inst. Mar Peru* 21(1-2): 1-26.- The drastic decline in mean length of hake in 1992 was, to a certain extent, unexpected by Peruvian fisheries biologists, accustomed to manage this population as a single stock and controlling yield and minimum length in catch. During all the decade of the 1980s fishing effort was not very high and affected mainly age groups IV+. Less than 10% of the landings were smaller than the mean spawning length of 35 cm. Thus, the numerous occurrence of small hake in the catches of all the fleets dedicated to this species, starting in March 1992, seemed to be due to oceanographic conditions, as an El Niño Southern Oscillation (ENSO) event was going on. Nevertheless, a shift of the whole population southward and offshore would have been expected, as during former ENSO conditions. This would mean medium-sized and young hake being farther south out of the range of the Paita fleet. Against all expectations during the 1991-93 El Niño, due to the intrusion of subtropical oceanic waters, large hake migrated northward. Yet it seems, that while the El Niño might have acted as a trigger, the principal underlying cause of the structural changes in the population was the disappearance of the sardine as a prime prey species for large hake since 1987 onwards, and the lack of small Sciaenidae during the El Niño for medium-sized hake. The former might be due to heavy fishing on sardine along with perhaps high predator pressure from a healthy hake population starting from the mid-1980s. Future studies must include predator-prey relationships in the ecosystem. These relationships, which evolved over long periods, are probably supporting the stability of the systems, and fisheries captures acting as a strong predator, must be included in a multispecies model.

KEYWORDS: Peruvian hake, *Merluccius gayi peruanus*, length composition, El Niño 1991-93, structural changes, fishing pressure.

INTRODUCTION

In 1992, Peruvian hake (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg) landings suffered a drastic decline in mean total length of about 8 cm (more than 20 %) in both sexes. Usually, a gradual decrease in mean length is expected with increasing fishing pressure. Peruvian hake has been exposed to heavier fishing since the decade of the 1970s, when large factory trawlers joined in the fisheries and the yearly landings elevated to more than 100 000 t. But the history of Peruvian hake fishery is not one of continuity, being disrupted periodically by El Niño events (WOSNITZA-MENDO and GUEVARA-CARRASCO 2000). These events produce changes in distribution and concentration of the population, restraining the impact of the fleet and discouraging foreign investors to continue fishing. That is why the fishery statistics of hake do not reflect real abundance, but rather the reaction of ship owners to cyclic changes in the environment as well as to anthropogenic factors.

Despite of, in some years before 1990, an excessive fishing pressure on the population as a whole (300 000 t of an estimated initial population of 670 000 t in 1978, and 150 000 t of an estimated population of 315 000 t in 1980; ESPINO and WOSNITZA-MENDO 1989), mean length only declined from 44 to 40 cm in male and from 46 to 43 cm in female between 1971 and 1990 (Fig. 1).

The following decline of 3 cm in 1991 and 8 cm abruptly in austral summer/fall of 1991/92 (Fig. 1 inset), has intrigued several Peruvian fisheries biologists, but has been found very difficult to explain by only looking at fisheries statistics. We did not find any description of similarly dras-

INTRODUCCIÓN

En 1992 los desembarques de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg) mostraron una drástica disminución en la longitud media de este recurso, de alrededor de 8 cm (más del 20%) en ambos sexos. Generalmente, con el aumento de la presión pesquera, se espera una disminución gradual de la longitud media de un recurso íctico. La merluza peruana ha sido expuesta a una creciente pesquería a partir de la década de los años 70, cuando grandes arrastreros de factoría se unieron a la pesca y los desembarques anuales se elevaron a más de 100.000 t. Pero la historia de la pesquería de la merluza peruana no es continua, pues periódicamente es interrumpida por eventos El Niño (WOSNITZA-MENDO y GUEVARA-CARRASCO 2000). Estos eventos producen cambios en la distribución y concentración de la población, refrenando el impacto de la flota y desalentando a los inversionistas extranjeros a continuar la pesca. Por esta razón, las estadísticas pesqueras de la merluza no reflejan la abundancia real, sino más bien la reacción de los propietarios de las embarcaciones a los cambios cíclicos del ambiente y a otros factores antropogénicos.

A pesar de un esfuerzo pesquero excesivo sobre la población total durante algunos años antes de 1990 (Ej.: según ESPINO y WOSNITZA-MENDO 1989: en 1978, 300.000 t de una población inicial estimada de 670.000 t; y en 1980, 150.000 t de una población estimada de 315.000 t), la longitud media solamente decreció de 44 a 40 cm en machos y de 46 a 43 cm en hembras entre 1971 y 1990 (Figura 1).

El siguiente descenso de 3 cm en 1991 y de 8 cm, abruptamente en el verano - otoño austral de 1991/92 (Figura 1, recuadro), ha

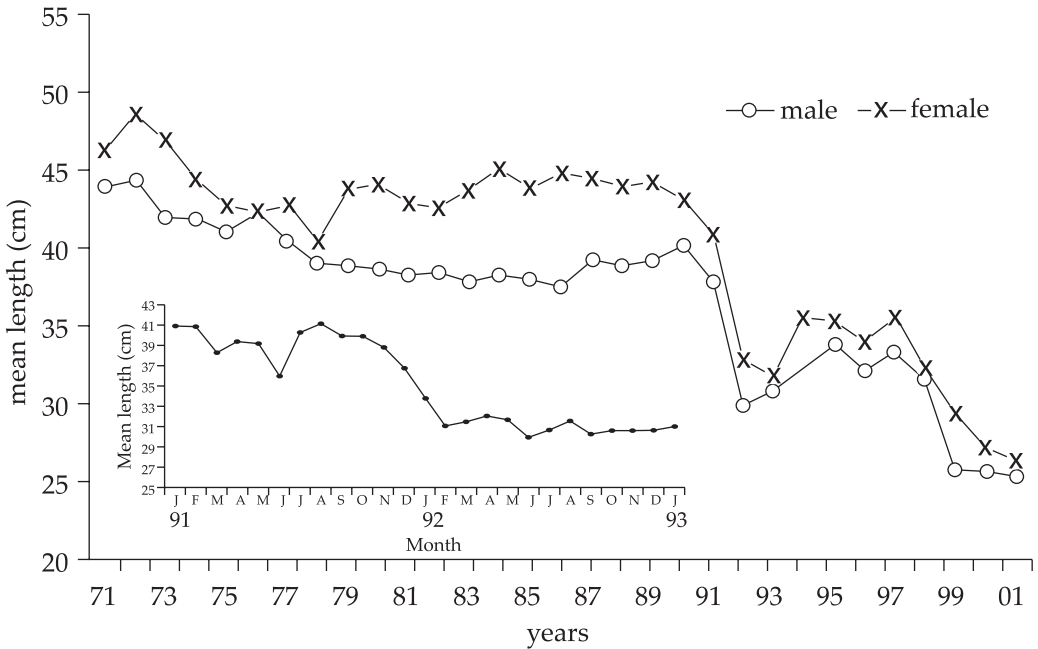


Figure 1.- Mean length in landings of hake (Paita fleet 1971-2001), (inset: mean monthly length between January 1991 and January 1993).

Figura 1.- Longitud media de la merluza peruana en los desembarques de la flota de Paita de 1971 al 2001. En el recuadro, la longitud media mensual entre enero 1991 y enero 1993.

tic length decline from other hake populations in published literature.

The Peruvian Upwelling System is unique concerning the impact of El Niño on the living resources. The influence of El Niño on hake is directly related to the extension of the Cromwell Current.

In the following, we want to propose some possible explanations for the observed decline in length, being conscious of our limited knowledge and database of some important parameters.

MATERIAL AND METHODS

In this paper we analyze a set of historical data of the 1970s and 1980s, referring to

intrigado a varios biólogos pesqueros peruanos, pero ha sido difícil de explicar considerando solamente las estadísticas pesqueras. En la literatura no se ha encontrado referencia alguna sobre una disminución similar de la longitud de merluza.

El sistema de afloramiento peruano es único referente al impacto de El Niño sobre los recursos vivos. La influencia de El Niño en la merluza está directamente relacionada con la extensión de la Corriente de Cromwell.

En el presente trabajo deseamos proponer algunas posibles explicaciones sobre la disminución en longitud observada, siendo conscientes de la limitación de nuestros conocimientos y de la base de datos de algunos parámetros importantes.

landings, mean length in catch, preferred food items and percentage of mature females of Peruvian hake, and we compare them with non-published data recorded in internal reports of the PERUVIAN SEA RESEARCH INSTITUTE (IMARPE) and an original database of the 1990s, to find an explanation for structural changes in the population.

The material was collected from 1971 onwards by the technical scientific staff of IMARPE in Paita, northern Peru, as a routine task of taking monthly random samples from all operating fleets, for length distribution and stratified sub-samples for biological parameters (otoliths, stomachs, gonads, weight) of the most important species. The sample plan has not changed over the years. The volume of data for length distribution of the hake is usually between 10 000 to 40 000 annually before 1995.

During El Niño 1982-83 only about 400 individuals were measured in 1983 due to the lack of hake in the fishing grounds and also the lack of cruise data. Nevertheless, El Niño 1991-93 is well represented with about 10 000 measurements. From 1995 onwards the amount of annual length measurements rises steadily up to almost 300 000 in 2000. We chose the Traditional Paita Fleet (see explanation below) as an indicator of the trends, because it includes the whole period, while the other fleets operated only in certain decades and other areas. Nevertheless, those fleets show the same trends.

Oceanographic information about El Niño 1991-93 from cruises (kindly made available by L. VÁSQUEZ, IMARPE, pers. communication) is included for further

MATERIAL Y MÉTODOS

Para encontrar una explicación sobre el cambio estructural de la población de la merluza peruana, en esta publicación analizamos una serie de datos históricos de las décadas de 1970 y 1980, referente a desembarques, longitud media en la captura, dieta preferida y porcentaje de hembras maduras, y los comparamos con datos no publicados, que están disponibles en informes internos en el IMARPE y con una base de datos original de los años 1990.

El material fue coleccionado a partir de 1971 por los Técnicos Científicos del IMARPE (TCI) en Paita, norte del Perú, como parte de una rutina. En todas las flotas operativas, se tomaron muestras mensuales al azar, para la distribución de longitud, y submuestras para los parámetros biológicos (otolitos, estómagos, gónadas, peso) de las especies más importantes. El plan de muestreo no ha cambiado a través de los años. El volumen anual del muestreo para la distribución de longitud de la merluza, antes de 1995 fue, en general, entre 10.000 a 40.000 individuos.

Durante El Niño 1982-83 se midieron solamente alrededor de 400 individuos en 1983, debido a la falta de merluza en los caladeros y también la falta de datos de crucero. El Niño 1991-93 está bien representado con alrededor de 10.000 mediciones. A partir de 1995 el total de las mediciones anuales aumentó constantemente hasta llegar a casi 300.000 en el año 2000. Escogimos la "Flota Tradicional de Paita" (ver explicación más abajo) como indicador de las tendencias, porque incluye todo el período, mientras que las otras flotas operaban solo en ciertas décadas y en otras áreas. Sin embargo, estas flotas muestran las mismas tendencias.

illustration. The population structure is expressed as a percentage per length group, thus avoiding problems with age determination, because satisfying age-length keys are not available for each year. For the cohort analysis a mean age-length key for all years was used.

Before we begin with the exposition of possible sources of drastic change in mean length in landings, we have to mention that we can exclude sampling errors and changes in mesh size. Both have been constant, as much as can be expected on a large scale. Cruise data taken over the years confirm the results from the samples of the fishery. We can suppose different types of causes for length reduction, either natural or man-induced, either internal dynamics or external influences. We might accept a mixing of the different causes. In the following we will look at different scenarios, each acting on certain life stages of hake in distinct ways.

RESULTS

The Cromwell Current (CC) and El Niño Southern Oscillation (ENSO)

The Cromwell Current is a subsuperficial, oxygen-rich equatorial current concentrated due to Coriolis force, like a band of currents with eastward directed velocities of more than 1 ms^{-1} and in its nucleus even more than 1.5 ms^{-1} . Its water transport fluctuates about $40 \times 10^6 \text{ km}^3 \text{ sec}^{-1}$, thus being not much inferior to the Gulf Stream (DIETRICH et al. 1975). Near the coast it branches southward varying in extension and depth from season to season and year to year. In austral summer, and even more

Para una mayor ilustración, se incluye información oceanográfica de los cruceros sobre El Niño 1991-93 (puesta a nuestra disposición amablemente por L. VÁSQUEZ, IMARPE, com. pers.). La estructura poblacional se expresa como un porcentaje por grupo de longitud, evitando así problemas con la determinación de la edad, porque las claves satisfactorias sobre edad-longitud no están disponibles para todos los años. Para el análisis de cohortes se utilizó una clave promedio de edad-longitud, para todos los años.

Antes de empezar con la exposición de posibles fuentes del cambio drástico en la longitud media en los desembarques de merluza, debemos mencionar que podemos excluir errores en el muestreo y cambios en el tamaño de la malla. Ambos han sido constantes, tanto como se puede esperar en gran escala. Los datos tomados durante los cruceros, a través de los años, confirman los resultados del muestreo de la pesquería. Podemos suponer diferentes tipos de causas para la reducción de la longitud, sean ellas naturales o inducidas por el hombre, sean dinámicas internas, o influencias externas. Podríamos aceptar el efecto de diferentes causas.

A continuación, vamos a analizar diversos escenarios, cada uno con actuación diferente sobre ciertos estadios de vida de la merluza.

RESULTADOS

La Corriente de Cromwell (CC) y El Niño Oscilación Sur (ENOS)

La Corriente de Cromwell es una corriente subsuperficial ecuatorial, rica en oxígeno, concentrada debido a la Fuerza de Coriolis,

during ENSO events, it broadens, deepens and flows further southwards. As a symmetrically disposed undercurrent ($2^{\circ}\text{S} - 2^{\circ}\text{N}$), also a transversal circulation northwards can be observed, but not as strong as off the Peruvian coast (DIETRICH et al. 1975). The Cromwell Current is crucial for the distribution of Peruvian hake. Hake is distributed within the Cromwell Current following two size (age) gradients, one from north to south (big-little), and another delineated by depth, from offshore (big) to onshore (little), latter not so markedly and first mentioned by DEL SOLAR (1968).

Not all El Niño events seem to have the same impact. In the beginning of the 1990s, a strong and long lasting constant warming, made the difference to other at their peaks even stronger but shorter El Niños. The 1991-93 ENSO began in June of 1991 and lasted until the austral summer of 1993-94 having its peak in 1992.

Several internal IMARPE's documents have been revised to recover nonpublished data (IMARPE M.S.1; IMARPE M.S.2; PIZARRO M.S.; PIZARRO et al. M.S.). Thus, one document mentions positive temperature anomalies of 1.4 to 2.2 °C during May/June of 1991 off Paita. At the beginning of 1992, cruise data showed an El Niño of major intensity (+3.9 °C) and a deepening of the 15 °C isotherm to 180 m off Paita. From December of 1991 an invasion of subtropical oceanic water coastward was observed, retreating temporarily in February of 1992 and occupying the whole coastal area in the following months until July of 1992 (Fig. 2).

In December of 1993 the 15 °C isotherm was still depressed to about 170 m at 5°S and to 190 m at 9°S , although surface tem-

como una banda de corrientes con velocidades dirigidas hacia el este, de más de 1 ms^{-1} , y en su núcleo aún más de 1,5 ms^{-1} . Su transporte de agua fluctúa alrededor de $40 \times 10^6 \text{ km}^3\text{s}^{-1}$, siendo de tal manera no mucho menor que la Corriente del Golfo (DIETRICH et al. 1975). Cerca de la costa, la Corriente de Cromwell se ramifica hacia el sur, variando en extensión y profundidad de estación a estación y de año a año. En el verano austral, y aún más durante eventos ENOS, se ensancha, se profundiza y se extiende más al sur. Como una subcorriente dispuesta simétricamente ($2^{\circ}\text{S} - 2^{\circ}\text{N}$), también se observa una circulación transversal hacia el norte, pero no tan fuerte como frente a la costa peruana (DIETRICH et al. 1975). La Corriente de Cromwell es crucial para la distribución de la merluza peruana. La merluza está distribuida dentro de la Corriente de Cromwell siguiendo dos gradientes de tamaño (edad), uno de norte a sur (grandes - pequeños) y otro delineado por la profundidad, de mar afuera (grandes) hacia la playa (pequeños); este último gradiente no tan marcado y mencionado por primera vez por DEL SOLAR (1968).

No todos los eventos El Niño parecen tener el mismo impacto. Al inicio de los años 90, un calentamiento fuerte y de mayor duración marcó la diferencia con otros El Niño que tuvieron temperaturas más altas pero de una duración más corta. El Niño 1991-93 empezó en junio de 1991 y duró hasta el verano de 1993-94 con un pico en 1992.

Se ha revisado varios documentos internos de IMARPE para recuperar datos no publicados (IMARPE M.S.1; IMARPE M.S.2; PIZARRO M.S.; PIZARRO et al. M.S.). Un documento menciona anomalías positivas de temperatura de +1,4 a +2,2°C durante mayo - junio de 1991 frente a Paita. Al inicio de 1992,

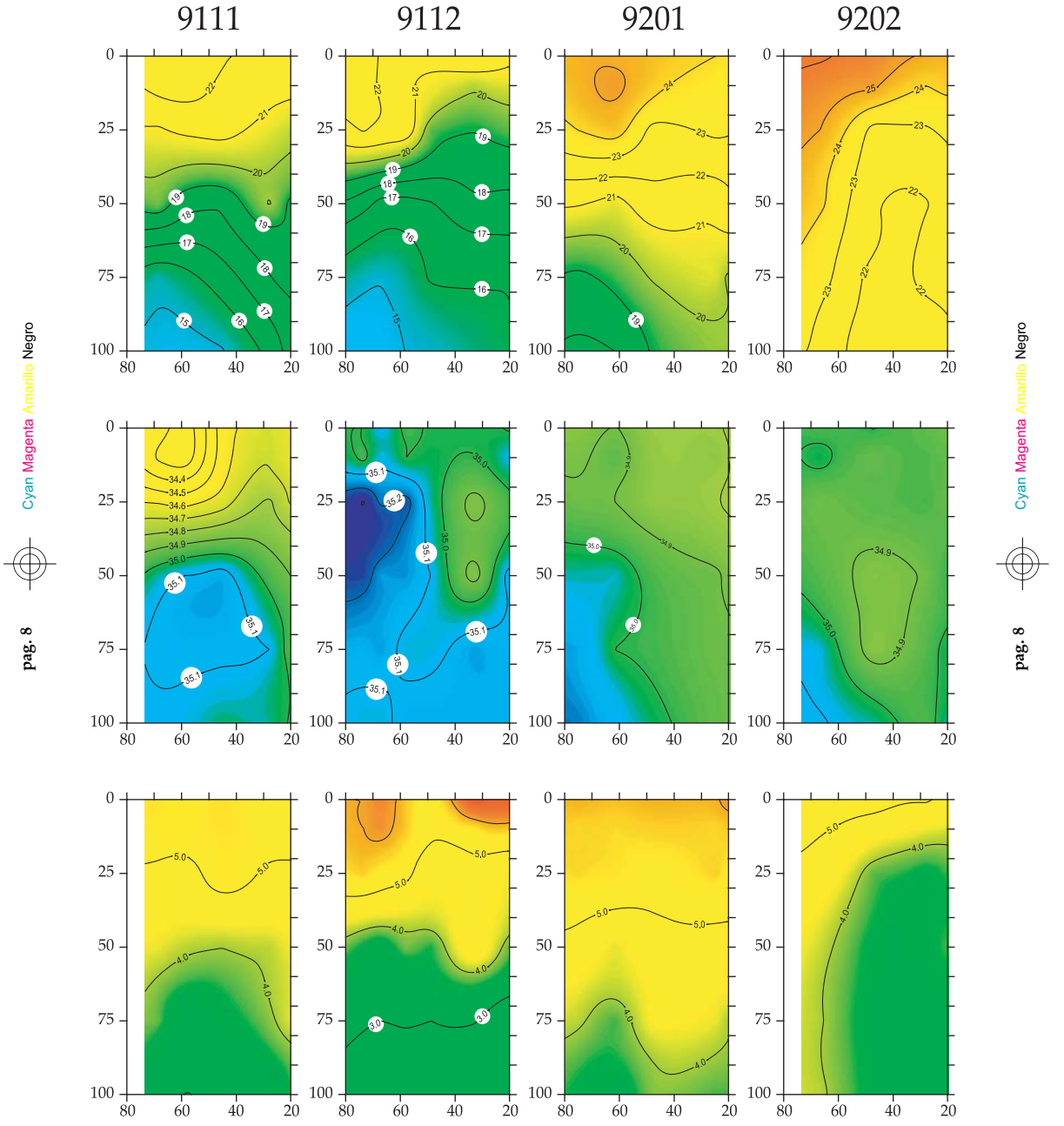


Figure 2.- Invasion of subtropical oceanic waters (SOW) off Paita, related with depth and off shore distance. Upper series: temperature (°C); middle series: salinity (spu); bottom series: dissolved oxygen (mL/L). November 1991 to August 1992

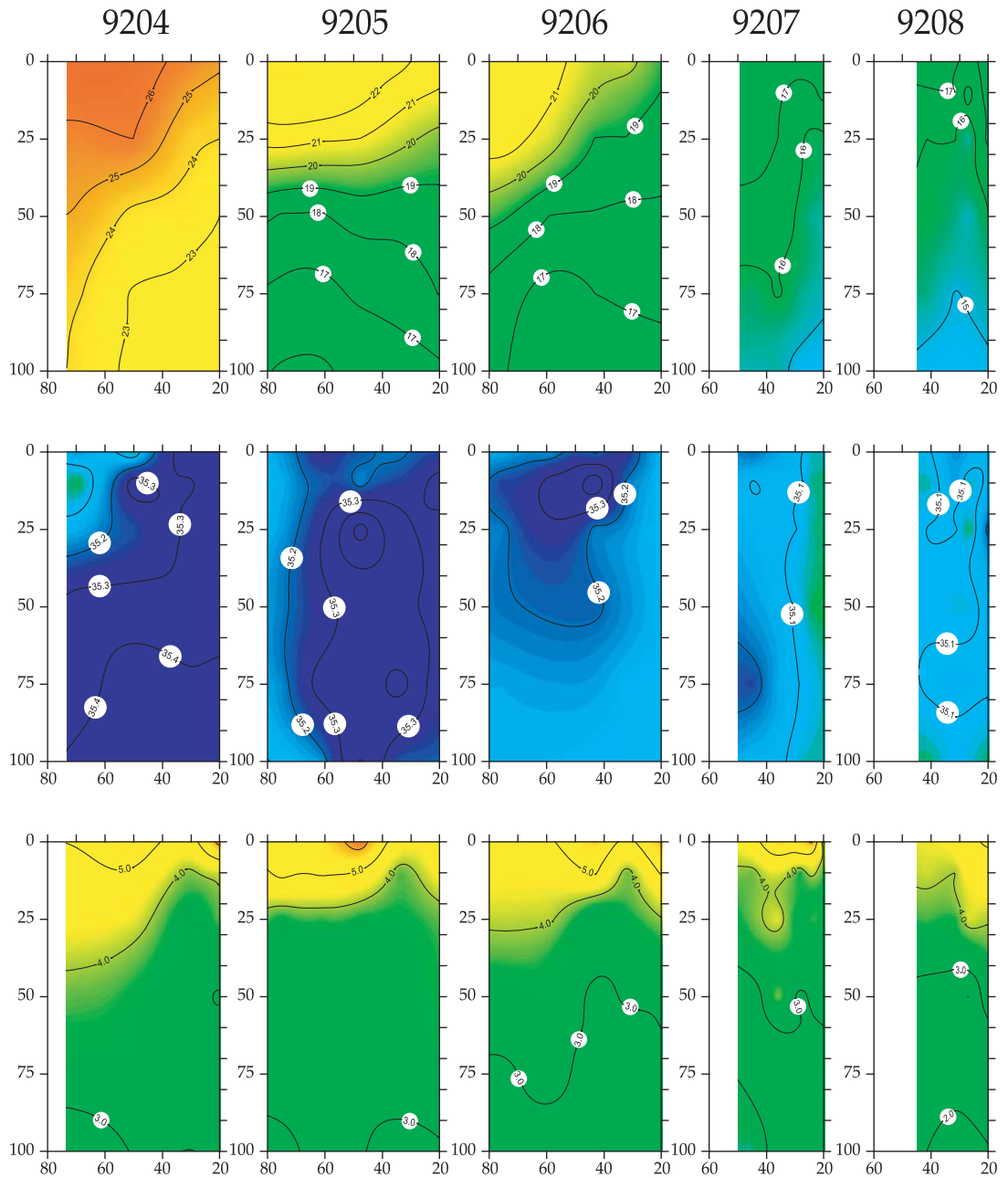


Figura 2.- Invasión de aguas oceánicas subtropicales (AOS) frente a Paita, con relación a la profundidad y la distancia a la Costa. Serie superior: temperatura (°C); serie intermedia: salinidad (ups); serie inferior: oxígeno disuelto (mL/L). Noviembre 1991 a Agosto 1992.

peratures show even negative anomalies in the Paita region (5°S). All this is evidence for an extraordinarily long lasting event, going on in depth and important for demersal species.

Fishing pressure

The centre of the demersal fishing activities is Paita at 5°S. The fishing effort has varied much over the years, with different types of fleet, depending on economical incentives and environmental factors, El Niño and La Niña, which disperse or concentrate the population respectively.

Between 1970 and 1985, about 28 small coastal trawlers operated, in the following called "Traditional Paita Fleet", with a storing capacity of 40 to 150 m³ and about 7 fishermen each. This fleet incremented from 1986 to 1991 to about 40 trawlers and from 1992 to 2001 fluctuated between 69 and 54, descending in the last few years. Since 1973 until 1980, 6 to 13 large foreign high sea factory trawlers (mean storing capacity 1440 m³, 98 fishermen) were incorporated in this fishery. Also 13 to 25 second hand Peruvian high sea trawlers (storing capacity 640 - 800 m³) operated between 1979 and 1982, but were reduced to only 2 in 1983. From 1984 to 1991, 20 Soviet mid-water trawlers (mean storage capacity 1 400 m³, 110 fishermen) were incorporated, but targeted mackerel (*Scomber japonicus*) and jack mackerel (*Trachurus murphyi*). In some years, when hake appeared in large concentrations taking pelagic behavior off Chimbote (9°S), the purse seine fleet, normally dedicated to anchoveta, caught large amounts of small hake.

In the early 1990s, just before the drastic change, hake was harvested only by the

datos de crucero mostraron una mayor intensidad de El Niño (+3,9°C) y una profundización de la isoterma de 15°C a 180 m frente a Paita. A partir de diciembre de 1991, se observó una invasión de aguas oceánicas subtropicales, que retrocedieron temporalmente en febrero de 1992 y ocuparon toda el área costera en los siguientes meses hasta julio de 1992 (Figura 2). En diciembre de 1993 la isoterma de 15 °C todavía estaba deprimida alrededor de 170 m en 5°S y a 190 m en 9°S, aunque las temperaturas superficiales mostraron anomalías negativas en la región de Paita (5°S). Todo esto es evidencia para un evento extraordinariamente largo, continuando en la profundidad y, por lo tanto, importante para las especies demersales.

Esfuerzo pesquero

El centro de la actividad pesquera demersal se encuentra en Paita (5°S). El esfuerzo pesquero ha variado bastante a través de los años, con diferentes tipos de flota, dependiendo de incentivos económicos y factores ambientales como El Niño y La Niña, que dispersan o concentran la población respectivamente.

Entre 1970 y 1985, alrededor de 28 pequeños arrastreros costeros operaron, en la llamada "Flota Tradicional de Paita" con una capacidad de carga entre 40 y 150 m³, y alrededor de 7 tripulantes en cada uno. Esta flota se incrementó entre 1986 y 1991 a alrededor de 40 arrastreros; y fluctuó entre 1992 y 2001 entre 69 a 54, descendiendo en los últimos años. Desde 1973 hasta 1980, entre 6 a 13 grandes arrastreros factoría extranjeros (capacidad de carga promedio de 1440 m³, 98 pescadores) se incorporaron en esta pesquería. También entre 13 y 25 arrastreros de alta mar peruanos, adquiridos de segunda mano, con una capacidad

Traditional Paita Fleet and incidentally as by-catch of the Soviet fleet. Hake landings increased to about 130 000 t, due to the increasing pressure of the two types of fleet, but the catches diminished another time due to El Niño 1991-93. From 1993 onwards a national fleet with up to 10 middle-sized trawlers (storing capacity 141 to 420 m³) developed, with high technology compared to the Traditional Paita Fleet and was called "New Paita Fleet". A reliable series of fishing effort is not available for all decades.

Although landings of hake over the decades fluctuated considerably (Fig. 3), we cannot find a direct relation between landings and the sudden decrease in mean length in 1992, as an event that happened so suddenly within 4 months and when the fishery was low. But we can identify various impacts of the fishing activity on the population.

de carga entre 640 y 800 m³, operaron entre 1979 y 1982, pero su número se redujo a sólo 2 en 1983. Desde 1984 a 1991, 20 arrastreros de media agua soviéticos (capacidad de carga promedio de 1400 m³, 110 pescadores) se incorporaron, pero tenían como blanco la caballa (*Scomber japonicus*) y el jurel (*Trachurus murphyi*). En algunos años, cuando la merluza aparecía en grandes concentraciones con un comportamiento pelágico frente a Chimbote (9°S), la flota cerquera, normalmente dedicada a la anchoveta, pescó grandes cantidades de pequeñas merluzas.

Al inicio de la década de los años 90, justo antes del drástico cambio, la merluza fue capturada sólo por la Flota Tradicional de Paita y, como pesca incidental, por la flota soviética. Los desembarques de la merluza se incrementaron a 130.000 t debido al esfuerzo conjunto de los dos tipos de flota, pero disminuyeron otra vez debido a El Niño 1991-93. Desde 1993 una flota nacio-

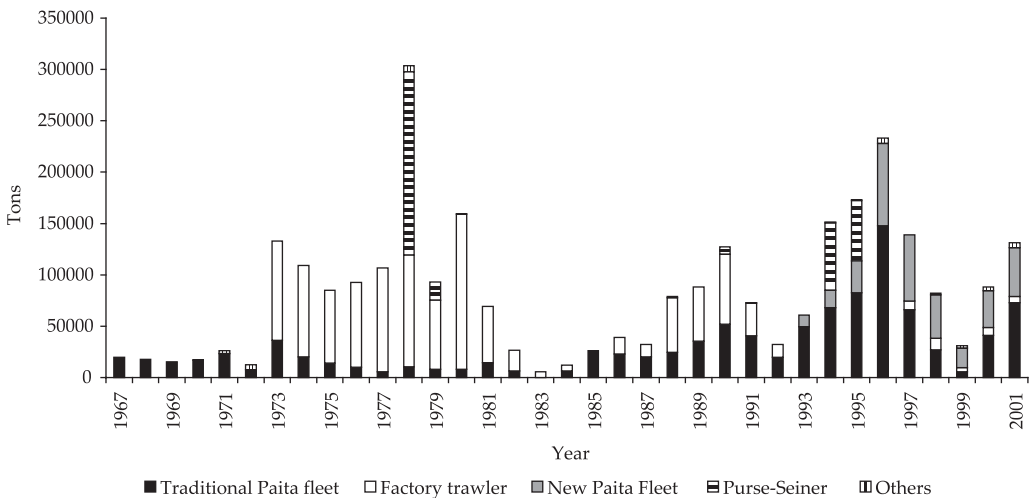


Figure 3.- Peruvian hake landings between 1967 - 2001 for each type of fleet.

Figura 3.- Desembarques de la merluza peruana entre 1967 y 2001, por cada tipo de flota.

