

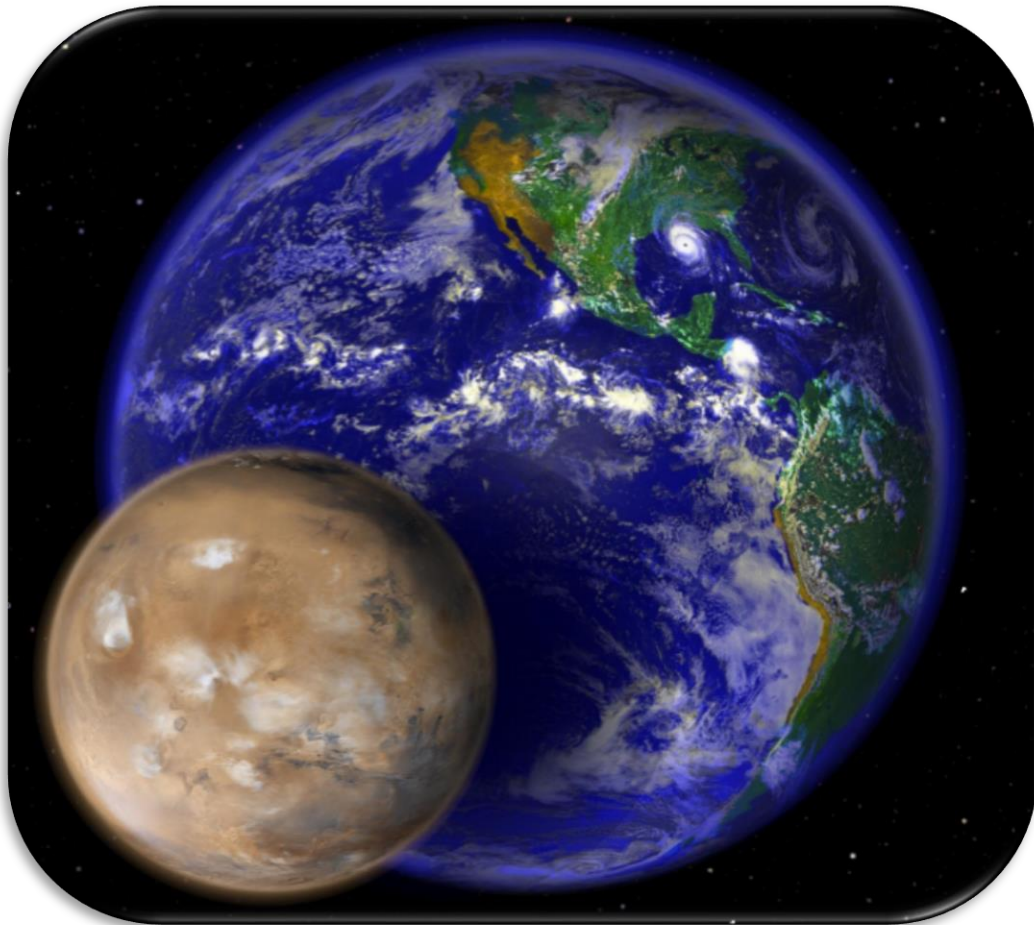


## Reto Científico CESAR

# ¿Tiene Marte estaciones?

(Explorando Marte con *Mars Express* y *ExoMars*)

### Guía del Estudiante





## Contenido

<b>Tu Reto Científico .....</b>	<b>3</b>
<b>Fase 0 .....</b>	<b>5</b>
<b>Fase 1 .....</b>	<b>7</b>
Actividad 1: Refresca conceptos.....	8
Actividad 2: ¿Qué sabes de Marte?.....	8
Actividad 2.1: Compara propiedades de Marte y la Tierra.....	8
Actividad 2.2: Estructura de Marte y de la Tierra.....	9
Actividad 2.3: Composición de la atmósfera de Marte y de la Tierra.....	9
Actividad 2.4: ¿Cuánto pesas en Marte y en la Tierra?.....	10
Actividad 3: Marte.....	11
Actividad 4: Las estaciones.....	13
Actividad 4.1: Las estaciones en la Tierra. ¿Por qué hay invierno y verano? .....	13
Actividad 4.2: ¿Crees que Marte tiene estaciones? ¿Serían como las de la Tierra? .....	14
Actividad 5: ¿Qué impacto tienen las estaciones en Marte?.....	17
Actividad 6: La exploración de Marte por la Agencia Espacial Europea .....	21
Los equipos de la Agencia Espacial Europea dedicados a la exploración de Marte .....	23
Actividad 7: ¿Qué has aprendido hasta ahora?.....	25
<b>Fase 2 .....</b>	<b>26</b>
<b>Fase 3 .....</b>	<b>28</b>
Actividad 9: Las estaciones en Marte .....	29
Actividad 10: ¿Cuánto dura un año en Marte? .....	31
Actividad 11: Únete a ExoMars.....	34
Actividad 11.1: Equipo de Dinámica de Vuelo.....	34
Actividad 11.2: Equipo de Planificación de las operaciones científicas de ExoMars.....	37
Actividad 11.3: Equipo de Expertos.....	40
<b>Fase 4 .....</b>	<b>41</b>
Actividad 12: Autoevalúate y co-evalúate .....	42
Actividad 13: Cuéntanos tu Aventura.....	42
<b>Enlaces .....</b>	<b>43</b>
<b>Créditos:.....</b>	<b>46</b>



# Tu Reto Científico

## ¿Tiene Marte estaciones?

*La cámara VMC, situada en el satélite científico de la Agencia Espacial Europea (ESA), Mars Express, nos está enviando imágenes de la superficie de Marte.*

Los científicos e ingenieros de ESA quieren programar las observaciones de *Mars Express* para obtener información necesaria para la preparación de la misión futura *ExoMars 2022*.

*¿Contamos contigo?*



*Figura 1: Marte (Créditos: <https://video.nationalgeographic.com>)*

Si nos ayudas, primero, identificarás variaciones en las imágenes de Marte de la cámara VMC, a bordo de la nave Mars Express, en particular en la zona de los casquetes polares.

Analizaréis si estos cambios en el tamaño de los polos está relacionado con las estaciones en Marte, tal y como sucede con las estaciones de la Tierra. Si fuera así podrías deducir la duración de un año marciano.

Finalmente, calcularás en qué fecha podría llegar *ExoMars* a Marte, si el lanzamiento tuviera lugar en septiembre del 2022 y qué se encontraría a su llegada en distintas zonas de la superficie de Marte, en función de las estaciones.

