

**BOLETÍN INFORMATIVO Y DE ANÁLISIS N° 24-2024**  
**Santiago, 19 de diciembre de 2024**  
**LA MISIÓN INGENUITY REALIZÓ SU ÚLTIMO VUELO EN MARTE**

Dentro del Programa de Exploración de Marte de la NASA, se encuentra la misión MARS 2020, que incluyó un rover (Perseverance) y un helicóptero explorador (Ingenuity), cuyo lanzamiento se efectuó el 30 de julio de 2020 y llegó a la superficie de Marte el 18 de febrero de 2021.

Los objetivos de la misión MARS 2020 son, explorar lugares con características geológicas diversas para futuros amortizajes, evaluar la habitabilidad, buscar indicios de vida antigua, particularmente en rocas que preservan signos de vida con el paso del tiempo, reunir muestras de roca y suelo que puedan ser traídas a la Tierra en futuras misiones. y comprobar nueva tecnología para la exploración robótica y humana.

En relación a Ingenuity, la planificación inicial fue la de realizar tan solo cinco vuelos en Marte, con el propósito de no interferir las operaciones científicas de Perseverance y finalmente, terminó realizando 72 vuelos.



*Imagen de Ingenuity tomada por Perseverance el 16 de abril de 2023. Fuente: (NASA/JPL-Caltech/ASU/MSSS).*

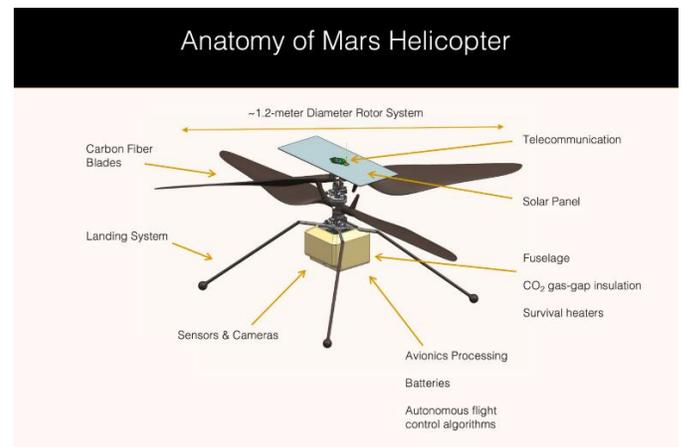
### **CARACTERÍSTICAS.**

Ingenuity cuenta con un pequeño panel solar que se ha dedicado a cargar la batería de ion-litio para suministrar unos 350 vatios de potencia, lo suficiente para permitir vuelos de unos 90 segundos de duración

y hasta 300 metros de distancia, con una altura habitual de unos 5 metros.

Ingenuity llevaba un sistema operativo basado en Linux que corría en dos pequeños computadores, uno para navegación, y otro encargado de las tareas de vuelo.

Las dimensiones del fuselaje son de 13,6 cm x 19,5 cm x 16,3 cm, las patas del tren de aterrizaje una longitud de 38,4 cm, lo que permite que el fuselaje del helicóptero esté a 13 cm del suelo, tiene un peso de 1,8 kilos, en Marte representa 680 gramos, su ancho es de 1,2 metros, que es el largo total del rotor medida de punta a punta.



*Partes de Ingenuity. Fuente: NASA*

### **FASE DE DEMOSTRACIÓN TECNOLÓGICA.**

El 3 de abril de 2021 Ingenuity pisó el suelo marciano, cayendo desde la parte inferior del rover Perseverance y cubriendo los 13 centímetros que lo separaban del suelo, y desde ese momento pasó a depender de sus propias baterías.

El 19 de abril de 2021 Ingenuity despegó y volvió a amortizar en el mismo punto, bautizado el «Campo de los Hermanos Wright». De esta manera, se concretó su primer vuelo propulsado en Marte el que tuvo una duración de 39,1 segundos y se elevó hasta 3 metros.

## BOLETÍN INFORMATIVO Y DE ANÁLISIS N° 24 - 2024

Posterior a este primer vuelo, se realizaron tres vuelos más que se efectuaron desde la misma zona, pero el cuarto vuelo desplazó a Ingenuity a unos 133 metros al sur para recopilar imágenes aéreas de una posible nueva zona de amortizaje antes de regresar a la superficie en Wright Brothers Field, el nombre del aeródromo marciano en el que tuvo lugar el primer vuelo de Ingenuity. Este vuelo de ida y regreso de 266 metros, superó las marcas alcanzadas en el tercer vuelo.

