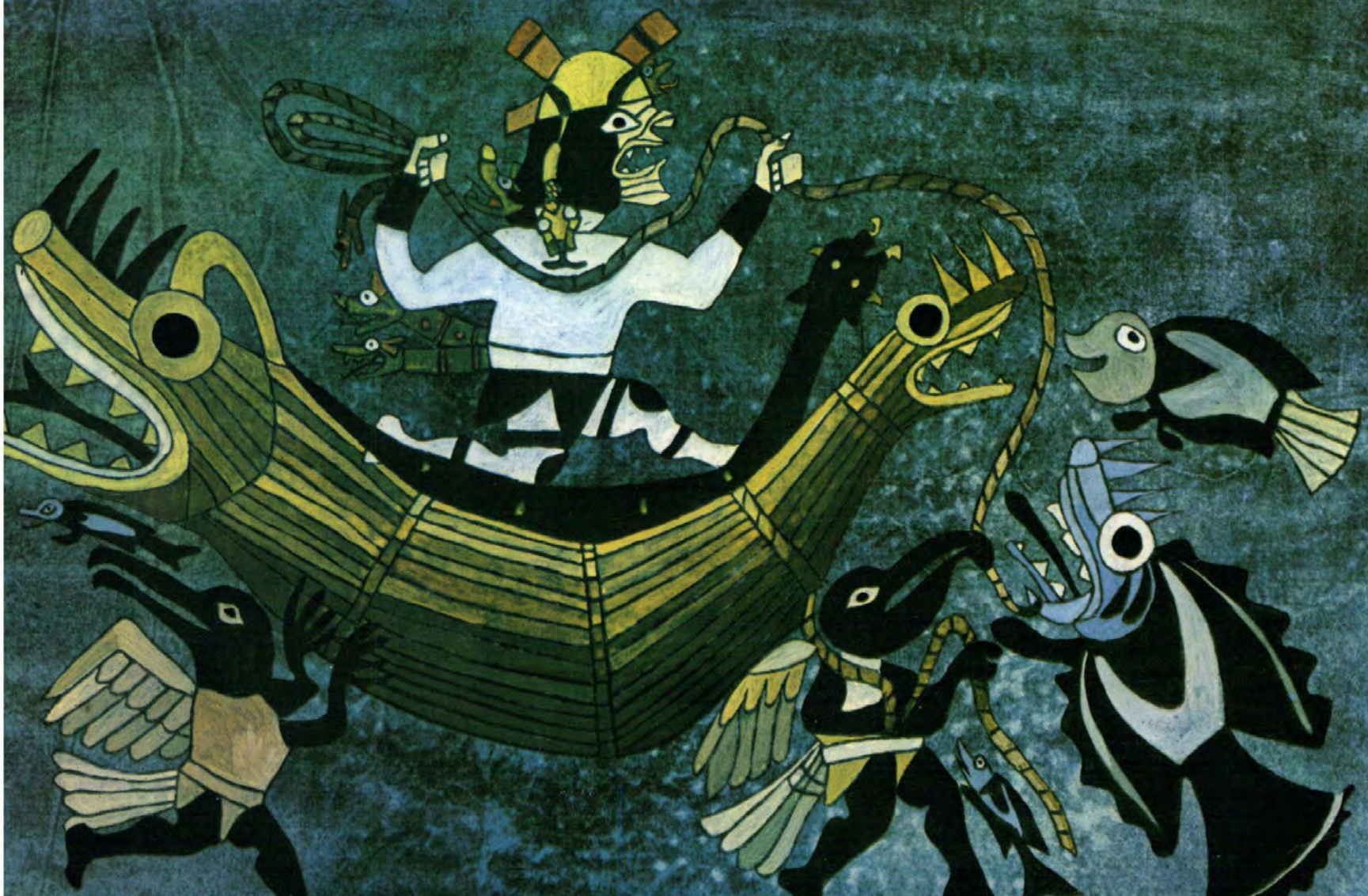


INVESTIGACION DE LA ANCHOVETA

MODELOS Y REALIDAD



La anchoveta adulta es un pez de bellos colores cuyos costados y vientre son plateados, el dorso de un verde brillante y las aletas de tonos claros, exceptuando la caudal que resulta casi negra.

Es una especie de vida corta: cada anchoveta vive de tres a cuatro años o un poco más solamente.

Se reproduce en cualquier época del año, aunque los mayores desoves se registran al final del invierno uno, y al terminar el verano otro. Una hembra adulta produce millares de huevos durante su vida, desovándolos en la capa de agua que va desde la superficie hasta los 50 metros de profundidad.

Los huevecillos, después de 50 horas de haber sido fecundados, se transforman en larvas y siete días después en post-larvas. Cuatro o

cinco meses más tarde, cuando las juveniles de anchovetas han crecido hasta alcanzar 7cm., su cuerpo comienza a cubrirse de escamas. Luego, cuando ya miden de ocho a 14cm., pasan a formar parte de la población de anchovetas que puede quedar atrapada en las redes. Es decir, ya pertenecen al grupo de reclutas que entran al stock pescable.



Adultos - tamaño real (actual size)

Huevos de anchoveta



Larva de anchoveta



Introducción

El hombre obtiene información exacta sobre sí mismo y cuanto lo rodea a través de la investigación científica,— observaciones, mediciones, experimentos precisos y controlados,— cuyos resultados le describen cómo están formados y se desarrollan los sistemas y fenómenos vivos (orgánicos) o no vivos del universo; esta información le permite prever, predecir y pronosticar eventos de la naturaleza que están fuera de su control—huracanes, por ejemplo,— y saber qué pasará en algunos sistemas que son controlados o modificados por el hombre, como la agricultura, la ganadería, etc.

La aplicación de métodos de investigación científica a los recursos marinos vivos (peces, algas, ostras, etc.), permite conocer de qué manera cambian éstos en su distribución y composición debido a variaciones en su ambiente. Puesto que los efectos de esos cambios se manifiestan notablemente en las capturas, es muy conveniente contar con información periódica sobre ellos y, si es posible, tener la posibilidad de predecirlos.

Todo lo anterior tiene enorme importancia para la pesquería peruana de anchoveta, que explota el recurso pesquero más grande de la tierra, porque la especie que pesca está sujeta a variaciones ambientales notables, y ésto provoca cambios en las capturas, que no sólo se reflejan en Perú sino en el mundo entero.

Este folleto describe brevemente el recurso de anchoveta y su pesquería, así como las investigaciones científicas que se realizan sobre ambos, tomando por base el modelo que se muestra en las páginas centrales.

El completo desarrollo de las investigaciones requiere un gran esfuerzo nacional y colaboración internacional. La mayor parte de estas investigaciones las lleva a cabo el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), con ayuda del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Contenido

La pesquería de la anchoveta ...	página 3
El recurso ...	página 5
El escenario del recurso ...	página 7
Marco socio-económico de la pesquería ...	página 9
El modelo ...	página 11
Estrategia de investigación ...	página 13
Monitorizando el sistema real ...	página 15
Nuevas direcciones para la investigación ...	página 17
Reporte ...	página 19
IMARPE ...	página 21

La pesquería de la anchoveta

Una pesquería está formada por el conjunto de unidades de pesca que extraen un solo recurso (especie) de las aguas, en un área definida, con el mismo tipo de barcos y artes de pesca.

La descripción de una pesquería informa sobre: los recursos que ésta explota; sus unidades de pesca – embarcación, artes y tripulación; cómo es física y económicamente la flota, de qué manera aumenta y cambia, desde cuándo pesca, dónde y cuánto.

La descripción informa también sobre la infraestructura – muelles, caminos, etc. – que sirven de base a la pesquería, los desembarques de capturas, su preparación y distribución hasta llegar a los compradores (consumidores).

La pesquería peruana descrita aquí es la de anchoveta, *Engraulis ringens* J. Esta especie se encuentra distribuida, a lo largo de Perú y Chile, desde la costa hasta 50 millas mar adentro en verano y hasta 100 en invierno, aunque a veces va

más allá. Debido a que es pelágica -habita en la “piel” del mar - se mueve entre la superficie y 50m de profundidad, pero en algunas ocasiones se sumerge más.

En años favorables, la población que forman todas las anchovetas juveniles y adultas juntas (biomasa) pesa de 15 a 20 millones de toneladas, pero cuando se pesca en exceso y las condiciones de su medio ambiente (habitat) le son adversas, su biomasa se reduce a cuatro millones de toneladas. Ambas cosas ocurrieron en 1972, pues además de la sobreexplotación sufrida por el recurso en años anteriores en esos años se presentó “El Niño”, fenómeno aún no conocido totalmente que, al parecer, permite la entrada de una corriente cálida, impidiéndole quizá sobrevivir o reproducirse.

