

UN PROYECTO DEMANDANTE Y EXITOSO

Jorge Davanzo Hyslop*

Si bien ASMAR ya había realizado un número importante de recuperaciones y modernizaciones de submarinos, el esfuerzo desplegado en este caso fue mucho mayor.



En el año 2005 la Armada del Ecuador pone en ejecución el Plan de Fortalecimiento del Poder Naval, con el propósito de recuperar las capacidades de las unidades operativas y modernizarlas acorde a las tendencias de la tecnología actual. En lo que se refiere a las unidades submarinas, este plan contemplaba la ejecución de los trabajos de recuperación y modernización que permitieran a estas unidades recuperar sus capacidades operacionales y que se proyectaran con un horizonte de vida útil operativa de por lo menos 20 años más.

En efecto, los submarinos BAE *Shyri* y BAE *Huancavilca*, diseñados y construidos en Alemania por el astillero *Howaldtswerke Deutsche Werft* (HDW) de Kiel, fueron entregados a la Armada del Ecuador en 1977 y 1978 respectivamente, consecuentemente habían cumplido ya más de 28 años de servicio.

Entre los años 1984 y 1985, estos submarinos fueron sometidos a la primera recuperación en el Astillero HDW, en Alemania. La especificación técnica al respecto disponía de recuperaciones cada seis años de servicio, en donde se incluía cambio de máquinas, previo corte del casco resistente, cambio de generadores y demás mantenimientos mayores necesarios para mantener la capacidad de navegar, detectar y combatir.

Entre los años 1991 y 1992, se les realizó en Ecuador un mantenimiento mayor de los sistemas de ingeniería a cargo de los Astilleros Navales Ecuatorianos (ASTINAVE), y los sistemas electrónicos reciben sólo mantenimiento planificado anual.

En febrero del año 2003, la explosión e incendio ocurrido en la sección de proa del BAE *Shyri*, causó serios daños en los equipos del sector y en parte de su cableado debido a las altas temperaturas alcanzadas y el agua utilizada para sofocar el incendio. Asimismo, sufrió ciertos daños estructurales y deformación de algunos compartimientos importantes. Ese año, se inició un proyecto en el país que tuvo como finalidad recuperar la condición operativa previa al accidente; los trabajos no incluyeron modernización alguna.

En resumen, todos los sistemas y equipos de ambos submarinos, requerían urgentemente una recuperación y/o modernización.

* Contraalmirante. Oficial de Estado Mayor. Administrador del Proyecto de Recuperación y Modernización y actualmente Jefe Corporativo de la Unidad de Submarinos en la Dirección de ASMAR.

La preparación

A fines del año 2007, después de un proceso de licitación internacional en que participaron otros tres Astilleros extranjeros, la Honorable Junta de Defensa Nacional del Ecuador (extinta a contar del 1 de enero 2009 y sus obligaciones asumidas por el Ministerio de Defensa Nacional del Ecuador), adjudicó y posteriormente contrató, a Astilleros y Maestranzas de la Armada (ASMAR) y para la Armada de Ecuador, la recuperación y modernización de dos unidades submarinas tipo U-209, BAE *Shyri* y BAE *Huancavilca*, de acuerdo a las especificaciones técnicas que se establecieron.

Para tal efecto, el 10 de enero de 2008 se firmó entre las partes un contrato y posteriormente, el 25 de julio del mismo año un complementario a éste, que comprendían lo siguiente:

- La ejecución de los trabajos de recuperación y modernización de acuerdo al detalle que se indicaba en las especificaciones técnicas y los cambios previstos de equipos y/o componentes detallados en las mismas especificaciones, incluyendo las interfaces requeridas para el control de la nueva arma seleccionada.
- La entrega de documentación técnica y de operación de equipos y sistemas nuevos a instalar durante la modernización.
- La entrega del plan de mantenimiento y lista recomendada de repuestos de sistemas y equipos reemplazados, y la entrega de los diagramas y planos de todos los sistemas y equipos sujetos a reemplazo en los trabajos de recuperación.
- El desarrollo de los cursos de mantenimiento básico y de operación de equipos y sistemas nuevos o modernizados.

Para la modernización de ambos submarinos, ASMAR suscribió contratos con varias empresas extranjeras y que por lo general incluyeron:

- La provisión del equipamiento a instalar y sus componentes asociados.
- Transferencia de tecnología al usuario final, tanto en el extranjero como en el país, durante las fases de integración y validación de cada sistema en el *Land Based Test Side* (LBTS) de cada empresa.

