

# ¡VIKINGO!... MISION A MARTE

## I. HISTORIA PRIMITIVA

### LA CREACION DEL UNIVERSO

Por

Víctor PEÑA Mancilla  
Capitán de navío (Rva.).



Only through comparative studies of other planets and their evolution, will man truly begin to understand the forces which shaped his own being, and the World in which he lives.

John E. Naugle

Deputy Associate Administrator  
N.A.S.A.



EL PRINCIPIO, es decir, cuando las cosas no existían, creó Dios el Cielo y la Tierra. Después dijo: Haya lumináres en el firmamento que separen el día de la noche y luzcan en el firmamento del Cielo para iluminar la Tierra. Hizo, pues, Dios, dos lumináres grandes, el mayor para el gobierno del día y el menor para el gobierno de la noche, y las estrellas.

Después Dios pobló el Cielo, la Tierra y las aguas de los mares con seres vivientes y cubrió a la Tierra con un manto de hierbas, plantas y árboles frutales, conteniendo en ellos la simiente propia de su especie.

Así fueron acabados el Cielo y la Tierra y toda su ornamentación.

Tal fue su origen cuando fueron creados.

Pero Dios, contemplando su obra, la vio incompleta y dijo: Hagamos al hombre a nuestra imagen, según nuestra propia semejanza. Imperad sobre la Tierra, hacéda producir y pobladla para someterla y dominarla sobre los demás seres vivientes.

Tal mandato, expresado en plural, nos da el sentido de majestad y plenitud de poderes, personificando el hombre, el significado colectivo de la Humanidad.

Sin embargo, dejó establecido que el hombre quedaba circunscrito a dominar sobre la faz de la Tierra; lo restringe a su visión y lo limita a contemplar, vivir y gozar del amplio escenario que ella generosamente le ofrece y le entrega.

¡Así está escrito en las Sagradas Escrituras!

## PROPOSITOS DEL HOMBRE

Han transcurrido muchísimos siglos y la historia del hombre sobre la Tierra nos ha relatado sus grandezas y miserias y, a medida que ha ido progresando en sabiduría, también ha acrecentado su incontenible deseo de llegar a descifrar ese gran misterio del PRINCIPIO.

Sus ojos han contemplado el firmamento y sus ingenios mecánicos han llegado a conocer la limitada extensión de nuestro universo solar; pero no está satisfecho; sus preguntas e inquietudes no han sido resueltas, no se resigna a su confinamiento terrestre y, contraviniendo lo estatuido por el Ser Supremo, quiere ir a las estrellas para escarbar en ellas las respuestas a su destino.

Está empecinado en saber su pasado, su presente y su futuro; no quiere aceptar que sólo él existe; por esas ansias de comunidad, se esfuerza en llegar a los planetas para tomar contacto con otros seres que los imagina a su semejanza y, con ello, satisfacer su anhelo de saber que no está solo en el Universo.

## LA REALIDAD

Ya el hombre traspasó, o más bien dicho, rompió las cadenas que lo mantenían atado a las fronteras de la Tierra. ¡Llegó a la Luna! Fue a ella, porque la imaginación humana había creado sus propios habitantes y su propio mundo lunar. Pero... ¡cuál sería su sorpresa, al pisar su suelo árido, inhóspito, frío, muerto, sin encontrar los más mínimos vestigios de vida!

El hombre ha experimentado su primera derrota universal.

Sus conocimientos sobre los planetas Mercurio y Venus se han acrecentado en tal forma que ya no es un misterio su constitución geológica y el medio am-

biente en sus superficies. El primero es calcinado por los rayos del Sol a temperaturas que sobrepasan los 400 grados Celsius, mientras que en la cara opuesta, baja sobre el cero absoluto de menos 273 grados. En el segundo, tales condiciones no van en menos, ya que se ha logrado medir temperaturas hasta de 475 grados Celsius en su esfera. Tales condiciones físicas le han permitido al hombre llegar a la real conclusión que en dichos planetas no es posible ninguna vida, tal como la disfrutamos en la Tierra.

Júpiter, el gigante de los planetas, ha sido escudriñado minuciosamente. La sonda espacial Pionero X, el día lunes 3 de diciembre de 1973, pasa frente a la cara de Júpiter a una altura de 130.000 kilómetros. Las informaciones que llegan a la Tierra retratan un mundo de pesadilla, caótico, infernal; sólo la "gran mancha roja" es un vórtice de casi 30.000 kilómetros de diámetro, es como una enorme chimenea que arroja materiales de las regiones interiores del planeta hasta una altura de muchos kilómetros sobre su principal capa de nubes.

¿Qué hay debajo de sus capas de nubes? Algunos teóricos piensan que la masa de Júpiter se espesa gradualmente hasta hacerse líquida, después lodo blando y, finalmente, materia sólida. Si hay una superficie sólida, la gravedad —calculada en 2,64 veces más intensa que en la superficie de la Tierra— y las presiones atmosféricas, probablemente han creado un paisaje de pesadilla de "continentes" de hidrógeno sólido, en medio de océanos de hidrógeno líquido, donde no podría sobrevivir ningún hombre ni máquina alguna salida de sus manos.

El hombre, una vez más, reconoce su derrota universal.

¿Será Marte su "última esperanza"?

¿Se resignará a aceptar que está solo en el universo que nos rodea?

¿Se empecinará en seguir auscultando los abismos del espacio para explorar su consistencia, origen y evolución?

¿Proseguirá adentrándose en el cosmos para buscar la respuesta al origen de la vida y su evolución?

