



Por Álvaro Aguirre W. 08 Min. de lectura.

La necesidad de contar con servicios de comunicaciones y navegación en vuelos hacia la Luna, se está haciendo cada vez mayor en consideración a la gran cantidad de misiones que se tienen planificadas para ir al satélite natural de la Tierra en los próximos años.

Hay lugares en la Luna que no hay línea de vista con la Tierra, como es el caso de la cara oculta en la cual se necesitan satélites que retransmitan los datos en tiempo real y en también en el polo sur sucede algo parecido, ya que la Tierra podría estar muy baja en el horizonte o desaparecer de la vista según las estaciones, siendo muy necesario contar con una red de comunicaciones.

De igual forma, un sistema de posicionamiento lunar permitiría además usar equipos más sencillos que los complejos sistemas de alunizaje actuales, que incluyen una combinación de radares Doppler, lidar y navegación óptica.

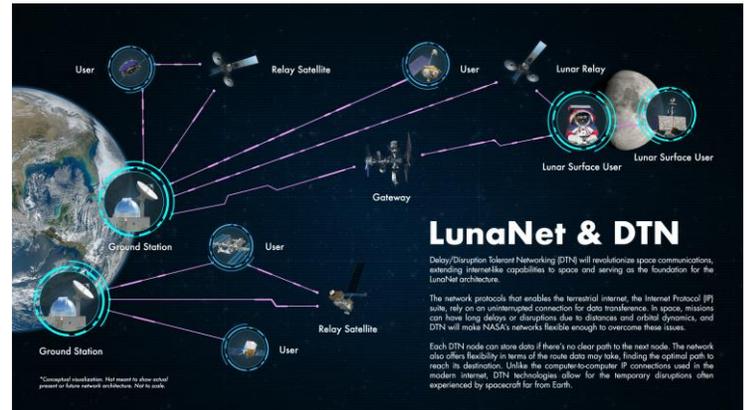
Por lo que contar con sistemas de navegación, tiene la ventaja de poder conocer exactamente la posición en que se encuentra un determinado objeto, lo que permitiría alunizajes más precisos al disponerse de mejores datos de posición y velocidad.

De esta forma se abriría la puerta a alunizajes de sondas más sencillas y pequeñas, y de la misma manera, una red de comunicaciones lunares permitiría que las sondas no llevaran equipos y antenas tan grandes y complejas.

En este sentido, LunaNet se concibe como un conjunto de redes de cooperación que proporcionan comunicaciones, navegación y otros servicios para los usuarios en la Luna y sus alrededores. El concepto de LunaNet se basa en un marco de estándares, protocolos y especificaciones de interfaz mutuamente acordados que permiten la interoperabilidad.

LunaNet está destinado a permitir que muchos usuarios de misiones lunares contraten los servicios de diversos proveedores de servicios comerciales y

gubernamentales en una arquitectura abierta y evolutiva.



Estructura de LunaNet DTN. Fuente: NASA / Reese Patillo.

Los servicios de LunaNet pueden incluir comunicaciones, mensajería, transmisión de datos y distribución de información de posición, navegación, tiempo y conciencia situacional.

LunaNet es una combinación de tres sistemas diferentes, el LCRNS (*Lunar Communications Relay and Navigation Systems*) de la NASA, la red Moonlight de la ESA y el LNSS (*Lunar Navigation Satellite System*) de la japonesa JAXA.

LCRNS.

El proyecto de Sistemas de Navegación y Retransmisión de Comunicaciones Lunares (LCRNS) de la NASA es una iniciativa destinada a establecer una sólida infraestructura de comunicación y navegación alrededor de la Luna, y es parte de la arquitectura de Artemis Luna hacia Marte, apoyando el objetivo de la NASA de establecer una presencia lunar sostenida que, en última instancia, permita la exploración humana de Marte.

