

Artículo Nº 13/2026 MODERNIZACIÓN DEL GPS MILITAR



Por Álvaro Aguirre Warden, Director de Asuntos Espaciales.

18 de agosto de 2026. 14 Min. de lectura.

I. Introducción

El Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System, GPS) constituye una de las tecnologías más relevantes para las operaciones militares modernas. Desde su implementación por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos durante la década de 1970, el GPS ha transformado la navegación, el guiado de armas de precisión, la sincronización de redes de comunicaciones y la coordinación de operaciones terrestres, navales, aéreas y espaciales. Su capacidad para proporcionar información precisa de posicionamiento, navegación y sincronización (Positioning, Navigation and Timing, PNT) lo ha convertido en un componente esencial de las operaciones conjuntas y multidominio.

No obstante, la evolución del entorno estratégico y el desarrollo de capacidades avanzadas de guerra electrónica por parte de potencias competidoras han puesto de manifiesto las limitaciones de los receptores GPS tradicionales. Las técnicas de interferencia deliberada de señales (jamming) y de suplantación de señales (spoofing) representan amenazas capaces de degradar o comprometer la disponibilidad y confiabilidad del sistema, afectando directamente la eficacia de las operaciones militares.



GPS IIR	GPS IIR-M	GPS IIF	GPS III
• Años de operación: 1997-2004 • Número de satélites fabricados: 21 • Primeros en incorporar la capacidad de Navegación Autónoma (AUTONAV), que permite a los satélites determinar la posición sin control terrestre.	• Años de operación: 2005-2009 • Número de satélites fabricados: 8 • Introdujo nuevas señales militares para mejorar la precisión y resistencia al bloqueo, y una segunda señal civil (L2C) para un rendimiento mejorado. • Incorporó un código M, mejorando las propiedades de seguridad y anti-interferencia.	• Años de operación: 2010-2016 • Número de satélites fabricados: 12 • Incluyó una tercera señal civil (L5) para transporte de seguridad y relojes atómicos mejorados para una mayor precisión. • Incorporó relojes atómicos más estables y precisos para mejorar la exactitud. • Diseñado con una vida operativa más larga de 12 años y adaptabilidad en órbita.	• Años: 2018-presente • Número de satélites fabricados: Se planean 10 con otros en producción. • Se mejoró la fuerza de la señal, la resistencia al bloqueo y se incrementó la vida útil. Se introdujo una cuarta señal civil (L1C) compatible con otros sistemas satelitales.
			GPS IIIIF • Se espera a mediados de 2020. • Contrato para 22 satélites. • Incluye retroreflectores láser para una mayor precisión.

Las experiencias obtenidas en conflictos recientes han demostrado el empleo sistemático de sistemas de guerra electrónica capaces de interrumpir la navegación satelital y reducir la precisión de armas guiadas, vehículos no tripulados, plataformas de combate y redes de mando y control.

En este contexto, la capacidad de operar en ambientes electromagnéticos altamente disputados se ha convertido en un requisito indispensable para mantener la superioridad operacional.

Como respuesta a estos desafíos, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos ha impulsado un amplio proceso de modernización del GPS militar, cuyo eje central es la incorporación de la señal militar M-Code y el desarrollo del programa Military GPS User Equipment (MGUE). Estas iniciativas buscan fortalecer la resiliencia de las capacidades PNT mediante receptores más seguros, resistentes a la interferencia y compatibles con la nueva generación de satélites GPS III y GPS IIIF, asegurando la continuidad de las operaciones en escenarios caracterizados por altos niveles de degradación electromagnética.

II. Señal M-Code

La señal M-Code (Military Code) representa una de las principales innovaciones tecnológicas incorporadas en la evolución del segmento de señales militares del GPS. Su desarrollo responde a la necesidad de proporcionar una capacidad de Posicionamiento, Navegación y Sincronización con mayores niveles de seguridad, disponibilidad y resiliencia frente a las amenazas propias de los entornos operacionales modernos.

