



Operación Cruz del Sur desde el punto de vista de SENER

JOSÉ MARÍA RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Ingeniero de la División Aeroespacial de SENER

Los antecedentes de la operación Cruz del Sur se remontan al año 2005 cuando el Ministerio de Defensa decidió la adquisición del misil Taurus KEPD 350 para cumplir con el requerimiento operativo de dotar al Ejército del Aire con misiles crucero (stand-off) que pudieran ser operados y lanzados desde el avión EF-18 (C.CE-15).

El contrato de adquisición fue adjudicado a SENER Ingeniería y Sistemas, S.A. (SENER) como contratista principal, con la empresa alemana Taurus Systems GmbH (TSG) como subcontratista nominado al tratarse de un sistema desarrollado y fabricado por TSG.

Puesto que el punto de partida era un misil que había sido integrado en el avión Tornado como parte del programa de desarrollo y producción alemán, durante la fase de integración se identificaron y realizaron las modificaciones necesarias en ambas plataformas, avión y misil, con el objeto de permitir su operación desde el avión EF-18.

Básicamente dichas modificaciones afectaban a la interfaz de comunicaciones misil-avión así como a aspectos mecánicos del misil (eliminación del espigot, pintado y etiquetado).

La integración funcional del misil en el EF 18 (tarea liderada por el CLAEX con soporte de la industria) se inició con la transformación de dos de los misiles operacionales en misiles MOM (Measurement Operational Missile) en octubre de 2007.

Los misiles MOM son misiles funcionales inertes que permiten su utilización repetitiva en vuelos cautivos, colgados del avión, en tareas de integración y pruebas funcionales, con posibilidad de simular el lanzamiento del misil desde el avión e incluso el vuelo libre del misil, siendo el avión el que sigue la trayectoria planificada y teniendo el misil activados sus sistemas de navegación. Los misiles MOM van equipados con un data recorder, que permite grabar en tiempo real una serie de variables significativas

de la operación del misil durante el vuelo cautivo, para su análisis post vuelo.

El Ejército del Aire y como parte final del proceso de integración del misil Taurus KEPD 350 en el avión EF-18, tenía programada la realización de unas pruebas de lanzamiento y vuelo libre del misil en seguimiento de una misión planificada. Esta campaña de lanzamientos fue realizada en mayo de 2009 en el polígono de Overberg (Sudáfrica) y fue denominada operación Cruz del Sur.

SENER como contratista principal del contrato de adquisición del sistema Taurus KEPD 350 fue requerido para dar el soporte en la ejecución de dichas pruebas a realizar en Sudáfrica.

El Ejército del Aire decidió que para dicha campaña de lanzamientos se utilizaran los dos misiles MOM que estaban siendo empleados en las pruebas de integración funcional, lo cual requería que esos misiles fueran debidamente modificados para acomodarlos a las necesidades de las pruebas de vuelo libre y cumplir con los requisitos del Ejército del Aire (precarga activa sin fragmentación) y los del polígono, estos últimos encaminados a garantizar aspectos de seguridad de la prueba durante la fase de vuelo libre del misil.

Además los misiles llevarían instalada una nueva versión de SW como consecuencia de las modificaciones en el interfaz avión-misil y de los resultados obtenidos de las pruebas de lanzamiento por emergencia efectuadas con misiles no funcionales (utilizados en la fase de integración física) y de los estudios aerodinámicos, incluyendo la actuación del autopiloto del misil durante la fase de separación del misil respecto del avión.

Como parte del alcance de las actividades de soporte a la campaña, SENNER, junto con su subcontratista y fabricante de los misiles TSG, identificó aquellos elementos necesarios para la modificación de los misiles, incluyendo: transpondedor radar, sistema FTTS (Flight Test Termination System) de auto-destrucción del misil durante el vuelo libre en caso de eventualidad y módulo de telemetría para monitorización y seguimiento del misil; y coordinó con TSG la disponibilidad de los mismos, considerando el largo plazo de entrega de todos ellos con el objetivo final de cumplir con la fecha planificada por el Ejército del Aire para la realización de dichas pruebas.

Por requisitos del polígono, para cada uno de los lanzamientos es necesario realizar dos vuelos, el primero es un vuelo cautivo simulando el vuelo libre del misil y el segundo el vuelo libre real con ataque al blanco.

El objetivo de los vuelos cautivos en Sudáfrica es doble, por un lado se trata de comprobar que en todo momento el misil se encuentra dentro de la cobertura de los sistemas de seguridad del Polígono de pruebas y por otro lado, puesto que el modo de funcionamiento del misil durante esa fase es simu-



Restos de un FASS después del impacto.

lando el vuelo libre, comprobar que los sistemas de navegación del misil, incluido el sistema de navegación basado en reconocimiento de imágenes, funcionan correctamente de acuerdo a los datos de misión cargados.