He ahí las preguntas, sin respuestas, que pretenden desentrañar las sondas espaciales Vikingo... ¡Vamos en pos de ellas!

## II. HISTORIA CONTEMPORANEA LO QUE SABEMOS DE MARTE

El planeta Marte es el cuarto, del sistema solar, en orden a su distancia del Sol y el tercero en tamaño ascendente. A simple vista aparece como una estrella rojiza, tanto más brillante cuanto más

cercana se halla de la Tierra, siendo de  $-2,8$  magnitudes cuando alcanza la mínima distancia y de  $+2,0$  magnitudes en la máxima.

En la Tabla I, adjunta, se proporcionan algunos datos más característicos de las propiedades físicas del citado planeta, actualizadas hasta 1974.

TABLA I. PROPIEDADES FISICAS PLANETA MARTE

Propiedad	Valores	Comparación Tierra
Año sideral medio, días	686,98	365,24
Distancia media al Sol, en UA.	1,52	1,00
Distancia al Perihelio, en UA.	1,38	0,96
Distancia al Afelio, en UA.	1,67	1,01
Inclinación eje polar, grados	24,94	23,45
Diámetro medio ecuatorial, kms.	6.786,00	12.962,00
Diámetro medio polar, kms.	6.751,00	12.719,00
Masa, gramos. La Tierra = 1.	0,11	1,00
Volumen. Tierra = 1.	0,157	1,00
Densidad media, gramos/cm <sup>3</sup> .	3,945	5,52
Gravedad, metros/seg./seg.	3,724	9,8
Campo magnético superficie, gauss	0,0004	0,32
Velocidad orbital, kms./seg.	24,1	29,8
Velocidad de escape, kms./seg.	5,0	11,263
Duración del día, h, m, s.	24-37-22,65	24,00
Presión atmosférica, milibares	5,3	1.033,3
Temperatura mediodía, ecuador	25,0 Celsius	60,0
Temperatura medianoche	-120,0	-88,0
Satélites naturales	Deimos-Fobos	Luna
Composición de la atmósfera:		
Anhidrido carbónico	CO <sub>2</sub> 100%	0,003%
Nitrógeno	N <sub>2</sub> Vestigios	78,0
Vapor de agua	H <sub>2</sub> O Vestigios	0,001—0,028
Oxígeno	O <sub>2</sub> Vestigios	20,9
Argón	Ar Vestigios	0,009
Oxido de carbono	CO Vestigios	Vestigios

## OPOSICION

La órbita de Marte dista mucho de ser circular, su excentricidad es 0,093 (Tierra = 0,01674), y por esta razón no todas las oposiciones son igualmente favorables. Cuando Marte se sitúa en oposición perihélica, su distancia a la Tierra queda reducida a 56,2 millones de kilómetros, como sucedió en 1971. Cuando lo oposición se produce con Marte en el

afelio (conjunción superior), la distancia mínima entre Marte y la Tierra es de 101,3 millones de kilómetros, como ocurrirá en 1980. El intervalo de tiempo transcurrido entre dos oposiciones consecutivas es de 2 años y unos 50 días, resultando por ello que el ciclo de oposición vuelve a repetirse aproximadamente cada 15 años. Las oposiciones y distancias para el período 1969-1980 son las siguientes:

31-mayo-1969 .. . . .	71,75	8-diciembre-1975 .. . . .	84,60
10-agosto-1971 .. . . .	56,20	22-enero-1978 .. . . .	97,72
25-octubre-1973 .. . . .	65,22	25-febrero-1980 .. . . .	101,32

La mayor proximidad no siempre tiene lugar durante la oposición a causa de la inclinación de la órbita de Marte ( $1^{\circ} 51'$ ) respecto a la terrestre, pero la diferencia nunca es superior a unos días. Por ejemplo, la mayor proximidad en 1971 fue el 12 de agosto, dos días después de la oposición.

## PERIODO SIDEREO

El año marciano, o período sidéreo, tiene 687 días terrestres. Su día o período de rotación es de 24 horas y 37 minutos. A causa de la excentricidad orbital, las estaciones tienen una duración desigual en ambos hemisferios. Estas son, expresadas en días marcianos:

Primavera Norte-Otoño Sur	194,2 días
Verano Norte-Invierno Sur	176,8 días
Otoño Norte-Primavera Sur	141,8 días
Invierno Norte-Verano Sur	155,8 días

En la Tierra, la estación más corta, Invierno Norte-Verano Sur, tiene 89 días, y la más larga, Verano Norte e Invierno Sur, es de 93,5 días, pero se debe tomar en cuenta que la órbita de la Tierra no es tan elíptica como la de Marte. Además, la mayor cantidad de agua en el hemisferio austral ejerce una influencia sobre el clima terrestre mucho mayor que la debida a la distancia variable al Sol.

## COMPOSICION ATMOSFERICA Y MARCIANA

Marte posee una tenue capa atmosférica, la que sustenta unas pocas nubes y violentas tempestades de polvo. Como la inclinación del eje polar es de  $25^{\circ}$ , con respecto al plano de la eclíptica, sus estaciones son casi parecidas a las de la Tierra, pero de más larga duración. La presión atmosférica alcanza a 5 milibares, equivalente a la que existe a 30.000 mts. de altura; en este caso, no habría protección eficaz contra los rayos ultravioleta, que aniquilarían toda posible vida en su superficie. La sonda espacial Mariner IX, llegó el día sábado 13 de noviembre de 1971 a las cercanías de Marte y fue colocada en una órbita circular marciana. De sus informaciones fotográficas y datos científicos se logró obtener una visión-imagen más cercana a la realidad de la composición de su atmósfera y de su superficie.