A diferencia de las señales militares de generaciones anteriores, la arquitectura de la señal M-Code incorpora mecanismos criptográficos avanzados y técnicas de protección de señal orientadas a garantizar la autenticidad e integridad de la información de navegación. Estas características permiten reducir la vulnerabilidad frente a acciones de manipulación intencionada de la señal, particularmente aquellas asociadas al fenómeno de falsificación de información de posicionamiento (*spoofing*), así como incrementar la capacidad de operación en presencia de interferencias electromagnéticas deliberadas (*jamming*).



Desde el punto de vista técnico-operacional, la señal M-Code fue concebida para mejorar la capacidad de supervivencia del servicio GPS en escenarios de conflicto donde el dominio del espectro electromagnético constituye un factor determinante. Para ello, incorpora una mayor potencia efectiva de transmisión, una estructura de señal optimizada y mecanismos de autenticación reforzados que contribuyen a mantener la continuidad y confiabilidad del servicio

de navegación, incluso en ambientes caracterizados por elevados niveles de interferencia o degradación intencional.

Entre las principales capacidades asociadas a la incorporación de la señal M-Code destacan:

- Incremento de la resistencia frente a interferencias electrónicas, mediante una mayor robustez de la señal ante intentos de negación o degradación del servicio (*jamming*).
- Mayor protección contra técnicas de engaño electrónico (*spoofing*), al permitir una mejor validación de la autenticidad de las señales recibidas.

Aumento de la disponibilidad operacional del servicio PNT, proporcionando una capacidad de navegación más confiable para sistemas militares críticos.

- Mejora de la seguridad de la información de navegación, mediante el empleo de mecanismos criptográficos diseñados para preservar la integridad del servicio.
- Interoperabilidad con la nueva generación del segmento espacial GPS, particularmente con los satélites pertenecientes a las constelaciones GPS III y GPS IIIF, diseñados para soportar la transmisión de esta señal.

Sin embargo, la implementación efectiva de la capacidad M-Code no depende exclusivamente de la modernización del segmento espacial. Su empleo operacional requiere la actualización del segmento usuario mediante la incorporación de receptores compatibles capaces de adquirir, procesar y explotar esta nueva señal. En este contexto surge el programa Military GPS User Equipment (MGUE), orientado al desarrollo e integración de equipos receptores de nueva generación que permitan a las plataformas militares aprovechar plenamente las capacidades ofrecidas por M-Code.

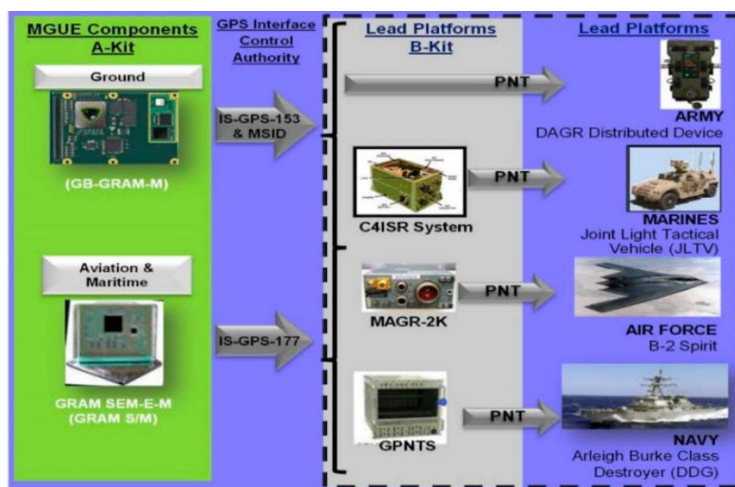
III. Programa Military GPS User Equipment (MGUE)

El programa MGUE constituye uno de los componentes fundamentales dentro del proceso de modernización del segmento usuario militar del GPS. Su finalidad principal es desarrollar, certificar e integrar receptores de nueva generación compatibles con la señal M-Code, permitiendo su incorporación progresiva en las plataformas operativas del Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

Diversas empresas del sector de defensa participan en el desarrollo del programa, entre ellas L3Harris Technologies, RTX (anteriormente Raytheon Technologies) y BAE Systems. Estas compañías han desarrollado módulos receptores, tarjetas electrónicas y componentes especializados que cumplen con los estrictos requisitos de seguridad y desempeño establecidos por el Departamento de Defensa.

