

SALVATAJE DE LA BARCAZA "AGUILA"

Eduardo Angulo Budge
Capitán de Navío

INTRODUCCION

La barcaza "AGUILA" de la Armada (LST.91) enfrentó uno de los peores temporales que han azotado nuestras costas, en la amanecida del día 10 de Abril último, cuando maniobraba desde su fondeadero para capear mal tiempo dirigiéndose hacia afuera de la bahía de Valparaíso. Por causas hasta la fecha desconocidas, el buque sufrió el desperfecto de su máquina de estribor al trabarse su propulsor en el momento crítico, cuando viraba para aproarse a la mar. La fuerza del viento y el inmenso oleaje hicieron derivar al buque en cuestión de minutos, hasta estrellarlo contra la costa del puerto, frente a la Universidad Santa María, en fondo disparejo de rocas y arena.

El casco plano de la barcaza fue perforado inicialmente al tocar fondo en un bajío de rocas cien metros afuera de la costa. En estas circunstancias, los departamentos de máquinas y de generadores se inundaron antes de que el buque llegase a la posición en la cual quedó definitivamente varado, de costado, con proa 050° y una escora a babor de 60°.

En dicha posición, el buque continuó destrozándose al soportar los golpes de olas enormes que chocaban como ariete a lo largo de su costado de babor, levantándolo y dejándolo caer sobre el fondo rocoso, hasta que el temporal dio muestras de amainar 15 horas después del accidente.

AVERIAS SUFRIDAS

Todos los departamentos y estanques de lastre del buque quedaron inundados. Sólo algunos de la banda de babor presentaban posibilidades de ser recuperados mediante reparaciones de emergencia; los demás, en su gran mayoría, evidenciaron estar directamente abiertos al mar, soplando constantemente cuando bajaba la marea, lo cual hacía imposible su inspección con buzos desde el interior.

El buque quedó encabuzado y apoyado en dos grandes masas de rocas. A popa la más alta y de mayor tamaño y la otra a un tercio de su proa. Al subir la marea se inundaba la cubierta de tanques, sumergiéndola hasta un metro en dicha porción de proa. El agua no só-

lo penetraba por las averías del casco, sino que también por rajaduras y aberturas de planchas del costado de babor, que se produjeron por impactos directos de las olas que causaron combaduras de hasta 15" de flecha. No obstante, la cubierta y superestructura del buque y en general todos sus equipos y armamentos pudieron soportar bien el embate de las olas,

con excepción de la embarcación tipo LCPV que estaba izada en sus calzos de popa babor, la que fue averiada seriamente en el temporal del 10 de Abril y posteriormente destruida completamente en un segundo temporal el 22 de Abril, cuya marejada fue tan violenta como la primera.

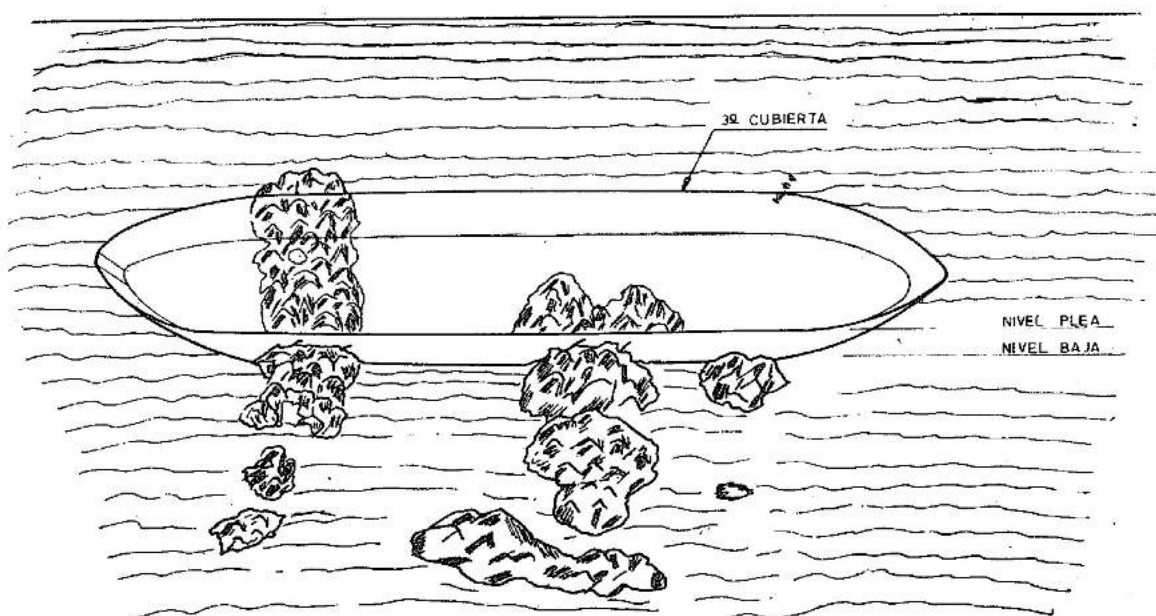


Fig. 1. Croquis con las rocas que averiaron el casco y donde se asentó el buque varado.

