PROPAGACIÓN OCEÁNICA DEL SONIDO
NUESTRA EXPERIENCIA EN UNA EXPLOSIÓN NUCLEAR.

Ronald Mc Intyre Mendoza *

El 11 de mayo de 1962, siendo comandante del AGS *Yelcho*, me correspondió cumplir una comisión al oeste de las islas Juan Fernández, con un grupo de científicos de los Estados Unidos de Norteamérica, comisión que tuvo por objeto comprobar la detección acústica de una explosión nuclear submarina que realizaría esa nación al oeste de San Diego. A esta comisión se le dio carácter secreto en razón de que entonces se vivía la "guerra fría" entre los Estados Unidos y la URSS, de modo que las pruebas nucleares estadounidenses se realizaban en la más absoluta reserva, a fin de evitar la inteligencia adversaria, no causar alarma en las poblaciones y no provocar la reacción y ataques de grupos ecologistas.

Dos días antes de esta experiencia nuclear, el 9 de mayo, los científicos, que habían llegado directamente por vía aérea a nuestro país, se embarcaron en el AGS *Yelcho*. Trajeron consigo el instrumental y equipos técnicos requeridos para la observación acústica que harían, consistentes en una caseta, un pequeño grupo electrógeno, equipos de radio y receptores de sonido submarino y un conjunto numeroso de hidrófonos y flotadores.

El 11 de mayo, día de la experiencia, el *Yelcho* llegó a mediodía a la posición de escucha asignada, ubicada a 300 millas al oeste de las islas Juan Fernández, procediéndose de inmediato a la instalación operativa del material. La caseta fue afirmada en toldilla, instalándose en ella los equipos de recepción y registro de sonidos, como asimismo los de radio para comunicación directa con las autoridades responsables de la experiencia nuclear. Los cables, hidrófonos y flotadores fueron extendidos en cubierta, revisados y luego lanzados al agua, quedando los hidrófonos distribuidos a profundidades de 45,7 - 137,2 - 228 - 335 - 457 - 609 metros. Esta distribución de hidrófonos hasta los 600 metros de profundidad -que puede llamar la atención-, respondió a la existencia en el océano, ya comprobada entonces, de verdaderos "canales de sonido".

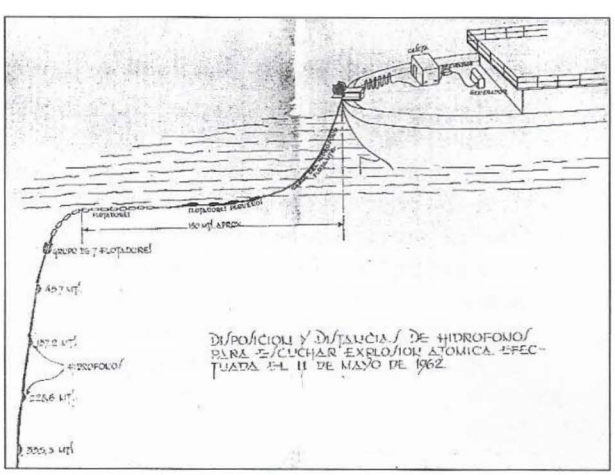
En este estacionamiento del *Yelcho*, al oeste de islas Juan Fernández, y estando ya los técnicos y su material de escucha listos, a las 15.02 hora continental de Chile los norteamericanos recibieron la información radial de haber ocurrido la explosión nuclear en el lugar de prueba a 400 millas al oeste de San Diego. Pero las ondas sonoras de la detonación demoraron una hora tres cuartos en recorrer la distancia que había desde el punto de explosión hasta el punto de escucha del *Yelcho*; los hidrófonos vinieron a acusar recepción de estas ondas a las 16.45 horas. El buque, sin embargo, con-

---

* Vicealmirante. Destacado Colaborador, desde 1995.

tinuó en su posición hasta las 18:30 horas, manteniendo los americanos su escucha acústica, a fin de detectar ondas de sonido adicionales reflejadas por las costas de otras áreas geográficas. La comisión científica estadounidense mantuvo absoluta reserva sobre su misión y trabajo durante todo el tiempo de preparación y ejecución de su tarea, y tan sólo en la navegación de regreso al continente nos vinieron a informar que habían detectado una explosión nuclear realizada a corta distancia de la costa de California; que en esta ocasión había vuelto a darse lo oLservado en experiencias anteriores: muy buena recepción de las bajas frecuencias sónicas, no así de las más altas.