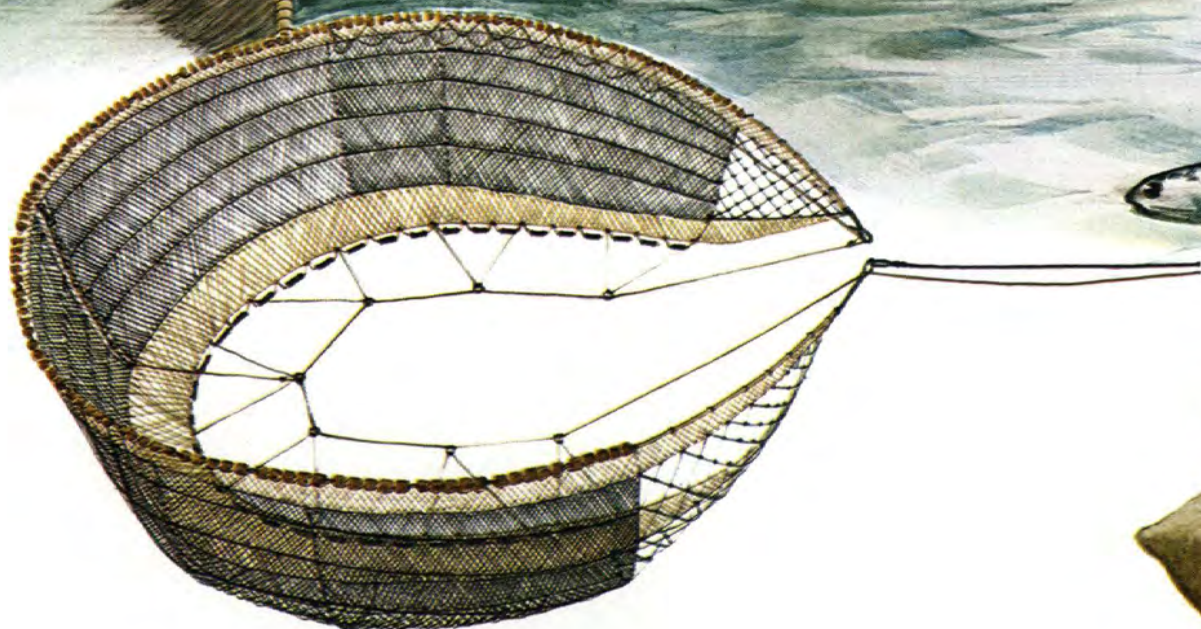
En esta pesquería se usan barcos, bolicheras, con bodegas no refrigeradas que pueden almacenar 220 toneladas de pescado; miden de 90 a 100 pies de largo (eslora) y son movidos por motores Diesel

de 500 HP de potencia. Los cardúmenes se detectan con ecosonda, sonar o visualmente, y se capturan con una red de cerco de 300 brazas de longitud y 35 de ancho (profundidad)

Los barcos de la flota -compuesta por unos 700 -salen de puerto a las 4 a.m. y regresan entre las 12 a.m. y la media noche, después de haber hecho dos o tres lances de pesca y obtener unas cien toneladas de pescado o más. Casi toda la captura se convierte en harina y aceite. De cada cien kilos de peces se obtienen 22 de harina y 6 de aceite.

La pesquería, ya estatizada, es manejada por Pesca-Perú, propietaria de la flota y plantas de procesamiento.

El régimen de pesca, duración de las temporadas de captura, días que se pesca cada semana, número de barcos que lo hacen, promedio y captura total en la temporada es marcado por el Ministerio de Pesquería tomando en cuenta el resultado de las investigaciones del Instituto del Mar.



El recurso

La cantidad de anchoveta que puede pescarse en un momento determinado depende sólo de la biomasa de la población y la capacidad de la flota para pescar. Si los barcos tienen el poder de pesca para tomar y toman toda la biomasa del stock pescable, el recurso se acaba.

Pero lo que realmente debe capturarse (captura permisible) depende de muchas circunstancias y factores (variables). Para calcularlo hay que tomar en cuenta las características del stock pescable—su biomasa, composición por sexos y edades, capacidad de reproducción, crecimiento y supervivencia—y las características actuales y futuras de su medio ambiente.

Hacer este cálculo tiene por objeto asegurar, en cierta medida, que haya desoves, crecimiento y supervivencia suficientes para que en los años siguientes sea posible capturar tanto como antes y, por lo menos, prevenir que la captura no sea tan grande que ponga en peligro esta posibilidad.

Para decidir cuánto debe capturarse en una temporada, es necesario crear un modelo que permita definir cómo se relacionan los datos de las variables actuales con los de las anteriores, y qué nuevos cambios provocará en la población de

anchovetas lo que de ella tome un número dado de barcos.

Tres conjuntos de procesos determinan la biomasa de la población: reproducción, crecimiento y mortalidad.

Muchos de los huevecillos quedan sin fertilizar o sirven de alimento a otros organismos, y no todas las larvas, post-larvas y juveniles llegan a convertirse en adultos, pues mueren antes.

Mientras crecen, los sobrevivientes van aumentando de peso. Sumando cuanto pesan todas las anchovetas juntas se obtiene la biomasa de la población. Sin embargo, como el promedio de la fecundidad de la población cambia de acuerdo con la composición por edad de sus individuos y la supervivencia está sujeta a muchas variaciones, el número de individuos que llega a la madurez es distinto en cada generación y, por tanto, la biomasa de la población adulta está cambiando constantemente. Por otra parte, la biomasa de casi todos los recursos pesqueros la componen más de dos generaciones (abuelos, padres, hijos, nietos, etc.); en el de ballenas puede haber hasta cincuenta, en el de anchoveta es de cinco a siete,

Debido a éso, la población de anchoveta está compuesta por individuos en diferentes estados de crecimiento y de distintos tamaños.

El peso de todos los huevos desovados es relativamente pequeño y el de las post-larvas menor aún, pero como los sobrevivientes van creciendo el aumento en su peso llega a superar el peso de los que murieron, haciendo que la biomasa aumente. Llega un tiempo en la vida de cada generación en que el crecimiento se hace cada vez más lento y los incrementos por ese crecimiento son menores que las pérdidas por mortalidad; la biomasa de la población disminuye entonces progresivamente hasta que todos sus individuos mueren.

La mayor parte de las muertes en un recurso pesquero ocurren por cambios en el habitat o porque los peces son devorados por otros peces, aves, etc. A ésto se llama mortalidad natural. A la que es resultado de la captura se le denomina mortalidad por pesca. En biología se calcula cuántos mueren por una causa u otra; sumando las dos se obtiene la mortalidad total que ha sufrido la población en un lapso determinado.

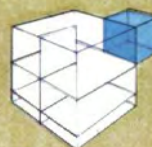
$$S_2 = S_1 + (G+R) - (C+M)$$



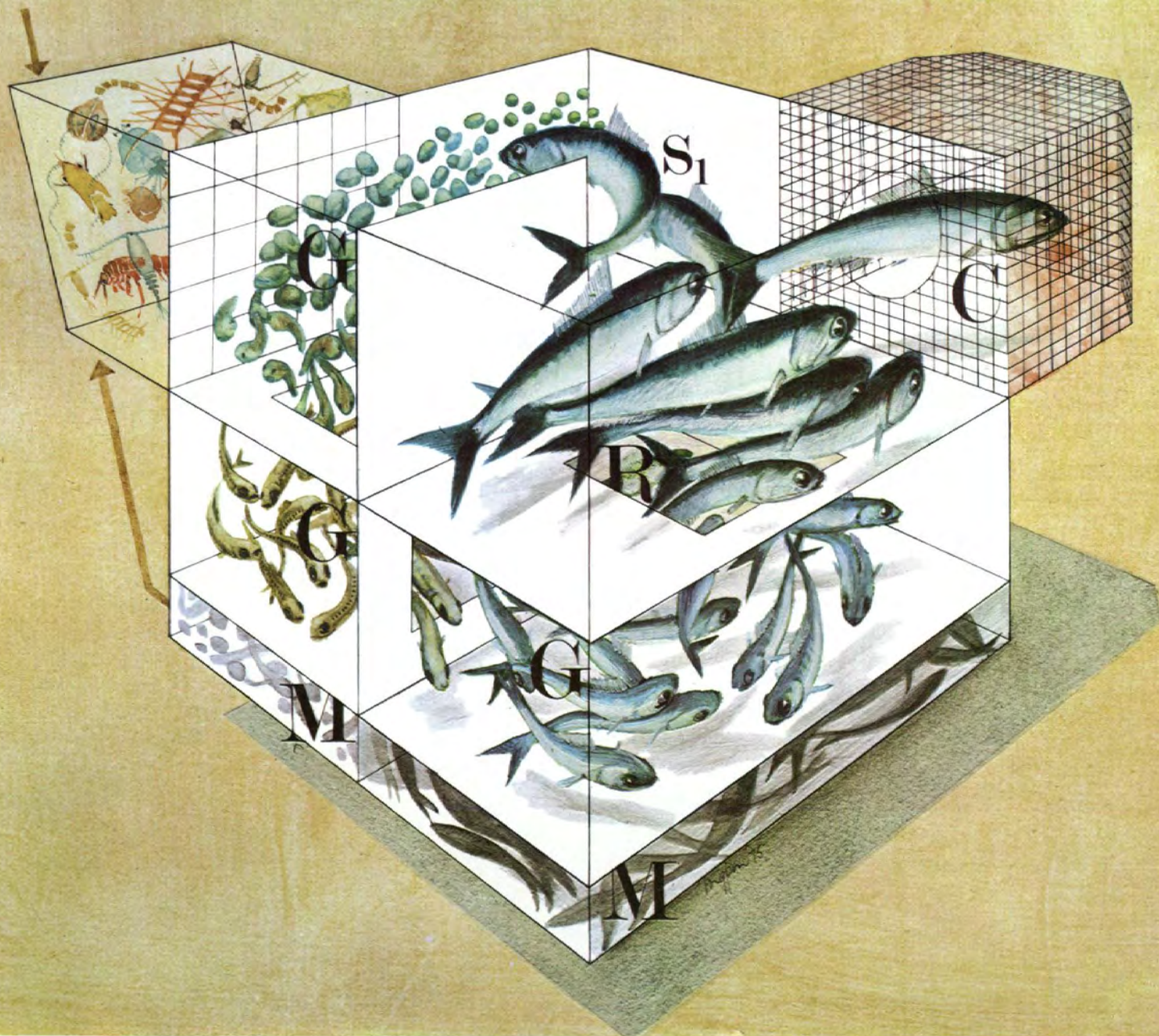
Disponibilidad



Accesibilidad



Vulnerabilidad



El escenario del recurso

En una población de organismos, los procesos de reproducción, crecimiento y mortalidad están controlados y determinados por factores y elementos del ambiente, los cuales son físicos, químicos, bióticos y, cuando se pesca comercialmente la especie, también técnicos.