*Necesitamos ayuda para preparar la misión ExoMars, ¿Te unes a los expertos de Marte de ESA?*








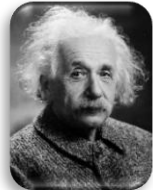


# Fase 0

Para ponernos en contexto os recomendamos ver estos videos:

- [Esto es ESA](#)
- [ESAC: La ventana de la ESA al Universo](#)
- [Presentación a ESA/ESAC/CESAR por Dr. Javier Ventura](#)

Trabajareis en **equipos** de (4-6) personas, teniendo cada uno un papel específico. Rellena la Tabla 0 con el nombre del equipo y de los miembros del equipo asociados a varias profesiones Relacionadas con el espacio.

Identificador del Reto	Número del Equipo (1-6):			
<b>Nombre de Miembros del Equipo</b>				
<b>Profesiones</b>	Matemátic@/ Ingenier@ de software	Astrofísic@	Ingenier@	Químic@/Físic@
<b>Roles</b>	Lidera la correcta ejecución de los cálculos	Encargad@ de definir las observaciones científicas de las misiones de ESA que van a Marte.	Encargada de encontrar la mejor estrategia acordada entre los miembros del Equipo y de su correcta ejecución.	Encargada de liderar investigaciones más detalladas sobre los procesos energéticos y composición de los objetos celestes.
<b>Referencia</b>	<a href="#">Katherine Johnson</a>	<a href="#">Vera Rubin</a>	<a href="#">Samantha Cristoforetti</a>	<a href="#">Marie Curie</a>
<b>(femenina)</b>				
<b>(masculina)</b>	<a href="#">Steve Wozniak</a>	<a href="#">Matt Taylor</a>	<a href="#">Pedro Duque</a>	<a href="#">Albert Einstein</a>
				

*Tabla 0: Escribe el Identificador del Reto (único), el número de tu Equipo (1-6) y el nombre de los componentes del Equipo, cada uno de ellos con un rol (y tareas asignadas), todas ellas necesarias.*

**Nota:** El documento hace uso de las [Unidades del Sistema Internacional](#).



# Fase 1



### Actividad 1: Refresca conceptos.

<a href="#">Latitud &amp; Longitud</a>	<a href="#">excentricidad</a> <a href="#">movimiento del Sistema Solar</a>	<a href="#">simulador de las estaciones</a>
<a href="#">Centígrados-Fahrenheit</a>	<a href="#">Movimientos de la Tierra</a>	<a href="#">Calor y Temperatura.</a>

*Tabla 1: Conceptos que deben ser refrescados antes de enfrentar este desafío científico.*

### Actividad 2: ¿Qué sabes de Marte?

Escribe aquí lo que conoces de Marte y si crees que tiene estaciones

#### Actividad 2.1: Compara propiedades de Marte y la Tierra.

Completa la tabla y compara algunas propiedades de Marte con la Tierra.

	Tierra	Marte
<b>Radio</b>		
<b>Masa</b>	~ 6 x 10 <sup>24</sup> kg	
<b>Inclinación del eje</b>	23.5 grados	25 grados
<b>Atmósfera</b>	Sí, muy densa	
<b>Casquetes polares</b>		
<b>Temperatura media</b>		-63°C

*Tabla 3: Comparación de algunas propiedades de Marte y la Tierra*





### Actividad 2.2: Estructura de Marte y de la Tierra.

¿Qué diferencias crees que hay en la estructura de Marte con respecto a la Tierra?

### Actividad 2.3: Composición de la atmósfera de Marte y de la Tierra

¿Qué diferencias crees que existen entre la composición de la atmósfera de Marte y de la Tierra?

Actividad 2.4: ¿Cuánto pesas en Marte y en la Tierra?

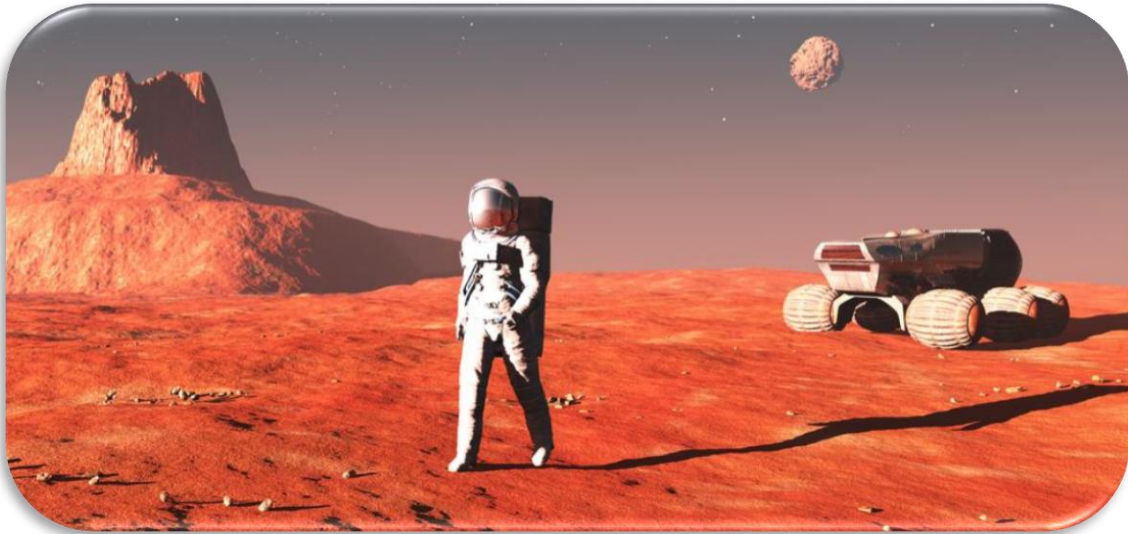


Figura 2: representación astronauta misión Marte. (Créditos: [blastingnews.com](http://blastingnews.com))

**¿Sabes cuánto pesarías en la superficie de Marte? ¡Cálculalo!**

Para ello ten en cuenta que la gravedad en Marte es un tercio de la gravedad que experimentamos en la superficie terrestre ( $9.8 \text{ m/s}^2$ )

¿Qué consecuencias crees que tendrá la diferencia de gravedad entre Marte y la Tierra a la hora de definir una misión?

### Actividad 3: Marte

Marte es uno de los planetas de nuestro Sistema Solar que se puede ver a simple vista. Y desde su descubrimiento, los astrónomos han hecho múltiples hallazgos, como parches oscuros en su superficie y la presencia de casquetes polares de hielo.

Gracias a numerosas misiones espaciales, hoy en día la superficie y la atmósfera de Marte han sido rastreadas y su composición es más conocida. Así en la atmósfera marciana se han encontrado gases similares a los de la atmósfera terrestre, como dióxido de carbono, nitrógeno, vapor de agua y alguno más.