En el vuelo cautivo simulando el vuelo libre, tanto en los vuelos realizados en España como en SA, algunos de los sistemas del misil de un solo uso, que en el misil operacional se activan en el instante del lanzamiento, deberán ser simulados para evitar su consumo. Para ello en los misiles MOM se han sustituido determinados sistemas por un conjunto de simuladores denominados CFS (Captive Flight Simulators) que es necesario reemplazar por elementos originales para el vuelo libre real.

Durante las reuniones de coordinación de actividades entre oficina de programa, el CLAEX y SENNER se decidió que la configuración inicial de los misiles a utilizar para las pruebas de Sudáfrica fuera la siguiente:

- MOM+ misil inerte equipado con data recorder, CFS, botella rellenable de Argón para refrigeración de la cámara infrarroja, telemetría, "radar transponder" y FTTS (sin pirotécnicos o no conectados) que permite la realización de los vuelos de prueba ("check-out flights") incluyendo la simulación de la misión en vuelo cautivo. Se obtiene de la transformación en el misil MOM S/N 602.

- TOM Telemetry Operational Missile, misil equipado con telemetría, "radar transponder" y FTTS (con pirotécnicos conectados) sin CFS y con precarga activa ya instalada, que no permite la realización de vuelos cautivos de prueba. Se obtiene de la transformación en el misil MOM S/N 601.

La transformación de los dos misiles MOM S/N 601 y S/N 602 en TOM y MOM+ se llevó a efecto en la factoría de TSG en Schrobenhausen, en agosto y septiembre de 2008.

El misil MOM+ se utilizaría tanto para los últimos vuelos de prueba que se efectuaron en España previamente al traslado a Sudáfrica, como para los vuelos cautivos de Sudáfrica requeridos por el polí-

gono. Finalmente sería reconvertido a TOM en Sudáfrica, previamente a su lanzamiento, lo que requería disponer in situ de las instalaciones y equipos de montaje y prueba, materiales y humanos, necesarios.

Durante la preparación de la campaña, SENER acompañó al Ejército del Aire en la visita al polígono (Site Survey) para conocer de primera mano las infraestructuras disponibles tanto en el polígono de pruebas (OTB- Overberg Test Baan) donde se realizarían las modificaciones de los misiles como en la base aérea (TFDC-Test Flight and Development Centre) donde se realizarían las operaciones de manejo en tierra del misil previas a los vuelos.

Además de los misiles y equipos específicos para las pruebas a realizar en Sudáfrica, había que disponer de los equipos de soporte en tierra necesarios para la operación normal del misil. SENER dentro del contrato de suministro de misiles Taurus para el Ejército del Aire es el responsable del diseño y fabricación de los equipos de manejo en tierra del misil:

- Sistemas de llenado y vaciado de combustible, FAS y DAS, (Fuelling Adaptor System y De-fuelling Adaptor System),

- Carrito de izado del misil, LD (Loading Device) que se utiliza tanto para colgar y descolgar el misil del avión como para los procesos de llenado y vaciado de combustible

- Sistema de carga de la misión, GLU (Ground Loading Unit) que además de para la carga de los ficheros con los datos de la misión en el misil se utiliza para realizar en tierra los chequeos del BIT necesarios para comprobar el estado del misil y sus diferentes subsistemas.

SENER aseguró tener disponibles para la operación Cruz del Sur dichos sistemas perfectamente probados antes de su partida, con entregas por duplicado con objeto de garantizar equipos de reserva para prevenir cualquier eventualidad y con personal desplazado a Sudáfrica para soporte al Ejército del Aire en su utilización.

Adicionalmente a estos equipos de soporte en tierra, SENER puso a disposición de la campaña dos juegos de CFS en previsión de posible fallo en el CFS instalado en el MOM+.

Todo el material necesario para la campaña; misiles, equipo de tierra y demás equipos necesarios para las modificaciones a realizar en los misiles en Sudáfrica, se depositó en la Base Aérea de Torrejón. Desde allí el Ejército del Aire se encargó de su traslado a las instalaciones de OTB en Sudáfrica. Esta ha sido una tarea compleja y bien realizada por el MALOG.

El equipo humano formado por personal de SENER y TSG que dio soporte in situ a la campaña se desplazó con suficiente antelación a Sudáfrica con el objetivo de preparar y tener listas las instalaciones de integración antes de la llegada de los misiles. Se coordinó con el personal del MALOG la recogida



del material y su traslado al edificio de integración en OTB. Se comprobó que todo el material había llegado en buenas condiciones. Una vez que el material estuvo en el edificio de integración se inspeccionó y se empezaron a montar las instalaciones en el edificio donde se efectuarían todas las operaciones de chequeo y transformación de los misiles. El objetivo era disponer en pocos días de unas instalaciones que cumplieran con todos los requisitos necesarios para la manipulación de misiles dentro de los parámetros de seguridad exigidos y que permitieran al fabricante de los misiles una operación similar a la que éste realiza en sus instalaciones de Schrobenhausen. SENER mantuvo durante toda la campaña un contacto permanente con el personal del Ejército del Aire destacado en el Polígono para coordinar las actividades a realizar.