Uno de los más excitantes descubrimientos fue una clara evidencia del fenómeno de la erosión por un fluido. Se fotografió un serpenteante lecho de río con sus respectivos tributarios. Igualmente extraordinarias fueron las depresiones y aplastamientos, semejantes a los formados por las masas de hielo en las regiones polares de la Tierra. Además, las regiones alrededor de la parte sur de la capa polar demostraron estar extensamente corroídas, tal como una acción glacial. De todo esto se ha deducido que Marte tuvo una apreciable hidrosfera hace más de 100 millones de años, con acompañamiento de glaciación y erosión de ríos. También se constató una superficie idéntica a la lunar, ubicándose el más grande cráter medido hasta la fecha con una base de 500 kilómetros de ancho. El cañón más grande fotografiado tiene un largo de 3.000 a 4.000 kilómetros, un ancho de 120 kms. y una profundidad de 6 a 7 kms. El gran cañón del Colorado es muy pequeño en su comparación.

Todo este panorama, desolador, inhóspito, devastado, quebrado, hace pensar a los científicos que es muy improbable encontrar vestigios de vida en cualquier forma.

## LOS OBJETIVOS CIENTIFICOS

El planeta Marte es el cuerpo celeste que más ha excitado la imaginación del hombre, a excepción del Sol y la Luna. Su insólito color rojizo, que los antiguos lo asociaron con el fuego y la sangre, dio lugar a que los romanos lo glorificaran como el dios de la guerra.

La invención del telescopio por Galileo en 1608 abrió una nueva era en la observación del planeta. Sucesivos descubrimientos tecnológicos y científicos, desde esa fecha hasta la misión de la sonda espacial Mariner IX en 1971-72, revelaron nuevas y diferentes facetas de Marte. Su observación constató un único régimen geológico en las altas montañas de cráteres del hemisferio sur, revelando, además, gigantescos volcanes, valles muy agrietados que se extendían hasta un quinto de la circunferencia del planeta y una posible evidencia de aguas corrientes que pudo existir en el pasado. También reveló terrenos de estratos en las regiones polares y, los efectos de las tor-

mentas de polvo movidas por vientos de varios cientos de kilómetros por hora.

El objetivo científico de la misión Vikingo es "incrementar el conocimiento del planeta Marte con especial énfasis en la búsqueda de una evidencia de vida extraterrenal". Las cuestiones científicas se ocuparán de la atmósfera, de la superficie, del cuerpo del planeta y de la interrogante de la evolución biológico-orgánica. Este objetivo, en su esencia, significa desentrañar alguna parte de la historia del planeta.

La composición física y química de la atmósfera y su dinámica, son de considerable interés, no sólo porque ampliarán el conocimiento científico de la atmósfera planetaria, sino porque es el punto clave en los contemporáneos problemas atmosféricos terrestres. Necesitamos entender cómo modelar nuestra propia atmósfera en forma más exacta y necesitamos conocer cómo el viento solar influye en la atmósfera superior; para realizar esta meta necesitamos conocer mucho más sobre su química, la composición de los gases neutros y las partículas cargadas. Necesitamos conocer la constitución física de la atmósfera y su densidad vertical; medir la atmósfera de arriba abajo, hasta la superficie y seguir sus cambios diarios y los tempestivos. Con estos datos llegar a conclusiones de los procesos atmosféricos que han tenido lugar y determinar el carácter del planeta.

De especial interés es la existencia de agua en Marte. Se sabe que hay en la atmósfera marciana, pero debido a su baja presión atmosférica (alrededor del 0,5% de la Tierra), no sustentará ninguna masa de agua líquida. No obstante, la presencia de anchos canales, ha sugerido a muchos geólogos que ellos son el resultado de pretéritos períodos de aguas corrientes.

Debido a las limitadas capacidades del laboratorio Vikingo, éste no estará en condiciones de indagar sobre la edad del planeta.

Los vulcanólogos están intrigados por la alta concentración de volcanes en las cercanías de la cordillera Tharsis. Se ha ubicado el más grande cañón en el valle Marineris que tiene 3.000 kilómetros de largo, 100 kms. de ancho y 6 kms. de profundidad.

Uno de los misterios que el Vikingo podrá resolver es el destino del nitrógeno. ¿Se habrá perdido por gasificación? (Velocidad de escape de Marte es 5 kms./seg.). ¿Estará encerrado en la superficie como nitrato o como alguna otra forma orgánica? Los químicos y los biólogos miran hacia el nitrógeno que, además de ser el elemento más abundante en el cosmos, es vitalmente importante porque sus indicios nos permiten conocer la evolución de la atmósfera y al planeta mismo.

Y, por último, la más trascendental interrogante: ¿Hay vida en Marte? Es la más importante cuestión científica de nuestros tiempos. Es también una de las más difíciles de contestar. Una respuesta negativa no probará que no existe vida en Marte. Se puede suponer que el lugar de aterrizaje no ha sido adecuado, la estación equivocada o los experimentos se han conducido en forma errónea. Muchos científicos aún piensan que pueda existir una pequeña probabilidad de vida en Marte.

"El descubrimiento de vida sobre otro planeta sería un evento de muchísima importancia para la historia humana", ha dicho el doctor Norman H. Horowitz, profesor de Biología del Instituto Tecnológico de California.

