



## CAPITULO XIII



## ECOSONDAS

Son aparatos destinados a medir la distancia a cualquier blanco sumergido que tenga características acústicas diferentes a las del agua.

En el campo de la actividad pesquera se utilizan para obtener la profundidad del agua, naturaleza del fondo, detectar bancos de pescado, diferenciar especies y observar sus desplazamientos.

Las ondas sonoras emitidas al chocar con el blanco se reflejan volviendo de nuevo al punto de emisión. La velocidad de propagación de las ondas en el agua varía con la salinidad, temperatura, etc., pero a efectos prácticos puede considerarse constante y aproximadamente de 1.500 metros por segundo. Midiendo el tiempo transcurrido entre la emisión y la recepción de la onda, multiplicándolo por la velocidad y dividiendo por dos obtendremos la distancia.

$$d = \frac{v \cdot t}{2}$$

Cuando se trata de conocer la distancia vertical  $S$  entre el fondo y la superficie habrá que sumar a la distancia vertical  $dv$  entre el fondo y el proyector el calado  $Ca$  de este último.

$$S (\text{sonda}) = dv + Ca$$

Una ecosonda se compone básicamente de los siguientes elementos (figura XIII.1):

- Generador de pulsos eléctricos.
- Proyector de emisión-recepción.
- Receptor amplificador.
- Unidad de medida en la que van incorporados el ecógrafo y la lupa.

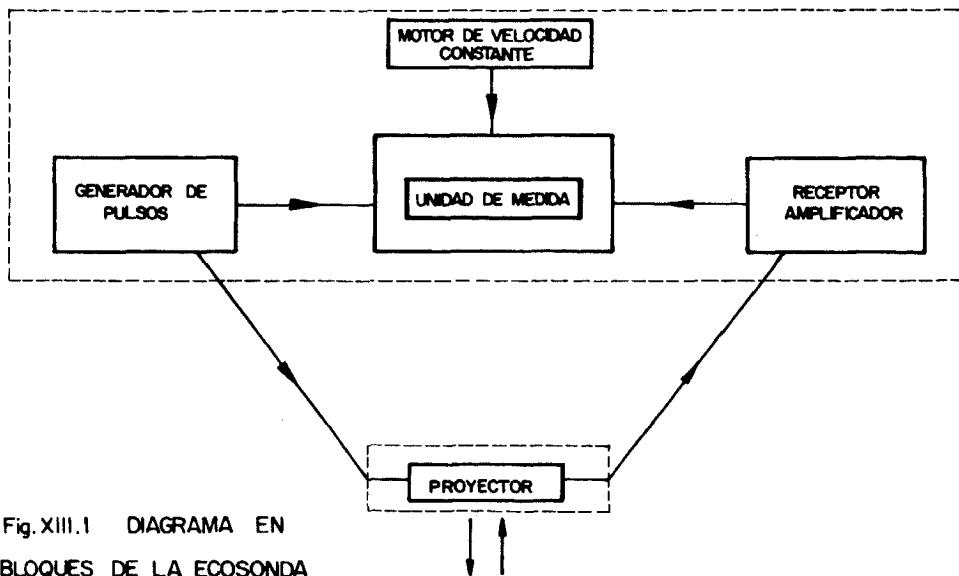


Fig. XIII.1 DIAGRAMA EN BLOQUES DE LA ECOSONDA

Los pulsos eléctricos son convertidos en pulsos acústicos y transmitidos al agua. Una vez reflejados regresan al proyector, se transforman de nuevo en pulsos eléctricos que recogidos por el receptor son amplificados y remitidos a la unidad de medida.

Atendiendo a las frecuencias de emisión las ecosondas se clasifican en dos grupos:

1. Ecosondas de baja frecuencia o sonoras.
2. Ecosondas de alta frecuencia o ultrasonoras.

Las primeras emiten a frecuencias inferiores a los 20 Kc. Las ondas se propagan en todas las direcciones formando círculos concéntricos, en consecuencia, pueden registrar los ecos de puntos que no se encuentren en la vertical del buque. El registro en el ecograma del eco correspondiente al punto a (figura XIII.2) no nos indicará la cantidad de agua bajo la quilla dv, sino la distancia d al citado punto que es la misma que las correspondientes a los puntos b y c, lo que da lugar a dudosas interpretaciones.