La barcaza quedó con todos sus sistemas de propulsión y poder eléctrico inutilizados e inundados; sin embargo, poseyendo el buque las características adicionales de una unidad de reparaciones (ARVE), se pudo contar con la planta de poder auxiliar, la caldera y otras maquinarias auxiliares de la cubierta principal, que fueron puestas en funcionamiento para mantener los servicios mínimos e imprescindibles a bordo para las operaciones previas al salvataje. Esta circunstancia favorable permitió mantener a bordo una parte de su dotación para todos los trabajos y servicios de guardia.

SITUACION DEL BUQUE VARADO

El desplazamiento del buque antes de varar era de 3.080 tons, con un calado de 6' a proa y 11' a popa. Al quedar con los departamentos centrales y estanques de lastre inundados este desplazamiento aumentó virtualmente hasta 6.266 tons, lo que estaba muy por encima del desplazamiento normal a plena carga, que es de 3.980 tons para una barcaza tipo LST.

La estabilidad del buque varado de costado se estimó aceptable; más aún después de ha-

ber sorteado en esta situación el segundo temporal ya citado, oportunidad en la que se tomó la decisión de inundar los departamentos de ambas bandas sobre la tercera cubierta, mayor peso con el cual el buque pudo resistir la fuerte marejada sin cambiar su posición.

Se estableció que muy pocos pesos eran susceptibles de ser removidos de a bordo, no siendo posible el acceso hasta su costado de elementos portátiles de descarga para levantar grandes masas. En consecuencia, se consideró armar una cabria en tierra y por medio de una galga-andarivel se pudo sacar todo el material de armamento, munición, equipos y material almacenado en los pañoles y talleres y todo lo que pudiera alivianar pesos que fuera posible con dicho sistema.

El lecho donde quedó apoyado el buque era de roca y arena. La pendiente de la playa (80/o) se consideró alta, pudiendo establecerse

que ésta era limpia, excepto en dos picachos de rocas a pocos metros del casco y en otros bajos de rocas más afuera. Por estribor se determinó una gran cantidad de rocas submarinas y afloradas, que fueron las que averiaron el casco e incluso abrieron boquetes de consideración por el costado de esta misma banda.

Después de 15 días de varamiento del buque, las fuertes marejadas y las grandes olas que lo golpearon en los temporales del 10 y 22 de Abril hicieron cambiar el relieve submarino del lecho rocoso donde se apoyaba. El buque, al ser levantado y caer con fuerza en cada ola fue socavando la roca de consistencia más bien blanda hasta hacerse su propia cama, especie de dique donde quedó asentado su tercio de popa. Esta circunstancia obligó, posteriormente, a demoler la pared de roca que se formó al costado de popa babor, como única forma de sacarlo.

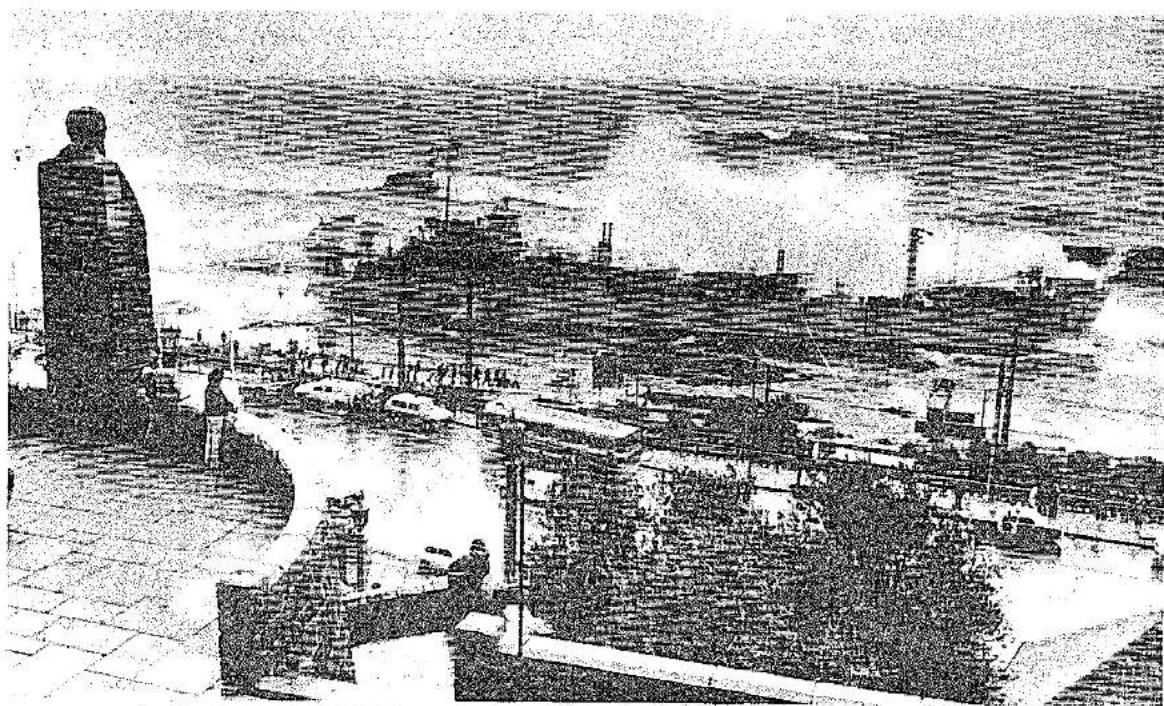


Fig. 2. EL "AGUILA" varado en la bahía de Valparaíso, frente a la Universidad Santa María.