Los factores físicos y químicos conforman un clima acuático, que incluye temperatura, oxígeno y movimientos de corrientes de agua; lleva además minerales disueltos. Algunos sirven de nutrientes a las plantas microscópicas (fitoplancton) de que se alimentan varias especies. Hay también sílice y calcio, materias con las cuales forman sus esqueletos los organismos, y otros muchos minerales disueltos cuyos efectos son poco conocidos aún.

El clima de una extensión de agua en cualesquiera de las estaciones del año, está determinado tanto por las fuerzas que causan las corrientes y otros movimientos, como por las interacciones entre el agua y la atmósfera, incluyendo la influencia del sol.

Las aguas que se encuentran fuera de la costa peruana son impulsadas por dos sistemas: el de la Corriente Peruana, que hace fluir unas aguas

al norte y otras al sur, y el de surgencias que las impulsa verticalmente desde el estrato profundo hasta la superficie. La interacción de los movimientos producidos por ambas corrientes da lugar a diversos climas acuáticos, y hacer los “mapas” de las distintas temperaturas resulta muy complejo, sin embargo, éstos se parecen mucho a los que hacen los meteorólogos para el aire.

Los organismos de cada especie tienen “preferencia” por un clima particular y, generalmente, se las arreglan para mantenerse en él; pueden sobrevivir en condiciones un poco distintas, pero no muy diferentes porque entonces mueren. Un pez adulto tiene la posibilidad de atravesar distancias considerables nadando, pero los huevos, larvas y post-larvas no pueden moverse tanto, y si la corriente los arrastra a climas desfavorables la mortalidad entre ellos es grande.

Aunque las anchovetas adultas logren mantenerse en aguas que tengan su clima “preferido”, éstas pueden reducirse obligándolas a aglomerarse.

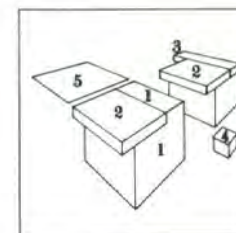
También puede suceder que la cantidad de alimentos sea deficiente aún en sus aguas “preferidas” y ésto también las afecta.

Es posible predecir los cambios que sufrirá la población de anchoveta si constantemente se observa y se reúnen datos sobre las características que va presentando el clima acuático en que ésta se mueve. Aún más, hay la posibilidad de predecir cuándo va a ocurrir una variación en ese clima; ésto permite planear con mayor anticipación las acciones que deban tomarse consecuentemente con lo que ocurrirá en el stock de anchoveta.

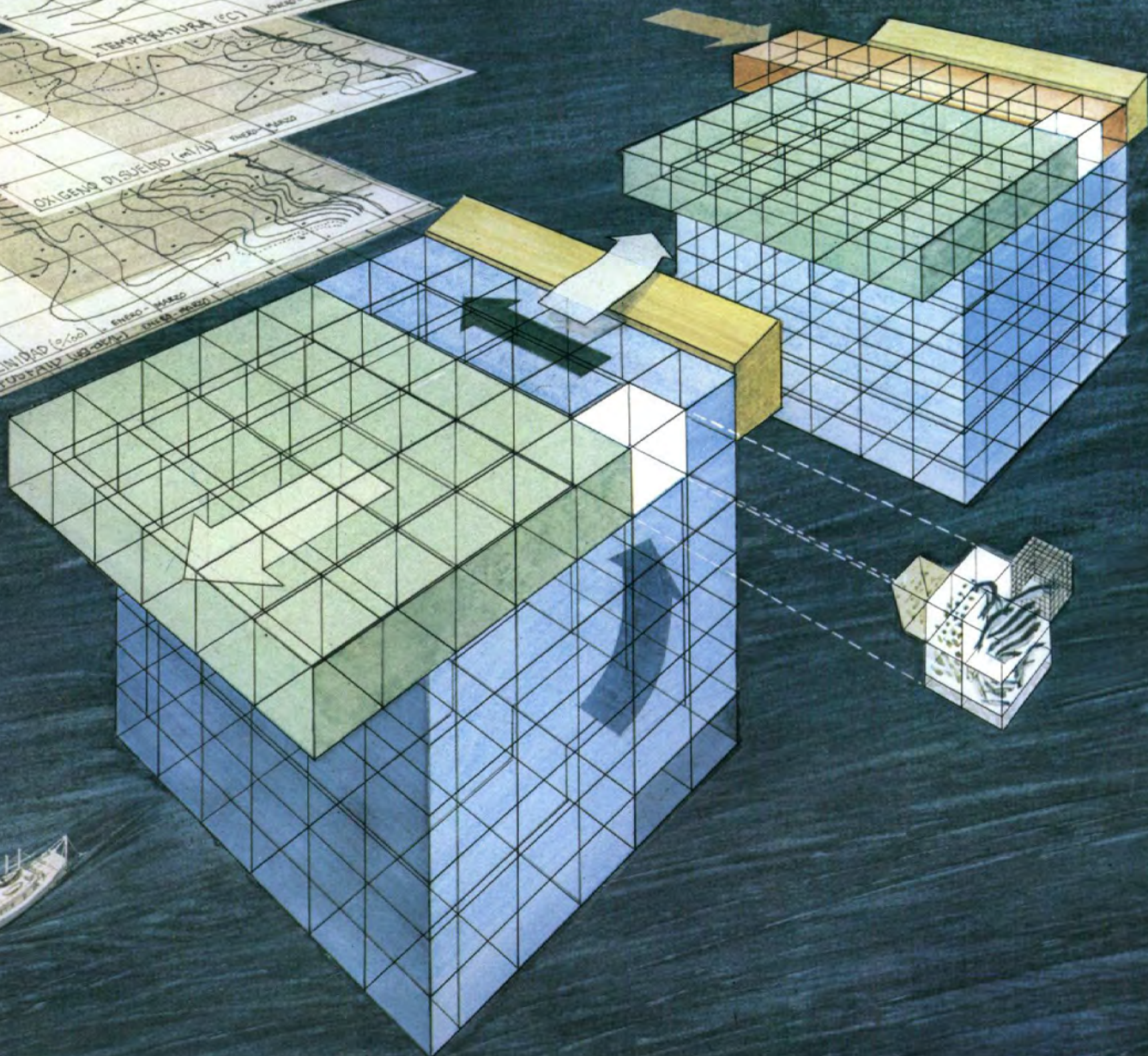
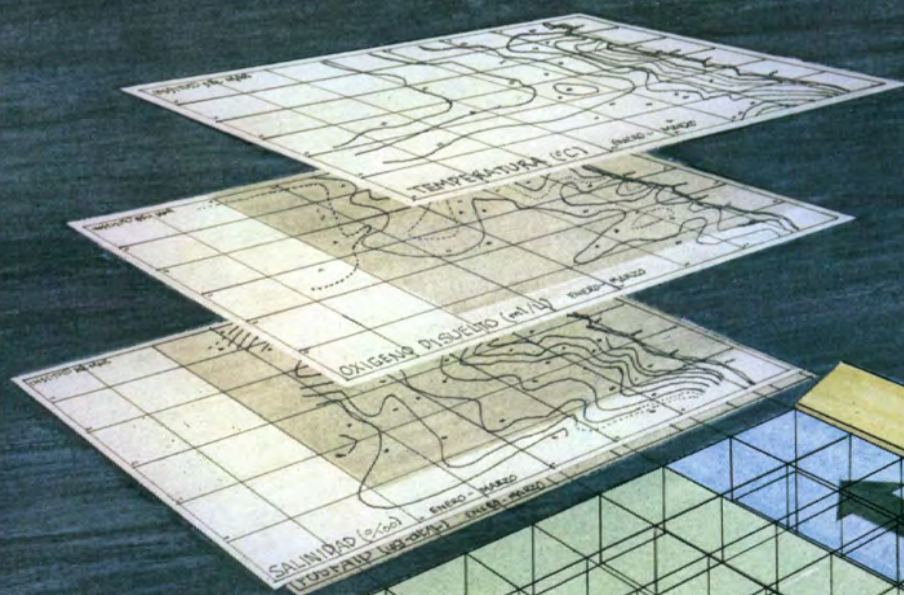
Naturalmente, las características de las masas de agua que se hallan fuera de la costa del Perú determinan tanto los límites de distribución de esa especie como la fisiología y supervivencia de la población.

Es por ello que resulta necesario desarrollar un sistema de constante observación y medición (monitoreo) del clima acuático, para que sea posible mostrar a tiempo la relación entre los procesos de fertilidad, crecimiento y mortalidad y las distintas variaciones del clima.