También se cree que en el pasado Marte podría haber estado cubierto por mares de agua, pero las razones por la que Marte evolucionó de ser un mundo con agua a un mundo seco no se comprenden del todo a día de hoy.

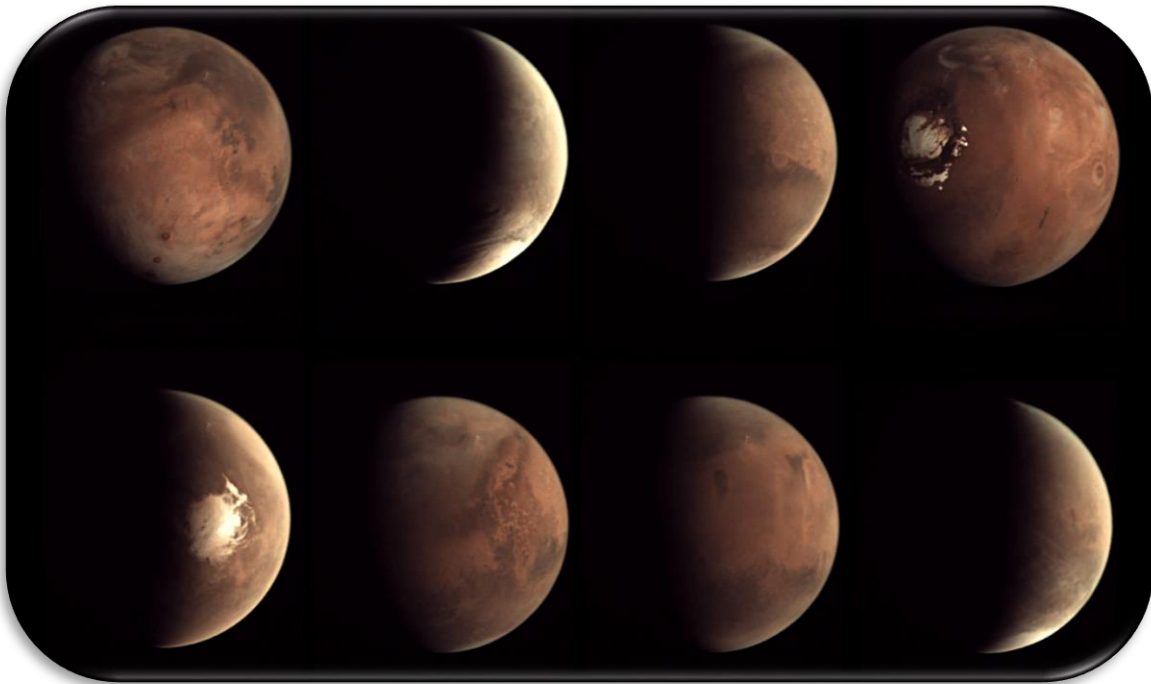


Figura 3: Imágenes de la cámara VMC de Mars Express. (Créditos: ESA)

Mira la Figura 4 y cuéntanos tu hipótesis sobre lo que le pudo suceder a Marte para perder su agua en la superficie

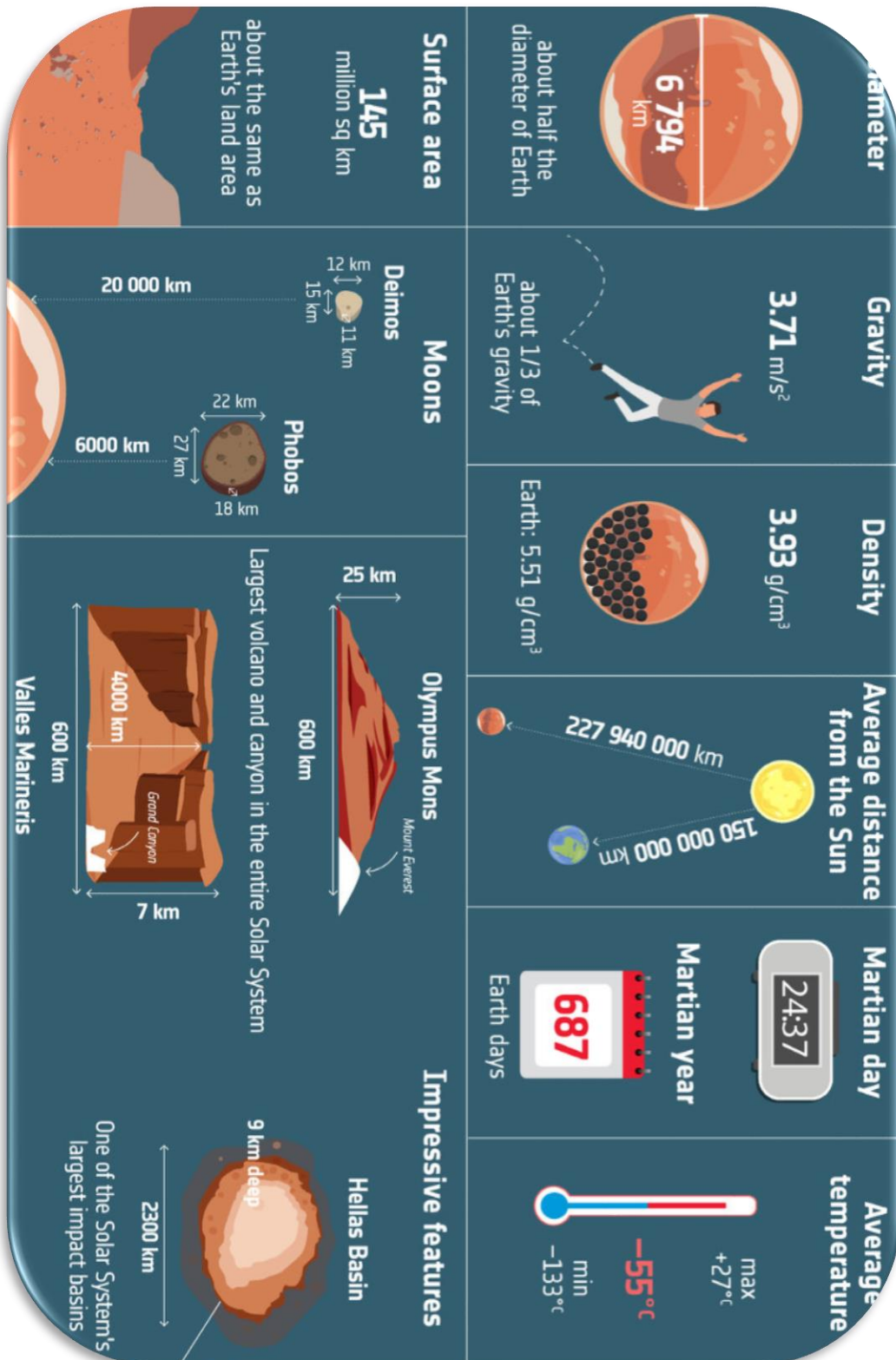


Figura 4: Conoce Marte. (Créditos: ESA)

[https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Exploration/ExoMars/Meet\\_Mars](https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars/Meet_Mars)

## Actividad 4: Las estaciones.

### Actividad 4.1: Las estaciones en la Tierra. ¿Por qué hay invierno y verano? .

Si vives en Europa, en enero hace frío y en julio calor. ¿Crees que esto sucede igual todas las partes de la Tierra?