Esta comisión del AGS *Yelcho* me dejó entonces con dos grandes inquietudes: saber más sobre las características de propagación del sonido a largas distancias que yo lo relacionaba con la detección de submarinos nucleares, y la explicable curiosidad de tener una mayor información sobre las explosiones nucleares mismas. Sin embargo, por más de cuarenta años -el doble del tiempo que el Departamento de Estado acostumbra mantener en reserva sus materias secretas- esperé tener acceso a mayores detalles sobre las pruebas nucleares realizadas en esa época, y recién ahora por información de Internet, he podido obtener mayores antecedentes de la experiencia nuclear que detectáramos en esa comisión y de otras realizadas por EE.UU. desde 1941 a 1963. Claro que en el correr de estos años, sí se nos fue descorriendo el velo que cubría las investigaciones oceanográficas relacionadas con la ubicación de submarinos nucleares por detección acústica. La nueva información sobre pruebas nucleares que proporciona Internet me ha retrotraído a esa comisión del 62 con el *Yelcho*, llevándome a escribir sobre ella y sus derivaciones, por ser de natural interés profesional.



Sobre propagación oceánica del sonido a largas distancias.

En Chile, en materia de propagación oceánica de fenómenos físicos a largas distancias, por el año 1962 estábamos más familiarizados con los sismos ocurridos en la corteza terrestre submarina, que generan ondas superficiales en el mar de largo período, conocidas como tsunamis. A causa de que estos tsunamis suelen tener efectos devastadores en litorales bastante alejados del punto de origen del fenómeno, su previsión oportuna ha sido de gran importancia para Chile dado su extenso litoral y los numerosos puertos y caletas existentes en él. Y esto llevó al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) a instalar una completa red de estaciones registradoras, y a mantener un efectivo enlace con los países de la cuenca del Pacífico, para recibir y dar las oportunas alarmas de tsunamis. Ya en 1958 estaba instalado en sla de Pascua el primer registrador Van Dorn de estas ondas de largo período. Y este trabajo de observación realizado por el SHOA, que ha estado debidamente coordinado con los demás países interesados, nos ha relacionado estrechamente con la comunidad científica del Pacífico, alcanzando Chile un merecido prestigio internacional por la seriedad y eficiencia con que ha asumido esta responsabilidad.

Mas, este tipo de onda de origen sísmico, es distinto de la onda acústica generada por una explosión nuclear submarina, que es el tema de esta reseña. Los sismos en la corteza submarina, en su libe-

ración de energía al mar, crean esas olas de gran magnitud denominadas tsunamis, de cien millas de largo, que avanzan a velocidad de 450 nudos. En cambio, las explosiones nucleares submarinas generan ondas acústicas que se propagan por el océano a una velocidad de 3.000 millas por hora, siendo la gama de baja frecuencia la que más utilidad presenta.

La velocidad del sonido, como se sabe, depende de la densidad del medio de propagación, siendo menor su velocidad a mayor densidad. No obstante, la velocidad del sonido en el agua resulta cuatro veces superior que en la atmósfera. Esta contradicción con los efectos propios del factor densidad, se debe a una característica esencial del agua que es su elasticidad, la que minimiza el efecto densidad. La propagación del sonido en la atmósfera, sin embargo, alcanza mucho mayores distancias que en el agua. Así, a modo de ejemplo, el impacto acústico de la erupción del volcán Krakatoa, en 1883, en el estrecho de Sundra, dio la vuelta al globo tres veces, siendo registrado esto en varios lugares de la tierra. En cambio, el alcance de propagación del sonido en el mar, aunque es inferior, alcanza sólo miles de millas, lo que de todos modos tiene gran valor para los fines que nos preocupan, que es la detección de submarinos.

De modo que en la guerra antisubmarina, tanto en su ámbito estratégico como táctico, el conocimiento de todas las características de propagación del sonido en el océano y sus condiciones regulares en los distintos mares, y su constatación local continúa en los sitios en que se está en operación, tienen importancia fundamental tanto para la acción antisubmarina como para la operación misma de los submarinos.

