

## FASat-Delta: Un nuevo salto en la carrera espacial de Chile

**Francisco Pizarro Aste**

*General de Brigada Aérea (R)*

*Magíster en Sistemas No Tripulados*

Con la puesta en órbita del satélite FASat-Delta, Chile dio esta semana un nuevo salto en su desarrollo espacial, mejorando sustantivamente la capacidad de observación y comunicación de un país tricontinental y que presenta desafíos como la mitigación del cambio climático y los desastres naturales. A bordo de un cohete Falcon-9 de la compañía SpaceX, que despegó desde la base Vandenberg, en California, el aparato puesto en órbita será operado por la Fuerza Aérea de Chile (FACH), que de esta forma ya cumple cuatro décadas en el espacio.

Consciente de la importancia del uso de estas tecnologías, la FACH comenzó a impulsar la actividad dentro de sus filas ya desde la década de 1980, preparando una masa crítica de profesionales capaces de insertar a la institución y al país en su propia carrera espacial. En la década de 1990, el entonces comandante en jefe, general del Aire Ramón Vega Hidalgo (QEPD), dispuso un equipo multidisciplinario que tendría la tarea de dar el primer paso hacia la inclusión de una capacidad satelital a Chile. Este primer satélite, llamado inicialmente CondorSat y finalmente FASat-Alfa, sería “el imprescindible primer paso que debe servir para adquirir la experiencia científica básica, que nos permita continuar con posteriores etapas más complejas y superiores”, como lo describió el

general Vega en el marco de la conmemoración del aniversario institucional en 1994.

Este pequeño satélite de 70 kg que ocuparía un lugar en la órbita baja (*Low Earth Orbit* o LEO, por sus siglas en inglés), cumpliría diversas tareas de relevancia para el país, como lo son el monitoreo de la capa de ozono y registrar imágenes del territorio nacional en distintas bandas del espectro electromagnético. Lamentablemente y por problemas del componente de separación del satélite SICH-1 de origen ucraniano, al cual iba adosado para alcanzar su órbita final, el FASat-Alfa no logró entrar en operación. Viendo este desperfecto como un aprendizaje y una oportunidad, la Fuerza Aérea de Chile continuó sus esfuerzos para mantener a Chile dentro del mundo espacial, logrando para 1998 poner en órbita el FASat-Bravo, satélite gemelo del FASat-Alfa, el cual cumpliría los mismos propósitos y misiones. Al completar 13.000 órbitas en tres años de operación, el FASat-Bravo daba un paso al costado al alcanzar el término de su vida útil a mediados del año 2000. En su paso por nuestra historia nacional, alcanzó a capturar y transmitir más de 1.200 imágenes de nuestro territorio nacional con una resolución espacial de 2 km por píxel. Si bien esta capacidad de distinguir estructuras de pequeño tamaño es

# FASAT DELTA

## LANZAMIENTO






CALIDAD DEL LENTE



ÁREA ARICA, IMAGEN FASAT DELTA\*



ÁREA ARICA, IMAGEN FASAT CHARLIE

**5** AÑOS  
VIDA ÚTIL

**72** CMS  
ALCANCE LENTE

**50** MEGA  
PIXELS  
CALIDAD DE IMAGEN

### DESCRIPCIÓN

Satélite de alta resolución, copropiedad de FACH e ISI.

La Fuerza Aérea de Chile tiene la exclusividad de propiedad de las imágenes en los cielos de Latinoamérica.

Uso dual comercial para otras regiones del mundo.

### FICHA TÉCNICA

SENSOR/ACTUADOR  
IMU: 2  
STAR TRACKERS: 5  
GPS: 2  
SENSOR MOD: 4  
RWA: 4  
TORQ ROD: 3  
PROPULSION: 1 XENON  
BAT CAPACITY: 330 WHR/2 MODULOS  
SOLAR ARRAY PANEL: 172 W EOL  
OBC: ZYNQ 7030 800 MHZ / 2HW  
RAM VOL./NONVOL.: 1 GB DDR / 4 MB  
COMUNICATION: S & X BAND  
ENCRIPATION: AES - 256

### REQUERIMIENTOS MISION

- ADQUIRIR IMÁGENES EN BANDAS VIS (RGB) Y NIR
- HASTA 20 IMAGENES NADIR POR PASADA
- HASTA 30° FUERA DEL NADIR
- TAMAÑO DE IMAGEN 363 MB (APROX.)
- ALMACENAMIENTO DE DATOS: 8 TB

insuficiente para realizar análisis detallados de la superficie terrestre, este satélite cimentó las bases para el que sería su reemplazo, el FASat-Charlie.