La implementación del programa MGUE representa una evolución significativa respecto de los receptores GPS militares empleados tradicionalmente, al introducir capacidades avanzadas orientadas a incrementar la seguridad, disponibilidad y resiliencia de los servicios de Posicionamiento, Navegación y Sincronización. Su principal innovación tecnológica radica en la capacidad de procesar la señal M-Code, diseñada específicamente para operar en ambientes caracterizados por elevados niveles de interferencia electromagnética y presencia de amenazas de guerra electrónica.

Mediante la incorporación de estos receptores avanzados, las plataformas militares adquieren una mayor capacidad para mantener servicios de navegación confiables en escenarios operacionales altamente disputados, donde las señales GPS convencionales pueden ser degradadas, interferidas o manipuladas. De esta manera, el programa MGUE contribuye directamente a preservar la eficacia operacional de sistemas terrestres, navales, aéreos y espaciales que dependen de información precisa de posicionamiento y sincronización.



El desarrollo del programa se organizó en dos fases. El Incremento 1 (MGUE Inc 1) se orientó a la producción de receptores compatibles con la señal M-Code y su integración en diversos sistemas militares. Posteriormente, el Incremento 2 (MGUE Inc 2) incorpora mejoras en el procesamiento de señales, mayor resistencia frente a interferencias y nuevas capacidades de navegación asegurada, respondiendo a las necesidades de un entorno operativo cada vez más complejo.

El primer incremento desarrolla la primera generación de receptores M-Code para aeronaves, vehículos terrestres, buques y sistemas de armas.

Entre sus principales objetivos se encuentran: sustituir los receptores GPS militares tradicionales; mejorar la precisión del posicionamiento en ambientes hostiles; incrementar la protección frente a guerra electrónica; y permitir la interoperabilidad entre las distintas ramas de las Fuerzas Armadas.

Sin embargo, la integración de estos receptores ha resultado más compleja de lo previsto. Numerosos informes de la Government Accountability Office (GAO) indican que la certificación, las pruebas operacionales y la adaptación de cientos de plataformas militares provocaron retrasos significativos.

El segundo incremento busca solucionar parte de las limitaciones identificadas durante la primera fase mediante una nueva generación de hardware.

Entre las principales innovaciones destacan: nuevos circuitos integrados (ASIC) con mayor capacidad de procesamiento; receptores más pequeños para municiones inteligentes y sistemas

portátiles; reducción de costos de producción; disminución del consumo energético; e incorporación futura de capacidades como Multi-GNSS y Alternative Navigation (ALTNAV).

No obstante, la implementación del programa también presenta desafíos. La integración de los nuevos receptores en plataformas ya existentes requiere inversiones significativas, modificaciones de hardware y software, procesos de certificación y capacitación del personal. Además, el constante avance de las amenazas electrónicas obliga a mantener un proceso continuo de actualización tecnológica para garantizar que los sistemas permanezcan protegidos frente a nuevas formas de ataque.

Uno de los principales desafíos ha sido la integración simultánea en cientos de plataformas diferentes pertenecientes al Ejército, la Armada, la Fuerza Aérea, el Cuerpo de Marines y la Fuerza Espacial. Cada plataforma requiere procesos específicos de certificación, modificaciones de software, pruebas de compatibilidad y validación operacional.

La Government Accountability Office ha señalado reiteradamente que la tecnología ha avanzado más rápido que su incorporación efectiva en los sistemas militares. Como consecuencia, aunque los satélites GPS modernos ya transmiten la señal M-Code, una parte importante del equipamiento militar continúa utilizando receptores antiguos.

En el año 2026, el Departamento de Defensa decidió transferir la gestión del programa MGUE al Air Force Life Cycle Management Center (AFLCMC), con el propósito de centralizar la administración, acelerar la integración y reducir la fragmentación existente entre las distintas organizaciones responsables del programa.

IV. Satélites GPS III y GPS IIIF

Los satélites GPS III y GPS IIIF representan la etapa más avanzada del programa de modernización del sistema, incorporando mejoras significativas en precisión, seguridad, resiliencia y capacidad tecnológica para responder a las necesidades del siglo XXI.