AGS Yelcho.

En el tiempo y ocasión de la comisión del *Yelcho*, teníamos muy poco conocimiento y experiencia respecto a una explosión como fuente de energía acústica. Como un antecedente previo, puedo decir que dos meses antes de esta comisión, me correspondió operar con el *Yelcho* y el schooner *Vema*, del Instituto Lamont de la Universidad de Columbia, en interesantes investigaciones geológicas de orden geofísico, sobre el fondo submarino del mar de Drake, basadas en emisiones acústicas. La experiencia de entonces fue producir detonaciones en al agua con granadas de mano lanzadas al mar, captándose luego los reflejos acústicos del fondo con hidrófonos extrasensibles y complejos ecosondas, determinando así su detalle geológico.

Menciono esta comisión, por ser otra experiencia sobre propagación del sonido en el agua y su captación instrumental. Pero, más que nada, por el hecho de que el Jefe científico a bordo del *Vema*, era el famoso geofísico y oceanógrafo Maurice Ewing, quien junto con J. L. Worzel, era autor de la teoría de los "canales de sonido". En 1944, embarcados en el buque científico *Saluda*, del Instituto Woodshole, estos dos científicos realizaron las experiencias pertinentes para verificar su teoría. Para esto, suspendieron un hidrófono en el *Saluda* y desde segundo buque, situado a 900 millas de distancia, fueron haciendo detonar cargas de 4 libras y por primera vez, se determinó el SOFAR, "Sound Fixing and Ranging", es decir, posicionamiento y medición de distancia por sonido. Este mismo año, estos dos científicos instalaron un hidrófono en la isla Eleuthera del grupo de las Bahamas y con él comprobaron la recepción de sonido hasta 10.000 millas de distancia. En marzo de 1960, Maurice Ewing, embarcado en el *Vema*, y con participación del HMAS *Diamantina*, dirigió una investi-

gación geofísica en las cercanías de Perth, Australia. En ella se hicieron detonar cargas explosivas submarinas de 300 libras de Amatol, y su sonido llegó a ser escuchado en hidrófonos axiales instalados en las Bermudas, su antípoda en el globo. Digno de hacer notar es el hecho que la ortodrómica oceánica de Perth a las Bermudas no presenta en su curso accidentes geográficos.

Luego que Ewing y Worzel comprobaran la existencia de los "canales acústicos oceánicos", se continuó realizando una cadena de investigaciones complementarias relacionadas con la propagación del sonido a través del agua y sus grandes alcances. Señalamos a continuación las principales de ellas: - En 1961, se inició el experimento conocido por la sigla SCAVE, "Sound Channel Axis Velocity Experiment", que tuvo una duración de veintisiete meses, y fue realizado entre las islas Antigua y Eleuthera. Las mediciones del tiempo de trayecto presentaron variaciones hasta 200 milésimas de segundo de acuerdo a las características de la masa de agua a través de la cual se propagaba el sonido. Se comprobó también que no había correlación entre las fluctuaciones de tiempo de propagación entre Antigua y Eleuthera, y entre Antigua y las Bermudas. Más tarde, entre 1966 y 1967, se hicieron mediciones entre Midway y Oahu, Wake, Eniwetok, con resultados similares. Estos fueron los últimos experimentos que se hicieron con explosivos. De aquí en adelante entraron a emplearse "transductores".

- Entre 1983 y 1989, el científico Spresberg realiza experimentos desde Kaneohe (Hawel), con transmisores ubicados a 183 metros de profundidad, en frecuencia de 183 Hz. Las señales emitidas fueron recibidas por varias estaciones situadas a tres mil y cuatro mil millas de distancia.

- En 1991, se realizó un experimento denominado HIFT, consistente en comparar distancias geodésicas con las obtenidas por tiempo de trayecto del sonido. La fuente emisora correspondió al buque de investigación *Corey Chouest*, posicionado en las cercanías de las islas Heard, próximas a Kerguelen, en el océano Indico. Las estaciones receptoras se instalaron a grandes distancias: en Sudáfrica, isla Ascensión, las Bermudas, Monterrey, India, islas Christmas, Hobart y Samoa. La experiencia duró cinco días. El buque fue situado por GPS cada 10 segundos. Por el efecto doppler desde la estación receptora pudo determinarse el rumbo del buque. Se determinaron tres "canales acústicos": dos que pasaban al Este de Nueva Zelanda, y un tercero que pasaba entre Australia y Nueva Zelanda, pero que se interrumpió a causa de la batimetría de esa área.