Thus, for instance, we note a change of a highly structured stock in the 1970s and 1980s to one possessing little structure in the 1990s (Table 1). Fishing mortality per age group from an updated cohort analysis shows that from 1973 onwards fishing mortality rates are high in old hake, decreasing in El Niño 1982-83 and increasing slowly after 1984 to a new peak in 1990 (Fig. 4). Generally, each El Niño event makes harvesting hake more difficult due to dispersion.

But in the 1970s and 1980s the main fishing pressure was on hake of age IV and more. A change came from 1993 onwards when younger hake suffered higher fishing rates. Figure 5 shows the impact of harvesting on different age groups for different decades. The highest impact in the 1970s and 1980s

anal con hasta 10 arrastreros de tamaño medio (capacidad de carga 141 a 420 m³) se desarrolló con una alta tecnología en comparación con la Flota Tradicional de Paita y la llamamos “Nueva Flota de Paita”. No existe una serie confiable del esfuerzo pesquero para todas las décadas.

Aunque los desembarques de merluza durante las décadas fluctuaron considerablemente (Figura 3), no podemos encontrar una relación directa entre los desembarques y la disminución repentina de la longitud media en 1992, como un evento que ocurrió tan súbitamente dentro de 4 meses, al tiempo que la actividad pesquera era baja. Pero podemos identificar varios impactos de la actividad pesquera en la población.

Así, por ejemplo, notamos el cambio de un

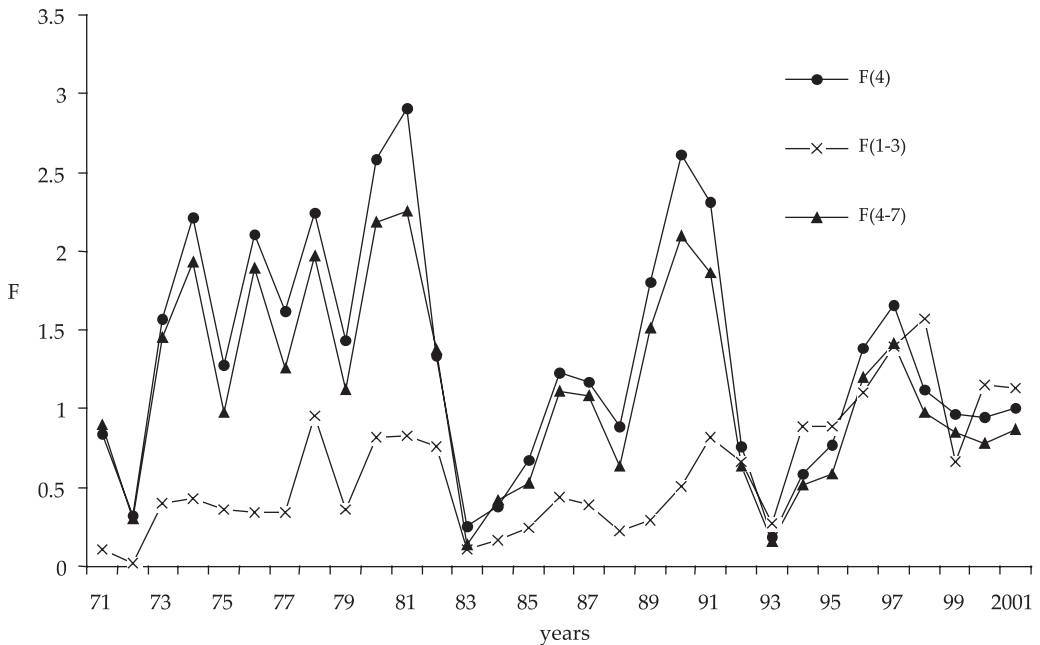


Figure 4.- Fishing mortality of Peruvian hake per age-group from an updated cohort analysis. 1971 -2001

Figura 4.- Mortalidad por pesca de la merluza peruana por grupo de edad, en base a un análisis de cohorte actualizado. 1971 – 2001.

was on age IV, in the 1990s this changed to age III and from 1997 onwards a trend to even younger hake as the main support of the fishery is noticed.

stock altamente estructurado por tallas en los años 70 y 80, hacia uno que en los años 90 posee mayor porcentaje de ejemplares de menor talla (Tabla 1). La mortalidad por

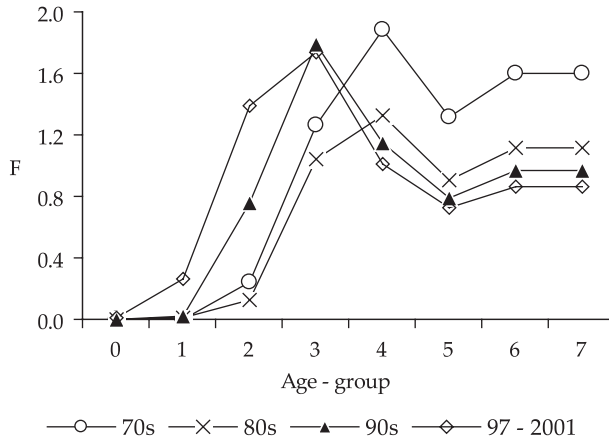


Figure 5.- Impact of F on different Peruvian hake age-groups during different decades from an updated cohort analysis.

Figura 5.- Impacto de F sobre diferentes grupos de edad de la merluza peruana, durante diferentes décadas, en base a un análisis de cohortes actualizado.

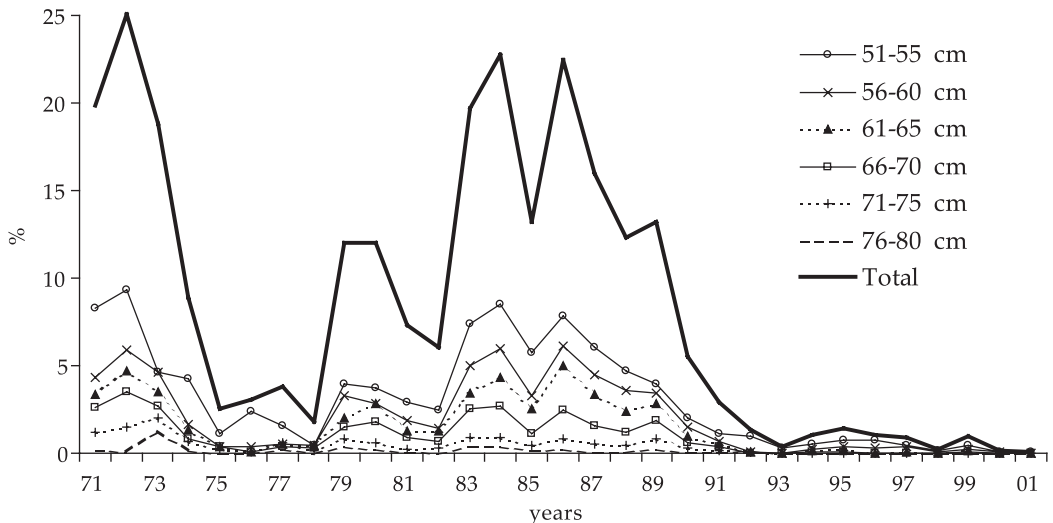


Figure 6.- Proportion of Peruvian hake large females in landings (Paita fleet). 1971 – 2001.

Figura 6.- Proporción de hembras grandes de la merluza peruana en los desembarques de la flota de Paita. 1971 – 2001.

Larger hake (which are all females due to sex differential growth; male hake formerly reached up to 74 cm while females reached up to 88 cm) disappear little by little from the stock. Thus, the proportion of old females diminished constantly after 1987 (Fig. 6). Nevertheless, the drastic decline in mean length in the Paita landings cannot be explained by the absence of large females due to harvesting only. A simulation, replacing the missing large females in 1992 and 1993 with the same numbers of the former year (1991), would increase the mean length only a few millimeters. But what really makes up for the drastic decline in mean length in 1992 is the change of the bulk of hake from 36 - 45 cm in previous years to about 26 - 35 cm (Table 1). Why this unexpected shift in length distribution, when in 1992 and previous years overall fishing pressure was not constantly extraordinarily high? Before trying to answer this question we have to look for another source of change.

Changes in diet

In addition to the environmental physical and the harvesting impact, food supply is crucial for survival. Historic data were compared to stomach contents from the 1990s database. Table 2 shows the reconstructed values from FUENTES et al. (1989) of percentage of food content for different length groups (mean values of about 10 000 stomachs collected between 1976 and 1986). Four main groups of preferred prey can be observed for the mid-1970s until 1986: (1) Hake smaller than 30 cm fed mainly on euphausiids (60% in weight of stomach content) and there has been no change noticed over the decades; (2) Hake between 30 and 50 cm (medium-sized) fed mainly on small Sciaenidae "bereche"

pesca por grupo de edad, calculada de un análisis de cohortes actualizado, ha mostrado que a partir de 1973 las altas tasas de mortalidad por pesca en merluzas viejas, decrecieron durante El Niño 1982-83 y después de 1984, y se incrementaron a un nuevo pico en 1990 (Figura 4). En general, cada evento El Niño dificulta la pesquería de la merluza debido a la dispersión. Pero en los 1970s y 1980s la presión pesquera principal se dio en merluzas de edad IV y más. El cambio ocurrió a partir de 1993 cuando se ejerció altas tasas de pesca sobre merluzas más jóvenes. La Figura 5 muestra el impacto de la pesquería en diferentes grupos de edad para las diferentes décadas. El impacto más alto en los años 1970 y 1980 fue en la edad IV; en los 1990s esto cambió a la edad III; y, a partir de 1997, se nota una tendencia de las merluzas aún más jóvenes a constituir el sostén principal de la pesquería.

Las merluzas más grandes (todas hembras, debido a un crecimiento diferenciado por sexo; pues los machos anteriormente alcanzaron hasta 74 cm y las hembras hasta 88 cm) desaparecen poco a poco del stock. De esta manera la proporción de hembras viejas disminuyó constantemente después de 1987 (Figura 6). Sin embargo, la disminución drástica en la longitud media en los desembarques de Paita no puede ser explicada solamente por la ausencia de las hembras grandes debido a la pesquería. Una simulación, reemplazando las hembras grandes ausentes en 1992 y 1993 con los mismos números del año anterior (1991), incrementaría la longitud media en solo unos pocos milímetros. Pero lo que realmente explica la drástica disminución en la longitud media en 1992 es el cambio del grueso de la merluza de 36 - 45 cm en años anteriores a alrededor de 26 - 35 cm (Tabla 1). ¿Por qué ocurre este cambio inesperado

(*Larimus* spp. and *Ctenosciaena peruviana*), and at a minor scale on anchoveta and anchoa (*Anchoa nasus*); (3) large hake (50 - 65 cm) fed on sardine (*Sardinops sagax*) and smaller hake (canibalism); (4) with increasing predator length (>65 cm) canibalism gained more and more importance. There has been a significant change in the late 1980s and early 1990s for these two length groups.

Let us first take a closer look at large hake (>50 cm) harvested by the Paita fleet. In the late 1980s, adult hake suffered from the disappearance of sardines from their diet. While in the 1970s and 1980s sardines made up to about 80% in weight of stomach contents (55-60 cm group), in the 1990s there was a change to hake, Myctophidae and unidentified species (probably rare abyssal species) (WOSNITZA-MENDO and GUEVARA-CARRASCO 2000). The total adult biomass (age 3+) of the northern-centre sardine, declined rapidly from about 15 million t in 1987 to about 3 million t in 1993 (Fig. 7) (updated cohort analysis, IMARPE). A descending trend since 1987 is coincident with decreasing abundance indices, and reduced extension of the distribution area, and spawning and fishing areas (CSIRKE et al. 1996).

A detailed revision of stomach content, during the critical period of the early 90s, shows that from July 1991 onward, coincident with the beginning of El Niño, large hake are starving. In 1991 about 79% of their stomachs are empty and in 1992 about 63%. In the 1970s during normal conditions only 38% of this group had empty stomachs (CASTILLO et al. 1989).

In a new scenario we will look at medium-sized hake from 30 to 50 cm. As mentioned above, this group fed mainly

en la distribución de longitudes, si en 1992, y los años previos, la presión pesquera global no fue extraordinariamente alta en forma continua? Antes de tratar de contestar esta pregunta tenemos que mirar a otra fuente de cambio.

Cambios en la dieta

Adicionalmente al impacto físico ambiental y de la pesquería, el suministro de alimento es crucial para la sobrevivencia. Se compararon datos históricos con los contenidos estomacales de la base de datos de los años 90. La Tabla 2 muestra los valores reconstruidos de FUENTES et al. (1989) sobre el porcentaje de contenido alimenticio para diferentes grupos de longitud, que constituyen valores promedio de 10.000 estómagos recolectados entre 1976 y 1986. Se puede observar cuatro grupos principales de presas preferidas durante este periodo de diez años: (1) las merluzas más pequeñas (<30 cm) consumieron mayormente eufaúsidos (60% del peso del contenido estomacal) y no se ha observado ningún cambio a través de las décadas; (2) las merluzas de tamaño medio (30 a 50 cm) consumieron principalmente pequeños Sciaenidae "bereche" (*Larimus* spp. y *Ctenosciaena peruviana*), y en menor cantidad anchoveta y anchoa (*Anchoa nasus*); (3) las merluzas grandes (50 - 65 cm) se alimentaron de sardina (*Sardinops sagax*) y pequeñas merluzas, (4) con el incremento de la longitud del predador (>65cm), estas últimas han aumentado en importancia como presa (canibalismo). A finales de los años 80 y a principios de los 90, se ha observado un cambio significativo para estos dos grupos de longitud.

Primeramente, revisaremos el grupo de merluzas grandes (>50 cm) desembarcado por la flota de Paita. A finales de los años

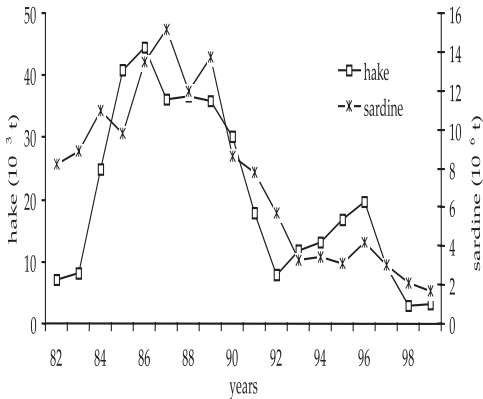


Figure 7.- Biomass of sardine (age III+) and hake (age V+), 1982 – 1999.

Figura 7.- Biomasa de sardina de edad III+ y la merluza de edad V+.

on bereche in the 1970s and 1980s (Table 2). An examination of stomach content collected during the critical months of the early 1990s shows the disappearance of bereche from July 1991 onwards. While during normal years in the 1970s only about 45% of this group had empty stomachs (CASTILLO et al. 1989), we find 55.4% of empty stomachs in 1991 and 72% in 1992. The main alternative food found in the stomachs during these years was euphausiids, normally the prime species of smaller hake. The change continues in the 1990s after finishing El Niño 1991-93 when very few bereche, or not any at all, is reported in stomach contents during cruises and a shift to anchoveta as main food item of this group is observed (CASTILLO et al. 1996; ESPINO et al. 1990; BLASKOVIC' and Espinoza 1998). This marks the change from a demersal prime prey to a pelagic one. A further change is an increase in Stomatopoda (three different species of *Squilla*) for this group (V. Blaskovic', IMARPE, pers. communication).

80 la merluza adulta experimentó la desaparición de la sardina en su dieta. En los años 70 y 80 la sardina alcanzó hasta alrededor del 80% en peso del contenido estomacal de la merluza (grupo de 50-60cm). En los años 90 ocurrió un cambio hacia la misma merluza, Myctophidae y especies no identificadas (probablemente especies raras de profundidad) (WOSNITZA - MENDO y GUEVARA - CARRASCO 2000). La biomasa total de adultos (edad III+) de la sardina de norte/centro, disminuyó rápidamente de alrededor de 15 millones de toneladas en 1987, a alrededor de 3 millones en 1997 (Figura 7) (análisis de cohortes actualizado, IMARPE). La tendencia descendente a partir de 1987 coincide con la disminución de los índices de abundancia y de la extensión del área de distribución, así como de las áreas de desove y de pesca (CSIRKE et al. 1996).

Una revisión detallada del contenido estomacal durante el período crítico de los inicios de la década del 90, muestra que a partir de julio de 1991, coincidente con el inicio de El Niño, las merluzas grandes estaban pasando hambre. En 1991, alrededor del 79% de sus estómagos se hallaron vacíos y en 1992, alrededor del 63%. Durante los años 70, bajo condiciones normales, solamente el 38% de este grupo tenía estómagos vacíos (CASTILLO et al. 1989).

En un nuevo escenario, analizamos las merluzas de 30 a 50 cm. Como se ha mencionado líneas arriba, este grupo consumía preferentemente bereche durante los años 70 y 80 (Tabla 2). Un análisis de los contenidos estomacales coleccionados durante los meses críticos al inicio de los 90, muestra la desaparición del bereche a partir de julio de 1991. Mientras que durante años normales en los 70s solamente alrededor

Maturity

Other changes are related to fecundity. Mean size of mature females and their proportion in the samples taken between 1969 and 1999 is analyzed. Mean size of mature females before 1992 was 52.2 cm, after that only 39.6 cm (excluding 1993 for poor sampling), which means that the main charge of reproduction rests now on females about 12 cm smaller than formerly. No great differences in mean size of mature hake exist between the 1970s and the 1980s. So far, no changes in growth rate have been reported (C. GOYCOCHEA, IMARPE, pers. communication) and therefore we assume that we deal with earlier age of maturity. This is confirmed by Fig. 8, showing an increase in percentage of mature hake of age II from less than 5% in the 1980s to about 60% at the end of the 1990s, beginning in El Niño 91-93.

Considerable differences in the mean proportion of mature females are found between all three decades. In the 1970s

del 45% de este grupo tuvo estómagos vacíos (CASTILLO et al. 1989), en 1991 encontramos 55,4% de estómagos vacíos y 72% en 1992. La principal dieta alternativa encontrada en los estómagos durante estos años fueron los eufáusidos, normalmente la presa principal de la merluza chica. El cambio continuó en la década de los 90, hasta después del término de El Niño 1991-93, cuando en los contenidos estomacales se halló muy poco o ningún bereche, y posteriormente se registró un cambio a anchoveta como el item principal en la dieta de merluza (CASTILLO et al. 1996; ESPINO et al. 1990; BLASKOVIC' y ESPINOZA 1998). Esto marcó el cambio de una presa principal demersal a una pelágica. También se observó un incremento de Stomatopoda (3 diferentes especies de *Squilla*) para este grupo (BLASKOVIC', IMARPE, com. pers.).

Madurez

Otros cambios en la merluza están relacionados con la fecundidad. Se analiza el tamaño medio de las hembras maduras y su proporción en las muestras tomadas

Table 2.- Weight of different preys of the stomach content of Peruvian hake, expressed in percentage.
From: FUENTES et al. 1989.

Tabla 2.- Peso de diferentes presas en el contenido estomacal de la merluza peruana, expresado en porcentaje.
Referencia: FUENTES et al. 1989.

Preys	Length - group (cm)											
	25 -	30 -	35 -	40 -	45 -	50 -	55 -	60 -	65 -	70 -	75	
unidentified fishes	17	9	9	12	8	5	2	12	4	7	3	
other pelagic fishes	0	0	1	1	1	3	2	4	9	6	14	
other benthic fishes	5	2	4	6	13	9	6	4	8	17	6	
hake	0	0	0	0	1	3	4	18	36	34	63	
sardine	5	16	6	5	23	65	79	56	39	31	14	
bereche	8	31	45	50	32	9	3	6	4	5	0	
anchoa	0	1	9	8	7	2	1	0	0	0	0	
anchoveta	1	14	17	12	10	2	1	0	0	0	0	
euphausiids	60	24	5	2	1	0	0	0	0	0	0	
other crustaceae	5	3	4	4	4	2	2	0	0	0	0	

about 33% of the whole sample was fully ripe, in the 1980s only 14% and in the 1990s (1992-98, excluding 1993 for poor sampling due to El Niño) about 6% (Fig. 9). Only recently (1999, 2000), the proportion raised again to about 20%, but

entre 1969 y 1999. El tamaño medio de las hembras maduras antes de 1992 fue de 52,2 cm; después solamente alcanzó 39,6 cm (excluyendo 1993 debido a un muestreo pobre) esto significa que desde entonces, la principal actividad reproductiva correspondió a hembras 12 cm más pequeñas. No existe gran diferencia en la longitud media de las merluzas maduras entre los años 70 y los 80. Puesto que hasta ahora no se ha encontrado ningún cambio en la tasa de crecimiento (GOYCOCHEA, IMARPE, com. pers.), asumimos que tratamos con una edad de madurez menor. Esto se ve confirmado en la Figura 8, que muestra un incremento del porcentaje de merluza madura de edad II, de menos del 5% en los 1980s a alrededor del 60% a finales de los 1990s, empezando con El Niño 1991-93.

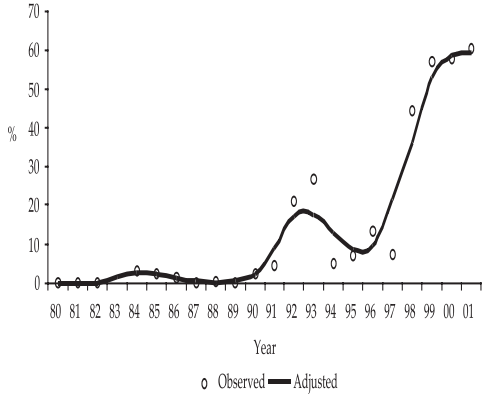


Figure 8.- Increase of mature Peruvian hake (age II). 1980 – 2001.

Figura 8.- Aumento de la merluza peruana madura de edad II. 1980 – 2001.

Entre las tres últimas décadas encontramos diferencias considerables en la proporción media de hembras maduras. En los años 70, alrededor del 33% de toda la

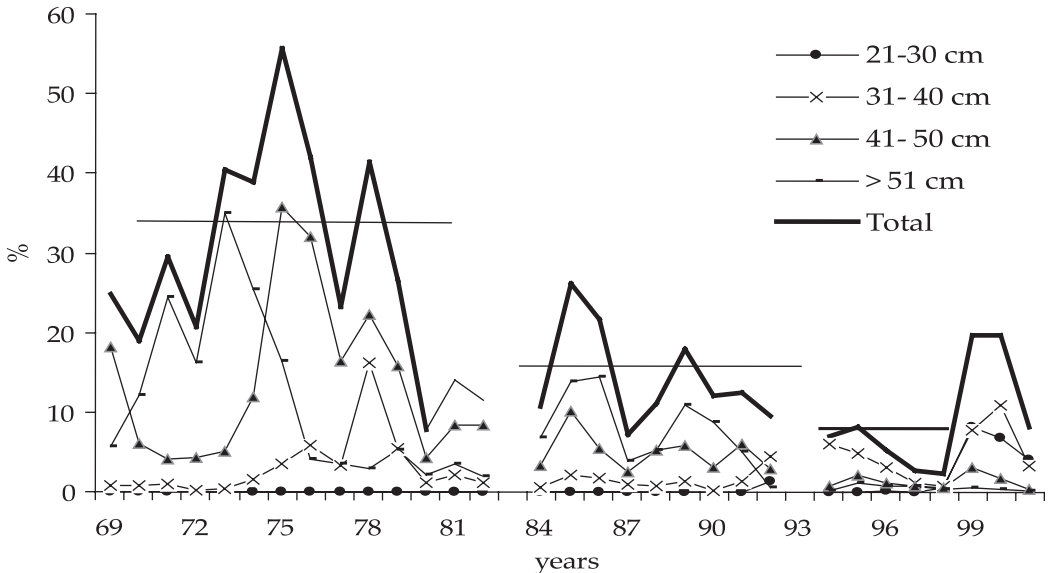


Figure 9.- Proportion of mature Peruvian hake females in landings 1969 -2001

Figura 9.- Proporción de hembras maduras de merluza peruana en los desembarques. 1969 – 2001.

decreased another time in 2001. Until 1980, hake larger than 41 cm dominated the mature fraction, interchanging in 1974 the 51+ cm length group with the 41 - 50 cm group. From 1984 on, the 51+ cm group takes the lead again, but at a lower level than in the early 70s, and almost disappearing together with the 41 - 50 cm group after El Niño 1991-93. Until 1997 the downward trend in overall mature females continues, recovering only in 1999 and 2000, due to a replacement of large mature hake by small ones.

DISCUSSION

In order to help understanding of what happened with medium-sized hake in the early 1990s, and why there was a switch from 36 - 45 cm to 26 - 35 cm, we have to look at the total proportion of large females (>50 cm) in the catches as an index of that population. Whenever the sardine disappears from the area, the causes being either El Niño or over-fishing, the proportion of large hake declines (Fig. 6). That is why a strong dependency of large hake on sardines is assumed. For large hake females we observe, for the first time recorded, a sharp decline after El Niño 1971-72. Only by 1976-77 all fractions of old females have recovered slightly, suggesting that the greater part did not disappear owing to a transient migration but to natural mortality. A delay in the downward trend might be due to cannibalism, but cannot be detained. Nevertheless, CASTILLO et al. (1989) did not find any cannibalistic behavior during the 1982-83 El Niño. Only a small part of the adult hake migrated further offshore as can be observed in the catch statistics of the high sea fleet, which comprehend a fishing

muestra fue completamente madura, en los 80 solamente el 14% y en los 90 (1992-98), excluyendo 1993 debido a un muestreo pobre por El Niño, alrededor del 6% (Figura 9). Recientemente (1999, 2000) la proporción subió a alrededor del 20%, pero decreció luego en 2001. Hasta 1980, la merluza mayor de 41 cm dominaba la fracción madura, intercambiando en 1974 el grupo de longitud de 51+ cm con el grupo de 41-50 cm. A partir de 1984 el grupo 51+ cm toma la delantera otra vez, pero en un nivel menor que en los inicios de los años 70, y casi desapareciendo junto con el grupo 41-50 cm después de El Niño 1991-93. Hasta 1997, la tendencia descendente del total de las hembras maduras continúa, recuperándose solamente en 1999 y 2000, debido a un reemplazo de merluza madura grande por la pequeña.

DISCUSIÓN

Para entender lo que ocurrió con la merluza de talla media en los inicios de los años 1990, y lo que originó el cambio de 36 - 45 cm hacia 26 - 35 cm, tenemos que mirar a la proporción total de hembras grandes (>50 cm) en las capturas como un índice de esta población. Cada vez que la sardina desaparece del área, siendo la causa ó El Niño ó la sobrepesca, la proporción de merluzas grandes disminuye (Figura 6). Por lo tanto, se asume una fuerte dependencia de la merluza grande con la sardina.

Referente a la merluza hembra grande, observamos una fuerte disminución, por primera vez registrada después de El Niño 1971-72. Recién en 1976-77 todas las fracciones de hembras grandes se han recuperado ligeramente, sugiriendo que la mayor parte no desapareció debido a

area further offshore and which maintained a relatively higher fraction of large hake until 1974, but declined thereafter. The 1976 moderate El Niño diminishes the large female fraction to less than 2% in 1978.

The 1982-83 El Niño did not have the same impact, showing a faster recovery of the older fraction (Fig. 6). This could be explained, because in the 1980s, sardine biomass was high (CSIRKE et al. 1996 and updated cohort analysis) and hake biomass, in the beginning of that decade, was low due to over-fishing in 1978 and 1980 (ESPINO and WOSNITZA-MENDO 1989). The following rising sardine catches perhaps together with the recovery of hake biomass in the mid-80s (Fig. 7) might have contributed to the collapse of the sardine stock and therefore the disappearance of the large hake females in the beginning of the 1990s. CASTILLO et al. (1989) presented a preliminary estimate of sardine consumption by the total hake population and found annual values of up to 1.7 million tons in 1986.

In the 1990s, related to the definite disappearance of the sardine and the atypical displacement of large hake to the north during El Niño 1991-93 due to a wedge-shaped entry of a subtropical oceanic water front from December 91 to July 92, the proportion of large females fell constantly under 2%. Contrary to former El Niños, after that one a shift in prey abundance of adult hake occurred and there has been no recovery of large hake to its former level (WOSNITZA-MENDO and GUEVARA-CARRASCO 2000). This change in the predator-prey relationship finally is responsible for a higher cannibalism rate, now first in rank (V. BLASKOVIC', IMARPE, pers. communication).

una migración transitoria, sino debido a una mortalidad natural. Un retraso en la tendencia descendente podría deberse al canibalismo, pero no puede ser detenida. Sin embargo, CASTILLO et al. (1989) no encontraron canibalismo durante El Niño 1982-83. Solamente una pequeña parte de merluza adulta migró mar afuera como se puede observar en las estadísticas de desembarque de la flota de alta mar, que comprende un área de pesca más lejos de la costa y que mantuvo una fracción relativamente más alta de merluza grande hasta 1974, pero que declinó después. El Niño moderado de 1976 disminuyó la fracción de hembras grandes a menos del 2% en el año 1978.

El Niño 1982-83 no tuvo el mismo impacto, mostrando una recuperación más rápida de la fracción de mayor edad. Esto podría explicarse porque en los años 1980 la biomasa de sardina fue alta (CSIRKE et al. 1996 y análisis de cohortes actualizado); y la biomasa de la merluza al inicio de aquella década fue baja debido a la sobrepesca en 1978 y 1980 (ESPINO y WOSNITZA-MENDO 1989). El aumento de las capturas de sardina, quizás conjuntamente con la recuperación de la biomasa de merluza, a mediados de los años 80 (Figura 7) podrían haber contribuido al colapso del stock de sardina y, consecuentemente, la desaparición de las hembras grandes de merluza al inicio de los 1990s. CASTILLO et al. (1989) presentaron un estimado preliminar de consumo de sardina por la población total de la merluza y encontraron valores anuales hasta 1,7 millones t en 1986.

En los años 1990, la proporción de hembras grandes cayó constantemente debajo del 2%, relacionada a la desaparición definida de la sardina y el desplazamiento atípico de grandes merluzas hacia el norte

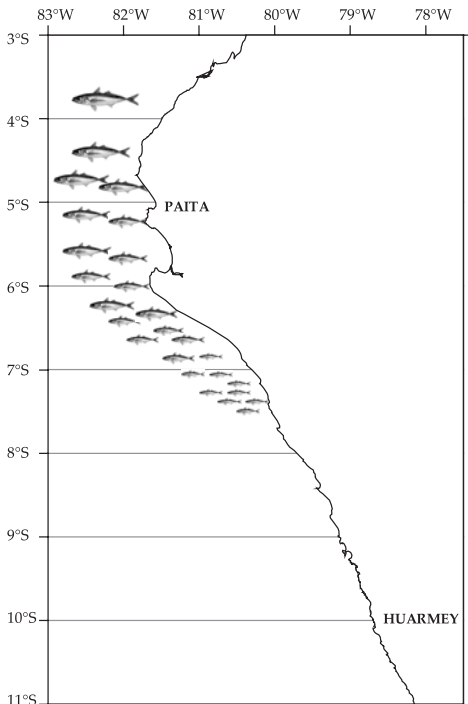
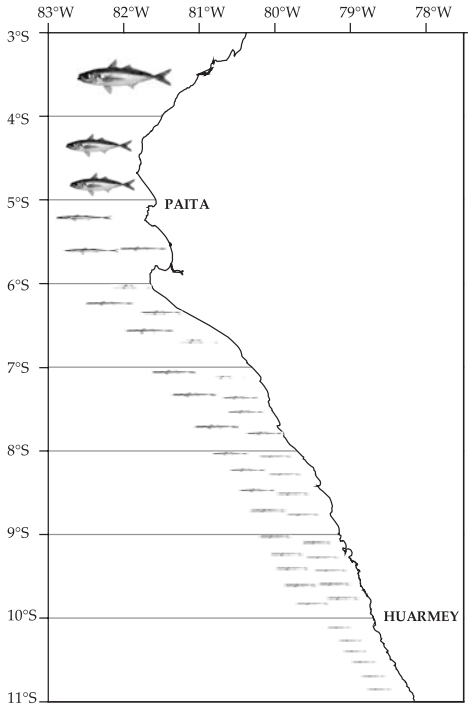
This time, also the medium-sized fraction seems to have starved and switched from a demersal to a pelagic prime species during the 1990s. We have no explanation why this shift happened and further studies are necessary. But hake of 31 - 40 cm might starve in relation to smaller and larger length groups. ALAMO and ESPINOZA (1997a) mentioned daily rations in 1996 for three lengths groups: 21- 30 cm, 9.69 g; 31 - 40 cm, 9.81 g and 41 - 65 cm, 53.86 g, being the value of the second length group almost the same as the first. The same picture applies in 1997, when daily rations for the two smaller groups are 8.53 g and 8.58 g respectively (ALAMO and ESPINOZA 1997b). 1996 was a relatively cold year, while 1997 was an El Niño year, suggesting that the starving feature could be independent of the physical environmental conditions. Due to the strong fishing pressure on young hake in the 1990s, medium-sized hake also have to compete with the fishery for hake as food source.