Una vez logrado lo anterior ya podrán crearse sistemas útiles para predecir cómo, cuándo, por qué y cuáles cambios se presentarán en la población de anchoveta.



1. Agua fría de surgencia
2. Agua oceánica caliente
3. Agua ecuatorial caliente
4. Recurso de la anchoveta
5. Registro oceanográfico



Marco socio-económico de la pesquería

El propósito de una pesquería es obtener materia prima que sirva, directa o indirectamente, para la alimentación humana. Sin embargo, las decisiones para iniciar, desarrollar y mantener una pesquería toman en consideración además: la creación de fuentes de trabajo para los pescadores y personas que pueden trabajar en el procesamiento y mercadeo de las capturas; los efectos económicos en las actividades relacionadas con la pesca que se refieren a la construcción de barcos, de motores, artes de pesca o aparejos, fabricación de hielo, etc.; la posibilidad de proporcionar divisas al país exportando productos al extranjero, etc. Para entender todos los aspectos de una industria pesquera es necesario disponer de información sobre cada uno de sus componentes – recurso, embarcaciones y aparejos, plantas de procesamiento de las capturas –, así como de las organizaciones que la administran y las industrias asociadas a ella.

Cuando se inició la pesquería, en 1953, la bolichera tenía capacidad para 20 toneladas de pescado en promedio; la actual tiene 175. El poder efectivo de la flota aumentó al incrementarse el tamaño de las embarcaciones y su número. En 1970,

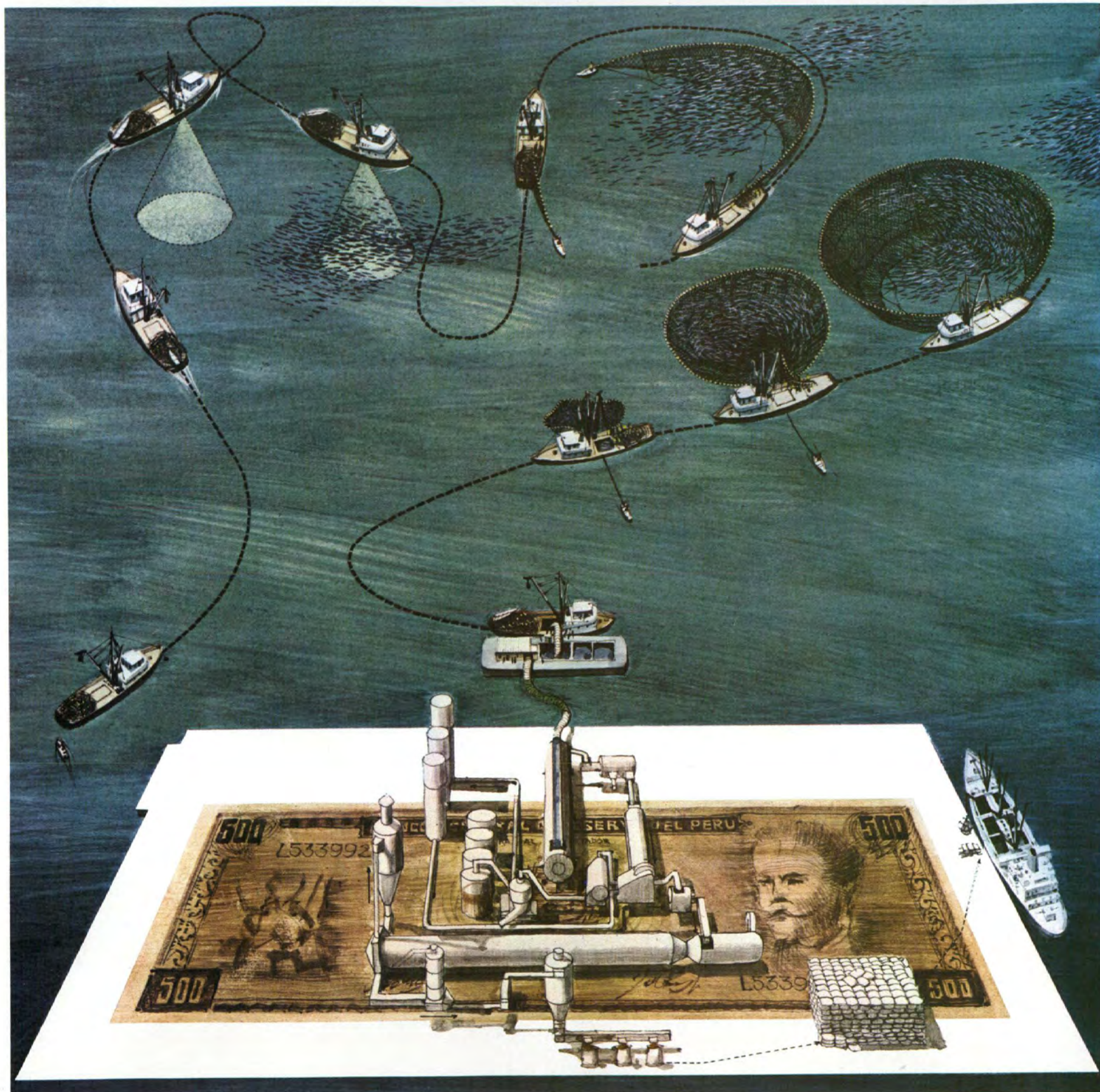
la flota formada por 1,250 bolicheras era capaz, teóricamente, de capturar en un solo viaje 200,000 toneladas de anchoveta. Sin embargo, el poder de la flota no lo da simplemente el tamaño de las embarcaciones sino las dimensiones del aparejo, el tipo y eficiencia del equipo para buscar peces; la eficiencia e intercambio de información entre las embarcaciones y de ellas a los organismos administrativos que se hallan en tierra. La estatización de la industria de anchoveta, la reducción de la flota a 700 embarcaciones y la concentración de la administración en una sola empresa – todo ello obra del Gobierno Peruano – ha permitido administrar eficazmente las operaciones a través de un régimen pesquero basado racionalmente en la captura permisible (lo que se debe pescar) y en otros objetivos económicos. Por ello es indispensable mantener un sistema de monitoreo que verifique constantemente el cálculo de la población o stock de anchoveta y detecte sus cambios, a fin de que el régimen pueda ser modificado cuando así lo requiera la conservación del recurso.

Si el primer paso de la administración es asegurar la

racional utilización del recurso, el segundo es conseguir el aprovechamiento óptimo de la captura con un mínimo de desperdicio. Esto implica que la captura sea entregada a las plantas en las mejores condiciones y el menor tiempo posibles, y que una vez ahí sea convertida en harina, aceite o productos de consumo humano directo, sin mucha pérdida. En los primeros años de la pesquería, de cada cien kilos de pescado no se obtenían ni veinte de harina y casi nada de aceite; ahora la eficiencia de las plantas asegura más de 20% de harina y 6% de aceite. En el mercado internacional la demanda de harina y aceite de pescado es grande y el precio que alcanzan bueno, especialmente para el aceite.

La mayor o menor solicitud de estos productos está ligada a las fluctuaciones que presenta su abastecimiento y al desarrollo, estabilización y mantenimiento de muchas industrias del mundo, que los utilizan como materia prima.

La expansión de la industria pesquera de anchoveta fue impulsada por la gran demanda de harina y aceite que rigió durante los años 60 de este siglo, pero tal impulso la condujo a una sobre-capitalización.



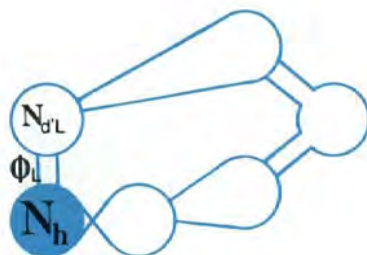
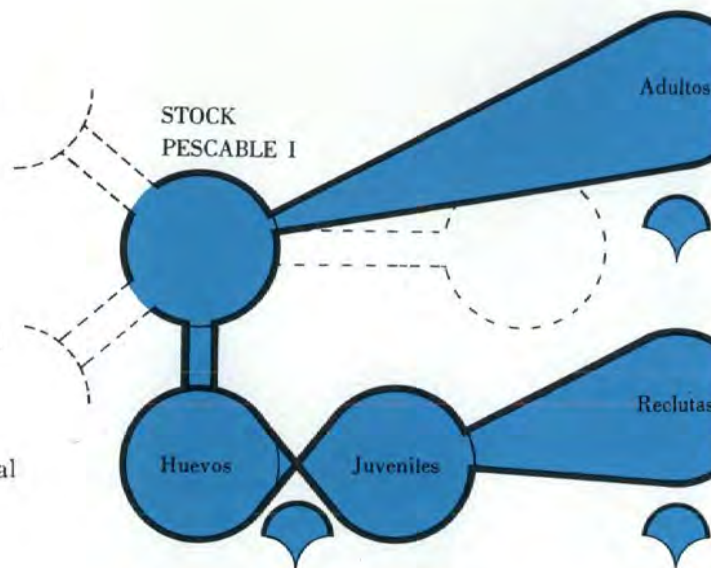
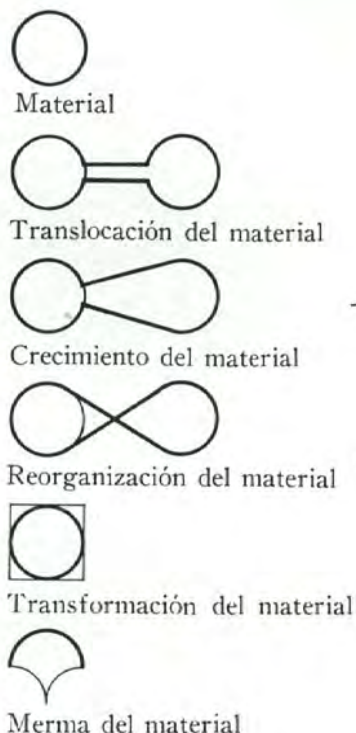
El modelo

El modelo aquí presentado tiene dos fases. La parte de arriba representa los componentes del sistema total y la transformación y transferencias de material a través de él. Este es un mapa que describe el camino, pero no dice nada sobre el tráfico que fluye a través de él: no muestra ni cantidad, ni tasa ni escala en tiempo.