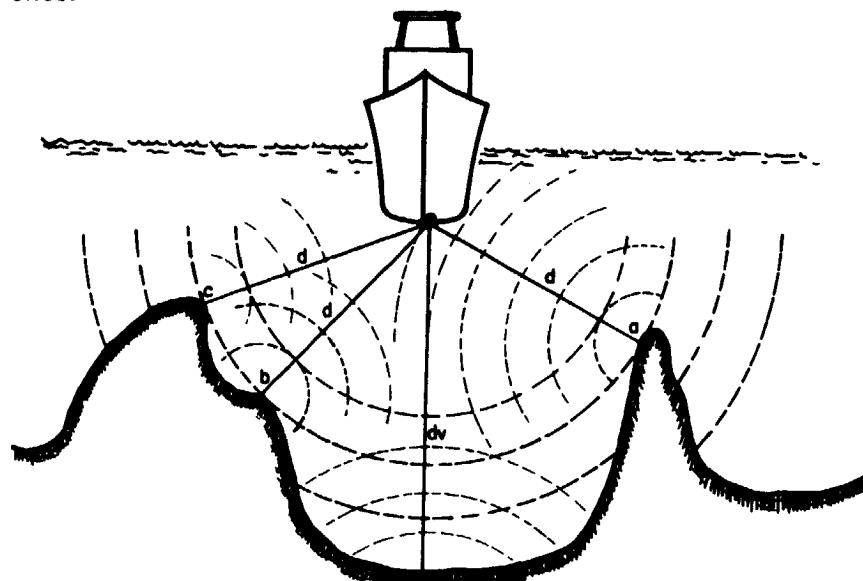


Fig. XIII. 2 PROPAGACION DE LAS ONDAS Y REFLEXION DE LAS MISMAS EN LOS PUNTOS EQUIDISTANTES a, b y c.

La pérdida por absorción es tanto más pequeña cuanto más baja sea la frecuencia de emisión, por ello estas ecosondas, al tener más alcance, son de gran utilidad para obtener la configuración y naturaleza de los grandes fondos, no así para detectar pescado, especialmente cuando está próximo al fondo.

Las ecosondas ultrasonoras utilizan frecuencias superiores a los 20 Kc. En la mayoría de las instalaciones de los buques pesqueros se aproximan a los 30 Kc.

Las ondas ultrasonoras se propagan formando un cono de emisión cuyo eje, gracias a la pequeña longitud de onda, puede ser dirigido según la normal a la superficie del proyector. En teoría, el cono de emisión no tiene límites bien definidos, la energía acústica es máxima en el eje y disminuye conforme aumenta el ángulo de emisión, pero se ha dado en definirlo como el formado por aquella superficie cuyos puntos tengan la mitad de la intensidad que el eje.

Debido a los movimientos de escora y cabeceo, los conos de emisión no inciden perpendicularmente en el fondo y se reflejan perdiéndose (figura XIII.3). El eco regresará al proyector solamente cuando el cono pase por la vertical y es el motivo por el cual, con mal tiempo, el ecograma deja de registrar a intervalos. Este inconveniente desaparece con la estabilización del proyector (figura XIII.4).

