

I N S T I T U T O D E L M A R D E L P E R U

BOLETIN

VOLUMEN I

NUMERO 2

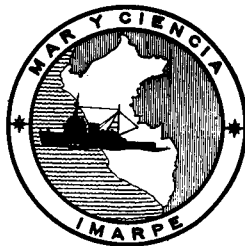
FLUCTUACIONES EN LA ABUNDANCIA APARENTE DEL STOCK DE ANCHOVETA EN 1959 - 1962

(Versión en español... pág. 33-86)

(English version... pag. 87-104)

por

G. SAETERSDAL, I. TSUKAYAMA Y B. ALEGRE



LA PUNTA, CALLAO, PERU

1 9 6 5

FLUCTUACIONES EN LA ABUNDANCIA APARENTE DEL STOCK DE ANCHOVETA EN 1959 - 1962 *

por

G. SAETERSDAL, I. TSUKAYAMA Y B. ALEGRE

(Figuras del Texto 1-18 y Tablas 1-17)

C O N T E N I D O

Abstracto	36
1. Introducción	36
2. Datos y Métodos	37
3. Descripción de la pesquería	37
3.1 Técnicas de pesca y sus prácticas	37
3.2 La flota pesquera y sus equipos	38
3.3 Resumen de los desembarques por puertos y años	39
4. Datos simples sobre promedio de pesca por viaje, por mes y por año ..	40
4.1 Captura por viaje con captura	40
4.2 Captura mensual por embarcación	40
4.3 Captura anual por embarcación	40
4.4 Discusión	41
5. Comparación de la eficiencia relativa de las bolicheras.....	41
5.1 Las medidas del poder de pesca	42
5.2 Relación entre el éxito de pesca y tamaño de la embarcación ..	43
5.3 Relación entre el éxito de pesca y tamaño del boliche	44
5.4 El efecto del equipo auxiliar sobre el éxito de pesca	46
6. Disponibilidad y Abundancia de la anchoveta	46
6.1 Relación entre captura por unidad de esfuerzo y Abundancia apa- rente. El fenómeno de saturación	47
6.2 Índices de Abundancia aparente	49
6.3 Las fluctuaciones estacionales	49
6.4 Abundancia aparente por estaciones de pesca	50
6.5 Fluctuaciones naturales; el efecto de la explotación	50
Agradecimientos	52
Referencias	52
Figuras	53 al 64
Tablas	65 al 85

* Recibido para su publicación en Mayo de 1964.

ABSTRACTO

Para anotación.-- Se han analizado los efectos del tamaño de la embarcación, tamaño del boliche y uso del equipo auxiliar sobre el poder de pesca definiéndose una unidad estándar de esfuerzo. El Índice de abundancia se derivó incorporando además el efecto estimado de la saturación de las embarcaciones, y se han discutido las variaciones en la disponibilidad o abundancia.

Los datos usados comprendieron una cubierta casi completa de los desembarques individuales para embarcaciones bolicheras identificadas desde 1959 hasta 1962. Se presentan los datos no corregidos de captura por embarcación de las embarcaciones clasificadas por grupos de longitud, pero debido a cambios en el tamaño de las embarcaciones, tamaño de redes y uso de equipo auxiliar fue necesario definir una unidad estándar de esfuerzo. Una correlación alta y positiva se encontró entre el éxito de pesca y tamaño de la embarcación medido en toneladas de registro grueso y se decidió usar Mes por GRT como unidad de tiempo y esfuerzo. El efecto del tamaño del boliche sobre el poder de pesca se estudió por un análisis de correlación parcial y esta correlación resultó significativa pero relativamente baja. El efecto del incremento promedio de 20-30 brazas en la longitud de las redes entre 1959 y 1962 se estimó en capturas más altas en cerca de 10%. Se piensa que el uso de jaladores hidráulicos tiene influencia significativa en el poder de pesca y su efecto es evaluado de algunos datos del tiempo ahorrado cuando se usan estos aparatos. Finalmente se ha discutido el fenómeno de saturación de la pesquería. La relación entre captura por unidad de esfuerzo y la ocurrencia de saturación de las embarcaciones indica que a altos niveles de abundancia de peces, la saturación trae como consecuencia una depresión relativa de la c. p. u. e. Se ha derivado una relación entre abundancia y c. p. u. e. asumiendo que el efecto es proporcional al porcentaje de saturación. Se han usado los índices de abundancia aparente para estudiar las fluctuaciones estacionales de la pesquería, las cuales tienen un tipo muy regular, y las variaciones entre estaciones indican cambios considerables en la abundancia o disponibilidad de año a año.

1. INTRODUCCION

El presente trabajo describe nuestros intentos de estudiar las fluctuaciones en la disponibilidad y abundancia de la población de anchoveta, utilizando datos disponibles sobre esfuerzo y captura de la pesca de la misma, durante el período 1959 - 1962. Tal análisis es parte indispensable en la investigación sobre un stock de peces comerciales, pero teniendo en mente que la información obtenida es sólo complementaria a observaciones biológicas relacionadas con la población, tales como, distribución general, migraciones, tasa de crecimiento, reproducción, edad, etc. Esta clase de informaciones, sin embargo, aún es incompleta para la población de anchoveta, lo que limita el valor de nuestro análisis estadístico.

La presentación quizás está documentada más que lo estrictamente necesario con gráficos y tablas de datos estadísticos. Esto fué hecho en parte porque algunos de los datos sumarizados pueden ser de interés por sí mis-

nios y también porque consideramos que este trabajo es sólo de naturaleza preliminar y esperamos que los datos básicos aquí incluidos puedan facilitar la continuación de los estudios sobre esta materia.

2. DATOS Y METODOS

Gracias al servicio especial de Estadística organizado para la pesquería de la anchoveta por el Consejo de Investigaciones Hidrobiológicas en 1959, nuestros datos detallados se remontan a ese año.

El sistema fué establecido por el entonces Asesor Científico Dr. Z. Popovici y llevado a cabo por el Dr. Vásquez, basándose en dos fuentes de información: fichas de desembarco y consumo total diario de materia prima por las plantas de harina.

Las fichas de desembarque contienen información de los desembarques por viajes de embarcaciones identificadas, como también tiempo de viaje, número de calas y tamaño de boliche. A los compradores del pescado, vale decir las plantas de harina, se les solicitó suministrar esta información estadística. El rápido incremento en la dimensión de la pesquería trajo como consecuencia dificultades para mantener este sistema de fichas de desembarque, en su forma original, es así como en 1961 el Dr. W. Doucet, Jefe Economista del Instituto y los autores de este estudio establecieron un sistema más simple, por medio del cual los datos de desembarques individuales de embarcaciones identificadas se recogen hasta la fecha, pero datos adicionales de tiempo de viaje, etc., son extraídos por un sistema de bitácoras.

El bitácora cubre diariamente todas las operaciones de las embarcaciones y de este modo también provee informaciones de viaje sin captura, las cuales desde luego no son cubiertas por las fichas de desembarque.

Nuestro conocimiento de las embarcaciones, su identificación y características es obtenido del Registro Oficial de Embarcaciones en poder de las autoridades portuarias.

La Tabla 1 muestra la extensión de los datos de desembarque por embarcaciones identificadas, procedentes del bitácora.

Los datos originales fueron transferidos a tarjetas IBM para ser luego verificados y procesados. Se ha utilizado un sistema de dos juegos de tarjetas: uno de tarjetas maestras para las embarcaciones y otro de tarjetas de viaje para desembarques individuales. El rendimiento de las embarcaciones se resumió en tarjetas sumarias mensuales y sumarias anuales.

Este sistema fué proyectado en cooperación con el Departamento de Economía del Instituto y también provee las estadísticas corrientes de la pesquería de la anchoveta (Doucet et al., 1962 a, b, c y 1963.)

3. DESCRIPCION DE LA PESQUERIA

3.1 Técnicas de pesca y sus prácticas.

La pesca se realiza exclusivamente con boliches desde la cubierta de popa. Las embarcaciones son construídas localmente siendo el tipo de cons-

trucción el US "Pacific Coast Seiner", con algunas adaptaciones. La red es echada casi en tres cuartos de círculo, remolcada y encerrada. La chalana por lo general no es motorizada. La red usualmente tiene una segunda bolsa y un cierre o "zipper" en la parte media, por lo que las capturas pesadas pueden repartirse en dos.

Para secar una red vacía de más o menos 200 brazas de longitud, por medio de la fuerza del hombre, se necesita alrededor de una hora, en cambio, mediante el jalador hidráulico (macaco) cerca de 20 minutos. Algunas embarcaciones tienen bombas absorbentes pero el tiempo de cargar no se reduce mucho en comparación con el vaciado eficiente realizado con chingullo aunque el uso de bombas absorbentes tiene otras ventajas.

La pesca generalmente se limita a viajes de un día de duración, por razones de preservación de la captura. Las embarcaciones ordinariamente salen del puerto entre las 02 y 04 horas de la mañana y retornan en la tarde. Cuando la pesca está cerca y abundante se pueden realizar dos viajes en un día. El radio normal de operaciones en un puerto es de 50 a 60 millas náuticas. Cuando la pesca está buena gran parte de las embarcaciones regresan completamente cargadas. Frecuentemente una cala de la red representa la captura que corresponde a la capacidad de la embarcación.

Cuando se usa la captura por viaje, como una indicación de la disponibilidad o abundancia de la pesca, se presenta entonces un fenómeno de saturación referido a altos niveles de pesca. Otro tipo de saturación que ocurre en esta pesquería se presenta cuando la capacidad de las plantas de procesamiento ha sido utilizada completamente. En tales circunstancias, un sistema de cuotas podría ser aplicado, por medio del cual se limitarían las capturas diarias de las embarcaciones o el número de sus viajes.

La flota de cada puerto opera en gran parte como una unidad en la búsqueda y en la pesca. Búsquedas organizadas por grupos de embarcaciones no se efectúan pero reconocimientos por aeroplano ya se han practicado en algunos puertos. La comunicación por radio es casi universal.

Sólo durante la estación de invierno, Junio-Setiembre, las condiciones del tiempo obstaculizan la pesca. Durante el resto del año, los días de mal tiempo son excepcionales.

Las embarcaciones se registran en los puertos de acuerdo a su propietario, pero pueden desembarcar su captura en algún otro puerto. Hay un considerable desplazamiento de la flota de acuerdo al movimiento en la distribución de los peces y también por la necesidad de proveer de materia prima a las diversas plantas de harina. Durante un mes cerca del 10% de la flota total tiene dos o más puertos de desembarque, a través de un año esta proporción alcanza cerca del 50%.

3.2 La flota pesquera y sus equipos.

Los siguientes datos anuales sobre el tamaño de la flota están basados en nuestro sistema de fichas de desembarque e incluyen todas las embarcaciones identificadas como que pescan anchoveta durante el año. Estos registros incluyen embarcaciones que empezaron su pesca alrededor de fin de año y desde luego no representan la flota que trabajó durante el año.

La información disponible sobre el tamaño de la embarcación fué: eslora,

manga y puntal para toda la flota, pero incluye tonelaje de registro grueso y capacidad de bodega para las muestras. De estas muestras se dedujo una fórmula para estimar el tonelaje de registro grueso (GRT).

Para embarcaciones de madera:

$$\text{GRT} = (\text{Eslora} \times \text{Manga} \times \text{Puntal}) \times \frac{0.614}{100} + 6.5$$

Embarcaciones de hierro:

$$\text{GRT} = (\text{Eslora} \times \text{Manga} \times \text{Puntal}) \times \frac{0.633}{100} + 16.8$$

la capacidad de bodega se estimó en base a gráficos de relación entre GRT y la capacidad de muestras.

La Tabla 2 nos muestra que el número total de embarcaciones ha aumentado en más de tres veces desde 1959 a 1962. Ha habido un marcado incremento en tamaño (Tablas 3 y 4) de tal manera que la capacidad total ha incrementado cerca de cinco veces durante estos años.

La información sobre la potencia de la máquina (potencia continua al freno), fué disponible sólo para una parte de la flota. La Tabla 5 muestra el promedio de HP para grupos de GRT por años. No hay tendencia de cambio durante este período. La variación, dentro de cada grupo de tamaño es grande como puede deducirse de la Tabla 6, la cual da la distribución de los H.P. del motor, dentro de grupos de tamaño para embarcaciones de madera provenientes de los datos disponibles para el año 1962.

La Tabla 7 muestra la longitud promedio de los boliches, por años y por grupos de tamaños de las embarcaciones muestreadas. Se ha visto que el aparejo ha aumentado en este período también para las embarcaciones del mismo tamaño.

La Tabla 8 nos muestra asimismo que ha habido algún incremento en la profundidad de las redes. Un intento de analizar el efecto del tamaño de ellas sobre la potencia de pesca de las embarcaciones será referido posteriormente.

La Tabla 9 muestra el número aproximado de ecosondas y jaladores hidráulicos instalados en cada año y para comparación, el número de embarcaciones en operación. La información se obtuvo de los registros de las firmas que instalaron los equipos. Mientras que muy pocas embarcaciones fueron equipadas con instrumentos acústicos en 1959, cerca del 80% del total de la flota los ha instalado en 1962. Alrededor de la quinta parte de la flota fue equipada con jaladores hidráulicos en 1962.

3.3 Resumen de los desembarques por puertos y años.

La Tabla 10 muestra los desembarcos por puertos desde el año 1955. La distribución geográfica de los puertos se muestra en la Fig. 1.

El área principal de pesca comprende 300 millas náuticas de la Costa entre Callao y Chimbote, de donde se ha extraído durante los últimos años más del 95% de la captura. La anchoveta se distribuye en alrededor de 900 millas náuticas del litoral peruano.

La Fig. 2 muestra el desembarque total anual desde 1955 y nuestros estimados del tamaño de la flota en términos de capacidad desde 1959.

4. DATOS SIMPLES SOBRE PROMEDIO DE CAPTURA POR VIAJE, POR MES Y POR AÑO

Los informes sobre las estadísticas corrientes de la pesca de la anchoveta que cubrieron el período comprendido desde Octubre de 1961 en adelante (Doucet et al., op. cit.) incluyeron estimaciones de algunas medidas no ajustadas de captura por unidad de esfuerzo: Captura por viaje y Captura por mes, de embarcaciones seleccionadas por grupos de longitud (la longitud fué la única indicación del tamaño, disponible en un comienzo).

Con la totalidad de los datos anteriores ahora procesados, estas estimaciones pueden ser tomadas desde 1959.

4.1 Captura por Viaje con captura.

La Fig. 3 muestra el promedio mensual de captura por viaje con captura, para los cuatro grupos de longitud más comunes de embarcaciones en los dos puertos más importantes: Chimbote y Callao. Se notará que el esfuerzo realizado en viajes sin captura no están comprendidos en esta medida del éxito de pesca.

4.2 Captura mensual por embarcación.

La estimación del promedio de captura mensual de las embarcaciones es complicada, por el hecho que, nuestra información sobre el estado operacional de las embarcaciones es incompleta.

El promedio mensual sería significativo si se incluyera sólo las embarcaciones que han operado regularmente en el puerto a través del mes.

Nuestros datos abarcan, sin embargo un gran número de embarcaciones que por razones de traslado de puerto, falta de tripulación o debido a reparaciones, han realizado solamente unos pocos viajes en el curso del mes. Si tales embarcaciones fueran incluidas, los promedios mensuales estarían muy influenciados, puesto que el número total de embarcaciones son a menudo pequeñas. Las embarcaciones con nueve desembarques o menos fueron desde luego excluidas en la suposición que una operación "normal" durante aproximadamente el total de un mes sería por lo menos diez viajes con captura.

La Fig. 4 muestra la captura promedio por mes calculada en esas condiciones, para embarcaciones de los grupos de tamaño seleccionados y para los puertos de Chimbote y Callao.

La Fig. 5 muestra los datos de captura por viaje con captura y captura por mes para los puertos mayores. Por conveniencia, esta figura presenta solamente promedios mensuales de las embarcaciones de los tres grupos de longitud: 50-54, 55-59 y 60-64 pies.

4.3 Captura anual por embarcación.

Problemas similares a aquellos de obtención de un promedio mensual significativo, se encuentran también al estimar las medias anuales.

Para incluir solamente las embarcaciones que han operado, más o menos, con regularidad en un puerto durante el año se hizo la siguiente selección:

1. Las embarcaciones que empezaron a pescar durante el año bajo análisis fueron excluidas (sobre la base del número de registro).
2. Las embarcaciones que operaron en puertos vecinos fueron referidas al puerto de mayor número de desembarques.
3. Las embarcaciones con esfuerzo desplegado, en forma más o menos equitativa sobre puertos muy distantes fueron excluidas.
4. Se excluyeron las embarcaciones con menos de un total de 100 viajes.

Las Tablas 11 y 12 muestran la captura promedio anual basada en los datos seleccionados por años, para grupos de longitud y de capacidad.

La Fig. 6 muestra la variación anual en los grupos de tamaño más comunes que operan en los puertos de Chimbote y Callao, y para todos los puertos tomados en conjunto.

4.4 Discusión.

Estos datos de captura por viaje, por mes y por año sirven como orientación general, en lo que respecta al éxito de la pesca durante este período. Se notará que los datos anuales para el año 1959 no cubren el año completo, puesto que la colección de datos estadísticos no estuvo en función adecuada hasta el mes de Marzo.

De la relación del desembarque total en 1959, con los desembarques de Marzo a Diciembre de aquel año, se estimó que la media anual por embarcación debería aumentarse en casi 10% para ser comparable a los datos de años posteriores.

El carácter más saltante de la curva que muestra los promedios mensuales (Figs. 4-6) es la gran fluctuación estacional que ocurre en todos los puertos y años. Esto será comentado en un capítulo posterior.

Una comparación del éxito de la pesca por año calendario, muestra que 1959 fué un año excepcionalmente bueno en todos los puertos. 1960 fué pobre en casi todos los puertos. 1961 fué un año intermedio y en 1962 la pesca fué buena en todos los puertos, desde Supe hacia el Norte, mientras Huacho, Chancay y Callao tuvieron resultados algo pobres.

Es evidente de las Figs. 3, 4 y 6 que la captura de una embarcación está estrechamente relacionada con su tamaño. Esta relación será discutida en detalle posteriormente. Sin embargo, para indicar el grado de importancia que este factor representa, sobre el uso del éxito de la pesca en la evaluación de la abundancia de los peces, mostramos en la Fig. 7 la relación entre la captura anual y el tamaño de la embarcación, en los diversos años y para todos los puertos tomados en conjunto.

5. COMPARACION DE LA EFICIENCIA RELATIVA DE LAS BOLICHERAS

Es evidente que factores tales como tamaño de la embarcación, aparejo de pesca, equipo auxiliar usado y la habilidad tanto del patrón, como de los tripulantes, influirán sobre el éxito de la pesca. No esperamos medir la influencia de todos estos factores pero como se verá mas adelante, intenta-

mos tomar en consideración los más importantes cuando estimemos la captura por unidad de esfuerzo.

5.1 Las medidas del poder de pesca.

Dos medidas del éxito de pesca están directamente disponibles para nosotros, éstas son, captura por viaje con captura y captura por mes.

Datos de ocurrencia de viajes sin captura, están disponibles sólo para parte del tiempo y de los puertos en base de un muestreo, es por ello que la captura por días de trabajo sólo será estimada para una cantidad limitada de los datos.

En lo subsiguiente usaremos tanto captura por viaje con captura, como captura por mes, para un estudio comparativo del éxito de pesca. Ellas están, por supuesto, estrechamente relacionadas, pero tienen algunas características diferentes, como medidas del poder de pesca. La captura por viaje con captura, está basada en una unidad de tiempo corta y desde luego está menos influenciada por factores como paros, reparaciones, traslado de puerto de desembarque, etc., que la captura mensual. A altos niveles de abundancia, la saturación ocurre, porque la capacidad de carga limita la captura. El efecto de tal saturación también aparece en la captura mensual, pero tal vez en forma menos pronunciada debido a que algunas veces se realizan dos viajes por día, cuando la pesca es buena y tiene lugar cerca del puerto.