Desconocemos los resultados de estos experimentos, que sería interesante conocer, ya que las ortodrómicas entre la isla Heard e islas Christmas, y Monterrey, pasan por accidentes geográficos importantes, de modo que la recepción acústica en éstas responde seguramente a reflejos de otras islas existentes en estos cursos ortodrómicos.

Las investigaciones continúan hoy. Y aprecio dos aproximaciones en su actual desarrollo:

- Una, la llamada "mesoescala" -enfoque de investigación de la mayor importancia-, cuya concepción se basa en que el océano, en el comportamiento de sus profundidades, tiene semejanza con los fenómenos que presenta la atmósfera. El océano tiene su propio "clima" que presenta sus propias tormentas ("Eddies"). Para su estudio se han adoptado áreas cuadrangulares de 100 Kms, con sus respectivas profundidades, y con un tiempo de observación de cien días.

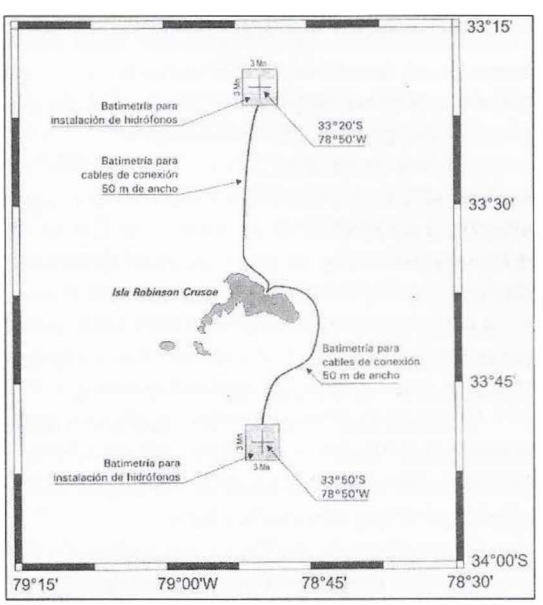
- La otra, que es una perspectiva de investigación de actualidad, es la "tomografía acústica" del océano, que está en desarrollo desde 1979. Se basa en dos realidades: la primera, ya comentada, que el tiempo de trayecto del sonido y de otros parámetros acústicos, depende de la temperatura del agua, de la velocidad del sonido y de otras características oceanográficas; la segunda, que el océano es virtualmente transparente a los sonidos de baja frecuencia, de modo que las transmisiones de sonido pueden recibirse

a miles de millas, según lo han probado los experimentos ya indicados.

Por otra parte, las alteraciones que experimenta la velocidad del sonido entre dos puntos fijos, obedece a la existencia de masas de agua alteradas por las que atraviesa el sonido, siendo estas causas interpretables; su estudio se llama "Inversa".

En definitiva, hay bastante analogía entre la tomografía acústica aplicada al océano y la tomografía acústica aplicada al cuerpo humano en Medicina, siendo mayor aún su analogía con la aplicada en sismografía, en la cual las propiedades y características del interior de la tierra se determinan por el tiempo de recorrido de las ondas sísmicas. Con todo, la tomografía acústica en el océano tiene ventajas sobre las tomografías aplicadas en medicina y sismografía, debido a que el interior del océano es hoy accesible al hambre con los equipos técnicos submarinos modernos.

En suma, las investigaciones científicas de la oceanografía del globo, así como de su meteorología, se encuentran hoy en pleno desarrollo y actividad. Pero, parece que todavía falta mucho tiempo más para que se llegue a determinar con claridad la relación



Área de investigación.

entre los fenómenos al interior del océano y los que ocurren en la atmósfera que son los que particularmente afectan nuestro diario vivir.