El sistema GPS está conformado por tres segmentos: el espacial, integrado por la constelación de satélites; el de control, responsable del monitoreo y administración de la constelación; y el de usuario, compuesto por los receptores utilizados por civiles y militares. Desde el lanzamiento de los primeros satélites operacionales en la década de 1980, el sistema ha experimentado sucesivas modernizaciones con las series Block II, IIA, IIR e IIIF. Sin embargo, el crecimiento de la demanda de servicios de navegación y la aparición de amenazas como la interferencia electrónica (jamming) y la suplantación de señales (spoofing) hicieron necesaria una nueva generación de satélites con mayores capacidades.

Los satélites GPS III constituyen la primera fase de esta modernización, mientras que los GPS IIIF representan su evolución tecnológica, diseñada para mantener la competitividad del sistema frente a otras constelaciones globales de navegación por satélite, como Galileo (Europa), GLONASS (Rusia) y BeiDou (China).

Los GPS III fueron desarrollados por Lockheed Martin y son operados por la U.S. Space Force. El primer satélite fue lanzado en diciembre de 2018 y, con el lanzamiento del décimo satélite en 2026, se completó la primera constelación de esta generación.

Cada satélite opera en una órbita media terrestre (MEO) a aproximadamente 20.200 km de altitud, posee una masa cercana a 3.880 kg, una potencia eléctrica aproximada de 4.480 W y una vida útil de diseño de 15 años. Estas características permiten alojar equipos más avanzados y ofrecer un servicio de mayor calidad que las generaciones anteriores.

Entre las principales innovaciones destacan:

- Una precisión significativamente superior respecto a generaciones anteriores, mejorando la exactitud del posicionamiento y la sincronización temporal.
- Una resistencia hasta ocho veces mayor frente al jamming, aumentando la disponibilidad de las señales en ambientes con interferencias.
- La incorporación de la señal civil L1C, diseñada para ser interoperable con otros sistemas GNSS, especialmente Galileo.
- La implementación de la señal militar M-Code, que proporciona mayor seguridad, capacidad antiinterferencia y confiabilidad para aplicaciones de defensa.
- Una arquitectura más flexible que facilita futuras actualizaciones del sistema.

Estas mejoras benefician tanto a usuarios civiles como militares. En el ámbito civil permiten una navegación más confiable para teléfonos inteligentes, aeronaves, vehículos autónomos y servicios de emergencia, además de mejorar la sincronización de redes eléctricas, telecomunicaciones y mercados financieros. En el ámbito militar fortalecen las operaciones de navegación, guiado de precisión y sincronización de sistemas estratégicos.



Satélite GPS III Fuente Lockheed Martin

Los satélites GPS IIIF (GPS III Follow-On) representan la siguiente etapa en la evolución del sistema GPS. También son desarrollados por Lockheed Martin y mantienen la arquitectura básica de los GPS III, pero incorporan capacidades adicionales orientadas a incrementar la resiliencia, precisión y utilidad del sistema durante las próximas décadas.

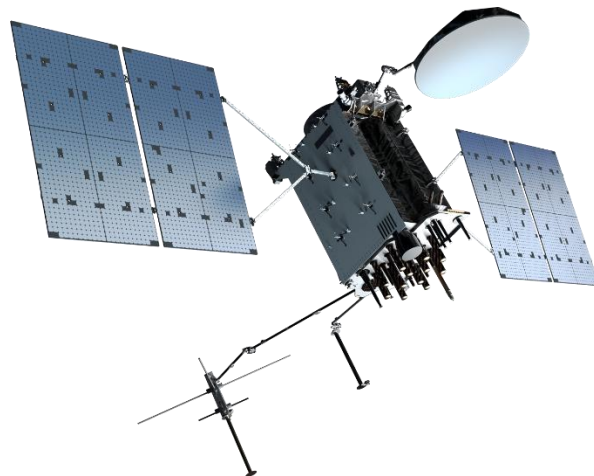
Entre las principales mejoras de los GPS IIIF destacan:

- Mayor precisión en la determinación orbital mediante la incorporación de un reflector láser (Laser Retroreflector Array), que permite realizar mediciones muy precisas desde estaciones terrestres.
- Mejoras en la transmisión y flexibilidad de la señal militar M-Code, fortaleciendo la protección frente a interferencias y ataques electrónicos.
- Incorporación de una carga útil de búsqueda y rescate (Search and Rescue – SAR), integrada al sistema internacional COSPAS-SARSAT, permitiendo apoyar la localización de personas y embarcaciones en situaciones de emergencia.
- Mayor capacidad de procesamiento y actualización de software durante la vida útil del satélite.
- Arquitectura preparada para futuras modernizaciones y nuevas capacidades tecnológicas.

