

## Megaconstelaciones satelitales y la Defensa

Los sistemas satelitales han avanzado enormemente desde su desarrollo inicial a mediados del siglo pasado. Hoy, la industria satelital representa un conglomerado de 4.852 artilugios activos repartidos en la órbita terrestre al 2022, según la ONG Union of Concerned Scientists. Esta industria ha tenido un creciente rol en las nuevas operaciones multidominio de las fuerzas armadas, especialmente de Estados Unidos, posibilitando operaciones más complejas e interconectadas, mediante rápidas y seguras telecomunicaciones.

Ahora, el desarrollo de una nueva arquitectura de estos sistemas, basado en las megaconstelaciones satelitales, consistentes en miles de satélites de pequeño tamaño (menores a 500 kg) en órbitas cercanas a la tierra, presentan un cambio de paradigma para sus usos por parte de Estados con aspiraciones espaciales.

### Desarrollo de satélites en la defensa.

Los primeros satélites presentaban una motivación eminentemente militar. La era satelital actual, iniciada a finales de la Guerra Fría, fue derivando hacia un enfoque económico para las telecomunicaciones. Por ejemplo, para los servicios de televisión, telefonía, y geo posicionamiento global mediante sistemas como GPS. Sin embargo, con la creciente importancia de estos sistemas para la economía y sus empleos de alcance global, se ha ido dando una revalorización de estas plataformas por sus impactos en la defensa. Así, se ve consolidación de su característico uso dual, dado por sus extensas capacidades de comunicaciones, y la obtención de información valiosa para diversos fines.

La aplicación militar de estas tecnologías encontraría su mayor aliciente durante la Guerra del Golfo de 1991, considerada por algunos expertos como la primera "guerra espacial", debido al extensivo uso de sistemas de geolocalización, y la utilización de nexos de comunicaciones entre los miembros de la coalición.

Posterior a esto, la industria satelital se ha visto amplificada por mayores aplicaciones y nuevos mercados, así como nuevos planes nacionales de utilización de elementos espaciales, llevando a un aumento explosivo de la cantidad de satélites en órbita.



Cohete Falcon 9 en su segunda etapa, preparándose para lanzar 60 satélites de Starlink, el 24 de mayo de 2019. Fuente: SpaceX.

El auge de empresas privadas en el proceso de lanzamiento de satélites se vería revolucionado con la entrada al mercado de la compañía estadounidense SpaceX y su desarrollo de los primeros modelos de cohetes reutilizables. Esto ha generado una reducción sustancial de los costos de lanzamientos al espacio, por mucho tiempo considerado el factor de mayor riesgo en los desarrollos espaciales. Esta compañía inició en 2015 el desarrollo de su proyecto Starlink, una constelación satelital de comunicaciones en la órbita baja terrestre (LEO, por sus siglas en inglés), fundamentada

en el uso de mini satélites en una cantidad nunca antes vista, concebida como una competencia directa a los servicios de internet satelital existentes.

Los principios fundamentales para el éxito de esta megaconstelación, como se han empezado a llamar a estos sistemas, está en las mayores capacidades tecnológicas de los ingenios espaciales, producto de una miniaturización de su electrónica, posibilitando el uso de satélites más pequeños y ligeros para las mismas labores de enlace que satélites de comunicaciones anteriores. Asimismo, la utilización de cohetes reutilizables, como el actual Falcon 9, y el empleo del método de *Ridesharing*, que permite el despliegue de hasta 60 satélites en cada lanzamiento, genera un sistema rentable para el despliegue de estos sistemas. A mayo del presente año, Starlink ya ha realizado la puesta en servicio de 2.653 satélites en órbita, de los cuales se encuentran activos 2.400, esto es aproximadamente un 49% de todos los satélites activos presentes en órbita hasta ahora.

Las aplicaciones de este sistema han sido principalmente enfocadas al ámbito privado, como un servicio competitivo de internet satelital. Sin embargo, las ventajas de esta megaconstelación, dadas por la capacidad de servicio constante, redundancia de enlaces, y baja latencia de información debido a su órbita más baja, han generado interés por parte del Departamento de Defensa estadounidense. Éste, desde mediados de la década pasada, ha presentado un gran interés en el uso de elementos privados espaciales para complementar su red de mando y control. Esto vería un impulso institucional con la creación de la Fuerza Espacial en 2019, junto a la fundación de la Space Development Agency (SDA) el mismo año, entidad del Departamento de Defensa (DOD) encargada del desarrollo de una arquitectura nacional espacial, con elementos públicos y privados, que posibiliten la protección efectiva de los intereses estadounidenses en el espacio.