No puedo dar término a mis comentarios sobre las investigaciones acústicas oceanográficas, sin volver a referirme a Maurice Ewing, a quien considero el más eminente oceanógrafo y geofísico del siglo pasado. Además de ser el padre de la teoría de los "canales acústicos oceánicos" y de su comprobación -base científica del experimento que realizáramos con el AGS *Yelcho* en el área del archipélago de Juan Fernández-, tiene él un historial científico admirable, del cual mencionaré algunos de sus logros. Maurice Ewing fue el geofísico que más contribuyó a la teoría y comprobación de las placas tectónicas y su relación con los sismos. En 1954, descubrió en el Golfo de México los promontorios "Sisbee", sugiriendo que eran montículos de sal. Catorce años después, esta vez como científico del *Glomar Challenger*, descubrió allí petróleo. En su historial personal se puede ver que realizó 330 trabajos científicos y participó en 50 expediciones de exploración de los fondos oceánicos; tres de éstas fueron en aguas de nuestro país. Fue miembro de la "National Academy of Sciences" y del "Royal Society" de Londres. Fue condecorado con la "National Medal of Science" por el Presidente Nixon. En su memoria, una nave de investigación estadounidense de 1.976 toneladas lleva su nombre.

De modo que conocer y operar con un eminente científico, como era Maurice Ewing, en la comisión conjunta que realizáramos en el mar de Drake, fue para mí algo muy afortunado y edificante. Vi en él a un hombre trabajador, perseverante y abnegado en su afán científico y, como todos los hombres de valer, a una persona sencilla y de trato muy amable.

Las pruebas nucleares estadounidenses en la época 1941-1963.

Los Estados Unidos de América, según dice la información oficial, realizaron 1054 explosiones nucleares, incluyendo las dos

bombas lanzadas en Hiroshima y Nagasaki. Destacados científicos creen, sin embargo, que la cantidad de pruebas nucleares realizadas por la gran nación del Norte es mayor, mas no están en condiciones de demostrarlo.

Por razones obvias, en este artículo nos limitaremos a señalar brevemente las pruebas nucleares más importantes y pertinentes a nuestro tema.

Los Estados Unidos de América iniciaron su primera y más larga serie de pruebas en julio de 1941 y se dio término a ellas el 31 de octubre de 1958, luego que el gobierno del Presidente Dwight Einsenhower acordara voluntariamente suspenderlas, asumiendo igual compromiso la URSS, dirigida entonces por Nikita Krushov. Pero, la Unión Soviética continuó preparándose y el 1 de septiembre de l961 reinició sus pruebas sin previo aviso, a raíz de lo cual los Estados Unidos reiniciaron las suyas catorce días después. Sus experiencias de explosiones nucleares fueron realizadas en el Estado de Nevada y en el océano Pacífico, siendo las más importantes del período que nos interesa, las siguientes:

1. Operación "Nougat", consistente en un año completo de pruebas subterráneas de baja potencia, iniciadas el 15 de octubre de 1961 y realizadas en Nevada.
2. Operación "Sunbeam", consistente en cuatro pruebas destinadas a probar los efectos de las armas, realizadas entre el 7 y 17 de julio de 1962 y conducidas por el Ministerio de Defensa.
3. Operación "Dominic", consistente en pruebas ejecutadas entre el 25 de abril y el 4 de noviembre de 1962, en el Pacífico Central, en el área de las islas Christmas y Johnston. Tuvieron por objeto comprobar la bondad de los diseños de armas lanzadas desde el aire, creadas en el período de receso voluntario de pruebas nucleares. Esta Operación "Dominic" incluyó dos operaciones más:

(1) Operación "Fishbowl", consistente en lanzamientos de misiles "Thor" a distancias entre 30 y 248 millas, haciendo detonar sus cabezas nucleares a grandes alturas para evaluar el mecanismo destructor. Estos experimentos tuvieron muy mal resultado.