- Capacitación y entrenamiento en la operación y mantenimiento de los sistemas nuevos o modernizados.
- Asistencia técnica al astillero durante las etapas de instalación, *setting to work*, y pruebas de puerto y mar.
- Entrega de documentación técnica, de operación y mantenimiento, y del listado de repuestos recomendados.

Como la ejecución de los trabajos de recuperación en ambos submarinos requería efectuar previamente el corte del casco de presión en la sección de popa de cada unidad, permitiendo con ello retirar para mantención los equipos y componentes de generación eléctrica, maquinaria diesel y el motor propulsor, ASMAR suscribió un contrato de asistencia técnica con un astillero extranjero para ejecutar el corte y posterior unión del casco de presión, lo que incluyó:

- Desarrollo del análisis de riesgo de toda la operación (corte, separación, y posterior unión del casco de presión) y estudios preliminares previos a iniciar los trabajos.
- Elaboración de las especificaciones de mediciones de control geométrico a ejecutar antes y después del corte y posteriormente una vez completada la unión del casco.
- Elaboración de las especificaciones de referencia de alineamiento, herramientas de apoyo y reforzamientos para evitar deformaciones importantes.
- Asistencia para el corte de ambos submarinos y posterior unión y soldado de la sección de popa, incluyendo la revisión de los procesos, disponibilidad de herramientas y calificación de personal para corte y soldadura de casco.
- Instrumentación del casco de presión en la vecindad del corte, informes de resultados antes y después del corte y soldado.
- Finalmente, para la provisión de repuestos específicos, información de detalle e histórica de los submarinos y asistencia técnica particular, ASMAR suscribió un contrato con una empresa de servicios logísticos extranjera.

En cuanto a la administración del proyecto y de los contratos suscritos con Ecuador, se

determinaron las siguientes fases a desarrollarse en los periodos que se indican:

Fase 1: Preparación previa de ASMAR durante el periodo comprendido entre la notificación de adjudicación y el inicio del periodo de reparaciones del BAE *Shyri*.

Fase 2: Recuperación y modernización del BAE *Shyri* hasta su entrega a la Armada del Ecuador y la administración de la garantía técnica para este.

Fase 3: Recuperación y modernización de la segunda unidad submarina a contar del arribo del BAE *Huancavilca* y entrega de la unidad a la Armada del Ecuador.

Fase 4: Administración de la garantía técnica, a contar de la entrega de la segunda unidad submarina a la Armada del Ecuador y hasta la expiración de esta y a la de cierre del proyecto.

Asimismo, se determinaron los objetivos de ASMAR, que fueron:

- Durante la Fase 1, negociar las mejores condiciones y suscribir con los proveedores los contratos de adquisición de repuestos, equipos de modernización y recuperación, asistencia técnica, extensiones de garantía y equipamiento de apoyo para pruebas, requerida por ASMAR, de tal modo de minimizar el riesgo durante la ejecución de los trabajos en las Fase 2 y 3.
- Durante la Fase 2 y 3, ejecutar los trabajos de recuperación y modernización en cada uno de los submarinos de la Armada del Ecuador, dando cumplimiento a las especificaciones técnicas y plazos establecidos en el contrato, así como los costos estimados que constituyeron la base para la determinación del precio acordado con la Armada del Ecuador, con un mínimo riesgo para ASMAR y el cliente. Asimismo, la administración eficaz de la garantía del BAE *Shyri*.
- Durante la Fase 4, efectuar la administración eficaz de la garantía del BAE *Huancavilca* y las actividades de cierre del proyecto.
- Durante la ejecución de los trabajos de recuperación y modernización de ambos submarinos, aplicar los mismos procedimientos y estándares empleados con la Armada de Chile.

- Materializar las inversiones requeridas que permitan desarrollar los trabajos en ambos submarinos bajo techo.
- Validar la organización adoptada y los procesos productivos y de apoyo a la integración de sistemas provistos por cada subcontratista, objeto obtener *know-how* propio, transferencia de tecnología, y asegurar la correcta emisión de las especificaciones técnicas de interfaces internas y externas.
- Asegurar a la Armada del Ecuador el soporte logístico requerido, como se indica en las bases de licitación y contrato suscrito.
- Desarrollar la ingeniería de instalación de los sistemas, equipos y componentes relacionados con la modernización, a partir de la ingeniería que entregarán los proveedores de los sistemas y equipos que serán reemplazados.
- Administrar las adquisiciones de repuestos dentro de los costos previstos, en la cantidad, calidad y oportunidad requerida.
- Obtener las mejores garantías técnicas posibles (a lo menos doce meses después de la entrega de cada submarino), para los sistemas y equipos cuya adquisición está pendiente.
- Generar los planes que se requieran para la correcta administración del proyecto durante la ejecución de este.
- Fortalecer la imagen de ASMAR como empresa de construcción y reparaciones eficiente y eficaz, y contribuir en el desarrollo de las relaciones bilaterales entre las Armadas de Chile y de Ecuador.