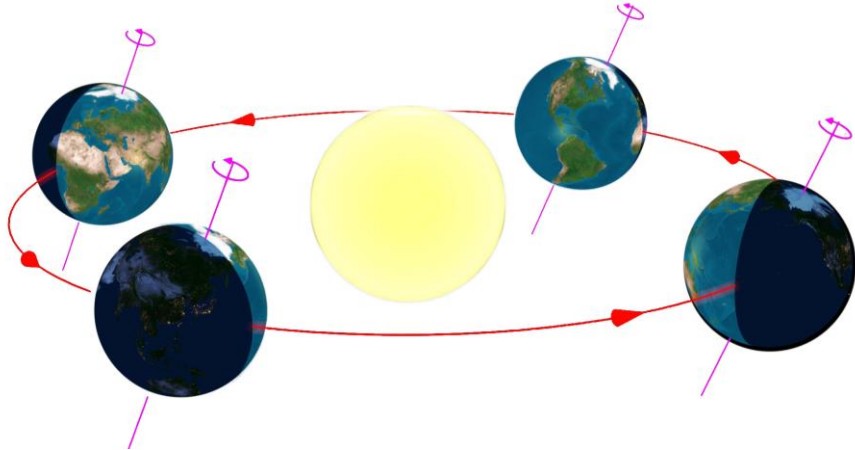
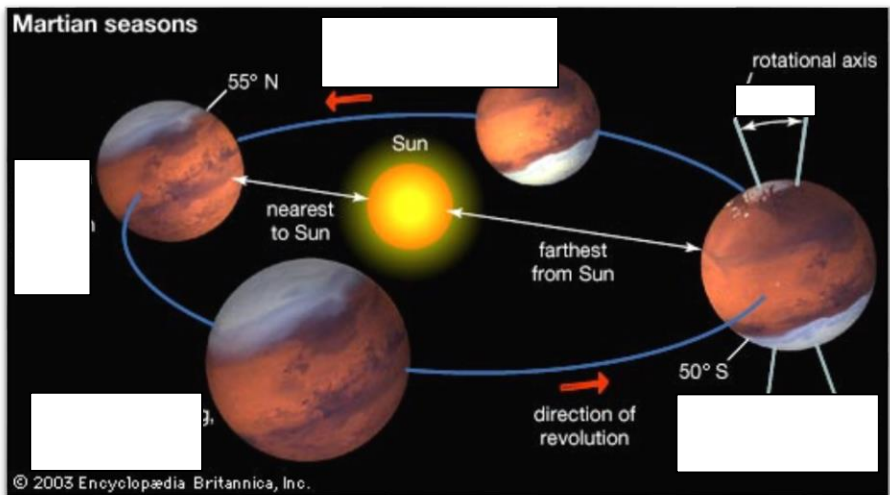
Figura 5: Estaciones en la Tierra. (Créditos: <https://www.freepik.es>)

Explica el porqué de las estaciones y cómo crees que varían en las distintas partes de la Tierra.

Actividad 4.2: ¿Crees que Marte tiene estaciones? ¿Serían como las de la Tierra?

1. ¿Creéis que Marte tiene estaciones? Si es así, ¿Cuál creéis que es la causa?

2. Mira la información de las Figuras 6 y 7, donde se explica el porqué de las estaciones en la Tierra y en Marte. Identifica las distintas estaciones para los hemisferios norte y sur y escríbelo en dichas Figuras.

<p>Diagrama de las estaciones en la Tierra</p>	
<p style="text-align: center;"><i>Figura 6: Órbita de la Tierra alrededor del Sol. (Créditos: <a href="http://www.astromia.com">www.astromia.com</a>)</i></p>	
<p>Diagrama de las estaciones en Marte</p>	
<p style="text-align: center;"><i>Figura 7: Órbita de Marte alrededor del Sol. Créditos: <a href="http://www.britannica.com">www.britannica.com</a>)</i></p>	



3. ¿Cuáles crees que pueden ser los parecidos entre las estaciones de Marte y la Tierra?

4. ¿Cuáles crees que pueden ser las diferencias entre las estaciones en Marte y la Tierra?

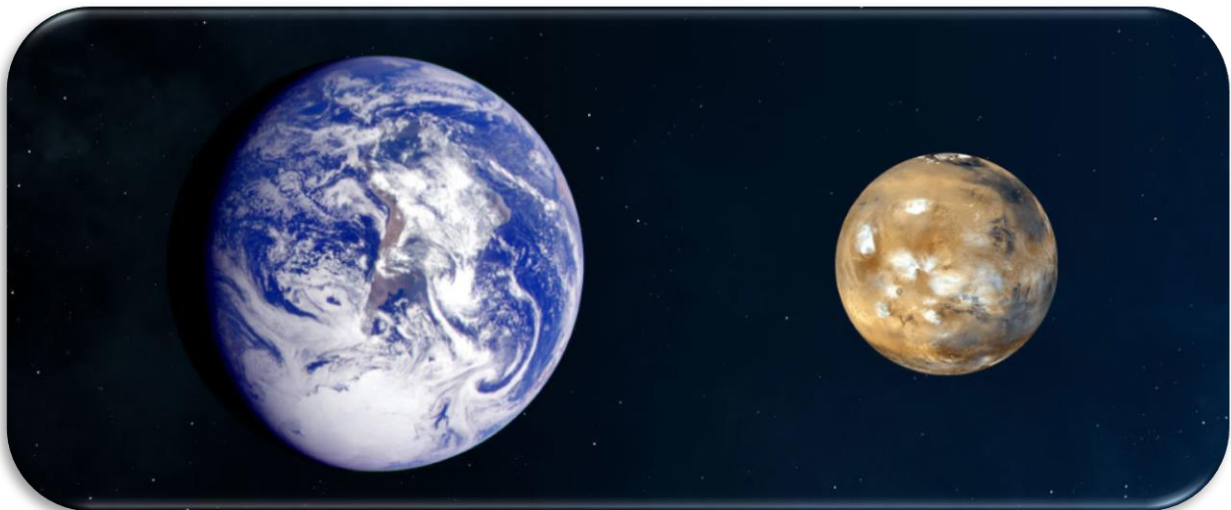


Figura 8: Marte y Tierra. (Créditos: [www.livescience.com](http://www.livescience.com) )

5. ¿Qué importancia pueden tener las estaciones a la hora de planificar una misión a Marte?