Generally, the diet of hake depends on the size of the predator and/or the availability of the prey as also seen in other hake populations (BOWMAN 1984; ROEL and MACPHERSON 1988). But the impact on environmental parameters by El Niño events off Peru is much greater than off North America or Namibia.

In 1992 a great number of 2 year-old entered the area in front of Paita, formerly habitat of the bulk of medium-sized hake. The disproportion in the structure of the stock (>50 cm less than 2%; 26-35 cm about 77%) during an abnormal long lasting El Niño seems to be fateful, allowing to perpetuate these structural changes from there on. Young hake occupy the area left by the large and medium-sized hake. From then on the fishery impacts

durante El Niño 1991-93, debido a la entrada en forma de cuña de un frente de aguas oceánicas subtropicales desde diciembre de 1991 a julio de 1992. Contrariamente a anteriores El Niño, después de éste ocurrió un cambio en la abundancia de presas de la merluza adulta y no ha habido ninguna recuperación de la merluza grande a su nivel anterior (WOSNITZA - MENDO y GUEVARA - CARRASCO 2000). Finalmente, este cambio en la relación predador - presa, es la causa de una tasa más alta de canibalismo, actualmente primero en rango (BLASKOVIC, IMARPE, com. pers.).

Esta vez, también la fracción de merluza de tamaño mediano parece haber padecido hambre y cambió de una especie de presa principal demersal a una pelágica durante los años 1990. No tenemos explicación del porqué ocurrió este cambio y se necesitan estudios adicionales. Pero la merluza de 31 - 40 cm generalmente podría padecer hambre en relación con los grupos de longitud más pequeños y más grandes. ALAMO y ESPINOZA (1997a) mencionaron raciones diarias en 1996 para los tres grupos de longitudes: (a) 21 - 30 cm, 9,69 g; (b) 31 - 40 cm, 9,81 g; y (c) 41 - 65 cm, 53,86 g; se puede observar que el valor del segundo grupo es casi el mismo que el del primer grupo. La misma situación se da en 1997, cuando las raciones diarias para los dos grupos menores son de 8,53 g y 8,58 g respectivamente (ALAMO y ESPINOZA 1997b). El año 1996 fue relativamente frío, y 1997 fue un año El Niño, sugiriendo que esta característica podría ser independiente de las condiciones del ambiente físico. Debido al gran esfuerzo pesquero en los 1990s, las merluzas medianas tienen que competir con la pesquería para obtener merluzas como fuente de alimento.



Generalmente, la dieta de la merluza depende del tamaño del predador y/o la disponibilidad de la presa, como también se ha visto en otras poblaciones de merluza (BOWMAN 1984; ROEL y MACPHERSON 1988). Pero el impacto de los parámetros ambientales por los eventos El Niño frente a Perú es mucho más grande que frente a América del Norte o Namibia.

En 1992 un gran número de merluzas de edad II entró en el área frente a Paita, que anteriormente fue el hábitat de la mayoría de la merluza mediana. La desproporción en la estructura del stock (>50 cm, menos del 2%; 26-35 cm, alrededor del 77%) durante un El Niño excepcionalmente largo, parece ser fatal, permitiendo perpetuar estos cambios estructurales a partir de allí. La merluza joven ocupó el área dejada por las merluzas grandes y medianas. A partir de este momento la pesquería presiona mayormente en este grupo de longitud. Las especies que viven en el Sistema de Corrientes de Humboldt están adaptadas al ambiente altamente variable; dentro de ciertas limitaciones y después de sufrir algún impacto, regresan a sus anteriores niveles (ver también ARNTZ Y FAHRBACH 1991). El Niño 1991-93, sin embargo, cambió los parámetros ambientales por un tiempo mucho más largo que los eventos 1972-73 o 1982-83, que, no obstante, fueron más fuertes.

Figure 10.- Peruvian hake distribution before and after drastic decline.

Figura 10.- Distribución de las merluzas peruana, antes y después de su drástica declinación.

mainly on this length-group. Species living in the Humboldt Current System (HCS) are adapted to the highly variable environment, within certain limitations and after suffering some impact, return to their former levels (see also: ARNTZ and FAHRBACH 1991). The 1991-93 El Niño, however, changed environmental parameters for a much longer time than the 1972-73 or 1982-83 events, which were stronger nevertheless. BRAINARD and MCLAIN (1987) discussed the magnitude and vertical extent of the isotherm depressions, which vary noticeably between the El Niño warming events of the past 4 decades. The 1957-58 El Niño appears to be shallower but of longer duration, lasting for about three years similarly to the 91-93 event.

Hake is distributed within the Cromwell Current following size gradients as mentioned before. Size gradients are also reported for North Pacific hake (*M. productus*). Large hake, mainly female, are found further north in Canadian waters (METHOT and DORN 1995). This distribution pattern seems to be important for the stability of both hake populations in order to withstand perturbations without large changes in composition. Each larger fraction defends its territory from the next length-group beneath, but overlapping to some degree (Fig. 10). In 1992, coinciding exactly with the intrusion of the subtropical oceanic waters from December 1991 to July 1992, a shift northwards of the large length-group occurred. Younger hake occupied the area left by the larger hake, and were available to the Paita fleet. This is contrary to the southward migration expected in El Niño years. In the following years, further replacements by even smaller hake took place, this time due to over-fishing of

BRAINARD y MCLAIN (1987) discutieron la magnitud y la extensión vertical de la depresión de la isoterma, que varía notablemente entre los eventos cálidos de El Niño de las últimas 4 décadas. El Niño 1957-58 aparece ser menos profundo pero de mayor duración, continuando por alrededor de tres años similar al evento de 1991-93.

La merluza está distribuida dentro de la Corriente de Cromwell siguiendo gradientes de tamaño, como se ha mencionado líneas arriba. También se conocen gradientes de tamaño para la merluza del Pacífico Norte (*M. productus*). La merluza grande, mayormente hembras, se encuentran más al norte en aguas canadienses (METHOT y DORN 1995). Este patrón de distribución parece ser importante para la estabilidad para ambas poblaciones de merluza, a fin de poder resistir perturbaciones sin grandes cambios en su composición.

Cada fracción de mayor tamaño defiende su territorio del próximo grupo de longitud más abajo, pero los dos coinciden en cierto grado (Figura 10). En 1992, coincidente exactamente con la intrusión de aguas oceánicas subtropicales de diciembre de 1991 a julio de 1992, ocurrió un desplazamiento del grupo de merluzas grandes hacia el norte. Merluzas más jóvenes ocuparon el área dejada por la merluza grande y se hicieron disponibles a la flota de Paita. Esto es contrario a la migración hacia el sur que se espera en años El Niño.

En los siguientes años ocurrieron más reemplazos por merluzas aún más pequeñas, esta vez debido a la sobrepesca de reclutas con alrededor del 43-90 % de peces debajo de los 35 cm y representando un caos estructural con dominación variada de las proporciones de longitud (Tabla 1).

recruits with about 43-90% of fishes below 35 cm and representing structural chaos with varying domination of the length proportions (Table 1). The new population structure came along with earlier maturity reacting thus to reductions in population size. The same happened to a number of populations worldwide. Responses as lowering size (age) of maturity probably indicate an important stock response to reductions in population size and the decrease in number of older individuals (TRIPPEL 1995).

The drastic change in the demographical structure of Peruvian hake can only be understood by the inclusion of abiotic factors and the interaction with other species. Further studies must include predator-prey interactions and the impact of the fisheries not only on the harvested species alone, but also on species that are trophically related. If we will not begin to use multispecies models including fisheries activities, we will fail to understand and to conserve the important Peruvian commercial species and their ecosystem.

La nueva estructura poblacional fue acompañada por una madurez más temprana reaccionando de esta manera a las reducciones en el tamaño de la población. Lo mismo ha ocurrido a un número de poblaciones de peces en todo el mundo. Respuestas como una disminución en tamaño (edad) de madurez indica probablemente una respuesta importante del stock a reducciones en el tamaño de la población y la disminución en número de individuos más viejos (TRIPPEL 1995).

El cambio drástico de la estructura demográfica de la merluza peruana sólo puede ser entendido por la inclusión de los factores abióticos y la interacción con otras especies. Estudios futuros deben incluir las interacciones de predador-presa y el impacto de la pesquería no sólo en la especie explotada, sino también en las especies que están relacionadas tróficamente. Si no empezamos a usar modelos multiespecíficos incluyendo las actividades pesqueras, fallaremos en entender y en conservar las especies comerciales importantes del Perú y su ecosistema.

REFERENCES

REFERENCIAS

- ÁLAMO A, ESPINOZA P. 1997a. Comportamiento alimentario de la merluza peruana durante el invierno de 1996. Crucero BIC SNP-1 9607-08. Inf. Inst. Mar Perú 124: 79-85.
- ÁLAMO A, ESPINOZA P. 1997b. Espectro alimentario de la merluza peruana durante el otoño de 1997: Crucero BIC Humboldt 9705-06, Callao a Puerto Pizarro. Inf. Inst. Mar Perú 128: 47-55.
- ARNTZ WE, FAHRBACH E. 1991. El Niño – Klimaexperiment der Natur: die physikalischen Ursachen und biologischen Folgen. Birkhaeuser. Basel, Boston, Berlin.
- BLASKOVIC' V, ESPINOZA P. 1998. Alimentación de la merluza peruana *Merluccius gayi peruanus* a comienzos del invierno 1998. Crucero BIC José Olaya Balandra 9806-07 de Puerto Pizarro a Huarmey. Inf. Inst. Mar Perú, 138: 63-70.
- BOWMAN RE. 1984. Food of silver hake, *Merluccius bilinearis*. Fishery Bulletin. 82(1): 21-35.
- BRAINARD RE, MCLAIN DR. 1987. Seasonal and interannual subsurface temperature variability off Peru, 1953 to 1984. En: PAULY D, TSUKAYAMA I. (Eds.), The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: Three decades of change. ICLARM Studies and Reviews 15: 14 –45.

- CASTILLO R, JUÁREZ L, HIGGINSON L. 1989. Predación y canibalismo en la población de merluza peruana en el área de Paita, Perú. En: JORDÁN R, KELLY R, MORA O, VILDOSO A CH. de, HENRÍQUEZ N. (Eds.), Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y de las Pesquerías en el Pacífico Sudeste, 9 – 13 de mayo, 1988, Viña del Mar, Chile. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Rev. Pac. Sur (Número especial):273-278.
- CASTILLO R, BLASKOVIC' V, FERNÁNDEZ F, ALAMO A. 1996. Características biológicas de la merluza y otras especies demersales en otoño de 1995 (Cr. BIC SNP-1, 9505-06). Inf. Inst. Mar Perú, 117: 99-109.
- CSIRKE J, GUEVARA-CARRASCO R, CÁRDENAS G, ÑIQUEN M, CHIPPELLINI A. 1996. Situación de los recursos anchoveta (*Engraulis ringens*) y sardina (*Sardinops sagax*) a principios de 1994 y perspectivas para la pesca en el Perú, con particular referencia a las regiones norte y centro de la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú. 15 (1): 1–23.
- DEL SOLAR EM. 1968. La merluza *Merluccius gayi* Guichenot como indicador de la riqueza biótica de la plataforma continental del norte del Perú. Publicado por el autor, con auspicio de la Sociedad Nacional de Pesquería, Lima. 32 pp.
- ESPINO M, WOSNITZA-MENDO C. 1989. Biomass of hake (*Merluccius gayi*) off Peru, 1953 – 1987. En: PAULY D, MUCK P, MENDO J, TSUKAYAMA I. (Eds.) The Peruvian upwelling ecosystem: dynamics and interactions. ICLARM Conference Proceedings 18: 297 –305.
- ESPINO M, MALDONADO M, GUEVARA-CARRASCO R, MENDIETA A, FERNÁNDEZ F, GONZÁLEZ A, GUZMÁN S, ANTONIETTI E. 1990. Situación de los stocks de peces demersales en el otoño de 1990. Inf. Inst. Mar Perú 99. 87 pp.
- FUENTES H, ANTONIETTI E, MUCK P. 1989. Alimentación de la merluza (*Merluccius gayi peruanus*) de la zona de Paita. En: JORDÁN R, KELLY R, MORA O, VILDOSO A. CH. DE, HENRIQUEZ N. (Eds.), Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las Pesquerías en el Pacífico Sudeste, 9 – 13 de mayo, 1988, Viña del Mar, Chile. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Rev. Pac. Sur (Número especial), pp. 279-286.
- *IMARPE. 1991. Plan de emergencia para el monitoreo del fenómeno El Niño BIC/SNP-1 9108. unpublished manuscript. 4 pp.+ Figs.
- *IMARPE. 1992. Informe para publicación: Cr. BIC SNP-1 9201-02. unpublished manuscript. 2 pp.
- METHOT RD, DORN MW. 1995. Biology and fisheries of North Pacific hake (*M. productus*). En: ALHEIT J, PITCHER TJ. (Eds.), Hake: biology, fisheries and markets. Chapman and Hall, London, UK: 389-413.
- *PIZARRO L..1993. Crucero de evaluación de los recursos pelágicos. Crucero 9301-03 BIC SNP-1. unpublished manuscript. 6 pp. + Figs.
- *PIZARRO L, FLORES G, AYÓN P, ANTONIETTI E, DELGADO E, M.S. Informe del crucero de investigación oceanográfica BAP Carrillo 9312. Unpublished manuscript. 8 pp. + Tablas y Figs.
- ROEL B, MACPHERSON E. 1988. Feeding of *Merluccius capensis* and *M. paradoxus* off Namibia. S. Afr. J. mar. Sci. 6, 227-243.
- TRIPPEL EA. 1995. Age at maturity as a stress indicator in fisheries. BioScience 45(11): 759–771.
- WOSNITZA-MENDO C, GUEVARA-CARRASCO R. 2000. Adaptive response of Peruvian hake to overfishing. NAGA 23 (1): 24-28.

* Estas referencias son documentos redactados como información de urgencia.

SOBREPESCA DE LA MERLUZA PERUANA: LECCIONES MAL ENTENDIDAS*

PERUVIAN HAKE OVERFISHING: MISUNDERSTOOD LESSONS*

RENATO GUEVARA-CARRASCO¹

Hake is one of the characteristic species of the Peruvian upwelling ecosystem, and is the base of the main bottom trawl fishery for exportation of frozen fish products. This species was discovered as a potential fishery resource by the eminent Peruvian biologist ENRIQUE DEL SOLAR (DEL SOLAR, 1968) who can be certainly called the “*father of the Peruvian hake*”. From then on this resource was the base of a dynamic fishery whose main landing port was Paita (05°00'S).

Hake spatial distribution (by latitude) includes the area where two great bio-geographical regions converge: A) Panamanian Province, has high biodiversity, and extends from the equatorial Pacific to the north of Peru, showing warm environmental conditions; and B) Peruvian - Chilean Province, which is under the influence of the great Humboldt current and its associated upwelling processes that determine the temperate to cold environmental conditions in these low latitudes. Maybe the Paita port represents the geographical reference point of the convergence of these two bio-geographical regions.

La merluza es una de las especies características del ecosistema de afloramiento peruano, y es la base de la principal pesquería de arrastre de fondo orientada a la elaboración de productos congelados, principalmente para la exportación. Esta especie fue descubierta como recurso explotable por el connotado biólogo peruano ENRIQUE DEL SOLAR en 1965 (DEL SOLAR 1968), a quien se le podría denominar con certeza como el “*padre de la merluza peruana*”. Desde entonces se ha desarrollado sobre este recurso, una actividad extractiva muy dinámica que ha tenido como base el puerto de Paita (05°00'S).

La distribución latitudinal de la merluza, comprende el área de encuentro entre dos grandes regiones biogeográficas: A) Provincia Panameña, es de muy alta diversidad, y se extiende desde la zona ecuatorial tropical, hasta el norte del Perú con condiciones ambientales más cálidas; y B) Provincia Peruano-Chilena que es influenciada por la gran corriente de Humboldt y el sistema asociado de afloramiento costero, y que determina la existencia de condiciones templadas a frías en estas bajas latitudes. El puerto de Paita quizás representa el punto geográfico de referencia para el encuentro de estas dos grandes regiones biogeográficas.

* Nota introductora / Introductory note

1. Director Científico. Instituto del Mar del Perú / Scientific Director. Peruvian Sea Research Institute. rguevara@imarpe.gob.pe

The life cycle of Peruvian hake reflects these environmental characteristics: the juveniles develop in latitudes south of Paita, where the high productivity of the upwelling system lets them to feed on abundant plankton; while the adult and older individuals inhabit areas north and off Paita, where they have a major offer of a very diverse diet to satisfy their voracity. This represents a characteristic pattern of size distribution by latitude. However this pattern is not static because the area is a dynamic boundary where two great ecosystems converge and where the extreme variability is observed every El Niño and La Niña event.

In summary, this is the scenario where the Peruvian fishery is developing since the 1960s years and where two overfishing situations have occurred: 1980 and 2002, being the last one the worst and also the most documented.

In the last years, an intense discussion has been developed on the importance of the environmental change and fishing effort on the diminishing of the living aquatic resources. Probably Peruvian hake is a case where the natural and anthropogenic signals were not properly weighted in its moment, preventing to take corrective management measures opportunely.

By mid-90's the mean size at capture of Peruvian hake declined in such a way, that was not possible to attribute to overfishing, because of the velocity of the events (WOSNITZA-MENDO & GUEVARA-CARRASCO 2000). At the same time, the disappearance of adult and older individuals from the traditional fishing ground was also observed. It has just been recently, that environmental signals that triggered a new scenario and new responses of hake

El ciclo vital de la merluza, en buena medida, refleja estas características ambientales: los ejemplares juveniles se desarrollan en latitudes al sur de Paita, donde la alta productividad de plancton del sistema de afloramiento les permita abundante alimento; mientras que los adultos y viejos se establecen frente y al norte de Paita, donde la oferta de una mayor diversidad de especies les permite satisfacer su alta voracidad. Esto ha determinado un característico patrón de distribución por tamaños, en función de la latitud. Sin embargo éste no es un patrón estático, pues dada la condición de frontera ecológica de este espacio geográfico, donde se produce el encuentro de dos grandes ecosistemas, está sujeto a la gran variabilidad oceanográfica, cuyas manifestaciones más notables son los eventos El Niño y La Niña.

Este es en resumen, el escenario donde se desarrolla la pesquería de la merluza peruana desde fines de los años 60 y en el que se han producido, por lo menos dos situaciones claras de sobrepesca de este recurso: 1980 y 2002, siendo esta última la más grave y también la más documentada.

En los últimos años se ha discutido mucho sobre la importancia del cambio ambiental y del esfuerzo de pesca en la disminución de los recursos hidrobiológicos. Quizás la merluza peruana sea un caso en el que las señales naturales y antropogénicas no se ponderaron adecuadamente en su momento, lo que impidió la adopción de medidas correctivas oportunamente.

A mediados de los años 90 la talla media de las capturas de merluza se redujeron de una manera tal que, por la velocidad de los acontecimientos, no se podía atribuir a una sobrepesca (WOSNITZA-MENDO y GUEVARA-CARRASCO 2000). Al mismo tiempo, se obser-

population have been recognized, and this is explained in some detail by WOSNITZA-MENDO et al. (2004, this volume).

In those years some hypothesis were proposed to explain the fast diminishing of mean size at capture, including both natural and anthropogenic factors. However the environmental hypothesis prevailed because the framework defined by the observed inter-decadal changes in the pelagic system, was extended to the sub-surface systems. In this context it was supposed that the Southward Extension of the Cromwell Current (SECC), that determines the availability of hake on the Peruvian continental shelf, had a weaker strength in the 90's years than in the 80's years (ICOCHEA & ROJAS 2001; MORÓN et al. 2001). These new environmental conditions explained why the juveniles were highly available off Paita and why older individuals (spawners) disappeared. It explained that the older ones were in "some place" outside the traditional observational area as a response to environmental changes. It was also proposed that the new situation could be favorable to high recruitments.

Between 2001 and 2002, a moderate to weak El Niño event developed in the Pacific Basin, which arrived as a very weak El Niño off Peru. It is interesting to note that during an El Niño event, the SECC increases its strength off Peru, oxygenating the continental shelf and increasing the grounds for a wide distribution of demersal living resources, including hake. It was expected that this environmental event could make more available, most of the hake population in front of Peru, including those older individuals living in "some place" outside the traditional observational area. But it never happened.

vó la desaparición de los ejemplares adultos y longevos, de las áreas tradicionales. Ahora se pueden reconocer señales ambientales claras que condujeron a un nuevo escenario ambiental y una nueva respuesta de la población de merluza, lo que es explicado con cierto detalle por WOSNITZA-MENDO et al. (2004, en este volumen).

En aquellos años, se plantearon varias explicaciones ante la evidencia de una reducción rápida de los tamaños en las capturas, atribuyéndolo a causas naturales y antropogénicas. Sin embargo, la hipótesis de la señal ambiental preponderó, teniendo en consideración que en el sistema pelágico se habían observado cambios de magnitud interdecadal, y se interpretó que éstos también se estaban reflejando subsuperficialmente, afectando la estrategia de distribución espacial del recurso. En ese contexto se suponía que la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC), corriente subsuperficial que modula la distribución de la merluza sobre la plataforma continental del Perú, tuvo en la década de los años 90, un desarrollo más débil que en la década de los años 80 (ICOCHEA y ROJAS 2001; MORÓN et al. 2001). Esto determinaba condiciones tales que explicaban la inusual alta presencia de juveniles en las capturas de la zona de pesca tradicional frente a Paita, y la no observación de ejemplares adultos y longevos (reproductores). Se suponía que éstos estaban "en algún lugar" fuera del área de observación convencional, en respuesta a esos cambios ambientales. Incluso se propuso que la época podría ser favorable a buenos reclutamientos.

Entre los años 2001 a 2002, se desarrolló un evento El Niño moderado en la cuenca del Océano Pacífico, que se manifestó superficialmente en la costa peruana muy débil-

Hake population abundance observed during cruises between 2001 and 2002 was basically juvenile, and catches formerly supported by age 2 individuals (24 - 25 cm of total length) showed increasing presence of younger individuals of age 1 (19 - 20 cm). The situation resulted more complex and dangerous because the adult spawning stock biomass was insignificant, and most of the spawning processes was supported by the early maturation of age 2 individuals, including some age 1 individuals.

The mid term (long term?) variation of the environmental conditions started by the 1990s, was not well understood in its moment and was not opportunely complemented with a reduction in fishing effort. This led to a progressive growth overfishing, that reduced the mean size at capture even more, simplifying the population structure to only one or two cohorts; and after that led to a recruitment overfishing, because fishery was catching the individuals (juveniles) that constituted the real spawning stock, whose abundance was under the minimum level of reference.

Finally, the spawning ban established in the third quarter of 2002 started in practice, the complete prohibition of all the fishing and processing activities. In November of 2002, IMARPE recommended the total ban of the fishery. From then on actions were oriented on one side, toward the recovery the spawning stock biomass, and on the other side to make that the population structure becomes more stable, by increasing as many cohorts as possible under the framework of the new environmental conditions.

Hay que señalar que durante estos procesos de calentamiento, la ESCC alcanza un desarrollo más fuerte que el promedio frente a la costa peruana, oxigenando la plataforma continental y permitiendo la ampliación de las áreas de distribución de especies demersales, entre ellas la merluza. Se esperaba que este acontecimiento ambiental iba a permitir el aumento de la disponibilidad de toda o la mayor parte de la poblacional de merluza, frente al Perú, incluyendo aquellos ejemplares reproductores longevos que se suponía se encontraban fuera del área tradicional de investigación, pero ello no ocurrió.

La población observada en los cruceros de investigación desarrollados entre 2001 y 2002 era básicamente juvenil, y las capturas que eran sostenidas por ejemplares de 2 años de edad (24 - 25 cm) comenzaron a tener creciente presencia de individuos más jóvenes aún, de 1 año de edad (19 - 20 cm). La situación resultó más compleja y peligrosa, pues el stock desovante adulto era insignificante, y el grueso del desove era sostenido por la temprana maduración de ejemplares de dos años e incluso un año de edad.

La variación de mediano plazo (¿a largo plazo?) en el entorno ambiental que se iniciara a inicios y mediados de los años 90, no fue oportunamente interpretada y acompañada por una reducción en el esfuerzo de pesca. Esto condujo a una progresiva sobrepesca de crecimiento que redujo aún más las tallas medias de captura y simplificó la estructura poblacional a sólo una o dos cohortes importantes, y luego a una sobrepesca de reclutamiento, pues los mismos ejemplares jóvenes que se capturaban constituían el stock desovante, el cual llegó a niveles muy por debajo del nivel mínimo de referencia.

The two International Panels of Experts, whose reports are shown in this volume (IMARPE 2004a; 2004b) shall constitute new milestones in the history of the Peruvian fishery, because they let to all the fishery actors have consciousness of the real situation of the hake stock and let them participate actively in the ongoing process of recovery.

We consider that all the information of this volume that we put into consideration of the national citizenship and the national and international scientific community shall let all of us learn one more lesson for the sustainable management of fishery living resources.

Finalmente, la veda por desove, establecida a mediados del tercer trimestre de 2002, marcó el inicio de una prohibición completa de toda actividad de extracción y procesamiento. En noviembre de 2002, IMARPE recomendó el cierre de toda la pesquería de la merluza. Las acciones emprendidas desde ese entonces han estado orientadas por un lado a recuperar el stock desovante, y por otro lado a tratar de lograr que frente al Perú, la población de merluza tenga una estructura poblacional con más cohortes y por tanto más estable, en la medida que lo permita el actual régimen ambiental.

Los dos paneles de expertos, cuyos informes se presentan en este volumen, (IMARPE 2004a; 2004b) constituirán nuevos hitos en la historia de la pesquería peruana, pues su realización permitió informar y ganar la total participación de los sectores afectados con la veda, en el proceso de recuperación del recurso, que todavía continúa. Consideramos que toda la información que a través de este volumen, se pone en conocimiento de la ciudadanía peruana y de la comunidad científica nacional e internacional, permitirá adquirir más lecciones para el manejo sustentable de los recursos pesqueros.

AGRADECIMIENTOS

Finalmente, en nombre del Instituto del Mar del Perú, es necesario manifestar nuestro reconocimiento y más sincero agradecimiento a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y a la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), por haber contribuido a financiar y organizar la realización de estos Paneles Internacionales.

REFERENCES

REFERENCIAS

- DEL SOLAR E. 1968. La Merluza, *Merluccius gayi peruanus* (Guichenot), como indicador de la riqueza biótica de la plataforma continental del norte del Perú. Publicación Auspiciada por la SNP. Lima-Perú. 32 pp.
- ICOCHEA L, ROJAS E. 2001. La Corriente de Cromwell y sus variaciones en los 0°N y 110°W. En: M. Espino, M. Samamé y R. Castillo (Eds.). La merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*). Biología y Pesquería. 2001. IMARPE. Documento de Trabajo: 20-28.
- MORÓN O, VÁSQUEZ L, TELLO E. 2001. La extensión sur de la Corriente de Cromwell (ESCC) en el mar del Perú. En: M. Espino, M. Samamé y R. Castillo (Eds.). La merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*). Biología y Pesquería. 2001. IMARPE. Documento de Trabajo: 29-34.
- IMARPE. 2004a. Informe de la Primera Sesión del Panel Internacional de Expertos para la Evaluación de la Merluza Peruana. Marzo 2003. Bol. Inst. Mar Perú 21 (1-2): 33-78.
- IMARPE. 2004b. Informe de la Segunda Sesión del Panel Internacional de Expertos para la Evaluación de la Merluza Peruana. Marzo 2004. Bol. Inst. Mar Perú 21 (1-2): 79-119.
- WOSNITZA-MENDO C, GUEVARA-CARRASCO R, BALLÓN M. 2006. Possible causes of the drastic decline in mean length of Peruvian hake in 1992. Bol. Inst. Mar Perú 21 (1-2): 1-26.
- WOSNITZA-MENDO C, GUEVARA-CARRASCO R. 2000. Adaptive response of Peruvian hake to overfishing. *NAGA*, 23 (1): 24-28.

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

CONTENIDO

Introducción	35
Evaluaciones y estado del stock	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
Proyecciones para varios escenarios	49
Proyección por flotas	51
Recomendaciones entre escenarios	52
Consideraciones de manejo	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
Conclusiones y recomendaciones	59
Sobre las evaluaciones	59
Sobre el manejo	59
Referencias	61
Tablas	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

REPORT OF THE FIRST SESSION OF THE INTERNATIONAL PANEL OF EXPERTS FOR ASSESSMENT OF PERUVIAN HAKE POPULATION. MARCH 2003

CONTENT

Introduction	35
Assessments and state of the stock	35
Brief history of Peruvian hake assessments	35
Warning signals	37
Size	37
Avoidance of fishery regulations	37
Discards	38
Landings by fleet type	38
Why Peruvian hake is in trouble?	38
Assessments of the Panel	39
Preliminary analysis and work schedule	39
Stock size estimation of Peruvian hake	41
Exploitation pattern	44
State of the hake stock at the start of 2003	44
Fishing mortality	46
Conclusions of the assessment	46
Comparison of the basic data between present and former assessments	47
Reference points	47
Conclusions of the Panel	49
Projections in different scenarios	49
Projection by fleet	51
Recommendations among scenarios	52
Management considerations	53
Distribution area	53
Environment	53
Conflict among fleets	54
Legislation	55
Closure of the fishery	56
Minimum fish size and mesh size	56
Quota	56
Total catch	56
Individual catch quota	56
Individual transferable quota	57
Alternatives to hake	58
Conclusions and recommendations	59
On assessments	59
On management	59
References	61
Tables	61
Annex 1. Activity agenda	65
Annex 2. Description of the type of information for the hake assessment	68
Annex 3. Temporal series of maturity ogives	73
Annex 4. Formulation of the ICA-ADAPT scheme	74
Annex 5. Comparison of the population estimates by age using commercial CPUE	77

INTRODUCTION

The international panel was held at the Peruvian Sea Research Institute headquarter between March 18th to 22nd 2003, and was developed under the requirement of the Peruvian government, according to the schedule presented in Annex 1.

Terms of reference

- To determine the state of the stock of the Peruvian hake;
- To make projections on the yield and development of the fishery, in a scenario according to the state of the Peruvian hake stock;
- To comment on short and long term management measures for the Peruvian hake stock.

Structure of the report

The report shows the results of the Panel's work following the sequence defined in the terms of reference. Complementary or additional information is given in the Annexes of the Report.