Como ya se ha discutido bajo 4.2, se ha realizado una selección de las embarcaciones, con más de 9 viajes con captura para llegar a un índice significativo del "promedio de captura mensual". La misma selección se mantuvo en esta comparación.

Naturalmente se espera una alta correlación entre captura por viaje con éxito y captura mensual. La Fig. 8 muestra las regresiones lineales y los coeficientes de correlación para 8 diferentes grupos de datos (ver Tabla 13) seleccionados de períodos de buena y mala pesca entre 1959 y 1962. Los coeficientes de correlación tienden a situarse entre + 0.79 y + 0.93 y las líneas de regresión tienden a pasar muy cerca al cero. Las líneas que pasan a través del punto cero se describen así:

$$C_m = N_t C_t$$

donde:

C_m : Captura mensual

N_t : Número de viajes con éxito

C_t : Captura promedio por viaje con captura

La proximidad de los datos a tales líneas simples, como se demuestra por los altos valores de los coeficientes de correlación y las regresiones, indican que N_t varía relativamente poco entre embarcaciones, dentro de un cierto período, esto es, el éxito de la pesca depende principalmente de la captura promedio por viaje con captura. Entre períodos, sin embargo, hay diferencias en los coeficientes de regresión que indican cambios en el número promedio de viajes con captura.

Al mismo nivel de abundancia de peces las dos medidas del éxito de pesca pueden ser tomadas como aproximadamente proporcionales, pero como la abundancia varía, el factor de proporcionalidad (o realmente el coefi-

ciente de regresión) cambia primariamente debido a que el esfuerzo empleado, en viajes sin captura, está incluido en una medida solamente. Esto se revela claramente en la Fig. 9. Esta figura muestra los valores medios mensuales entre Octubre de 1961 y Diciembre 1962, de los dos índices para grupos de embarcaciones de tamaños seleccionados. La distribución de los puntos muestra que, la captura mensual disminuye relativamente más que la captura por viaje con captura. Esto se debe al incremento en el número de viajes sin captura. Los datos para este período, sobre la frecuencia de viajes sin captura estuvieron disponibles en base a un muestreo, y el gráfico del lado derecho en la Fig. 9 muestra que, cuando esta información está incluida, la captura resultante por día de trabajo es casi proporcional a la captura por mes.

En lo subsiguiente haremos uso de ambas medidas del éxito de pesca. Más aunque están estrechamente relacionadas, el uso de ambas es de importancia para estudiar los factores causales de las medidas.

5.2 Relación entre el éxito de pesca y el tamaño de la embarcación.

Se consideró al tonelaje de registro grueso (GRT) como la mejor medida del tamaño de la embarcación, usada en esta comparación, cuyo estimado se describe bajo 3.2.

Parece posible que la relación entre el éxito de pesca y el tamaño de la embarcación sea diferente, a diferentes niveles de abundancia de peces y los datos de este análisis fueron por esto, agrupados de acuerdo a períodos de buena y mala pesca.

Esta agrupación se hizo tomando en cuenta los cocientes simples de captura por viaje y captura por mes (ver Fig. 5) y se seleccionaron cuatro períodos de buena pesca y cuatro períodos de mala pesca, entre 1959 y 1962. Los datos usados fueron de los dos puertos más importantes, Callao y Chimbote. La Tabla 13 muestra el número de embarcaciones en cada grupo, los promedios y desviaciones standard de los parámetros, los coeficientes de correlación y las regresiones lineales. Las líneas de regresión se muestran en la Fig. 10 A-D conjuntamente con el valor medio de captura para intervalos de tamaño de las embarcaciones. De la distribución de estos promedios, parece que una relación curvilínea pudo haber dado un ajuste algo mejor, pues que la captura de las embarcaciones grandes y pequeñas generalmente se situaron debajo de la línea. Si excluimos las embarcaciones con más de 100 toneladas, el ajuste de los puntos restantes sobre la línea recta se vé mejorado. No se hizo nuevos cálculos de los coeficientes de correlación y regresión con tales exclusiones porque el número de aquellas embarcaciones grandes es muy pequeño (sólo conformaban del 1-4% del número total representado en los grupos). Cambios significativos en los coeficientes no se esperarían pero la dirección del cambio marcaría una tendencia a aumentar tanto el coeficiente de correlación, como la regresión.

Durante períodos de buena pesca, el coeficiente de correlación entre captura por viaje y tamaño de la embarcación, se situó entre 0.55 y 0.77. Cuando la pesca es baja la relación es más débil con coeficientes entre 0.28 y 0.56. Los correspondientes rangos de los coeficientes de correlación entre captura mensual y tamaño de la embarcación son: 0.45-0.63 y 0.33-0.47.

Durante las estaciones de buena pesca la relación entre tamaño de la embarcación es desde luego bastante consistente. Cuando la pesca es pobre el tamaño de la embarcación obviamente es de menor importancia.

Los coeficientes de regresión muestran una relación a la abundancia de peces similares a la de la correlación. En la Fig. 11 las líneas de regresión de los diversos grupos, se muestran juntas. La línea que describe la relación aproximada entre la capacidad y el tonelaje de registro grueso de las embarcaciones, también se muestra en el gráfico superior de la Fig. 11. Esta línea muestra la relación que existiría entre captura y tamaño de la embarcación, si todas las embarcaciones estuvieran completamente llenas en todos los viajes, esto es, si solamente la capacidad determinara el desembarque.

Nuestras líneas de regresión empíricas se sitúan por debajo de esta relación "capacidad completa" como era de esperarse, puesto que la pesca nunca ocurre al 100% de su capacidad durante períodos largos.

El tipo de relación que se esperaría teóricamente si la captura fuera proporcional al tamaño de las embarcaciones, en todos los niveles de pesca, serían líneas rectas que pasen por el origen con diferentes ángulos. La relación "capacidad completa" indicará la mayor pendiente posible y los diferentes coeficientes angulares medirán el grado al que la "capacidad completa" se ha utilizado. Nuestras líneas de regresión se desvían algo de tales líneas de proporcionalidad.

Especialmente en las estaciones de pesca pobre, como ya se ha señalado, el tamaño de las embarcaciones es relativamente de poca importancia como se ha demostrado por los valores bajos de los coeficientes de correlación. Excluyendo a las embarcaciones con más de 100 Tons., va a mejorar la aproximación a la proporcionalidad (ver Fig. 10 A-D). Se piensa que no se introduce un "bias" al hacer esta aproximación para mayores usos de los datos. Desde luego, sobre la base de este análisis, asumiremos que existe una simple proporcionalidad entre la eficiencia de las embarcaciones y su tamaño, medido en toneladas de registro grueso. El esfuerzo puede ser medido, por lo tanto, en esta unidad conveniente. Para trabajos futuros se debe continuar con las comparaciones sobre la relación actual entre los resultados de la pesca y tamaño de la embarcación.

5.3 Relación entre el éxito de la pesca y tamaño del boliche.

Bajo 3.2 hemos mostrado que el tamaño de las redes ha aumentado durante el período 1959 - 1962. La mayor parte de este incremento está asociado con un aumento del tamaño de la embarcación, pero también existe una tendencia de aumento del tamaño del boliche para embarcaciones del mismo tamaño. Por esto es de importancia estudiar el efecto del tamaño del boliche, sobre el éxito de pesca de las embarcaciones.

Los datos disponibles para tal análisis fueron extraídos de los bitácoras correspondientes a los años 1961 - 1962. La Tabla 14 muestra la distribución del tamaño del aparejo y tamaño de la embarcación. Como se vé hay una considerable amplitud en el tamaño del boliche, dentro de los grupos de tamaño de la embarcación y estas observaciones son desde luego, apropiadas para un análisis de correlación parcial.

Se usaron sumarias mensuales del desempeño de las embarcaciones, siendo tres los factores analizados: 1) Captura media mensual por viaje con captura, 2) Tonelaje de registro grueso de las embarcaciones, y 3) Longitud de las redes en brazadas. Se conceptúa que la relación entre el éxito de la pesca y tamaño de las redes varía a diferentes niveles de abundancia de peces, por esta razón, se hizo el análisis por separado para meses de baja y alta pesca.

Los resultados de los análisis están expuestos en la Tabla 15. La correlación entre captura y tamaño de la embarcación muestra los coeficientes 0.67 y 0.59 para los dos períodos de alta y baja pesca respectivamente. Los coeficientes de regresión son: 0.77 y 0.57. Estos valores son similares a los encontrados bajo 5.2. Los coeficientes de correlación entre captura y tamaño del boliche 0.57 y 0.55 son aún bastante altos; pero ellos incluyen el efecto de la correlación relativamente alta entre el tamaño del boliche y tamaño de la embarcación (coeficientes 0.59 y 0.61). La correlación parcial entre captura y tamaño del boliche, cuando se omite el efecto del tamaño de la embarcación, es 0.28 y 0.29. Esta es una correlación positiva significativa, pero relativamente baja.

La relación entre captura y tamaño de la embarcación, cuando se desestima el tamaño del boliche, es considerablemente más fuerte, con coeficientes de correlación 0.51 y 0.39. Estos coeficientes de correlación parcial, así como las ecuaciones de regresión parcial mostradas en la Tabla 15, demuestran que con las actuales variaciones del tamaño del boliche y tamaño de la embarcación presentes, en estos datos, (ver Tabla 14) el tamaño del boliche, medido por su longitud, tiene sólo una influencia relativamente pequeña sobre los resultados de la pesca. En otras palabras, un incremento en la longitud de la red de por ej. 160 a 200 brazas, para una embarcación de tamaño medio, conduce solamente a un incremento menor sobre el promedio de captura.

Puesto que hay alguna correlación entre la longitud y la profundidad de las redes, el efecto beneficioso de una mayor profundidad, si la hay, está incluida en la relación demostrada. Por lo tanto, es posible que la longitud de la red es de menos significancia para el poder de la pesca que lo demostrado en la Tabla 15. También puede ser que las redes más grandes, estén asociadas en término medio con embarcaciones nuevas y mejores patrones y en consecuencia su mejor eficiencia. Sin embargo, si aceptamos la relación encontrada, como efecto propio del tamaño del boliche, se hará una leve corrección cuando comparemos los resultados de la pesca de los diferentes años, debido a que el boliche ha evidenciado un aumento en longitud. De la Tabla 7 se deduce que el promedio del aumento ha sido de 20 - 30 brazas, desde 1959 a 1962. De acuerdo a la ecuación de la regresión esto corresponderá a un aumento de 4 a 5 Tons. en captura por viaje, lo cual es algo así como el 10% de la captura promedio de una embarcación promedio.

Nuestros datos de captura por unidad de esfuerzo, por lo tanto, van a ser reducidos en alrededor del 3% por año, desde 1959 a 1962 para compensar los efectos por el incremento en el tamaño del aparejo.

5.4 El efecto del equipo auxiliar sobre el éxito de pesca.

Carecemos de datos completos para un análisis comparativo, pero a base del inventario estimado de los equipos, expuestos en la Tabla 9, se pueden alcanzar algunas conclusiones de los posibles efectos durante el tiempo señalado.

Se observa que en 1959 y 1960 solamente muy pocas embarcaciones tenían ecosondas, también en 1961 el número fue tan pequeño que pudo omitirse el efecto sobre la eficiencia. El mayor cambio se produjo en 1962, cuando una gran parte de la flota fue equipada con ecosondas y un número considerable con jaladores hidráulicos.

Se piensa que hasta ahora todos los equipos acústicos instalados no son usados con todas las ventajas posibles, debido a la falta de entrenamiento y conocimientos técnicos.

La mayor parte de la flota aún depende del contacto visual para la operación de pesca y parece dudoso que las ecosondas hayan cambiado en forma drástica el poder de pesca de la flota. Probablemente ha habido cierto incremento sobre la eficiencia de la flota, pero no es posible hacer una evaluación de este factor.

El jalador hidráulico tiene un considerable efecto sobre el poder de pesca, principalmente porque ahorra el tiempo empleado en levantar las redes, y por lo tanto una mayor parte del tiempo es dedicado a la búsqueda y a una mayor cantidad de calas.

Una estimación a "grosso modo" del grado en que el jalador hidráulico incrementa el poder de pesca sería la siguiente: Si se realiza un promedio de tres calas por viaje, el tiempo ahorrado en levantar la red va a ser de 1½ a 2 horas. Este tiempo va a ser añadido a las 8 horas que se utilizan, aproximadamente en la búsqueda, en otras palabras habrá un aumento de 20 a 25%. Puesto que en 1962 cerca de la quinta parte del total de la flota fue equipada con jaladores hidráulicos, el incremento total sobre el poder de pesca sería de 4 a 5% en ese año.

6. DISPONIBILIDAD Y ABUNDANCIA DE LA ANCHOVETA

Cuando intentamos medir la abundancia de un stock de peces explotados, por medio de estadísticas de captura y esfuerzo, se debe anotar que la captura no sólo depende de la abundancia de la población total y del esfuerzo ejercido, sino también de la distribución y comportamiento de los peces. Estos últimos factores determinan qué parte del stock total está siendo explotada y con qué facilidad se las captura, esto es lo que algunas veces llamamos la disponibilidad y vulnerabilidad del stock. En lo sucesivo vamos a emplear el término disponibilidad para describir los cambios estacionales en la abundancia aparente que probablemente están reflejando en forma principal fluctuaciones en la distribución y comportamiento de los peces.

Lo que intentamos medir directamente por medio de las estadísticas de captura y esfuerzo es la abundancia aparente y si tomamos en consideración los cambios en la disponibilidad se pueden extraer algunas conclusiones referente a la verdadera abundancia del stock total.

6.1 Relación entre captura por unidad de esfuerzo y abundancia aparente. El fenómeno de saturación.

Es necesario discutir, en forma detallada, la relación entre la abundancia aparente de la anchoveta y nuestras medidas de captura por unidad de esfuerzo basadas ya sea en la captura mensual o diaria. El fenómeno de saturación de la pesquería interviene en esta relación. Cuando las embarcaciones están llenas o casi llenas, naturalmente detienen su pesca durante ese viaje y por lo general por ese día, aunque ocasionalmente se realizan dos viajes. La saturación de los sistemas de descarga y de las plantas mismas también ocurren a altos niveles de pesca y tiene el mismo efecto de reducir la captura cuando la abundancia es alta. Algunas veces las embarcaciones se someten a un sistema de cuotas que regula sus desembarques diarios o el número de viajes, lo cual desde luego afectaría la captura por mes y en el primer caso también a la captura por viaje.

Sin embargo, considerando sólo el fenómeno de saturación de las embarcaciones, es evidente que nuestras medidas de captura por unidad de esfuerzo tienen un límite máximo y definitivo que ocurre cuando la capacidad de la embarcación se ha usado por completo. Mayores aumentos en la abundancia de peces no redundará en aumento de la captura por unidad de esfuerzo. Este punto limitante de la saturación completa, en la actualidad no ocurre cuando se toma en consideración la operación de un número de embarcaciones durante un período de tiempo. Pero también cuando sólo en una parte de los viajes las embarcaciones están totalmente llenas, deberíamos esperar que nuestros promedios de captura por unidad de esfuerzo van a estar influenciados como medida de la abundancia.

La ocurrencia de saturación se estudió relacionando el número de viajes saturados con el total de viajes con captura. Para este propósito se consideró como saturadas a las embarcaciones cargadas en las 3/4 partes de su capacidad, debido a que se ha comprobado que a menudo, la pesca se detiene si la embarcación ha alcanzado aproximadamente tal captura. Presumiblemente esto se debe a que la tripulación no se arriesga a realizar otra cala, sólo por unas pocas toneladas extras y además a este punto podrían tener dificultades técnicas con la embarcación muy cargada.

Se hizo un análisis de los datos agrupados por estaciones de pesca: Julio hasta Setiembre y Octubre hasta Diciembre para cada año desde 1959 a 1962. Los datos incluyen entre 900 a 5,000 viajes para cada una de estas estaciones. Los resultados se muestran por tamaño de la embarcación, en la Fig. 12. Se nota una tendencia de más baja frecuencia de saturación en las embarcaciones muy grandes y muy pequeñas, pero en las embarcaciones con capacidad entre 60 y 100 Tons., que son las que constituyen la mayor parte de la flota, no hay cambios con el tamaño de la embarcación.

La Fig. 13 muestra el porcentaje promedio de saturación para las embarcaciones entre 60 y 100 Tons. de capacidad, por estaciones y años. Como se ve existe una clara relación entre estaciones de alta y baja pesca, con una amplitud de variación entre 7 y 45%.

La relación entre saturación y captura por unidad de esfuerzo es de considerable interés. En las Figs. 14 y 15 hemos planteado el promedio de

saturación contra la captura promedio, por unidad de esfuerzo para los datos de la Fig. 13 y las curvas que describen la relación probable han sido trazadas al ojo.

El límite por saturación mostrado en la Fig. 14 es la relación promedio empírica entre captura y tonelaje de registro grueso de las embarcaciones clasificadas como saturadas, de acuerdo con nuestra definición. El límite en la Fig. 15 es el límite por viaje multiplicado por 22.8 que es el número promedio de viajes por mes, durante estaciones de alta pesca de las embarcaciones en operación normal (más de 9 viajes) de acuerdo a los registros de algunas compañías pesqueras en Chimbote y Callao durante 1961 y 1962.

El ajuste de los puntos a la línea curva es mejor para la medida por viaje que para la del mes, sin embargo, el carácter de esta relación parece lógica para ambos índices cuando se considera la conexión causal: A bajos niveles de saturación un cierto incremento en la saturación estará acompañado por un incremento relativamente grande en la captura por unidad de esfuerzo debido a que la captura de todas las embarcaciones no saturadas también deberá aumentar. A altos niveles, un correspondiente aumento de saturación redundará sólo en un aumento pequeño en captura por unidad de esfuerzo y ello principalmente se deberá al efecto de la captura aumentada, de las embarcaciones que alcanzaron el límite de saturación.

Hemos establecido cierta relación entre captura por unidad de esfuerzo y porcentaje de saturación, la cual puede ser usada cuando se trata de evaluar el efecto de la saturación sobre la relación entre la abundancia de peces y captura por unidad de esfuerzo.

La evaluación de este efecto desgraciadamente tiene que realizarse más bien sobre una base especulativa puesto que no hay a mano indicio directo. Sin embargo, podemos definir una posible relación basada sobre ciertas presunciones que probablemente darán mejores resultados que los datos no corregidos. La relación podría ser como sigue: Como la abundancia aumenta desde bajos niveles, la captura por unidad de esfuerzo aumentará en principio, en proporción casi directa a la abundancia, pero posteriormente a una tasa decreciente, hasta que alcanza el límite máximo de saturación; desde este límite en adelante nuestra captura por unidad de esfuerzo será constante para cualquier incremento en la abundancia. Es razonable suponer que la depresión de la captura por unidad de esfuerzo entre cero y el límite por saturación está estrechamente relacionada con el porcentaje de saturación. Una relación estrecha y simple sería que el efecto sobre el índice de abundancia sea directamente proporcional a la saturación. Esto puede no ser verdadero para la amplitud total de saturación, pero puede ser una aproximación razonable para la amplitud de variación dentro de la cual están nuestras observaciones. La Fig.16 muestra la relación obtenida bajo esta suposición basada en la relación curvilínea entre porcentaje de saturación y captura por unidad de esfuerzo, demostrada en las Figs. 14 y 15.