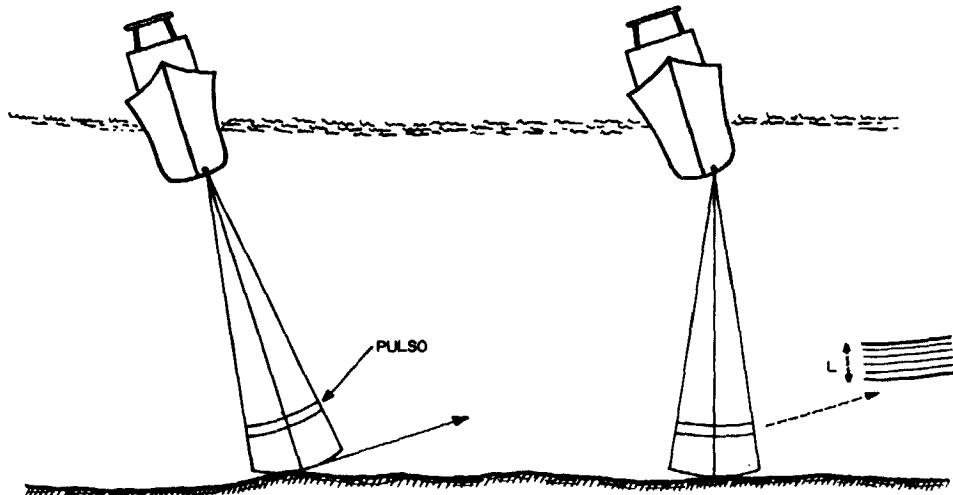


Fig. XIII.3 CONO SIN ESTABILIZAR

Fig. XIII.4 CONO ESTABILIZADO

Es aconsejable la instalación externa del proyecto, es decir, que sobresalga del casco lo suficiente para evitar las perturbaciones producidas por la aireación (burbujas de aire) y por los remolinos que se forman en la superficie del casco con el buque en movimiento. Naturalmente, esto obliga a prestar especial atención cuando se ha de entrar en puertos de escaso calado o en veraderos.

Las ondas viajan según pulsos, o lo que es lo mismo, formando los llamados trenes de ondas cuya longitud  $L$  (figura XIII.4) viene dada por la fórmula

$$L = v' \cdot t'$$

donde:

$v'$  = Velocidad de propagación de las ondas en metros por segundo.

$t'$  = Tiempo de la duración del pulso en segundos.

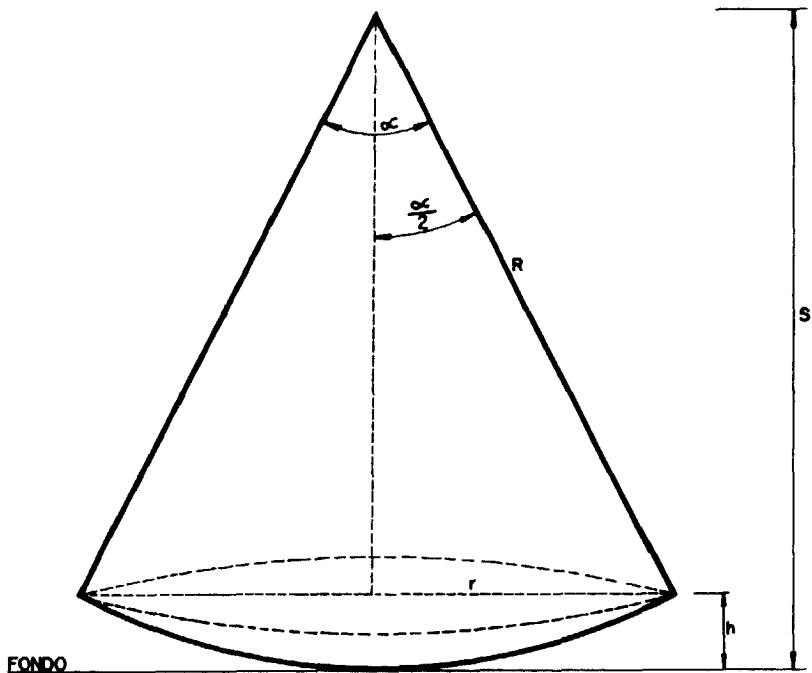


Fig.XIII.5 VALOR DEL ANGULO  $\alpha$

El valor del ángulo  $\alpha$  vendrá dado por (figura XIII.5)

$$\operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} = \frac{r}{R}$$

haciendo  $R = S$  tendremos:

$$\begin{aligned} \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} &= \frac{r}{S} = \frac{\sqrt{S^2 - (S-h)^2}}{S} = \\ &= \frac{\sqrt{S^2 - (S^2 - 2Sh + h^2)}}{S} = \frac{\sqrt{2Sh - h^2}}{S} = \\ &= \sqrt{\frac{2Sh - h^2}{S^2}} = \sqrt{\frac{2Sh}{S^2} - \frac{h^2}{S^2}} \end{aligned}$$

y despreciando  $\frac{h^2}{S^2}$  por ser muy pequeño nos queda:

$$\operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{2h}{s}}$$

**El área máxima de detección será:**

$$A = 2\pi Sh$$

Es obvio que cuanto menor sea el ángulo  $\alpha$  más pequeño será el volumen de agua explorado. Lo mismo se puede decir respecto a la superficie de detección.