ASSESSMENTS AND STATE OF THE STOCK

BRIEF HISTORY OF PERUVIAN HAKE ASSESSMENTS

The Peruvian hake stock has been assessed both by IMARPE and by international experts. It is interesting to mention the work of ARMSTRONG (1981) at the start of the 1980s, who estimated a *maximum sustainable yield* of 169,000 t per year and a biomass of 491,000 t.

By the mid 1990s, LLEONART and GUEVARA (1995) detected in 1993 a biomass not

INTRODUCCIÓN

El panel internacional de expertos "Evaluación de la Merluza Peruana" se desarrolló en la sede central del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), a solicitud del gobierno peruano, del 18 al 21 de marzo de 2003 de acuerdo con una agenda de trabajo que se presenta en el Anexo 1.

Términos de referencia

- Estimar el estatus del stock de la merluza peruana;
- Proveer proyecciones del rendimiento y desarrollo del stock, bajo un escenario pesquero apropiado para el stock de la merluza peruana;
- Comentar sobre medidas administrativas apropiadas de corto y mediano plazo, para la merluza Peruana.

Organización de este informe

En este informe se presentan los resultados del trabajo del panel siguiendo la secuencia establecida en los términos de referencia. La información complementaria o adicional se presenta en los anexos.

EVALUACIONES Y ESTADO DEL STOCK

RESUMEN HISTÓRICO DE LAS EVALUACIONES DE MERLUZA

El stock merluza ha sido evaluado tanto por el IMARPE como por misiones de expertos internacionales. Creemos interesante mencionar que, a principios de los años 80, ARMSTRONG (1981) calculó un rendimiento máximo sostenible de 169.000 t anuales y una biomasa de 491.000 t.

A mediados de los años 90, LLEONART & GUEVARA (1995) detectaron una biomasa

higher than 175,000 t, and recommended to fish not more than 60,000 t per year.

LASSEN et al. (1998) estimated a biomass higher than 250,000 t and an annual maximum sustainable yield (long-term) of 140,000 t; although for the short-term they recommended a catch in the range of 70,000 to 100,000 t.

ESPINO et al. (Eds.) (2001) gave an optimistic appreciation for 2001, estimating a biomass of 500,000 t and a yield between 80,000 and 120,000 t per year.

GONZÁLEZ COSTAS (2003) calculated a biomass of 111,370 t for 2003, and recommended to close the fishery.

All these results show a variable productivity of the Peruvian hake stock. The comparison of present and former mean Spawning Stock Biomass (SSB) and long-term annual yield estimations (Table 1), describes the variable nature of the hake stock, mainly due to variation in recruitment. The 1980s were a period of very low recruitments while in general the 1990s showed higher ones.

para 1993 no superior a las 175.000 t y recomendaron no pescar más de 60.000 toneladas anuales.

LASSEN et al. (1998) estimaron una biomasa superior a 250.000 t, con un rendimiento máximo sostenible (largo plazo) de 140.000 t anuales, aunque a corto plazo recomendaron una captura de 70.000 a 100.000 t.

ESPINO et al. (Eds.) (2001) dieron una visión optimista para 2001, estimando una biomasa de 500.000 t y una captura entre las 80.000 y las 120.000 t anuales.

GONZÁLEZ COSTAS (2003) calculó para 2002 una biomasa de 111.370 t y recomendó cerrar la pesquería.

Estos resultados reflejan una productividad variable de la merluza. La comparación del Stock medio de Biomasa Desovante (SBD) aquí presentado y los estimados anteriores con los rendimientos anuales a largo plazo (Tabla 1), ilustran la naturaleza variable del stock de merluza, debido fundamentalmente a la variación del reclutamiento. Los años 80 constituyeron un periodo de muy bajos reclutamientos, los cuales en los años 90 fueron altos.

Table 1.- Comparative estimations of the SSB and long-term yield in different Peruvian hake assessments.

Tabla 1. Comparación de estimaciones de biomasa desovante (SBD) y rendimientos a largo plazo, en distintas evaluaciones de la merluza peruana.

Periodo	Autor(es)	Estimación Original		Esta evaluación (Panel)	
		SSB ('000 t)	Rendimiento de Largo Plazo ('000 t)	SSB _{max} ('000 t)	Redimiento en F _{max} en base al patrón de explotación de 1996-1999 ('000 t)
1971-2001	Esta evaluación			206	77
2003	Esta evaluación			SSB ₂₀₀₃ = 33	-
1971-1980	Armstrong (1981)	491	169	136	50
1981-1990				136	50
1993	Lleonart & Guevara (1995)	175	60	SSB ₁₉₉₃ = 460	-
1985-1995	Lassen et al (1998)	250	140	235	80
1990-1999	Espino et al (2001)	500	80-120	330	138
2001	Costas-Gonzales (2002)	111	-	SSB ₂₀₀₁ = 137	55

WARNING SIGNALS

Assessments are not the only source of information on the state of the stocks. There exist other sources that can indicate some trends. We briefly present some of them.

Size.- Mean size in catch has been diminishing through the history of Peruvian hake fishery, from mean values of 45 cm of total length in 1971, to 25 cm in 2001, indicating the non sustainability of the legal mean size of 35 cm of total length (Figure 1). This means that fishers have been reducing the gear selectivity to maintain yields.

SEÑALES DE ALERTA

Las evaluaciones no son las únicas fuentes de información sobre el estado de los stocks. Existen otras fuentes que pueden indicar las tendencias. A continuación, presentamos brevemente algunas de ellas.

Tallas.- Las tallas medias de captura han ido disminuyendo a lo largo de la historia de la explotación de la merluza desde valores medios de 45 cm en 1971 hasta 25 cm en 2001, haciendo insostenible la talla mínima legal de 35 cm (Figura 1). Esto significa que los pescadores han ido reduciendo la selectividad de sus redes con el fin de mantener la producción, que iba disminuyendo.

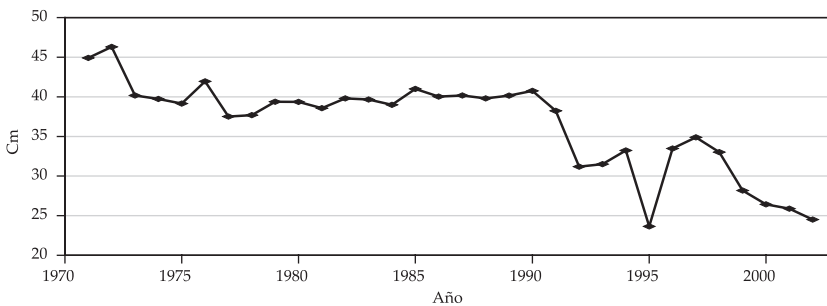


Fig. 1.- Annual mean size at catch for all fleets (1970 -2002).

Fig. 1.- Talla media en la captura total anual de todas las flotas (1970 - 2002).

Avoidance of fishery regulations.- One consequence of overexploitation is the progressive avoidance of regulations by fishers or the adjustment of the regulation to maintain a level of yield impossible to obtain in other cases. Minimum mesh size of gears was reduced from 110 mm to 90 mm (by regulation since April 2001), and illegal gears with lower mesh size were employed, including the use of covers on the cod-end. The progressive reduction of minimum mean size in catch has also been a regular practice as was pointed out

Incumplimiento de la legislación.- Una consecuencia de la sobreexplotación de los recursos es el progresivo incumplimiento o adaptación de la legislación, con el fin de mantener una producción que el cumplimiento de la legislación no permitiría. Se ha disminuido los tamaños de las mallas de las artes de pesca, desde 110 mm a 90 mm (legalmente desde abril de 2001), y a mallas inferiores ilegales, o se ha hecho uso de sobrecopo. También se ha incumplido progresivamente con las tallas mínimas de captura, tal como también se puso de

during the first day session of the Panel.

Discards.- The increase of discards (although there were no data, all stakeholders, attending the first day session of the Panel, agreed on its importance) is a consequence of an inappropriate relationship between fishing technology and markets. Bad fishery praxis leads to an increase of noncommercial by-catches generating discards. Laws against discards have low efficacy, because discards are not so much owed to bad praxis but their consequence.

Landings by fleet type.- There exist data of landings by fleet type (described in Annex 2). In the last years landings (Figure 2) were dominated by the so called coastal fleet (EAC: Coastal trawl vessels) and medium sized fleet (EAME: Medium sized trawl vessels).

manifiesto durante las sesiones mantenidas a lo largo del primer día del panel.

Descartes.- La aparición e incremento de descartes (aunque sin datos, todos los sectores estuvieron de acuerdo en su importancia) es una consecuencia de una inapropiada relación entre la explotación tecnológica y el mercado. La mala praxis pesquera lleva a la realización de capturas que dejan de ser comerciales y generan el descarte. Las leyes contra el descarte son poco eficientes, porque el descarte es no tanto una causa de mala praxis sino su consecuencia.

Desembarques por tipo de flota.- Existen datos de captura por unidades de flota (Anexo 2). En los últimos años las capturas (Fig. 2) son dominadas por la flota "costera" (EAC: Embarcaciones de Arrastre Costero) y de "mediana escala" (EAME: Embarcaciones Arrastreras de Mediana Escala).

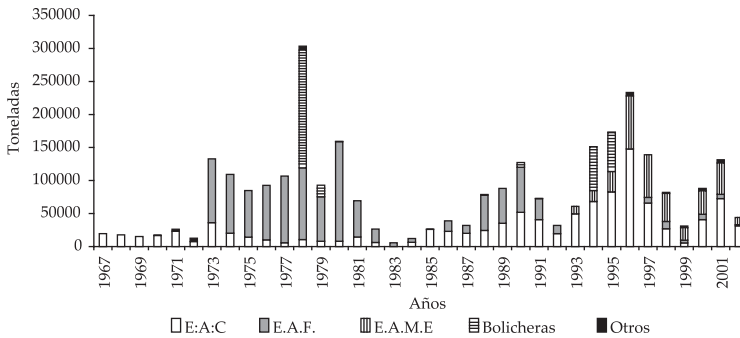


Fig. 2.- Annual landings of Peruvian hake by fleet type (1967 -2002).

Fig. 2.- Extracción anual de merluza según tipo de flota (1967 – 2002).

Why Peruvian hake is in trouble?.- The Panel thinks that the primary reasons of over-fishing were the adjustment of legislation to tolerate overexploitation, allowing changes of the minimum limits of fish size at catch and mesh size of the gear, as well as the estimation of excessive catch levels.

¿Por qué la merluza peruana tiene problemas?.- Creemos que las causas de los problemas de sobreexplotación de la merluza peruana son la adecuación de la legislación a la situación de sobrepesca, permitiendo cambios en los límites mínimos de tallas y mallas, así como la determinación de cuotas anuales excesivas.

The implementation of an annual Total Allowable Catch (TAC) system is recorded since 1997 (Table 2) and in general, catches were higher than those recommended by international panels (who never recommended TAC higher than 100,000 t). It was common to increase the TAC during the year (probably to fit reality), wherewith the system lost its power to limit catches to sustainable levels.

La aplicación del sistema de cuotas anuales de pesca se observa explícitamente desde 1997 (Tabla 2) y fueron generalmente superiores a las recomendadas por los paneles internacionales (que nunca recomendaron cuotas mayores de 100.000 t). Frecuentemente estas cuotas se ampliaban en el curso del año (probablemente para ajustarse a la realidad), con lo cual perdía toda su eficacia para limitar la captura a niveles sostenibles.

Table 2.- Total allowable catch and final landings in Peruvian hake fishery.

Tabla 2. Cuotas de pesca y extracción final en la pesquería de la merluza peruana.

Año	Cuota (t)	Captura (t)
1994		151 310
1995		173 340
1996		233 281
1997	150 000	138 946
1998		82 021
1999		31 192
2000		88 096
2001	130 000	131 382*
2002	60 000	44 076**
1971-2002		89 563***

* Inicialmente 120,000 t ampliada a 130,000 t

** Se interrumpe la pesca en septiembre

*** Promedio por el periodo 1971-2002

Definitely we think that the problem of hake over-fishing has two causes: (i) highly optimistic assessments done in the past; and (ii) low severity of the enforcement of fishery regulations or adjustment to be more tolerant. In conclusion, we think that the main cause of this problem is more the inadequate use of management tools than the management tools itself.

ASSESSMENTS OF THE PANEL

Preliminary analysis and work schedule.- A preliminary review of the data indicated that the exploitation pattern has changed dramatically in the last years. The fishery fleet concentrated on 2 year old juveniles. This constituted a well defined change in its behavior, in contrast

En definitiva pensamos que los problemas de sobreexplotación de la merluza tienen dos causas: (i) evaluaciones excesivamente optimistas realizadas en el pasado; y (ii) poca rigurosidad en el cumplimiento de las normas o adaptación de éstas a situaciones más permisivas. En definitiva creemos que este problema tiene su causa en el uso inadecuado de las herramientas de gestión más que en las propias herramientas.

EVALUACIONES REALIZADAS POR EL PANEL

Análisis preliminar y plan de trabajo.- Investigaciones preliminares de los datos indicaron que el patrón de explotación había cambiado dramáticamente durante los últimos tiempos; la flota pesquera se concentraba en juveniles particularmente de 2 años de edad. Esto fue un cambio bien definido en el com-

to previous periods in the time series. The assessment was conducted in two parts:

- The period 1971-1995 was analyzed under the assumption that fishing mortality (F) can be separated in two components: annual effects and age effects. For the period 1996-2003 fishing mortality was allowed to vary by age and year, incorporating the data of the cruise conducted in summer (January-February) 2003. The model was implemented in a worksheet called "ICA-ADAPT".
- The resultant time series were verified with an XSA run (*eXtended Survivors Analysis*, a VPA tuning methodology that uses data of commercial fleets and scientific cruises). However, this analysis was not used in the final calculations, because of the method's constraints when using cruise results.

The analyses was conducted with a catch matrix of ages 1-10+ and a cruise matrix of ages 1-6+.

CPUE data of the commercial coastal fleet, for ages 5-7, were included in the estimation; the other ages were useless as population indices (Annex 5). There were no data on CPUE of other fleets for the 1970s. As a consequence, available CPUE data represented only a limited part of the total area of distribution, and were not always representative of the abundance of the total area.

The available database has been renewed with the results of the last evaluation cruise and the new data of the maturity ogive. This has increased the estimation of SSB, specifically the biomass of age group 2.

portamiento de la flota pesquera en comparación con previas etapas de la serie temporal. La estimación fue conducida en dos partes:

- El período 1971-1995 fue analizado suponiendo que la mortalidad de la pesca (F) puede ser separada en dos componentes: efectos anuales y efectos de edad. Los años 1996-2003 (inicios) fueron analizados permitiendo variar la mortalidad por pesca por edad y año. Este análisis incluye los resultados preliminares del crucero del 2003. La planilla en que se implementa este modelo, se llama "ICA-ADAPT".
- Las series temporales totales fueron constatadas con un análisis XSA (*eXtended Survivors Analisis*, metodología que permite la calibración de un VPA con información procedente de flotas comerciales o cruceros). Este análisis no fue usado para los cálculos finales, por las restricciones que tiene el modelo para el uso de los resultados de cruceros.

Los análisis fueron realizados con matrices de edades de 1 a 10+ en la evaluación y de edades 1 a 6 en las de cruceros.

Los datos de CPUE de la flota comercial costera fueron incluidos en la estimación pero solamente para edades 5 a 7, pues los demás grupos de edad no sirven como índice de la población (Anexo 5). No hay datos disponibles de CPUE de las otras flotas en los años 70. Por tanto, los datos de CPUE solo representaron a una parte limitada del área de distribución, cuya abundancia no siempre refleja la del área total.

La base de datos ha sido renovada con los resultados del último crucero de evaluación y los nuevos datos de la ojiva de madurez. Esto incrementa los estimados de biomasa reproductora (SSB) esencialmente con la biomasa del grupo de edad 2.

The XSA gives the general trends of SSB and F, but could not be used for stock projections because of *shrinkage* and the great changes of the exploitation pattern during the last years.

Considering the general trend of recruitment, an average of 700 million of individuals of age 1 was calculated. This would correspond to an expected mean catch level of 77,000 t. However, the stock size showed inter-annual variations with high and low recruitments, that might even under good management be able to produce the half or the double of the average yield.

Trends obtained in the present reviewed assessment are similar to those obtained in the past.

Stock size estimation of Peruvian hake.-

The data from IMARPE available to the panel are described in Annex 2. For both assessment methods (ICA-ADAPT and XSA) a natural mortality value (M) of 0.38 per year was used.

a) XSA assessment for 1971-2002

A parallel assessment was conducted both with ADAPT and XSA methods. The second one assumes a constant exploitation pattern, and therefore it is not the best one in the case of Peruvian hake where evidence of its variation is notable. However it was considered of importance to compare the results by using both methods.

XSA was conducted with time series 1995-2002 as a source for calibrating, defining age group 7 as plus group and using *shrinkage* of SE=0.5 over ages 2 and 3.

El XSA proporciona la tendencia general para SSB y F pero no puede ser usado para las proyecciones a causa del *shrinkage* y de los grandes cambios en el patrón de explotación en los últimos años.

Para el nivel global de reclutamiento encontramos un promedio de 700 millones de individuos de edad 1. Esto correspondería con una captura media esperada de 77.000 t. No obstante, el tamaño del stock presenta variaciones interanuales con periodos de alto o bajo reclutamiento que podrían, incluso en una pesquería bien gestionada, tanto reducir a la mitad como doblar el valor promedio de producción.

Las tendencias halladas en la evaluación revisada son similares a las obtenidas previamente.

Estimación del stock de la merluza.- La descripción de la información puesta a disposición del panel por el IMARPE se encuentra en el Anexo 2. Para ambos métodos de evaluación (ICA-ADPT y XSA) se ha utilizado una mortalidad natural (M) de 0,38 por año.

a) Evaluación XSA para 1971-2002

En forma paralela se ha realizado la evaluación con los métodos ADAPT y XSA. Esta segunda metodología asume un patrón de explotación constante, de ahí que no sea el más apropiado en el caso de la merluza peruana, con evidencias de una amplia variación a lo largo de la serie temporal. No obstante, se ha considerado de importancia comparar los resultados de ambos métodos. El XSA se ha realizado utilizando la serie de cruceros 1995-2002 como fuente de calibración, fijando el grupo plus en la edad 7 y aplicando un *shrinkage* de SE=0,5 sobre edades de 2 y 3 años.

Even when the results showed differences in the magnitude of some parameters, it was possible to observe similar trends in fishing mortality, recruitment and spawning stock biomass (SSB).

b) ICA-ADAPT assessment for 1971-2002, including the survey of January–February 2003.

This was the main assessment of the stock. The basic assumption was the stability of the fishery in the period 1971-1995 with respect to the exploitation pattern, showing great changes after that, with the capture of small-sized individuals. This fact is well illustrated in the size composition of samples from the commercial fleets (Figure 3) where a decrease of mean size in landings from 1972 to 2002 is observed. This decrease is a combined effect of changes in fishing practices (orientated to small-sized individuals) and possible changes in discard practices (maintaining a higher number of small individuals onboard).

The analysis was conducted dividing the series in two periods: the first one with separable fishing mortality in its two

Los resultados, aun con diferentes niveles de magnitud en algunos parámetros, han mostrado similares tendencias en la serie histórica de la mortalidad por pesca, el reclutamiento y la biomasa del stock reproductor (SSB).

b) Evaluación ICA-ADAPT para 1971-2002 incluyendo el crucero de Enero-Febrero 2003.

Esta fue la principal evaluación del stock. La asunción básica es que la pesquería fue estable en el período 1971-1995 con respecto al patrón de explotación, sufriendo grandes cambios en el período siguiente para concentrarse fundamentalmente en la captura de ejemplares pequeños. Esto queda perfectamente ilustrado en la composición de tallas obtenida del muestreo de las flotas comerciales (Figura 3), donde se observa el descenso en la talla de los desembarques 1972-2002. Este descenso es un efecto combinado de un cambio en la práctica pesquera (dirigida a ejemplares cada vez más pequeños) y posibles cambios en la práctica de descarte (manteniendo a bordo un mayor número de ejemplares pequeños).

El análisis se llevó a cabo, dividiendo la serie temporal en dos períodos: el primero con mortalidad por pesca separable en sus dos componentes ($F = E_{\text{year}} * S_{\text{age}}$); en el segundo se

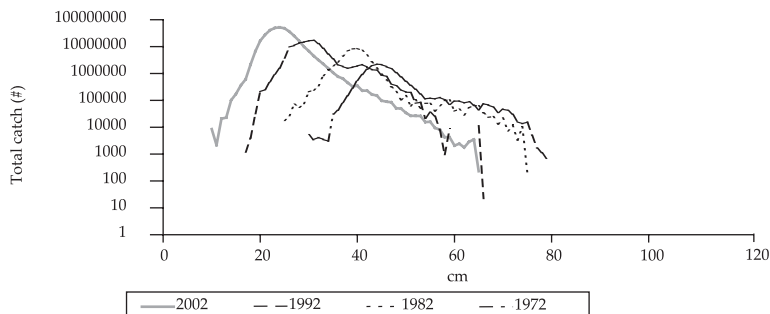


Fig. 3.- Size structure of commercial landings of Peruvian hake.

Fig. 3.- Composición por tamaños de las capturas comerciales de merluza.

components ($F = E_{\text{year}} * S_{\text{age}}$); the second one when F was allowed to vary by age and year. The analysis also included a restriction in the variability of the level of F among years.

The mathematical formulation of the ICA - ADAPT analysis is given in Annex 4. The model was implemented in an EXCEL worksheet.

Traditional approach of XSA and ICA does not reflect the changes happened in hake fishery because the fishing pattern changed during 2001-2002, from focusing on age groups 3 and plus to age groups 1 and 2 in response to the absence of older groups. These models assume a constant pattern of exploitation or, in the case of XSA, a very slow change because of the effect of *shrinkage* introduced in the model. However they are suitable for the rest of the time series (from 1971 to 2000).

Abundance indexes from cruises, obtained using a cover on the cod-end, have been available from 1995 on. This allowed us to cover age groups 1 to 6.

The ADAPT model was run as described by LASSEN et al. (1998) using the series (without cover) 1990 to 1994, including the series (with cover) 1995-2003 (including the cruise of summer 2003). Table 3 describes the fit. Even when individual observations have great variations, it is important to note that conclusions about the state of the assessed stock with a different methodology (XSA) are similar.

The summer (January – February) cruise of 2003 was conducted in a different season in relation to other cruises of the series (except 1999). Table 4 shows that results of the estimation were not affected by using data of this cruise. They were in agreement

permitted that F variara libremente. El análisis también incluyó una restricción de la variabilidad del nivel de F entre años.

La formulación matemática del análisis ICA - ADAPT está dada en detalle en el Anexo 4. El modelo fue implementado en una hoja de cálculo del programa EXCEL.

Las aproximaciones tradicionales del XSA y del ICA no reflejan apropiadamente los cambios ocurridos en la pesca de la merluza, debido al cambio en el comportamiento de la explotación pesquera durante el 2001-2002, tiempo durante el cual la flota cambió drásticamente de una pesca enfocada a ejemplares de 3 años a más, a una pesca sobre edades de 1 a 2 años, por no existir ya población de mayor edad. Estos modelos asumen una explotación constante o, como es el caso del XSA, una variación muy lenta en el patrón de explotación, debido al efecto de *shrinkage* introducido en el modelo. Sin embargo, estos modelos resultan apropiados para el resto de la serie temporal (desde 1971 hasta el 2000).

Los índices de abundancia, obtenidos mediante el uso de una red con sobrecopo, han estado disponibles para el período 1995 en adelante. Esto ha permitido cubrir las edades de 1 a 6 años.

El modelo ADAPT fue ajustado del modo descrito en LASSEN et al. (1998), utilizando la serie (sin sobrecopo) 1990 al 1994, pero conjuntamente con los datos obtenidos con sobrecopo 1995-2003 (que incluye el crucero de enero-febrero 2003). La Tabla 3 describe el ajuste. Si bien, las observaciones individuales tiene bastante variación, es importante observar que las conclusiones del estado del stock son similares aplicando un método diferente, en este caso el "XSA".

with the rest of the given information.

Exploitation pattern.- The average exploitation patterns for 1971-1995, for 1996-1999 and for 2002 are shown in Figure 4.

Catches of 2002 were strongly dominated by age groups 1 to 3, and in fact age groups of 7+ were not detected. The exploitation pattern of these age groups (7-9) in 2002 resulted unreliable and was not shown in figures.

State of the hake stock at the start of 2003.- Results of estimated recruitment are referred to age 1 (i.e. number of 1 year old hake at the start of the year). Both methods (ICA-ADAPT and XSA) are compared in Figure 5, and some comments are necessary:

Recruitment estimations for the period about 1995 are similar. ICA-ADAPT suggest a very low future recruitment, while XSA estimation is more optimistic. Obviously neither is accurate.

ICA-ADAPT estimates lower recruitments at the start of the series (70s) than XSA. This is a consequence of assuming separable fishing mortality. XSA analysis suggests a change of the exploitation pattern.

Table 3.- Obtained solution with ICA-ADAPT model, presented in "Deviance" Table (ANOVA Type).

Tabla 3.- La solución por el modelo ICA-ADAPT es obtenida con la tabla "Deviance" (tipo ANOVA).

	Weight	SSQ	No obs	SSQ/No Obs
Capturas 71-95	1	290.17	189	1.535
Capturas 96-02	1	0.66	59	0.011
Cruceros	1	127.47	64	1.991
CPUE	1	182.69	65	2.811
Normalización de S(edad)	10000	0.00		
Variación in E (año-por-año)	10	3.17		
Total		632.73	377	1.890

El crucero de enero-febrero de 2003 fue ejecutado en diferente época del año que los anteriores, salvo el de 1999. La Tabla 4 muestra que incluyendo los índices del crucero de 2003, los resultados de la estimación del stock resultan sin mayor influencia, pues son consistentes con el resto de la información dada.

Patrón de explotación.- El modelo promedio de explotación observado en los años 1971-1995, en 1996-1999, y del patrón de la pesca en el 2002 se muestran en la Figura 4. Las capturas de 2002 estuvieron fuertemente dominadas por las edades 1-3 y virtualmente no se detectaron ejemplares de edades 7+. El patrón de explotación estimado para estos grupos de edad (7-9) en 2002 no resulta fiable por lo que no ha sido incluido en la gráfica.

Estatus del stock de la merluza a inicios del 2003.- Los resultados del reclutamiento estimado hacen referencia a la categoría de edad 1 (i.e. número de merluzas de edad 1 al comienzo del año). Las estimaciones obtenidas con ambos métodos (ICA-ADAPT y XSA) son comparadas en la Figura 5. Al respecto es necesario comentar lo siguiente:

Las estimaciones del reclutamiento para el período que rodea al año 1995 son similares. El ICA-ADAPT sugiere un futuro reclutamiento muy bajo, mientras la estimación del XSA es más optimista. Naturalmente, ninguna de las dos estimaciones es precisa.

Table 4.- Results of ADAPT, with and without inclusion of the 2003 cruise data.

Tabla 4.- Resultados de ADAPT, con y sin inclusión de los datos del Crucero de 2003.

Año	Incl. 2003		Excl. 2003		Difference %	
	SSB	R(edad=1)	SSB	R(edad=1)	SSB	R(edad=1)
2002	56,912	319,450	56,355	319,550	1.0%	0.0%
2003	33,147	103,128	32,146	102,487	3.1%	0.6%

The strong year class of 1990 resulting in the ICA-ADAPT analysis is an artifact produced by the absence of age structure samples in 1992-1993. Both models handle this absence in a different way.

SSB was calculated as stock at the start of the year, mean weight at age was obtained from cruises and referred to the spawning season (approximately the middle of the year), and maturity curves were also obtained from cruises. Results are compared in Figure 6, and also in this case it is necessary to point out some

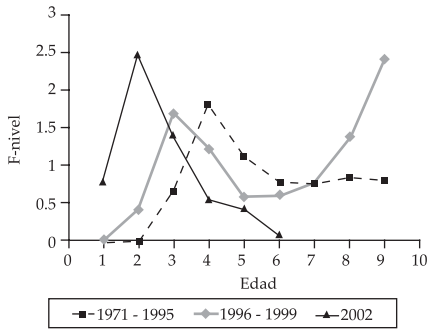


Fig. 4.- Variation of exploitation pattern of Peruvian hake in three periods.

Fig. 4.- Variación del patrón de explotación de la merluza peruana, en tres periodos.

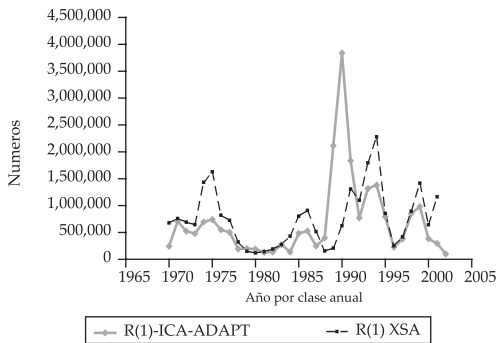


Fig. 5.- Estimated recruitment of hake (age 1), as result of two assessment methods: ICA-ADAPT and XSA.

Fig. 5.- Estimación del reclutamiento de la merluza (edad 1), según dos métodos de evaluación: ICA-ADAPT y XSA.

El ICA-ADAPT estima un reclutamiento más bajo al comienzo de la serie histórica (años 70s) que el XSA. Esto es consecuencia de asumir que puede separarse la mortalidad por pesca. El análisis de XSA sugiere un cambio en el patrón de explotación.

La fuerte clase anual de 1990 indicada por el análisis ICA-ADAPT es un artefacto fruto de la ausencia del muestreo biológico para la estimación de la edad en 1992-1993. Ambos modelos tratan de forma diferente esta información ausente.

La SSB es calculada como el stock al comienzo del año, el peso medio por edad obtenido en los cruceros realizados en la época de puesta (mediados de año) y la ojiva de madurez obtenida en estos mismos cruceros. La Figura 6 compara los resultados. Del mismo modo que con la estimación del reclutamiento, la estimación del SSB permite las siguientes puntualizaciones:

El SSB es, por convención, estimado a principio de enero. El desove ocurre a mediados de año, de modo que la biomasa real será más baja que la estimada. Naturalmente, no hay información sobre la

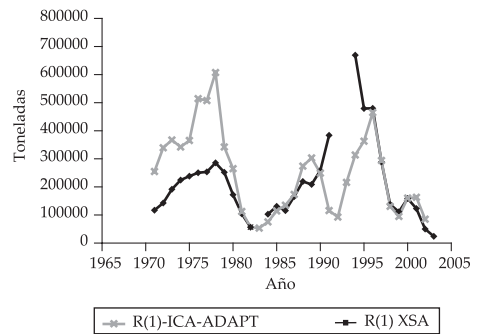


Fig. 6.- Comparative estimation of the hake spawning stock biomass (SSB) with the methods ICA-ADAPT and XSA.

Fig. 6.- Comparación de la estimación de la biomasa desovante (SSB) de la merluza, con los métodos ICA-ADAPT y XSA.

thoughts:

SSB is, by convention, estimated at the start of January. The spawning starts at the middle of the year, so that real biomass shall be lower than estimated. Naturally, as there is no information on fishery seasonality, resultant SSB should be considered as a nominal value for inter-annual comparisons.

As observed in the results of the recruitment, differences in the estimation of SSB for the 70s and the extremely high value suggested by ICA-ADAPT at the start of the 90s are artifacts due to the absence of sampling in 1992-1993.

Analyses, with or without the summer cruise of 2003, indicate that the extremely low stock level at the start of 2003 does not depend on this inclusion. Results agree with the observations of the fishery and cruises of 2002.

Fishing mortality (F).- Fishing mortality of the time series (1971-2002) was calculated as the average of fishing mortalities of ages 3 to 8. Figure 7 shows the trend among years.