ORGANIZACION PARA EL RESCATE

La Comandancia en Jefe de la Primera Zona Naval dispuso, desde el primer día del accidente, que se constituyera el Comando de Rescate y Salvataje, dependiente de la Comandancia de la Base Naval Valparaíso, para iniciar los trabajos previos a bordo para rescatar y zafar el buque de su posición. Al mismo tiempo, entregó a la Base Naval de Valparaíso la responsabilidad de iniciar las operaciones previas y preparatorias para reflotar el "AGUILA".

Posteriormente, se dispuso la constitución de un Comando de Grupo de Tarea para preparar y coordinar los trabajos preliminares y ejecutar la maniobra de zafada, mando que recayó en el propio Comandante de la Base Naval de Valparaíso, subordinándosele los buques y medios necesarios para ello, como asimismo todo el apoyo logístico de la Base que le es propio, así como también la asesoría y apoyo de las Direcciones Técnicas en las áreas de Ingeniería y Maniobras.

Organizado el equipo para efectuar los trabajos de reflotamiento se continuó con las tareas que a cada uno le correspondía, en el siguiente orden de prioridades:

- | | | |
|---------------------------------------|---|--|
| Barcaza "Aguila" | : | <ul style="list-style-type: none"> — Recuperar el compartimentaje del buque. — Aligerar pesos. — Desembarcar armamento. — Embarcar manobra y elementos de salvataje. |
| Comando de rescate y salvataje | : | <ul style="list-style-type: none"> — Plan de Apuntalamiento. — Investigación interior y exterior. — Plan de Estiba. — Plan de Ganancia de Boyantez. |
| Buques de salvataje | : | Preparar maniobra remolque y aparejo de playa para tracción. |

- | | | |
|-------------------------------|---|--|
| Partida de playa | : | Preparar trabajos de playa y demoler rocas por ambos costados del buque. |
| Partida de Buzos | : | Demoler picacho de rocas por babor e investigar el fondo marino en las proximidades del área de salvataje. |
| Instituto Hidrográfico | : | Levantar Carta Detalle 1 : 1.000 del área de maniobra para el salvataje. |

CALCULOS PRELIMINARES

La posición del buque en el fondo rocoso y la marejada que constantemente se hizo presente en la bahía hicieron casi imposible una inspección detallada de todas las averías por parte de los buzos. Peor aún era la situación en el interior del buque para inspeccionar los daños en los estanques centrales, alejando, además, toda posibilidad de efectuar en la posición varado una reparación provisoria para ganar boyantez. Esta debería ser obtenida por medio de otro agente externo, ya fuera inyectando aire a presión dentro de los estanques para desalojar el agua o bien inyectando otro elemento liviano que cumpliera similar rol.

La idea de inyectar aire empleando el sistema usado en otros salvatajes, como en el caso del "NAGUILAN" en 1963, fue desechada por la gran superficie libre que se originaba dadas las características del buque (tipo LST), en el que los departamentos inundados lo están prácticamente de banda a banda y por su difícil impermeabilización.

Se comenzó, entonces, la búsqueda de una solución alternativa que no contemplara uso de aire y es así como surgió la idea de emplear partículas de un material plástico granulado llamado poliestireno, siguiendo la información que aparecía en la revista "SALVAGE OF MARTIN S" donde se describía sucintamente el salvataje del buque mercante de nacionalidad danesa "MARTIN S", en 1967,

en el que se empleó esa substancia para reflotarlo. Dicha materia había que ubicarla en Chile, probarla y verificar su consistencia física y su reacción química en el medio líquido, mezcla de agua y petróleo, en que tendría que trabajar.

Efectuadas las averiguaciones para ubicar un tipo de material similar se tomó contacto con la firma "AISLAPOL S.A." de Santiago, que fabrica, con dicho nombre, un producto químico plástico derivado del petróleo, conocido en Chile con el nombre común de "plumavit", y que tiene múltiples usos, especialmente como elemento aislante. Se le hicieron las pruebas de resistencia a la contaminación con petróleo y absorción de agua, que fueron satisfactorias, y los ensayos para encontrar la forma como inyectarlo en un departamento inundado y bajo el nivel del mar; también se efectuaron experiencias en laboratorio para determinar su actitud física como elemento semi sólido que proporcione boyantez, con el fin de conocer su comportamiento dentro de un departamento sometido a escora y con movimiento permanente.