Tratándose de pescado próximo al fondo cuanto más cerca a éste se encuentre menor será el valor del ángulo  $\alpha$  necesario y a menor valor de  $\alpha$  mejor discriminación de los ecos.

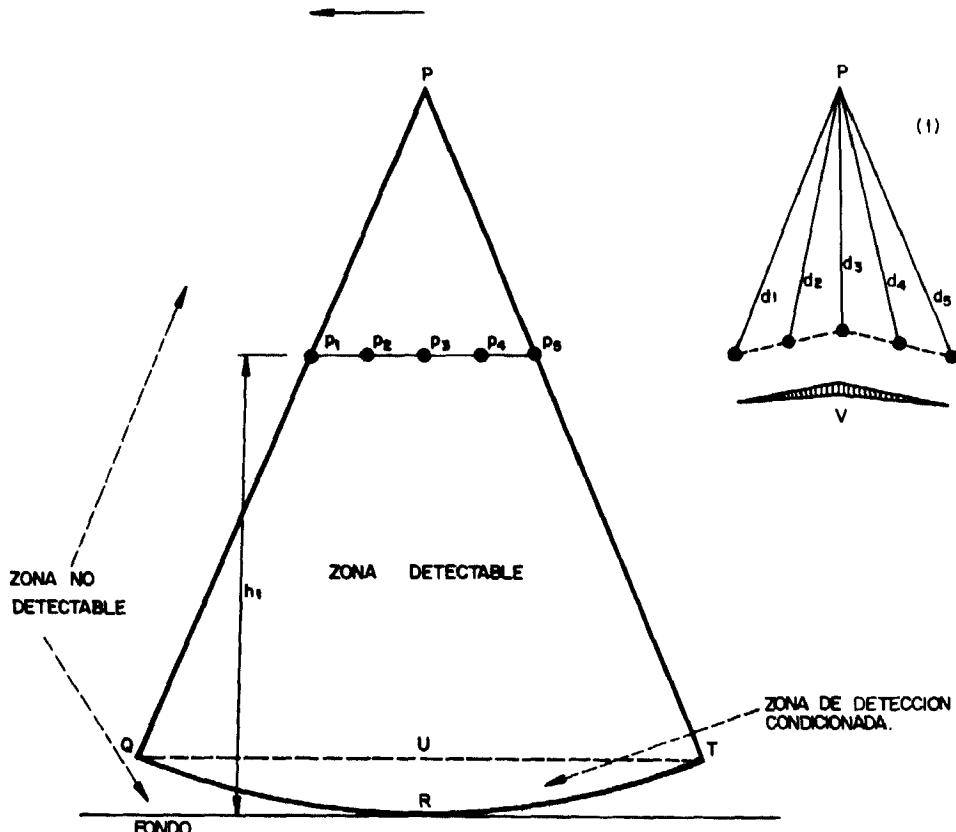


Fig. XIII. 6 POSICIONES DE UN PEZ RESPECTO AL PROYECTOR.

Supongamos que el buque se traslada según indica la flecha (figura XIII.6) y que un pez p permanece inmóvil a una distancia del fondo  $h_1$ . Conforme el buque avanza el pez irá tomando sucesivamente en el cono las posiciones  $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5$ . La distancia de cada una de las posiciones respecto al proyector P irá disminuyendo siendo mínima en  $p_3$  para luego aumentar hasta llegar a  $p_5$  (1).

En otra ocasión dijimos que la energía acústica era menor en los límites exteriores del cono que en su centro y que era máxima en el eje, así pues, el eco correspondiente a la posición  $p_1$  tendrá una determinada intensidad que irá aumentando hasta la posición  $p_3$  para luego disminuir de nuevo.