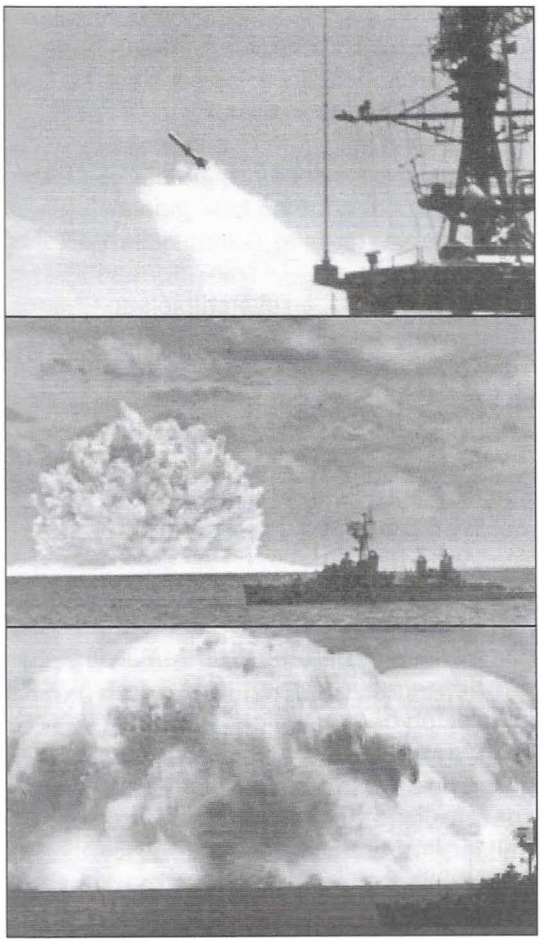
(2) Operación "Swordfish", destinada a comprobar el efecto de armas navales nucleares, que consistió en el lanzamiento por un submarino de un misil "Polaris" y en el lanzamiento de una bomba antisubmarina nuclear con el sistema antisubmarino "Asroc". Esta última experiencia es la que dio origen a la comisión de escucha acústica del AGS Yelcho, motivo por el cual merece una información más detallada.

La Operación "Swordfish".

Como información previa, debemos decir que la Operación "Swordfish" fue la última de cinco operaciones de prueba con explosiones submarinas nucleares realizadas por los Estados Unidos. Una de estas experiencias, denominada Operación "Wigwam", fue muy similar a "Swordfish". Consistió en hacer detonar una bomba de 30 kilotones a 650 metros de profundidad, en un lugar del Pacífico, a 700 millas al oeste de California, en mayo de 1955. La comunidad científica estuvo convencida hasta hace muy poco tiempo, que ésta había sido la última experiencia nuclear realizada por los Estados Unidos en las proximidades de su costa occidental, ignorando que siete años después se realizó en esta misma área, y más próxima a la costa todavía, la prueba nuclear que nos preocupa, "Swordfish".

Como ya lo dijéramos, "Swordfish" se realizó el 11 de mayo de 1962, en un lugar situado a 400 millas al oeste de San Diego; la detonación nuclear se produjo a las 20:02 hora de Greenwich, 13:02 hora local de California. Esta experiencia nuclear fue dirigida por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, y tuvo los siguientes objetivos:

- Evaluar los efectos del lanzador antisubmarino "Asroc", con bomba de profundidad nuclear, sobre buques de superficie y sobre un submarino aflorado.
- Efectuar una prueba de seguridad, verificando los riesgos de contaminación del buque lanzador.



Figs. 1, 2 y 3.

- Verificar comportamiento de una unidad estadounidense, lanzando un "Asroc" nuclear bajo simulación de condiciones de guerra.
- Ubicación de explosiones submarinas a larga distancia por intermedio de la propagación del sonido y sus técnicas de escucha.

Los blancos elegidos para esta experiencia fueron cuatro destructores y un submarino en superficie, situados a distancias entre sí que variaban entre 2.200 y 4.600 yardas. El "'Asroc" fue lanzado por el DD 826 *Agerholm* desde 4348 yardas de distancia hacia un punto central entre los buques blancos, materializado por una balsa. La bomba cayó a 20 yardas de ésta, haciendo explosión 40 segundos después, a 200 metros de profundidad, existiendo en el lugar 4.300 metros de profundidad. A los 16 segundos, la explosión había formado una especie de semiesfera de espuma radiactiva de 650 metros de alto y 915 metros de diámetro, y a los dos días, esa espuma se había fragmentado y expandido a 8 millas.

No tengo información sobre los daños ocasionados a los buques blancos ni sobre la contaminación sufrida por el DD 826. Pero, las autoridades estadounidenses quedaron muy conforme con esta prueba nuclear submarina, experiencia que nunca más se ha vuelto a realizar. (Figs. 1, 2 y 3).