## LOS EXPERIMENTOS CIENTIFICOS

Los experimentos científicos del Vikingo están divididos en cuatro grupos: orbitador, entrada, aterrizador y radio ciencia. El aterrizador, en el hecho, es un laboratorio automático en miniatura, con una gran cantidad de instrumentos. Los experimentos de entrada se harán por instrumentos montados en la cápsula aerodinámica protectora del laboratorio durante su alta velocidad de ingreso a la atmósfera marciana. Estos experimentos serán muy breves, pero es la única oportunidad para analizar las características de la atmósfera desde arriba abajo. Después que el aterrizador es separado, el orbitador jugará un importante papel de apoyo en las comunicaciones y, además, ejecutará experimentos científicos independientes.

A continuación se tabula un resumen de las metas científicas y sus instrumentos, como un medio informativo general.

**TABLA II. RESUMEN DE LAS METAS CIENTIFICAS A REALIZAR  
Y LOS INSTRUMENTOS**

Realizador	Clase de Investigación	Instrumentos
<b>Orbitador</b>	Efectuar exploración geológica y física visual de lugares aterrizajes preelegidos. Observar el lugar elegido cumpliendo exigencias de seguridad y científicas. Explorar otras áreas y ubicar futuros lugares de aterrizaje. Vapor de agua en la atmósfera.	2 cámaras TV en colores, usando Visual Imaging Subsystems (VIS). Cartografiar zonas de 400 kms <sup>2</sup> . (Ver R.M. Nº 704)
Temperatura superficial marciana.	<b>Entrada</b>	Cartografiar agua por espectrómetro infrarrojo, Mars Atmospheric Water Detector. Cartografiar curva térmica por radiómetros infrarrojos, Infrared Thermal Mapper.
Determinar la composición y estructura vertical de la ionósfera y atmósfera superior e inferior.	Atmósfera neutra desde 300 a 100 kms. de altura; interacción del viento solar en atmósfera marciana.	Concentración de iones y electrones y temperatura por Retarding Potential Analyzer. Medida por Upper Atmosphere Mars Spectrometer.
Atmósfera inferior, bajo los 100 a 25 kms. de altura.	<b>Aterrizador Laboratorio</b>	Presión, densidad y temperatura por sensores.
Examen visual general geológico y topográfico del lugar de aterrizaje.	Investigar evidencias de vida.	2 cámaras grabadoras facsímiles a color. Examen biológico por 3 detectores de metabolismo, desarrollo e incubación.
Investigar y estudiar materias orgánicas e inorgánicas superficiales. Determinar la composición atmosférica y sus variaciones durante las estaciones marcianas.	Determinar las variaciones temporales de presión, temperatura, velocidad y dirección del viento.	Análisis molecular por espectrómetro de masa y cromatógrafo de gases, y espectrómetro fluorescente de rayos X. Meteorología por sensores de presión, temperatura y viento. Anemómetros térmicos.
Determinar las características sismológicas.	Determinar las propiedades magnéticas de la superficie, su cantidad e identidad.	Sismología por 2 sismógrafos de 3 ejes. Magnetismo por 2 conjuntos de electroimanes y espejo amplificador. Excavadora colectora de materiales.
Determinar las propiedades físicas de la superficie.	<b>Radio Ciencia</b>	Consistencia del suelo, tamaño grano, cohesión, transporación eólica.
Conducción científica de investigaciones, empleando los sistemas de radio y radar.		Radio-ciencia con equipos orbitador y aterrizador. Campo gravitacional; orientación del eje de giro; propiedades del sistema solar, etc.

La Tierra y Marte estarán en conjunción el 25 de noviembre de 1976. (Ver figura 1). Por tal motivo ambos labora-

torios serán colocados en condición de seguridad antes del 8 de noviembre para que sobrevivan al período de extinción

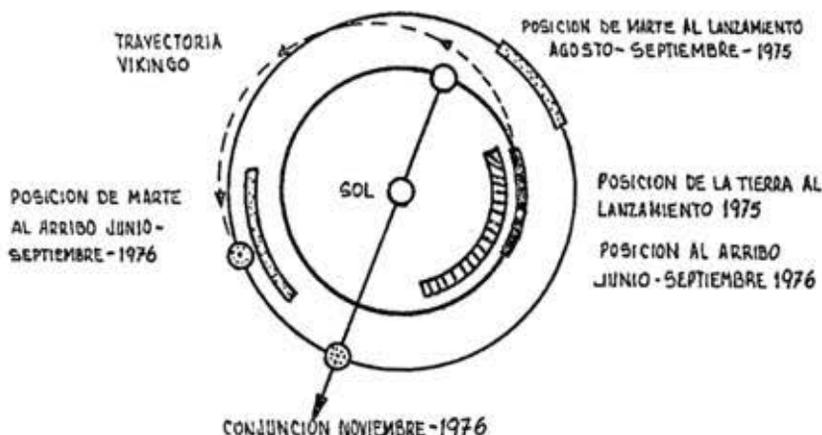


FIGURA 1. POSICIONES RELATIVAS TIERRA-MARTE

de las comunicaciones debido a la conjunción, es decir, cuando el Sol está exactamente entre la Tierra y Marte. A medida que los planetas se aproximen a la conjunción, las señales de radio de los vehículos espaciales pasarán cada vez más cerca del Sol, siendo gradualmente afectadas por la corona solar, y particularmente, la cantidad de electrones. Las variaciones de las señales de frecuencia dual provenientes de los vehículos espaciales debido a la actividad solar (manchas solares) y al intenso campo gravitacional del Sol, permitirán efectuar una prueba, durante el período de la conjunción, de la acción dilatoria de la gravitación solar, a fin de comprobar la teoría general de la relatividad. Las pruebas para resolver pequeñas diferencias en la formulación de la teoría general de la relatividad de Einstein, que comparadas con algunas formulaciones recientemente propuestas, pueden tener un importante impacto sobre las leyes fundamentales de la física y sobre los estudios de la evolución del Universo.