El quinto vuelo que se efectuó el día 7 de mayo Ingenuity amortizó en un lugar, denominado Aeródromo B, con este vuelo la NASA finalizó la fase de demostración tecnológica, y ante el éxito de las operaciones decidió continuar con los vuelos en una fase bautizada como “demostración de operaciones.”

### FASE DE DEMOSTRACIÓN DE OPERACIONES.

Habiendo demostrado que el vuelo controlado y propulsado es posible en Marte, y con los sistemas de energía, telecomunicaciones y navegación en vuelo de Ingenuity funcionando más allá de las expectativas, surgió la oportunidad de permitir que el helicóptero continuara explorando sus capacidades con una demostración de operaciones, sin afectar significativamente la programación de Perseverance.

Ingenuity ejecutó vuelos que amortizaron cerca de la ubicación del rover o a su próximo lugar de estacionamiento anticipado. El helicóptero pudo aprovechar estas oportunidades para realizar observaciones aéreas de los objetivos científicos del rover, las posibles rutas y los lugares con características inaccesibles, al tiempo que capturó imágenes para mapas digitales de elevación.

La frecuencia de los vuelos durante la fase de demostración de operaciones de Ingenuity se fue reduciendo de una vez cada poco día a aproximadamente una vez cada dos o tres semanas, y las incursiones se programaron para evitar interferir con las operaciones científicas de Perseverance.

### LA FALLA.

El 6 de enero de 2024 y tras casi dos años de operaciones exitosas, Ingenuity realizó su vuelo número 71, el que tuvo que efectuar un amortizaje de

emergencia tras alcanzar los 12 metros de altura, ya que, al sobrevolar un terreno arenoso carente de características llamativas, la cámara de navegación VGA en blanco y negro, no pudo identificar suficientes rocas o zonas destacadas para navegar con seguridad y se decidió abortar el vuelo.

El 18 de enero Ingenuity despegó iniciando su vuelo número 72 y, y tras alcanzar los 12 metros de altura, permaneció 4,5 segundos estacionario antes de comenzar el descenso a 3,6 km/h, pero durante esta fase del vuelo, el sistema de navegación volvió a perder la orientación y, probablemente, ejecutó una maniobra de evasión pensando que estaba desplazándose horizontalmente con respecto al suelo, cuando en realidad su velocidad horizontal era nula. Como resultado, se inclinó y una de las palas chocó contra el suelo, resultando dañada y al mismo tiempo se perdió la comunicación con el rover y, por tanto, con la Tierra.

Al día siguiente, se restablecieron las comunicaciones, pero cuando llegaron las imágenes de las cámaras se pudo ver que la sombra de una de las palas de las cuatro que tiene en sus dos rotores contrarrotatorios, mostraba un perfil irregular. Con un aspa dañada y varado en un terreno hostil para la navegación, la NASA decidió que Ingenuity no podía seguir volando y el 25 de enero se declaró el fin oficial de la misión del primer helicóptero que ha surcado los cielos de Marte.



*Después de su vuelo número 72, el 18 de enero de 2024, el helicóptero de la NASA en Marte Ingenuity captó esta imagen en color que muestra la sombra de una de las aspas de su rotor, que resultó dañada durante el aterrizaje. / NASA/JPL-Caltech*

## BOLETÍN INFORMATIVO Y DE ANÁLISIS N° 04-2024

### LO REALIZADO.

Es la primera aeronave en lograr un vuelo controlado y propulsado en otro planeta, una hazaña que ha sido llamada el "momento de los hermanos Wright".

Ingenuity efectuó 72 vuelos, recorrió un total de 17 kilómetros, voló una cantidad de 128,8 minutos, y llegó a una altura máxima de 24 metros, alcanzando una velocidad máxima de 36 km/h.

Sobrevivir tanto tiempo en Marte es un éxito, debido principalmente a que las gélidas noches marcianas exponen a la electrónica de cualquier nave espacial a un esfuerzo considerable, considerando, además, que Ingenuity es la única sonda móvil marciana que carece de calefactores a base de plutonio-238 (RHUs), y que fue diseñado para volar con las temperaturas primaverales del área del cráter Jezero, no en invierno, pero el equipo de la misión logró que también despegase con temperaturas mucho más bajas.