En 5.1 (ver Fig. 9) demostramos con algunos datos especialmente muestreados que cuando se incluyen los viajes sin captura, en una estimación del índice de captura por viaje, los resultados obtenidos serán casi directa-

mente proporcionales al índice basado sobre la captura media mensual de embarcaciones seleccionadas, con más de 9 viajes en un puerto. Puesto que nuestra información de viajes sin captura es incompleta, en lo siguiente haremos uso solamente de la captura mensual por GRT. Se presentarán dos índices diferentes:

- A) La captura media mensual ajustada para los efectos del incremento en el tamaño del boliche y del uso de jaladores hidráulicos.
- B) Como en A, pero ajustados para los efectos de saturación por la relación simple descrita en este capítulo.

6.2 Índices de abundancia aparente.

La Tabla 16 y la Fig. 17 muestran los índices por meses para los puertos pesqueros más importantes desde Marzo 1959 a Mayo 1963, con excepción de Febrero 1963 en que se detuvo la pesca. Paros en la pesca también pueden haber influido sobre los datos en algunas ocasiones como en Mayo 1960 y Febrero 1962. Como se esperaba, las fluctuaciones evidentes en la Fig. 17 muestran gran similitud en comparación con los datos no ajustados de captura, por grupos de longitud de embarcaciones. El uso del tonelaje total de las embarcaciones tiene, no obstante, un número de ventajas comparado con aquellos de grupos de longitud seleccionados. El alto grado de similitud de las fluctuaciones entre los puertos, es una indicación que nuestra medida de esfuerzo de pesca es de utilidad. Obviamente podemos observar fenómenos naturales de carácter general que ocurren simultáneamente sobre una gran parte del área de pesca.

6.3 Las fluctuaciones estacionales.

La presencia de marcadas fluctuaciones estacionales es claramente, evidente, tanto en el índice A como en el B. Los puertos más importantes Callao y Chimbote muestran el tipo más regular de fluctuaciones, lo cual se explica probablemente por la extensión y suficiencia de los datos. También se nota una tendencia para los puertos del Norte, a tener amplitudes más grandes que los del Sur.

Las curvas muestran bimodalidad anual. Hay una estación de primavera o verano de alta pesca, que ocurre entre Octubre y Febrero y usualmente tiene tres meses de alta abundancia. Una estación secundaria ocurre en el otoño entre Abril y Junio, y generalmente tiene dos meses de alta abundancia. La estación fuera de pesca es de Julio a Setiembre y corresponde a los meses de invierno.

La similitud de estas fluctuaciones entre los puertos comprendidos entre Chimbote y Callao es algo extraordinario. El mecanismo más probable que fundamenta estos grandes cambios regulares en la abundancia aparente, sobre un área tan considerable, podría ser un cambio en la disponibilidad de los peces, causado por cambios en el comportamiento en relación con fluctuaciones del medio ambiente.

Sin embargo, un factor adicional a este mecanismo podría ser la ocurrencia de fluctuaciones en la verdadera abundancia de un stock común.

Así un análisis de la composición de tamaños de la anchoveta durante el año (Saetersdal y Valdivia, 1964) ha demostrado que la máxima abundancia de la estación de otoño está asociada con la entrada a la pesquería de los peces reclutas, con tamaños por debajo de 12 cm. de longitud total y siendo así representan un cambio en la verdadera abundancia del stok pesable. Esta relación de reclutamiento en otoño ocurre, como puede verse en la Fig. 17 con un grado sorprendente de simultaneidad en todos los puertos entre Chimbote y Callao. Las variaciones en amplitud de año a año, son también similares. Este hallazgo sugiere homogeneidad de la población de anchoveta en esta área.

Las fluctuaciones en el puerto sureño de Ilo se presentan algo desplazadas, en comparación con la zona Norte, las variaciones ocurren uno o dos meses antes. La pesca en este puerto se ha realizado más bien en una escala relativamente baja, hasta hace poco, y la captura por unidad de esfuerzo puede no ser representativa de la abundancia aparente.

6.4 Abundancia aparente por estaciones de pesca.

Para facilitar el estudio de los cambios en la abundancia aparente, entre años, se preparó sumarios por estaciones de pesca (ver Tabla 17 y Fig. 18). Puesto que la ocurrencia de los meses más prominentes varía algo de año a año, los sumarios están basados sobre el promedio de los tres meses de más alta abundancia, entre Octubre y Febrero y de los meses más altos entre Abril y Junio.

La Fig. 18 muestra que existe un evidente grado de correspondencia entre las variaciones que ocurrieron en los puertos desde Chimbote a Callao. En 1959, la abundancia aparente fue alta en todos aquellos puertos, contrastando con las dos estaciones Abril-Junio 1960 y Octubre-Febrero 1960/1961 que fueron relativamente pobres. Ambos índices, tanto de 1961 como de 1962 muestran valores más altos que 1960, pero no alcanzaron los niveles de 1959. En el Callao la estación Octubre-Febrero 1962/1963 fue pobre y la estación de otoño, Abril-Mayo 1963, fué muy baja en casi todos los puertos.

La Fig. 18 también nos muestra un intento de integrar la información sobre abundancia aparente en el área entre Chimbote y Callao, donde tenemos razón para suponer que corresponden a un stock común. Esto se hizo empleando el promedio simple de los puertos mayores, los cuales están distribuídos regularmente a lo largo de la Costa. Los resultados de todas las estimaciones de abundancia aparente varían como sigue:

	<i>Estación Abril-Junio</i>		<i>Estación Octubre-Febrero</i>	
	Indice A	Indice B	Indice A	Indice B
Amplitud de variación	11.1-16.1	12.3-20.5	14.9-22.2	18.3-34.0
Media	13.6	16.3	17.1	22.8

6.5 Fluctuaciones naturales: El efecto de la explotación.

Aún cuando aceptamos el índice B de la tabla anterior, como indicación de la amplitud de variación de las fluctuaciones, la amplitud no es muy

grande, si las comparamos con las fluctuaciones experimentadas en la abundancia aparente de los stocks de otras grandes pesquerías marinas.

Las fluctuaciones en la abundancia aparente entre estaciones y años evaluados pueden ser causados por cambios en la disponibilidad de los peces, o pueden representar verdaderas variaciones en la abundancia de la población. No conocemos lo suficiente, acerca de la distribución y comportamiento de la anchoveta y la relación entre estos factores y el medio ambiente para poder determinar definitivamente la naturaleza de las fluctuaciones. Tan pronto como la información referente a los factores ambientales más importantes estén disponibles se debería correlacionar sus variaciones con aquellos de la abundancia aparente.

La abundancia verdadera del stock de las grandes poblaciones de peces marinos, usualmente fluctúan en forma considerable. Tales fluctuaciones "naturales" están asociadas con el mecanismo de propagación de aquellos tipos de peces y con la forma cómo se controla el tamaño total de la población. Este tipo de fluctuaciones, sin duda, también ocurre en nuestra población de anchoveta. Un intento de observar y medir los resultados del reclutamiento anual al stock, basados en la abundancia aparente, durante la estación de pesca secundaria Abril-Junio, ya se ha descrito en un trabajo previo (Saetersdal y Valdivia, 1964). Los resultados de este estudio indicaron variaciones considerables de reclutamiento durante los años 1961-1963.

Desembarques anuales de cerca de seis millones de toneladas, tanto en 1962 como en 1963, representan una tasa de explotación que debe de haber incrementado la tasa de mortalidad anual de la población en forma significativa, comparada con el estado pre-explotado.

Una evaluación a "grosso modo" de este incremento puede hacerse como sigue: El estimado de consumo anual de anchoveta por una población de tamaño promedio de aves guaneras es de casi tres millones de Tons. Suponiendo que el "Bonito" (biomasa de la población evaluada en 300,000 Tons.) y otros peces consumen la misma cantidad, unos seis millones de toneladas significará a la pesquería una duplicación de la tasa de mortalidad anual del estado pre-explotado.

Cuando tengamos a disposición los datos de un número mayor de años, se hará una comparación detallada de la abundancia aparente y el esfuerzo de pesca. Al presente sólo podemos concluir que nuestros datos de abundancia aparente no muestran ningún decrecimiento con el tiempo que podría corresponder al incremento en la tasa de explotación de los años posteriores. El alto nivel de abundancia del año 1959, aún no se ha repetido y esto puede dar la evidencia de un ritmo de decrecimiento a la Fig. 18 pero la repentina declinación de 1959 a 1960 (este último representa en la actualidad el valor más bajo de abundancia para la estación de pesca principal) sugiere que los cambios en la disponibilidad o fluctuaciones naturales en el tamaño de la población pueden afectar grandemente la abundancia aparente de la anchoveta.

Son necesarias series más grandes de datos para demostrar el efecto de la mortalidad anual, incrementada por la pesca, sobre la abundancia.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro aprecio al Dr. Z. Popovici quien en el año 1959 inició la colección de los datos sobre los cuales se ha basado este estudio. Además, nuestros agradecimientos están dirigidos al Dr. W. Doucet, Jefe Economista del Instituto, al Sr. I. Vásquez a cargo del Departamento de Estadística y a todo el personal de este Departamento por su ayuda y cooperación en la obtención de los datos. Finalmente, deseamos hacer extensivo nuestros agradecimientos al Dr. T. Sparre Director del Instituto y al Dr. H. Einarsson Jefe del Departamento de Biología por su invaluable ayuda y apoyo.

REFERENCIAS

- DOUCET, WILBERT, G. SAETERSDAL e I. VASQUEZ, 1962a. La pesca de la anchoveta. Estadística de pesca y esfuerzo en octubre, noviembre y diciembre de 1961. Inf. Inst. Invest. Recurs. mar., Callao, N° 1, 12 p.
- 1962b. La pesca de la anchoveta. Estadística de pesca y esfuerzo en enero, febrero y marzo de 1962. Inf. Inst. Invest. Recurs. mar., Callao, N° 2, 9 p.
- 1962c. La pesca de la anchoveta. Estadística de pesca y esfuerzo en abril, mayo y junio de 1962. Inf. Inst. Invest. Recurs. mar., Callao, N° 5, 9 p.
- 1963. La pesca de la anchoveta. Estadística de pesca y esfuerzo en los meses de Julio-Diciembre de 1962 y resumen de los resultados de la pesca total durante el año 1962. Inf. Inst. Invest. Recurs. mar., Callao N° 15, 23 p.
- SAETERSDAL, G. y J. E. VALDIVIA, 1964. Un estudio del crecimiento, tamaño y reclutamiento de la anchoveta (*Engraulis ringens* J.). Bol. Inst. Invest. Recurs. mar., Callao Vol. I, N° 4, pp. 85-136.

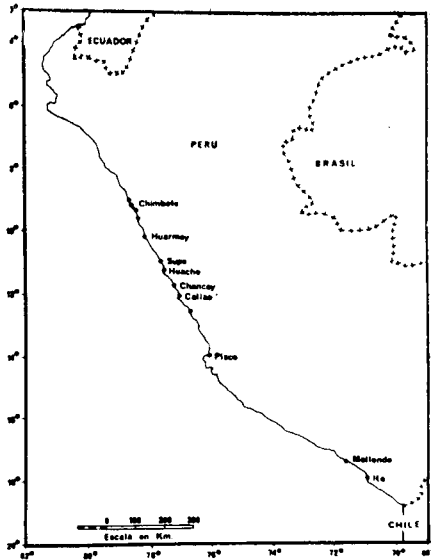


Figura 1.— Puertos de desembarque de la pesquería peruana de la anchoveta.
 Figure 1.— Ports of landing of Peruvian anchovy fishery.

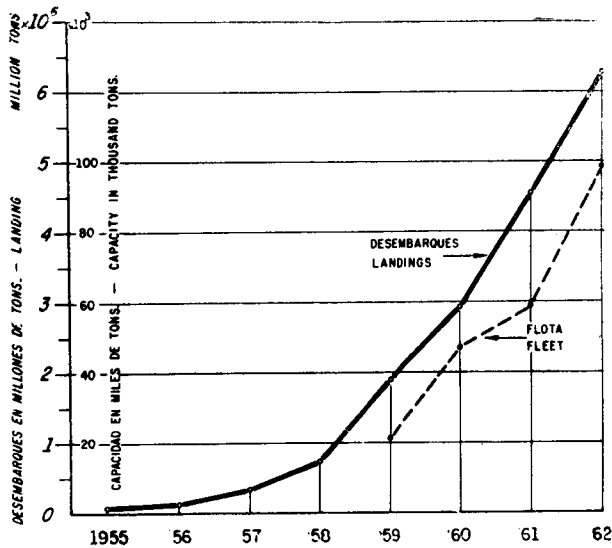


Figura 2.— Desembarques totales de anchoveta durante 1955-1962 y el tamaño estimado de la flota en términos de Capacidad, 1959-1962.
 Figure 2.— Total landings of anchovy 1955-1962 and estimated size of fleet in holding capacity 1959-1962.

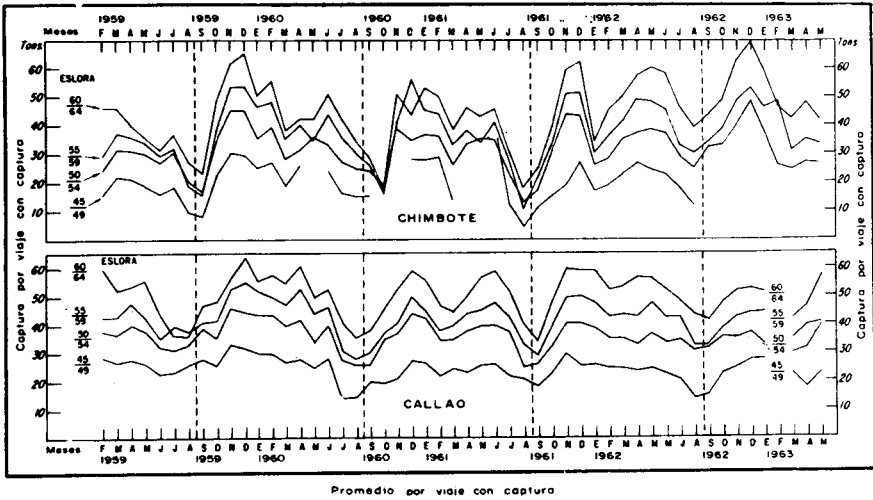


Figura 3.— Captura por viaje con captura. Medias mensuales por grupos de longitud de las embarcaciones. Chimbote y Callao.
 Figure 3.— Catch per trip with catch. Monthly means by length-groups of vessels. Chimbote and Callao.

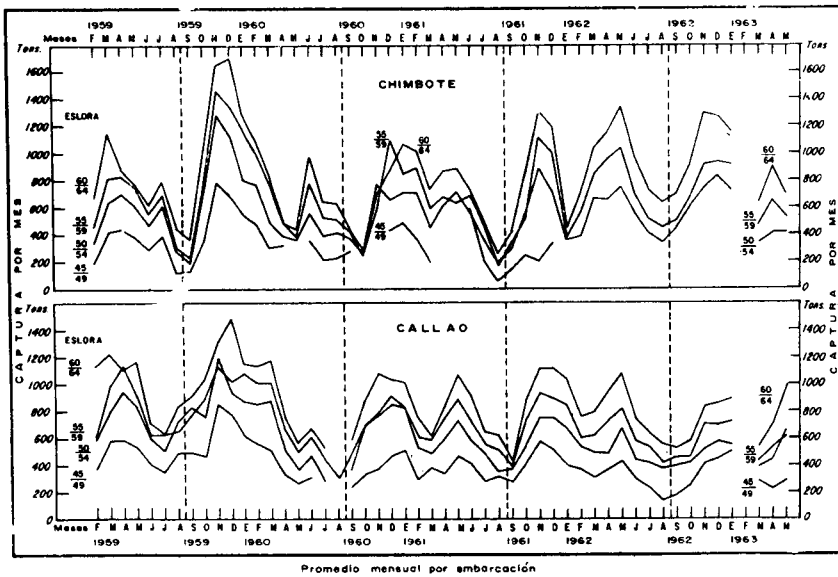


Figura 4.— Captura por mes. Medias por grupos de longitud de las embarcaciones (embarcaciones con 9 viajes con captura y menos fueron excluidas). Chimbote y Callao.
 Figure 4.— Catch per month. Means by length-groups of vessels (vessels with 9 trips with catch and less were excluded). Chimbote and Callao.

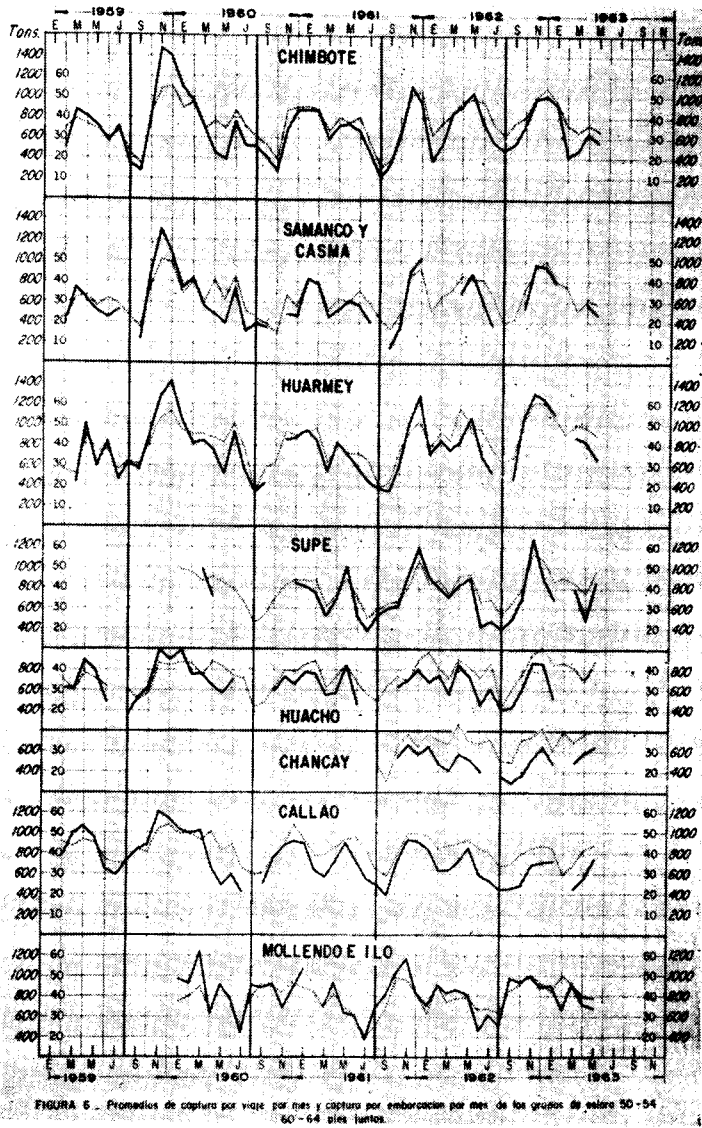


Figura 5.— Captura por viaje con captura y captura por mes, para los puertos mayores. Medias de los tres grupos de longitud de las embarcaciones: 50-54, 55-59 y 60-64 pies.

Figure 5.— Catch per trip with catch and catch per month for all major ports. Means of the three vessel length-groups 50-54, 55-59 and 60-64 feet.