Entre las ventajas de este tipo de constelaciones, frente a otros sistemas satelitales, se encuentra la menor altitud de operaciones, ubicándose en la órbita LEO, entre los 100 y 2000 km de distancia hacia la Tierra, comparado a la altitud operativa del GPS, de 20.350 km, y los 35.786 km de los satélites geoestacionarios. Esta menor altitud contribuye a una menor latencia del traspaso de información, de unos 50 milisegundos en EE.UU. continental, comparable a los sistemas terrestres de internet, permitiendo el traspaso de información rápidamente hacia los centros de control en tierra. Otro elemento de ventaja está en la redundancia del sistema: al tratarse de una multitud de satélites, el impacto de la desactivación o destrucción de uno de estos sería un daño mucho menor, si se compara con la eliminación de un satélite de gran tamaño.

### Megaconstelaciones en las estrategias de defensa.

La idea de una megaconstelación satelital para usos en la defensa, no es nueva. Los inicios pueden encontrarse en la denominada Iniciativa de Defensa Estratégica (SDI), propuesta por el presidente Ronald Reagan en 1983. Ésta consistía en la creación de un "escudo" antimisiles, que llevaría a una obsolescencia de las armas nucleares balísticas estratégicas. El sistema se consideraba extremadamente costoso, y había dudas de su aplicabilidad real, evolucionando a la iniciativa *Brilliant Pebbles* de 1990, consistente en la instalación de múltiples misiles anti-balísticos en órbita, preparados para destruir misiles lanzados desde la Unión Soviética. Después de un par de años de desarrollo teórico, con el fin de la Guerra Fría y la caída de la URSS, el sistema *Pebbles* y la SDI fueron abandonados.

### BOLETÍN INFORMATIVO Y DE ANÁLISIS N° 18-2022 Santiago, 10 de junio de 2022, Hoja N° 2

En 2019 se llevó a cabo una revisión del asunto, al considerar que una iniciativa como la SDI podría hacerse conveniente debido a los decrecientes costos de lanzamiento y los mayores niveles de sofisticación tecnológica. Esto llevaría a la creación de la nueva Arquitectura Espacial de Defensa Nacional (NDSA) el 2019, considerada por el exdirector de la CIA, y anterior secretario de estado, Mike Pompeo, como: *“La iniciativa de defensa estratégica de nuestro tiempo, la SDI II”*.

La NDSA busca la creación de un nexo de sensores militares, y el transporte seguro de datos de manera resiliente y rápida, para las necesidades de las nuevas operaciones multidominio. Este sistema consiste en múltiples capas de manejo y transporte de información útil. Por ejemplo, permitiendo el uso de sistemas de posicionamiento en ambientes con denegación de uso de GPS, o proveyendo capacidades de adquisición de objetivos Beyond Line Of Sight (BLOS) en ambientes con interferencias electrónicas.

Esta arquitectura está pensada para la creación de una fuerza interconectada, con características de C2 (comando y control), facilitadas mediante el Advance Battle Management System (ABMS) iniciado en 2019, un sistema de sensores y comunicaciones conjunto de la Fuerza Espacial y la Fuerza Aérea de EE.UU., potenciado por el uso de inteligencia artificial y megaconstelaciones satelitales, que permitan un sistema más flexible y veloz en la adquisición y manejo de información para operaciones tácticas. Esto se enmarca en un plan general del Departamento de Defensa, para aumentar las capacidades de decisión en todas sus fuerzas, mediante la iniciativa Joint All-Domain Command and Control (JADC2) de 2020.

Los primeros ejemplos de cooperación en esta área entre SpaceX y los EE.UU. ya han sido vistos en 2019, con dos pruebas de conectividad entre satélites de Starlink y elementos de la Fuerza Aérea estadounidense, un Beechcraft C-12 Hurón y un AC-130. Estas pruebas han sido bien recibidas por el Departamento de Defensa, y se espera una inclusión más extensiva de Starlink en los sistemas del nuevo ABMS en desarrollo.