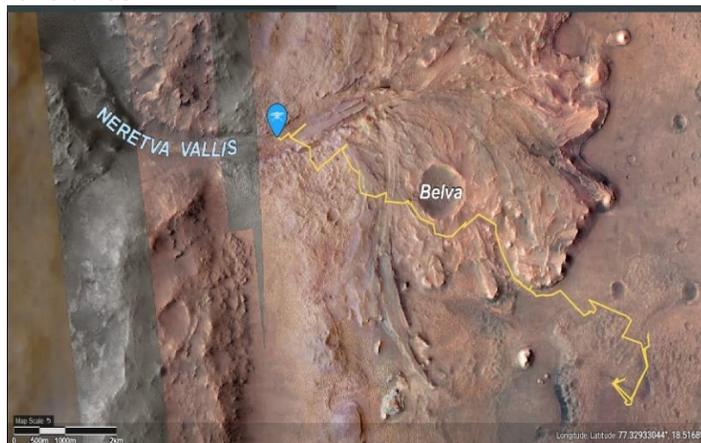
Volar en Marte, con una atmósfera cuya densidad es apenas el 1% de la terrestre, no es nada fácil, Ingenuity con solo 1,8 kg de peso pudo lograrlo gracias a sus relativamente grandes rotores de 1,2 metros de diámetro y alta velocidad de giro.

Además, allanó el camino para futuros exploradores aéreos en Marte y, potencialmente, en otros destinos espaciales.

El equipo también ha estado experimentando con la velocidad de aterrizaje de Ingenuity, ya que, fue diseñado para entrar en contacto con la superficie a una velocidad relativamente rápida de 2,2 mph (1 mps) para que sus sensores a bordo pudieran confirmar fácilmente el aterrizaje y apagar los rotores antes de que pudiera rebotar. Un helicóptero que amortiza más lentamente podría diseñarse con un tren de amortizaje más ligero. En los vuelos 57, 58 y 59 se demostró que Ingenuity podía amortizar a velocidades un 25% más lentas de las que fue diseñado originalmente para posarse en la superficie.

Ingenuity se fue moviendo a su propio ritmo adelantándose o siguiendo a Perseverance y en varias ocasiones demostró su valía como vigía analizando el terreno que debía cruzar el rover.

Aunque Ingenuity cada vez volaba más alto, más lejos y más rápido, nunca se alejó más de un kilómetro de Perseverance para mantener así las con el rover, ya que el helicóptero no puede contactar directamente con la Tierra ni con los orbitadores marcianos.



Fuente: NASA

### CONCLUSIÓN.

El helicóptero Ingenuity ha demostrado que se puede operar una aeronave en Marte, y ser capaz de explorar grandes extensiones de terreno en poco tiempo, a bajo coste y, sobre todo, de forma fiable.

Gracias al éxito de Ingenuity, la NASA ha decidido incluir dos helicópteros en la próxima sonda del programa MSR (*Mars Sample Return*) para traer muestras de Marte a la Tierra. Estos helicópteros, los SRH (*Sample Recovery Helicopter*), llevarán un brazo robot y ruedas con el fin de recoger muestras dejadas por Perseverance y llevarlas hasta la sonda SRL (*Sample Retrieval Lander*) para luego enviarlas a la órbita marciana y, de allí, a la Tierra.

Sin la experiencia de Ingenuity, nadie se habría planteado incluir helicópteros en estas misiones, y las lecciones aprendidas de estos esfuerzos proporcionarán un beneficio significativo a los futuros planificadores de misiones.

*AAW, adaptación con información de fuentes abiertas, internet,*

NASA's Ingenuity Helicopter to Begin New Demonstration Phase – NASA Mars Exploration  
Mars Helicopter - NASA Mars  
Finaliza la misión de Ingenuity t en Marte - Eureka  
(naukas.com)



CENTRO DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS Y AEROESPACIALES

**BOLETÍN INFORMATIVO Y DE ANÁLISIS N° 24 - 2024**

A1\_misiones\_espaciales\_en\_ejecucion\_y\_sus\_desafios.pdf  
(ceea.cl)