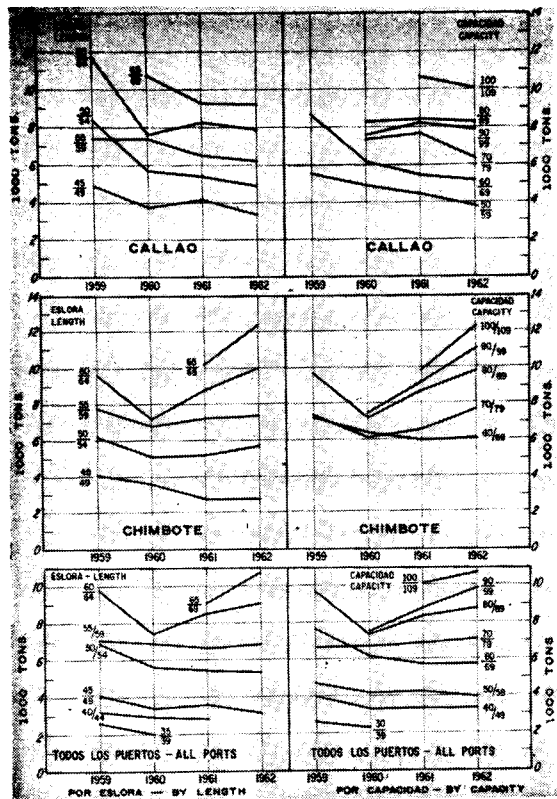


Figura 6.— Captura por año, 1959-1962. Medias para grupos de embarcaciones seleccionadas por tamaño, en operación en Chimbote, Callao y para todo el país. Para mayores explicaciones ver texto. Figure 6.— Catch per year, 1959-1962. Means for selected size-groups of vessels operating in Chimbote, Callao and for the whole country. Further explanations see text.

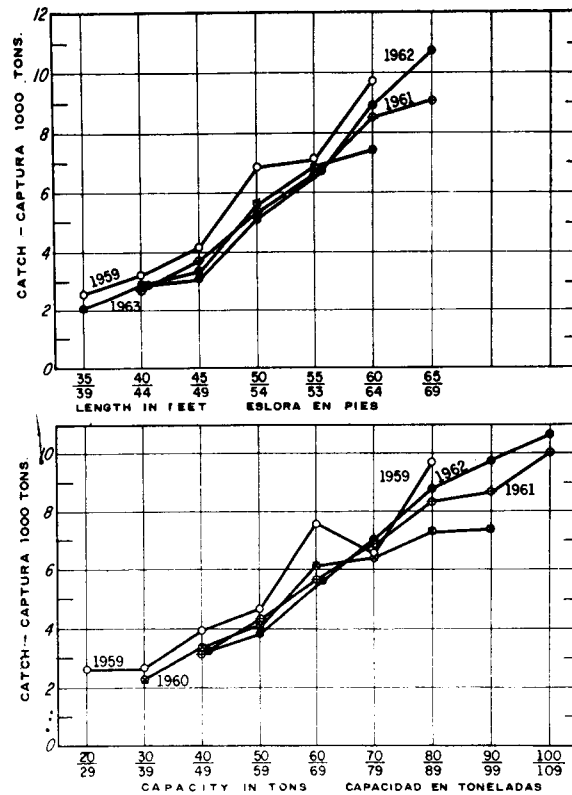


Figura 7.— Relación entre captura media anual de las embarcaciones seleccionadas y el tamaño de la embarcación. Todos los puertos tomados en conjunto, 1959-1962. Figure 7.— Relation between mean annual catch of selected vessels and vessel size. All ports taken together, 1959-1962.

Figure 7.— Relation between mean annual catch of selected vessels and vessel size. All ports taken together, 1959-1962.

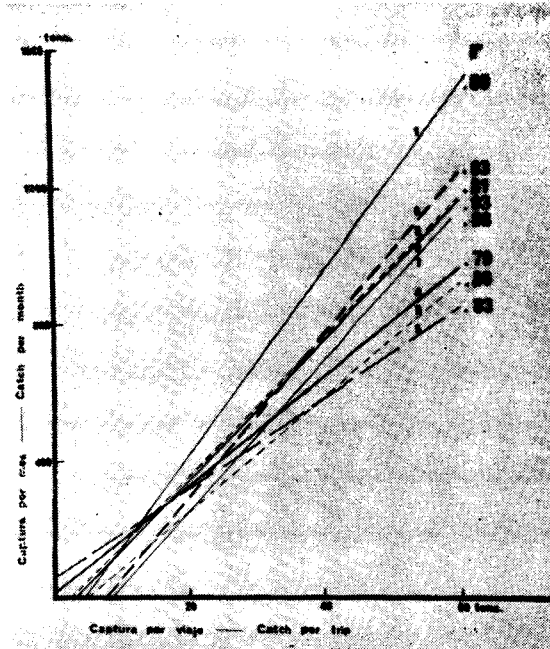


Figura 8.— Regresiones lineales de captura mensual sobre captura por viaje con captura y los coeficientes de correlación. Los números se refieren a los diferentes grupos de datos (ver Tabla 13).

Figure 8.— Linear regressions of monthly catch on catch per trip with catch and the correlation coefficients. Numbers refer to different groups of data (see Table 13).

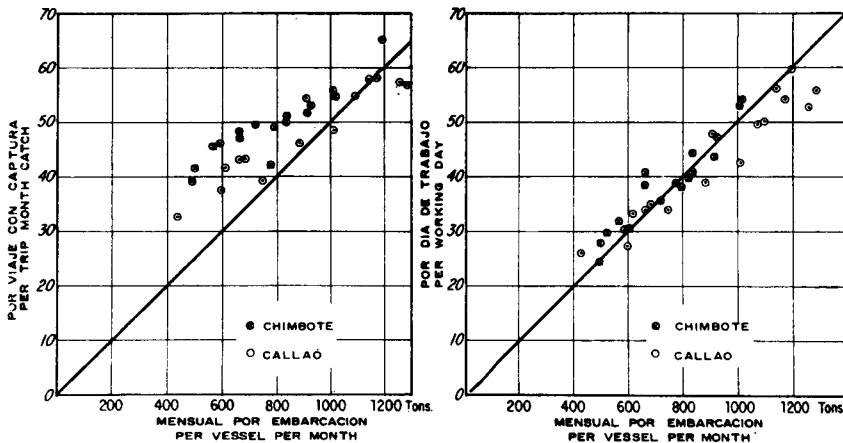


Figura 9.— Ploteo de la captura por viaje con captura contra captura por mes (izquierda) y captura por día de trabajo contra captura por mes (derecha). Medias mensuales para grupos de tamaño seleccionados, Chimbote y Callao, desde Octubre 1961 a Diciembre 1962.

Figure 9.— Plots of catch per trip with catch against catch per month (left) and catch per working day against catch per month (right). Monthly means for selected size groups, Chimbote and Callao, October 1961 to December 1962.

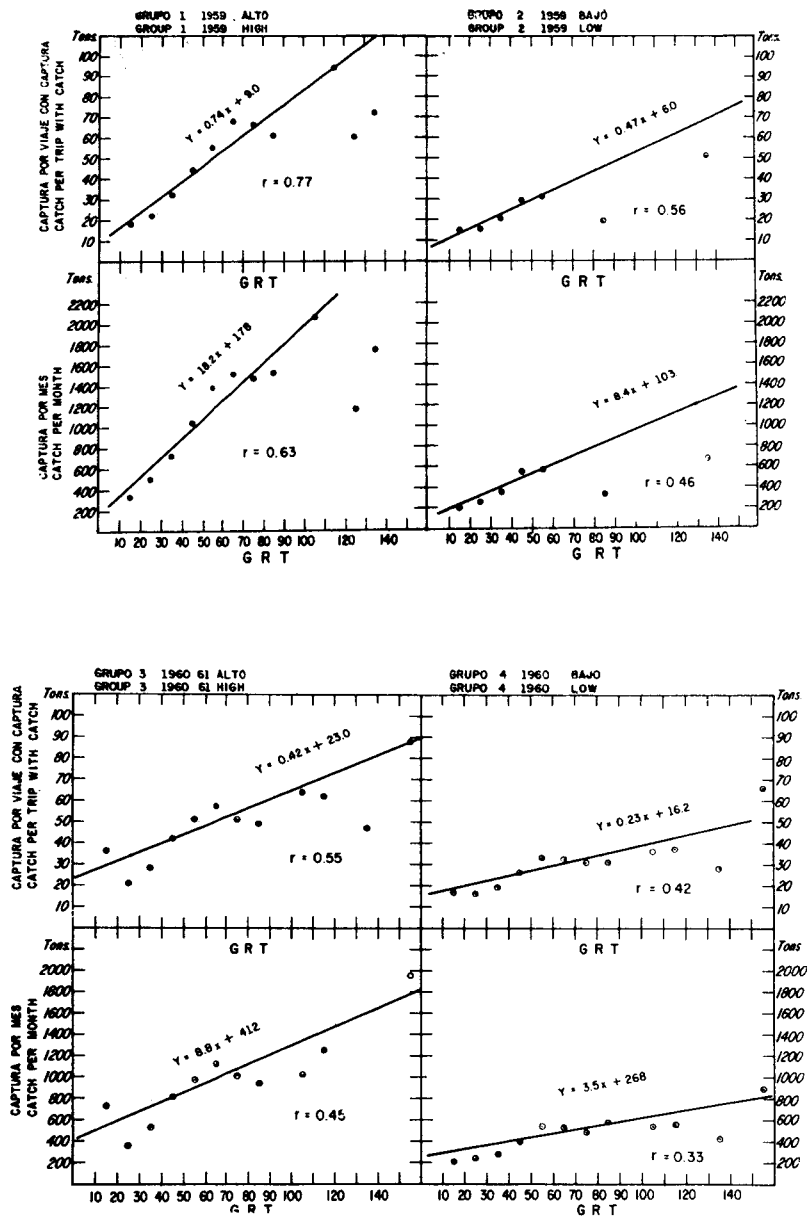


Figura 10 A-B.— Regresiones lineales de captura por viaje con captura y captura por mes, sobre el tamaño de las embarcaciones y los coeficientes de correlación. Datos agrupados por estaciones de alta y baja pesca. Los puntos muestran la captura media de las embarcaciones agrupadas por tamaño. r es el coeficiente de correlación. GRT es el tonelaje de registro grueso.

Figure 10 A-B.— Linear regressions of catch per trip with catch and catch per month on size of vessels and the correlation coefficients. Data grouped into seasons of high and low fishing. Points show mean catch by size groups of vessels. r is correlation coefficient. GRT is gross register tonnage.

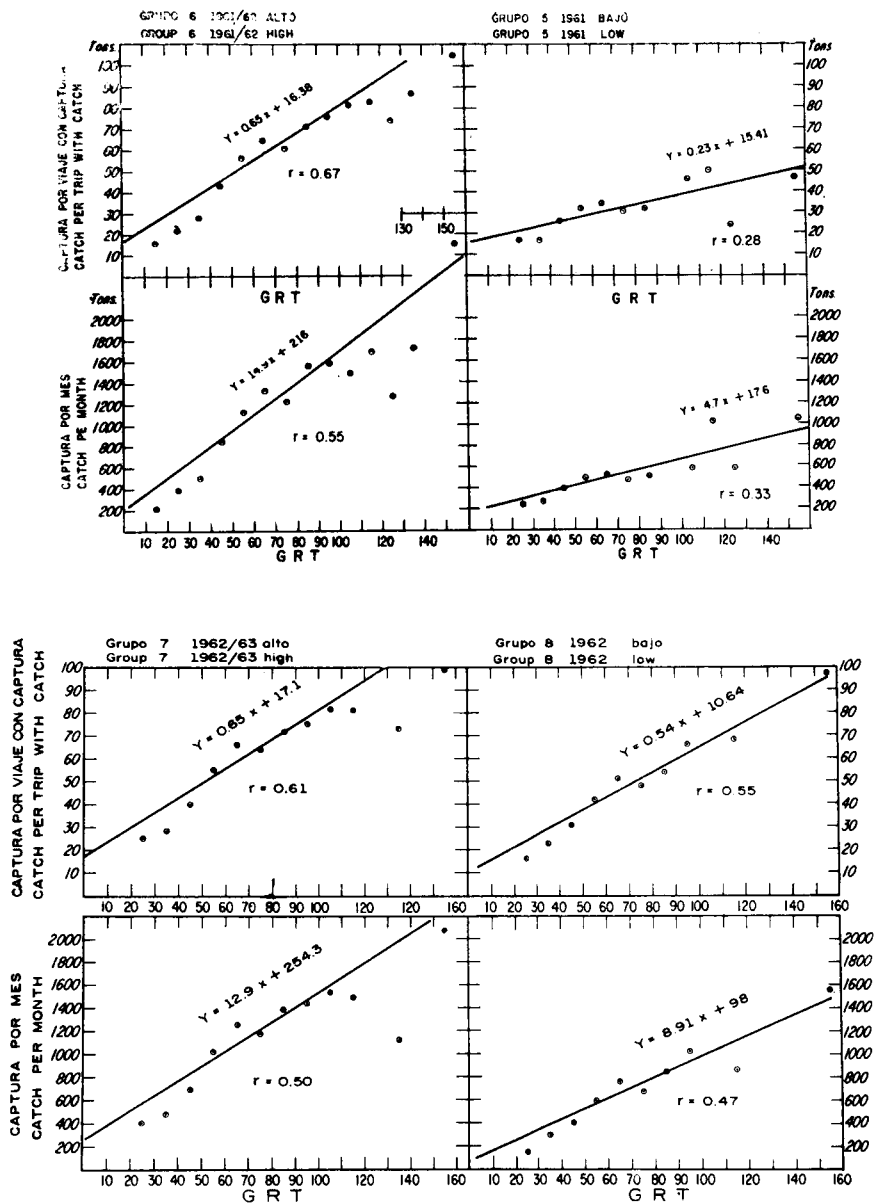


Figura 10 C-D.— Regresiones lineales de captura por viaje con captura y captura por mes, sobre el tamaño de las embarcaciones y los coeficientes de correlación. Datos agrupados por estaciones de alta y baja pesca. Los puntos muestran la captura media de las embarcaciones agrupadas por tamaño. r es el coeficiente de correlación. GRT es el tonelaje de registro grueso.

Figure 10 C-D.— Linear regressions of catch per trip with catch and catch per month on size of vessels and the correlation coefficients. Data grouped into seasons of high and low fishing. Points show mean catch by size groups of vessels. r is correlation coefficient. GRT is gross register tonnage.

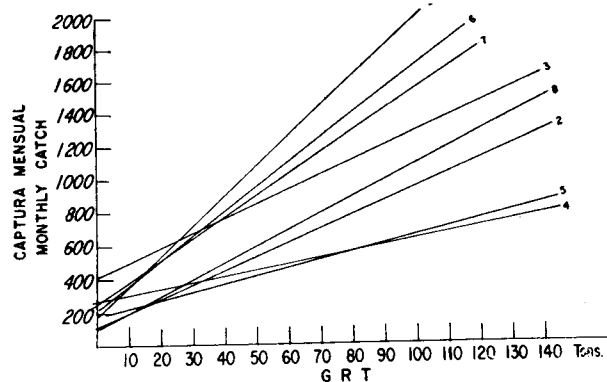
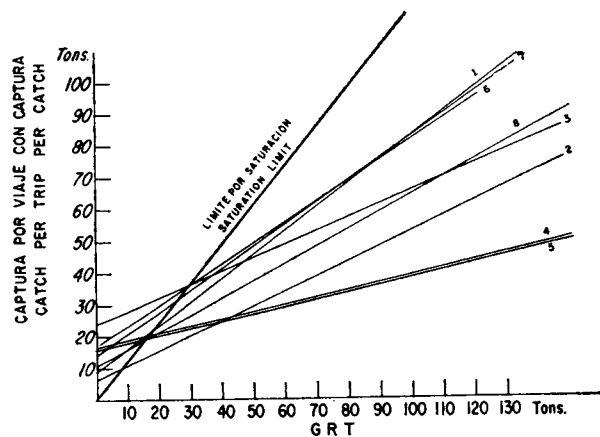


Figura 11.— Regresiones de la captura por viaje con captura y captura por mes, sobre el tamaño de las embarcaciones. Las líneas de la Fig. 10 A-D se muestran juntas. GRT es el tonelaje de registro grueso.

Figure 11.— Regressions of catch per trip with catch and catch per month on size of vessels. Lines from Figure 10 A-D show together. GRT is gross register tonnage.

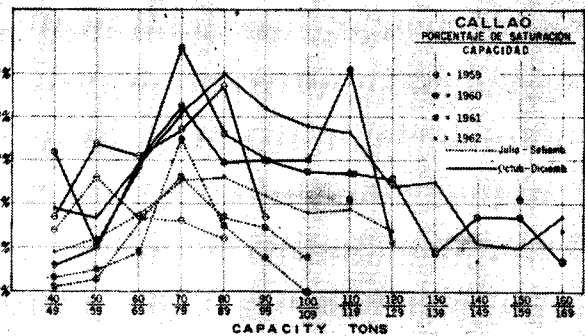
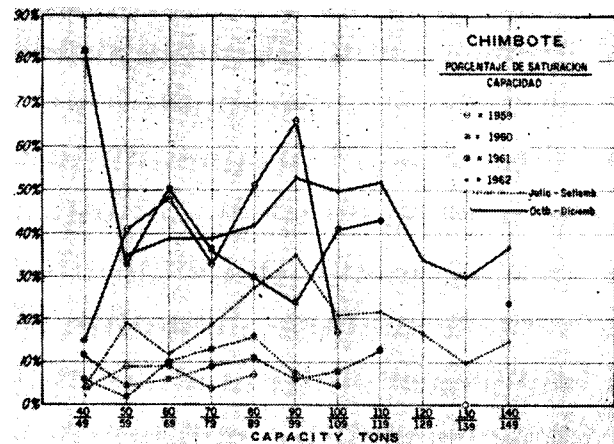


Figura 12.— Ocurrencia de saturación de las embarcaciones por tamaño de las embarcaciones para diferentes estaciones de pesca.

Figure 12.— Occurrence of vessel saturation by size of vessels for different seasons of fishing.

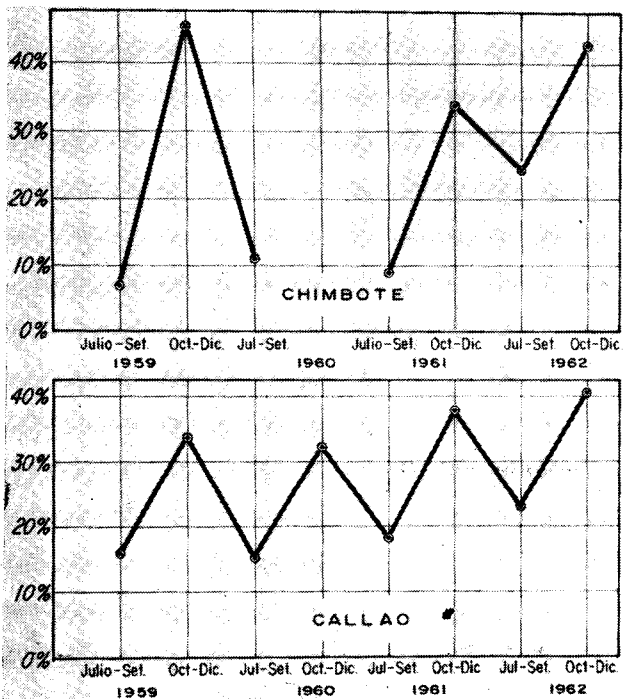


Figura 13.— Ocurrencia promedio de saturación, por estaciones de alta y baja pesca.

Figure 13.— Average occurrence of saturation by seasons of high and low fishing.