La cantidad de material que fluye a lo largo del camino depende inicialmente en el sistema que lo produce; la cantidad varía de un período a otro. La velocidad de su movimiento, y la proporción de él llevada a través del sistema, depende en la capacidad y eficiencia de sus componentes a lo largo del camino y estas características también son variables.

Medición del flujo, y especialmente de su variación, es uno de los objetivos primarios de esta investigación. Los datos de tales mediciones pueden ser resumidos en términos estadísticos describiendo lo que ha sido observado en el pasado, y lo que puede ser observado en el futuro. Pero lo que va a ocurrir en un período particular sólo puede ser verdaderamente pronosticado si el comportamiento de los factores que causan variaciones puede ser observado (o, aún más, predicho) y tomado en cuenta.

La segunda fase del modelo y las ecuaciones de abajo atacan este problema.



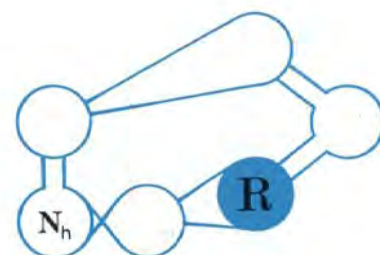
$$N_h = \sum N_{dL} \cdot \Phi_L$$

N_h = Número de huevos producidos

N_{dL} = Número de adultos desovantes en cada tamaño

Φ_L = Número de huevos producidos por cada hembra en tamaño (L)

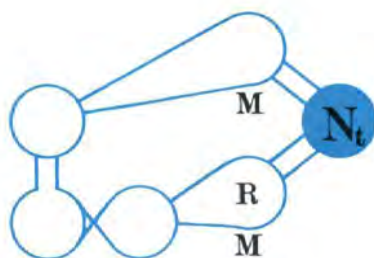
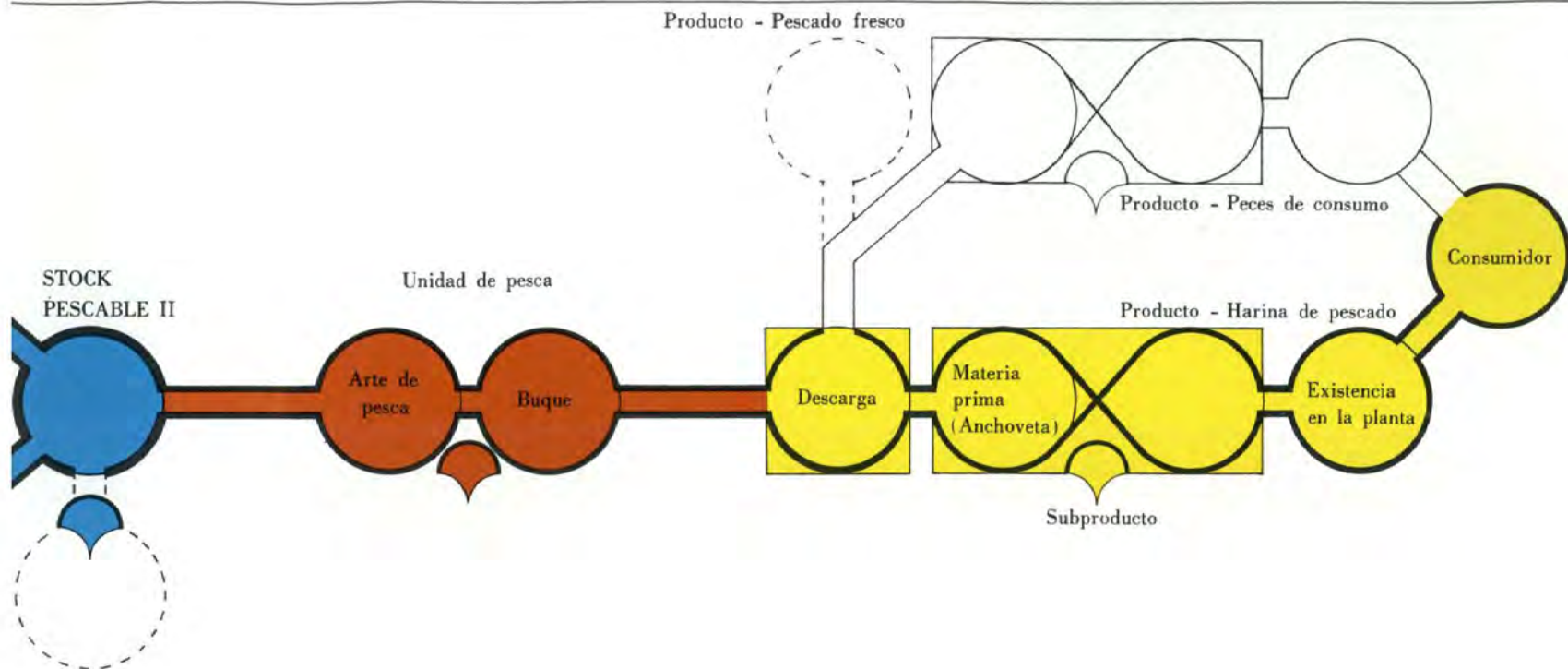
El número de huevos producidos en una temporada de desove dependen del número de individuos desovantes, y de huevos producidos por cada uno. Estos caracteres son variables: una ecuación de predicción tomará cuenta de cuáles los determinan.



$$R = 1/(a+b/N_h)$$

R = Número de reclutas

El número de reclutas no puede exceder al número de huevos producidos—una ecuación de predicción tomará cuenta de los factores que matan a los huevos, larvas, post-larvas y peces jóvenes.



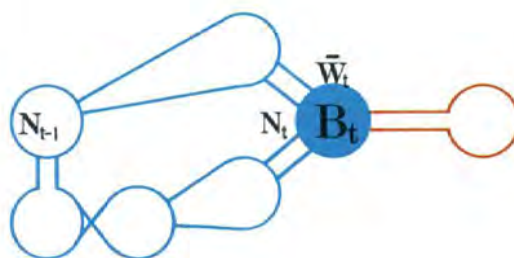
$$N_t = R e^{-M}$$

N_t = Número de individuos en tiempo (t)

M = Mortalidad natural

e = Base natural de logaritmos

El número de reclutas que se convierte en adultos depende en la tasa en la cual los reclutas son muertos por predadores, pescadores y otros factores. Esta tasa varía, y debería ser medida para cada camada.

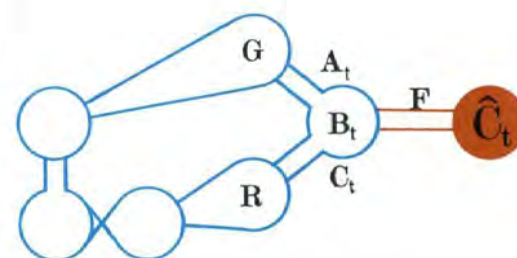


$$B_t = \sum (N_{t-1} - N_t) \bar{w}_t$$

B_t = Biomasa en tiempo (t)

\bar{w}_t = Peso promedio en intervalos de tiempo de peces en edad (t) a comienzos del período

La biomasa de un stock es calculable como el producto del número y peso promedio de los individuos de cada grupo. La predicción de la biomasa involucrará mediciones de suministro de alimentos y de factores afectando la nutrición.



$$\hat{C}_t = f(B_t, F, G, R, (B_t - C_t)(A_{t+1}, A_{t+2}))$$

\hat{C}_t = Estimado de la captura permisible

F = Esfuerzo de captura

G = Crecimiento

C_t = Captura tomada

A_t = Condiciones climáticas en tiempo (t+1)

Cuando se calcula el rendimiento permisible el nuevo elemento tomará en consideración los efectos que el ambiente tendrán en los sobrevivientes y en la prole, basados en predicciones de las condiciones ambientales

Estrategia de investigación

Construyendo el modelo

La investigación científica requiere múltiples observaciones y mediciones físicas de la naturaleza y experimentos en condiciones controladas, el método para hacer las observaciones y analizar e interpretar los resultados sigue una estrategia general, acorde con el concepto que se tiene del sistema en estudio. Este concepto, vago al principio, durante el curso de la investigación va aclarándose y este avance se refleja en las representaciones que el científico hace del sistema: diagramas que representan sus distintas partes y cómo se relacionan entre sí; gráficos que ilustran los cambios sufridos por determinadas características en el transcurso del tiempo, y de qué manera sus variaciones afectan a otras; etc. Cualquiera de esas representaciones, es el modelo de una parte del sistema real que el científico aspira a reunir en una sola, para aclarar sus ideas en cuanto al sistema que estudia, pues a través de esa representación podrá visualizar en su totalidad, desde el pasado hasta el futuro, y prever qué cambios se presentarán si prevalecen determinadas condiciones.