Puesto en órbita en diciembre de 2011, el FASat-Charlie, cuya vida útil ha superado con creces los cinco años previstos de operación, lo cual sumado a su sensor multispectral, ha permitido la captura de más de 250.000 imágenes de nuestro territorio con una resolución muy superior a su antecesor, con

1,45 m por píxel en modo pancromático y 5,8 m en modo multispectral. Esta capacidad lograda por los ingenieros y personal de la FACH ha servido para efectuar múltiples análisis científicos y de monitoreo en beneficio del desarrollo nacional. Desde el análisis multispectral de la vegetación afectada por los incendios forestales hasta el monitoreo de crecimiento poblacional y de los más de 900 campamentos irregulares a lo largo del territorio nacional, en un esfuerzo conjunto

entre Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, el FASat-Charlie ha dejado una huella indisoluble en la historia espacial de Chile y también una valla interesante que sortear para que nuestro país continúe desarrollándose y empleando las tecnologías espaciales en beneficio de sus ciudadanos.

### PROGRAMA ESPACIAL NACIONAL

Consciente de que el esfuerzo espacial nacional no debía radicarse exclusivamente en la Fuerza Aérea de Chile, ya que los beneficios que traen dichas tecnologías son transversales a todos los ciudadanos de la nación y a toda la industria nacional, el Alto Mando institucional propuso a las autoridades civiles una aproximación multisectorial para continuar manteniendo a Chile entre los países con presencia en el ámbito espacial. De esta forma, la Fuerza Aérea de Chile, a través del jefe del proyecto, general de Brigada Aérea (A) Luis Felipe Sáez C., designado para la delicada tarea de idear y materializar el Programa Espacial Nacional, estableció una estructura y organización nacional que permite integrar a los ministerios del Interior y Seguridad Pública, Relaciones Exteriores, Defensa Nacional, Bienes Nacionales, Transportes y Telecomunicaciones; Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; y también al mundo de la academia nacional, en este creciente y apasionante mundo de las ciencias y tecnologías espaciales.

El Programa Espacial Nacional fue ideado sobre la base de cuatro pilares fundamentales: 1) Sistema Nacional Satelital (SNSat); 2) SNSat de Comunicaciones (SNSat-COM); 3) SNSat Centros Espaciales Regionales (SNSat-CER); y

4) SNSat Talento (SNSat-TAL). Este último incluye la generación a temprana edad de una masa crítica de estudiantes a través del Programa Espacial Escolar y la implementación de un Magíster en Sistemas Espaciales y de distintos diplomados de especialización, como son el de Operaciones Espaciales y de Geoinformación, con el propósito de fomentar y consolidar la formación profesional en la materia.

En el ámbito de la infraestructura, el SNSat contempla la implementación de un Centro Espacial Nacional principal en la ciudad de Santiago. Además, en conjunto con renombradas universidades del país, se comenzará la fabricación en Chile de los pequeños pero versátiles satélites que irán configurando la primera constelación chilena en órbita. Por su parte, el SNSat-CER tiene previsto la construcción de distintos centros espaciales de menor escala ubicados en regiones, inicialmente en Antofagasta y cercano a la ciudad de Punta Arenas, en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

El camino por recorrer para lograr el objetivo final es medianamente largo en el tiempo. Por este motivo, el equipo multidisciplinario a cargo de este relevante proyecto nacional gestionó el acceso a más de 250 satélites ya en órbita y que permanentemente están observando y capturando valiosa información de nuestro planeta. Por supuesto, toda esta tremenda cantidad de información y datos requiere de un lugar físico para ir almacenándose, motivo por el cual, el proyecto también involucra la implementación de un *data lake* (o “laguna de datos”), situado en distintos puntos del país para lograr redundancia y protección de los datos ante fallos. En esto, el Servicio