Los resultados de los ensayos y pruebas fueron satisfactorios. Estos, sumados a los datos proporcionados por la propia firma en cuanto a que este elemento no absorbe agua en más de un 20%, hicieron prever la posibilidad de su empleo en el salvataje, decisión que se adoptó después de un estudio de factibilidad que entregó la Dirección de Ingeniería de la Armada, en el que se estipulaba el volumen aproximado de 1.800 m³ de poliestireno.

La disposición de cálculos para establecer los volúmenes requeridos para obtener la boyantez fue la siguiente:

a) **Peso del buque**

Buque vacío	:	2.350	tons
Peso agua embarcada	:	3.916	tons

Desplazamiento virtual : 6.266 tons

Desplazamiento virtual, es el desplazamiento que tendría el buque si estuviera flotando en las condiciones en que quedó después del accidente.

b) **Reacción del fondo (con marea 1,81 m)**
Calados medidos para marea 1,81 m :

Proa, 12'9".
Popa, 15'3".

Desplazamiento virtual : 6.266 tons
Menos desplazamiento para esos calados : — 4.800 tons

Reacción de fondo : 1.466 tons

Para desvarar el buque había que vencer esa reacción de fondo de 1.466 tons.

c) **Fuerza disponible para desvarar**

Coefficiente de fricción estimado : 0,9.

Buques disponibles : 2 remolcadores de flota (ATF) con aparejo de playa y 3 remolcadores de puerto.

1 ATF arrastra 30 tons	x	2	=	60	tons
1 Aparejo de playa 30 tons	x	2	=	60	tons
3 Remolcadores			=	44	tons

Arrastre total : 164 tons

Fuerza de tracción = $\frac{\text{Arrastre } 164}{\text{Coef. } 0,9} = 182 \text{ tons}$

d) **Reacción de fondo residual**

Reacción fondo según marea
1,81 m = 1.466 tons
Fuerza tracción disponible = 182 tons
Reacción de fondo
disminuida = 1.284 tons

La única forma de reducir más la reacción de fondo de 1.284 tons que aún restaba era aligerar el buque sacándole pesos, parchando los estanques y departamentos averiados y, finalmente, inyectarles una cantidad de esferas y bloques de poliestireno para ganar boyantez. Por las condiciones en que quedó varado el buque era imposible lograr cifras significativas con los dos primeros métodos. Se consideró, en consecuencia, realizar la operación mediante la inyección de esferas y colocación de bloques de poliestireno en aquellos estanques abiertos al mar. Las cantidades mínimas a emplear fueron las siguientes:

Se consideró un coeficiente 0,85 para bloques y 0,7 para las esferas inyectadas.

	Capacidad disponible		Coef.	Boyantez ganada	
Instalación de bloques	200 m ³	x	0,85	= 170	tons
Inyección esferas	1.600 m ³	x	0,7	= 1.120	tons
Ganancia boyantez por poliestireno :				1.290	tons
Ganancia boyantez por ali- geramiento de pesos :				100	tons
Boyantez total :				1.390	tons

La cantidad de bloques era fija y estaba determinada por el número de estanques recuperables por estribor, que no fue superior a 100 toneladas. Esa misma cantidad debería ser recuperada por babor, en forma de igualar la boyantez de la otra banda para que el buque flotara adrizado.

En cuanto a la inyección de esferas se debería respetar la cantidad mínima a inyectar, como condición para flotar. En consecuencia, se verificó y aseguró que esta cantidad pudiera ser realmente inyectada, quedando abierta la posibilidad de incrementarla, lo que, desde luego, mejoraría la boyantez haciendo que el buque flotara antes de lo previsto.

TRABAJOS DE ALISTAMIENTO

Los trabajos para alistar el buque centraronse, en lo principal, en recuperar el máximo de estanques por babor y realizar un completo plan de apuntalamiento para hacer que la cubierta de tanques fuera la que resistiera el empuje de flotabilidad hacia arriba. Esto se logró con puntales de madera que fueron traídos de Talcahuano e instalando estanches metálicos de proa a popa en cruz, entre la cubierta principal y la de tanques, con lo cual se le proporcionó la rigidez necesaria a la tercera cubierta, que sería la que reemplazaría al casco para flotar; además, esta cubierta debió quedar absolutamente estanca.

En otras áreas del alistamiento se continuó descargando el máximo de equipos de a bordo, incluido todo el armamento y embarcaciones; se realizó un intenso trabajo de demolición submarina para hacer volar las rocas aguja que estaban por babor a 20 metros del bu-

que y para demoler los obstáculos de rocas que aprisionaban el casco a popa babor.

Esta última tarea fue difícil debido a que se requería días de relativa calma y buena visibilidad bajo el agua, que no se presentaron. El buzo debía trabajar eludiendo las corrientes que se producían por el movimiento del casco con las olas.

Junto a los trabajos de a bordo, se realizó en tierra la construcción de 16 tolvas metálicas de 1,5 metros de diámetro en su extremo superior, las que se instalaron en diferentes puntos de la tercera cubierta con el objeto de inyectar las esferas de poliestireno. Estas tolvas fueron ideadas y diseñadas especialmente para este trabajo, no habiéndose tenido información anterior de la metodología empleada para inyectar estas esferas plásticas (ver figura 3 para observar sus componentes y funcionamiento).