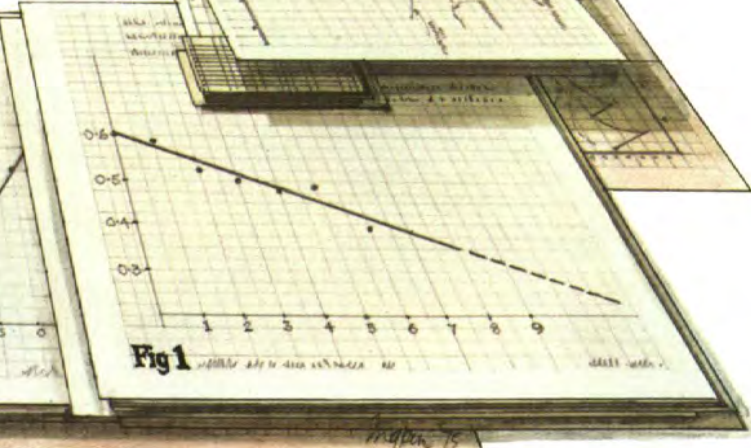
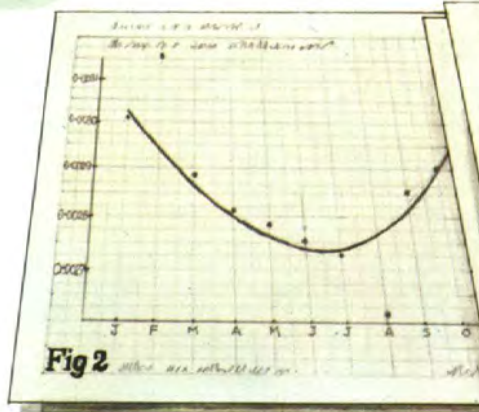
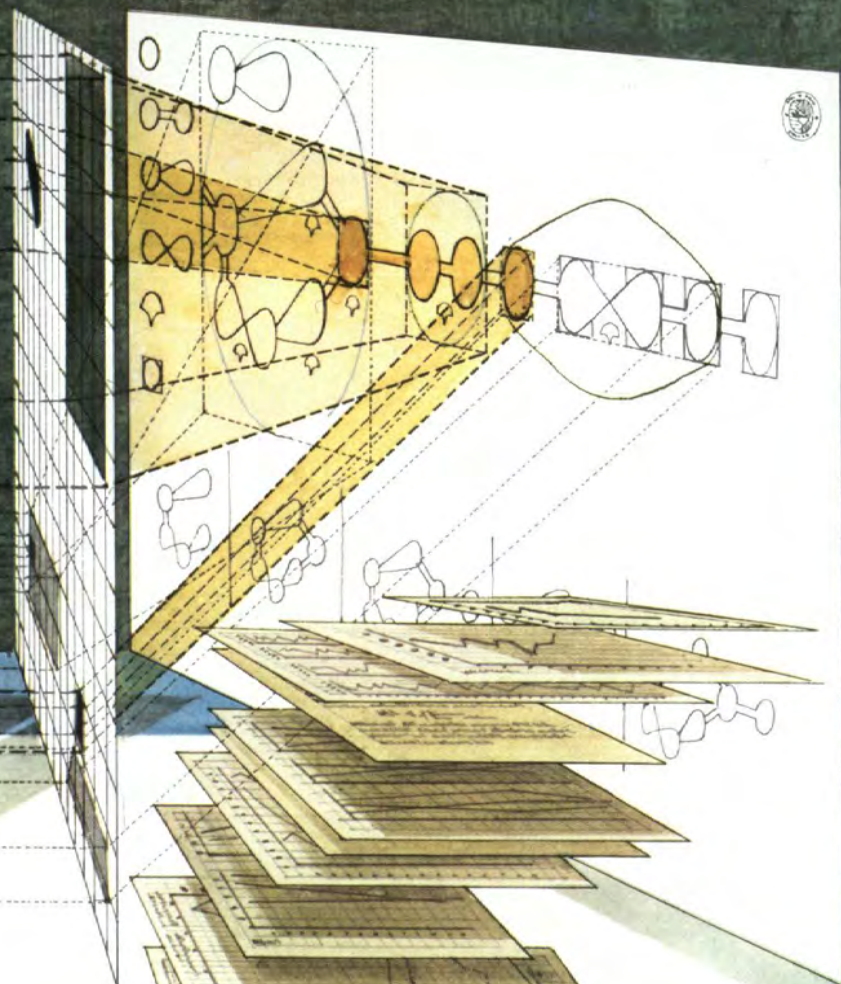
Un ejemplo muy simple de un modelo es una línea de regresión

calculada para una serie de observaciones periódicas. La gráfica 1, de la ilustración, muestra valores de un índice promedio semanal correspondiente a seis semanas. El trazo sugiere que el índice tendría un valor de 0.315 en la novena semana, pero ello implica que la situación desde la séptima hasta la novena sea igual a las anteriores; verificar si es cierto o no que esas condiciones prevalecerán; es la parte más crítica del trabajo.

Este tipo de gráfica representa una o dos características de un sistema, pero la pesquería peruana de anchoveta es un sistema compuesto por múltiples partes, cada una de las cuales presenta variadas características, y muchas de ellas se interrelacionan. La representación de esta pesquería sólo es posible construyendo un modelo cuyos términos de estructura y dinámica sean los del sistema real mismo. Primero se identifican los componentes del sistema y sus relaciones entre sí; luego se evalúa la asociación de sus características identificando las más significativas. En una pesquería cada componente de mayor relevancia puede ser representado por su característica más dinámica: los cambios de la biomasa, en el caso del recurso; la

variación del esfuerzo en la flota, la fluctuación de la captura tomada, en ambos componentes reunidos; en la estructura de procesamiento y mercadeo, las variaciones que presenta el óptimo aprovechamiento de la captura. Cada una de estas características dominantes es resultado de diversos procesos que ocurren en las distintas partes de los componentes. Así, por ejemplo, crecimiento, reproducción y mortalidad, son procesos del recurso que reflejan interacciones entre las partes que lo componen (cada pez) y el ambiente; algunas características de este último reflejan el comportamiento de otros sistemas, la atmósfera por ejemplo.

Construir un modelo es una actividad intelectual que divide el sistema total en partes progresivamente más y más pequeñas, a fin de identificar incluso los procesos particulares que, una vez medidos, son descritos o representados en ecuaciones. Cada una de ellas se va ensamblando, para conformar el modelo que describa, cuantifique y prediga, los cambios que presentará el sistema, de acuerdo con las variaciones de sus componentes y aún de sus más pequeñas partes.



Monitorizando el sistema real

Obtención de los hechos

En todo trabajo científico la actividad central es la medición detallada. A través de ella, los investigadores marinos obtienen múltiples datos sobre los distintos componentes de un sistema; datos que van desde el peso y longitud de los peces, pasando por temperatura, salinidad y movimiento de masas de agua, hasta el número de huevos y organismos planctónicos que existen en un área definida. La información obtenida sobre todos los aspectos de un medio ambiente marino fluye a través de un laboratorio de investigación, donde es analizado por los científicos a fin de sacar conclusiones y, cuando es posible, hacer predicciones.

Un elemento importante en la investigación científica es la rapidez y profundidad con que puedan analizarse los datos disponibles, ya se trate del resumen de actividades de una flota pesquera—que ofrece al investigador de poblaciones la posibilidad de evaluar el estado de los stocks—o cuadros de datos, que sirven al oceanógrafo para predecir cuándo comenzarán a presentarse condiciones ambientales anormales.

El avance de la ciencia y el desarrollo de nuevas técnicas de medición generan cada vez mayores volúmenes de datos, y hacen indispensable usar equipos de computación complejos que realicen los miles de cálculos necesarios para conocer los distintos elementos del medio ambiente marino.

Algunos de esos cálculos son simplemente una suma de datos, organizados en cuadros que despliegan rasgos particulares; otros, involucran complicadas operaciones matemáticas o estadísticas para medir las asociaciones entre variables de gran alcance.

La capacidad de computación de un instituto como IMARPE debe poder manejar toda clase de problemas: desde la producción de cuadros estadísticos de captura y esfuerzo, derivados de las operaciones de la flota, hasta los estudios simulados con la intención de establecer el modelo de un proceso que se desarrollará en el mar. Esto requiere de personal especializado, entrenado en reducción y análisis de sistemas y programación de computadora.

Ese personal codifica los datos, pasa la información a tarjetas que introduce en la computadora para que haga los cálculos, y opera el equipo necesario; trabaja en grupo, ayudando al personal científico a resolver problemas relacionados con la forma de obtener y analizar los datos difíciles y lentos de procesar con métodos manuales.

Cada elemento representado en el modelo general de las páginas centrales es un sistema objetivo del cual se requieren dos tipos de información: de inventario y de operaciones. El inventario de una embarcación, por ejemplo, es una lista de todas sus características y el equipo con que está dotada; sus estadísticas de operación son los registros de las horas que han funcionado cada uno de sus motores y equipos, y los distintos lapsos en que se ha pescado. Para cada elemento del modelo se diseña un programa a través del cual se recopilan datos, pero los métodos o formas de observación y medición varían de acuerdo a la naturaleza de la unidad que se estudia.