Por otra parte, el poder reflexión de un pez depende de su constitución y de su forma, y de acuerdo con ésta las superficies de incidencia presentadas para cada una de las posiciones serán distintas, de modo que la mayor intensidad de eco corresponderá a la posición  $p_3$  que es cuando las ondas inciden sobre el dorso.

De lo expuesto se deduce que en el ecograma el trazo registrado adquiere la forma representada en V semejante a una palomita.

Hasta ahora hemos considerado el pez inmóvil, pero al moverse, el trazo cambia, siendo más corto y más alto, es decir, con el ángulo más agudo cuanto menor sea el tiempo que permanece en el interior del cono, lo que sucede cuando la dirección de traslación de ambos es opuesta y sus velocidades máximas.

Para poder detectar peces individualmente es necesario que la separación entre ambos en sentido vertical sea mayor que la longitud de pulso y en sentido horizontal mayor que la anchura del cono.

Los peces dentro de la zona QRTU pueden ser detectables siempre y cuando su altura sobre el arco QRT sea mayor que la longitud de pulso.

Los que se encuentren por debajo del arco mencionado no son detectables, pues al encontrarse a mayor distancia del proyector que el fondo el eco de éste llega antes impidiendo cualquier otro registro.

La forma de los ecos registrados correspondientes a cardúmenes dependerán de las especies detectadas, de la fase del ciclo biológico en que se encuentren, de que sean más o menos compactos, de los movimientos que realicen, etc. Para poder diferenciar especies, estimar tamaños, cantidades, etc., se requiere de experiencia y largo tiempo de paciente observación.

Resumiendo, podemos decir que para detectar peces aislados y para obtener más precisa información cuando de cardúmenes se trata, bien sean pelágicos o demersales, es conveniente que la longitud de pulso sea pequeña y el cono de emisión estrecho, pero esto, que por un lado es una ventaja, por otro representa una contrariedad, puesto que una disminución del ángulo del cono trae consigo un aumento de las dimensiones del proyector y a partir de ciertos límites su instalación resulta económicamente prohibitiva. Además, al disminuir el ángulo del cono hay que elevar la frecuencia de emisión lo que reduce el alcance de la ecosonda.

Puede apreciarse pues, que las ecosondas de baja o alta frecuencia usadas por separado no satisfacen plenamente las necesidades del pescador, por ello, resulta común la instalación de equipos con los dos tipos de frecuencias, pudiendo usar una u otra según las profundidades a las que se vaya a trabajar.