En la Figura 9 podemos ver a la Tierra girando alrededor del Sol (círculo interior) y Marte (círculo exterior). Los distintos colores pintados en la circunferencia representan a las distintas estaciones, representando (verde=primavera, marrón=otoño, azul=invierno, amarillo=verano).

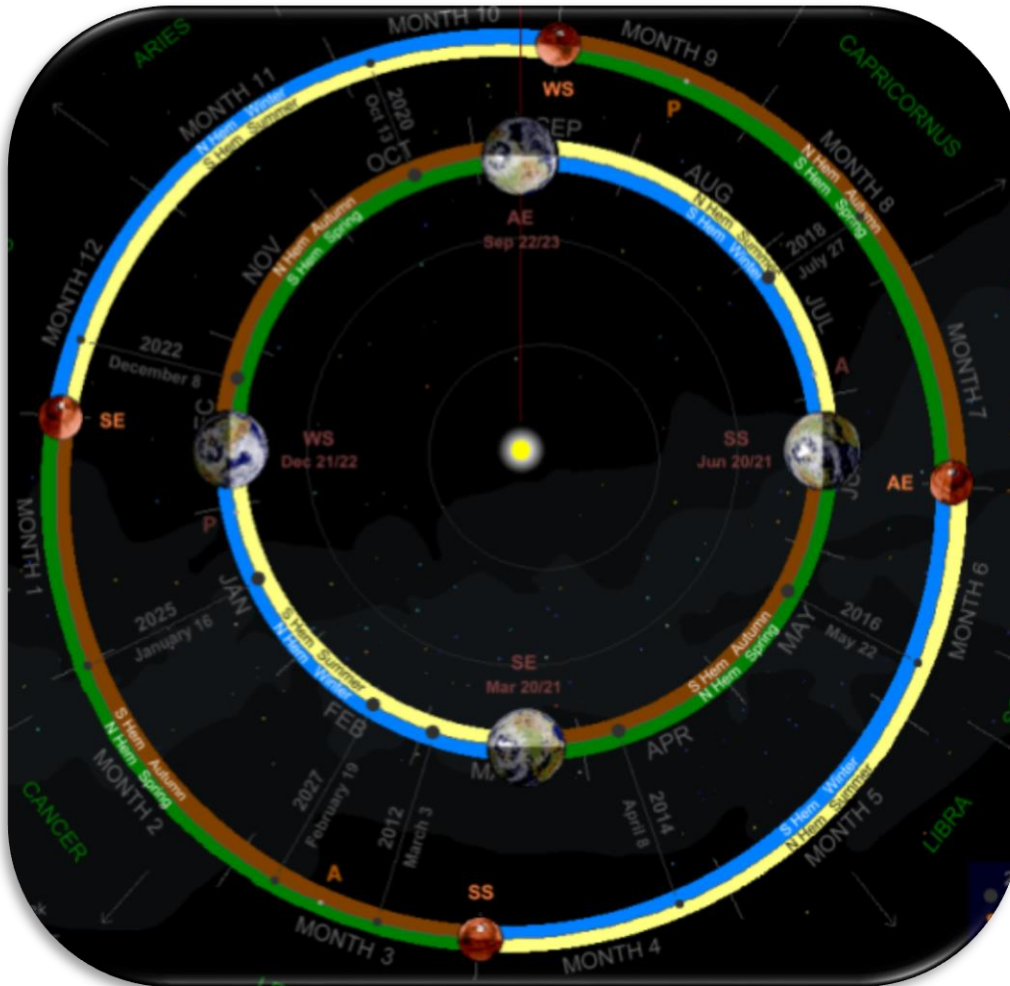


Figura 9: Marte y Tierra orbitando alrededor del Sol (Créditos: [www.nakedeyepianets.com](http://www.nakedeyepianets.com) )  
link imagen: <http://www.nakedeyepianets.com/mars-orbit-&-seasons.png>

6. Mirando la Figura 9, responde a lo que ves:

¿Crees que las estaciones en la Tierra y en Marte suceden al mismo tiempo o hay un desfase?

¿Por qué crees que las estaciones no coinciden en el tiempo para ambos planetas?



## Actividad 5: ¿Qué impacto tienen las estaciones en Marte?

En esta actividad analizaremos el impacto que las estaciones tienen en Marte. Miren las siguientes figuras y traten de responder a las preguntas. Trate de tener en cuenta toda esta información (en la Actividad 11) para identificar más adelante en su Desafío (Actividad 11) el impacto de estos factores en su aterrizaje.