1. Muestreo para temperatura y salinidad
2. Medición de las corrientes
3. Colecta de plancton
4. Ubicación de los peces por eco-rastreo
5. Medición de la longitud del pez por edad

Nuevas direcciones para la investigación

Los cálculos de la captura que debe tomarse de cualquier recurso, durante una temporada, año o serie de años, varían en exactitud de acuerdo con el tipo, alcance y grado de confianza que pueda tenerse en la información que les ha servido de base.

El cálculo más simple se obtiene sumando la captura de varios años y sacando el promedio anual.

Haciéndolo, se tiene un valor de 6.7 millones de toneladas para la pesquería de anchoveta, y la captura que quizás pueda tomarse en años próximos es de unos siete millones, o sea que anualmente se pescarán unas veces más de siete y otras menos. Esta cifra sirve como guía general en el manejo de la pesquería, pero no como base para decidir cuanto debe capturarse en un año o temporada particular.

Usando los modelos elaborados por científicos pesqueros es factible lograr mejores cálculos que esa cifra única, sin embargo, los modelos ofrecen un resultado derivado de promedios basados en supuestos de constancia de algunas características. Con esos modelos se calcula lo que pudo tomarse en años anteriores para ajustar los datos reales de captura por las variaciones en el poder y esfuerzo de pesca. Estos cálculos han

dado valores de captura máxima sostenible entre siete y diez millones de toneladas de anchoveta, pero tampoco dan cifras para un lapso o temporada particular.

Si la pesquería basa sus operaciones en ese cálculo, unos años tomará menos de lo que puede y otros más de lo debido. A fin de evitarlo, se tiene que dirigir el programa de investigaciones a conseguir un cálculo de captura permisible acorde con el volumen del stock verdaderamente disponible, y de la situación en que se encontrará el recurso después de la pesca.

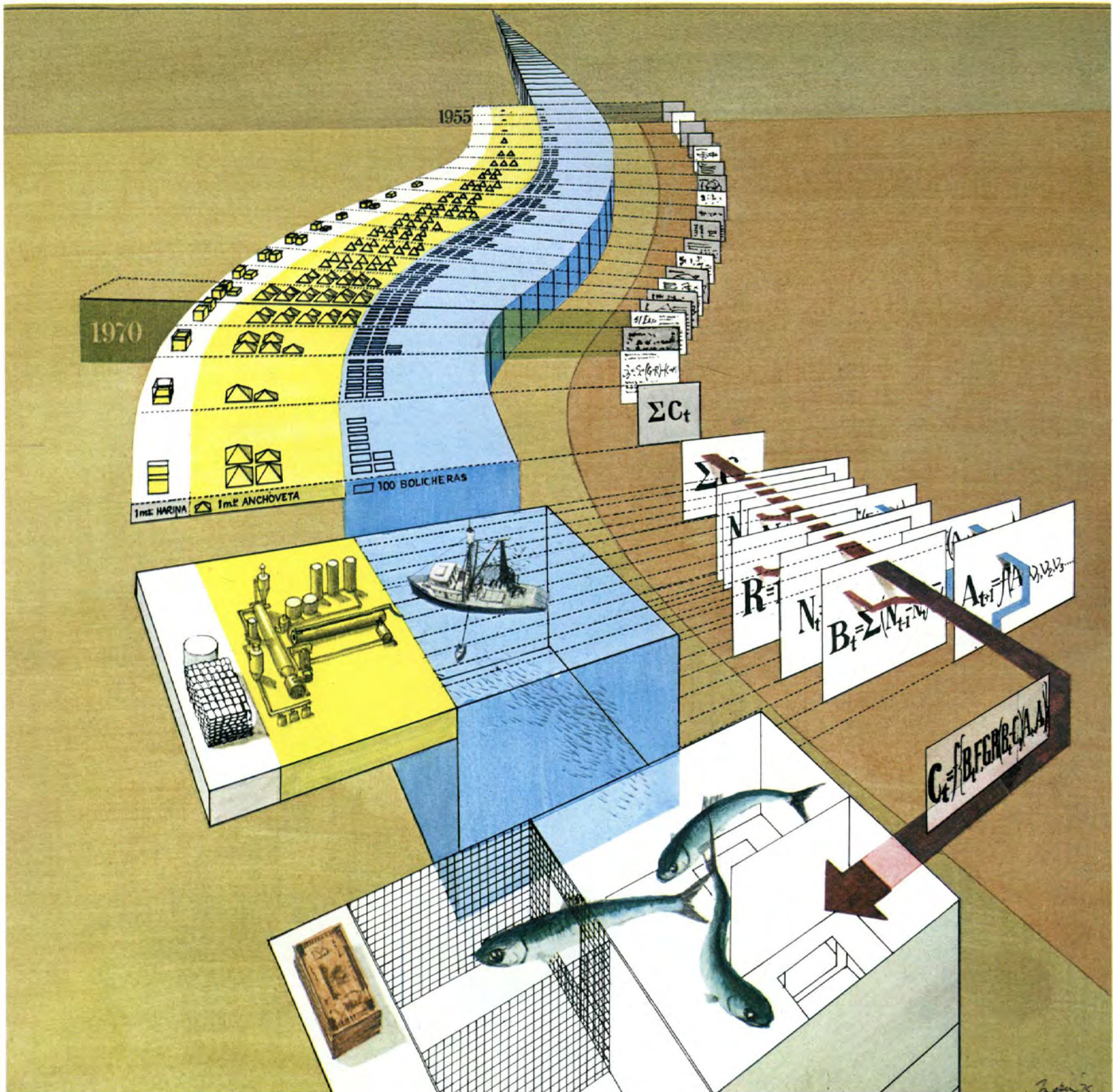
La captura que puede tomarse en un lapso dado depende de: la magnitud del stock (disponibilidad), su distribución y accesibilidad a la flota, y su comportamiento y vulnerabilidad al arte de pesca. Para mejorar el cálculo de la captura permisible es necesario realizar investigaciones a fin de conocer más profundamente los procesos que determinan estas características.

Es imprescindible, por una parte hacer los cálculos con datos actuales de distribución y composición del stock, que incluyan medición de su accesibilidad y vulnerabilidad, y por otra, derivar los valores de las constantes de crecimiento,

reproducción, reclutamiento y mortalidad, por medio de la medición inmediata de los rasgos críticos de estos procesos: habrá que predecir estos valores midiendo las causas que los producen.

Se puede medir el crecimiento con más precisión usando mejor equipo, pero conocer las variaciones del crecimiento que sirvan de base a la predicción, implica llevar a cabo una investigación básica de nutrición que incluya no solo qué come la anchoveta, sino cómo digiere y de qué manera la afectan las variaciones en la cantidad y calidad de los alimentos, en temperatura, y en otras variables ambientales. Se requiere además un sistema de predicción de los cambios en abastecimiento de alimentos, lo cual implica contar antes con una descripción detallada de todo el sistema planctónico al cual está asociada la anchoveta.

Será necesario emprender estudios igualmente profundos sobre reproducción, reclutamiento, comportamiento y mortalidad. Sus resultados, con los datos obtenidos para conformar el cuadro ambiental, permitirán hacer el cálculo correcto de la captura permisible, tomando en cuenta las predicciones respecto a eventos ambientales.



Reporte

Diagnóstico y pronósticos

El objeto de cualquier programa de investigaciones como el descrito en este libro es proveer información útil en el momento de tomar decisiones industriales y administrativas. La información, sea en forma de datos o asesoramiento (una interpretación de los datos), resulta valiosa si es inmediata, exacta y si se refiere a problemas reales, directamente relacionados con un lugar y tiempo determinados; no ofrece sólo generalizaciones y promedios de una situación particular. Debe ayudar realmente a las personas que han de tomar decisiones, para que escojan entre distintos cursos de acción el mejor, evitando errores y previniendo los eventos que están fuera de su control. La información debe crear confianza en las fuentes que la nutren.

Por otra parte, es necesario crear técnicas especiales para transmitir la información, porque cada uno de sus usuarios se interesa en distintos aspectos del mismo sistema. El patrón de una bolichera quiere saber dónde se encuentran los stocks pescables de anchoveta y qué densidad tienen, dentro del área en que su barco pesca, durante la temporada de captura. Un administrador—en cambio, se interesa en la captura total que pueda tomarse, y el costo de la pesca. Por éso, al preparar un informe (reporte) de los resultados de las

investigaciones, debe procurarse que la información conteste las interrogantes de cada grupo particular. Sólo cuando la información está dirigida a la comunidad científica tiene que ser muy detallada pues debe permitir comprobar las conclusiones.

Siendo imposible transmitir todos los datos que sustentan el resultado de las investigaciones, hay que seleccionar algunos aspectos de esos resultados, pero hacer una selección no es distorsionar los hechos, sino entregar a cada usuario la información que necesita. Esto requiere facilitar al usuario la comprensión del resultado de las investigaciones, por medio de una interpretación y explicación de los hechos en que se basa tal resultado, especialmente cuando se trata de transmitir a los pescadores una información que implica la limitación de sus actividades.

Pocos pescadores quieren limitarlas, ni respetar una veda, ni dejar de tomar una captura porque esté compuesta por peces pequeños. Es necesario, entonces, explicarles clara y convincentemente el por qué de las medidas de control, y los beneficios que ellos mismos obtendrán en el futuro si las respetan.