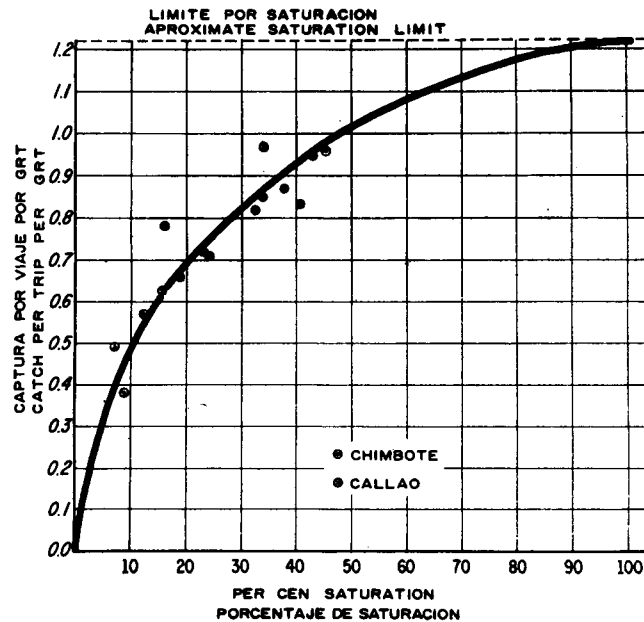


Figura 14.— Ploteo de la ocurrencia promedio de saturación contra captura promedio por viaje por GRT. Curva trazada al ojo.

Figure 14.— Plots of average occurrence of saturation against average catch per trip per GRT. Curve by freehand.

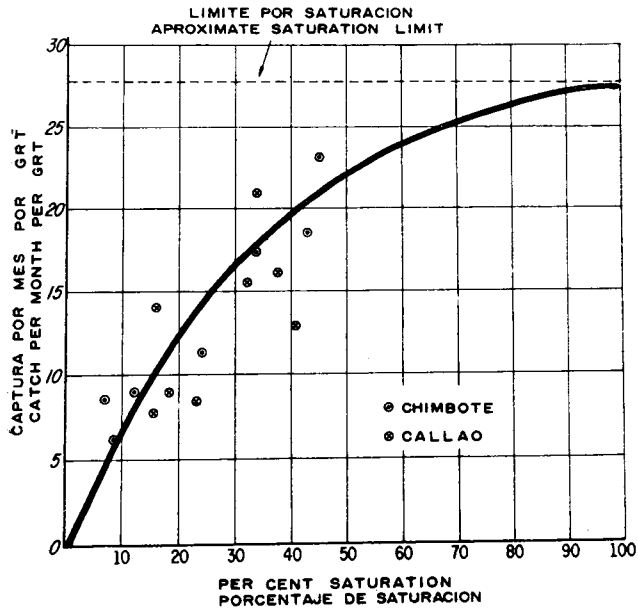


Figura 15.— Ploteo de la ocurrencia promedio de saturación contra captura promedio por mes por GRT. Curva trazada al ojo.

Figure 15.— Plots of average occurrence of saturation against average catch per month per GRT. Curve by freehand.

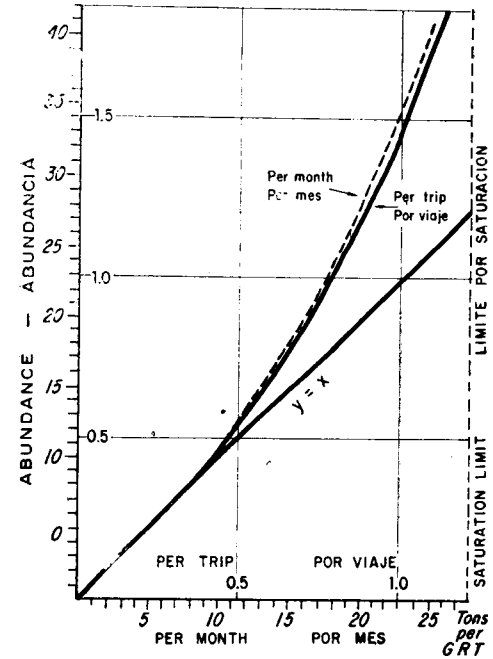


Figura 16.— Relación entre captura por unidad de esfuerzo y abundancia aparente, basada sobre cierta probable evaluación del efecto de saturación de las embarcaciones.

Figure 16.— Relationship between catch per unit of effort and apparent abundance based on a certain probable assessment of the effect of vessel saturation.

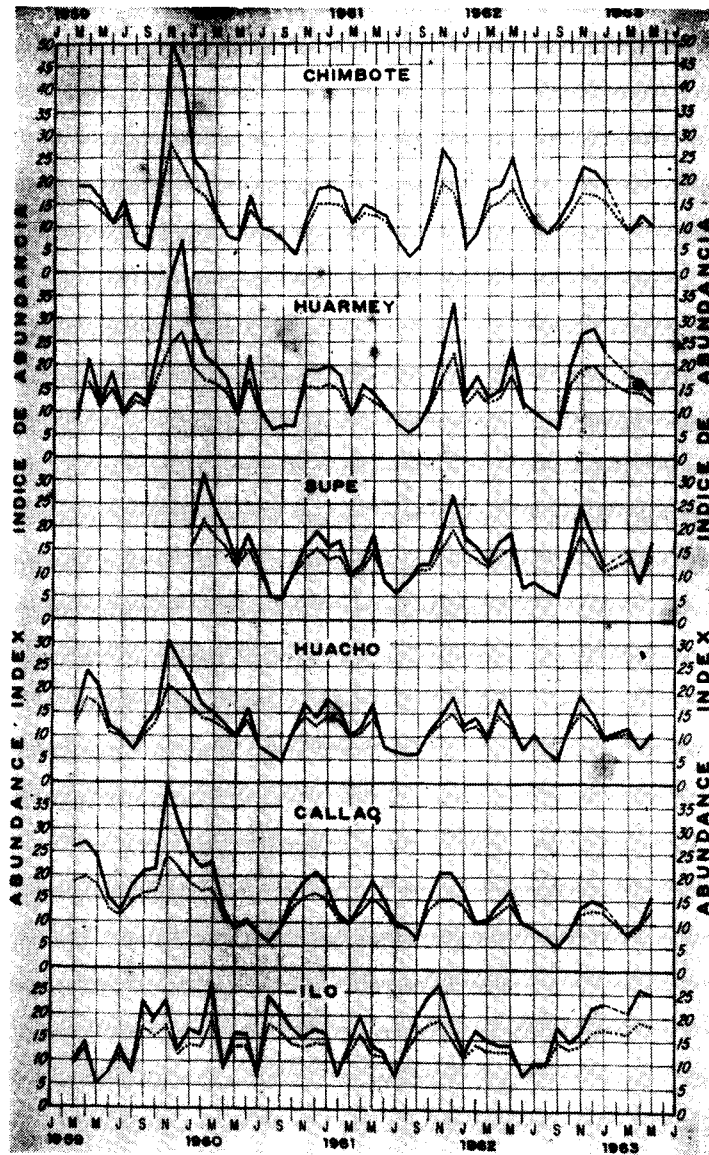


Figura 17.— Estimado de la abundancia aparente, por puertos y meses desde Marzo 1959 hasta Mayo 1963. Las líneas punteadas están ajustadas para los efectos del incremento en el tamaño del boliche y uso de macaco. Las líneas continuas también incluyen una evaluación del efecto de saturación de las embarcaciones.

Figure 17.— Estimated apparent abundance by ports and months March 1959 through May 1963. Dotted line with adjustment for effects of increase in gear size and use of power blocks. Full line also including an assessment of effect of vessel saturation.

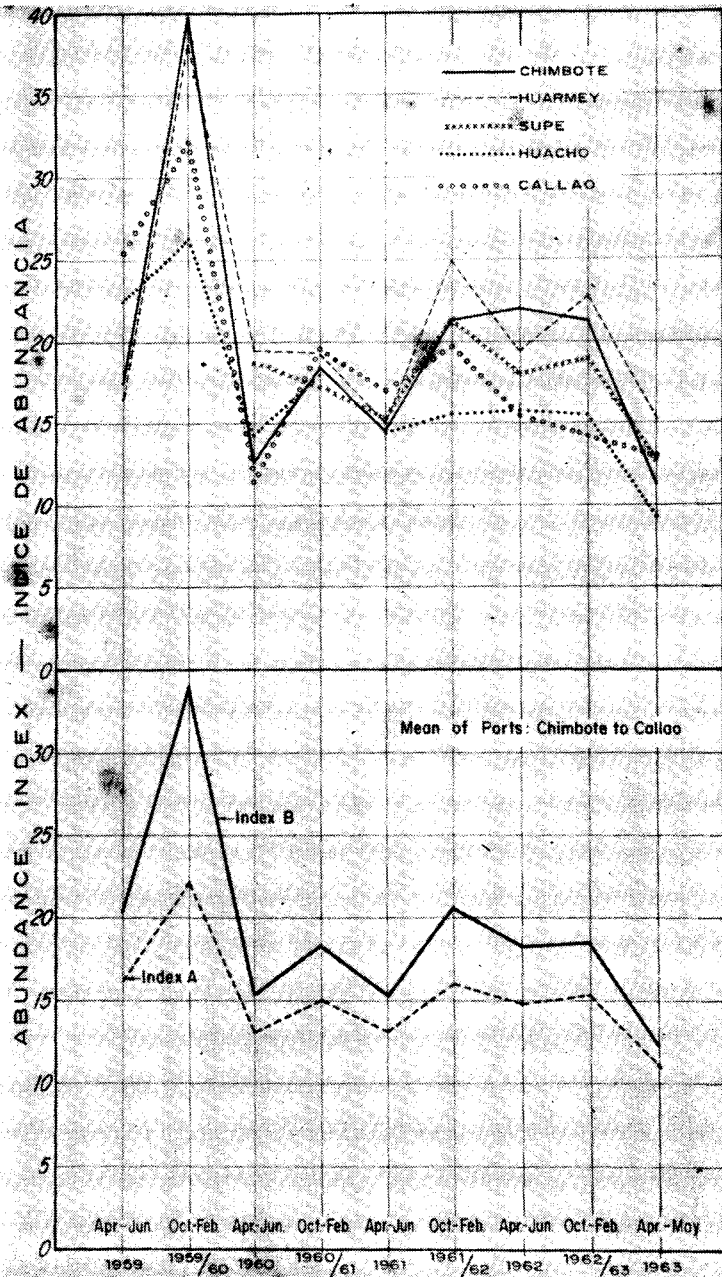


Figura 18.— Indices de abundancia aparente por estaciones de pesca. Índice A-sin. B-con evaluación del efecto de la saturación de las embarcaciones. El gráfico de arriba muestra el índice B solamente.

Figure 18.— Indexes of apparent abundance by fishing seasons. Index A without and index B with assessed effect of vessel saturation. Top graph shows index B only.

Tabla 1.— Extensión de los datos de desembarques individuales por embarcaciones identificadas, 1959 - 1962.**Table 1.**— Coverage of data of individual landings by identified vessels 1959 - 1962.

Año	Desembarque Total.	Desembarque por fichas de embarcación.	Estimado del N° de Viajes. Total de Viajes.	N° de Viajes por embarcaciones identificadas.
Year	Total Landings Tons.	Landings by vessel-slips Tons.	Estimated Total N° of trips.	N° of trips by identified vessels.
1959	1 908 698	1 563 913	56 097	51 031
1960	2 943 602	2 715 561	80 964	73 516
1961	4 579 709	3 929 279	111 034	94 461
1962	6 274 624	6 212 560	125 000	123 817

Tabla 2.— La flota anchovetera durante 1959 - 1962. Número de embarcaciones por años y material de construcción.**Table 2.**— The anchovy fleet 1959 - 1962. Number of vessels by years and material of construction.

Material de Construcción	Material of Construction	Años - Years			
		1959	1960	1961	1962
Madera	Wood	343	578	650	763
Fierro	Steel	11	75	100	188
Sin datos	Without data	1	1	3	145
TOTAL		355	654	753	1096

Table 3.—La flota anchovetera 1959 - 1962. Distribución de las embarcaciones por grupos de longitud.

Tabla 3.—The anchovy fleet 1959 - 1962. Distribution by length of vessels.

Longitud en pies Length in Feet	1959			1960			1961			1962		
	Madera	Fierro	Total	Madera	Fierro	Total	Madera	Fierro	Total	Madera	Fierro	Total
	Wood	Steel		Wood	Steel		Wood	Steel		Wood	Steel	
25/29	1		1	1		1	1		1			
30/34	12		12	9		9	6		6	3		3
35/39	37		37	37		37	32		32	16		16
40/44	47		47	55		55	38		38	38		38
45/49	65		65	60		60	52		52	48		48
50/54	74		74	103		103	105	1	106	98		98
55/59	59	1	60	109	3	112	121	3	124	118	3	121
60/64	44	8	52	168	61	229	216	73	289	220	91	311
65/69		1	1	26	2	28	59	13	72	179	79	258
70/74	1		1	1		1	5		5	25		25
75/79	2	1	3	4	9	13	9	10	19	12	15	27
80/84	1		1	5		5	5		5	6		6
85/89												
90/94							1		1			
Sin datos			1			1			3			145
TOTAL	343	11	355	578	75	654	650	100	753	763	188	1096

Tabla 4.— La flota anchovetera 1959 - 1962. Distribución por grupos de capacidad.

Table 4.— The anchovy fleet 1959 - 1962. Distribution by carrying capacity.

Capacidad en Tons. Capacity in Tons.	1959			1960			1961			1962		
	Madera	Fierro	Total	Madera	Fierro	Total	Madera	Fierro	Total	Madera	Fierro	Total
	Wood	Steel		Wood	Steel		Wood	Steel		Wood	Steel	
10/19				1		1	1		1			
20/29	22		22	16		16	10		10	3		3
30/39	45		45	47		47	36		36	23		23
40/49	62		62	68		68	55		55	54		54
50/59	49		49	50		50	45		45	41		41
60/69	78		78	122		122	130		130	118		118
70/79	41		41	80	2	82	84		86	84	2	86
80/89	53	1	34	108	8	116	139	8	147	140	6	146
90/99	8	7	15	52	47	99	87	54	141	119	63	182
100/109	1	2	3	17	8	25	24	21	45	45	83	128
110/119		1	1	4	1	5	17	4	21	46	6	52
120/129				4	4	8	8	4	12	52	16	68
130/139	1		1		1	1	1	1	2	11	1	12
140/149					2	2		3	3	4	9	13
150/159				3		3	2		2	5		5
160/169				1	1	2	5	1	6	8	1	9
170/179										1		1
180/189	1		1	3		3	2		2	1		1
190/199	1		1	1		1	1		1			1
232			1	1		1	2		2	1		1
Sin datos Without data	1		2		1	2	1	2	6	7	1	153
TOTAL	343	11	355	578	75	654	650	100	753	763	188	1096
Capacidad Total: Total Capacity :	21.015			47.620			58.945			(x) 99.000		

(*) Incluyendo el estimado para las 153 embarcaciones sin información de capacidad.
Including estimation for the 153 vessels without information of capacity.

Tabla 5.—La flota anchovetera 1959 - 1962. Promedio de potencia del motor para grupos de tamaño de embarcaciones (Tonelaje de registro grueso). Rendimiento continuo de BHP.

Table 5.—The anchovy fleet 1959 - 1962. Average motor power by vessel size groups (gross register tonnage). Break horse power continuous performance.

GRT	1959		1960		1961		1962		Total
	Madera	Fierro	Madera	Fierro	Madera	Fierro	Madera	Fierro	
	Wood	Steel	Wood	Steel	Wood	Steel	Wood	Steel	
10/19	66		66		62		55		
20/29	80		81		81		82		
30/39	119		116		121		119		
40/49	172		168		167		168		
50/59	200		214		215		216		
60/69	258		238	225	240	225	245	225	
70/79	175	212	226	245	230	247	244	246	
80/89			265	245	265	241	281	240	
90/99					295		291	235	
100/109			275		265		283		
110/119			325	295	325	295	321	295	
120/129									
130/139	175		175		175	295		313	
140/149									
150/159					500				

Tabla 6.—La flota anchovetera. Distribución de B.H.P. de las máquinas dentro de grupos de tamaño de las embarcaciones. Embarcaciones de madera en operación durante 1962. GRT - Tonelaje de registro grueso.

Table 6.—The anchovy fleet. Distribution of break horse power of engines within size groups of vessels. Wooden vessels operating in 1962 GRT: Gross register tonnage.

G.R.T.	H.P.													TOTAL
	40/69	70/99	100/129	130/159	160/189	190/219	220/249	250/279	280/309	310/339	340/369	370/399	400/429	
11/19	3													3
20/29	11	18	3	1	1									34
30/39	1	16	6	11	4		1							39
40/49			2	50	28	3	9			2				94
50/59	1		3	6	36	9	70		2	9				136
60/69			2	3	2	12	73	2	25	7				126
70/79			1	4	2	4	28		13	4		1		57
80/89					1	2	10	3	28	7		1		52
90/99							1	1	4	2				8
100/109							1		4					5
110/119								2		5			1	8

Tabla 7.—La flota anchovetera 1959 - 1962. Longitud media de las redes (en brazadas, armadas) por grupos de longitud y años para los puertos de registro de las embarcaciones.

Table 7.—The anchovy fleet 1959 - 1962. Mean length of purse seines (fathoms mounted) by vessel length-groups and years for ports of registry of vessels.

Longitud de las Embarcaciones en pies Length of Vessel in feet	CHIMBOTE				CALLAO				Otros Puertos - Other Ports			
	Longitud media del boliche en brazas				Longitud media del boliche en brazas				Longitud media del boliche en brazas			
	Mean length of gear in fathoms				Mean length of gear in fathoms				Mean length of gear in fathoms			
	1959	1960	1961	1962	1959	1960	1961	1962	1959	1960	1961	1962
30/34									119	124	126	140
35/39	125				123	137			119	124	140	144
40/44	121	117		140	126	137	130		111	131	123	134
45/49	124	130	132	135	129	137	140	143	123	131	125	
50/54	131	137	147	141	136	147	151	155	140	142	152	155
55/59	140	138	145	164	137	156	157	166	122	137	136	142
60/64	154	160	165	173	152	162	170	178	140	157	161	174
65/69			204	205		169	185	201			200	197
70/74												202
75/79					185	203	197	220				
80/84					163			240				

Tabla 8.— La flota anchovetera 1959 - 1962. Relación aproximada entre la longitud y profundidad de las redes.

Table 8.— The anchovy fleet 1959 - 1962. Approximate relation between length and depth of purse seines.

Longitud Length	CHIMBOTE				CALLAO			
	1959	1960	1961	1962	1959	1960	1961	1962
130	18	19	19	18	19	24	23	22
150	19	20	21	19	20	23	23	23
170	20	23	20	23	22	23	25	24
190	22	23	23	24	24	25	25	27
210	22	22	24	24		25	25	27
230						25	25	28

Tabla 9.— La flota anchovetera 1959 - 1962. Número aproximado de jaladores hidráulicos y ecosondas instalados en cada año, las cantidades acumuladas y el número de embarcaciones en operación.

Table 9.— The anchovy fleet 1959 - 1962. Approximate number of power blocks and echo-sounders installed each year, the accumulated numbers and the numbers of vessels operating.

	1959	1960	1961	1962	1963(*)
Instalaciones: Installations:					
Ecosondas Echo sounders	0	6	64	800	550
Jaladores hidráulicos Power Blocks	0	0	50	150	228
Cantidad acumulada: Accumulated N°s. :					
Ecosondas Echo sounders	15	21	85	885	1435
Jaladores hidráulicos Power Blocks	0	0	50	200	428
N° de Embarcaciones N° of Vessels	355	654	753	1096	

(*) Datos Incompletos
Data Incomplete

Tabla 10.— Desembarques anuales de anchoveta por puertos y años.

Table 10.— Annual landings of anchovy by ports and years 1955 - 1962.