Aerofotogramétrico (SAF) de la Fuerza Aérea de Chile es uno de los actores relevantes, ya que con sus capacidades instaladas y las que se suman de este proyecto, contribuirá al procesamiento y distribución de las imágenes a los usuarios finales. Por su parte, el Grupo de Operaciones Espaciales (GOE), dependiente de la Dirección Espacial del Estado Mayor General de la Fuerza Aérea de Chile, unidad que tiene la responsabilidad en la operación exitosa del FASat-Charlie, será el otro gran

actor dentro de este programa espacial, aprovechando las capacidades de mando y control espacial consolidadas después de más de 15 años de experiencia en el ámbito espacial institucional. El Centro Espacial Nacional (CEN), que albergará el más moderno Centro de Procesamiento Avanzado de Data Geoespacial en el país, y los Centros Espaciales Regionales serán las piezas fundamentales de este delicado rompecabezas, permitiendo tanto el control de la constelación como la

**FASAT DELTA**  
LANZAMIENTO




**APLICACIONES Y BENEFICIOS**



SERVICIOS ESPACIALES



ESTUDIOS DE AGRICULTURA



ESTRATEGIAS PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO



MONITOREO DE CATÁSTROFES



INFORMACIÓN PARA OBSERVACIÓN DEL PLANETA



COMUNICACIONES SATELITALES



OBTENER IMÁGENES EN MEJOR CALIDAD Y MAYOR CANTIDAD



MONITOREO DE RECURSOS HÍDRICOS



AGILIZAR LA BÚSQUEDA Y RESCATE DE PERSONAS EXTRAVIADAS

fabricación de los futuros satélites que nuestro país ponga en órbita. Sin duda que esto requiere de la mejor y más moderna infraestructura física y tecnológica, razón por la cual se incorporaron a los mejores expertos en la materia para diseñar y definir la arquitectura y aspectos tecnológicos de punta del que será el principal laboratorio espacial que haya tenido nuestro país hasta estos días.

Nuestra constelación ya cuenta con el FASat-Charlie, dos satélites adquiridos ya en órbita y la fabricación en el extranjero del FASat-Delta, que fue lanzado y puesto en órbita desde un cohete transportador Falcon 9 de la empresa estadounidense SpaceX. Además, el proyecto contempla la fabricación del FASat-Eco1 y FASat-Eco2, construidos enteramente en Chile, junto a siete microsátélites de utilización científica. Todo lo anterior será coordinado bajo un modelo de gobernanza del sistema espacial chileno que integrará, efectivamente, los distintos servicios públicos, la participación del mundo académico y de privados nacionales que quieran emprender en materias espaciales. Consolidado el éxito de esta constelación, en un futuro no lejano se prevé la incorporación de nuestro primer satélite de comunicaciones, abriendo al país a las oportunidades que brinda el ser autosuficiente en materias de conectividad nacional.

Ahora, existe una legítima preocupación sobre la necesidad de contar con este programa; variadas pueden ser las opiniones en materia de justificación del costo que este tiene. Sin duda que aquellos que se consideran detractores de este programa no encontrarán utilidad en lo que esta tecnología espacial trae para nuestro país y sus residentes. Pues bien, el estudio de los suelos para mejorar las condiciones y productividad de nuestra

agricultura, por ejemplo, se logra fácilmente empleando imágenes, técnicas y procedimientos de análisis de imágenes satelitales que permiten determinar dónde se debe aplicar mejor el regadío o mejorar la distribución de las siembras para aumentar su eficiencia, entre otros. Por otro lado, Chile es un país que constantemente se ve enfrentado a fenómenos naturales que impactan directamente en la población. Mediante la observación de la Tierra desde el espacio, como herramienta fundamental para monitorear el crecimiento urbano irregular, así como las distintas condiciones que facilitan la generación de deslizamientos, remoción en masa y salidas de cauce de ríos, se contribuye a tomar medidas activas de mitigación y de prevención en beneficio directo de las personas, familias e infraestructura habitacional. Así mismo, con las tecnologías satelitales se realiza el monitoreo global de la actividad volcánica, por lo que es posible tomar medidas de protección oportunas con un impacto directo en la vida de las personas. Además, luego de la ocurrencia de incendios masivos, terremotos y tsunamis, fenómenos que han asolado nuestro territorio en múltiples ocasiones, la observación satelital de la Tierra ha facilitado un incremento significativo en la efectividad de evaluación de la situación, con un directo impacto en las localidades afectadas, pudiendo priorizar y planear de manera óptima la distribución de la ayuda que tanto se requiere.