CONCLUSIONS OF THE ASSESSMENT

- 1.- Hake stock varies with the environment and there are periods of high and low recruitment.
- 2.- Historical data suggests that a stock in good health should have a SSB between 100,000 and 200,000 t. The present estimation suggests that the SSB at the start of 2003 is 20% of that level (~33,000 t) or less;
- 3.- The assessment indicates that the stock was low at the start of 1980, but that the level of SSB was the double of the actual values;
- 4.- There are signs of low recruitment in

estacionalidad de la pesquería, así que el SSB resultante debería ser tomado como un valor nominal que permite establecer comparaciones interanuales.

Del mismo modo que se observaba en el reclutamiento, se detectan diferencias entre las estimaciones para los años 70s y el extremadamente alto valor sugerido por el método ICA-ADAPT a principios de los 90s, que son artificios no confiables que resultan de la ausencia de muestreo en 1992-1993.

Los análisis, incluyendo o excluyendo el crucero 2003, indican que el extremadamente bajo stock desovante a principios de 2003 no depende críticamente de su inclusión, pues los resultados del crucero están en concordancia con las observaciones de la pesquería en 2002 y el crucero de 2002.

Mortalidad por pesca.- La mortalidad por pesca de la serie histórica (1971-2002) fue estimada como el promedio de la mortalidad entre las edades 3 a 8. La Figura 7 muestra los niveles de mortalidad relativa entre años.

CONCLUSIONES DE LA ESTIMACIÓN

- 1.- El stock de la merluza varía con el ambiente y hay períodos de alto y de bajo reclutamiento.
- 2.- La data histórica sugiere que un stock en buena condición debería tener una SSB entre 100.000 y 200.000 t. El presente estimado sugiere que el SSB a principios del 2003 está a 20% de ese nivel (~33.000 t) o menos;
- 3.- La estimación indicó que el stock era bajo a inicios de 1980, pero esos bajos niveles de SSB, son casi el doble de los valores ahora vistos en el stock;
- 4.- Hay indicaciones de bajo reclutamiento en el 2000, en el 2001 y el 2002;

2000, 2001 and 2002;

- 5.- Exploitation is focused on age groups 1 and 2, and there are drastic changes in the exploitation pattern.

Comparison of basic data between present and former assessments.-

Maturity ogives have been updated and reviewed, showing differences with those of other assessments (Annex 3): while former ogives showed a marked increasing trend in age groups 2 and 3 from the start of the 1990s; the new one is much more stable during the time series. These differences produce different SSB levels, that are more evident when compared in weight rather than in number.

Reference points.- The stock-recruitment (S-R) relationship calculated using ICA-ADAPT is presented in Figure 8. It shows a trend toward a low recruitment in a few cases when the SSB is approximately below 100,000 t. But these periods are associated with unfavorable environment and it does not result clear if the failure in recruitment is linked to a lack of spawners.

- 5.- La explotación se concentra en 1 y 2 años de edad en el 2002 y hay cambios drásticos en el patrón de explotación.

Comparación entre los datos básicos utilizados en la nueva evaluación y otras anteriores.-

La ojiva de madurez ha sido actualizada y revisada, mostrando diferencias con la empleada en evaluaciones diferentes (Anexo 3): mientras la antigua ojiva muestra una marcada tendencia ascendente para las edades 2-3 a partir de los 90s, la nueva ojiva permanece mucho más estable a lo largo de la serie histórica. Estas diferencias proporcionan diferentes SSB en los resultados de la evaluación, pero mientras aquéllas son evidentes en peso no lo son tanto si comparamos los SSB en número.

Puntos de referencia.- La relación stock-reclutamiento que se ha calculado usando el ICA-ADAPT se presenta en la Figura 8. Muestra una tendencia a un bajo reclutamiento en unos pocos casos cuando el stock reproductor está por debajo de aproximadamente 100.000 t. Pero estos periodos están asociados con un ambiente desfavorable y no está claro que el fallo del reclutamiento esté asociado a la falta de reproductores.

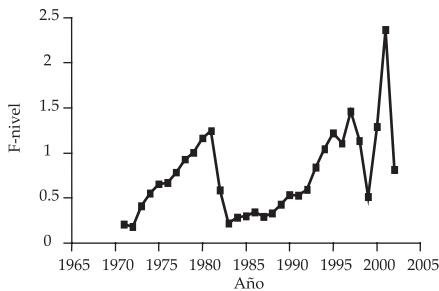


Fig. 7.- Trend in annual fishing mortality F (3-8) in hake, between 1970 and 2002.

Fig. 7.- Tendencia en el nivel de mortalidad por pesca F(3-8) anual de la merluza entre 1970 y 2002.

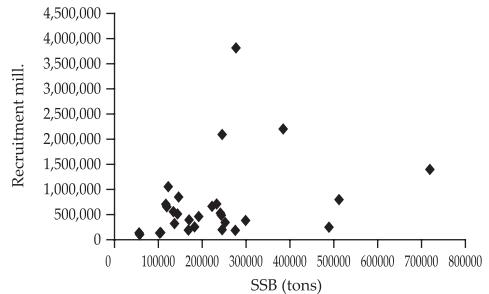


Fig. 8.- Stock - recruitment relationship in Peruvian hake (1971 - 2002).

Fig. 8.- Relación stock - reclutamiento en la merluza peruana (1971 - 2002).

The time series of recruitment at age 1, obtained with ICA (1971-1995) and ADAPT (1996-2002), shows a low level period between 1978 and 1985 due to unfavorable environmental conditions. After that, the stock showed a higher recruitment and now it might probably be in a period of low recruitments comparable to that of the 80s.

The panel considered the reference points based on yield per recruit (Figure 9). Average exploitation pattern for 1996-1999 was used in the calculations. This pattern showed that only age groups 4+ were completely recruited and in consequence $F(4-8)$ was used. This corresponds well with the $F(4-6)$ of the XSA, but is higher than that of GONZÁLEZ COSTAS (2003) who included ages 2-6 in the average, thus leading to lower F values because of the low value of $F(2)$ and also $F(3)$. The mean weight was the average of the last three years (2000-2002).

The optimum exploitation was obtained with the exploitation pattern of 2002, and was about half that obtained with the 1996-1999 pattern; while SSB would be

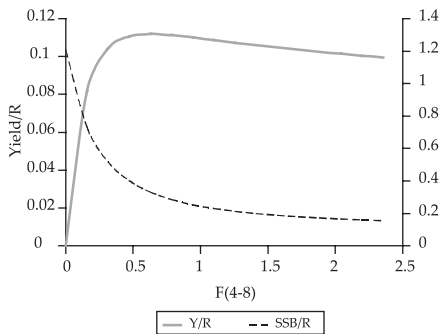


Fig. 9.- Yield per recruit (Thompson & Bell model) in Peruvian hake.

Fig. 9.- Rendimiento por recluta (modelo de Thompson & Bell) para la merluza peruana.

La serie temporal de reclutamiento a la edad 1, obtenido por ICA (1971-1995) y ADAPT (1996-2002), muestra un periodo de bajo reclutamiento entre 1978-1985 causado por condiciones ambientales desfavorables. El stock experimentó luego un mayor reclutamiento, y ahora puede estar sufriendo un periodo de bajo reclutamiento comparable al de los años 80.

El panel considera los puntos de referencia basados en el rendimiento por recluta (Figura 9). Para los cálculos se ha usado el patrón de explotación promedio para el periodo 1996-1999. Este patrón muestra que solamente las edades 4+ están completamente reclutadas y, en consecuencia, se usó el $F(4-8)$. Esto se corresponde bien con el $F(4-6)$ usado en el XSA, pero es mayor que el utilizado por GONZÁLEZ COSTAS (2003) porque él incluyó las edades 2-6 en el promedio y esto lleva la F a valores más bajos debido al bajo valor de $F(2)$ y también de $F(3)$. El peso medio fue el promedio de los tres años más recientes 2000-2002.

El óptimo de explotación pudo ser obtenido con el patrón de explotación de 2002, y es alrededor de la mitad del que se obtiene usando el de 1996-1999; y el SSB sería solamente de 2/3 del que puede ser alcanzado con un mejor patrón de explotación. Los estimados de $F_{0.1}$ y F_{max} se presentan en la Tabla 5.

Table 5.- Estimation of reference points $F_{0.1}$ and F_{max} from the YPR análisis.

Tabla 5.- Estimados de los puntos de referencia $F_{0.1}$ y F_{max} en el análisis de rendimiento por recluta.

$F_{0.1}$ F(4-8)	F_{max} F(4-8)	$F_{1996-1999}$ (4-8)
0.17	0.35	0.83

Los valores reales son inciertos porque la curva de rendimiento por

2/3 of that attained with a better exploitation pattern. Estimates of $F_{0.1}$ and F_{max} are shown in Table 5.

The real values are uncertain because the yield per recruitment curve is asymptotic. Little changes in some of the parameters, for instance mean weight per age group can change the final F_{max} value considerably. However, this uncertainty does not affect the final conclusion and the over-fishing can also be observed in the yield per recruitment analysis, thus the highest yield can be obtained with less effort. Also, the hake will have larger sizes and higher biomasses meaning higher CPUE in the commercial trawl fisheries.

CONCLUSIONS OF THE PANEL

1. To keep the stock within the limits of its known dynamic, the SSB should reach 100,000 t as a minimum biomass.
2. The main objective must be constraining the fishing mortality to a value that is equal to or less than $0.35 F_{max}$. This represents a considerable reduction of the fishing mortality when compared with the 1996-1999 fishing mortality level.
3. The observed 2002 exploitation pattern is much less than the optimal exploitation pattern and catches like that in 2002 should not be allowed in the future.

PROJECTIONS IN DIFFERENT SCENARIOS

The exploitation pattern used in 2002 is very far from the optimum level. Table 6 shows the SSB and the long-term yields that result by using that pattern, compared to that calculated with the 1996-

recluta tiene un tope asintótico. Pequeños cambios en algunos parámetros, como por ejemplo el peso medio por edad, puede hacer cambiar el valor de F_{max} apreciablemente. Naturalmente, esta incertidumbre no afecta a la conclusión final: que el stock de merluza peruana, también en términos de rendimiento por recluta, está sobrepescada y que los mayores rendimientos a largo plazo pueden ser extraídos con menos esfuerzo. También el recurso capturado será de mayor tamaño y la mayor biomasa indicada sugiere más altas CPUEs en las pesquerías comerciales.

CONCLUSIONES DEL PANEL

1. El SSB debe alcanzar 100.000 t como mínimo con el fin de mantener el stock dentro de los límites en que su dinámica es conocida.
2. El principal objetivo debe ser confinar la mortalidad por pesca al nivel de F_{max} (0,35) o por debajo. Esto representa una substancial reducción de la mortalidad por pesca comparada con el nivel observado en los años 1996-1999.
3. El patrón de explotación observado para 2002 representa una explotación muy por debajo del óptimo y la pesquería como la de 2002 no se debe permitir en el futuro.

PROYECCIONES PARA VARIOS ESCENARIOS

El patrón de explotación utilizado en 2002 está muy lejos del óptimo. La Tabla 6 muestra el stock desovante y los rendimientos a largo plazo resultantes al utilizar este patrón, comparados con los calculados con el patrón 1996-1999 en el punto de F_{max} . En

Table 6.- SSB and annual yield projections, under different exploitation patterns.

Tabla 6.- Proyecciones de biomasa desovante y rendimiento anual, según distintos patrones de explotación.

Patrón de la explotación	F(2)	F(3)	F(4-8)	SSB ('000 t)	Rendimiento ('000 t)
2002	0,95	0,52	0,07	165	40
1996 - 1999	0,23	0,90	0,45	230	77
1971 - 1995	0,01	0,37	0,96	230	90

1999 pattern in F_{\max} . In these calculations a mean recruitment of the period between 1971 and 2002 (approximately 700 million individuals per year) was used, the maturity curve was inferred from the most recent period (1995-2002) and the mean weight per age from the period 1999-2001 (based on a calculation of yield per recruitment). The Table 6 shows F_{\max} (ages 4-8), the corresponding SSB and the yield at a medium to large scale.

This comparison shows that the exploitation pattern used in 2002 will reach only 50% of the yield that would be expected under a more reasonable exploitation pattern, and that the SSB would even be lower, exposing the stock to a high risk of recruitment failure.

The SSB of 2003 is low, so low that there exists a real risk of recruitment failure, making the use of a median recruitment less trustworthy. That is why the Panel strongly recommends that the fishery should stay closed during 2003 to allow the recovery of the SSB at levels which assure the recruitment.

The Panel recommends strongly adjusting the fishery to a level of exploitation that captures the smallest possible amount of individuals less than 35 cm (actual legal minimum size for landings). The Panel also points out that there must be no discards, and changes in the fishing activity have to be made in that

los cálculos se utilizó el reclutamiento medio del período 1971-2002 (aproximadamente 700 millones de ejemplares anuales), la ojiva de madurez fue inferida del período más reciente (1995-2002) y el peso medio por edad del período 1999-2001 (basado en un cálculo de rendimiento por recluta). La Tabla 6 muestra F_{\max} (edades 4-8), el correspondiente SSB y el rendimiento medio a largo plazo

Esta comparación indica que el patrón de explotación usado en 2002 dará como máximo sólo un 50% del rendimiento que podría esperarse bajo un patrón de explotación más razonable, y que el SSB sería incluso más bajo, exponiendo al stock a un alto riesgo de reclutamiento fallido.

El SSB de 2003 es bajo, tan bajo que existe un riesgo real de que falle el reclutamiento, haciendo menos fiable el uso de un reclutamiento medio. Por ello, el Panel recomienda enfáticamente que la pesquería permanezca cerrada a lo largo del año 2003 para permitir la recuperación del SSB a niveles que aseguren el reclutamiento.

El Panel recomienda fuertemente que la pesquería sea ajustada a un patrón de explotación que capture el menor número posible de ejemplares inferiores a 35 cm (actual talla mínima legal de desembarque). El Panel también indica que la pesquería sea implementada de tal modo, que los ejemplares de tallas inferiores a la mínima legal no sean descartados, sino que se debe evitar su captura en la medida de lo posible ajustando la

sense, adjusting the selectivity of the gear in an effective way.

Different scenarios were simulated (Figure 10) assuming an exploitation pattern of 1996-1999 and limited discards. If this could be implemented and there were no failures in recruitment to expect due to the irresponsible fishery in 2001-2002, then the catch expectation from 2004 onwards shows that the stock might recover in less than 3-4 years.

The next projected scenario is in case that the fishery stays closed during 2004 (Figure 11). Those simulations suggest that one more year of closure (2004) would increment the SSB of 2005 in 20%, compared to the anterior scenario assuming a fishing pattern corresponding to F_{max} .

PROJECTION BY FLEET

The data give information about catch composition (catch per age and year) for the three types of fleets (Figure 12). Those data are used to segregate the exploitation pattern of 1996-1999,

selectividad del arte de un modo efectivo.

Se han simulado distintos escenarios (Figura 10), bajo la asunción de la aplicación del patrón de explotación de 1996-1999 y un descarte limitado. Si esto pudiese ser implementado y no hubiese fallos en el reclutamiento debido a la pesca irresponsable ejercida en 2001-2002, entonces el escenario de captura desde 2004 en adelante indica que el stock podría recuperarse en menos de 3-4 años si no hubiese fallos en el reclutamiento.

También se han proyectado escenarios en caso de mantener la pesquería cerrada durante 2004 (Figura 11). Estas simulaciones sugieren que un año más de cierre (2004) incrementaría el SSB de 2005 en un 20% comparado con el anterior escenario en que la pesquería es reiniciada en 2004 bajo una presión pesquera correspondiente a F_{max} .

PROYECCIÓN POR FLOTAS

Los datos proporcionan información sobre la composición de captura (captura por edad y año) para las tres unidades de flota (Figura 12). Estos datos son usados para segregar el patrón de explotación de 1996-1999, ($F_{flota} = F * C_{flota} / C_{total}$)

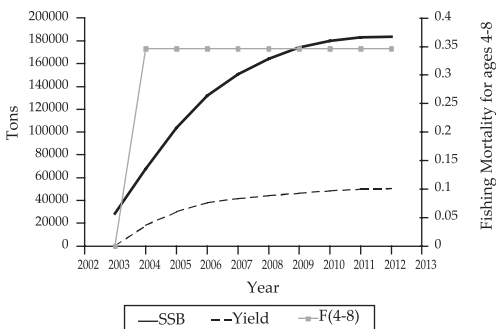


Fig. 10.- SSB and yield projections from the ban of the fishery in 2003, with fishing at the level of F_{max} , starting in 2004.

Fig. 10.- Proyecciones de biomasa desovante y rendimiento a partir del cierre de la pesquería en 2003, pescando con nivel de F_{max} a partir de 2004.

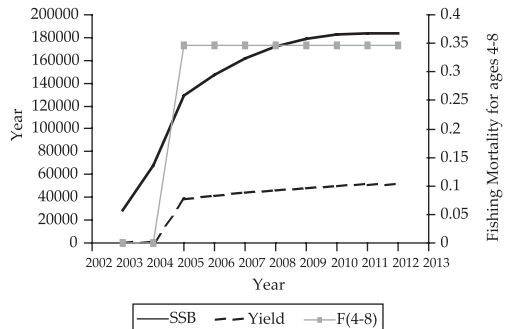


Fig. 11.- SSB and yield projections maintaining the ban in 2004, and fishing at the level of F_{max} starting in 2005.

Fig. 11.- Proyecciones de biomasa desovante y rendimiento manteniendo la veda durante el 2004, pescando con nivel de F_{max} a partir de 2005.

$$(F_{fleet} = F * C_{fleet} / C_{total}).$$

The exploitation pattern shows that the coastal fleet (EAC) is focused on small individuals (age 3) to a greater extent than the medium-sized fleet (EAME).

Segregating the projections according to the fleets opens a new dimension of scenarios of equal resulting total yield or SSB. Figure 13 shows the scenario F_{max} with the present relative effort between fleets. We must take into account that this scenario considers approximately 50% of the used effort in the second half of the 1990s, i.e. represents a great reduction of the fishing effort.

RECOMMENDATIONS AMONG SCENARIOS

The Panel came to the following conclusions based on numerous simulations:

1. The exploitation pattern must be reestablished as before. The discards must possibly be avoided. This means that the minimum mesh size should be 110 mm again and should correspond to a minimum size in catch of 35 cm.

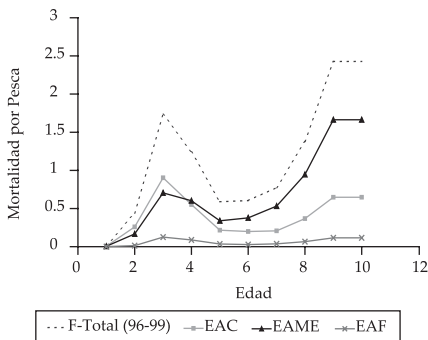


Fig. 12.- Exploitation pattern of Peruvian hake by fishing fleet.

Fig. 12.- Patrón de explotación en la merluza peruana, según tipo de flota pesquera.

El patrón de explotación muestra que la flota costera (EAC) se centra en ejemplares pequeños (edad 3) en mayor medida que la flota media (EAME).

Al segregar las proyecciones por flota se abre una nueva dimensión de escenarios de igual rendimiento total o SSB resultante. La Figura 13 muestra el escenario F_{max} con el actual esfuerzo relativo entre flotas. Hay que tener en cuenta que este escenario considera aproximadamente el 50 % del esfuerzo ejercido en la segunda mitad de los años 90s, i.e. representa una gran reducción de la presión pesquera.

RECOMENDACIONES ENTRE ESCENARIOS

El Panel llegó a las siguientes conclusiones basándose en numerosas simulaciones:

1. El patrón de explotación debería ser reestablecido al utilizado con anterioridad. El descarte debería ser evitado en la medida de lo posible. Esto significa que la malla mínima debería ser de nuevo de 110 mm o más y debería corresponder a una talla mínima de desembarque de 35 cm.

2. La presión pesquera (esfuerzo total) debe-

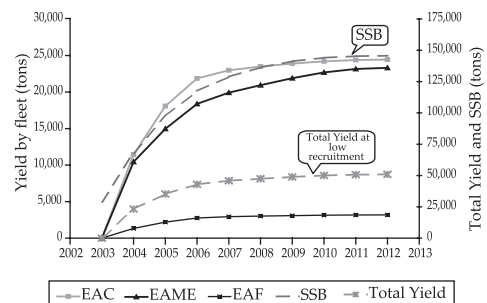


Fig. 13.- Simulation of the evolution of annual yield by fleet and spawning stock biomass.

Fig. 13.- Simulación de la evolución del rendimiento anual por flota y de la biomasa desovante sobreviviente.

2. The fishing effort (total effort) should be much less than the observed in the 1990s. The simulations indicate that an optimum level (in terms of yield per recruit) would be around the present level of effort.

3. The recovery of the stock will take 3-4 years even without recruitment failures, due to the present low level of SSB. If the recruitment is normal the catch in 2004 should not exceed TACs of 20-25000 t and in 2005 only a little more. If the recruitment is low, as indicate cruises carried out by IMARPE, the recommended TACs for 2004 and 2005 should be even less.

MANAGEMENT CONSIDERATIONS

DISTRIBUTION AREA

During El Niño hake normally is dispersed, amplifying its distribution area and concentrating afterwards. In 2002 the denser distributions were located more to the north than normal, reaching the northern frontier of the marine domain. At the beginning of 2001 hake was concentrated to the north but during austral autumn amplified its area as well as in September when it usually is more disperse. During austral autumn of 2002 a concentration to the north was observed and in September of that year a moderate and disperse expansion. It is important to emphasize that the distribution area of hake generally has shown a tendency of reduction.

ENVIRONMENT

As has been shown in some publications, there is no doubt that environment

ría ser mucho menor al observado en los años 90s. Los cálculos indican que un nivel óptimo (en términos de rendimiento por recluta) se situaría al nivel del esfuerzo actual.

3. La recuperación del stock llevará 3-4 años, incluso sin fallos del reclutamiento debidos al actual bajo nivel de SSB. Si el reclutamiento es normal, la captura en 2004 no debería superar TACs de 20-25,000 t y en 2005 solamente un poco más. Si el reclutamiento es bajo, tal como parecen indicar los cruceros realizados por IMARPE, los TACs recomendados para 2004 y 2005 deberían ser incluso más bajos.

CONSIDERACIONES DE MANEJO

ÁREA DE DISTRIBUCIÓN

Normalmente la merluza se dispersa, ampliando su área de distribución durante El Niño para replegarse después. En el 2000 las áreas densas se ubicaron más al norte de lo normal, llegando a situarse cerca al límite norte del dominio marítimo. A inicios del 2001, la merluza se presentó replegada al norte, pero en otoño amplió su área al igual que en setiembre cuando se dispersa mucho más. En el otoño del 2002 se observó una concentración hacia el norte y en el mes de setiembre de ese año, una ampliación dispersa y moderada. Es importante destacar que el área de distribución de la merluza ha mostrado una tendencia general a reducirse.

AMBIENTE

Tal como se ha demostrado en un buen número de trabajos, no hay duda de que el ambiente afecta la población de merluza. No obstante creemos que no sería una

affects the hake population. Nevertheless, we do not consider it politically prudent to blame the environment with the bad conditions of the resource. Without doubt overfishing has played a major role in the diminution of the biomass. One conclusion might be the fact that due to the different environmental conditions, periods of high and low productivity do occur.

CONFLICT AMONG FLEETS

The presence of two fleets, the coastal one of Paita and the medium-sized, competing for the same resource, is a key element in the management problem of hake.

The coastal Paita fleet has modernized very little, has lost efficiency and has to be charged more than its competition with the diminution of the resource. It has not been able to maintain the legal mesh-sizes and its processing method is not very efficient.

The medium-sized fleet has met better with modernization in vessels as well as in the processing of the product. LLEONART & GUEVARA (1995) found that until 1993 that situation was opposed, being the Paita fleet the one which presented a more respectful exploitation scheme.

Within this scheme of contradictory interests, the coastal fishermen propose that the vessels should not have power engines with more than 400 HP, and that the landings should be limited to 600 boxes (supposedly per vessel per day). This would mean a daily capture of 12 t per vessel, which clearly is excessive.

On the other hand the industrial fleet proposes the implementation of individual quota (occasionally asking to be transferable but renew-

buena política achacar al ambiente los males del recurso. Sin duda la sobrepesca ha tenido un papel relevante en la disminución de la biomasa. Una conclusión puede ser el hecho de que, a causa de las distintas condiciones ambientales, se presentan periodos con producción alta y periodos con producción baja.

EL CONFLICTO ENTRE LAS FLOTAS

La presencia de dos flotas, la costera de Paita y la de mediana escala, compitiendo por el mismo recurso es un elemento clave en el problema del manejo de la merluza.

La flota de Paita se ha modernizado poco, ha ido perdiendo eficacia y ha acusado más que su competidora la disminución del recurso. No ha podido mantener las medidas legales de malla y su método de procesado es poco eficiente.

La flota de mediana escala ha afrontado mejor los temas de modernización tanto en el buque como en el procesado del producto. LLEONART & GUEVARA (1995) encontraron que hasta 1993 la situación era opuesta, siendo la flota de Paita la que presentaba un esquema de explotación más respetuoso.

Dentro de este esquema de intereses contrapuestos, los pescadores de la flota costera proponen que las embarcaciones merluceras no tengan más de 400 hp de potencia y que el desembarque se limite a 600 cajas (se supone que por embarcación y día). Esto daría una captura diaria de unas 12 t por embarcación lo cual es, a todas luces, excesivo.

Por otra parte, la flota industrial propone la implementación de cuotas individuales (en ocasiones se plantea que sean transferibles pero renovables anualmente) aduciendo que este sería un sistema más eficiente de gestión.

able annually) and arguing that this might be a more efficient management system.

LEGISLATION

The management of hake is based on four groups of measurements:

- 1.- **Technical measurements** (minimum size, minimum mesh-size, prohibition of discards). The objective is avoiding the fishing of immature fishes giving them thus an opportunity for reproduction. Both measurements have been widely unfulfilled in recent years.
- 2.- **Licenses and fishing rights** (also changes of vessels and diversification). The objective is limiting the fishing effort restraining the access to the fishing grounds to vessels with licenses.
- 3.- **Annual catch quota**. The objective is to avoid the capture of an excessive amount of biomass in order to maintain a healthy stock in the sea.
- 4.- **Closed seasons**. A system of closed seasons with special patterns in different zones (marking above all the 6°S parallel) has been developed. Those closed seasons have not been systematic.

In his report, GONZÁLEZ COSTAS (2003) criticizes the regulation measurements of the hake. Particularly, he observes the vessel substitution system and the total quota system.

With respect to the substitution of vessels of the same storing capacity but improved technology, we agree that this will increase fishing mortality (although the nominal effort stays constant). The legislator must take into account that the technological process might improve the performance of the vessel, as well as

LEGISLACIÓN

La gestión del recurso merluza se basa en cuatro grupos de medidas:

- 1.- **Medidas técnicas** (talla mínima, malla mínima, prohibición de descarte). Su objetivo es evitar la pesca de inmaduros, dando de esta forma una oportunidad para la reproducción. Ambas medidas han sido ampliamente incumplidas en los años recientes.
- 2.- **Licencias y derechos de pesca** (también cambios de embarcaciones y diversificación). El objetivo es limitar el esfuerzo pesquero restringiendo el acceso al caladero a las embarcaciones con licencia.
- 3.- **Cuota de captura anual (CCA)**. El objetivo es evitar la extracción de un volumen excesivo de biomasa con el fin de mantener un stock suficiente en el mar.
- 4.- **Vedas**. Se ha desarrollado un sistema de vedas con regímenes especiales en distintas zonas (marcadas sobre todo el paralelo 6°S). Estas vedas no han sido sistemáticas.

En su informe, GONZÁLEZ COSTAS (2003) hace una crítica de las medidas de ordenamiento de la merluza. En particular, observa el sistema de sustitución de embarcaciones y el sistema de cuota total.

Con respecto a la sustitución de embarcaciones con la misma capacidad de bodega pero mejor tecnología, estamos de acuerdo que esto conlleva un aumento de la mortalidad por pesca (aunque el esfuerzo nominal se mantuviera constante). El legislador debe tener en cuenta que el progreso tecnológico puede redundar en mejorar la habitabilidad de la embarcación, seguridad del trabajo y también aumento del poder de pesca.

work security and might also raise the fishing power.

CLOSURE OF THE FISHERY

The fishery of hake is closed since September of 2002, in agreement with a reproductive closure (legal norm 047-2002). We consider this a correct measure and as adapted to the bad situation of the hake.

MINIMUM FISH SIZE AND MESH-SIZE

The fishery presented a bad exploitation pattern during the last years (supported by individuals of 1 and 2 years) and with a tendency to catch more and more smaller individuals.

QUOTA

Total catch.- Necessarily there must be a limit to the total amount that can be extracted from a stock. That can clearly be demonstrated looking at the recent over-fishing of Peruvian hake. The limit can be established directly through TACs, or indirectly through limitations of the fishing activities like effort regulations. The effort might also be limited through spatial or temporal closings, although those closings do not always result in an efficient reduction of the overall effort but in its re-distribution. Quotas are difficult to control and in many cases are not implemented efficiently.

Individual catch quota.- During the first day of the Panel a round table discussion with representatives of the fishing and industrial sector was held, where the argument was that Individual Transferable Quota (ITQ) would be the appropriate measure for the management of the hake stock. There exist other proposals for the establishment of individual quota (transferable or not) and the Panel

CIERRE DE LA PESQUERÍA

La pesquería de merluza está cerrada desde septiembre de 2002, de acuerdo con una veda reproductiva (norma legal 047-2002). Nos parece una medida correcta y adaptada a la mala situación de la merluza.

MALLAS Y TALLAS MÍNIMAS

La pesquería ha presentado en los últimos tiempos un mal esquema de explotación (apoyado en individuos de 1 y 2 años) y una tendencia a pescar individuos cada vez menores.

CUOTAS

Cuota total.- Es necesario establecer un límite a la cantidad total que se debe extraer de un stock. Esto se ha demostrado claramente con la reciente sobrepesca de la merluza peruana. El límite puede ser establecido directamente a través de TACs, o indirectamente mediante limitaciones en la actividad pesquera, como regulaciones de esfuerzo. El esfuerzo puede también limitarse mediante vedas espaciales y temporales, pero estas vedas no siempre dan como resultado una reducción eficiente del esfuerzo general sino en su redistribución. Las cuotas son difíciles de controlar y en muchos casos no se implementan eficientemente.

Cuotas individuales.- Durante el primer día del Panel tuvo lugar una mesa redonda de discusión con representantes del sector extractivo y transformador, en la que se argumentó que las cuotas individuales transferibles (ITQs) serían una medida apropiada para la gestión del stock de merluza. Hay otras propuestas para el establecimiento de cuotas individuales (transferibles o no) y el panel ha discutido sobre esta posibilidad.

discussed these possibilities.

First, we have to mention that the individual quota system is not the only alternative management option to open access. There exist a number of intermediate situations that might be employed in the management of the fisheries, as licenses, effort control, or the establishing of total quota.

Individual transferable quotas (ITQ).- We know that the establishment of individual quota is a step for the implementation of Individual Transferable Quotas which is a management system implemented in some fisheries (not in all). ITQ have been introduced in various fisheries over the world: Island, United States of America, New Zealand, and Australia.

The experience with these tools will be discussed under the following epigraphs: 1) the economic approach of the fishery, 2) distribution of the obtained riches from the exploitation of the resource and 3) sustainability of the fishery. ITQ are normally associated to the establishment of a system of an annual TAC. The rights on a quota are not for a specific quantity of capture but rather for a percentage of the TAC. In the case of the Peruvian hake the TAC would be fixed, based on the evaluation of the resource done by IMARPE.