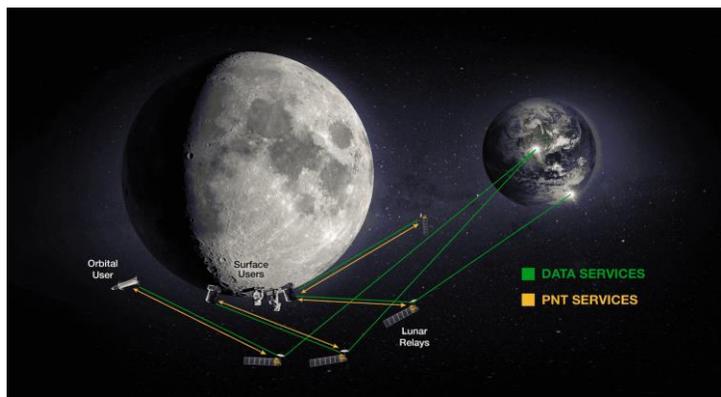
El proyecto LCRNS desplegará una red de satélites de retransmisión de comunicaciones en órbita lunar para permitir una comunicación continua y confiable entre la Tierra y las misiones lunares, incluso en lugares donde la Tierra no es directamente visible desde la Luna. Esta infraestructura es esencial para misiones tripuladas, misiones robóticas, rovers y

desarrollo de infraestructura en la Luna y sus alrededores.

El objetivo de este proyecto es llevar a la Luna capacidades similares a las de Internet, permitiendo que todos los activos intercambien comunicaciones, navegación e información científica. Esto se logrará a través de la Especificación de Interoperabilidad de LunaNet, que establece los estándares interoperables para los servicios de comunicaciones y navegación en la Luna.

LCRNS está verificando y validando los servicios comerciales de retransmisión lunar adquiridos bajo la Solicitud de Propuesta de Servicios de Red de Espacio Cercano de la NASA, mitigando los riesgos asociados a través de inversiones en ingeniería de la NASA y liderando el análisis y la definición de interoperabilidad de LunaNet relevantes.

El proyecto LCRNS permitirá un enfoque de servicio interoperable que facilitará que las misiones en cualquier lugar de la Luna, incluida la cara oculta, se comuniquen a través de activos gubernamentales y comerciales.



LCRNS. Fuente: NASA.

El proyecto trabajará con empresas comerciales seleccionadas para verificar que los relés estén desarrollados para cumplir con los requisitos del programa Artemis. Estos relés probarán la capacidad de sus servicios de comunicaciones y navegación de forma incremental, comenzando con Artemis III y

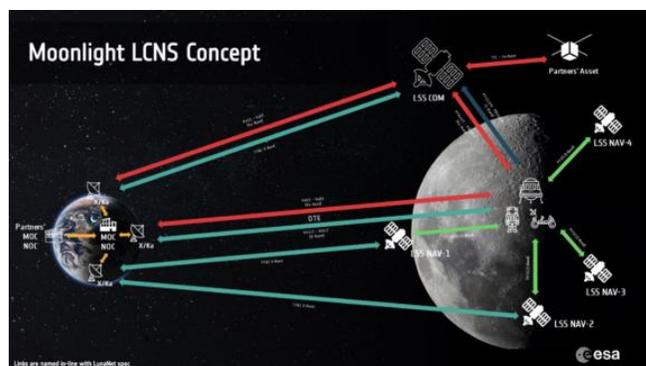
demostrando comunicaciones y navegación de rango completo con Artemis V.

Esta red hará uso de satélites en órbitas ELFO¹ (Elliptical Lunar Frozen Orbit), que a su vez emplearán las señales secundarias de las constelaciones GPS y Galileo. Los satélites suministrarán la iniciativa privada dentro del marco del contrato CLPS (Programas_de_la_NASA) de la NASA, así que es posible que cada unidad se dedique a otras tareas secundarias además de prestar servicios de comunicaciones y navegación. Por este motivo, aunque se prevé el empleo de órbitas ELFO, algunas unidades podrían estar en otras órbitas diferentes.

MOONLIGHT LUNAR COMMUNICATIONS AND NAVIGATION SERVICES (LCNS).

Moonlight estará formado por cinco satélites, cuatro de 350 kg destinados a servicios de navegación, y uno de 1 tonelada para comunicaciones, conectados a la Tierra a través de tres estaciones terrestres dedicadas a ello, creando una red de datos que se extenderá hasta 400.000 km.

Los satélites estarán estratégicamente ubicados para priorizar la cobertura del polo sur lunar, una zona de especial interés para futuras misiones debido a sus "picos de luz eterna" adecuados para la energía solar y "cráteres de oscuridad eterna" que contienen hielo polar que puede ser una fuente de agua, oxígeno y combustible para cohetes.