En esencia, los científicos esperan obtener el máximo de utilidad de la misión Vikingo. El Presidente de los Estados Unidos, Gerald Ford, ha dicho: "El lanzamiento del Vikingo representa otro audaz paso hacia un mejoramiento de toda la humanidad. Los experimentos científicos que serán conducidos en la

atmósfera marciana y en la superficie del planeta, se espera que aumenten todavía otra significativa dimensión a nuestros conocimientos, a medida que continuemos escudriñando las fronteras del espacio".

El laboratorio-aterizador está constituido por dos cápsulas concéntricas, independientes, de forma ovoidal de dos hemisferios separables cada una. La primera, la exterior, es de protección biológica para el lanzamiento; su tapa se desprende al iniciar su trayectoria hacia Marte. Mide 3,66 mts. de diámetro por 1,94 metros de profundidad. Está construida de fiberglass de 0,13 milímetros de grueso, sobre una estructura de aluminio. La segunda cápsula, que contiene al aterizador, mide 3 x 2 metros, y es de aluminio de 0,8 mms. de grueso.

Esta cápsula se esterilizó a 113° C. en una atmósfera de nitrógeno puro, para dar cumplimiento a las leyes internacionales de cuarentena a los vehículos espaciales que se envían a otros planetas. La tapa superior lleva en su centro el alojamiento para el paracaídas que desplegado mide 16 metros de diámetro y una suspensión de 30 metros desde el aterizador. La tapa inferior es la protectora aerodinámica térmica para la entrada a la atmósfera marciana y contiene los instrumentos de: Upper Atmosphere Mass Spectrometer y el Retarding Potential

### TABLA III. CARACTERÍSTICAS DEL COHETE IMPULSOR Y EL VIKINGO

Nombre: Combinación del Titan IIIE con el Centauro D-1T.

Altura total al lanzamiento: 48,8 metros.

Peso total al lanzamiento: 640.827,0 kilos.

	Cohete impulsor Titan IIIE	Etapa Centauro D-1T
Peso	621.273 kilos	16.128 kilos
Altura	29,8 metros.	9,6 metros
Propelentes	Etapa Cero: sólido aluminio en polvo y perclorato de amonio. Etapas I y II: líquido, aerozona 50 y nitrógeno tetróxido más UDMH (Unsymmetrical Dimethyl Hydrazine).	Hidrógeno y oxígeno líquido
Propulsión	Etapa Cero: 2 motores sólidos de 5,3 millones de Newtons cada uno. Etapa I: 2,3 millones de Newtons de empuje y Etapa II: 445.000 Newtons de empuje.	2 motores de 66.720 Newtons de empuje y 12 toberas de empuje de peróxido de hidrógeno para maniobras.
Velocidad	Etapa I: 4.957 kms./h. a la ignición. Etapa II: 14.510 kms./h. a la ignición y 23.278 kms./h. a la separación de la etapa Centauro.	Al terminar el primer encendido 26.596 kms./h.; 41.231 kms/h. al terminar el segundo encendido, y 39.576 kms./h. a la separación del Centauro del Vikingo.
Carga útil dirigida hacia Marte	3.519 kilos.	
Vikingo	Orbitador, satélite artificial de Marte.	Aterrizador, laboratorio automático.
Altura	3,30 metros	2,0 metros
Largo	9,70 metros al eje de paneles de células solares.	3,0 metros con tangón excavadora.
Area paneles	15 metros cuadrados.	0,22 metros claro de superficie marciana
Peso	2.325 kilos.	796 kilos.

Analyzer más los sensores de presión y temperatura y, además, 12 pequeñas máquinas de control de reacción, distribuidas en 4 grupos diametrales del borde interior de la cápsula y dos estanques esféricos de titanio que contienen 85 kilos de hidrazina monopropelente. La cápsula mide 3,5 metros de diámetro con un forro de aluminio de 0,86 milímetros de espesor.

#### LAS COMUNICACIONES

La "Información" es el alma de cualquiera misión espacial no tripulada. El

propósito es radiotransmitir tanta información científica como sea posible, desde el orbitador y aterrizador, hacia la Tierra, como asimismo entre ambos aparatos espaciales.

En forma resumida daremos la infraestructura de los medios de comunicaciones de estos ingenios espaciales:

**ORBITADOR:** El principal apoyo es la antena de disco parabólico, de alta ganancia de 1,50 metros de diámetro, movida por electromotores alrededor de dos ejes. Los dos grados de libertad significan que el angosto cono de radio-ener-

gía emitido por la antena puede ser dirigido directamente hacia la Tierra. Las comunicaciones a una alta velocidad de impulsos a la distancia desde Marte serían imposibles, a menos que la potencia de transmisión desde el orbitador fuera concentrada en esa dirección.

Las comunicaciones entre el orbitador y la Tierra tienen dos canales, uno para las órdenes de comando para el orbitador y el otro, para recibir limitados datos de telemetría, sin cuidado de que la antena de alta ganancia esté apuntando hacia la Tierra. Por tanto, hacia el lado asoleado del vehículo espacial, está el mástil de la antena de baja ganancia, con un pequeño cono en su extremo. No es direccionalmente sensitiva, permite limitadas comunicaciones en dos canales con la Tierra.