PUERTOS PORTS	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
CHIMBOTE	10,210	25,569	72,094	196,710	549,904	736,301	1'259,302	1'999,795
SAMANCO	31,923	32,984	36,972	36,956	85,532	90,086	135,480	129,114
CASMA	1,022	12,237	38,506	22,959	53,612	59,336	49,473	64,669
HUARMEMY	3,491	5,364	13,370	74,934	246,294	264,280	261,019	308,175
SUPE			165	20	2,405	128,189	373,622	655,131
HUACHO	593	1,575	18,503	32,776	78,511	164,036	264,414	421,609
CHANCAY	3,342	15,677	43,364	37,339	59,558	44,642	99,708	369,555
CALLAO	14	8,261	59,922	250,706	754,047	1'310,746	1'925,074	1'965,989
PUCUSANA	3,880	5,763	9,661	46,113	18,970	32,201	47,516	55,559
PISCO		1,876	3,543	30				23,943
MOLLENDO	750	1,534	1,437	1,437	8,623	27,926	44,820	125,836
ILQ	2,199	7,865	11,487	24,960	51,242	85,859	119,281	148,352
Otros Puertos Other Ports	1,284		16,600	12,079				6,897
TOTALES	58,708	118,725	325,624	737,019	1'908,698	2'943,602	4'579,709	6'274,624

Nota: Chimbote incluye Coishco. Huarmey incluye Culebras, y Huacho incluye Carquín y Végueta.

Datos 1955 - 1958: Servicio de Pesquería, Ministerio de Agricultura.

Tabla 11-A.— Captura media anual en toneladas para embarcaciones seleccionadas por grupos de longitud. Todo el país.

Tabla 11-A.— Mean annual catch in tons for selected vessels by length-groups. Whole Country.

Longitud en pies	1959		1960		1961		1962	
	Captura	N° de Embarca- ciones.	Captura	N° de Embarca- ciones.	Captura	N° de Embarca- ciones.	Captura	N° de Embarca- ciones.
Length in feet	Catch	N° of Vessels	Catch	N° of Vessels	Catch	N° of Vessels	Catch	N° of Vessels
25-29	1750	1	2250	1	--	-	--	-
30-34	2607	7	1650	5	1875	4	2750	1
35-39	2598	23	2050	10	2000	4	1500	2
40-44	3210	25	2861	18	2750	12	2861	9
45-49	4146	53	3375	36	3604	24	3120	27
50-54	6854	48	5592	79	5417	72	5282	62
55-59	7109	39	6905	68	6590	81	6784	89
60-64	9750	19	7421	114	8500	214	8965	242
65-69	--	-	10750	1	9000	26	10716	104
70-74	--	-	--	-	--	-	11350	15
75-79	--	-	8822	7	8750	10	11550	15
80-84	--	-	6250	2	10500	2	19250	1
		215		341		449		567

Tabla 11-B.

Table 11-B.

CHIMBOTE

Longitud en pies.	1959		1960		1961		1962	
	Captura	N° de Embarca- ciones.	Captura	N° de Embarca- ciones.	Captura	N° de Embarca- ciones.	Captura	N° de Embarca- ciones.
Length in feet.	Catch	N° of Vessels	Catch	N° of Vessels	Catch	N° of Vessels	Catch	N° of Vessels
35-39	2306	9	--	-	--	-	1750	1
40-44	4062	8	3167	6	3625	4	5250	1
45-49	4900	20	3750	17	4150	10	3361	9
50-54	8397	17	5683	30	5417	30	4875	20
55-59	7417	9	7424	23	6538	26	6202	31
60-64	11750	3	7650	45	8282	78	7881	84
65-69			10750	1	9295	11	9266	31
70-74			--	-	--	-	16750	1
75-79			9167	6	8464	7	12321	7
80-84					9750	1		
		66		128		167		185

CALLAO

Longitud en pies.	1959		1960		1961		1962	
	Captura	N° de Embarca- ciones.	Captura	N° de Embarca- ciones.	Captura	N° de Embarca- ciones.	Captura	N° de Embarca- ciones.
Length in feet.	Catch	N° of Vessels	Catch	N° of Vessels	Catch	N° of Vessels	Catch	N° of Vessels
35-39	--	-	2750	2			--	
40-44	2806	9	1750	2			--	
45-49	4083	9	3583	3	2750	1	2750	1
50-54	6219	16	5071	14	5204	11	5679	14
55-59	7762	17	6795	22	7250	26	7361	27
60-64	9650	10	7211	38	8796	76	10040	81
65-69					10188	8	13056	31
70-74					--	-	11850	10
75-79			7750	2	16750	1	15250	2
80-84					10500	2	19250	1
		61		83		125		167

Table 12-B.
Table 12-B.

CHIMBOTE

1959		1960		1961		1962					
Capacidad en Tons.	Captura	N° de Embarcaciones.	Captura	N° de Embarcaciones.	Captura	N° de Embarcaciones.	Captura	N° de Embarcaciones.			
Capacity Tons.	Catch	N° of Vessels	Catch	N° of Vessels	Catch	N° of Vessels	Catch	N° of Vessels			
20-29	2250	1	3250	1	--	-	--	-			
30-39	--	-	2250	1	--	-	--	-			
40-49	3386	11	2750	4	2750	1	2750	1			
50-59	4614	11	4500	4	5500	2	5500	2			
60-69	7306	18	6438	16	5969	16	6092	19			
70-79	7350	10	6096	13	6517	15	7632	17			
80-89	9650	10	7185	23	8688	40	9727	43			
90-99			7397	17	9119	42	10930	50			
100-109			8250	2	9750	4	12117	15			
110-119			--	-	11000	2	14000	6			
120-129			--	-	--	-	10861	9			
130-139			--	-	--	-	15000	2			
140-149			6750	1	16750	1	15250	2			
230-239			8750	1	10500	2	19250	1			
		61			83			125			167

CALLAO

1959.		1960		1961		1962					
Capacidad en Tons.	Captura	N° de Embarcaciones.	Captura	N° de Embarcaciones.	Captura	N° de Embarcaciones.	Captura	N° de Embarcaciones.			
Capacity Tons.	Catch	N° of Vessels	Catch	N° of Vessels	Catch	N° of Vessels	Catch	N° of Vessels			
20-29	2875	4	--	-	--	-	--	-			
30-39	2250	12	1250	1	--	-	1750	1			
40-49	4306	18	3500	16	3361	9	3333	6			
50-59	5500	12	4875	12	4400	10	3750	7			
60-69	8645	19	6121	35	5486	36	5176	27			
70-79	6750	4	7344	16	7659	22	6346	26			
80-89	11085	3	8207	23	8390	43	8238	43			
90-99			7556	13	8179	28	7808	43			
100-109			6750	1	10650	5	10017	15			
110-119			14750	1	9563	3	9688	8			
120-129			9583	3	8333	6	11917	6			
130-139			6750	1	7750	1	--	-			
140-149			4750	1	2250	1	13750	1			
150-159					8250	2	9750	1			
160-169					8750	1	13750	1			
		72			128			167			185

Tabla 13.— Regresiones de la captura media por viaje con captura y captura mensual sobre el tonelaje de registro grueso de las embarcaciones para períodos de buena y mala pesca desde 1959 a 1962.

Table 13.— Regressions of mean catch per trip with catch and monthly catch on gross register tonnage of vessels for periods of good and poor fishing 1959 to 1962.

Grupo	N° de Embarcaciones	X:		Y:		Z:		Coeficiente de Correlación			Regresión Lineal		
		Captura per Viaje		Tamaño de las Embarcaciones		Captura per Mes		r _{xy}	r _{zy}	r _{xz}	•		
Group	N° of Vessels	X:		Y:		Z:		Correlation Coefficients			Linear regressions		
		Catch per Trip		Size of Vessels		Catch per Month		r _{xy}	r _{zy}	r _{xz}	x on y	z on y	z on x
		Mean	Sx	Mean	Sy	Mean	Sz						
1	508	40.23	16.0	42.15	16.6	944.07	477.6	0.77	0.63	0.88	x=0.74y+9.04	z=18.18y+177.78	z=26.39x-117.6
2	292	24.88	9.9	40.57	11.8	445.32	217.0	0.56	0.46	0.93	0.47y+5.97	8.44y+102.9	20.32x-60.24
3	930	47.10	13.9	57.41	18.2	916.34	355.3	0.55	0.45	0.81	0.42y+23.0	8.78y+412.28	20.7 x-58.63
4	391	29.51	10.6	57.43	19.2	469.76	204.9	0.42	0.33	0.79	0.23y+16.2	3.52y+267.61	15.27x+19.14
5	579	29.92	13.5	58.03	15.0	445.90	211.6	0.28	0.33	0.83	0.23y+15.41	4.65y+176.06	13.0 x+56.64
6	1028	55.85	16.7	60.73	17.2	1,120.60	466.2	0.67	0.55	0.83	0.65y+16.38	14.90y+215.7	23.17x-173.44
7	1276	59.97	18.6	66.36	17.6	1,109.67	453.5	0.61	0.50	0.88	0.646y+17.10	12.89y+254.29	21.5 x-179.69
8	631	45.46	15.4	64.72	15.7	674.58	297.6	0.55	0.47	0.86	0.54 y+10.64	8.91y+97.92	16.62x-60.97

NOTA: Grupos de pesca abundante

NOTE: Groups of high fishing

GRUPO 1
1959

GRUPO 3
1960/61

GRUPO 6
1961/62

GRUPO 7
1962/63

GRUPO 2
1969

GRUPO 4
1960

GRUPO 5
1961

GRUPO 8
1962

Chimbote: Oct.,Nov.,Dic.
Callao : Oct.,Nov.,Dic.

Dic.,En.,Feb.
Nov.,Dic.,En.

Nov.,Dic.,May.
Nov.,Dic.,May.

Nov.,Dic.,Ene.
Nov.,Dic.,Ene.

Jun.,Agt.,Set.
Jun.,Jul.,Agt.

Agt.,Set.,Oct.
Jul.,Agt.,Set.

Jul.,Agt.,Set.
Jul.,Agt.,Set.

Jul.,Agt.,Set.
Jul.,Agt.,Set.

Tabla 14.— Distribución del tamaño de las embarcaciones en toneladas de registro grueso y largo del boliche en brazas, de los datos utilizados para analizar la correlación parcial, entre captura y largo del boliche.

Table 14.— Distribution of size of vessel in gross register tons and length of gear in fathoms in data used to analyse partial correlation between catch and gear length.

G.R.T.	90/99	100/109	110/119	120/129	130/139	140/149	150/159	160/169	170/179	180/189	190/199	200/209	210/219	220/229	230/239	240/249	250/259	300/309	Total
10/19				7	6	5	7	3											28
20/29			1	4	30	22	19												76
30/39	6	6	7	-	10	29	26	28	2	5									119
40/49				46	26	48	68	65	27	64	1								345
50/59					3	51	13	110	7	67	37	33	2	6	-	-	-	2	331
60/69				1	-	20	3	40	39	76	21	47	6	5	12	17	9		298
70/79					19	15	-	69	10	128	21	33	3	-	-	-		1	298
80/89									27	18	-	32	3	15					95
90/99										1			-						1
100/109													6	6					12
110/119														9	-	14			23
	6	6	8	58	94	190	136	319	112	361	80	145	25	41	12	31	11	1	1620

Tabla 15.— Regresiones de la captura media mensual por viaje con captura sobre el tamaño de la embarcación, tamaño del boliche y la regresión parcial de captura sobre el tamaño de la embarcación y tamaño del boliche. Datos de bitácora por períodos de buena pesca (grupo 9) y pesca pobre (grupo 10) 1961 y 1962.

Table 15.— Regressions of mean monthly catch per trip with catch on size of vessels, size of gears and the partial regression of catch on vessel size and gear size. Log-book data from periods of good fishing (group 9) and poor fishing (group 10) 1961 - 1962.

GRUPO	N° de Observaciones	X:		Y:		Z:		Coeficiente de Correlación					Regresión Lineal	Regresión Parcial
		Captura por Viaje		Tamaño de las Embarcaciones		Tamaño del Boliche		r_{xy}	r_{xz}	r_{yz}	$r_{xz, y}$	$r_{xy, z}$		
GROUP	N° of Observations	X:		Y:		Z:		Correlation Coefficients					Linear Regression on y	Partial Regression on y and z
		Catch per Trip		Size of Vessels		Size of Gear		r_{xy}	r_{xz}	r_{yz}	$r_{xz, y}$	$r_{xy, z}$		
		Mean	Sx	Mean	Sy	Mean	Sz							
9	948	49.84	20.27	58.36	17.66	169.47	27.86	0.67	0.57	0.59	0.28	0.51	$x=0.77y+4.9$	$x=0.59y+0.19z-17.0$
10	680	35.30	18.24	57.52	18.76	168.37	27.40	0.59	0.55	0.61	0.29	0.39	$x=0.57y+2.5$	$x=0.40y+0.20z-20.8$

Tabla 16-A.— Promedio de captura mensual por embarcación -tonelada, (GRT) ajustados para los efectos estimados del cambio del poder de pesca de las embarcaciones. A **sin**, B **con**, ajuste para los efectos de la saturación.

Table 16-A.— Average monthly catch per vessel-ton adjusted for estimated effects of change of fishing power of vessels. A **without**, B **with**, adjustment for saturation effect.
1959

	MR.		APR.		MAY		JUN.		JUL.		AG.		SEPT.		OCT.		NOV.		DEC.	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
CHIMBOTE	15,7	19,0	15,6	19,0	13,6	16,0	10,7	11,0	13,3	16,0	6,8	6,8	5,3	5,3	15,5	19,0	28,2	50,0	25,9	44,0
HUARMAY	8,0	8,0	16,4	21,0	10,9	12,0	14,8	18,5	9,3	10,0	12,3	14,0	11,2	12,0	18,1	24,0	24,5	39,5	27,2	47,0
SUPE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HUACHO	12,6	14,0	18,2	24,0	16,6	21,0	10,8	12,0	9,9	10,5	7,1	7,1	10,9	12,0	13,6	16,0	21,2	30,5	19,0	26,0
CALLAO	18,8	26,0	19,6	27,0	18,2	24,0	12,8	15,0	11,5	12,5	14,6	18,0	16,3	21,0	16,8	22,0	24,5	39,5	21,6	31,5
ILO	9,4	10,0	12,6	14,0	5,0	5,0	7,7	7,7	11,8	13,5	7,7	7,7	17,5	23,0	15,5	19,0	17,7	23,0	11,5	12,5

Tabla 16-B.— Promedio de captura mensual por embarcación-tonelada. (GRT) ajustados para los efectos estimados del cambio del poder de pesca de las embarcaciones. A *sin*, B *con*, ajuste para los efectos de la saturación.

Table 16-B.—Average monthly catch per vessel-ton adjusted for estimated effects of change of fishing power of vessels. A *without*, B *with*, adjustment for saturation effect.

	1960																							
	JAN.		FEB.		MR.		APR.		MAY		JUN.		JUL.		AG.		SET.		OCT.		NOV.		DEC.	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
CHIMBOTE	19,7	25,0	17,0	22,0	12,1	13,5	8,2	8,2	7,4	7,4	13,8	17,0	9,7	10,0	9,2	9,2	7,0	7,0	4,5	4,5	10,8	12,0	14,0	18,5
HUARMEY	19,9	23,0	16,8	22,0	16,0	20,0	14,1	17,0	9,2	9,2	17,0	22,0	9,9	10,5	6,1	6,1	7,2	7,2	7,2	7,2	15,7	19,0	15,3	19,0
SUPE	16,1	20,0	21,5	31,5	18,2	24,0	15,6	19,0	11,5	12,5	15,1	18,5	10,8	12,0	5,1	5,1	4,8	4,8	9,8	10,5	13,3	16,0	15,5	19,0
HUACHO	16,9	22,0	13,9	17,0	13,2	15,0	11,3	12,5	10,1	10,5	13,4	16,0	7,9	7,9	-	-	4,7	4,7	10,4	11,0	14,2	17,0	12,4	14,0
CALLAO	18,5	25,0	17,0	22,0	17,3	23,0	11,3	12,5	8,8	8,8	9,9	10,5	7,8	7,8	6,1	6,1	8,8	8,8	13,2	15,0	15,4	19,0	16,4	21,0
ILO	13,8	17,0	13,3	18,0	19,7	27,0	8,4	8,4	13,4	16,0	13,4	16,0	6,8	6,8	18,1	24,0	16,3	21,0	13,9	17,0	13,1	15,0	13,8	17,0

Table 16-C.—Promedio de captura mensual por embarcación--tonelada (GRT) ajustados para los efectos estimados del cambio del poder de pesca de las embarcaciones. A *sin*, B *con*, ajuste para los efectos de la saturación.

Table 16-C.— Average monthly catch per vessel-ton adjusted for estimated effects of change of fishing power of vessels. A *without*, B *with*, adjustment for saturation effect.

1961

	JAN.		FEB.		MR.		APR.		MAY		JUN.		JUL.		AUG.		SET.		OCT.		NOV.		DEC.	
	A.	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
CHIMBOTE	16,3	19,0	12,7	18,0	10,6	11,0	12,9	15,0	12,5	14,0	11,3	12,5	7,5	7,5	3,8	3,8	6,2	6,2	11,8	13,5	19,6	27,0	17,4	23,0
HUARMAY	16,0	20,0	14,6	18,0	8,9	8,9	13,7	15,0	12,4	14,0	10,3	11,0	7,8	7,8	6,4	6,4	7,6	7,6	11,5	12,5	17,6	23,0	22,7	33,5
SUPE	13,3	16,0	13,8	17,0	9,4	10,0	11,1	12,0	14,9	15,5	8,3	8,3	6,1	6,1	8,5	8,5	11,0	12,0	11,0	12,0	15,7	19,0	19,4	27,0
MUCHU	14,3	18,0	13,5	16,0	9,7	10,0	10,9	12,0	14,0	17,0	7,8	7,8	6,8	6,8	6,1	6,1	6,4	6,4	10,4	11,0	12,7	14,0	15,0	18,5
CALLAO	15,1	18,5	11,0	12,0	9,7	10,0	12,3	14,0	15,3	19,0	13,2	15,0	9,4	10,0	8,9	8,9	6,9	6,9	12,8	15,0	16,3	21,0	16,3	21,0
ILO	13,7	16,0	7,2	7,2	11,9	13,5	16,1	20,0	11,9	13,5	11,4	12,5	7,0	7,0	12,7	14,0	16,2	20,0	18,1	24,0	19,3	27,0	15,0	18,5

Table 16-D.—Promedio de captura mensual por embarcación-tonelada, (GRT) ajustados para los efectos estimados del cambio del poder de pesca de las embarcaciones. A **sin**, B **con**, ajuste para los efectos de la saturación.

Table 16-D.—Average monthly catch per vessel-ton adjusted for estimated effects of change of fishing power of vessels. A **without**, B **with**, adjustment for saturation effect.

	1962																							
	JAN.		FEB.		MR.		APR.		MAY		JUN.		JUL.		AG.		SET.		OCT.		NOV.		DEC.	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
CHIMBOTE	6,0	6,0	8,9	8,9	14,3	18,0	15,7	19,0	18,6	25,0	13,4	16,0	10,4	11,0	9,0	9,0	9,9	10,5	13,3	16,0	17,4	23,0	16,9	22,0
HUARMAY	11,9	13,5	14,7	18,0	12,2	13,5	13,2	15,0	18,1	24,0	11,2	12,0	9,6	10,0	8,4	8,4	6,7	6,7	16,1	20,0	19,4	27,0	20,0	28,0
SUPE	14,7	18,0	13,3	16,0	11,7	12,5	13,9	17,0	15,5	19,0	7,1	7,1	8,4	8,4	6,7	6,7	5,4	5,4	12,5	14,0	18,5	25,0	14,6	18,0
HUACHO	11,5	12,5	12,4	14,0	9,3	10,0	14,5	18,0	11,9	13,5	7,4	7,4	10,1	10,5	7,0	7,0	5,5	5,5	11,5	12,5	15,4	19,0	13,0	15,0
CALLAO	13,8	17,0	9,9	10,5	10,5	11,0	12,5	14,0	14,2	17,0	10,1	10,5	9,0	9,0	7,4	7,4	5,2	5,2	8,3	8,3	12,2	13,5	12,8	15,0
ILO	11,0	12,0	13,8	17,0	12,9	15,0	12,6	14,0	12,5	14,0	7,5	7,5	9,4	10,0	9,5	10,0	14,5	18,0	13,2	15,0	14,0	17,0	16,8	22,0

Tabla 16-E.— Promedio de captura mensual por embarcación tonelada (GRT) ajustados para los efectos estimados del cambio del poder de pesca de las embarcaciones. A **sin**, B **con**, ajuste para los efectos de la saturación.