Para finalizar, recordemos brevemente algo sobre esta arma táctica antisubmarina que es el "Asroc", probado en esta ocasión en su versión nuclear. El "Asroc" es un sistema de armamento que puede lanzar torpedos antisubmarinos M 44 y M 46; como también bombas de profundidad nucleares W 44, de 20 kilotones, siendo esta bomba la usada en la Operación "Swordfish".

El alcance mínimo del "Asroc" es de 900 yardas, siendo su alcance máximo de 10.000 yardas. Las dimensiones de la bomba son: diámetro 13,75 pulgadas, largo 25,3 pulgadas, peso 160 libras. Fueron fabricadas 12.000 unidades "Asroc", cesando su producción en 1970. La Marina de los Estados Unidos lo mantuvo en uso hasta 1989. Varias otras marinas del mundo lo tienen aún en operación.

La red acústica internacional oceánica y la participación de Chile.

Al comienzo de este artículo hice ver, que la excepcional condición oceánica de nuestro país, nos permitía ser actor o testigo importante de toda actividad científica en el océano Pacífico. Así mencionamos la importancia de Chile en las alertas de tsunamis y la correspondiente instalación en isla de Pascua de un registrador Van Dorm. Y agrego ahora que en esta misma isla, la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, tuvo instalado desde 1965 a 1970 una estación de estudio de la atmósfera superior, la que, más específicamente, fue un monitor de las explosiones

nucleares realizadas por Francia en el atolón de Muroroa.

Por otra parte, la experiencia vivida en nuestra comisión con el AGS *Yelcho* en 1962, con el fin de que una comisión de científicos americanos efectuara la detección acústica a distancia de una explosión nuclear, unida al conocimiento de la existencia de verdaderos "canales de sonido oceánicos", nos dio una nueva perspectiva profesional del océano. Casi cuarenta años después, la importancia de este campo de investigación sigue vigente, pero ahora bajo circunstancias políticas-estratégicas distintas. En 1962, la prueba fue conducida por los Estados Unidos de Norteamérica como gran potencia del mundo occidental enfrentada a una "'guerra fría" con la URSS, potencia rectora del mundo comunista. En cambio, hoy día, esa tarea de detección nuclear se cumple bajo el control de la Organización de Naciones Unidas, ONU, en virtud de que en 1966 se aprobó una Tratado Internacional que prohíbe realizar explosiones nucleares en cualquier parte del mundo, "Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty", CTBT. Para controlar el cumplimiento de este Tratado y bajo la dirección de la IMS, "International Monitoring System", se encuentra en ejecución la instalación de una extensa red de cobertura mundial de 321 estaciones detectoras, que permite el control de explosiones nucleares a lo menos de un kilotón, en cualquier medio que sean detonadas: submarino, atmosférico o subterráneo. La IMS determinó que 11 de estas estaciones debían ser hidroacústicas: seis equipadas con hidrófonos y cinco complementadas con sensores sísmicos dado que una parte de la energía hidroacústica que llega al litoral se convierte en energía sísmica, siendo estas estaciones las menos onerosas. Las once estaciones hidroacústicas se están instalando en islas, salvo una instalada en el cabo Leeuwin, al SW de Australia.

Las 5 estaciones insulares con sensores sísmicos se encuentran en:

- Reina Carlota, en Columbia británica (anterior al Tratado).
- Guadalupe, en las Pequeñas Antillas.
- Clarion, en archipiélago Revillagigedo, México.
- Flores, en las Azores.
- Tristán Da Cunha (Atlántico).

Las seis estaciones equipadas con hidrófonos se encuentran en los siguiente lugares:

- Ascensión, en el Atlántico (anterior al Tratado).
- Diego García, en el archipiélago Chagos, océano Indico.
- Crozet, al sur del océano Indico (actualmente lista).
- Juan Fernández, en mar de Chile (en proyecto).
- Cabo Leeuwin, en la costa SW de Australia.
- Wake (Pacífico) anterior al Tratado.