Estas innovaciones convierten a los GPS IIIF en plataformas espaciales más versátiles y resilientes, capaces de adaptarse a los desafíos tecnológicos y estratégicos del futuro.

Aunque ambos pertenecen a la misma familia tecnológica, los GPS IIIF representan una evolución respecto a los GPS III. Los primeros introdujeron mejoras sustanciales en precisión, nuevas señales y resistencia a interferencias, mientras que los segundos incorporan capacidades adicionales como búsqueda y rescate, reflectores láser para mejorar la determinación orbital y una arquitectura más flexible para futuras actualizaciones.

En términos generales, los GPS III modernizan el sistema de navegación, mientras que los GPS IIIF amplían sus funciones y fortalecen su resiliencia frente a amenazas emergentes.



Satélite GPS III F Fuente Lockheed Martin

V. Protección Militar Regional (Regional Military Protection, RMP) en los satélites GPS IIIF

Una de las innovaciones más importantes incorporadas en la futura constelación de satélites GPS IIIF es la capacidad de Protección Militar Regional (Regional Military Protection, RMP), desarrollada por Lockheed Martin para la U.S. Space Force. Esta tecnología constituye un avance significativo en la protección de las señales de navegación militar frente a amenazas de guerra electrónica, especialmente en escenarios donde la interferencia deliberada (jamming) representa un riesgo para las operaciones.

En las operaciones militares modernas, la navegación y sincronización proporcionadas por el GPS son fundamentales para el guiado de municiones de precisión, la coordinación de fuerzas, la navegación de plataformas terrestres, aéreas y navales, así como para el intercambio de información entre unidades aliadas. En este contexto, garantizar la disponibilidad continua y confiable de la señal GPS resulta esencial para el éxito de las misiones.

La capacidad RMP ha sido diseñada para mantener una señal GPS militar segura y resistente incluso en los entornos electromagnéticos más hostiles. Su funcionamiento se basa en la transmisión coordinada de señales por parte de varios satélites GPS IIRF, concentrando la potencia de la señal sobre una región geográfica específica donde operan las fuerzas militares. De esta manera, la intensidad efectiva de la señal aumenta considerablemente, dificultando que los sistemas de interferencia enemigos puedan degradarla o bloquearla.

Este principio puede compararse con el funcionamiento de un sistema de iluminación en un escenario. Mientras varias luces iluminan todo el espacio, un reflector concentra gran parte de la energía sobre un único punto para resaltarlo. De forma similar, los satélites GPS IIRF pueden coordinar la transmisión de sus señales para reforzar la cobertura sobre un área de interés operacional, incrementando la resistencia frente a ataques de guerra electrónica.

Aunque cada satélite GPS IIRF incorpora tecnologías avanzadas de protección contra interferencias, la capacidad RMP aprovecha el trabajo conjunto de toda la constelación para ofrecer un nivel de protección significativamente superior al que podría proporcionar un satélite de manera individual. Esta característica mejora la disponibilidad de la señal militar M-Code, permitiendo mantener comunicaciones de navegación y sincronización confiables incluso durante intentos intensivos de interferencia.

La incorporación de la Protección Militar Regional convierte a los satélites GPS IIRF en un componente estratégico de la superioridad espacial estadounidense. Además de mejorar la resiliencia del sistema GPS, esta tecnología fortalece la capacidad de las fuerzas armadas para operar en escenarios altamente disputados, donde la guerra electrónica constituye uno de los principales desafíos para las operaciones militares del siglo XXI. En consecuencia, el sistema GPS IIRF no solo representa una evolución tecnológica respecto a las generaciones anteriores, sino también un elemento clave para garantizar la continuidad de las operaciones militares y mantener una ventaja estratégica en futuros conflictos.