El último complemento de antenas del orbitador está montado en el extremo de una de las alas de los paneles de las células solares. Esta antena tiene por único objeto enlazar el tráfico de comunicaciones entre el orbitador y el aterrizador, cuando ya esté en la superficie marciana.

La fuente de potencial eléctrico para atender estas 3 antenas lo proveen las 4 alas con células solares, con una superficie de 15 metros cuadrados y que, a la distancia de Marte, generan 620 watts debido a que la energía solar se reduce casi a la mitad por la distancia de Marte al Sol. Como emergencia tiene 2 baterías de níquel-cadmio de 30 amperes-hora, recargables por medio de las células solares. La potencia de transmisión del orbitador es de 20 watts.

**LABORATORIO-ATERIZADOR:** Una vez que el laboratorio haya aterrizado con todo éxito en la superficie marciana, sus computadoras programadas procederán inmediatamente a colocar en posición de funcionamiento todos los sistemas de comunicaciones entre la Tierra con la "Deep Space Network" (DSN), con sus estaciones ubicadas en Goldstone, California, Madrid y Canberra en Australia, y el orbitador.

El equipo de comunicaciones es similar al del orbitador, pudiendo efectuar transmisiones directamente hacia la Tierra por medio de la Banda-S o a través del orbitador, con el sistema de transmisor de

Ultraaltafrecuencia (UHF). El laboratorio también recibe órdenes de comando desde la Tierra a través del sistema de Banda-S. Dos receptores de Banda-S proveen una total redundancia en ambas recepciones de transmisiones de comando y datos. Uno de los receptores usa la antena de alta ganancia (HGA) de disco parabólico de 76 cms. de diámetro, la cual puede ser apuntada directamente hacia la Tierra, por control de computadoras. El segundo receptor usa una antena fija de baja ganancia (LGA) para recibir las órdenes de comando desde Tierra. El sistema de transmisión de UHF transmite datos al orbitador con un radiotransmisor que usa la antena fija.

La fuente de potencial eléctrico del laboratorio lo constituyen 2 equipos SNAP-19 (Systems for Nuclear Auxiliary Power - 19). Estos sistemas funcionan a base de convertir el calor proveniente de las reacciones nucleares en electricidad, empleando radioisótopos. Cada unidad provee 35 watts y están conectadas en serie. Los generadores usan elementos termoelectricos para convertir el calor proveniente de la desintegración del plutonio-238. Como elemento de emergencia posee 4 baterías de níquel-cadmio de 30 amperes-hora, recargables por el SNAP-19.

## PLAN DE VUELO

Las dos sondas espaciales, Vikingo 1 y 2, fueron lanzadas el día miércoles 20 de agosto y el martes 9 de septiembre de 1975, desde la base de Cabo Kennedy, Florida. Ambas tendrán que recorrer una distancia aproximada de 815 millones de kilómetros, con una duración de once meses, para tratar que el Vikingo 1 se pose en Marte el día 4 de julio de 1976, bicentenario de la Independencia de los Estados Unidos de América.

El Vikingo 1 está presupuestado hacerlo posarse en un lugar situado en la región conocida como Chryse, localizada hacia el noroeste de un largo cañón de 4.800 kms. de largo, descubierto por la sonda espacial Mariner IX. Sus coordenadas marcianas son:  $L = 19,5 \text{ N}$  y  $G = 34 \text{ O}$ . En caso de cualquiera dificultad, como lugar de reemplazo se ha elegido otro en la región denominada Tritonis Locus, en  $L = 20,5 \text{ N}$  y  $G = 252 \text{ O}$ .

El Vikingo 2, en igual forma, su primera base está localizada en la región de Cydonia, en el Mare Acidaliun, en las cercanías del Polo Norte, situada en  $L=44,3$  N. y  $G=10$  O. Su lugar de reemplazo se denomina Alba, en la región blanca, situada en  $L=44,2$  N. y  $G=11$  O.

Para cumplir esta cita espacial, el plan de vuelo consiste en cinco etapas u operaciones principales: lanzamiento, crucero espacial, orbital marciana, entrada a la atmósfera y aterrizaje. Estas divisiones operativas están de acuerdo a las capacidades técnicas de las partes integrantes del vehículo espacial.

**I. ETAPA DE LANZAMIENTO:** Comprende desde el despegue de la base de Cabo Kennedy y operaciones sucesivas, hasta que las antenas parabólicas de 26 y 64 mts. de diámetro de la Deep Space Network, situadas en California, España y Australia, obtengan contacto por radio. Al terminar la etapa II del cohete Titan, el Vikingo se insertó en una trayectoria de alistamiento a 165 kms. de altura, de forma circular, con una duración de 23 minutos. Esta trayectoria inercial tenía por objeto certificar la correcta posición del Vikingo, para encender por segunda vez la etapa del Centauro, durante 320 segundos e inyectar al Vikingo en la trayectoria de transferencia (Trans-Mars Injection TMI) heliocéntrica de  $180^\circ$ , a fin de interceptar a la órbita de Marte, en un viaje de cerca de un año de duración (\*).

## VENTANA DE LANZAMIENTO Y TIPO DE TRAYECTORIA

Las "Ventanas de Lanzamiento" hacia Marte son determinadas por la relación entre las posiciones relativas de la Tierra y Marte, la cantidad de energía requerida para lanzar a un vehículo espacial de un peso dado el día determinado y factores tales como la seguridad del rastreo.