La IMS ha modernizado las estaciones que existían antes del Tratado, y ha dado prioridad a la construcción de aquellas que tienen mayor importancia estratégica. La instalación de la estación hidroacústica en la isla Juan Fernández se encuentra comprendida en el proyecto de la IMS; su diseño contempla la instalación de hidrófonos 15 millas al norte de la isla, y otros, 15 millas al sur de ésta, conectados ambos grupos al sistema de adquisición de datos de la Isla, el que estaría, a su vez, directamente comunicado con la IMS en Viena. Es decir, decenas de años después de la misión secreta cumplida con el AGS *Yelcho* en el área de Juan Fernández, la ONU, que controla ahora las pruebas nucleares en el mundo, tiene en proyecto instalar en la misma área, una estación hidroacústica internacional para controlar el cumplimiento del Tratado de Prohibición de Pruebas Nucleares. El estudio de sitio, está terminado pero su realización, sin embargo se encuentra en suspenso por causa de las dificultades financieras actuales de la Organización de Naciones Unidas y del alto costo del proyecto que es de más de 10 millones de dólares en Juan Fernández.

Por otra parte, la comunidad científica está plenamente consciente que estas valiosas instalaciones están destinadas funda-

mentalmente a registrar la realización de explosiones nucleares. Pero, da por subentendido que además constituirán un magnífico medio para complementar otros estudios oceanográficos. Chile, pues, ya forma parte de la red proyectada de 11 estaciones hidroacústicas de observación internacional y mundial, habiéndosele así reconocido su capacidad oceanográfica.

Obvias conclusiones.

Con lo expuesto en el párrafo anterior, lo aconsejable ahora es velar porque no se pierda para Chile la oportunidad de construir la estación proyectada en isla Juan Fernández y con ello la posibilidad de participar y compartir las investigaciones científicas que puedan realizarse en el océano Pacífico, con el aporte de esta estación y de otros medios de investigación oceanográfica con que cuenta el país. Porque, dada la condición geográfica esencial marítima de Chile, y la ubicación y extensión de sus litorales continental e insular, que determinan una inmensa "zona económica exclusiva" y un área mayor de "mar presencial", el conocimiento científico en todos sus campos, del océano Pacífico, de sus aguas y del suelo y subsuelo marino, resulta de vital importancia económica y estratégica. La previsión del tiempo atmosférico y marítimo, la riqueza biológica del mar de Chile, las potencialidades mineras del suelo y subsuelo oceánico, la realidad de la guerra submarina y antisubmarina en un conflicto bélico, hacen que las investigaciones científicas sobre el océano Pacífico oriental: de su climatología, su meteorología, su biología marina, su geología, su sismología y en fin su oceanografía en todas sus ramas, tengan el mayor interés para Chile en especial porque las características climáticas de nuestro hemisferio son muy influenciadas por el fenómeno de El Niño que nace del comportamiento de las entrañas de nuestro océano Pacífico y por el impredecible comportamiento de nuestros recursos demersales y pelágicos.

En suma, nuestra excepcional condición de país oceánico muy bien ubicado en la cuenca oriental del Pacífico, nos permite ser actor o testigo presencial de las actividades científicas y bélicas que en esta área puedan desarrollarse.

En relación con lo anterior debemos tomar nota que el buque de investigación oceanográfica de la Marina de Chile, el AGOR *Vidal Gormaz*, está llegando al término de su vida útil, por consiguiente, debemos responder a nuestra conciencia marítima acelerando los estudios y resoluciones para el financiamiento de su reemplazo.

Mis agradecimientos al Jefe del Departamento de Oceanografía del SHOA, Capitán de Fragata Sr. Rodrigo Núñez Gundlach, por su colaboración y antecedentes aportados a este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

- Implementation of a Hydroaccoustic Monitoring System for the comprehensive nuclear-test-ban Treaty.
- The Handbook of Texas on line.
- Operation Dominic 1962 Christmas Island, Johnston Island Central Pacific (Internet).
- Parte de Viaje AGS Yelcho, mayo 1962.
- Principles of Naval Weapons Systems. Edited by D.R. Frieden U.S. Naval Institute.
- Ocean Accoustic Tomography. Cambridge Monographs on Mechanics 1995.
- Síntesis de las actividades oceanográficas desarrolladas por la Armada de Chile. Depto de Navegación e Hidrografía, julio de 1964.

* * *