### El clima

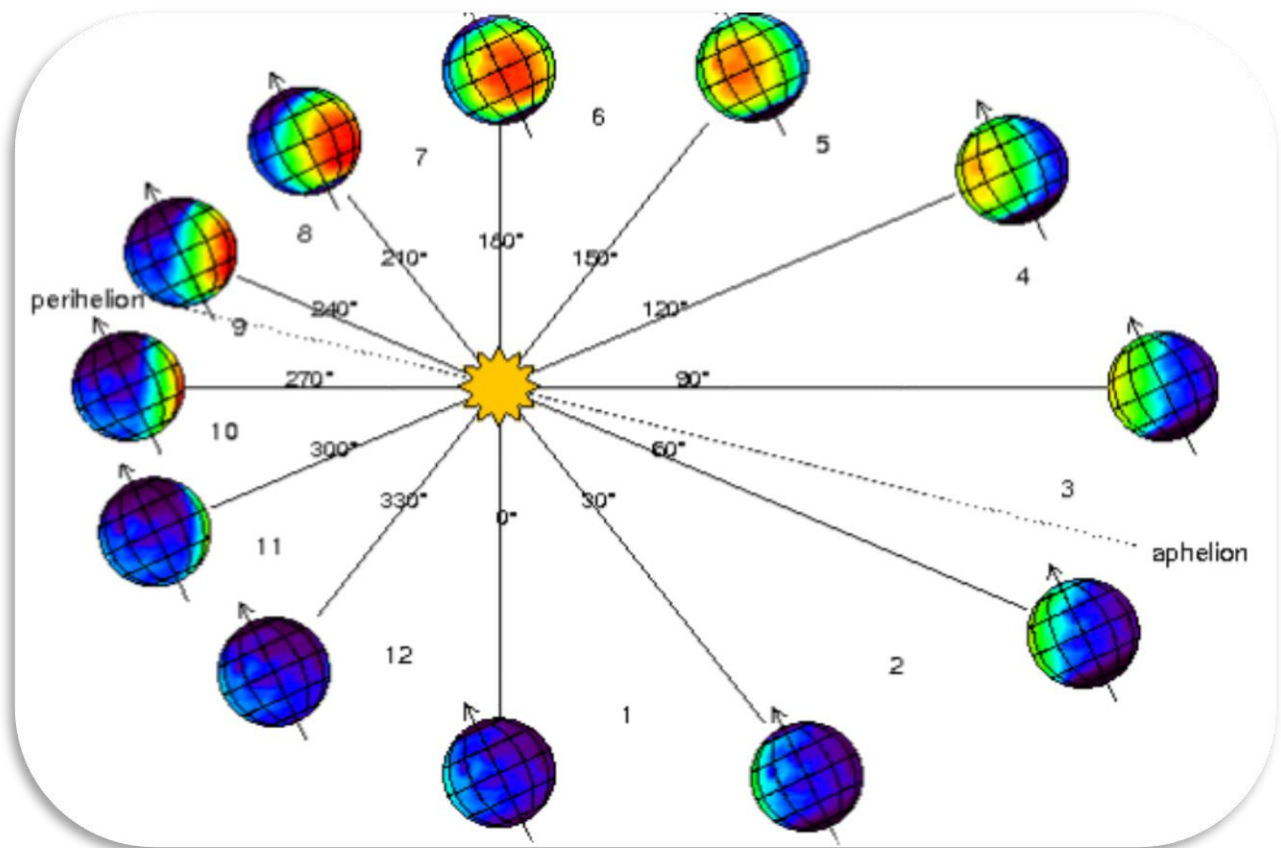


Figura 10: El clima de Marte. (Créditos: ESA)

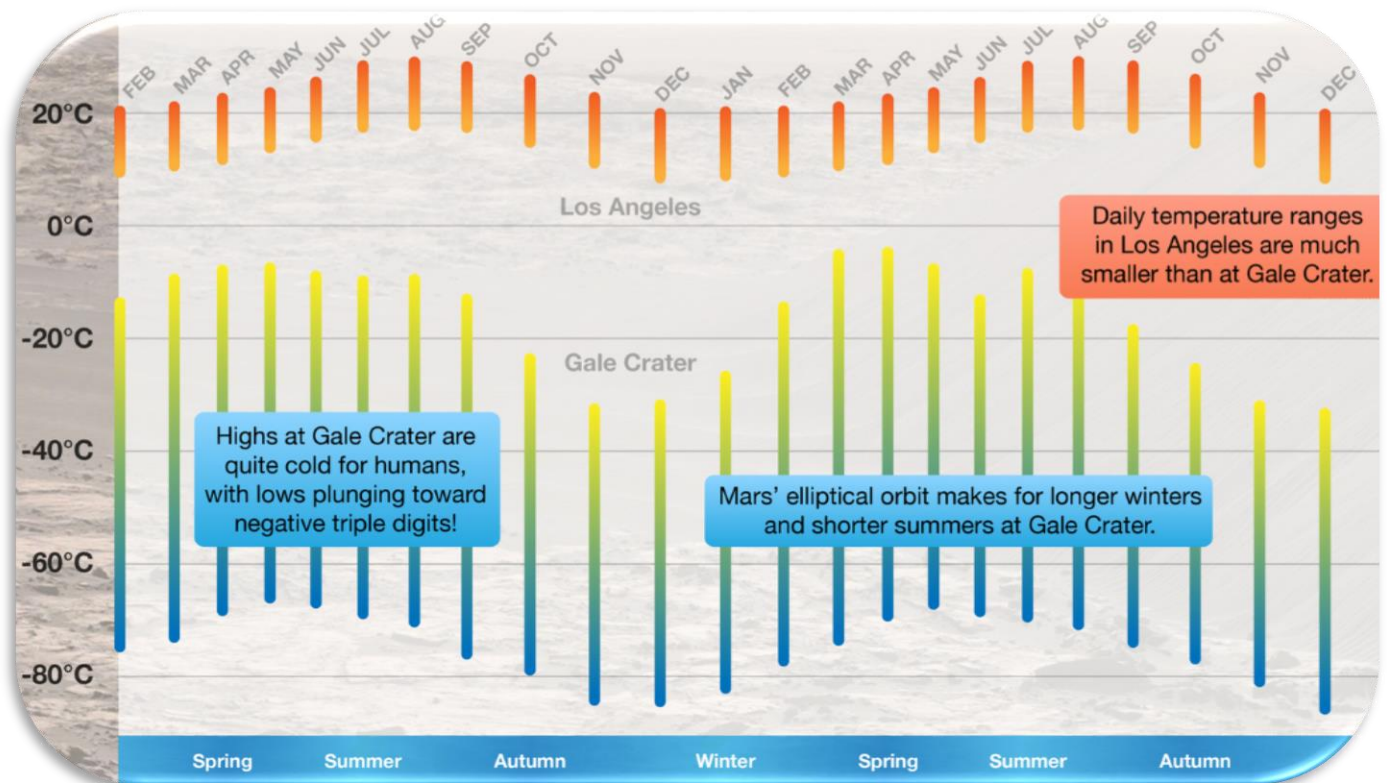


Figura 11: Comparación clima Marte y Los Ángeles, CA (Créditos: [astronomynotes](#))

Según las figuras 10 y 11 ¿Cómo crees que cambia el clima con las estaciones en Marte y en la Tierra? ¿Qué implicación puede tener para nuestra misión a tener en cuenta?

## Tormentas de polvo

En la Figura 12 puedes ver los cambios estacionales que experimenta Marte debido a las gigantescas tormentas de polvo que se llevan a cabo en su superficie ¿A qué crees que se deben estas tormentas?