La ejecución en el astillero

■ La organización adoptada

ASMAR estableció una organización especial para la administración y ejecución del proyecto.

En la dirección se constituyó un Administrador del Programa, cuya función estuvo limitada al control superior y a la administración, no teniendo responsabilidad sobre la calidad de los trabajos. La función operacional siempre residió en el Astillero.

Las tareas y responsabilidades del administrador del programa quedaron definidas en un plan de

administración promulgado y a este también lo apoyó en su cometido, un grupo asesor conformado por ejecutivos de las siguientes gerencias corporativas:

- Finanzas.
- Marketing y ventas.
- Asuntos corporativos.
- Fiscalía.

En el astillero se constituyó un grupo de administración del proyecto de aproximadamente 25 personas, conformado por el jefe de proyecto, jefes de áreas y asistentes correspondientes y una partida de seguridad de los submarinos, todos con dedicación exclusiva. Sus tareas quedaron bien definidas en el plan de administración del proyecto.

Apoyaban a este grupo, los coordinadores de modernizaciones cuyas tareas también quedaron bien definidas. Ellos no tenían dedicación exclusiva al proyecto.

Además de lo anterior, en el astillero, se conformaron los siguientes equipos de trabajo para:

- Los procesos de corte de casco de presión, posterior traslado de la sección de popa, retiro del motor eléctrico propulsor, máquinas diesel y generadores y luego de su reposicionamiento, efectuar el soldado de las secciones.
- Administrar los riesgos del proyecto conforme al plan promulgado.
- La integración y pruebas de los sistemas a modernizar.

■ La revisión del avance

Al menos bimensualmente y habiendo consolidado la información que proveían los subcontratistas relacionados con la modernización, se efectuó reunión de avance del proyecto con asistencia del jefe de proyecto y sus jefes de áreas/buque y también del jefe de misión ecuatoriana y sus oficiales inspectores. Normalmente el temario consideraba una revisión del cumplimiento de la fase/hito en ejecución,

el avance de los trabajos preseleccionados (a veces por constituir ruta crítica) y otros asuntos que fuera de interés tratar. Por cada una de estas reuniones de avance, se generó un acta de reunión firmada por las partes.

La generación de un acta de reunión, en el tiempo fue fundamental para una administración coherente del proyecto, sobre todo cuando se efectuaron cambios en la jefatura y de inspectores en la misión ecuatoriana durante el desarrollo del proyecto. En la práctica, el astillero debió trabajar con 3 a 4 equipos de inspectores durante los seis años que duró el proyecto.



■ Submarino con su casco de presión cortado.

■ Los efectos del evento 27 F

Referente a la duración del proyecto, este se vio afectado por el terremoto y tsunami del 27 de febrero de 2010, que afectó especialmente a la región del Biobío. Las instalaciones del astillero sufrieron daños y pérdidas que significaron que se viera impedido de continuar funcionando y forzado a paralizar el desarrollo de los trabajos objeto de los referidos contratos, por un plazo que pudo ser determinado en un corto tiempo.

El BAE *Shyri* que se encontraba en el dique flotante *Talcahuano* desarmado y con su casco de presión cortado y separado, no sufrió daño alguno, pero muchos equipos y componentes que se encontraban en talleres o pañoles recién recuperados sí los sufrieron y en algunos casos, se extraviaron.



■ Desmonte del motor propulsor para llevarlo a taller.

La extensión que tuvo dicha paralización afectó la ejecución del proyecto, el que fue reprogramado conjuntamente con las autoridades del Ministerio de Defensa Nacional del Ecuador. En la práctica, el proyecto se extendió un poco más de un año, que fue lo que demoró la adquisición, fabricación en el extranjero y entrega de una nueva batería principal para reemplazar la que se dañó en el taller donde estaba instalada.

■ Las pruebas de aceptación

El contrato consideraba que las pruebas de aceptación en la mar de los submarinos se efectuarían bajo la responsabilidad del astillero, en cuanto a la seguridad de los trabajos y el estado del material que se probaría y que las unidades submarinas estarían bajo el mando de su comandante y dotación, por lo que la seguridad de la operación sería responsabilidad de ellos.