Por estribor del buque la marejada comenzó a embancar la playa cubriéndose totalmente el espacio entre los dos grandes macizos de rocas. Esta situación obligó a considerar la necesidad de despejar nuevamente la arena para abrir una pequeña ensenada hacia tierra y admitir un flujo de agua por estribor en pleamar. Esta pequeña ensenada permitiría, finalmente, emplear explosivos para producir una ola artificial para ayudar a desvarar el buque en caso que las puntas de rocas fueran mayores que lo que se previó.

En los almacenes del establecimiento terrestre de la Base Naval se inició el bodegaje de los 1.800 metros cúbicos de poliestireno, que fue llegando de la fábrica en Santiago en bolsas plásticas de fácil manipulación; desde allí se fue embarcando en todos los espacios disponi-

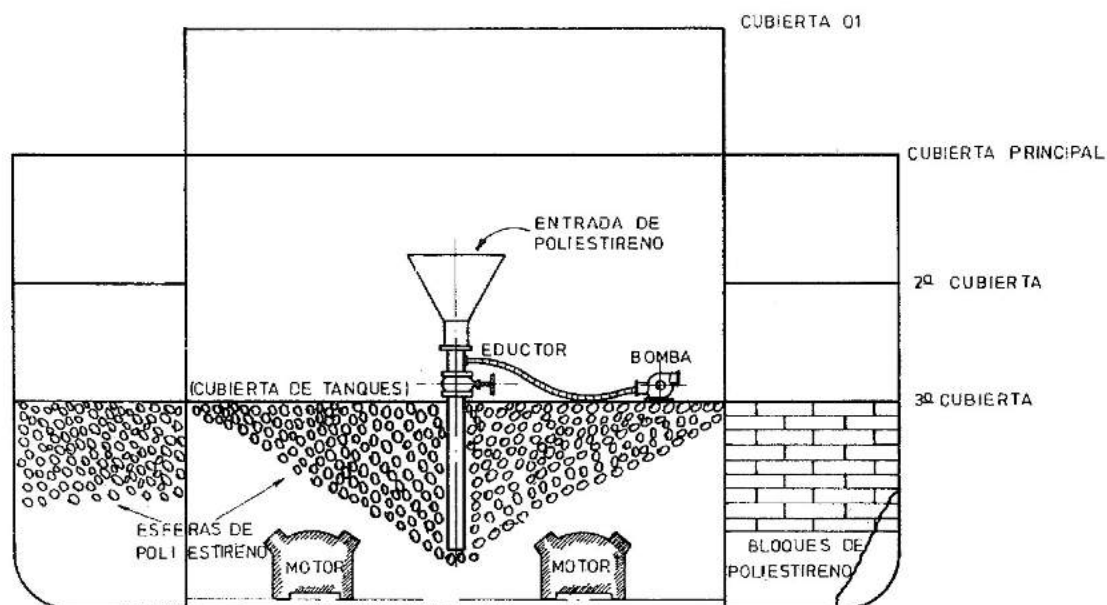


Fig. 3. Corte transversal esquemático que indica el sistema de inyección de esferas de poliestireno y colocación de bloques por estribor.

bles del buque que pudiesen ser despejados. La tarea de estiba interior fue altamente compleja, debido a que era menester que todo este material quedase almacenado a bordo como requisito previo a su inyección en los estanques y departamentos inundados, lo que estaba reservado a la etapa final del proceso.

PLAN DE SALVATAJE

La maniobra de zafar debería realizarse con la pleamar más alta posible. Dicha condición se presentaba entre los días 14 al 18 de Mayo inclusive, considerando las más altas mareas que fluctuaban entre 1,79 a 1,85 m. Todos los trabajos se orientaron para lograr esta meta, siendo el tiempo disponible bastante estrecho. Fue necesario e indispensable estudiar una detallada planificación de todas las actividades a realizar en la acción de salvataje.

Una semana antes del 14 de Mayo se efectuó una reunión final para definir fechas y metas y a la vez revisar todas las acciones en ejecución. Se definió el día "D" para el 17 de Mayo y a la hora de pleamar máxima para ese día, que se presentaba para las 12.20 horas.

Los eventos principales del Plan de Salvataje fueron los siguientes :

- D - 5 : Iniciar colocación de bloques en estanques de estribor.
- D - 4 : Preparación de la playa, voladuras de rocas y aclarar maniobra no necesaria.
- D - 4 : Terminar apuntalamiento.
- D - 3 : Meteorología. Análisis y decisión.
- D - 3 : Terminar acopio de productos químicos.
- D - 2 : Buques de salvataje "YELCHO" y

"ALDEA" en sus puntos asignados, con aparejo de playa listo.