Table 16-E.— Average monthly catch per vessel-ton adjusted for estimated effects of change of fishing power of vessels. A **without**, B **with**, adjustment for saturation effect.

	1963							
	JAN.		MR.		APR.		MAY	
	A	B	A	B	A	B	A	B
CHIMBOTE	15,3	19,0	8,8	8,8	11,5	12,5	9,5	10,0
HUARMEY	17,6	23,0	14,4	18,0	14,1	17,0	12,0	13,5
SUPE	10,8	12,0	13,1	15,0	8,4	8,4	14,0	17,0
HUACHO	9,4	10,0	10,9	12,0	7,7	7,7	10,5	11,0
CALLAO	12,6	14,0	7,7	7,7	9,5	10,0	13,4	16,0
ILO	17,4	23,0	16,5	21,0	19,1	26,0	18,3	25,0

Tabla 17.— Promedio de captura mensual por embarcación-tonelada por estaciones de pesca, 1959 - 1963. A - no ajustados, B - ajustados, para la saturación. Los tres meses más altos entre Octubre y Febrero, y los dos meses más altos entre Abril y Junio.

Table 17.— Average monthly catch per vessel-ton by fishing seasons 1959 - 1963. A - unadjusted, B - adjusted, for saturation. Highest 3 months October-February, and highest 2 months April-June.

	Apr. June 1959		Oct. Feb. 1959/60		Apr. June 1960		Oct. Feb. 1960/61		Apr. June 1961		Oct. Feb. 1961/62		Apr. June 1962		Oct. Jan. 1962/63		Apr. May 1963 *	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
CHIMBOTE	14,6	17,5	24,3	39,7	11,0	12,6	15,0	18,5	12,7	14,5	16,3	21,2	17,2	22,0	16,5	21,3	10,5	11,3
HUARMEY	13,6	16,5	23,8	38,2	15,6	19,5	15,7	19,3	13,1	15,0	18,3	24,8	15,7	19,5	19,0	22,7	13,1	15,3
SUPE					15,4	18,8	14,2	17,3	13,0	15,3	16,6	21,3	14,7	18,0	15,2	19,0	11,2	12,7
HUACHO	17,4	22,5	19,0	26,2	12,4	14,3	14,0	17,0	12,5	14,5	13,4	15,5	13,2	15,8	13,3	15,5	9,1	9,4
CALLAO	18,9	25,5	21,5	32,0	10,6	11,5	15,6	19,5	14,3	17,0	15,5	19,7	13,4	15,5	12,5	14,2	11,5	13,0
ILO	10,2	10,8	15,7	19,7	13,4	16,0	13,8	16,7	14,0	16,8	17,5	23,2	12,6	14,0	16,1	20,7	18,7	25,5
Promedio desde Chimbote hasta Callao.	16,1	20,5	22,2	34,0	13,0	15,3	14,9	18,3	13,1	15,3	16,0	20,5	14,8	18,2	15,3	18,5	11,1	12,3
Average Chimbote through Callao.																		

* NOTA: Datos incompletos
NOTE: Incomplete data.

FLUCTUATIONS IN THE APPARENT ABUNDANCE OF THE ANCHOVY STOCK IN 1959 - 1962 *

by

G. SAETERSDAL, I. TSUKAYAMA AND B. ALEGRE

(Text Figures 1-18 and Tables 1-17)

C O N T E N T

Abstract	88
1. Introduction	88
2. Data and Methods	89
3. Description of the fishery	89
3.1 Fishing techniques and practices	89
3.2 The fishing fleet and its equipment	90
3.3 Review of landings by ports and years	91
4. The simple data on average catch per trip, per month and per year	91
4.1 Catch per trip with catch	91
4.2 Catch per vessel per month	92
4.3 Catch per vessel per year	92
4.4 Discussion	92
5. Comparison of the relative efficiency of the purse seine vessels	93
5.1 The measures of fishing power	93
5.2 The relation between success of fishing and size of vessel	94
5.3 Relation between success of fishing and size of gear	96
5.4 The effect of auxiliary equipment on the fishing success	97
6. Availability and abundance of the anchovy	97
6.1 Relation between catch per unit of effort and apparent abundance The phenomenon of saturation	97
6.2 Indices of apparent abundance	99
6.3 The seasonal fluctuations	100
6.4 Apparent abundance by fishing seasons	100
6.5 Natural fluctuations; the effect of the exploitation	101
Acknowledgements	102
References	102
Figures	53 al; 64
Tables	65 al 85

* Received for publication May, 1964.

ABSTRACT

For annotation.— The effect of vessel size, size of gear and use of auxiliary equipment on fishing power is analysed and a standard effort unit is defined. An index of abundance is derived incorporating also the estimated effect of vessel saturation, and variations in availability or abundance are discussed.

The data used comprised a nearly complete coverage of individual landings by identified purse-seine vessels, 1959 through 1962. The uncorrected data of catch per vessel of vessels classified by length-groups are presented, but because of changes in vessel size, in size of nets and in use of auxiliary equipment it was necessary to define a standard unit of effort. A high positive correlation was found between success of fishing and vessel size measured in gross register tons, and it was decided to use month-GRT as the time and effort units. The effect of gear size on fishing power was studied by a partial correlation analysis, and correlation was found to be significant, but relatively low. The effect of the average increase of 20-30 fathoms in length of the seines between 1959 and 1962 is estimated to be about 10 per cent higher catch. It is thought that the use of power blocks has a significant influence on the fishing power, and their effect is assessed from some data on the time saved when using these gears. Finally the phenomenon of saturation of the fishery is discussed. The relationship between the catch per unit of effort and the occurrence of vessel-saturation indicates that at high levels of fish abundance saturation brings about a relative depression of the c.p.u.e. A relationship is derived between abundance and c.p.u.e. assuming that the effect is proportional to the percentage saturation. The indices of apparent abundance are used to study the seasonal fluctuations of the fishery, which have a very regular pattern, and the variations between fishing seasons which indicate considerable changes of abundance or availability from year to year.

1. INTRODUCTION

The present paper describes our attempts to utilize the available data on effort and catch of the anchovy fishery over the period 1959-1962 to study the fluctuations in the availability and the abundance of the anchovy population. Such an analysis is an indispensable part of research on a commercial fish stock, but it should be borne in mind that the information obtained from it is only complementary to biological information about the population such as its general distribution, the migrations undertaken, the rate of growth, the reproduction, the age, etc. These kinds of information are, however, still incomplete for the anchovy population and this limits the value of our statistical analysis.

The presentation is documented perhaps more than strictly necessary with graphs and tables of statistical data. This was done partly because some of the summarized data may be of interest in themselves, but also because we consider this paper to be only of an introductory nature, and we hope that the basic data included here may facilitate the continued studies of this subject.

2. DATA AND METHODS

Thanks to the special statistical service organized for the anchovy fishery by the Hydrobiological Council in 1959 our detailed data of the fishery date from this year. The system set up by the then scientific adviser to the Council Dr. Z. Popovici and carried through by Dr. Vasquez of the Council, was based on two sources of information landing slips, and daily total consumption of raw material by the fish meal plants. The landing slips contain information of landings per trip of identified vessels and have entries for time of trip, number of sets made and size of gear. The buyers of the fish i.e. the fish meal plants were asked to supply this statistical information. With the rapidly increasing dimension of the fishery it proved difficult to keep up this landing-slip system in its original form, and in 1961 Mr. Doucet, the Chief Economist of the Institute and the authors of this paper set up a somewhat simplified system, whereby data on individual landings of identified vessels are still collected, but additional data on trip time etc., are sampled through a log-book system. The log-books cover the complete daily operations of the vessel and thus also provide information of trips without catch which is of course not covered by landing slips.

Our knowledge of the vessels, their identification and characteristics are drawn from the official vessel registry kept by the Peruvian Naval Harbour authorities.

Table 1 shows the coverage of the data of landings by identified vessels and that of the log-book data.

The original data were transferred to IBM punch cards for checking and processing. A system of two sets of cards was used: a master card for the vessels and trip-cards for individual landings. The performance of the vessels was summarized in monthly and annual summary cards. This system which was designed in cooperation with the Economical Department of the Institute also serves to provide the current statistics of the anchovy fishery. (See Doucet et al *Inf. Inst. Invest. Recurs. Mar. Callao*, N° 1, 2, 5, 1962 and N° 15, 1963).

3. DESCRIPTION OF THE FISHERY

3.1 Fishing techniques and practices.

Fishing is exclusively by purse seine from the aft deck. The vessels are built locally, but the type is the US Pacific coast seiner with some adaptation. The net is set in about a 3/4 circle, towed and pursed. The skiff is usually unpowered. The net usually has a second bag and a zipper in the middle part so that heavy catches can be parted in two. Drying up an empty net of about 200 fathoms length with manpower takes about one hour, with power block about 20 minutes. Some vessels have fish pumps but brailing time is not greatly reduced as compared to efficient net brailing although the use of a pump has other advantages.

The fishing is generally limited to a trip duration of one day for reasons of preservation of the catch. The vessels usually leave port between 02 and 04 hrs in the morning and return in the afternoon. When the fish is close by

and plentiful two trips may be made in one day. The normal operational range from a port is 50 - 60 nautical miles.

When fishing is good a large part of the vessels will return fully loaded. Frequently one set of the net will give a catch that corresponds to the capacity of the vessel. When using catch per trip as an indication of fish availability or abundance there is thus a phenomenon of saturation involved at high levels of fishing. Another type of saturation that occurs in this fishery is when the capacity of the processing plants is fully utilized. Vessels may then be put on a quota system which limits their daily catch or their number of trips.

The fleets of each port operate to a large extent as a unity in their searching and fishing. Organized searching by groups of vessels does not exist, but aeroplane scouting is practiced in some ports. Radio communication is almost universal.

Only during the winter season June - September do weather-conditions at times hinder fishing. During the rest of the year days of bad weather are unusual and far apart.

The vessels are registered in the ports according to ownership, but may land their catch in any port. There is a considerable shifting about of the fleet according to shifts in fish distribution and the need for raw material by the various fish meal plants. During one month about 10 per cent of the total fleet will have two ports of landing or more, during a year this proportion is about 50 per cent.

3.2 The fishing fleet and its equipment.

The following annual data on the size of the fleet are based on data from our landing slip system and include all identified vessels that have been recorded as landing anchovy during the year. These records will include vessels that started their fishing only towards the end of the year, and they are thus not representing the fleet that fished throughout the year.

The information available on the size of the vessels was length, width and depth for the whole fleet, but included gross register tonnage and holding capacity for samples. From these samples a formula for estimating GRT was derived as follows:

Wooden vessels:

$$\text{GRT} = (\text{length} \times \text{width} \times \text{depth in feet}) \times \frac{0.614}{100} + 6.5$$

Iron vessels:

$$\text{GRT} = (\text{length} \times \text{width} \times \text{depth in feet}) \times \frac{0.633}{100} + 16.8$$

Holding capacity was estimated from graphs of relation between GRT and capacity of samples.

Table 2 shows that the total number of vessels has increased more than three times from 1959 to 1962. There has been a marked increase in size (Table 3 and Table 4) so that the total holding capacity has increased about five times during these years.

Information on power of engine (break horse power, continuous) was available for part of the fleet. Table 5 shows the mean HP for groups of GRT by years. There is no tendency of change within the period. The spread within each size group is wide as can be seen from Table 6 which gives the distribution of engine horse power within size groups for wooden vessels in the data available for 1962.

Table 7 shows the mean length (mounted) of the purse seines by years and size-groups of vessels from sampled information. It is seen that the gears have increased over the period also for same sizes of vessels. Table 8 shows that there has been some increase also in the depth of the seines. An attempt to analyse the effect of the gear size on the fishing power of the vessels will be referred to later.

Table 9 shows the approximate number of echo sounders and power blocks installed in each year, and for comparison the number of vessels operating. The information is drawn from the records of the firms that installed the equipment. While only very few vessels were equipped with acoustic instruments in 1959, about 80% of the total fleet had them installed in 1962. About one fifth of the fleet were equipped with power blocks in 1962.

3.3 Review of landings by ports and years.

Table 10 shows the landings by ports since 1955. The geographical distribution of the ports is shown in Figure 1. The area of heavy fishing is the 300 nautical mile coast between Callao and Chimbote where during the last years more than 95 per cent of the catch has been taken. The anchovy is known to be distributed over about 900 nautical miles of the Peruvian coastline.

Figure 2 shows the total annual landings since 1955 and our estimates of the size of the fleet in terms of capacity since 1959.

4. THE SIMPLE DATA ON AVERAGE CATCH PER TRIP, PER MONTH AND PER YEAR

The reports on the current statistics of the anchovy fishery which cover the period from October 1961 onwards (See Doucet et al Inf. Inst. Invest. Recurs. Mar., N° 1, 2 and 5, 1962 and N° 15, 1963) included estimation of some unadjusted measures of catch per unit of effort: catch per trip and catch per month of selected length groups of vessels (length being the only indication of size which was at first available). With all the back data now processed these estimates can be taken back to 1959.

4.1 Catch per trip with catch.

Figure 3 shows the mean monthly catch per trip with catch for the four most common length-groups of vessels in the two most important ports Chim-

bote and Callao. It should be noted that the effort spent on trips without catch is not incorporated in this measure of fishing success.

4.2 Catch per vessel per month.

The estimation of the mean monthly catch of vessels is complicated by the fact that our information on the operational status of the vessels is incomplete. To be meaningful the monthly average should include only vessels that have operated regularly in the port throughout the month. Our data comprise, however, quite a large number of vessels which for reasons of shifts between ports, lack of crew or due to repairs have made only a few fishing trips in the course of the month. If such vessels were included the monthly means would be greatly influenced since the total number of vessels are often small. Vessels with 9 landings and less were therefore excluded on the assumption that "normal" operation during more or less the whole of a month would result in at least 9 trips with catch.

Figure 4 shows the mean monthly catch thus calculated for selected size groups of vessels for the two ports Chimbote and Callao.

Figure 5 shows the data of catch per trip with catch and catch per month for all major ports. For convenience this figure presents, however, only the monthly averages of the three vessel length-groups 50-54, 55-59, and 60-64 feet.

4.3 Catch per vessel per year.

Problems similar to those of obtaining a meaningful monthly average are also encountered when estimating annual means. In order to include only vessels that operated more or less normally in a port during the year the following selection was made:

- 1) Vessels that started fishing during the year in question were excluded (on the basis of register numbers).
- 2) Vessels that operated in neighbouring ports were referred to the port of highest number of landings.
- 3) Vessels with effort spread more or less equally on widely different ports were excluded.
- 4) Vessels with less than a total of 100 trips were excluded.

Tables 11 and 12 show the mean annual catch based on the selected data by years for groups of length and of capacity. Figure 6 shows the annual variation in the most common size-groups operating in Chimbote and Callao, and for all ports taken together.

4.4 Discussion

These data on catch per trip, per month and per year serve as a general orientation about the success of the fishery over this period. It should be noted that the annual data for the year 1959 do not cover the complete year since the collection of the statistics was not in proper function until

March. Estimating from the relation the total 1959 landings to the March-December landings of that year, the annual means by vessels should be increased by about 10 per cent in order to be comparable to the data from later years.

The most prominent feature of the curves which show the monthly averages (Figures 4-6) is the great seasonal fluctuation which occurs in all ports and years. These will be commented upon in a later chapter.

A comparison of fishing success by calendar years shows that 1959 was an unusually good year in all ports. 1960 was poor likewise in nearly all ports. 1961 was a medium year, and in 1962 fishing was good in the ports from Supe northwards, whereas Huacho, Chancay and Callao had rather poor results.

It is evident from Figures 3, 4 and 6 that the catch of a vessel is closely related to its size. This relation will be discussed in detail later. However, in order at this stage to indicate the importance of this factor for our study of the use of fishing success in assessing the fish abundance we show in Figure 7 the relation between annual catch and vessel size in the various years for all ports taken together.

5. COMPARISON OF THE RELATIVE EFFICIENCY OF THE PURSE SEINE VESSELS

It is evident that such factors as the size of the vessels and the fishing gear, the auxiliary equipment used and training of skipper and crew will affect the success of the fishing. We cannot hope to measure the influence of all these factors, but as will be seen below we have attempted to take the most important of them into account when estimating catch per unit of effort.

5.1 The measures of fishing power.

Two measures of fishing success are directly available to us viz catch per trip with catch and catch per month. Data on the occurrence of trips without catch are only available for part of ports and time on a sample basis so that catch per days work can only be estimated for a limited part of the data.

In the following we will use both catch per trip with catch and catch per month in a comparative study of success of fishing. They are of course closely related, but they have some different qualities as measures of fishing power. Catch per trip with catch is based on a short time unit and is thus less influenced by factors such as breakdowns, refits, shifts of port of landing, etc. than the monthly catch. At high levels of abundance saturation occurs because the loading capacity limits the catch. The effect of such saturation will also appear in the monthly catch, but perhaps less pronounced because two trips per day are sometimes made when the fishing is good and takes place close to port.

As already discussed under 4.2 above a selection of vessels with more than 9 trips with catch in one port was made in order to arrive at a meaningful index of "average monthly catch". The same selection is maintained in this comparison.

One naturally expects a high correlation between catch per successful fishing trip and monthly catch. Figure 8 shows linear regressions and correlation coefficients for 8 different groups of data (cf. Table 13) selected from good and poor fishing periods between 1959 and 1962. The correlation coefficients are seen to lie between 0,79 and + 0,93 and the regression lines are seen to pass very close to zero. Lines passing through the zero point could be described:

$$C_m = N_t \cdot C_t$$

where C_m is monthly catch
 N_t number of successful trips
and C_t average catch per trip with catch.

The proximity of the data to such simple lines as shown by the high values of the correlation coefficients and the regressions indicate that N_t varies relatively little between vessels within a certain period i.e.: the success of the fishing is mainly dependent on the average catch per trip with catch. Between periods there are, however, differences in the regression coefficients indicating changes in average number of trips with catch.

At the same levels of abundance of the fish the two measures of success of fishing can thus be taken as being nearly proportional, but as abundance varies the factor of proportionality (or really the regression coefficient) changes primarily because effort spent on trips without catch is included in only one of the measures. This is brought out clearly by Figure 9. This Figure shows the mean monthly values between October 1961 and December 1962 of the two indices for selected size groups of vessels. The distribution of the points show that the monthly catch falls off relatively more than the catch per trip with catch. This is because of an increase in number of trips without catch. For this period data on the frequency of trips without catch were available on a sample basis, and the right hand graph in Figure 9 shows that when this information is incorporated the resulting catch per working day is nearly proportional to the catch per month.

We will in the following make use of both measures of fishing success. Even though they are closely related the use of both is of some importance to clarify the true underlying relationships.

5.2 The relation between success of fishing and size of vessel.

The best measure of vessel size to use in this comparison was thought to be the gross register tonnage (GRT) estimated as described under 3.2 above.