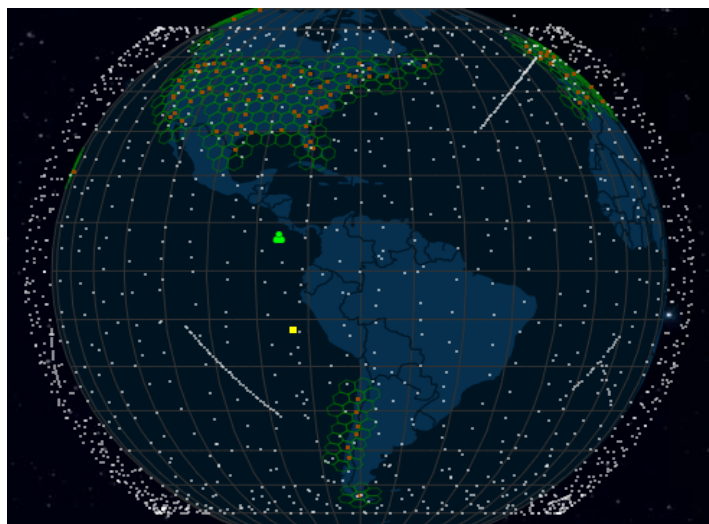
Otro ejemplo reciente vino con la invasión rusa a Ucrania, el 24 de febrero de 2022, cuando el país sufrió los problemas de conectividad a internet por ataques a su infraestructura. Esto llevó al envío de 5000 terminales de Starlink en abril, junto a la extensión del servicio en la línea del frente, bajo petición de las autoridades ucranianas. Ante este caso, el comandante del Comando Espacial de EE.UU., el General James Dickinson, comentó: *“Lo que estamos viendo con Elon Musk y las capacidades de Starlink, es realmente mostrarnos lo que una megaconstelación, o arquitectura proliferada, puede proveer en términos de redundancia y capacidad”*.

#### Avances de otros actores.

El desarrollo exitoso de Starlink, así como sus crecientes usos en defensa, han significado el intento de emulación por otros actores. El más cercano a estos desarrollos ha sido la República Popular China, Estado que ha tenido enormes desarrollos en el ámbito espacial en los últimos años. China ha revelado planes para la generación de dos constelaciones comerciales satelitales en LEO, enfocadas en la entrega de internet satelital al área del Asia-Pacífico, proyecto encargado a empresas con propiedad estatal.

En 2021, los planes fueron cambiados para unir estas dos constelaciones en desarrollo bajo la megaconstelación *Guowang*, que planea poner más de 13.000 satélites en órbita. Esta representaría la segunda mayor constelación satelital en funcionamiento, rivalizando con Starlink, y plenamente controlada por una empresa estatal, con los usos de naturaleza dual civil-militar que han caracterizado los desarrollos espaciales chinos. Este proyecto se ha presentado como un interés nacional, según el

décimo cuarto plan quinquenal del partido comunista chino, y se ha planteado su sinergia con el proyecto de la Nueva Ruta de la Seda.



Visualización en tiempo real de la megaconstelación Starlink a junio de 2022. Cada punto blanco en la imagen representa un satélite. Fuente: Satellitemap.space

Además de China, otras iniciativas de megaconstelaciones están siendo consideradas por actores privados como Amazon y su constelación *Kuiper*, que espera poner 3.276 satélites de internet y comunicaciones, los cuales iniciarán sus lanzamientos en el último cuarto de 2022. Otro caso digno de mención es OneWeb, una multinacional inglesa enfocada en la creación de una constelación de comunicación satelital en LEO, la cual, después de sufrir una bancarrota en 2020, ha sido reconstituida con fondos del gobierno británico, que espera utilizar esta plataforma para la generación de su propio sistema de comunicaciones satelitales.

El uso de activos privados para apoyar las necesidades de defensa del Reino Unido, es un objetivo definido dentro de su marco de modernización de sus fuerzas armadas, mediante sus planes de integración multidominio bajo un comando espacial conjunto. Esto es apoyado además por su Estrategia Nacional Espacial de 2021, que espera convertir al país en una potencia espacial en la próxima década, mediante la inversión de 6.4 mil millones de libras esterlinas en capacidades y comunicaciones espaciales al 2030. Hasta la fecha, el desarrollo de esta megaconstelación se ha enfrentado a contratiempos, como la cancelación de los lanzamientos en los sistemas Soyuz, debido a una creciente desconfianza con Rusia, producto de la participación del gobierno británico, y las sanciones de este país a Moscú. A pesar de esto, OneWeb ya cuenta con 288 satélites en órbita, y sus planes continúan para el lanzamiento de 600 más, para comenzar la entrega de sus servicios en los próximos años.

En conclusión: el desarrollo de estas megaconstelaciones tendrá grandes impactos en los esfuerzos de modernización de las fuerzas militares de las potencias, principalmente de EE.UU. y China, generando nuevas capacidades C2 e ISR (*intelligence, surveillance and reconnaissance*), así como una arquitectura resiliente de comunicaciones para las operaciones multidominio. El desarrollo de estos sistemas satelitales obtendrá un impulso importante, debido a estos nuevos usos estratégicos, generando interrogantes por sus posibles impactos hacia la seguridad mundial.

**BAS, con información de Spacenews, BreakingDefence, MIT, SDA, entre otras fuentes abiertas de Internet**