- D - 2 : Prueba general, ensayo.
- D - 1 : Cubierta de tanques seca. Se establece condición estanca bajo tercera cubierta.
- D - 1 : Se instalan circuitos de alumbrado de emergencia, bajo la cubierta.
- H -36 : Inicia achique de estanques recuperados por babor.
- H -30 : Inicia inyección de esferas en estanques averiados babor.
- H -24 : Termina inyección de esferas de estanques babor.
- H -18 : Templado de remolques de los ATF.
- H -18 : Establece condición estanca sobre la tercera cubierta del "AGUILA".
- H -18 : Termina colocación de bloques de poliestireno en estanques por estribor.
- H -12 : Aclara personal y elementos de maniobra no necesarios.
- H -10 : Inicia primera inyección de esferas en departamentos centrales.
- H - 6 : Termina primera inyección de esferas.
- H - 6 : Los ATF comienzan a virar, manteniendo teso el remolque.
- H - 5 : Remolcadores de puerto pasan remolque.
- H - 4 : Remolcadores inician la tracción.
- H - 3 : Termina segunda inyección de esferas. Se aclara de a bordo todo el personal no necesario.
- H - 3 : Los ATF y remolcadores con toda fuerza.
- H - 1 : Explosar manguera explosiva para producir una ola artificial y cargas ubicadas en profundidad del suelo para remover rocas debajo del casco.
- H : Buque desvara y flota.
- H + 2 : Inspección bajo el casco.
- D + 2 : Preparación remolque a Talcahuano.

La ubicación inicial de los buques de salvataje (ATF) y remolcadores de puerto para

tracción se estableció como se indica en la figura 4, considerando que el buque debería salir por donde mismo entró, aplicándose la fuerza para sacarlo en sentido transversal hacia babor y desde allí verificar cual era la tendencia para desvarar.

EJECUCION DE LA MANIOBRA

Puesto en vigencia el Plan de Salvataje, se fue dando ejecución a los diferentes eventos hasta llegar al día D-1 en que se inicia la maniobra de desvarar. A la hora H-10 se da comienzo a la primera inyección de esferas para quedar terminada a la hora H-6, es decir, con la baja inmediatamente anterior. Esta primera etapa se logró sin mayor contratiempo, aunque el ritmo de carga obtenido fue ligeramente más lento que el cálculo teórico; en un chequeo se constató que a esa hora (bajamar) se habían logrado 700 toneladas de boyantez.

La inyección de la segunda etapa de esferas de poliestireno fue francamente más lenta por haberse saturado las tolvas. Un nuevo recuento de material inyectado entregó un cálculo optimista de 900 toneladas de boyantez a las 08.00 horas del 17 de Mayo, restando 4 horas para la hora H. Desde ese instante la inyección de esferas fue muy lenta y a través de sólo algunas de las tolvas; esta tarea se continuó hasta las 10.00 horas.

El buque comenzó a levantar con la marejada que llegaba, pero volvía a caer en su mismo punto. Los remolques de alambre trabajando a toda tensión hacían un todo rígido que al levantarse con la ola se giraba para salir de popa, efecto que cambiaba en sentido contrario al bajar el buque, produciéndose un nuevo giro y deshaciéndose el movimiento inicial.

En esta situación, con todos los remolcadores dando su máximo poder y manteniendo los aparejos de playa del "YELCHO" y "ALDEA" a su máxima tensión, se notó a las 10.30 horas que la proa comenzó a quedar más afuera, girando casi imperceptiblemente. A eso de las 11.00 horas el buque había caído a babor unos 8 grados, verificándose que la tendencia era salir de proa. Se ordenó, en consecuencia, al remolcador "Aguila II" que tirara con todo a babor, pasando incluso sobre el ba-