(\*) Esta órbita es conocida también como: "órbita de estacionamiento" — una órbita alrededor de la Tierra para una nave espacial transportadora que, en el momento preciso, lanza una sonda espacial a la Luna o a otro planeta.

La cantidad de energía y la velocidad necesarias para alcanzar a Marte es más baja cuando el lanzamiento desde la Tierra, y la llegada a Marte, ocurre en oposición al Sol. Esta condición ocurre, durante pocas semanas, cada 26 meses. Algunas de esas oportunidades son más favorables que otras. Esas diferencias se deben a la inclinación de la órbita de Marte, la excentricidad de las órbitas de los planetas y a la posición de los ejes orbitales. Las características de dichas oportunidades tienden a repetirse en ciclos de 15 años por un período de 45 días. Esta condición ocurrió entre agosto y septiembre de 1975.

En la mayoría de esas oportunidades hay dos tipos generales de trayectorias, con un gasto mínimo de energía. La Tipo I involucra un viaje de menos de  $180^\circ$  alrededor del Sol y, por lo tanto, de corto tiempo de duración. La Tipo II requiere viajes de más de  $180^\circ$ ; más tiempo, pero también menos energía de lanzamiento. Las comunicaciones son afectadas por las grandes distancias.

Los Vikingo 1 y 2 utilizarán la Tipo II, con un viaje de 10 a 12 meses, en razón al peso combinado del orbitador-aterrizador. En contraste a ésta, en 1971, fue una favorable oportunidad para la sonda espacial Mariner IX el usar la Tipo I, que sólo demandó un viaje de menos de seis meses de duración.

**II. ETAPA DE CRUCERO ESPACIAL:** En razón de las características de la trayectoria Tipo II, el Vikingo alcanzará a Marte durante su estación de verano del hemisferio norte. A esa fecha, Marte estará a 380 millones de kms. de la Tierra, en conjunción. (Oposición en el afelio). Las situaciones del vuelo, en caída libre, se harán por el Sol y la estrella Canopus, hasta que se arribe al lugar preciso y tiempo considerado para la maniobra "Mars Orbit Insertion" (MOI). Durante este viaje, el orbitador, por medio de una unión umbilical pulsará al aterrizador para cerciorarse de sus perfectas condiciones de funcionamiento y conservación. El orbitador, al tener a Marte a su vista y dentro de un plazo de 10 días, procederá a preparar, probar y calibrar sus instrumentos de inserción, cámaras de TV y demás objetivos científicos, como están señalados en la Tabla II.

**III. ETAPA ORBITAL ELIPTICA MARCIANA:** Esta etapa comprende desde el MOI hasta la separación del aterrizador del orbitador, la que será continuada por éste. Ver figura 2.

El Vikingo 1 está programado para encontrar a Marte el 18 de junio de 1976 y el Vikingo 2, el 7 de agosto de 1976. Se ha programado este lapso para permitir que el aterrizador 1 complete su pri-

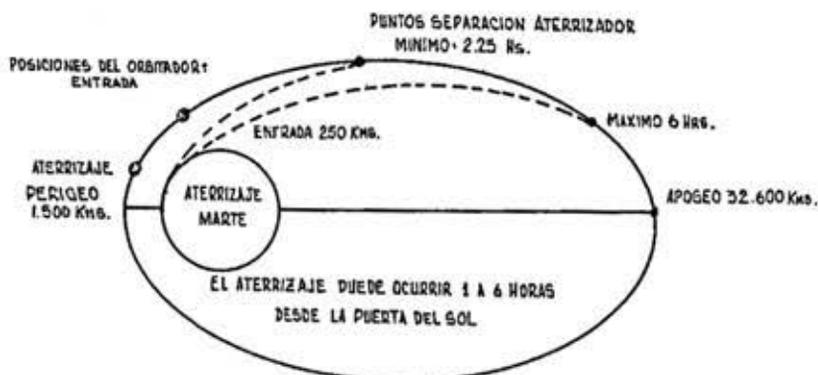


FIGURA 2. FASES DEL VUELO ORBITAL EN MARTE.

mer período de observaciones y experimentos científicos antes que el Vikingo 2 esté en órbita marciana.

Cuando el Vikingo 1 esté en su punto MOI, el orbitador se orientará para que sus retrocohetes se sitúen en la ruta de vuelo y reduzcan su velocidad a 4.320 kms./h., para insertarlo en una órbita elíptica sincronizada de 1.500 kms. de perigeo y 32.600 kms. de apogeo, con un período de 24,6 horas, que corresponde al período de rotación de Marte, con lo cual el orbitador pasará diariamente cerca del mismo punto de aterrizaje del laboratorio aterrizador. Esta órbita tendrá una inclinación de 33,4 grados, que resultará en una elevación de 30 grados al Sol, permitiendo una buena ventana para las comunicaciones.

**LUGARES DE ATERRIZAJE:** Los lugares de aterrizaje fueron preseleccionados por la NASA de acuerdo a las fotografías recibidas del Mariner IX. Pero el orbitador tiene el encargo de verificarlos y, en caso de no ser seguros y científicamente interesantes, se podrán cambiar por una segunda alternativa. Esos lugares deberán ser superficies de poca elevación, posibilidad de vientos, ligeros declives y protuberancias, adecuadas condiciones de sustentación del suelo y cualidades para el radar. El laboratorio aterrizador, está diseñado para actuar en

una posición estable con 19 grados de inclinación y 22 centímetros claros entre el aparato y la superficie marciana. Se han elegido lugares de poca elevación para la posibilidad de encontrar agua, éxito en los experimentos biológicos, geológicos y meteorológicos.