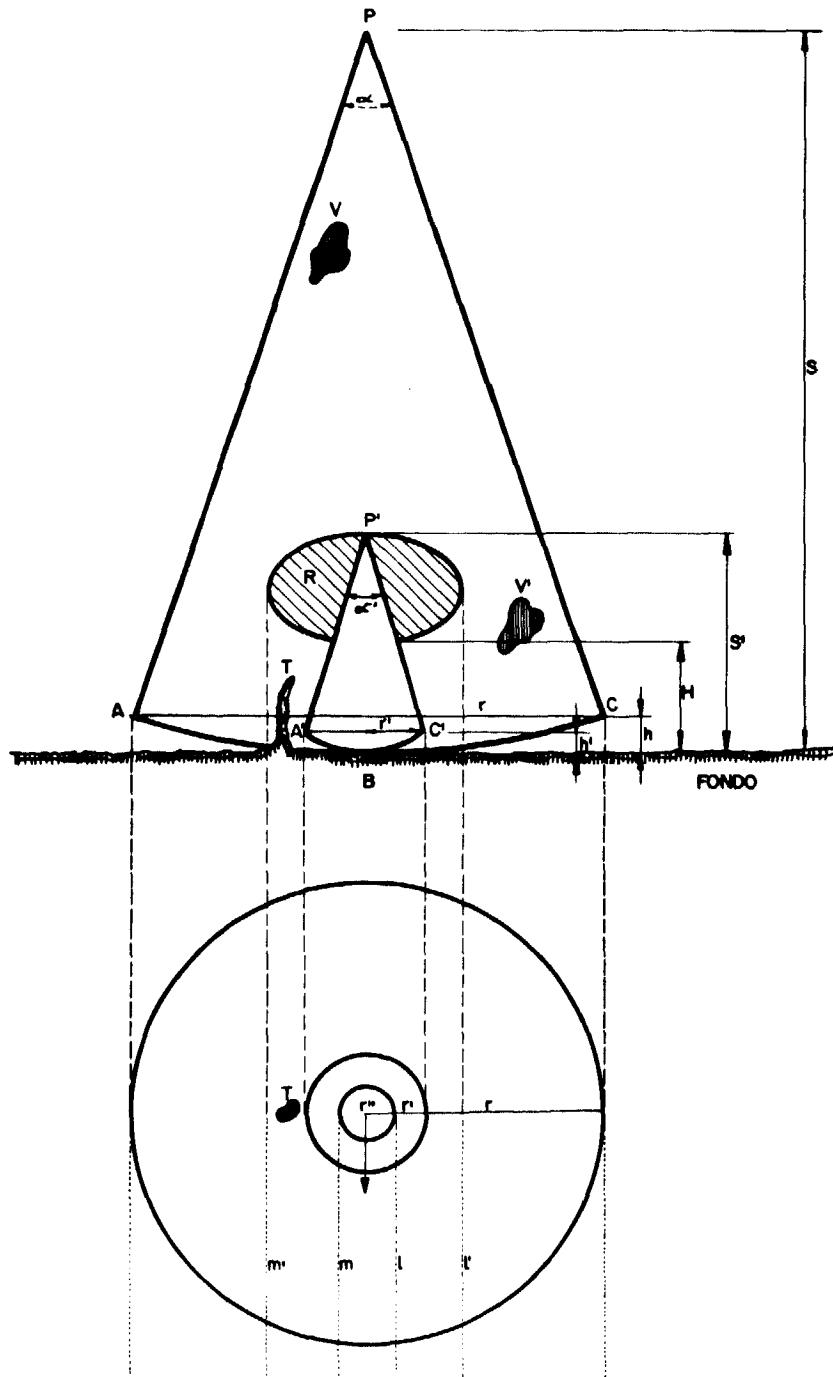


Fig. XIII. 7 CONOS DE EMISION EN EL BUQUE Y EN LA RED

## NETSONDE

Es una ecosonda cuyos principios y funcionamiento son semejantes a los descritos anteriormente con la diferencia de que el proyector va montado sobre la relinga superior de la red. La unión del proyector con el buque puede ser directa por medio de un cable eléctrico, o bien, mediante la emisión desde el proyector de ondas ultrasonoras de frecuencia modulada que son captadas por el paraván o avión que remolca el buque y transmitidas a la unidad de medida.

La función de la netsonde es la de dar a conocer la profundidad a que trabaja la red, su apertura vertical y el proceder del pescado ante la boca de la misma.

El volumen de agua explorado por el cono de emisión correspondiente al equipo del buque será mayor que el volumen explorado por el cono de emisión del equipo de la red (figura XIII.7).

$$\frac{1}{3} \pi (r^2 S - r^2 h + 3S h^2 - h^3) > \frac{1}{3} \pi (r'^2 S' - r'^2 h' + 3S' h'^2 - h'^3)$$

Por tanto, manchas de pescado ubicadas en  $v$  o  $v'$  pueden ser detectadas por el primero y no por el segundo. Lo mismo podemos decir respecto al accidente del fondo T. En este caso la red R, por ser arrastrada a una mínima altura H, pasará con amplitud por encima del accidente, pero si se arrastrase más cerca del fondo o en contacto con éste, el accidente se hallaría dentro de su campo de acción y podría causarle graves averías.

Si los círculos de radios  $r$  y  $r'$  corresponden a las proyecciones verticales de los conos del buque y de la red cuando se halla en contacto con el fondo, cualquier accidente fuera del círculo  $r''$  no será detectado por el equipo de la red pero sí puede causar averías si se encuentra entre las líneas  $mm'$  y  $ll'$  pertenecientes al campo de acción de la red  $l'l'm'$ .