VI. Conclusión

La modernización del sistema GPS responde tanto a las crecientes necesidades de los usuarios civiles como a los requerimientos de la seguridad nacional. En la actualidad, una parte significativa de la infraestructura crítica mundial depende de la precisión temporal y de posicionamiento que proporcionan los satélites GPS. Redes eléctricas, sistemas financieros, telecomunicaciones, transporte, agricultura de precisión y servicios de emergencia utilizan diariamente esta tecnología, convirtiéndola en un componente esencial para el funcionamiento de la sociedad moderna.

En el ámbito militar, la necesidad de disponer de señales seguras, precisas y resistentes frente a interferencias y ataques electrónicos ha impulsado el desarrollo de nuevas capacidades. En este contexto, el programa Military GPS User Equipment (MGUE) constituye uno de los pilares de la

modernización del sistema, al incorporar la señal M-Code y receptores diseñados para operar de forma confiable en entornos de guerra electrónica y de alta contestación electromagnética. Aunque su implementación ha enfrentado importantes desafíos técnicos, logísticos y administrativos, los avances alcanzados evidencian el compromiso por mantener una arquitectura de posicionamiento, navegación y sincronización más segura, resiliente y preparada para las amenazas futuras.

Paralelamente, los satélites GPS III y la futura generación GPS IIIF representan la evolución tecnológica del segmento espacial del sistema GPS. Los GPS III ofrecen mejoras sustanciales en precisión, disponibilidad, seguridad e interoperabilidad con otros sistemas globales de navegación por satélite, mientras que los GPS IIIF ampliarán estas capacidades mediante nuevas funciones, como servicios avanzados de búsqueda y rescate, mayor precisión orbital, mejores prestaciones de navegación y una arquitectura preparada para incorporar futuras actualizaciones tecnológicas.

En conjunto, la integración de la señal M-Code, el despliegue del programa MGUE y la incorporación de las constelaciones GPS III y GPS IIIF garantizan la continuidad y modernización del sistema GPS tanto para aplicaciones civiles como militares. Estas iniciativas fortalecen la resiliencia de una infraestructura crítica de alcance global y permiten preservar la superioridad tecnológica y la libertad de acción de las fuerzas estadounidenses en escenarios cada vez más complejos.

No obstante, la creciente dependencia mundial de los sistemas de navegación por satélite también plantea nuevos desafíos. La protección frente a amenazas cibernéticas, interferencias intencionales, ataques espaciales y fallas sistémicas exigirá el desarrollo de mecanismos de redundancia, una mayor cooperación internacional y una constante innovación tecnológica. En consecuencia, el GPS continuará siendo no solo una herramienta fundamental para la navegación y la sincronización de infraestructuras críticas, sino también un elemento estratégico para la economía digital, la seguridad internacional y el desarrollo tecnológico durante las próximas décadas.

AAW información obtenida de fuentes abiertas

Government Accountability Office. (2021). GPS Modernization: DOD Continuing to Develop New Jam-Resistant Capability, but Widespread Use Remains Years Away (GAO-21-145).

Government Accountability Office. (2022). GPS Modernization: Better Information and Detailed Test Plans Needed for Timely Fielding of Military User Equipment (GAO-22-105086).

Government Accountability Office. (2024). GPS Modernization: Delays Continue in Delivering More Secure Capability for the Warfighter (GAO-24-106841).

Space Systems Command. (2026). AFLCMC Signs Transition Plan, Standardizing Military GPS Programs Under Air Force.

Kaplan, E. D., & Hegarty, C. J. (Eds.). (2017). Understanding GPS/GNSS: Principles and Applications (3rd ed.). Artech House.

La protección militar regional asegura la posición elevada | Lockheed Martin

<https://space39a.com/noticias/la-fuerza-espacial-de-ee-uu-encarga-dos-satelites-gps-iiif-adicionales-por-5097-millones-de-dolares/>

<https://euro-sd.com/2023/10/articles/34769/waiting-for-ultimate-accuracy-the-progress-of-gps-iii/>