Finalmente, ¿es necesario acceder y permanecer como un actor preponderante en el ámbito espacial? La respuesta es un rotundo Sí. El retorno de la inversión se multiplica por cuatro y contribuye en forma permanente y directa en la vida de las personas, de la industria y del Estado. De esta forma, la

iniciativa multisectorial liderada por el consejo de ministros y operacionalizada por la Fuerza Aérea de Chile y otros miembros de la academia nacional, dan vida y sustentan el Programa Espacial Nacional, resultando esencial continuar por esta senda de desarrollo tecnológico y de servicio. Ahora, si usted no está convencido, mire su teléfono y use cualquiera de las aplicaciones, hoy en día comunes, como Über, Cornershop, Maps, Google Maps, o cualquier aplicación bancaria y luego mire hacia el cielo y recuerde que toda esa tecnología en la palma de su mano funciona gracias al esfuerzo, perseverancia y consolidación de todas las tecnologías espaciales.

**Francisco Pizarro Aste**  
General de Brigada Aérea (R)  
Magíster en Sistemas No Tripulados

**12 DE JUNIO 2023**

## BENEFICIOS EN ÓRBITA

El lanzamiento del Sputnik 1 en 1957 dio comienzo a la carrera espacial en el mundo. Impulsada por las dos grandes potencias de la época, Estados Unidos y la entonces Unión Soviética, después de 60 años de lanzamientos y misiones tripuladas y no tripuladas, cerca de 10.000 satélites se han puesto en órbita. Desde que se comenzó a utilizar el espacio como plataforma de experimentación y punto de observación, múltiples han sido los beneficios que los seres humanos en la superficie disfrutamos y hoy damos por sentado.

Los ejemplos de los beneficios proporcionados por los satélites son múltiples, pero quizás, el más significativo es el teléfono inteligente o *smartphone*. Resulta impensable no usar el teléfono para algo tan simple como ir de un lugar a otro. Todo el sistema bancario mundial basa su funcionamiento en la sincronización que otorga la constelación de Satélites de Posicionamiento Global (GPS). Tanto la aviación civil como la militar incorporaron hace décadas el uso del sistema GPS para la aeronavegación. El monitoreo de la meteorología a nivel global ha permitido detectar el nacimiento y posterior seguimiento preciso de devastadores huracanes en el hemisferio norte del planeta. Su seguimiento y pronóstico ha permitido evacuar millones de personas para salvar sus vidas. Tecnologías satelitales permiten monitorear la ocurrencia de desastres naturales, como incendios forestales de gran magnitud y la actividad volcánica, así como los conocidos fenómenos de El Niño y La Niña, que cada cierto tiempo afectan directamente a nuestro país. No hay duda de que los fenómenos naturales no se pueden evitar. Sin embargo, la ejecución adecuada de programas y medidas de mitigación y preparación pueden marcar la diferencia con miles de vidas y miles de millones de dólares perdidos. Pero ¿cómo puede la tecnología espacial actual contribuir a mitigar, preparar, responder y recuperar una ciudad, región o país después de haber sido golpeado por un desastre?

Los datos geoespaciales resultan hoy esenciales para la Gestión del Riesgo en Desastres (GRD) y la Reducción del Riesgo en Desastres (RDD). Mediante la producción de modelos tridimensionales para la visualización de los efectos que puede causar un desastre, la información geoespacial es fundamental para hacer un análisis científico del escenario y obtener los pronósticos adecuados para planificar y mitigar sus efectos. Los mapas topográficos con características del terreno y relieve, hidrografía, comunidades y asentamientos, brindan información crucial para tomar las decisiones correctas en la prevención de riesgos. La evaluación de las comunidades y los asentamientos en relación con su entorno circundante proporcionará a los planificadores de RDD datos valiosos para evaluar los niveles de riesgo en caso de inundaciones, deslizamientos de tierra, remoción en masa, erupciones volcánicas, entre otros. Además, con los estudios adecuados y las capas de información del Sistema de Información Gráfica (SIG) se puede apoyar la evacuación y la planificación ambiental. Entre otras, el uso de tecnologías de teledetección actuales y futuras debería mejorar las capacidades de preparación, mitigación, respuesta y evaluación de la gestión de los riesgos, contribuyendo a través de la información geoespacial a una buena planificación para reducir la pérdida de vidas y propiedades, así como contribuir al desarrollo nacional.