The establishment of ITQ actually constitutes a privatization of the resource and, therefore, is a political decision. If no strict limitations about transferability are imposed, the introduction of ITQ might lead to a concentration of capital and the disappearance of the involved artisanal fishery. On the other hand, a return from ITQ is practically impossible. In either case the nation which

En primer lugar, tenemos que decir que el sistema de cuotas individuales no es la única alternativa de gestión al libre acceso (*open access*). Hay multitud de situaciones intermedias que pueden emplearse para la gestión de las pesquerías, como pueden ser las licencias, el control de esfuerzo o el establecimiento de cuotas totales.

Cuotas individuales transferibles (ITQ).- Entendemos que el establecimiento de cuotas individuales es un paso para la implantación de cuotas individuales transferibles, que es un sistema de gestión implementado en algunas pesquerías (no en todas). Las ITQs han sido introducidas en varias pesquerías en el mundo: Islandia, Estados Unidos, Nueva Zelanda, Australia.

La experiencia con estas herramientas será discutida bajo los siguientes epígrafes: 1) planteamiento económico de la pesquería, 2) distribución de la riqueza obtenida de la explotación del recurso, y 3) sostenibilidad de la pesquería. ITQs están normalmente asociados a un sistema de establecimiento de un TAC anual. Los derechos de cuota no son por una cantidad específica de captura sino más bien sobre un porcentaje del TAC. Este TAC sería fijado, en el caso de la merluza peruana, basándose en la evaluación del recurso realizada por el IMARPE.

El establecimiento de ITQ constituye en realidad una privatización del recurso, y por lo tanto se trata de una decisión política. A no ser que se implanten limitaciones muy estrictas sobre la transferibilidad, las consecuencias de los ITQ pueden llevar a una concentración de capital y la desaparición de la pesquería involucrada del sector artesanal. Por otro lado, la marcha atrás en el establecimiento de ITQs es prácticamente imposible. En cualquier caso, la nación que implanta el ITQ pierde la propiedad pública de su recurso pesquero.

implants ITQ loses the public property of the fishing resource.

The experience with ITQ suggests an improvement of the economic efficiency of the fisheries. In general this is achieved by reduction and modernization of the fleet, meaning an improvement of the work processes on board and therefore a diminution of jobs in the fishing fleet. Naturally, most of the jobs in the fishing sector are available on land, processing the fishes.

The experience with ITQ shows also that, with time, quota will concentrate more and more in a few owners, meaning that the system has great implication at the time when the generated riches coming from the exploitation of the resource are distributed. Naturally, the system of transferable quota allows the owner of a share to withdraw, and thus the reduction of the fishing fleet might be less painful as it would be under other management options.

The sustainability of the fishery depends on the prospect of the enterprises. Sustainability is a long-term consideration, and can only be achieved if the prospect of that enterprises is also long-term. An investor who seriously considers retiring the invested capital might not have sustainability of the fishery as one of his principal goals. Sustainability will therefore not be assured by the ITQ system. This could be achieved if the state would fix a TAC and would assure the implementation of an appropriate control system.

ALTERNATIVES TO HAKE

In an experimental way fishing effort has been recently directed to other species. Some fleet owners have invest-

La experiencia con los ITQ sugiere la mejora de la eficiencia económica de las pesquerías. En general, esto es alcanzado mediante la reducción y modernización de la flota. Esto suele significar mejoras en el proceso de trabajo abordo y, por tanto, una disminución de puestos de trabajo en la flota pesquera. Naturalmente, la mayoría de los trabajos del sector pesquero se sitúan en tierra manipulando el pescado.

La experiencia con los ITQs también muestra que, con el tiempo, las cuotas se van concentrando cada vez en un menor número de propietarios, determinando que el sistema tenga grandes implicaciones a la hora de repartir la riqueza generada por la explotación del recurso. Naturalmente, el sistema de cuotas transferibles también permite a los propietarios de cuota la posibilidad de retirarse, con lo que la reducción en la flota pesquera puede ser menos penosa bajo este sistema, que lo que sería bajo otras opciones de gestión.

La sostenibilidad de la pesquería depende de la perspectiva de las empresas. La sostenibilidad es una consideración a largo plazo, y sólo puede ser alcanzada si la perspectiva de dichas empresas es también a largo plazo. Un inversor que considere seriamente retirar el capital invertido podría no tener la sostenibilidad de la pesquería como una de sus principales metas. La sostenibilidad no será, de este modo, asegurada por una sistema de ITQ. Esto podría ser alcanzado si el estado fija un TAC total y se asegura de implementar un apropiado sistema de control.

ALTERNATIVAS A LA MERLUZA

La posibilidad de dirigir el esfuerzo a otras especies ha sido puesta en práctica recientemente de forma experimental. Algunos efectivos de la flota han invertido en nuevos artes de pesca (poteras, en sustitución de las redes

ed in new gear (jigging tools instead of trawl-nets) to target the so-called “calamar gigante” or “jumbo squid” (*Dosidicus gigas*). In the course of the present Panel there was not enough biological information to determine the degree of inter-relation between both fisheries, meaning the relations of predation, competition for the resource and others.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

ON ASSESSMENTS

- 1.- The Panel recalculated the abundance indices of the cruises including data from the net-cover. This should be a habitual index to be used in future evaluations. This allows that the abundance estimates are also useful for smaller and younger hake.
- 2.- The method of expansion of the size composition from the cruises must take into account the employed stratification of the cruise.
- 3.- The hake assessment should be carried out annually in an international meeting (i.e. ICES). Although Peruvian hake is a resource which is not shared, the fact of validating the evaluations in an international context would give much more security and contrast to the evaluations and recommendations that might rise.

ON MANAGEMENT

Given the state of over-exploitation detected by IMARPE and confirmed by the Panel, it is necessary to maintain and implement a

de arrastre) para poder dirigirse a la captura del denominado calamar gigante (*Dosidicus gigas*). Durante la realización del presente panel no se dispuso de información biológica suficiente como para determinar el grado de interrelación entre ambas pesquerías, esto es relaciones de depredación, competencia por el recurso, etc.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

SOBRE LAS EVALUACIONES

- 1.- El panel recalculó los índices de abundancia de los cruceros, incluyendo datos del sobrecoipo. Este debería ser un índice rutinario para futuras evaluaciones, pues permite que las estimaciones de abundancia sean también útiles para las merluzas más pequeñas y más jóvenes.
- 2.- El método de expansión de las composiciones por tallas de los cruceros de evaluación debe tener en cuenta la estratificación empleada en el crucero.
- 3.- Se deberían realizar las evaluaciones de la merluza anualmente en un ambiente internacional (p.ej. ICES). Aunque la merluza peruana sea un recurso nacional no compartido, el hecho de homologar las evaluaciones en un contexto internacional dará mayor seguridad y contraste a las evaluaciones y recomendaciones que puedan surgir.

SOBRE EL MANEJO

Dado el estado de sobreexplotación detectado por el IMARPE y confirmado por el panel, es necesario mantener o implementar una serie de acciones tendentes a conservar el recurso y propiciar su recuperación.

series of actions in order to conserve the resource and allow its recovery.

- 1.- **Spawning stock.-** . In order to achieve a proper exploitation of the hake a minimum of 100,000t of SSB in the sea is necessary. This biomass would allow a medium normal recruitment and minimize the risk of collapse. Presently, SSB in Peruvian waters is about 20,000 t, only 20% of the mentioned reference point.
2. **Closure of fishery.-** . The fishery must stay closed until January 1st of 2004. At that moment IMARPE will dispose of the results of the May-June survey evaluation and the state of the stock could be better evaluated.
3. **TAC.-** If for political, economic or social reasons the closure is not possible in 2003, the captures of that year must be maintained at a very low level, not superior to 5,000 t.
- 4.- **Sizes.-** Under no circumstances the exploitation pattern of the last years must be allowed from now on. The habit of fishing hake minor to the legal minimum of 35 cm must be completely forbidden when the fishery is re-opened.
5. **Enforcement and monitoring.-** It would be useful to maintain a "sentinel" fishery with a limited effort, carried out by selected commercial vessels in 2003. This fishery must be carried out in tight cooperation between the industry and IMARPE in order to obtain data of CPUE and mean size in the fishery. This

- 1.- **Stock reproductor.** Para una explotación correcta de la merluza es necesario un mínimo de 100.000 t de biomasa reproductora presentes en el mar. Esta biomasa permitiría un reclutamiento medio normal y minimizar el riesgo de colapso. Actualmente el stock reproductor presente en aguas peruanas se encuentra alrededor de 20.000 t, un 20% del punto de referencia mencionado.
- 2.- **Cierre de la pesquería.** La pesquería debe permanecer cerrada hasta el 1 de enero de 2004. En aquel momento el IMARPE dispondrá de los resultados del crucero de evaluación de mayo-junio y el estado del stock podrá evaluarse mejor.
- 3.- **Cuota.** Si, por motivos políticos, económicos o sociales, no es posible el cierre en 2003, las capturas en este año deberían ser mantenidas a un nivel muy bajo, no superior a las 5.000 t.
- 4.- **Tallas.** En ningún caso debe permitirse a partir de ahora el esquema de explotación que se ha presentado los últimos años. La práctica de pescar merluza menor del mínimo legal (35 cm) deberá estar absolutamente prohibida cuando se reabra la pesquería.
- 5.- **Control y seguimiento.** Sería útil mantener una pesquería "centinela" con un esfuerzo limitado, llevada a cabo por barcos comerciales seleccionados, en el 2003. Esta pesquería puede llevarse a cabo en estrecha cooperación entre la industria y el IMARPE, con el fin de proporcionar datos de CPUE y talla media de la pesquería. Esta pesquería debe capturar menos de 3.500 t (= medio año de 25% de la estimación de la actual SSB de aproxi-

fishery must capture less than 3,500 t (= half a year of 25% of the present estimation of SSB of approximately 30,000 t). The vessels involved in this "sentinel" fishery must have observers from IMARPE on board to recollect landings data, including discards.

madras 30.000 t). Las embarcaciones involucradas en esta pesquería "centinela" deben llevar a bordo observadores del IMARPE para recoger datos de la captura, incluyendo información sobre descartes.

REFERENCES

REFERENCIAS

- ARMSTRONG D. 1981. Investigación de la merluza en IMARPE. Inf. Inst. Mar. Perú 79. I parte. 47 pp.
- ESPINO M, SAMAMÉ M, CASTILLO R. (Eds.). 2001. Forum la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*): biología y pesquería. IMARPE. documento de trabajo. 120 pp.
- GONZÁLEZ COSTAS F. 2003. Ordenamiento de la Pesquería de Merluza en el Perú. Proyecto de Apoyo al Desarrollo del Sector Pesquero y Acuícola del Perú (PADESPA-PERU). Informe final.
- LASSEN H, FERNÁNDEZ F, MOLINA P, GUEVARA R. 1998. Taller Regional de Evaluación de Recursos Demersales y Ordenamiento Pesquero. Evaluación del Stock de Merluza (*Merluccius gayi peruanus*) entre 1971 y 1997. Informe Interno IMARPE.
- LLEONART J, GUEVARA R. 1995. Estado de la merluza, otras especies demersales y especies costeras. Ordenación de la Pesquería. Programa de Cooperación Técnica. Perú. Documento de Campo No 2. FAO. Roma. 90 pp.

Table 1.- Total catch (t) of Peruvian hake during 1971 - 2002

Tabla 1.- Capturas totales de merluza peruana en peso (t) por el periodo 1971-2002.

Año	Capturas (toneladas)	Año	Capturas (toneladas)	Año	Capturas (toneladas)
1971	26 197	1982	26 498	1993	60 912
1972	12 581	1983	5 835	1994	151 310
1973	132 856	1984	12 108	1995	173 340
1974	109 318	1985	26 180	1996	233 281
1975	84 898	1986	38 952	1997	138 946
1976	92 803	1987	32 026	1998	82 021
1977	106 800	1988	78 869	1999	31 192
1978	303 495	1989	88 004	2000	88 096
1979	92 954	1990	127 291	2001	131 382
1980	159 376	1991	72 971	2002	44 076
1981	69 293	1992	32 147		

Table 2.- Catches of Peruvian hake (x1000) 1971-2002 (Using smoothed age length keys with tri-annual averaging).

Tabla 2.- Capturas de merluza peruana ('000) 1971-2002. (Aplicando claves talla- edades "suavizadas" mediante medias trianuales).

	Edad										Suma
	0	1	2	3	4	5	6	7			
1971	0	1.439484	319.427	2265.086	20283.35	9921.304	3372.197	1578.227		37741.03	
1972	0	0	14.66202	259.7346	9211.586	5683.682	1371.884	1007.999		17749.55	
1973	0	706.0083	33601.14	56052.31	149017.3	30467.33	10489.64	5610.97		285944.7	
1974	0	1362.858	30938.91	52370.75	118847.2	25721.44	7756.252	3179.318		240176.8	
1975	17.36707	75.8034	17284.46	51432.94	108611.1	8580.515	1760.359	3271.556		191704.1	
1976	139.3927	55.60507	1824.819	24881.86	114106.5	24611.43	3903.795	3522.388		173045.8	
1977	123.8673	1931.796	56327.42	103372.9	122397	9178.959	1754.176	1658.716		296744.8	
1978	0.443258	254.2339	47274.91	388755.6	285943.5	13023.42	2260.924	2132.378		739645.4	
1979	0	104.884	5425.682	71851.69	112563.8	8171.56	1227.958	905.0764		200250.6	
1980	0	3.254801	7434.073	187858.4	135571	14564.75	3957.532	2159.89		351548.9	
1981	23.74652	495.3347	14632.17	76320.24	57619.31	5705.344	1942.404	1330.288		158068.8	
1982	0	0.062052	839.9993	27782.07	24242.86	1827.311	628.114	409.729		55730.14	
1983	0	0.328096	515.2487	5228.11	5227.144	785.2362	93.42718	72.92516		11922.42	
1984	0	79.37305	1651.805	7949.538	7741.065	2650.673	746.1303	689.8928		21508.48	
1985	0	0.247216	2039.713	18463.24	18023.43	5805.953	1144.705	841.3677		46318.65	
1986	0	1.356078	393.3986	38809.11	21766.02	4587.031	2811.195	3060.561		71428.68	
1987	0	0.539404	71.58715	28057.31	26751.65	4554.071	1881.685	1614.531		62931.37	
1988	0	6.584817	269.1706	87603.17	67178.33	8207.631	2825.384	2298.068		168388.3	
1989	0	3.734558	1157.241	53556.49	105182.6	15081.13	2265.118	3698.521		180944.9	
1990	27.78224	124.1375	1734.754	53741.32	171882.4	29569.32	2275.28	2264.987		261620	
1991	448.5414	3795.987	13420.53	33533.86	90447.22	20043.31	1756.465	1482.637		164928.6	
1992	0.389689	1204.732	83652.87	41259.23	9499.31	2976.893	685.9508	305.3588		139584.7	
1993	0	229.8773	118804	97537.86	6490.128	1481.753	605.0262	274.1349		225422.8	
1994	0	0	171070.6	307864.6	32723	3413.181	1272.916	1052.081		517396.4	
1995	12004.99	799163.7	212803.4	199620.5	56151.16	5427.346	2424.836	1783.927		1289380	
1996	0	55.37105	225540	465510.2	62753.77	10615	6668.964	3119.599		774263	
1997	0.002349	281.0354	61184.41	316262.3	50054.75	5316.673	2919.06	2823.61		438841.8	
1998	38.00147	3216.768	69957.48	262903.1	1929.35	2696.577	1183.176	924.2812		360211.8	
1999	554.5607	14927.87	96384.94	26187.19	11534.09	2299.528	801.8308	555.1017		153244.8	
2000	754.2117	65754.75	378561	75358.34	10756.63	2537.514	708.1757	238.5159		534669.2	
2001	313.8977	73245.61	728365.8	77676.97	11873.37	3300.451	1028.97	230.5175		896035.6	
2002	1820.869	69871.87	261472.9	16540.87	1480.319	497.0604	199.184	62.1535		351945.2	

Table 3.- Mean weight (kg) by age obtained with smoothed age-length keys (tri-annual)
 Tabla 3.- Peso medio (kg) por edad obtenido por aplicando claves talla- edades "suavizada" (trianuales)

	Edad							
	0	1	2	3	4	5	6	7+
1971	0.052931	0.139514	0.245017	0.369749	0.554123	0.77255	1.02998	1.839752
1972	0.052931	0.123	0.235051	0.389528	0.562288	0.714989	0.954167	1.71945
1973	0.052931	0.110811	0.189783	0.28799	0.463875	0.665205	1.017008	1.817485
1974	0.052931	0.137994	0.210282	0.4815	0.665298	0.665298	1.004773	1.391683
1975	0.065492	0.134132	0.216961	0.323231	0.464646	0.649893	1.123416	1.956934
1976	0.03692	0.144697	0.255284	0.355301	0.497214	0.674677	0.954268	1.82207
1977	0.038793	0.127096	0.202992	0.302841	0.436354	0.632215	1.005323	1.709187
1978	0.091072	0.155127	0.269208	0.360487	0.471651	0.718283	1.113664	1.80521
1979	0.052931	0.143333	0.253801	0.37124	0.494044	0.740895	1.129528	2.027377
1980	0.052931	0.081299	0.224248	0.377102	0.499127	0.716682	1.13468	1.977388
1981	0.032377	0.059866	0.173767	0.377676	0.496718	0.735979	1.209505	2.049773
1982	0.052931	0.125125	0.222541	0.40903	0.501583	0.703513	1.212484	1.807134
1983	0.052931	0.094925	0.262505	0.423734	0.512358	0.674584	1.416374	1.977055
1984	0.052931	0.085618	0.201833	0.393955	0.517769	0.816615	1.402717	2.053623
1985	0.04221	0.105605	0.270117	0.412989	0.547046	0.820356	1.396122	2.119363
1986	0.04221	0.076537	0.205347	0.37814	0.509147	0.805971	1.200428	1.974179
1987	0.04221	0.067788	0.169723	0.383045	0.48394	0.714988	1.095944	1.859418
1988	0.04221	0.072796	0.170192	0.390686	0.47783	0.684659	1.03671	1.718404
1989	0.04221	0.068559	0.188223	0.376826	0.469952	0.607302	0.999597	1.825233
1990	0.019695	0.06079	0.16954	0.388173	0.482575	0.583401	0.908659	1.705761
1991	0.033508	0.059227	0.136026	0.35042	0.482181	0.585375	0.843841	1.569965
1992	0.042179	0.083236	0.171359	0.25449	0.468109	0.61032	0.779419	1.355147
1993	0.0427	0.111469	0.221341	0.300235	0.505177	0.741949	1.007566	1.611775
1994	0.044	0.08	0.233801	0.29784	0.447358	0.677539	0.977846	1.352667
1995	0.044782	0.059447	0.120489	0.328034	0.453636	0.684817	0.924238	1.537166
1996	0.0468	0.103004	0.214951	0.296397	0.459447	0.720342	0.955794	1.271656
1997	0.050649	0.090862	0.220324	0.299007	0.41395	0.661591	0.916757	1.403041
1998	0.043558	0.068824	0.137805	0.237414	0.329616	0.521581	0.697753	1.243911
1999	0.044674	0.082853	0.132645	0.33692	0.460821	0.635152	0.878225	1.518709
2000	0.050975	0.087021	0.141766	0.276641	0.48561	0.649196	0.866237	1.412173
2001	0.037479	0.090249	0.128947	0.278199	0.48834	0.671884	0.869221	1.385152
2002	0.047728	0.078933	0.125583	0.261322	0.482729	0.68112	0.890871	1.349318

Table 4.- Results of ICA-ADAPT method (1971-2003)

Tabla 4- Resultados del ICA-ADAPT 1971-2003.

	Rendimiento toneladas	SSB-ICA-ADAPT toneladas	R(1)-ICA-ADAPT 000	SSB XSA toneladas	R(1) XSA 000
1971	26,197	117,047	246,755	254,998	677,664
1972	12,581	143,490	705,993	339,505	759,358
1973	132,856	192,025	513,170	367,190	691,036
1974	109,318	222,429	461,258	342,194	645,097
1975	84,898	232,329	664,025	365,399	1,433,450
1976	92,803	240,564	711,449	514,223	1,628,249
1977	106,800	242,921	530,039	507,465	822,072
1978	303,495	274,720	488,900	607,390	726,118
1979	92,954	244,496	187,618	342,125	322,779
1980	159,376	167,677	198,885	265,109	150,462
1981	69,293	102,536	191,205	112,498	119,249
1982	26,498	55,951	132,955	56,880	143,869
1983	5,835		137,590	53,366	191,175
1984	12,108	105,065	274,610	75,539	274,657
1985	26,180	134,154	143,018	114,522	431,294
1986	38,952	119,181	558,581	134,697	803,289
1987	32,026	182,306	652,890	173,218	910,133
1988	78,869	252,008	254,978	274,243	515,906
1989	88,004	244,819	341,187	303,105	155,733
1990	127,291	274,940	2,064,150	249,027	208,626
1991	72,971	385,978	3,941,745	115,933	626,613
1992	32,147		2,222,168	92,699	1,307,725
1993	60,912		811,655	216,274	1,099,543
1994	151,310	728,562	1,330,791	313,768	1,794,796
1995	173,340	514,094	1,401,836	362,903	2,277,540
1996	233,281	486,675	797,644	464,942	854,735
1997	138,946	296,889	248,812	294,063	252,695
1998	82,021	144,598	383,427	130,734	417,726
1999	31,192	120,666	849,069	95,077	895,300
2000	88,096	169,091	1,052,434	160,330	1,417,191
2001	131,382	136,426	392,859	163,036	643,250
2002	44,076	56,912	319,450	85,187	(1,163,674)
2003		33,147	103,128		
Geométrico promedio	1971-2003	63,718	473,852	213,699	562,064
Aritmético promedio	1971-2003	89,563	720,860	248,364	763,979
	1971-1980	106,878	470,809		785,629
	1981-1990	53,714	475,116		375,393
	1991-2000	110,341	1,303,958		1,094,386
	1996-2003	115,292	518,353		806,367

ANNEXES

Report of the international panel of experts "Assessment of Peruvian hake"

IMARPE, Callao, Peru. 18-21 of March, 2003

José Castro (IEO, España), Hans Lassen (ICES), Jordi Leonart (FAO)

ANEXOS

Informe del panel internacional de expertos "Evaluación de la merluza peruana"

IMARPE, Callao, Perú. 18-21 marzo, 2003

José Castro (IEO, España), Hans Lassen (ICES), Jordi Leonart (FAO)

ANNEX 1 Activity agenda

The Panel was summoned by IMARPE with the support of the Spanish Aid Agency for International Cooperation (AECI). The Panel worked in IMARPE between March 18th to 22nd of 2003. The terms of reference were as following:

- Estimate the state of Peruvian hake stock.
- Provide projections of the yield and the development of the stock considering an appropriate fishing scenario for the Peruvian hake.
- Comment about appropriate administrative measures at short and medium terms.

Participants of the Panel:

ANEXO 1 Agenda de actividades

El Panel fue convocado por IMARPE con la asistencia de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). El Panel trabajó en el IMARPE entre el 18 y el 21 de Marzo del 2003. Los términos de referencia del panel fueron:

- Estimar el estatus del stock de la merluza Peruana.
- Proveer proyecciones del rendimiento y desarrollo del stock bajo un escenario pesquero apropiado para el stock de la merluza peruana.
- Comentar sobre medidas administrativas apropiadas de corto y mediano plazo, para la merluza Peruana.

En el Panel participaron :

JOSÉ CASTRO PAMPILLÓN
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: jose_castro@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

JORDI LLEONART
FAO-FIRM
Viale delle Terme di Caracalla, 00100
Roma, Italy
Tel: ++ 39 06570 56354
Fax: ++ 39 06570 53020
e-mail: jordi_leonart@fao.org

Experts from IMARPE under the supervision of the Cientific Director **RENATO GUEVARA-CARRASCO** assisted at the Panel. The Panel is very grateful for the competent and pleasing help. The Panel wishes to thank also AECI for the financial support.

The Panel had access to the Peruvian data and arrived at Lima with preliminary studies. These studies were completed during the stay in IMARPE.

The Panel participated at the presentations given by IMARPE about the state of the stock of hake at March 18th of 2003. This was an open hearing where repre-

JOSÉ CASTRO PAMPILLÓN
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: jose_castro@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

JORDI LLEONART
FAO-FIRM
Viale delle Terme di Caracalla, 00100
Roma, Italy
Tel: ++ 39 06570 56354
Fax: ++ 39 06570 53020
e-mail: jordi_leonart@fao.org

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 al AECI por su importante apoyo financiero.

El Panel tuvo acceso a la información Peruana y llegó a Lima con estudios preliminares. Estos estudios se completaron durante la estancia en el IMARPE.

El Panel participó en la presentación que el IMARPE dió sobre el estatus del stock de la merluza el día 18 de Marzo del 2003. Este fue una audiencia abierta dónde represen-

sentatives of the fishing industry were present. The programme was the following:

INAUGURATION CEREMONY

- Welcome by Contralmirante (r) HUGO ARÉVALO ESCARÓ, President of the Directive Board of IMARPE
- Inauguration by MR. LEONCIO ÁLVAREZ VÁSQUEZ, Viceminister of Fishery from the Ministry of Production

PRESENTATIONS

- LIC. ROBERTO FLORES PALOMARES (IMARPE). Relation of the Southern Extension of the Cromwell Current with hake and other demersal resources.
- BLGA. FLOR FERNÁNDEZ RAMÍREZ (IMARPE). Biological features of the Peruvian hake.
- BLGO. ISAÍAS GONZÁLEZ CHÁVEZ (Lab. Paita-IMARPE). Sampling system and gathering of information.
- DR. MANUEL SAMAMÉ LINARES (IMARPE). Fishery indicators of Peruvian hake
- ING. MARTÍN SALAZAR CÉSPEDES (IMARPE). Characteristics of the hake fleet.
- BLGO. C. RAÚL CASTILLO ROJAS (IMARPE). Hake assessment by direct methods.
- BLGO. RENATO GUEVARA CARRASCO (IMARPE). Hake assessment by indirect methods.
- DR. ENRIQUE MATEO (IMARPE). The study of mixosporides in hake.
- BLGO. RAÚL FLORES ROMANÍ (Dirección General de Extracción del Viceministerio de Pesquería – Ministerio de Producción). Fishery regulation, processing and trading of hake.

tantes de la industria de la merluza Peruana estuvieron presentes. El programa fue el siguiente:

CEREMONIA DE INAUGURACIÓN.

- Bienvenida a cargo del Contralmirante (r) HUGO ARÉVALO ESCARÓ, Presidente del Consejo Directivo del IMARPE
- Inauguración a cargo del SR. LEONCIO ÁLVAREZ VÁSQUEZ, Viceministro de Pesquería del Ministerio de Producción

EXPOSICIONES

- LIC. ROBERTO FLORES PALOMARES (IMARPE). Relación de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell con la merluza y otros recursos demersales.
- BLGA. FLOR FERNÁNDEZ RAMÍREZ (IMARPE). Características biológicas de la merluza peruana.
- BLGO. ISAÍAS GONZÁLEZ CHÁVEZ (Lab. Paita-IMARPE). Sistema de muestreo y toma de información.
- DR. MANUEL SAMAMÉ LINARES (IMARPE). Indicadores de la pesquería de merluza.
- ING. MARTÍN SALAZAR CÉSPEDES (IMARPE). Características de la flota en la pesquería de la merluza.
- BLGO. C. RAÚL CASTILLO ROJAS (IMARPE). Evaluación del recurso merluza por métodos directos.
- BLGO. RENATO GUEVARA CARRASCO (IMARPE). Evaluación del recurso merluza por métodos indirectos.
- DR. ENRIQUE MATEO (IMARPE). Estudio de la presencia de mixosporidios en la merluza.
- BLGO. RAÚL FLORES ROMANÍ (Dirección General de Extracción del Viceministerio de Pesquería – Ministerio de Producción). Ordenamiento pesquero, procesamiento y comercialización de la pesquería de merluza.

Round Table: Moderator, DR. PEDRO AGUILAR FERNÁNDEZ, participants: DR. MANUEL SAMAMÉ, SRA. YVONNE DIMINICH, SR. ALKIS PALINGINIS, ING. PEDRO SAAVEDRA and SR. JOSÉ FLORES.

During March 19th and 20th, the Panel worked with the experts from IMARPE and representatives of the industry to analyze the data, and to prepare conclusions to be presented to the Ministry and to the representatives of the industry on Friday 21st of March.

Wednesday evening of March 19th, the Spanish Embassy invited to a public hearing about the hake topic. The participants of the Panel gave presentations about the subject.

On March 21st in the afternoon a presentation to the Minister was done and the Panel was closed.

ANNEX 2

Description of the type of information for the hake assessment.

Abundance index of the cruises

- Samples from the catches of the net and the net cover were used.
- Total length to the nearest cm was measured.
- The length frequencies samples were weighted to the catch of each hole.
- The effort in terms of swept area (mn²) for each hole was calculated.
- Length frequencies for each hole in "number of individuals per mn²" were obtained.
- A mean vector of length frequencies in "number of individuals per mn² per length range" was obtained.

Mesa Redonda: Moderador, DR. PEDRO AGUILAR FERNÁNDEZ, participantes: DR. MANUEL SAMAMÉ, SRA. YVONNE DIMINICH, SR. ALKIS PALINGINIS, ING. PEDRO SAAVEDRA y SR. JOSÉ FLORES.

El 19 y el 20 de marzo, el Panel trabajó con los expertos del IMARPE y con representantes de la industria para analizar los datos, y para preparar conclusiones para la presentación al Ministro y a los representantes de la industria el viernes 21 de marzo.

En la noche del miércoles 19 de marzo del 2003, la Embajada Española invitó a una audiencia pública sobre el tema de la merluza. Los miembros del panel hicieron su presentación del tema.

El 21 de marzo por la tarde se hizo la presentación al Ministro y la clausura del panel.

ANEXO 2

Descripción del tipo de información para la evaluación de la merluza.

Índice de abundancia de los cruceros

- Se utilizaron las muestras de las capturas del copo y sobrecopo de la red.
- Se midió la longitud total, al cm.
- Las muestras de frecuencias de tamaños, fueron ponderadas a la captura de cada lance.
- Se calculó el esfuerzo en términos de área barrida (mn²), para cada lance.
- Se obtuvieron frecuencias de tallas, para cada lance, en "Número de individuos por mn²".
- Se obtuvo un vector promedio de frecuencia de tamaños, en "número de individuos por mn², por rango de tamaño".

- Additionally, abundance indices by depth stratum are available:

Stratum 1: less than 50 fathoms
 Stratum 2: between 50 and 100 fathoms
 Stratum 3: more than 100 fathoms

Length structure in the landings

The length frequencies of the (daily) samples are weighted to the catches of the vessel, are added up and that sum is elevated to the total monthly catches of each type of vessel.

The frequencies of the captured individuals per size range and per fleet are presented.

Due to the occurrence of landing records of all types of fleet, but counting only with length frequency samples of the main fleets, a final weighing to the total annual landings is done.

Type of vessels

- EAC = Coastal trawl vessels: up to 50 net register tons (NRT), maximum length does not exceed 25 m and the power of the main engine is not superior to 500 HP.
- EAME = Medium scale trawl vessels: from 50 NRT to 150 NRT, maximum length of 40 m and the power of the main engine does not exceed 1000 HP.
- EAF = Factory trawlers: with more than 150 NRT, length superior to 40 m and the power of the main engine is superior to 1000 HP, furthermore count with storing systems for the transformation and processing of the catches.