Concepto de Moonlight. Fuente: ESA.

¹ Las órbitas bajas congeladas de la Luna se pueden utilizar para permitir misiones de larga duración en la Luna y, al mismo tiempo,

minimizar el uso de combustible necesario para el mantenimiento de la órbita.

Los cinco satélites estarán situados en órbitas elípticas de tipo ELFO, las que garantizan una buena cobertura en los polos, al mismo tiempo que se mantiene una línea de comunicación con la Tierra casi permanente. Además, son órbitas muy estables, afectadas por la desigual distribución de masas de la corteza lunar y por la gravedad de la Tierra, el Sol y hasta Júpiter, además del viento solar.

El programa Moonlight posibilitará y permitirá alunizajes precisos y autónomos, y movilidad en la superficie, al tiempo que facilitará la comunicación y la transferencia de datos a alta velocidad y baja latencia entre la Tierra y la Luna.

La implementación de Moonlight se realizará en fases e iniciará con el Lunar Pathfinder, un satélite de retransmisión de comunicaciones fabricado por la empresa británica Surrey Satellite Technology Ltd (SSTL), que comenzará a operar en 2026. Luego, los servicios de Moonlight se desplegarán gradualmente, con operaciones iniciales a finales de 2028 y operaciones completas para 2030.

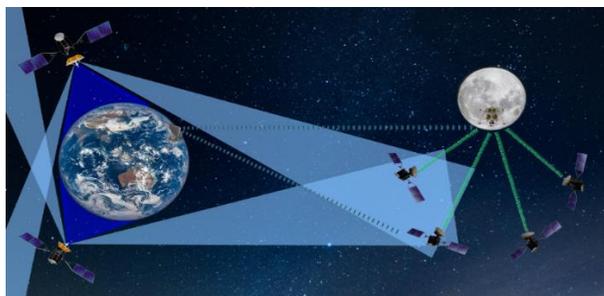
LNSS (Lunar Navigation Satellite System).

El Sistema de Navegación Lunar por Satélite, es un sistema de navegación similar al GPS diseñado para la Luna, desarrollado por la Agencia de Exploración Aeroespacial de Japón (JAXA), que tiene como objetivo proporcionar servicios fiables y precisos de posición, navegación y temporización (PNT) para misiones lunares.

LNSS estará formada por ocho satélites, cuatro de ellos en una órbita ELFO para garantizar una alta precisión de posicionamiento horizontal en la región del Polo Sur lunar, y los restantes en otra, garantizando así una cobertura continua. Los ocho satélites servirán para ofrecer servicios de navegación, mientras que cuatro de ellos llevarán, además, cargas útiles para servicios de comunicación por radio y láser.

Estos satélites servirán como satélites de retransmisión de comunicaciones utilizando enlaces de banda X, banda Ka y, posiblemente, enlaces ópticos.

LNSS apoyará varias misiones lunares, incluidos rovers presurizados y actividades extravehiculares (EVA), al proporcionar servicios de posicionamiento en tiempo real. El sistema tiene como objetivo lograr una precisión de posicionamiento horizontal en tiempo real de menos de 40 metros en la región del Polo Sur lunar.



LNSS. Fuente: JAXA.

RESUMEN.

El concepto de LunaNet puede introducirse como parte de las primeras misiones y adaptarse a la expansión a medida que nuevos usuarios y proveedores de servicios se conectan. Muchas naciones, agencias y empresas privadas pueden contribuir y participar en el establecimiento y funcionamiento de LunaNet.

Esta infraestructura es esencial para el regreso de la humanidad a la Luna y su presencia a largo plazo, al tiempo que mejora la eficiencia y reduce significativamente los costos operativos y de usuario.



LunaNet: Llevando capacidades de Internet terrestre a astronautas, rovers y orbitadores. Fuente: NASA / Reese Patillo.

AAW, información obtenida de fuentes abiertas.

[esa.int/Newsroom/Press_Releases/ESA_launches_Moonlight Lunar Navigation Satellite System \(LNSS\) and Its Demonstration Mission](https://esa.int/Newsroom/Press_Releases/ESA_launches_Moonlight_Lunar_Navigation_Satellite_System_(LNSS)_and_Its_Demonstration_Mission)