Por lo anterior, dada la trascendencia y la importancia que tenía aquella estipulación contractual para el logro del objeto final del proyecto, es que ASMAR, desconociendo cual era el nivel de entrenamiento efectivo de las dotaciones, resolvió coordinar con la Armada de Chile la ejecución de un proceso de entrenamiento previo al inicio de las

pruebas, cuyo propósito sería verificar y/o comprobar que las unidades y sus dotaciones se encontraban en condiciones seguras para operar en superficie y sumergido. En síntesis, este proceso de entrenamiento consistió en:

- Verificación de requisitos previos e inspección de escape.
- Cruceros amarrados (en puerto) para verificar la organización y entrenamiento de la dotación para el cumplimiento de los procedimientos operacionales definidos.
- Salidas a la mar, tanto en superficie como sumergido, para comprobar el nivel de entrenamiento alcanzado por la dotación, en cuanto a la detección y combate de emergencias por fallas del material, a la detección de contactos y la configuración del panorama de superficie, a la seguridad de la navegación y a la operación del material.

Efectuado el proceso detallado precedentemente y habiéndose recibido una evaluación positiva por la autoridad de entrenamiento de la Armada de Chile, las unidades pudieron ejecutar las pruebas de aceptación en la mar.

La experiencia obtenida

Si bien ASMAR ya había realizado un número importante de recuperaciones y modernizaciones de submarinos, el esfuerzo desplegado en este caso fue mucho mayor. Primero, porque hubo que adecuar la organización y las capacidades productivas del astillero y segundo, por el hecho de asumir el control total del proceso de recuperación y modernización bajo un criterio de "Contratista Principal (Main Contractor)", modalidad que es distinta a la empleada en proyectos nacionales de similar complejidad y envergadura.

Esta modalidad del contratista principal, en que el ejecutor del proyecto asume toda la responsabilidad sobre la planificación, la ejecución y la finalización con la entrega del producto contratado, es lo que actualmente realizan la mayoría de los astilleros del

mundo y significó en este caso, un cambio cultural en las personas y en la forma de desarrollar una recuperación y modernización.

La organización especial adoptada por ASMAR y, explicada muy brevemente en los párrafos precedentes, demostró ser la adecuada y necesaria para cumplir la función de contratista principal ante la Armada de Ecuador y los subcontratistas principales del astillero (empresas extranjeras y nacionales relacionadas con la modernización).

Todos quienes la conformaron tenían conocimientos del material de submarinos 209 y vasta experiencia en ejecución de proyectos de esta envergadura.

Mención especial merecen las personas que conformaron la partida de seguridad de los submarinos (nueve personas), cuya tarea, no menor, fue la seguridad física de los submarinos, desde el término de la navegación de arribo al astillero hasta el término de las pruebas de puerto de cada uno, periodo en el que la dotación ecuatoriana se encontraba en su país.

Para la administración del proyecto, se asignaron las responsabilidades y definieron las acciones necesarias para materializarlo y lograr los objetivos específicos que ASMAR determinó durante la preparación. En la práctica, se trabajó en ocho áreas muy bien identificadas y en sus respectivos procesos, a saber:

- Identificación del alcance del trabajo a efectuar, para completar el proyecto satisfactoriamente.
- Definición de las actividades a ejecutar, las secuencias, las duraciones, las restricciones y el cronograma a desarrollar y sus controles.
- Estimación de los costos, su presupuestación y control.
- El aseguramiento y control de calidad.
- El desarrollo y la gestión del equipo humano.

- La comunicación de informaciones a las personas e instituciones involucradas.
- La identificación y análisis de riesgos, las respuestas a los riesgos y el seguimiento y control de riesgos.
- La compra o adquisición de productos (repuestos, materiales, consumos, etc.) y servicios, para realizar las actividades.

En lo técnico, lo más relevante fue la participación de personal del astillero en las siguientes actividades relacionadas con la modernización y recuperación, que les permitió obtener nuevos conocimientos o bien perfeccionarlos, apreciar o conocer nuevas metodologías, tecnologías y equipamiento:

- En el diseño de los sistemas de armas y sensores de cada submarino y en las fases de validación, aprobación de requerimientos y pruebas, y administración de la configuración.
- Junto con el integrador, en las revisiones de requerimientos y de diseño de sistema y de los protocolos de prueba a utilizar y en el desarrollo de los documentos de control y especificación de interfaces.
- En los procesos asociados a que los requerimientos para el control de la configuración fueran traspasados al diseño, desarrollo, pruebas, verificación, aceptación, entrega, garantía y apoyo logístico para los sistemas a ser modernizados.
- En los análisis y estudios preliminares previos a iniciar los trabajos de corte y soldadura del casco de presión, en la elaboración de especificaciones de mediciones de control geométrico, de referencia de alineamiento, de herramientas de apoyo y reforzamientos y en la revisión de los procesos, disponibilidad de herramientas, calificación del personal participante y pruebas.