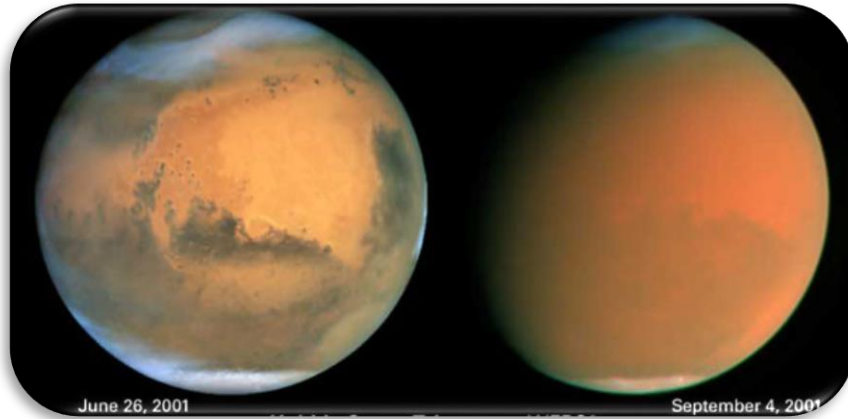
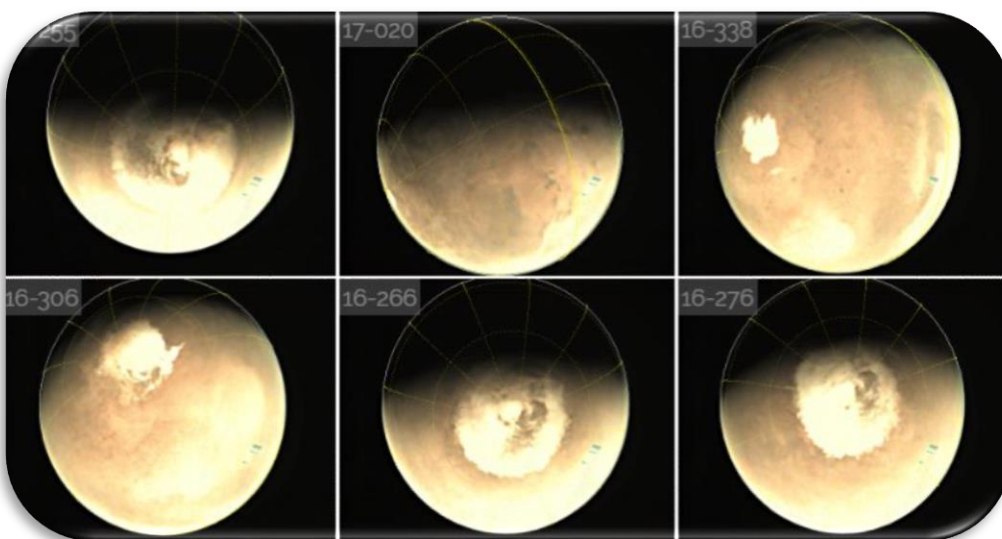


Figura 12: Tormentas de polvo Marte. (Créditos: [www.alpo-astronomy.org](http://www.alpo-astronomy.org) )

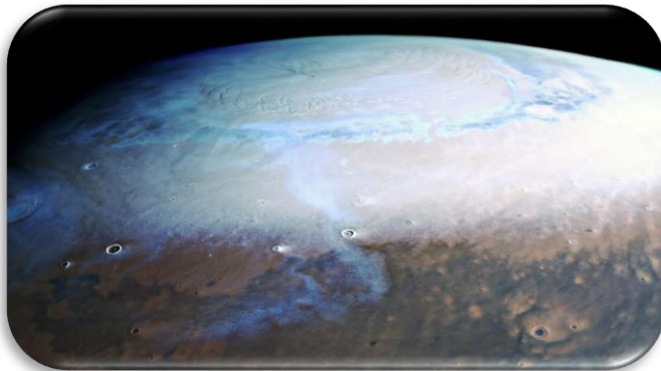


## Variaciones en el tamaño de los casquetes polares



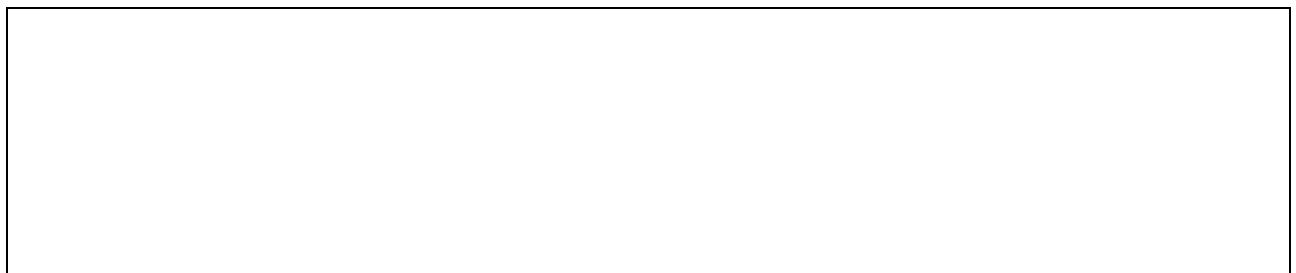
**Figura 13:**  
Imágenes tomadas por cámara VMC de Marte en un año marciano (Créditos: ESA)

Durante el invierno la luz no llega al polo de Marte (para ese hemisferio) mientras que durante el verano ese polo está continuamente iluminado. Mira la Figura 13



¿Crees que los casquetes polares cambian mucho entre invierno y verano?

Figura 14 **Polo** norte Marte (Créditos: ESA)



### El misterio del Metano

En Marte, como el oxígeno, el metano está constantemente en el aire en cantidades muy pequeñas (0,00000004%). **Si bien el metano aumenta y disminuye estacionalmente**, aumenta en abundancia en aproximadamente un 60% en los meses de verano por razones inexplicables.

Mira la Figura 15 y responde ¿Por qué crees que es importante descubrir metano en Marte?