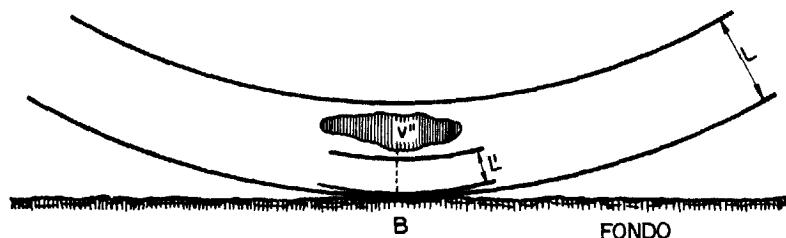


Fig. XIII.8 LONGITUDES DE IMPULSOS DEL EQUIPO DEL BUQUE Y DE LA RED.

Una mancha de pescado próxima al fondo como  $v''$  (figura XIII.8, exagerada para mayor claridad) no es detectada por el equipo del buque por ser su altura sobre el fondo  $B v''$  menor que la longitud de pulso  $L$ , en cambio sí puede ser registrada por el equipo de la red cuando su longitud de pulso  $L'$  sea menor que  $B v''$ .

A parte del proyector dirigido hacia el fondo, la instalación puede ir provista de otros, especialmente dos: uno dirigido hacia arriba y otro dirigido hacia adelante. El primero proporciona la separación entre la relinga superior y la superficie y se emplea cuando la distancia vertical de la red al fondo es muy grande y los ecos procedentes de éste se registran con poca claridad. El segundo da información sobre los movimientos del pescado desde el momento en que es registrado por el buque hasta que llega a la red (figura XIII.9).

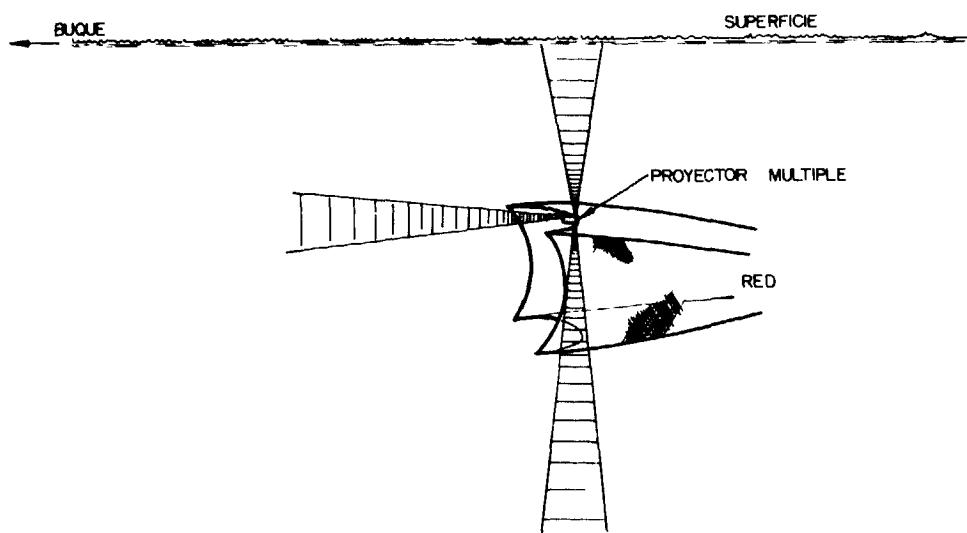


Fig. XIII. 9 NETSONDE CON TRES CONOS DE EMISION (MULTI-NETSONDE)

## SONAR

Es un equipo de detección que utiliza conos de emisión dirigidos basándose en la propiedad de las ondas ultrasonoras de propagarse de forma normal a la superficie del proyector. La teoría es la misma que la de las ecosondas ultrasonoras ya explicada en el epígrafe correspondiente, pero se dan pequeñas diferencias en cuanto a su instalación y funcionamiento.

El proyector va montado sobre un portaproyector que se aloja en el interior del domo y éste puede ser elevado e introducido en el interior del casco cuando el equipo no está en funcionamiento.