Desde la llegada al polígono y hasta el último día de estancia allí, siempre se contó con el apoyo y los buenos consejos de los profesionales de OTB lo cual fue una gran ayuda.

Una vez que los equipos estuvieron instalados se procedió a la verificación del estado de los misiles con resultado satisfactorio, lo que permitió comenzar la preparación del misil MOM+ para los vuelos cautivos.

Tras la realización de los vuelos cautivos se analizaron los datos obtenidos mediante la telemetría. Los resultados fueron excelentes, comprobándose que el misil había reconocido los IBN-UP's (Image Based Navigation-Update Points) y en la maniobra de ataque había también reconocido y hecho "lock-on" del blanco. Todo ello gracias al buen trabajo realizado por el piloto, que siguió fielmente la trayectoria planificada para el misil y al grupo de planeamiento de la misión del Ejército del Aire por la excelente definición de los IBN-UP's.

Una vez realizados con éxito, utilizando el MOM+, los vuelos cautivos correspondientes a las dos misiones a realizar por el misil en los dos lanzamientos previstos, se procede a la preparación del misil TOM S/N 601 para el primer lanzamiento, mediante la carga de los datos de misión, verificación



de configuración másica (peso y centro de gravedad) del misil en seco y prueba en tierra de los sistemas de seguridad instalados en el misil.

Las actividades los días de vuelo libre comienzan con el transporte del misil desde el edificio de integración a la base aérea donde se realizan las operaciones de tierra previas a la carga del misil en el avión, carga de combustible, comprobación de peso y centro de gravedad. Una vez con el misil colgado en el avión se procede a la comprobación última del misil y del funcionamiento de los sistemas de seguridad instalados.

Una vez el avión ha despegado, el personal de SENER Y TSG que ha estado dando el soporte a las operaciones en tierra del misil, se desplazó al centro de operaciones de OTB desde dónde se hace el seguimiento de toda la operación. Desde allí es posible ver, mediante el sistema de seguimiento óptico en tiempo real desde tierra, las imágenes del avión y del misil en vuelo y comprobar en las pantallas de telemetría la trayectoria real del misil respecto a la planificada junto con los valores de algunas de las variables monitorizadas por la telemetría, incluidas las propias de navegación del misil, que junto a la información transmitida por los aviones participantes, permitieron conocer en tiempo real el éxito del misil en alcance y destrucción del blanco.

Lamentablemente durante el lanzamiento del primer misil una nube impidió ver desde el centro de operaciones cómo fue la separación del misil respecto del avión; inconveniente que pudo subsanarse posteriormente mediante visualización de la filmación realizada desde el avión de seguimiento. Adicionalmente, el estudio post vuelo de los datos de telemetría del misil, permitió un análisis pormenorizado de los parámetros de la actitud del misil durante la separación y su contraste con los resultados previstos del modelo aerodinámico.

La fase terminal de ataque al blanco, pudo visualizarse también a posteriori a través de los registros de las cámaras de filmación en tierra fijas en las proximidades del blanco.

Después del ataque al blanco fue necesario espe-

rar a que los miembros del equipo de artificieros EOD del Ejército del Aire inspeccionasen la zona para comprobar que no existía peligro y declarasen la zona abierta. A partir de ese momento pudo visitarse la zona de blancos para realizar una inspección in situ del punto de impacto y tratar de identificar alguna parte del misil que hubiera quedado reconocible después del impacto. SENER, además de participar como contratista principal en el contrato de suministro de misiles Taurus para el Ejército del Aire, fabrica el FASS (Fin Actuator Sub-System) del misil. Hubo que esperar hasta el segundo lanzamiento para identificar, con la colaboración de personal de OTB, tres módulos del FASS casi completos.

Tras el éxito del primer lanzamiento se procedió a la preparación del segundo misil MOM+ S/N 602 para vuelo libre, convirtiéndolo en misil TOM. Dicha preparación consistió fundamentalmente en desmontar todos los simuladores instalados en el misil y reemplazarlos por los elementos reales. También se restauró la capacidad explosiva del misil instalando una precarga activa sin fragmentación.

Las actividades del día del segundo lanzamiento y posteriores fueron en esencia las mismas ya descritas en el primer lanzamiento.

En el segundo lanzamiento se pudo comprobar desde el centro de operaciones de OTB como se desarrolló toda la fase de vuelo libre del misil, desde la suelta y separación del avión, hasta el ataque final al blanco que en ambos casos se realizó con éxito.

Desde el punto de vista de SENER la operación Cruz del Sur ha supuesto un paso definitivo en la integración del misil en el EF-18.

Además se han obtenido datos de la dinámica del misil durante la fase de separación útiles para contrastar los modelos aerodinámicos de la influencia del avión en el misil durante dicha fase.

Adicionalmente ha permitido comprobar, en un entorno de operaciones real, el funcionamiento de los equipos de tierra desarrollados por SENER •