**IV. ETAPA DE ENTRADA:** Comprende el período entre la separación de ambos vehículos y el aterrizaje del laboratorio en la superficie marciana. La secuencia desorbitación-entrada-aterrizaje es completamente automática, controlada por computadoras con memorias científicamente grabadas, del aterrizador. El tiempo requerido para que una señal de comando, viajando a la velocidad de la luz, cumpla su cometido Tierra-aterrizador-Tierra, demora 42 minutos, por lo que su control terrestre es imposible.

Elegido el lugar de aterrizaje y con 30 horas de anticipación, el orbitador prepara al aterrizador, el que al recibir la orden de ejecución desde Tierra, activará su "Guidance and Control Sequencing Computer-GCSC", el cual destrincará a ambos aparatos por medio de remaches explosivos y resortes de reacción, separándolos. Momentos después, el orbitador expulsará a la estructura adaptadora con la tapa-base de la cápsula biológica del aterrizador.

A pocos minutos de separación entrarán en funciones los retrocohetes de la base de la cápsula aerodinámica para reducir su velocidad a 576 kms./h. en desorbitación. Aunque la atmósfera de Marte es tenue, el aterrizador iniciará su entrada a la velocidad de 16.000 kms./h., por lo que debe ser protegido del calor y presión. Se usará una entrada de sustentación en lugar de una balística, porque provee significativas ventajas, incluyendo un incremento en la altura del terreno y del peso de descenso.

La entrada se hará a una altura de 245 kms., y la desaceleración será proporcionada por la base de la aerocápsula, por su resistencia frontal al avance aerodinámico. A una altura de 6 kms., la tapa superior de la aerocápsula expulsará al paracaídas y, a su vez, a la base por medio de resortes. También se extenderán las 3 patas del laboratorio. El paracaídas actuará hasta una altura de 1.500 metros, momento en que funcionarán los retrocohetes del aterrizador, expulsando al paracaídas junto con la tapa superior de la aerocápsula, reduciendo la velocidad de caída a 8 kms./h., permitiendo un descenso vertical a una velocidad constante. El paracaídas se expulsa, por no ser efectivo en la débil atmósfera marciana.

**V. ETAPA DE ATERRIZAJE Y FUNCIONAMIENTO DEL LABORATORIO:** Justamente 25 segundos después que el laboratorio se haya asentado en la superficie marciana, entran en funciones sus dos computadoras haciendo actuar, primeramente, a las dos cámaras grabadoras a facsímil, tomando todo el paisaje en redondo y, en especial, de la pata 3, con el objeto de conocer su profundidad de penetración en el suelo marciano. Esta operación demorará 5 minutos, mientras otras partes del laboratorio inician sus actividades científicas, desplegando las antenas de radio, tangón de la excavadora, etc.

Las comunicaciones del laboratorio con la Tierra tendrán lugar todos los días, por un lapso de 12 horas, pero dadas las restricciones del potencial eléctrico, sólo se ocuparán 70 minutos. Las comunicaciones con el orbitador se harán "a la vista", cuando éste aparezca sobre el horizonte

a una altura de 25 grados y a una distancia de 5.000 kms., con una duración de 10 a 40 minutos.

**TERMINO DE LA MISION:** Al finalizar los primeros 58 días de trabajo, programados desde su descenso, el laboratorio reducirá sus actividades, aunque algunos experimentos continuarán. Al finalizar 120 días de trabajo, se reducirá su potencial eléctrico a una condición de seguridad para prepararlo a soportar el período de conjunción superior, cuando el Sol esté exactamente entre la Tierra y Marte, lo que no permitirá contactos radiales. Las tolerancias de vida para el orbitador se han calculado en 140 días y para el laboratorio en 90, a contar del momento en que entren en funciones individualmente. El orbitador puede operar durante 2 años, pero al cabo de 50 años, caerá a la superficie de Marte. El laboratorio puede operar hasta 1 año.

En caso de fallar un orbitador, el segundo tomará inmediatamente el puesto de aquél. Igual maniobra, en el caso de un laboratorio. Siempre habrá un equipo trabajando. Otras de las importantes funciones del orbitador es hacer el papel de "Vigilante protector del laboratorio", ya que lo prevendrá, oportunamente, de los bruscos cambios atmosféricos en la superficie, para que regule y controle sus instrumentos y así medir esas perturbaciones, mientras él las observa desde su órbita. ¡Un perfecto trabajo en equipo!

¿Qué sorpresas proporcionarán las investigaciones del Vikingo? ¿Tendrán respuestas las preguntas del hombre? Las conoceremos en su cabal dimensión una vez que las computadoras y los científicos lleguen a resultados concretos.

#### **Bibliografía:**

- 1.—La Santa Biblia. Génesis.
- 2.—The Viking Mission to Mars. William R. Corliss, 1974.
- 3.—Viking, Press Kit. NASA, 1975.
- 4.—Enciclopedia Monitor. Salvat. 1974.
- 5.—La asombrosa cita con Júpiter. Karl Kristofferson. 1974.
- 6.—The New Space Encyclopaedia. E. P. Dutton. 1973.
- 7.—Atlas del Universo. Patrick Moore. O.B.E. 1970.
- 8.—Inventario Terráqueo. Revista de Marina N° 704. V. Peña M. 1975.