Variando el ángulo de inclinación de la superficie del proyector se consigue que el haz ultrasonoro describa un arco en sentido vertical que va desde la superficie hasta el fondo, y como al mismo tiempo es giratorio,

los haces pueden ser desplazados también alrededor del buque (fig. XIII.10). De esta forma, el sonar proporciona la distancia y marcación a los bancos de peces y consiguientemente su profundidad. Los ecos pueden quedar registrados en un ecograma o llegar convertidos en señales visuales a una pantalla por medio de un tubo de rayos catódicos a semejanza de la del radar. La pantalla va provista de anillos concéntricos de alcance y está dividida en sectores de manera que pueden ser leídas directamente la distancia y la marcación. El alcance varía con los modelos pero una milla se considera distancia satisfactoria.

Con los datos anteriores se obtienen la dirección y velocidad de desplazamiento de los cardúmenes, por lo que este equipo, aparte de facilitar la detección de los bancos de pescado, constituye una gran ayuda a la hora de efectuar las maniobras, especialmente con buques cerqueros y arrastreros dedicados a la pesca pelágica.

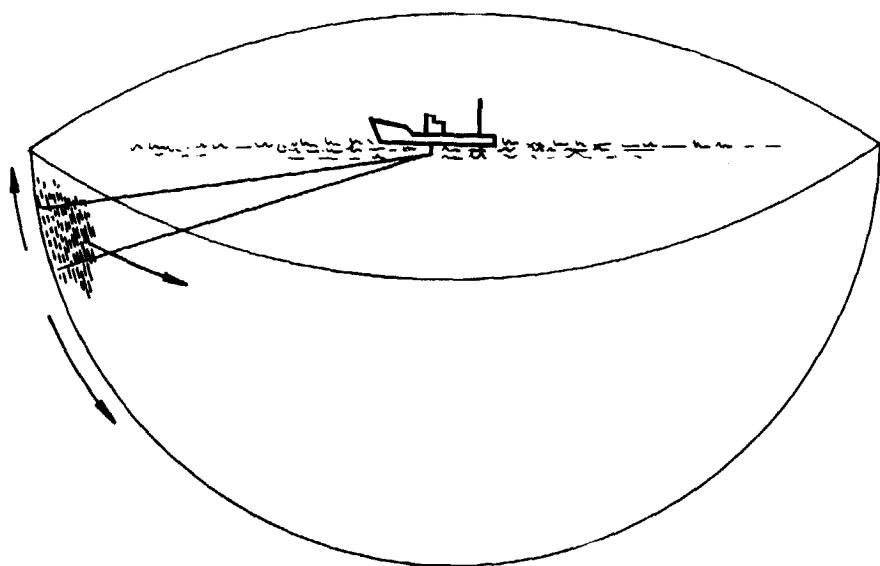


Fig. XIII.10 EXPLORACION DEL SONAR.

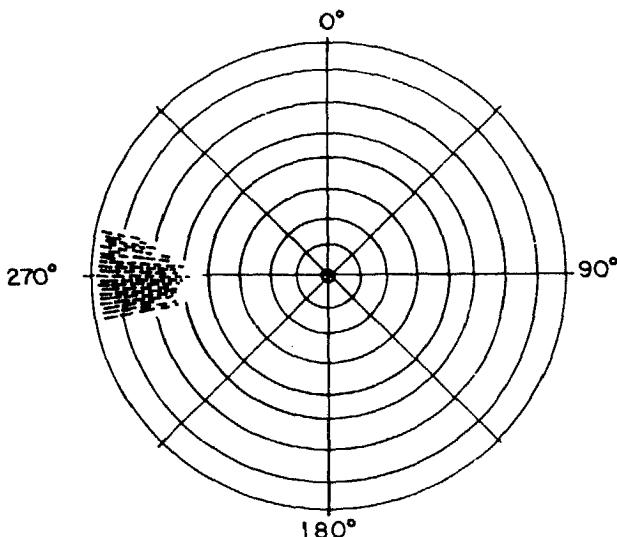


Fig. XIII.11 PANTALLA DE SONAR INDICANDO LA PRESENCIA DE UN BANCO DE PESCADO POR EL TRAVES DE BABOR.

Para la pesca de arrastre de fondo no resulta tan eficaz, pues debido al ángulo de incidencia del cono de emisión sobre el fondo se originan interferencias conocidas como «reverberación del fondo» que eclipsan los ecos del pescado. No obstante, los últimos modelos de sonar tienden a solucionar este inconveniente.