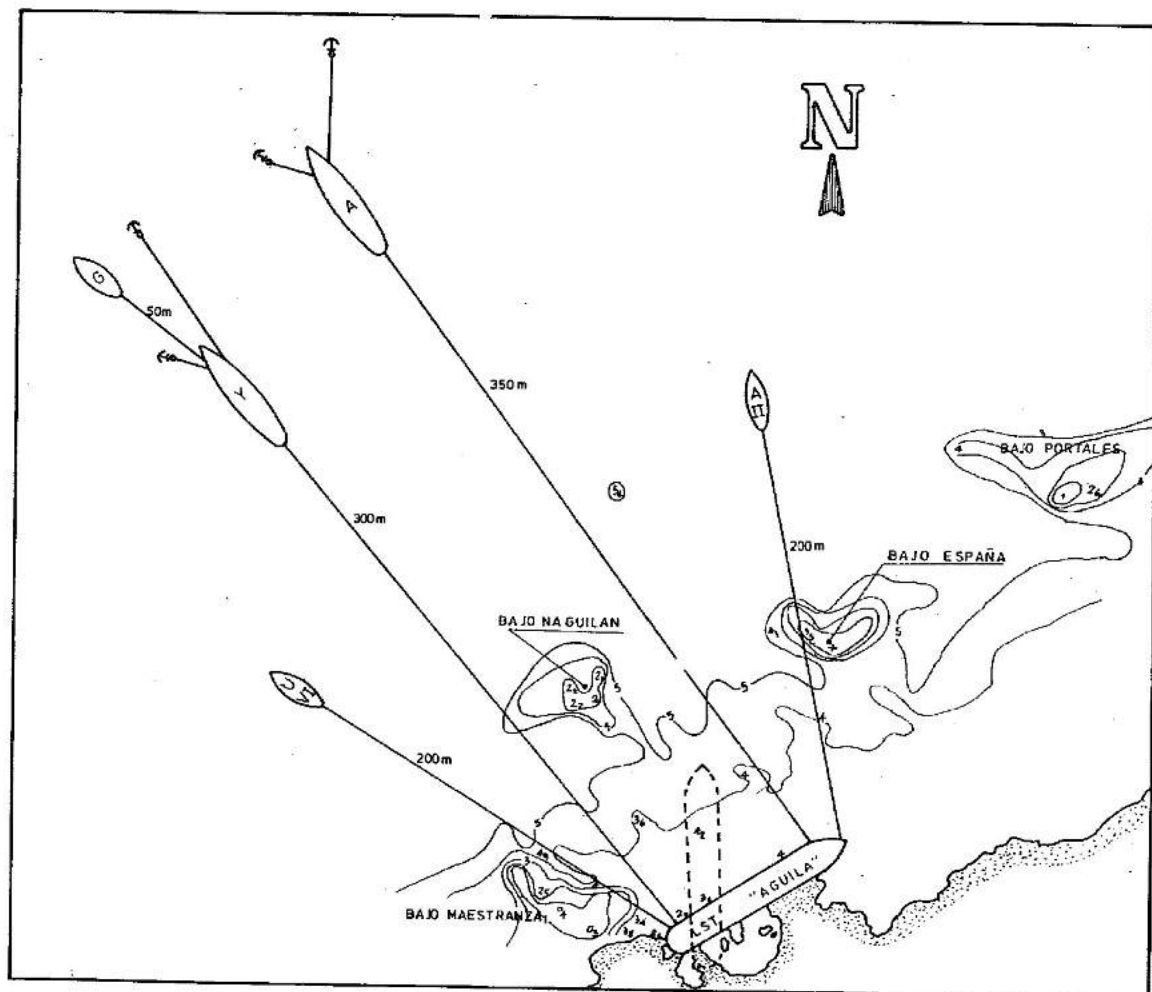


Fig. 4. Ubicación de los huques de salvataje "YELCHO" y "ALDEA" y remolcadores "ULTRAMAR VI", "AGUILA II" y "GALVEZ". En línea punteada la posición en que giró el buque antes de la desvarada.

jo, y al "GALVEZ" que cambiara su posición para pasar remolque corto por la proa del "AGUILA" para tirar entre el "ALDEA" y el "AGUILA II". En esta forma el buque cayó 50 grados a babor, quedando aproado al Norte entre los dos bajos en posición excelente para desvarar en esa dirección.

Por la popa se apreciaba el buque montado sobre una gran roca que no lo dejaba moverse; fue entonces, a las 11.20 horas, que se

dio la orden de hacer explotar la manguera explosiva, al mismo tiempo que las cargas que se habían instalado en la profundidad del macizo de rocas.

Al producirse la explosión, que se sintió con gran estrépito, se ordenó al "ALDEA" y al "YELCHO" caer el máximo a estribor y lo mismo al "ULTRAMAR", quedando todos los buques endentados tirando hacia proa del "AGUILA" en la dirección Norte. Entonces el