- Adicionalmente se tienen índices de abundancia por estrato de profundidad:

Estrato 1: menos de 50 brazas
 Estrato 2: entre 50 y 100 brazas
 Estrato 3: más de 100 brazas

Estructura por tamaños de los desembarques

Las frecuencias de tamaños de las muestras (diarias), se ponderan a las capturas de la embarcación, se suman y esta suma se eleva a las capturas totales mensuales del tipo de embarcación.

Se presentan las frecuencias de individuos capturados por rango de tamaño y por tipo de flota.

Debido a que hay registros de desembarques de todas las flotas que pescan, pero sólo hay muestras de frecuencias de tamaños de las flotas principales, se hace una elevación final al registro total del desembarque anual.

Tipo de embarcaciones

- EAC = Embarcaciones de Arrastre Costero: Hasta 50 t de registro neto, cuya eslora máxima no excede de 25 m y la potencia del motor principal no es superior a los 500 hp.
- EAME = Embarcaciones Arrastre de Mediana Escala: Desde 50 TRN hasta 150 TRN, tienen una eslora máxima de 40 m y la potencia de su motor principal no excede los 1000 hp.
- EAF = Embarcaciones de Arrastre-Factoría : Embarcaciones con más de 150 TRN, su eslora supera los 40 m y la potencia de su motor principal es superior a los 1000 hp, además cuentan con sistemas de almacenamiento para la transformación y procesamiento de la pesca.

- Bolicheras (Purse seiners) = vessels which operate with purse seines and are principally dedicated to small pelagics, mainly anchovies fisheries. Their selectivity is minimum and occasionally capture juvenile hake when it is near the surface.

CPUE by fleet

Abundance indexes by fleet per year in "number of captured individuals by size range and by unit of effort" are presented.

Size frequencies, weighted to the yield of each type of vessel, are divided by the total effort of each type of vessel.

For the vessel type EAC and type EAME, effort was measured in number of trips. For vessels type EAF, number of days at sea was used.

Not all years have reliable records of effort, that is why in some years no CPUE is presented, in spite of having captures in those years and size samples.

Parameters of a and b of the length-weight relationship.

Those parameters were calculated for each year considering males and females, using total length in cm. The used weight was total weight of the individual in grammes.

Age-length keys

- Age determination: reading of otolith marks.

- Bolicheras = Son embarcaciones que operan con redes de cerco y se dedican principalmente a la pesca de pelágicos pequeños, sobretodo anchoveta. Su selectividad es mínima e incide ocasionalmente en la merluza juvenil, sobretodo cuando ésta se encuentra superficial.

CPUE por flota

Se presentan los índices de abundancia por flota, por año, en "número de individuos capturados, por rango de tamaño, por unidad de esfuerzo".

Las frecuencias de tamaño, ponderadas a la captura, de cada tipo de embarcación, se dividieron entre el esfuerzo total de cada tipo de embarcación.

Para las embarcaciones tipo EAC, y tipo EAME, el esfuerzo se midió en número de viajes. Pero para las embarcaciones tipo EAF, se utilizó el número de días en el mar.

No todos los años tienen registros confiables de esfuerzo, por lo que en algunos años no se muestra información de CPUE, a pesar de que en ellos sí hubo pesca y se realizó muestreo de tallas.

Parámetros a y b de la relación longitud - peso.

Estos parámetros se calcularon para cada año considerando machos y hembras, la longitud utilizada fue la longitud total expresada en cm. El peso utilizado fue el peso total del ejemplar, en gramos.

Claves talla - edad

- Determinación de la edad: lectura de marcas en otolitos.

- Date of birth:
1 of January. Annually rings
 - Type of reading:
ring counting
 - Keys from 1971 – 2001, reading of one person only
 - Key of 2002, reading of two persons
 - Keys from 1971 – 1980, monthly readings, grouped annually, based on sampling data from fisheries (sheets without “CR”)
 - Keys from 1981 – 2002, keys coming from cruises. One cruise per year (sheets with “CR”)
 - Years 1992 and 1993 without age-length key.
- Fecha de nacimiento:
1 de enero. Anillos anuales
 - Tipo de lectura:
conteo de anillos
 - Claves desde 1971-2001 lectura de una sola persona
 - Clave del 2002, lectura de dos personas
 - Claves desde 1971 – 1980, lecturas mensuales, agrupadas anualmente, en base a datos del muestreo de las pesquerías (Hojas sin “CR”)
 - Claves desde 1981 – 2002, Claves provenientes de Cruceros de investigación. Un crucero por año. (Hojas con “CR”).
 - Años 1992 y 1993, sin claves talla-edad.

Sexual proportion of females

Annual sexual proportion of females from 1980 to 2002 is presented, originating the proportions of the years between 1980 and 1993 from measurements of the commercial fleet. From 1994 to 2002, the sexual proportion is taken from the investigative cruises.

Sexual maturity stages of the females

They were obtained from the biological sampling of the commercial fleet landings. The series embraces almost all years (except 1983) and although usually all months of each year are shown, on the first sheet of the archive the monthly coverage of each year with biological sampling is shown.

The information about the maturity stages is presented in absolute frequency by stage by year.

The modified Johansen macroscopic scale was used, consisting of 8 maturity stages:

Proporción sexual de hembras

Se presenta la proporción sexual anual de hembras por longitud desde el año 1980 hasta el 2002, las proporciones de los años 1980-1993 provienen de las mediciones de la flota comercial. Desde 1994 hasta 2002, la proporción sexual es tomada de los cruceros de investigación.

Estadios de maduración sexual hembras

Se obtuvieron de los muestreos biológicos de las capturas de la flota comercial. La serie abarca casi todos los años (excepto el año 83), y aunque usualmente se muestrean todos los meses de cada año, en la primera hoja del archivo se presenta anualmente la cobertura mensual que tuvo el muestreo biológico.

La información de los estadios de madurez se presenta en frecuencia absoluta por estadio por año.

Se utiliza la escala macroscópica de Johansen modificada, que consisten en 8 estadios de madurez:

	Stage	SEXUAL CONDITION	DESCRIPTION
Immature	1	Immature virginal	Do not enter in the reproductive process , little and immature gonads.
	2	Pre mature virginal	
Mature	3	Inicial Maturing	Beginning of the sexual maturity or reintegration in the reproductive cycle of the adults, it is the stage considered in repose or not reproductive
	4	Medium Maturing	Beginning of the reproductive activity, gonads are bigger.
	5	Advanced Maturing	Gonad gets more volume and turgescence, the ovocites are already mature and they lack only hydration.
	6	Spawning	Gonads large and turgescient with hydrated ovolos that flow at minor pressure.
	7	Spawned	Gonads show reduced volume and turgescence is lost, frequently bleeding and rests of hydrated ovolos is observed.
	8	Recovering	Gonads are smaller and bloody, considered the end of spawning and return to stage 3 .

	Estadio	ESTADO SEXUAL	DESCRIPCIÓN
Inmaduros	1	Inmadurez virginal	No entran en el proceso reproductivo , gonodas pequeñas e inmaduras.
	2	Pre madurez Virginal	
Maduros	3	Madurante Inicial	Inicio de la madurez sexual o reinicio del ciclo reproductivo de los adultos, es el estado considerado de reposo o inactividad
	4	Madurante Medio	Inicio de la actividad reproductiva, las gonadas son más grandes.
	5	Madurante Avanzado	La gonada alcanza mayor volumen y turgencia, los ovocitos ya están maduros y solo falta la hidratación de los mismos.
	6	Desovante	Gonadas grandes y turgentes con óvulos hidratados que fluyen a la menor presión.
	7	Desovados	Las gonadas reducen el volumen y se pierde la turgencia, con frecuencia se observa sanguinolencia y restos de óvulos hidratados.
	8	Recuperación	Las gonadas son más pequeñas y sanguinolentas se considera el fin del desove y el regreso al estado 3 .

Maturity ogives

The maturity ogives were obtained from investigative cruise data (due to the wider range of size covered).

There is no maturity ogive for each year. Two ogives have been presented:

- a) One for the period "before 1995", and
- b) One for the period "after 1995". The periods are significantly different from each other.

Each ogive is presented by size range and is the mean value of several cruises. Individuals of stage 3 and more are considered mature.

Ojivas de madurez

Las ojivas de madurez se obtuvieron de los datos de cruceros de investigaciones (por el mayor rango de tallas cubierto).

No se cuenta con una ojiva de madurez por año. Se han construido dos ojivas:

- a) una para el periodo "antes de 1995"; y
- b) otra para el periodo "después de 1995". Ambos periodos se diferencian significativamente.

Cada ojiva se presenta por rango de tamaño, y es un promedio de varios cruceros. Se consideraron maduros a los ejemplares en estadio 3 o mayor.

ANNEX 3

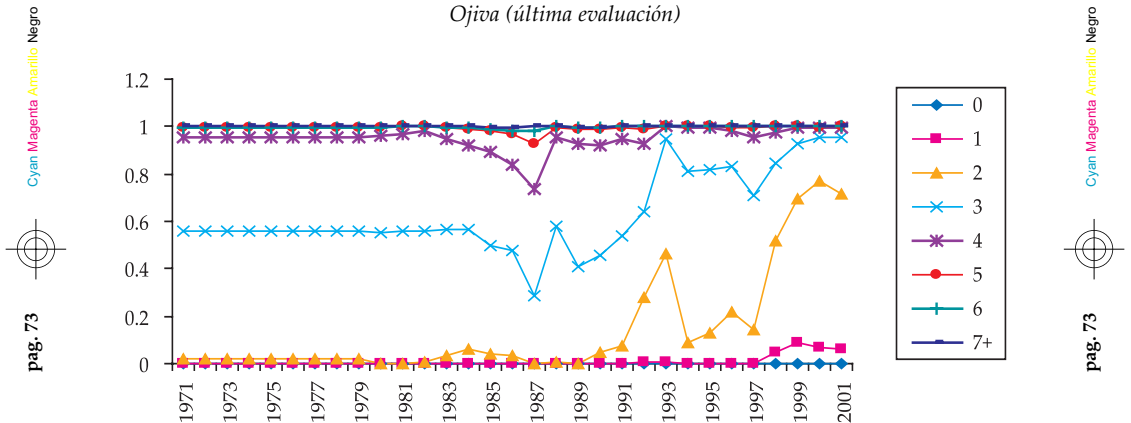
Temporal series of maturity ogives

ANEXO 3

Serie temporal de ojivas de madurez

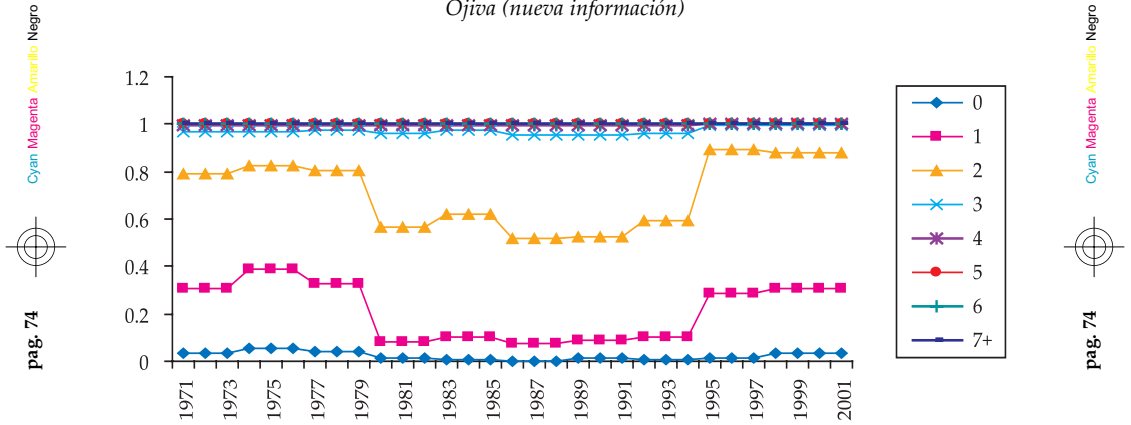
Ogive (last evaluation)

Ojiva (última evaluación)



Ogive (new information)

Ojiva (nueva información)



ANNEX 4

Formulation of the ICA-ADAPT schema

The analysis is divided in two time series, 1971 – 1995 and 1996 – 2002. For 1971 – 1995 separability is assumed

$$F_{age, year} = S_{age} * E_{year} + \epsilon$$

donde

ϵ : ruido estocástico de la forma $N(0, \sigma^2)$

The decomposition is normalides as followed

$$\sum_{age = 3}^8 S_{age} = 6 \quad y$$

ANEXO 4

Formulación del esquema ICA-ADAPT

El análisis se divide en dos series temporales 1971 – 1995 y 1996 – 2002. Para 1971 – 1995 se asume separabilidad

$$S_{age = 9} = \sum_{age = 6}^8 S_{age} / 3$$

Preliminary analysis suggest that fishery in the 1971 -1995 period was stable, presenting only slight changes. That is why the ICA-ADAPT model includes a parameter of restraint, indicating that fishing mortality has not changed much between consecutive years. This term (or parameter) takes the form of:

Análisis preliminares sugieren que la pesca en el período 1971-1995 fue estable, presentando sólo ligeros cambios. Por eso, el modelo ICA-ADAPT incluye un parámetro de penalización, que indica que la mortalidad por pesca no ha cambiado mucho entre años consecutivos. Este término (o parámetro) tiene la forma:

$$\sum_{year = 1971}^{1994} \left(E_{year} - E_{year + 1} \right)^2$$

For the period 1995 – 2002 one assumes that fishing mortality can change freely between years and the exploitation pattern must not be constant. The effort seems to be more dynamic and as a consequence a limitation in the variability between years does not apply for the 1996 – 2002 period. Finally, the 2003 cruise data are taken as an indicator of the surviving stock after the 2002 fishery. That cruise was carried out during January-February of 2003.

The assumption of separability for the 1971 -1995 period consequently is used to calculate the expected catches

$$C_{age,year} = N_{age,year} * \frac{F_{age,year}}{Z_{age,year}} (1 - \exp(-F_{age,year} - M))$$

with two abundance indicator:
cruise evaluation

Para el periodo 1995-2002 se asume que la mortalidad por pesca pueda cambiar libremente entre años, y que el esquema de explotación no tiene que ser constante. El esfuerzo parece más dinámico y en consecuencia la limitación de la variabilidad entre años no se aplica al periodo 1996-2002. Finalmente el crucero para 2003 se emplea como un estimador del stock superviviente después de la pesquería de 2002. Este crucero fue realizado en enero-febrero 2003

La asunción de separabilidad por los años 1971-1995, en consecuencia, es usada para calcular las capturas esperadas

con dos indicadores de abundancia:
Cruceros de evaluación

$$CPUE_{age,year} = q_{age}^{Survey} * N_{age,year} * \exp(-\alpha_{year} * Z_{age,year})$$

and commercial CPUE

y CPUE Comercial

$$CPUE_{age,year} = q_{age}^{Commercial} * N_{age,year} * \frac{(1 - \exp(-Z_{age,year}))}{Z_{age,year}}$$

where

donde

$$Z_{age,year} = F_{age,year} + M$$

q_{age} : capturabilidad

α_{year} : fracción de la mortalidad ejercida antes del crucero

The normal equation of the cohort also applies

La ecuación normal de la cohorte también aplica

$$N_{age+1,year+1} = N_{age,year} * \exp(-F_{age,year} - M)$$

The solutions of the equations are obtained by applying minimum squares for the following expression:

Las soluciones de las ecuaciones de estimación se obtienen minimizando por mínimos cuadrados la expresión:

$$\begin{aligned}
 LSQ = & \sum_{age, year} \left(\log (Catch_{age, year}^{obs}) - \log (Catch_{age, year}^{calculated}) \right)^2 \\
 & + \sum_{age, year} \left(\log (Cpue_{age, year}^{obs}) - \log (Cpue_{age, year}^{calculated}) \right)^2 \dots\dots\dots [Cruceros, edades 1-6] \\
 & + \sum_{age, year} \left(\log (Cpue_{age, year}^{obs}) - \log (Cpue_{age, year}^{calculated}) \right)^2 \dots\dots\dots [Commercial Cpue (Costeros) ages 5-7] \\
 & + \lambda_{Separable} * \sum_{age=3}^8 (S_{age} - 6)^2 + \lambda_{effort} * \sum_{year=1971}^{1994} (E_{year} - E_{year+1})^2 \dots\dots\dots [Normalizacion and estabilidad]
 \end{aligned}$$

The parameters to be estimated are:

Parameters	Period	Age groups	Terminology
Annual fishing mortality (separable F)	1971-1995	---	E ₁₉₇₁ , E ₁₉₇₂ , ... E ₁₉₉₅
Fixed exploitation pattern	Applicable for 1971-1995	1-9	S ₁ , S ₂ , ..., S ₈
Recruitment (age 1)	1971-2002		N _{1,1971} , N _{1,1972} ..., N _{1,2001}
Population	1971	2-8	N _{2,1971} , N _{3,1971} , ... N _{8,1971}
Capturability (commercial CPUE)	Independent	5, 6, 7	q _{age} Commercial
Capturability (Cruises)	Independent	1 and combined ages 2-6	q _{age} Survey

Los parámetros que serán estimados son:

Parámetros	Periodo	Grupos de edades	Nomenclatura
Nivel de mortalidad por pesca anual (separable F)	1971-1995	---	E ₁₉₇₁ , E ₁₉₇₂ , ... E ₁₉₉₅
Patrón de explotación fijada	Aplicable para 1971-1995	1-9	S ₁ , S ₂ , ..., S ₈
Reclutamiento (edad 1)	1971-2002		N _{1,1971} , N _{1,1972} ..., N _{1,2001}
Población	1971	2-8	N _{2,1971} , N _{3,1971} , ... N _{8,1971}
Capturabilidad (CPUE Comercial)	Independiente	5, 6, 7	q _{edad} Comercial
Capturabilidad (Cruceros)	Independiente	1 y combinadas edades 2-6	q _{edad} Survey

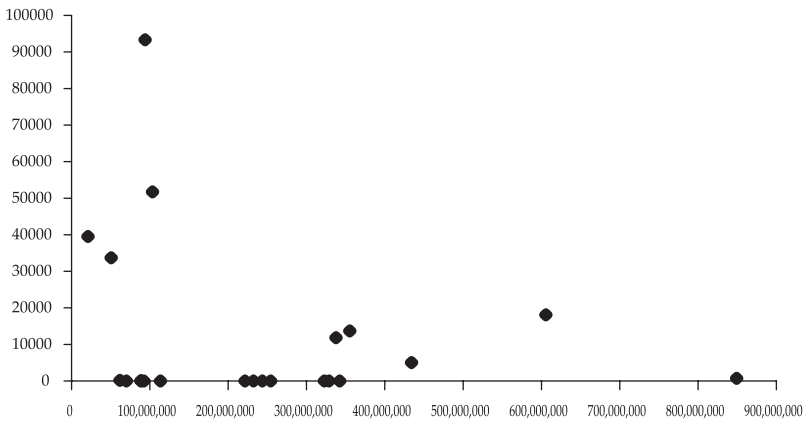
ANNEX 5
Comparison of the population
estimates by age using commercial
CPUE

ANEXO 5
Comparación de las estimaciones de las
poblaciones por edad con el CPUE
comercial

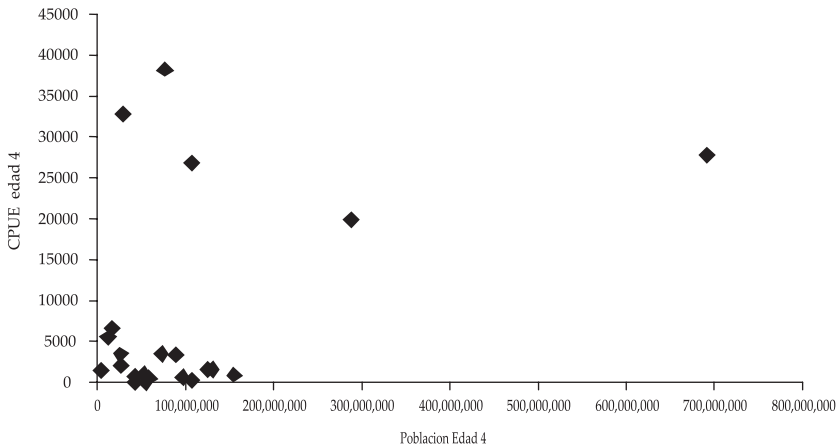
The following figures show the relationships for ages 3 to 7.

Los gráficos siguientes demuestran las relaciones para las edades 3 a 7.

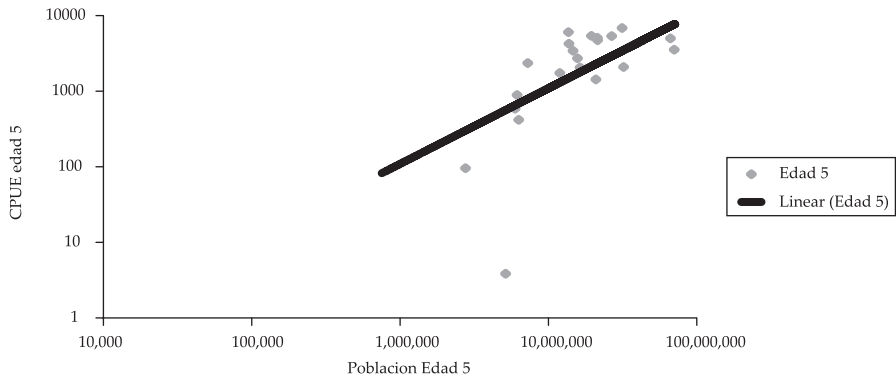
CPUE (Costeros) Comerciales Edad 3



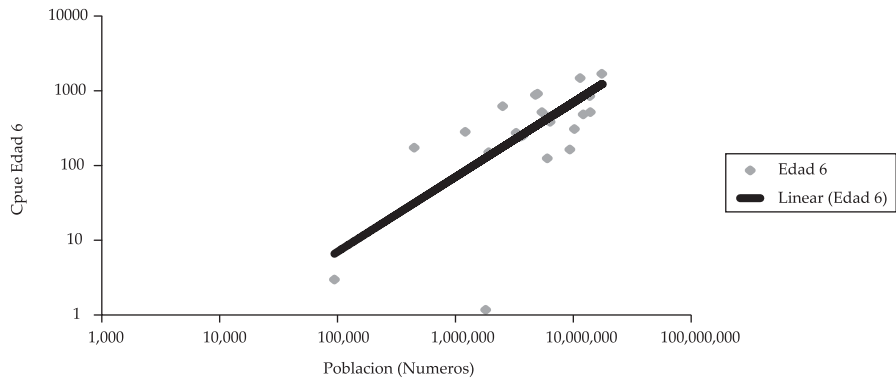
CPUE (Costeros) Comerciales Edad 4



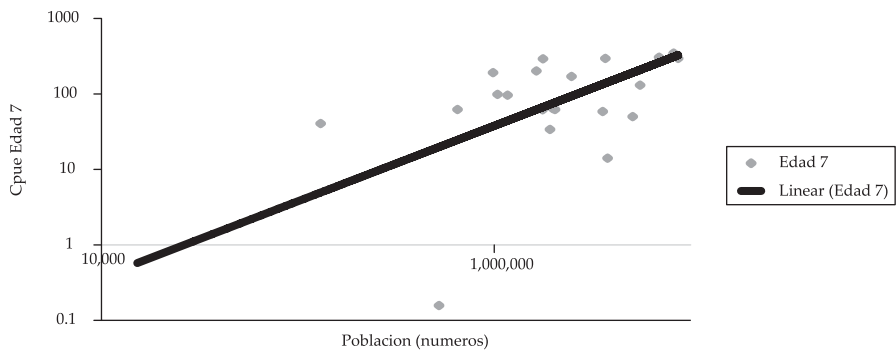
CPUE (Costeros) Comerciales Edad 5



CPUE (Costeros) Comerciales Edad 6



CPUE (Costeros) Comerciales Edad 7



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

CONTENIDO

Introducción	81
Revisión del desarrollo de la pesquería de merluza en el 2003	82
Descartes y capturas no registrados	82
Evaluaciones y estado del stock	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
Proyecciones para el año 2004	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
Talla mínima de captura	98
Consideraciones para determinar la talla mínima legal a corto término	100
Plan de recuperación	101
Objetivo, estructura del stock	101
Horizonte temporal	101
Revisión de la información disponible de los cruceros	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
Anexo 1.- Participantes en el panel	115
Anexo 2.- 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

Introduction	81
Revision of the development of the hake fishery in 2003	82
Discards and unreported landings	82
Evaluations and state of the stock	83
Inputs	83
Data analysis and evaluation	84
Results	85
Conclusions of the evaluation	88
Estimation of the maturity ogive	89
Projections for 2004	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
Minimum length in catch	98
Considerations to determine the legal minimum size at a short term	100
Recovery plan	101
Objective, stock structure	101
Temporal horizon	101
Revision of the available information from cruises	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
Annex 1.- Participants in the panel	115
Annex 2.- 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 15th to 22nd 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 15th 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).

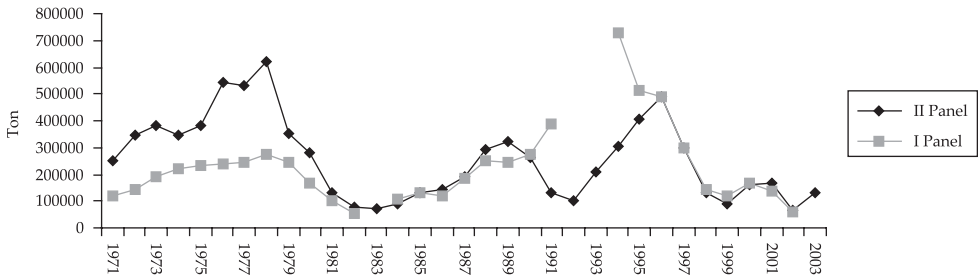


Fig. 1.- Estimates of the spawning stock biomass (SSB) (panel I and panel II).

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).

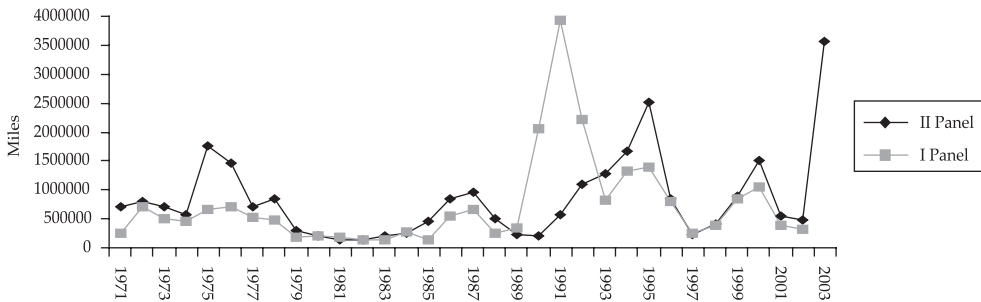


Fig. 2.- Recruitments (age 1) 1971-2003. Panel I and panel II.

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 edades.

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).

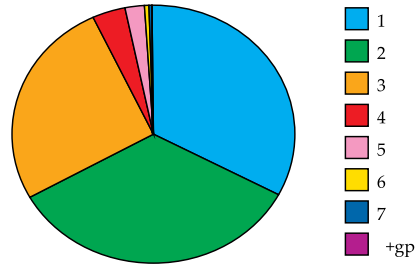
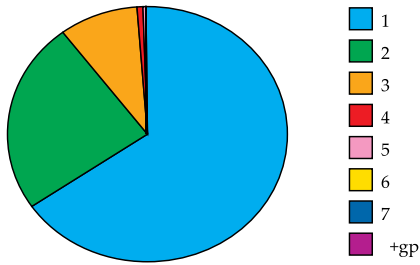


Fig. 3.- Population structure in 2003, referred to age (%).

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).

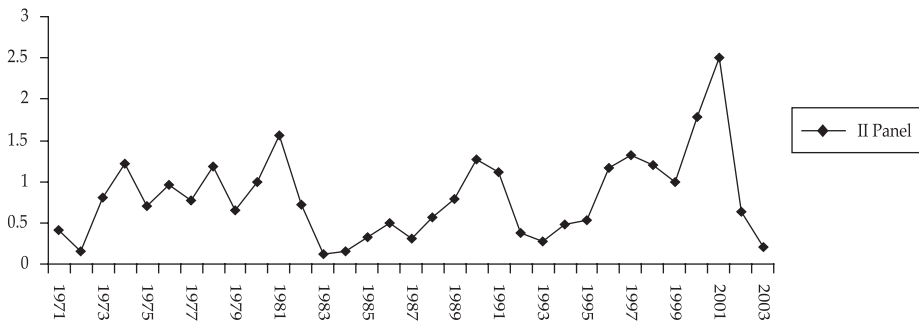


Fig. 5.- Mean fishing mortality (F) of ages 2 to 7.

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.

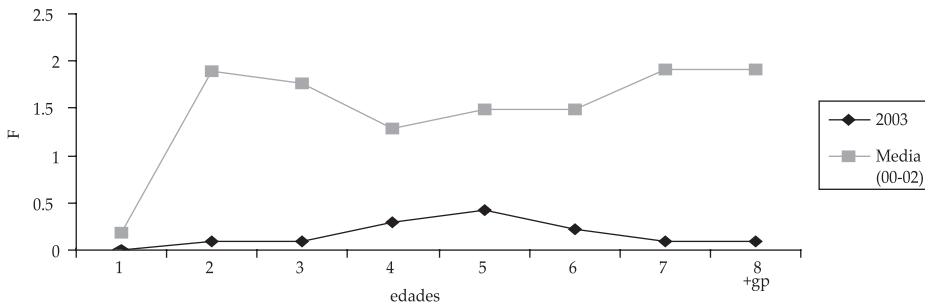


Fig. 6.- Exploitation pattern of Peruvian hake.

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⁻¹, $t_0 = -0.739$ 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⁻¹; $t_0 = -0,739$ 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⁻¹.
- 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⁻¹.
- 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⁻¹.

- 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⁻¹.

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).

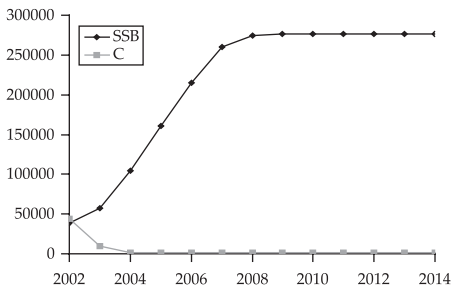


Fig. 7.- Simulation A. Total closure of the fishery.

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).

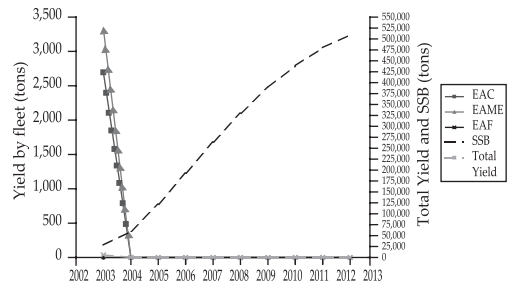


Fig. 8.- Simulation B. Total closure of the fishery.

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).

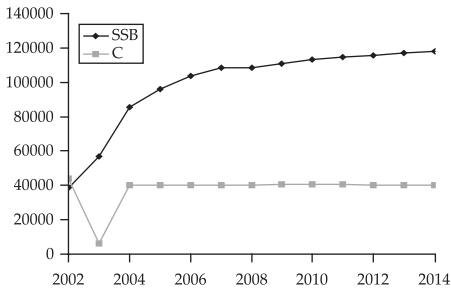


Fig. 9.- Simulation A. TAC 40 000.

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).

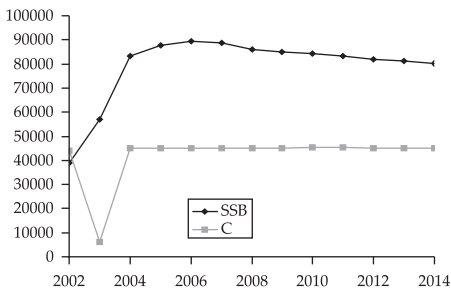


Fig. 11.- Simulation A. TAC 45 000.