Además, cuando el control es experimental, quienes participen en él, principalmente los pescadores, deben ser informados del resultado

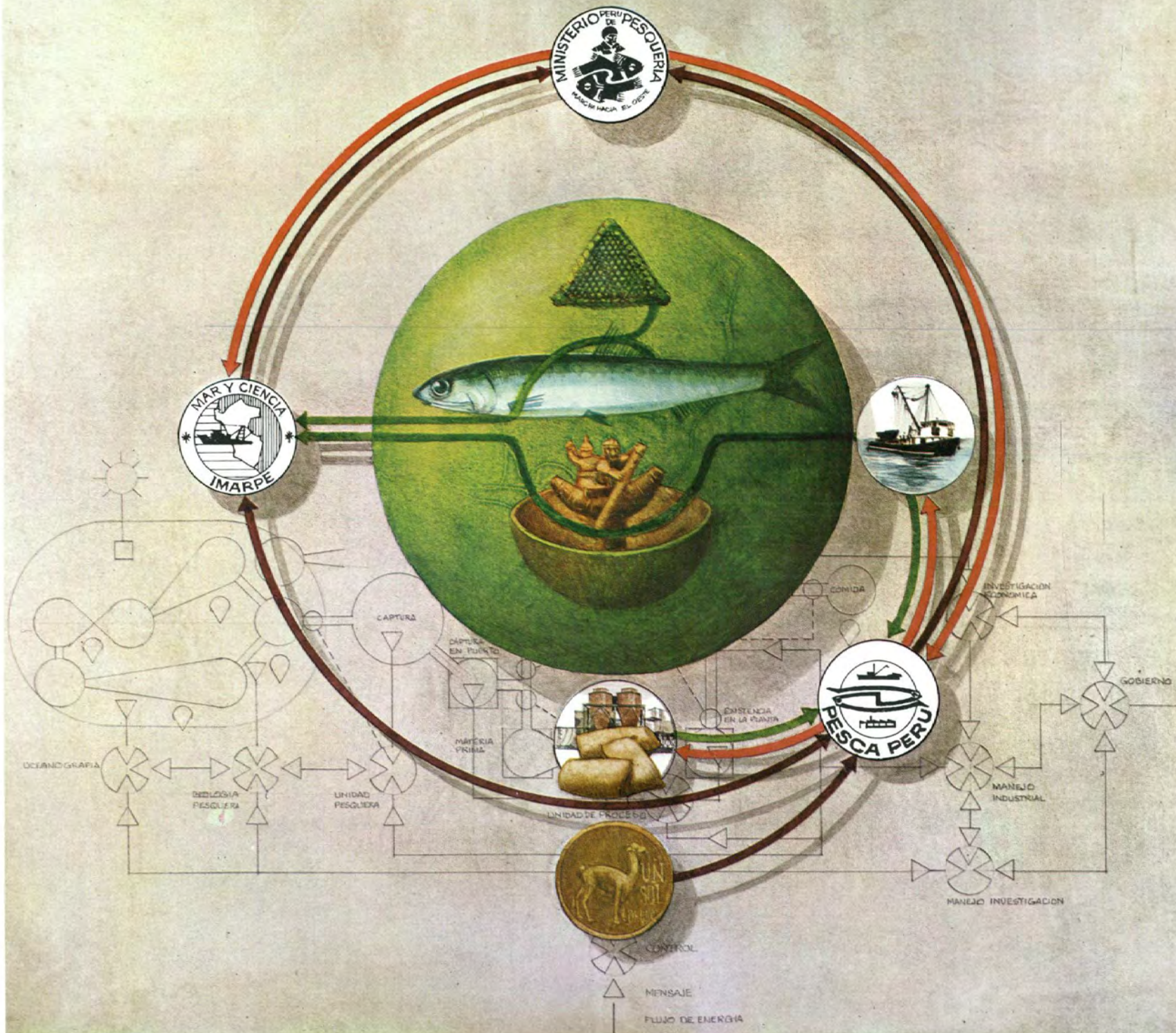
del experimento, sea éste un éxito o un fracaso. Muchas veces, los patrones han de contribuir con sus propias observaciones y un registro de los aspectos esenciales de sus operaciones—tiempo buscando peces, ubicación de los mismos, horas de pesca, etc.—y para ello tienen que entender la importancia de su cooperación y la exactitud de su información.

En principio, el reporte del trabajo es un diagnóstico de la situación, seguido por un pronóstico que expone las alternativas de acción y las probables consecuencias que tendrán que tomar cada una de ellas. Las investigaciones del recurso pueden indicar una serie de regímenes de pesca, cada uno de los cuales impondrá condiciones diferentes en el stock al fin de la temporada.

Puesto que cada acción realizada en una pesquería tiene efectos sobre otras partes de la industria, el sistema de reportes debe tener la posibilidad de informar a todos los participantes. La ilustración muestra la red general de información perteneciente al modelo de pesquería anchovetera descrito aquí. Aunque este libro trata principalmente de las investigaciones del recurso hay que hacer estudios similares de las distintas partes del sistema total, y relacionarlos entre sí a través de un sistema de comunicación.

Información

-  Datos
-  Aviso
-  Directivo





Los Investigadores Peruanos siempre han reconocido que poco podría obtenerse si lo práctico posponía los logros de la investigación sistemática para conocer la riqueza del mar.

En la década del 50, el Estado Mayor General de Marina, recogiendo sugerencias del propio cuerpo de la Armada, propuso al Gobierno la creación de un Consejo de Investigaciones Hidrobiológicas, cuya principal misión sería coordinar e intensificar dichos estudios. La sugerencia se plasmó en el Decreto Supremo No. 390 del Ramo de Marina.

En 1958 el Gobierno del Perú obtuvo asistencia de parte de Organismos Especializados de las Naciones Unidas, en el campo de la investigación científica del mar. Con ayuda del Fondo Especial y la FAO, el día 21 de abril de 1960 se firmó en Lima el Plan de Operaciones correspondiente, que concretó el objetivo de un Instituto de Investigaciones de los Recursos Marinos, cuya finalidad sería el estudio de los factores oceanográficos, biológicos, económicos y técnicos que establecieran los niveles de explotación de los Recursos Hidrobiológicos renovables, en especial de la Anchoqueta, así como la preparación del personal peruano y el asesoramiento al Gobierno para una política pesquera del país.

El 1º de julio de 1960, el Instituto inicia sus tareas con la asistencia de la FAO,

logrando resultados muy significativos expresados en sus informes al Gobierno para la racionalización de la pesca.

En 1964 se unen el Consejo de Investigaciones Hidrobiológicas y el Instituto de Investigación de los Recursos Marinos, creándose el Instituto del Mar del Perú, encargado de planear, dirigir, ejecutar y coordinar las investigaciones destinadas a completar y mejorar tan importante campo de actividad.

El Mar Peruano es el gran marco geográfico donde se dan las condiciones más propicias a la vez que más exigentes para la realización de las características participatorias y humanistas de la Revolución Peruana como proceso nacionalista e independiente.

La investigación científica de este mar es un elemento verdadero del legado histórico y cultural de nuestro pueblo - expresiva de nuestra curiosidad intensa, de nuestra determinación para aprovechar al máximo la riqueza de esta parte de nuestro territorio, de nuestra voluntad para padecer las privaciones por estar trabajando en él, y de nuestra intención de desempeñar todas nuestras obligaciones hacia él.

El practicar las investigaciones ejercita el intelecto de nuestro pueblo; sus resultados enfocan nuestra utilización de los recursos por estimar; y por todo ésto la comunidad internacional puede estar segura que nosotros estamos conscientes de nuestra

responsabilidad hacia esta área y capaces de desempeñarla.

El énfasis puesto en la pesquería de anchoqueta, casi desde los inicios de ésta, permitió no sólo organizar un sistema de colección metódica de datos estadísticos de captura y esfuerzo, composición por tamaños, ciclo vital y medio ambiente; sino aplicar modelos teóricos para la interpretación de la dinámica de las poblaciones y establecer metodologías propias de investigación, todo lo que permite establecer pautas científicas para su explotación. Investigaciones paralelas en recursos puestos en marcha para otros recursos pelágicos y demersales permiten estimar, aún con carácter previsorio, en 600 mil toneladas el potencial pesquero que puede ser explotado anualmente, considerando a las jibias.

El Instituto del Mar para cumplir con sus objetivos está dotado de un moderno edificio central en el Callao, 4 Laboratorios Regionales Costeros, 1 barco de investigación pesquero, el empleo periódico de un barco oceanográfico de la Marina Peruana, 3 Laboratorios Regionales en el interior del país, un barco de investigación en la Amazonía y otro en el Lago Titicaca. Su personal científico consta de 141 entre especialistas en biología pesquera, taxonomía, dinámica de poblaciones, planctonología, química de mar, oceanografía física, ecoacústica, estadística-matemática y tecnólogos en redes y procesamiento.





Esta publicación fue producida por el
Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y por personal del Proyecto UNDP/FAO
Investigación y Desarrollo Pesquero PER 008 en el Callao, Perú, Abril 1975

© Copyright by

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
Apartado 3734, Lima, Perú

Hecho el depósito que indica la ley

Reservados todos los derechos

Autorizada la reproducción de la parte literaria
y/o gráfica, pero condicionada a la mención de su
origen y al envío de ejemplares de la publicación
en que aparezca al Instituto del Mar del Perú

Impreso en Editorial Ausonia Tallerés Gráficos S.A.,
Fco. Lazo 1730. Lima 14. Perú. 1975