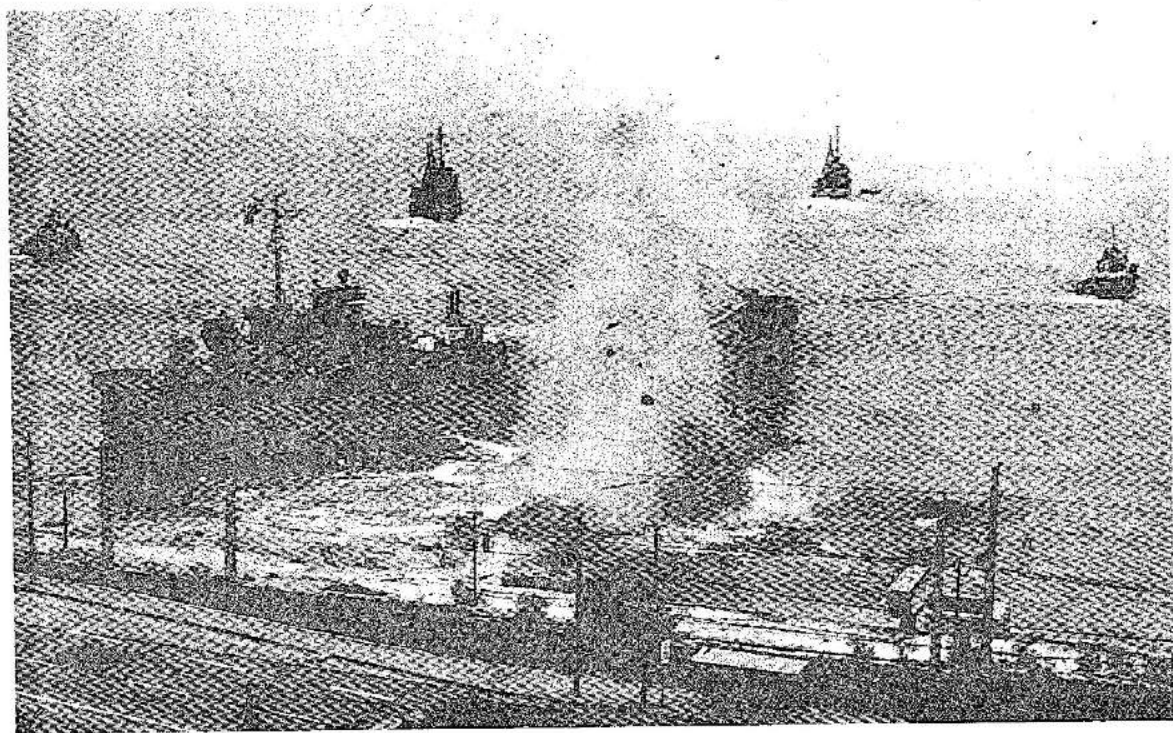


Fig. 5. Se hace explotar las cargas en la playa y bajo las rocas, produciéndose una ola artificial.

buque desvaró y con gran velocidad, como lanzado por un poderoso resorte, pasó raudo entre los dos peligrosos bajos hasta quedar a buena distancia de la costa, flotando y completamente adrizado. Eran las 11.40 horas, adelantada en 40 minutos a la hora "H".

Los espectadores, que desde toda la mañana se habían aglomerado en los faldeos de los cerros, en los edificios, en las playas y en la Avenida España, irrumpieron en grandes demostraciones de júbilo.

La maniobra había terminado y el "AGUILA" volvía a flotar. La gente del puerto de Valparaíso, de antigua raigambre marinera, no

perdió la oportunidad para apreciar y verificar al detalle esta maniobra que, junto a otros hechos notables, quedará grabada para siempre en la historia de Valparaíso.

El buque fue llevado al interior de la poza de abrigo, donde se le practicaron las inspecciones del casco y se le preparó para llevarlo a remolque a Talcahuano. El día 1º de Junio, a las 05.00 horas, la barcaza "AGUILA", remolcada por el "YELCHO", entró a la bahía de Concepción, arribando esa misma mañana al puerto de Talcahuano donde se encuentra en estos momentos.

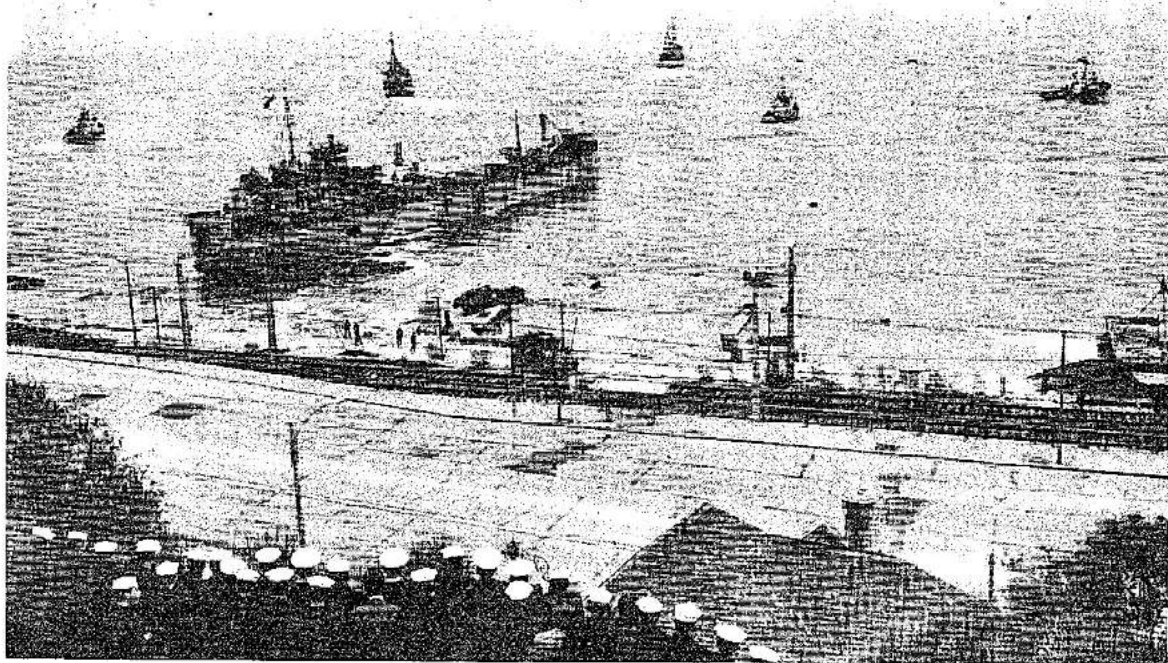


Fig. 6. EL "AGUILA" zafa y sale con velocidad entre los dos hajos a babor y estribor que tiene por ambas amuras.

CONCLUSION

Por los calados obtenidos con el buque flotando, se verificó que la boyantez lograda fue exactamente la cantidad calculada,

quedando el buque con 5.000 toneladas de desplazamiento, lo que indica que la boyantez ganada fue del orden de las 1.300 toneladas.