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).

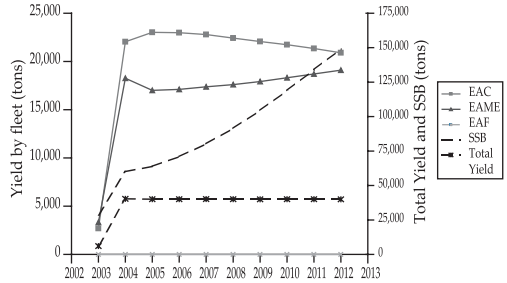


Fig. 10.- Simulation B. TAC 40 000.

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).

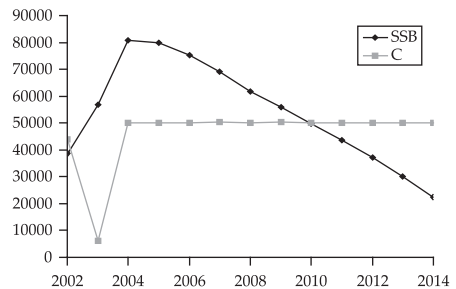


Fig. 12.- Simulation A. TAC 50 000.

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).

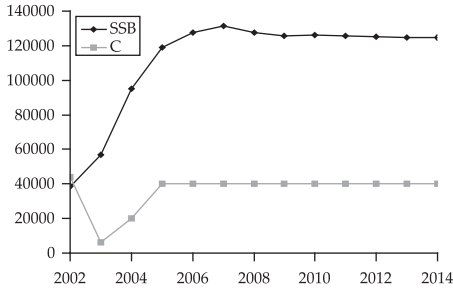


Fig. 13.- Simulation A. TAC 20 000 / 40 000.

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

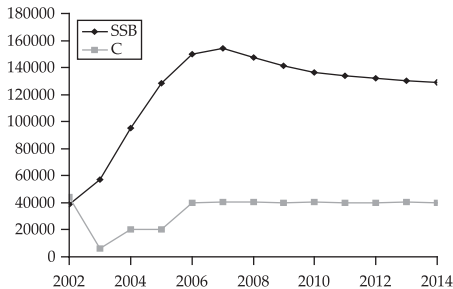


Fig. 15.- Simulation A. TAC 20 000 / 40 000.

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).

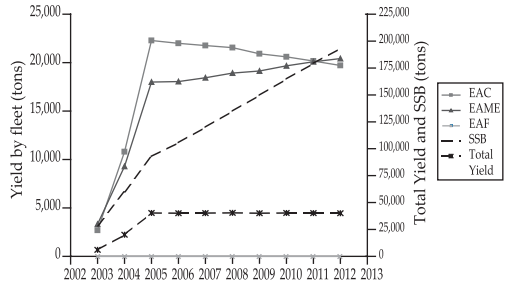


Fig. 14.- Simulation B. TAC 20 000 / 40 000.

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

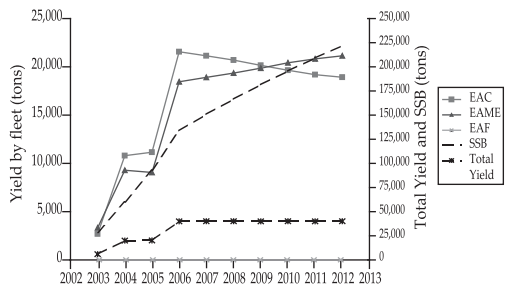


Fig. 16.- Simulation B. TAC 20 000 / 40 000.

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_{max} of 55 000 t (annual mean) or 91 000 t at the beginning of the year (Fig. 17).

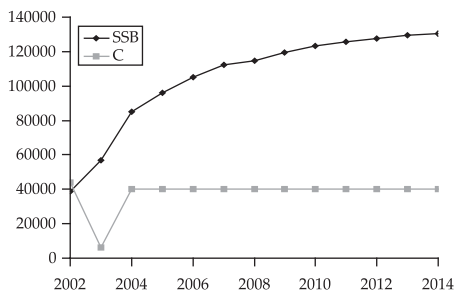


Fig. 17.- Minimum length 28 cm. TAC 20 000 / 40 000.

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_{max} de 55.000 t (media anual) o 91.000 t a principio de año (Fig. 17).

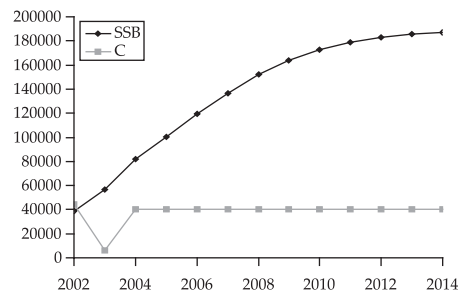


Fig. 18.- Minimum length 37 cm. TAC 40 000.

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 (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 $F_{0.1}$.

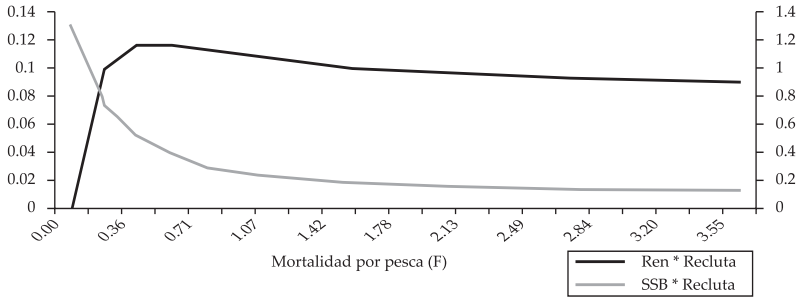


Fig. 19.- Yield per recruit and mature per recruit.

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

Referente points	F2000 (ages 2-7)	F _{max}	F _{0.1}
Absolute F	1.777	0.446	0.232
Multiplicator of F	1	0.251	0.131

Puntos de Referencia	F2000 (edades 2-7)	F _{max}	F _{0.1}
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 extend 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, 15th 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).

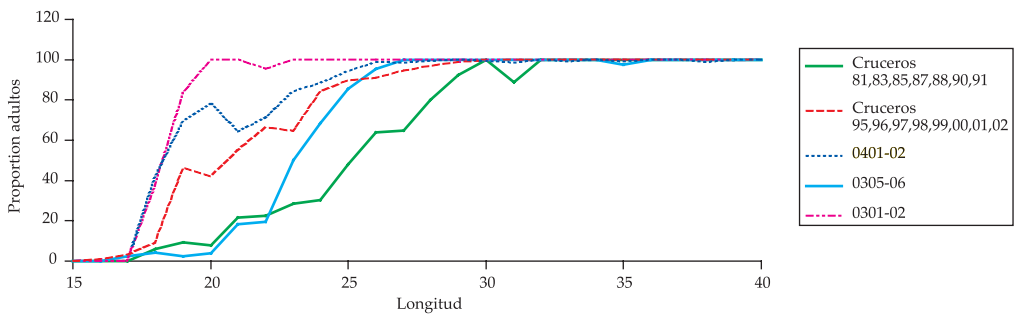


Fig. 20.- Maturity ojive in different cruises.

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

During the presentations of Monday, 15th, 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

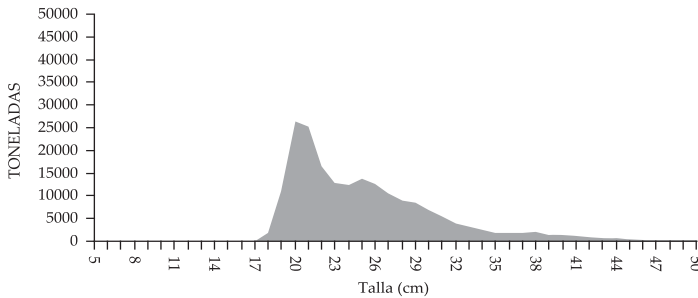


Fig. 21.- Biomass per length. January 2004 cruise.

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 ² (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.

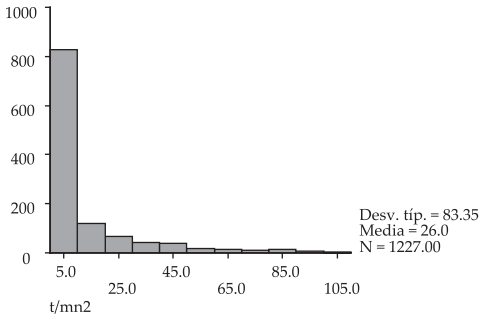


Fig. 22.- Frequency distribution.

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 ²		
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.

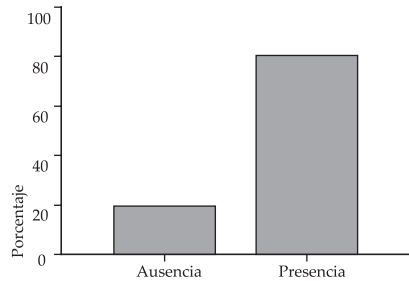


Fig. 23.- Presence - absence of the resource.

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.

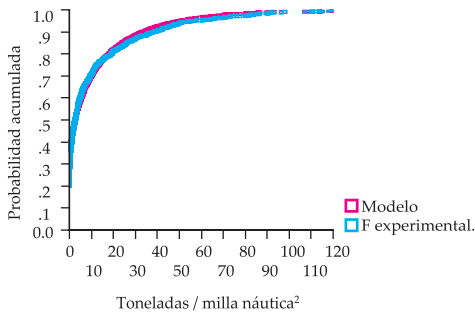


Fig. 24.- Biomass index (t/nm²)

Fig. 24.- Índice de biomasa (t/mn²)

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

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).

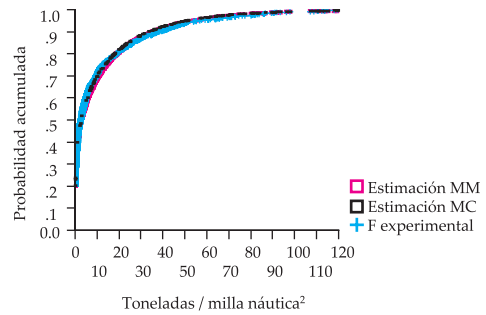


Fig. 25.- Biomass index (t/nm²)

Fig. 25.- Índice de biomasa (t/mn²)

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

pag. 103
Cyan Magenta Amarillo Negro

pag. 103
Cyan Magenta Amarillo Negro

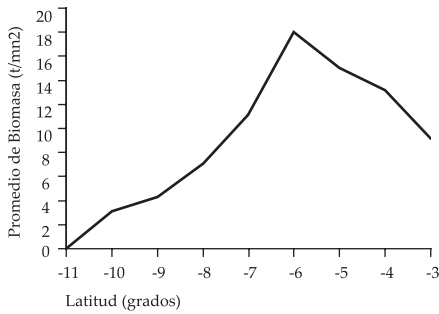


Fig. 26.- Mean biomass in relation to depth.

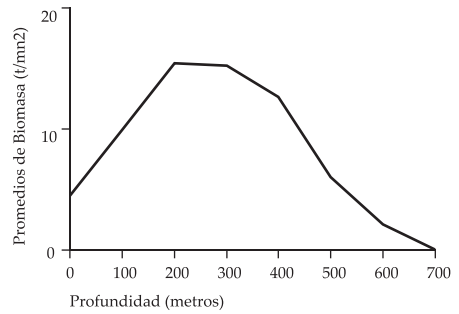


Fig. 27.- Mean biomass in relation to latitude.

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).

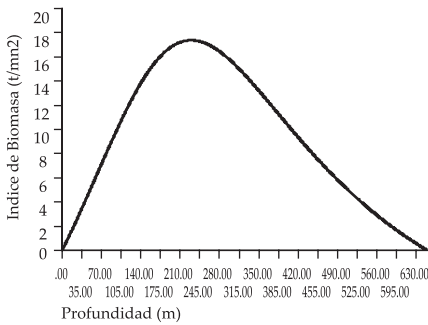


Fig. 28.- Biomass / depth index.

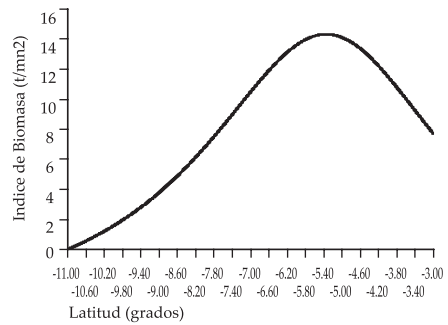


Fig. 29.- Biomass / latitude index.

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.

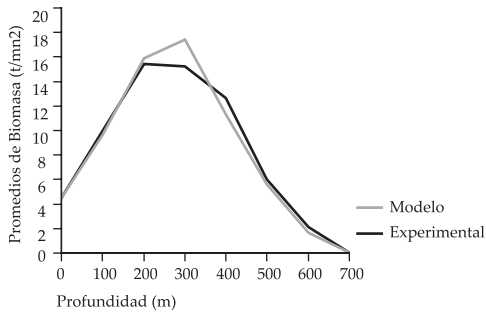


Fig. 30.- Mean biomass / depth.

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:

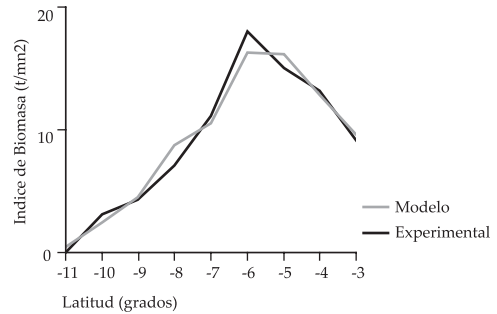


Fig. 31.- Mean biomass / latitude.

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:

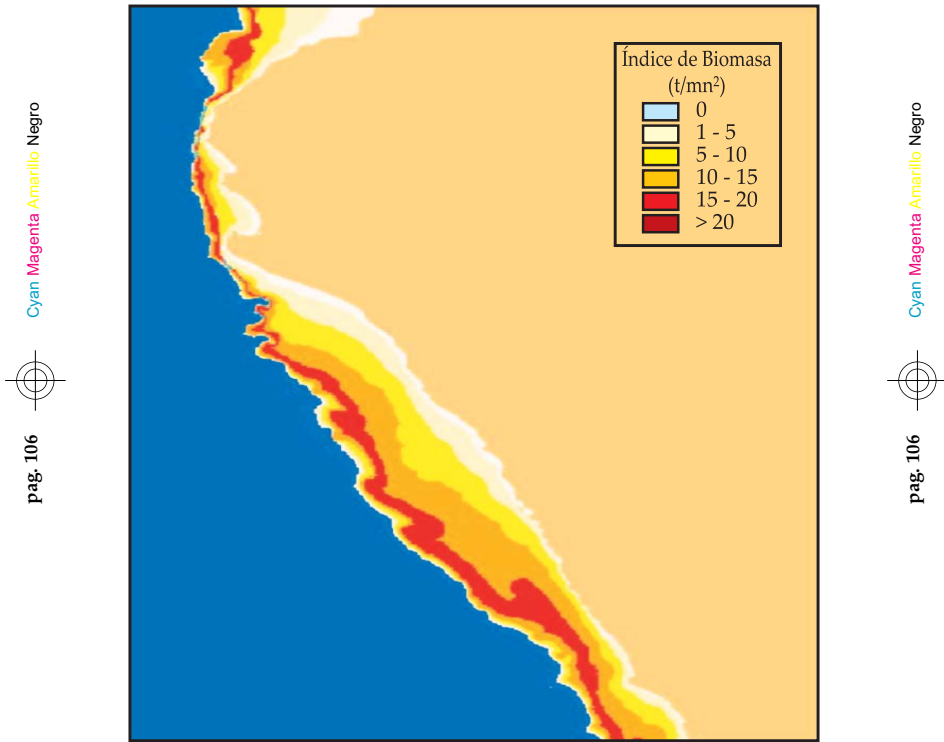


Fig. 32.- *Merluccius gayi peruanus*. Batimetric model. Mean of biomass index.

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 _{inf}	T ₀
Decade 1980 - 1990	0.1091	105.6	-0.8103
Following years	0.0968	105.2	-1.03779

Such growth models appear in Fig. 33:

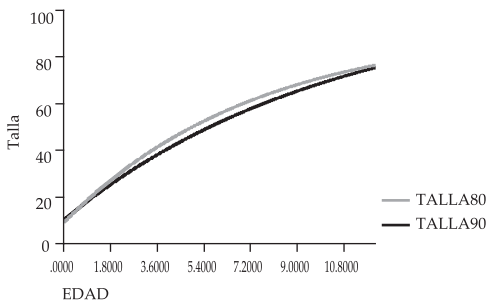


Fig. 33.- Length per age.

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 _{inf}	T ₀
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:

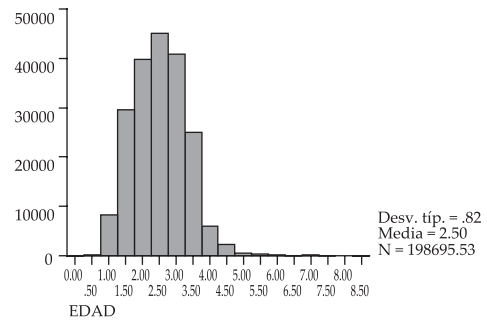


Fig. 34.- Distribution per age for cohorts 1994 and 1995.

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.

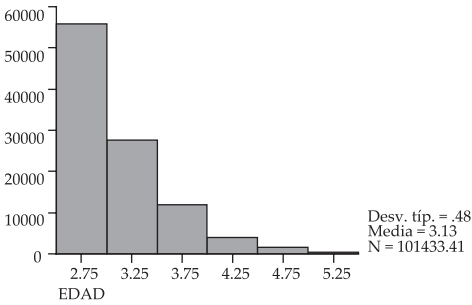


Fig. 35.- Age distribution (2.5 a 5.5).

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

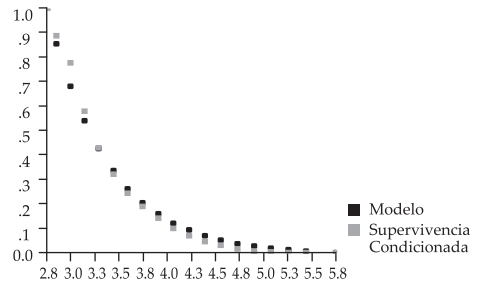


Fig. 36.- Survival by ages.

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

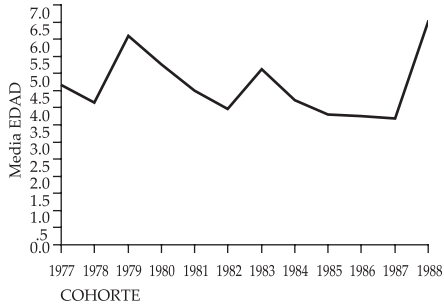


Fig. 37.- Mean age of Peruvian hake, during 1977-1988.

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

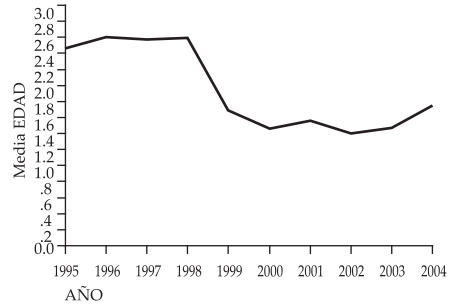


Fig. 38.- Mean age of Peruvian hake, during 1995-2004.

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).

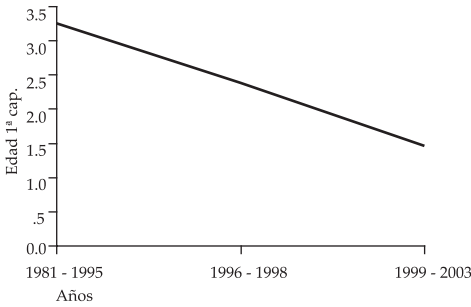


Fig. 39.- Effective age of first capture.

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⁻¹.

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).

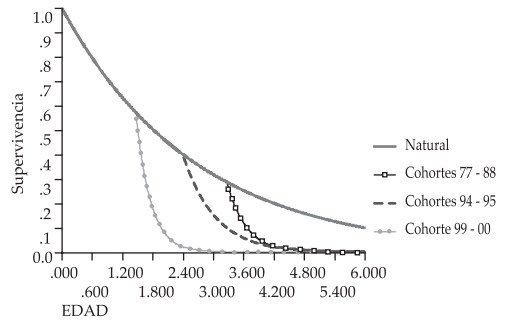


Fig. 40.- Survival of different cohorts.

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⁻¹.

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.

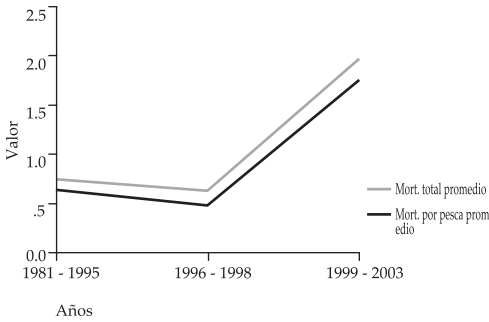


Fig. 41.- Total and fishing mortality.

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).

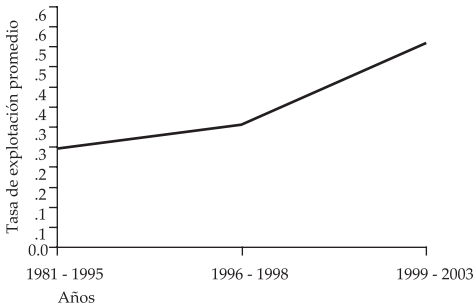


Fig. 43.- Average exploitation rate.

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.

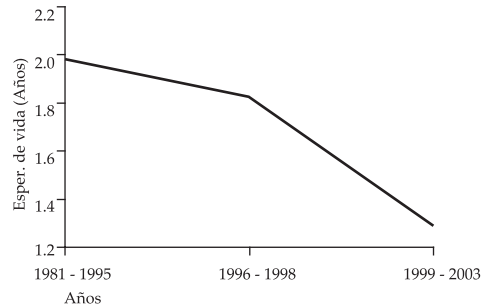


Fig. 42.- Life expectancy in different periods.

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.

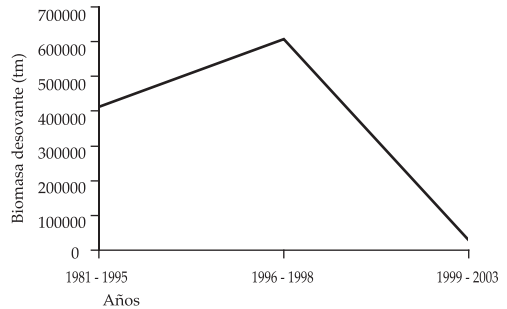


Fig. 46.- Spawning biomass

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).

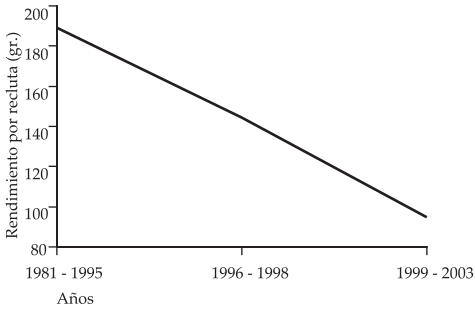


Fig. 47.- Yield per recruit.

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.

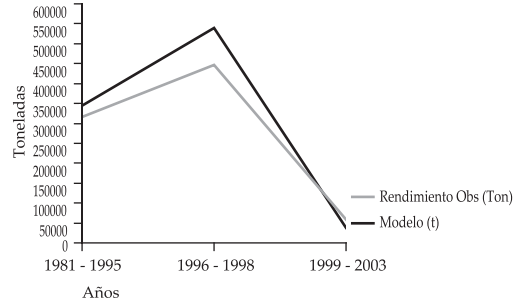


Fig. 48.- Observed and estimated yields between 1980-1990.

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./mile²) 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/mn²) 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	106800	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/mn²). Cruises 1990 - 2003.**Tabla 4.- Índices de abundancia (ind/mn²). 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

AÑOS Y NÚMEROS DE PUBLICACIONES CIENTÍFICAS DEL IREMAR Y DEL IMARPE

BOLETÍN IREMAR (ISSN 020-3920)Ⓢ INFORME IREMAR (ISSN 0457-1762)Ⓢ Ⓢ Ⓢ	Año 1963 Vol. 1 números 1 - 5 Año 1962 (Vol. 1) Números 1-6 (6) Año 1963 (Vol. 2) Números 7-22 (16) Año 1964 (Vol. 3) Números 23-28) (6)
---	---

BOLETÍN IMARPE (Bol Inst Mar Perú, ISSN 0458 - 7766)

AÑOⓈ	VOL.Ⓢ	NÚMEROS	AÑOⓈ	VOL.Ⓢ	NÚMEROS	AÑOⓈ	VOL.Ⓢ	NÚMEROS
1964Ⓢ	IⓈ	1	1980Ⓢ	-----Ⓢ	-----	1990Ⓢ	XIVⓈ	1, 2
1965ⓈⓈ		2, 3	1981Ⓢ	V, VI		1991Ⓢ	-----Ⓢ	-----
1966ⓈⓈ		4, 5, 6	Ⓢ	+ 1 extraord.		1992Ⓢ	-----Ⓢ	-----
1967Ⓢ	-----Ⓢ	-----	1982Ⓢ	VIIⓈ	1	1993Ⓢ	-----Ⓢ	-----
1968 ⓈⓈ		7, 8, 9, 10	1983ⓈⓈ		2, 3, 4, 5, 6	1994Ⓢ	-----Ⓢ	-----
1969Ⓢ	IIⓈ	1, 2, 3, 4	1984Ⓢ	VIIIⓈ	1, 2, 3, 4, 5, 6,	1995Ⓢ	-----Ⓢ	-----
1970ⓈⓈ		5, 6	ⓈⓈ	6a		1996Ⓢ	XVⓈ	1, 2
1971 Ⓢ	-----Ⓢ	-----	1985Ⓢ	IXⓈ	1, 2	1997Ⓢ	XVIⓈ	1, 2
1972ⓈⓈ		7, 8, 9	Ⓢ	X Ⓢ	1	1998Ⓢ	XVIIⓈ	1- 2
1973Ⓢ	-----Ⓢ	-----	Ⓢ	+ 2 extraord.		1999Ⓢ	XVIIIⓈ	1- 2
1974ⓈⓈ		10	1986ⓈⓈ		2, 3, 4, 5, 6, 7,	2000Ⓢ	XIXⓈ	1- 2
1974Ⓢ	IIIⓈ	1, 2, 3	ⓈⓈ	8		2001Ⓢ	XXⓈ	1- 2
1975Ⓢ	-----Ⓢ	-----	1987Ⓢ	XIⓈ	1, 2, 3, 4, 5, 6	2002Ⓢ	-----Ⓢ	-----
1976Ⓢ	-----Ⓢ	-----	Ⓢ	+ 3 extraord.		2003Ⓢ	-----Ⓢ	-----
1977ⓈⓈ		4	1988ⓈⓈ		1, 2	2004Ⓢ	XXIⓈ	1-2
1978ⓈⓈ		5	Ⓢ	+ 1 extraord.				
1979Ⓢ	IVⓈ	1, 3	1989Ⓢ	XIIIⓈ	1, 2			

INFORME IMARPE (Inf Inst Mar Perú, ISSN 0378 - 7702)

AÑOⓈ	VOL.Ⓢ	NÚMEROS	AÑOⓈ	VOL.Ⓢ	NÚMEROS	AÑOⓈ	VOL.Ⓢ	NÚMEROS
1965Ⓢ	(01) Ⓢ	01-09Ⓢ (9)	1979Ⓢ	(12)Ⓢ	52-73Ⓢ (22)	1993Ⓢ	-----	-----
1966Ⓢ	(02)Ⓢ	10-15Ⓢ (6)	1980Ⓢ	(13)Ⓢ	75-78Ⓢ (4)	1994Ⓢ	(24)Ⓢ	105Ⓢ (1)
1967Ⓢ	(03)Ⓢ	16-19Ⓢ (4)	1981Ⓢ	(14)Ⓢ	79-82Ⓢ (4)	1995Ⓢ	(25)Ⓢ	106-115Ⓢ (10)
1968Ⓢ	(04)Ⓢ	20-26Ⓢ (7)	1982Ⓢ	-----	-----	1996Ⓢ	(26)Ⓢ	116-122Ⓢ (7)
1969Ⓢ	(05)Ⓢ	27-30Ⓢ (4)	1983Ⓢ	(15)Ⓢ	83-85Ⓢ (3)	1997Ⓢ	(27)Ⓢ	123-129Ⓢ (7)
1970Ⓢ	(06)Ⓢ	31-35Ⓢ (5)	1984Ⓢ	(16)Ⓢ	86-88Ⓢ (3)	1998Ⓢ	(28)Ⓢ	130-142Ⓢ (13)
1971Ⓢ	(07)Ⓢ	36-37Ⓢ (2)	1985Ⓢ	-----	-----	1999Ⓢ	(29) Ⓢ	143-150Ⓢ (8)
1972Ⓢ	(08)Ⓢ	38-40Ⓢ (3)	1986Ⓢ	(17)Ⓢ	89Ⓢ (1)	2000Ⓢ	(30)Ⓢ	151-158Ⓢ (8)
1973Ⓢ	(09)Ⓢ	41-43Ⓢ (3)	1987Ⓢ	(18)Ⓢ	90-91Ⓢ (3)	2001Ⓢ	(31)Ⓢ	159-164Ⓢ (6)
1974Ⓢ	(10)Ⓢ	44Ⓢ (1)	1988Ⓢ	(19)Ⓢ	92-93Ⓢ (2)	2002Ⓢ	-----	-----
1975Ⓢ	-----	-----	1989Ⓢ	(20)Ⓢ	94-96Ⓢ (3)	2003Ⓢ	-----	-----
1976Ⓢ	-----	-----	1990Ⓢ	(21)Ⓢ	97-99Ⓢ (3)	2004Ⓢ	32Ⓢ	1, 2, 3, 4Ⓢ (4)
1977Ⓢ	-----	-----						
1978Ⓢ	(11)Ⓢ	45-5Ⓢ (7)	1991Ⓢ	(22)Ⓢ	100-101Ⓢ (2)			
			1992Ⓢ	(23)Ⓢ	102-104Ⓢ (3)			

INFORME PROGRESIVO IMARPE

AÑOⓈ	NÚMEROS	AÑOⓈ	NÚMEROS	AÑOⓈ	NÚMEROS
1995Ⓢ	1-16Ⓢ (16)	1998Ⓢ	73-96Ⓢ (24)	2001Ⓢ	136-159Ⓢ (24)
1996Ⓢ	17-48Ⓢ (32)	1999Ⓢ	97-111Ⓢ (15)	2002Ⓢ	-----
1997Ⓢ	49-32Ⓢ (24)	2000Ⓢ	112-135Ⓢ (24)	2003Ⓢ	-----

ANUARIO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO IMARPE

2004 Vol. 1 Enero-diciembre 2001

2005 Vol. 2 Enero-diciembre 2002

2005 Vol. 3 Enero-diciembre 2003

Para pedidos de publicaciones, solicitar nuestro CATÁLOGO DE PUBLICACIONES, dirigiendo su correspondencia a
 BIBLIOTECA DEL INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ, Apartado Postal 22, Callao, Perú.
 Fax (511) 429-9811. Correo Electrónico: imarpe-bib@imarpe.gob.pe



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

Esquina Gamarra y General Valle s/n
Apartado postal 22. Callao, Perú
Teléfonos: 429-7630 y 420-2000
Fax: (511) 429-9811
E-mail: imarpe@imarpe.gob.pe