It seemed possible that the relation between fishing success and size of vessel could be different at different levels of abundance of the fish and the data for this analysis were therefore grouped into periods of good and poor fishing. This grouping was made according to the simple quotients of catch per trip and catch per month (cf. Figure 5), and between 1959 and 1962, four periods of rich and poor seasons were selected. The data used were from the two most important ports, Callao and Chimbote. Table 13 shows the number of vessels in each group, the means and standard

deviations of the parameters, the correlation coefficients and the linear regressions. The regression lines are shown in Figure 10 A—D together with the mean values of catch for intervals of vessel size. From the distribution of these means it seems that a curvilinear regression might have given a somewhat better fit since the catch of small and large vessels usually lie below the lines. If, vessels bigger than 100 tons are excluded from the data the fit of the remaining points to straight lines is seen to be improved. Recalculations of the correlation coefficients and regressions were, however, not done with such exclusion since the number of these large vessels is very small (making out from 1 — 4% of the total numbers represented in the groups). Significant changes in the coefficients would thus not be expected, but the direction of the change would be to increase both the coefficients of correlation and regression.

During the periods of high fishing the coefficient of correlation between catch per trip and size of vessel lie between 0.55 and 0.77. When fishing is low the relationship is weaker with coefficients between 0.28 and 0.56. The corresponding ranges of the coefficients of the correlation between monthly catch and vessel size is 0.45 — 0.63 and 0.33 — 0.47. During the high fishing seasons the relationship between vessel size and success of fishing is thus quite strong. When fishing is poor the size of the vessel is obviously less important.

The regression coefficients show a similar relation to abundance of the fish as those of correlation. In Figure 11 the regression lines of the various groups are shown together. The line describing the approximate relation between the carrying capacity and the gross register tonnage of the vessels is also shown in the top graph of Figure 11. This line shows the relationship between catch and vessel size that would exist if all vessels were filled up on all trips i. e. if capacity alone had determined the landing. Our empirical regression lines fall below this full-capacity relation as should be expected since fishing never occurs at 100% capacity over longer periods.

The type of relation one would theoretically expect if the catch was proportional to the vessel size at all levels of fishing would be straight lines passing the origo at different angles. The full-capacity relation would indicate the steepest possible relationship and the different angle coefficients would measure the degree to which the full capacity is being utilized. Our regression lines deviate somewhat from such lines of proportionality. Especially in seasons of poor fishing it is indicated that vessel size is of relatively little importance as was also demonstrated by the low values of the correlation coefficients. Excluding vessels of more than 100 tons would improve the approximation to proportionality. (See Figure 10 A-D).

It is thought that no great bias is introduced by making such an approximation for the further use of the data. We will thus on the basis of this analysis assume that simple proportionality exists between the efficiency of the vessels and their size measured in gross register tons. The effort can thus be measured in this convenient unit. For future work checks on the actual relation between fishing results and vessel size should be continued.

5.3 Relation between success of fishing and size of gear.

Under 3.2 above we have shown that the size of the purse seines has increased over the period 1959-1962. Most of this increase is associated with an increase of the vessel size, but there is also a tendency for an increase of size of gear for the same sizes of vessels. It is therefore of importance to study the effect of gear size on the fishing success of the vessels. Data for such an analysis were available in fishing log-books from 1961 and 1962. Table 14 shows the distribution of gear size and vessel size in these data. There is seen to be a considerable spread in gear size within groups of vessel size and the observations are thus suitable for an analysis of partial correlation. Monthly summaries of vessel performance were used and the three factors analysed were thus: 1) Mean monthly catch per trip with catch, 2) gross register tonnage of vessel, and 3) length of purse seine in fathoms. As it was conceivable that the relation between fishing success and the size of the gear might be different at different levels of abundance of fish the analysis was made separately for months of good and poor fishing.

The results of the analysis are set out in Table 15. The correlation between catch and vessel size shows the coefficients 0.67 and 0.59 for the two periods of high and low fishing respectively. The regression coefficients are 0.77 and 0.57. These figures are similar to those found under 5.2 above. The coefficients of correlation between catch and gear size: 0.57 and 0.55, are still quite high but they include the effect of the relatively high correlation between gear size and vessel size (coefficients 0.59 and 0.61). The partial correlation between catch and gear size when the effect of the size of the vessel is disregarded is 0.28 and 0.29. This is a significant, but relatively low positive correlation. The relation between catch and vessel size when gear size is disregarded is considerably stronger with correlation coefficients 0.51 and 0.39. These coefficients of partial correlation as well as the equations of partial regression shown in Table 15 demonstrate that with the actual variations of size of gear and size of vessels present in these data (cfr. Table 14) the size of the gear measured by its length has only relatively little influence on the results of the fishing. In other words an increase of the length of the net from for instance 160 to 200 fathoms will for a medium sized vessel on the average lead to only a minor increase in catch. Since there is some correlation between length and depth of the nets, the beneficial effect of greater depth, if any, is included in the relation demonstrated. It is thus possible that the length of the net is of less significance for the fishing power than demonstrated in Table 15. It could also be that the larger nets are on the average associated with newer ships or better skippers and hence the increased efficiency. However, if we accept the relation found as a true effect of the gear size some slight correction should be made when comparing fishing results from different years because gears have tended to increase in length. From table 7 it appears that the average increase has been 20-30 fathoms from 1959 to 1962. According to the regression equation this would correspond to an increase of 4 to 5 tons in catch per trip, which is something like 10 per cent of an average catch of an average vessel. Our catch per unit of effort data should thus be reduced by about 3 per cent per year from 1959 to 1962 in order to compensate for the effect of the increased gear size.

5.4 The effect of auxiliary equipment on the fishing success.

Data for a comparative analysis are unfortunately not available, but from the estimated inventory of such equipment set out in Table 9 some conclusions regarding the timing of the possible effects can be drawn. It is seen that in 1959 and 1960 only very few vessels had echo sounders, and also in 1961 the number were so small that the effect on efficiency can be disregarded. The great change came in 1962, when a large part of the fleet were equipped with echo sounders and a considerable number with power blocks.

It is thought that by far not all the acoustic equipment installed is used with full possible advantage because of lack of training and technical know-how. The larger part of the fleet still depends on visual contact for the fishing operation, and it seems doubtful whether the echo sounders have drastically changed the fishing power of the fleet. Some increase of efficiency has probably occurred but we do not feel able to make an assessment of this factor.

The power block must have a considerable effect on the fishing power, primarily because it saves time spent on drying up the net, and a greater part of the trip time can be devoted to searching, and to more sets. A very rough estimate of the degree to which power blocks increase the fishing power would be as follows: If an average of three sets is made per trip the time saved in drying up the net would be 1 1/2 to 2 hours. This time would be added to the approximately 8 hours spent searching or in other words an increase of 20-25%. Since in 1962 about 1/5 of the total fleet were equipped with power blocks the overall increase in fishing power would be 4 to 5 per cent in that year.

6. AVAILABILITY AND ABUNDANCE OF THE ANCHOVY

When trying to measure the abundance of an exploited fish stock by means of statistics of catch and effort one must note that the catch is not only dependent on the abundance of the total population and on the effort exerted, but also on the distribution and behaviour of the fish. These latter factors determine what part of the total stock is being exploited and how easily the fish is being caught, what is sometimes called the availability and vulnerability of the stock. In the following we will use the term availability to describe the seasonal changes in apparent abundance that are probably mainly reflecting fluctuations in the distribution and behaviour of the fish. What we attempt to measure directly by the use of statistics of catch and effort is the apparent abundance, and when taking into consideration the changes in availability some conclusions regarding the true abundance of the total stock may perhaps be drawn.

6.1 Relation between catch per unit of effort and apparent abundance. The phenomenon of saturation.

It is necessary to discuss in some detail the relation between the apparent abundance of the anchovy and our measures of catch per unit of effort, whether based on the monthly or the daily catch. The phenomenon of satu-

ration of the fishery enters into this relationship. When vessels are full or nearly full they will naturally stop fishing during that trip and usually also for that day, although two trips per day are occasionally made. Saturation of unloading systems and of the plants themselves also occur at high levels of fishing and has the same effect of depressing the catch when abundance is high. Vessels will sometimes be put on a quota system regulating either their daily landings or their number of trips which will thus effect the catch per month and in the first case also the catch per trip.

Considering, however, only the phenomenon of vessel saturation it is evident that our measures of catch per unit of effort has a definite maximum limit which occurs when the capacity of the vessels is fully utilized. Further increases of fish abundance will then not result in increases of the catch per unit effort. This limiting point of complete saturation does not actually occur when we consider the operation of a number of vessels over a period of time. But also when only part of the trips is full up must we expect that our averages of catch per unit effort will be biased as a measure of abundance.

The occurrence of saturation was studied by relating number of full trips to total trips with catch. For this purpose a 3/4 full vessel was considered as being full because it is experienced that fishing will most often be stopped if a vessel has reached approximately such a catch. Presumably this is because the crew will not bother to make another haul for a few tons extra and there may also at times be technical difficulties in fishing with a nearly full vessel.

An analysis was made on data grouped by fishing seasons: July through September and October through December for each of the years 1959 to 1962. The data include between 900 and 5000 trips for each of these seasons. The results are shown by size of vessel in Figure 12. There is a tendency for very small and very big vessels to have a lower frequency of saturation, but for capacities between 60 and 100 tons which make out the major part of the fleet there is no change with vessel size.

Figure 13 shows the average percent saturation for the vessels between 60 and 100 tons capacity by seasons and years. There is seen to be a clear relation to seasons of high and low fishing the range being from 7 to 45 per cent.

The relationship between saturation and catch per unit of effort is of considerable interest. In Figure 14 and 15 we have plotted average saturation against average catch per unit of effort for the data from Figure 13, and curves describing the probable relationships have been drawn by freehand.

The saturation limit shown in Figure 14 is the empirical average ratio of catch to gross register tonnage of vessels classified as saturated according to our definition. The limit in Figure 15 is the trip limit multiplied by 22.8, this being the average number of trips per month during seasons of high fishing of vessels in normal operation (more than 9 trips) according to the records of some fishing companies in Chimbote and Callao 1961 and 1962.

The fit of the points to a curved line is better for the trip-measure than for that of the month, however this nature of relationship seems a logical one for both of the indices when one reflects on the causal connection: at low levels of saturation a certain increase in saturation will be accompanied by a relatively great increase in c.p.u.e. because the catch of all vessels that are not saturated may also increase. At high levels a corresponding increase

of saturation will result only in a small increase in c.p.u.e. as it will mainly be the effect of the increased catch of the vessels that reach the saturation limit.

We have thus established a certain relationship between catch per unit of effort and percentage saturation which can be of use when trying to evaluate the effect of saturation on the relationship between fish abundance and catch per unit of effort. The assessment of this effect unfortunately has to be made on a rather speculative basis since any direct clues are not at hand. However, we can define a possible relationship based on certain assumptions which will probably give better results than the uncorrected data. The relation could thus be as follows: As abundance increases from low levels c.p.u.e., will increase at first in nearly direct proportion to abundance, but later at a decreasing rate until the maximum saturation limit is reached. From this limit onwards our c.p.u.e., will be constant for any increase of abundance. Now it seems reasonable to assume that the depression of the c.p.u.e. between zero and the saturation limit is closely related to the percentage saturation. A close and simple relationship would be that the effect on the abundance index is directly proportional to the saturation. This may not be true for the whole range of saturation, but it may be a reasonable approximation for the range within which we have our observations. Figure 16 shows the relationships obtained under this assumption based on the curved relations between percentage saturation and c.p.u.e. demonstrated in Figures 14 and 15.

Under 5.1 above (cfr. Figure 9) we demonstrated with some specially sampled data that when trips without catch were included in an estimated index of catch per trip, the results obtained will be nearly directly proportional to the index based on mean monthly catch of a selection of vessels with more than 9 trips in one port. Since our information of trips without catch is incomplete we will in the following make use only of the mean monthly catch per GRT. Two different indices will be presented:

- A) The mean monthly catch adjusted for the effects of the increase in size of gear and of the use of power blocks.
- B) As A) but adjusted for the effect of saturation by the simple relation described in this chapter.

6.2 Indices of apparent abundance.

Table 16 and Figure 17 show the indices by months for the most important fishing ports from March 1959 to May 1963 with the exception of February 1963 when fishing was stopped. Fishing stops may have influenced the data also a few other times in some ports such as May 1960 and February 1962. The similarity of the fluctuations to those of the unadjusted data of catch by length-groups of vessels is as expected considerable. The use of total tonnage of the vessels has, however, a number of advantages compared to that of following a few selected length-groups. The great degree of similarity of the fluctuations between the ports is an indication that our measure of fishing effort is a useful one. Obviously we are able to observe natural phenomenons of general character occurring simultaneously over a great part of the fishing area.

6.3 The seasonal fluctuations.

The presence of marked seasonal fluctuations is clearly evident both in the A and B index. The biggest ports, Callao and Chimbote show the most regular type of fluctuations, which probably can be explained by the extent and adequacy of the data. There is also seen to be a tendency for the northernmost ports to have bigger amplitudes than those further south.

The curves show annual bimodality. There is a spring or summer season of high fishing which occur between October and February and which usually have three months of high abundance. A secondary season occurs in the autumn between April and June and has usually two months of high abundance. The off-season is July through September and corresponds to the climatic winter.

The similarity of these fluctuations between all ports from Chimbote to Callao is quite extraordinary. The most probable mechanism underlying these great regular changes in apparent abundance over such a considerable area would be a change in the availability of the fish caused by behaviouristic changes related to fluctuation of the environment.

However, added to this mechanism may be that of fluctuations in the true abundance of a common stock. Thus an analysis of the size composition of the anchovy during the year (cfr. Saetersdal and Valdivia 1964) has shown that the autumn peak season is associated with the entrance into the fishery of the young recruit fish of sizes below 12 cm. of total length and thus represents a change in the true abundance of the fishable stock. This autumn recruit season occurs, as can be seen from Figure 17 with a surprising degree of simultaneity in all ports between Chimbote and Callao. The variations from year to year in amplitude are also similar. This finding suggests homogeneity of the anchovy population in this area.

The fluctuations in the southern port of Ilo appear to be somewhat displaced in comparison with the northern zone, the variations occurring one to two months earlier. Fishing in this port has been on a rather low scale up till recently and the catch per unit effort may not be very representative of apparent abundance.

6.4 Apparent abundance by fishing seasons.

In order to facilitate the study of changes in the apparent abundance between years a summary by fishing seasons has been prepared (see Table 17 and Figure 18). Since the occurrence of the peak months varies a little from year to year the summary is based on the mean of the three months of highest abundance between October and February and the two highest month between April and June.

Figure 18 shows that there is a fair degree of correspondence between the variations that occurred in the ports from Chimbote down to Callao. In 1959 the apparent abundance was high in all of these ports, contrasting with the two seasons April - June 1960 and October - February 1960/61 which were relatively poor. In both 1961 and 1962 the indices show higher values than for 1960, but they do not reach the levels of 1959. In Callao the season October - February 1962/63 was a poor one, and the autumn season April - May 1963 was very low in nearly all ports.

Figure 18 also shows an attempt to integrate the information on apparent abundance over the area between Chimbote and Callao where we have reason to assume that the stock is a common one. This was done by taking the simple average of the major ports which are spaced fairly regularly along the coast. The resulting overall estimates of apparent abundance varies as follows:

	<i>Season April - June</i>		<i>Season October - February</i>	
	<i>Index A</i>	<i>Index B</i>	<i>Index A</i>	<i>Index B</i>
Range	11.1 — 16.1	12.3 — 20.5	14.9 — 22.2	18.3 — 34.0
Mean	13.6	16.3	17.1	22.8

6.5 Natural fluctuations; the effect of the exploitation.

Even when accepting the index B in the above table as indicating the range of the fluctuations, the amplitude is not very great when compared to experience of variations in apparent stock abundance from many other big marine fisheries.

The fluctuations of apparent abundance between seasons and years which we have thus measured may be caused by changes in the availability of the fish, or they may represent true variations in the population abundance. We know as yet not enough about the distribution and behaviour of the anchovy and the relation between these factors and the environment to be able to determine definitely the nature of the fluctuations. As soon as information about the most important environmental factors becomes available attempts should be made to correlate their variations with those of apparent abundance.

The true stock abundance of big marine fish populations usually fluctuates considerably. Such "natural" fluctuations are associated with the propagation mechanism of these types of fish, and with the manner in which the total size of the population is controlled. This type of fluctuations no doubt occur also in our anchovy population. An attempt to observe and measure the success of the annual recruitment to the stock based on the apparent abundance during the secondary fishing season April-June has been described in a previous paper (Saetersdal and Valdivia 1964). The results of this study indicated considerable variations of recruitment during the years 1961-1963.

The annual landings of about six million tons in 1962 and 1963 represent a rate of exploitation that must have increased the annual mortality rate of the population significantly as compared to the pre-exploited state. A coarse assessment of this increase can be made as follows: The estimated annual consumption of anchovy by an average sized population of guano birds is about three million tons. Assuming that bonito (assessed population biomass 300 thousand tons) and other fish accounts for the same order of amount, a six million tons fishery means a doubling of the annual mortality rate of the pre-exploited stage.

When further years data become available a detailed comparison of apparent abundance and fishing effort should be made. At present we can only conclude that our data of apparent abundance show no steady decrease with time which would correspond to the increase rate of exploitation of later years. The high abundance level of 1959 has not been repeated yet, and this may give the appearance of a trend of decrease to Figure 18, but the abrupt decline from 1959 to 1960 (the latter year actually represents the lowest observed value of abundance for the main fishing season) suggest that changes in availability or natural fluctuation in stock size may greatly affect the apparent abundance of the anchovy. Longer series of data are therefore needed to bring out the effect on abundance of the increased annual mortality by fishing.

ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to express our appreciation to Dr. Z. Popovici who already in 1959 initiated the collection of the data on which this report is based. Furthermore our thanks are due to Mr. W. Doucet, Chief Economist of the Institute, and Mr. I. Vasquez, in charge of the Statistical Department and all the personnel of this Department for their help and cooperation in making the data available. Finally, we wish to thank Dr. T. Sparre, the Director of the Institute and Dr. H. Einarsson, its Chief Biologist for their invariable support and help.

REFERENCES

- DOUCET, WILBERT, G. SAETERSDAL e I. VASQUEZ, 1962a. La pesca de la anchoveta. Estadística de pesca y esfuerzo en octubre, noviembre y diciembre de 1961. Inf. Inst. Invest. Recurs. mar., Callao, N° 1, 12 p. a
- 1962b. La pesca de la anchoveta. Estadística de pesca y esfuerzo en enero, febrero y marzo de 1962. Inf. Inst. Invest. Recurs. mar., Callao, N° 2, 9 p.
- 1962c. La pesca de la anchoveta. Estadística de pesca y esfuerzo en abril, mayo y junio de 1962. Inf. Inst. Invest. Recurs. mar., Callao, N° 5, 9 p.
- 1963. La pesca de la anchoveta. Estadística de pesca y esfuerzo en los meses de Julio-Diciembre de 1962 y resumen de los resultados de la pesca total durante el año 1962. Inf. Inst. Invest. Recurs. mar., Callao N° 15, 23 p.
- SAETERSDAL, G. y J. E. VALDIVIA, 1964. Un estudio del crecimiento, tamaño y reclutamiento de la anchoveta (*Engraulis ringens* J.). Bol. Inst. Invest. Recurs. mar., Callao Vol. I, N° 4, pp. 85-136.

GLOSARIO DE TERMINOS LOCALES

Boliche: Red de cerco de jareta (purse seine) empleada en el Perú, principalmente para la pesca de la anchoveta.

Bolichera: Embarcación que pesca con boliche.

Calar: Operación de cercar un cardumen con el boliche incluyendo el secado y descarga a la bodega.

Cala: Representa cada lance con la red.

Chalana: Embarcación auxiliar pequeña, utilizada por la bolichera en la operación de cercar el cardumen.

Chinguillo: Red pequeña con aro de metal que se abre por el fondo, empleada para transportar la pesca del boliche a la bodega (scoop).

Macaco: Polea (power block) usada para levantar la red a bordo, después del lance.

Secar la red: Etapa de la cala que consiste en recoger la red para formar la bolsa y filtrar el agua.