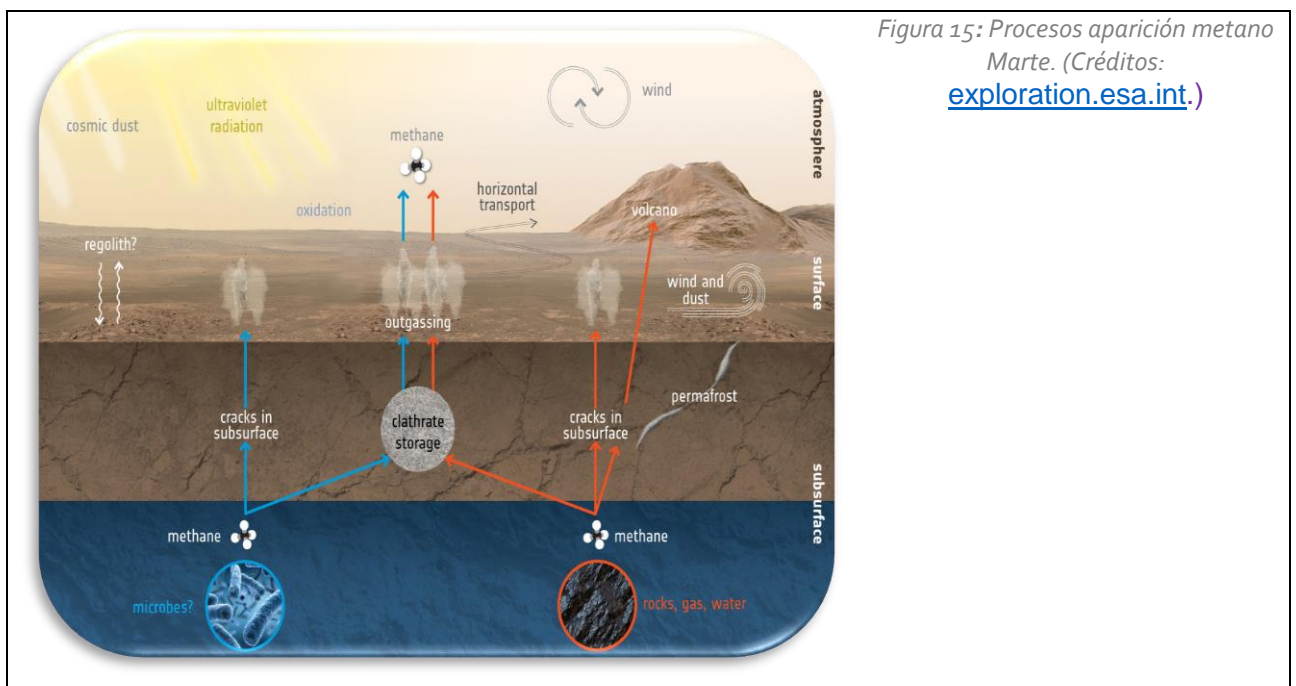


Figura 15: Procesos aparición metano Marte. (Créditos: [exploration.esa.int](http://exploration.esa.int).)



## Actividad 6: La exploración de Marte por la Agencia Espacial Europea

Desde el comienzo de la era espacial, satélites de diferentes agencias mundiales han sido enviados para explorar Marte. Esto ha proporcionado a l@s científic@s un montón de datos, ampliando nuestro conocimiento del Planeta Rojo, pero también ha abierto muchas preguntas nuevas para investigar en la exploración futura de Marte, como **¿ha existido alguna vez vida en Marte?** **¿Estuvo Marte alguna vez cubierto de mares que han desaparecido con el tiempo?**

### Mars Express

Fue la primera misión de la Agencia Espacial Europea interplanetaria encargada de la exploración de Marte. Recibe su nombre por la rapidez en la construcción de la nave, basada en el diseño de la [misión Rosetta](#), tal y como sucedió con la sonda [Venus Express](#). El orbitador de Mars Express está tomando datos científicos de Marte con éxito desde el 2003, llevando a bordo del satélite diferentes instrumentos capaces de medir la composición del planeta y de su fina atmósfera.

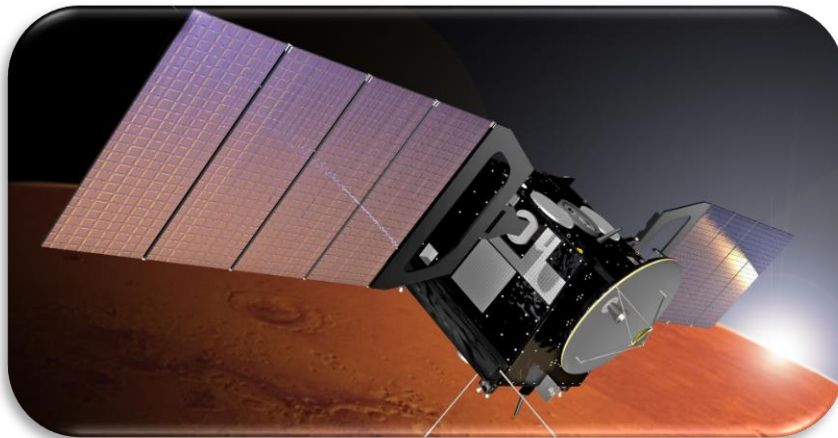


Figura 16: Impresión artística de la misión Mars Express en Marte. (Créditos: ESA)

### La cámara VMC

Mars Express lleva a bordo un instrumento único, parecido en resolución y color a las webcams que tenemos en casa en nuestros ordenadores. Ésta se puso a bordo del satélite con el fin de monitorear la salud de los instrumentos y las operaciones científicas, así como el descenso del aterrizador Beagle 2.

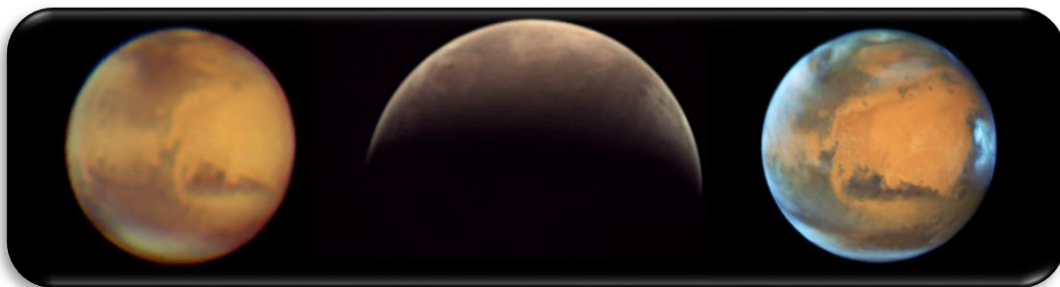


Figura 17: Imágenes de la cámara VMC de Mars Express en Marte. Créditos: ESA

La cámara VMC, que recibe ese nombre por Visual Monitor Camera, es como decimos una cámara ordinaria colocada en un lugar extraordinario, permitiéndonos una visión global de Marte. Sus más de miles de imágenes de Marte en las que se ve todo el disco del planeta, nos permiten estudiar la **evolución de las nubes, las tormentas de polvo y las variaciones en los casquetes polares**. Sus datos serán empleados en nuestro Reto Científico.

- Qué es VMC: <https://blogs.esa.int/mex/2015/03/17/what-is-vmc/>
- Webcam de Marte: <https://blogs.esa.int/vmc/>
- Archivo de datos VMC: <https://blogs.esa.int/vmc/vmc-data-archive/>
- Imágenes VMC: <https://www.flickr.com/search/?text=VMC%20Mars%20Express>
- Blog: <https://blogs.esa.int/mex/2016/08/05/vmc-grows-up/>

## ExoMars

**ExoMars (Exobiology on Mars)** es un proyecto conjunto de la [Agencia Espacial Europea](#) (ESA) y [Roscosmos](#). ExoMars busca indicios de vida en Marte en el pasado y el presente, estudia la composición de su atmosfera, investiga el agua y sus fuentes de origen, al mismo tiempo que pone a prueba la tecnología para futuras misiones tripuladas. ExoMars consta de dos misiones, el orbitador **ExoMars 2016 Trace Gas Orbiter (TGO)**, que observa la atmosfera y la superficie de Marte (desde 2016), y el rover y plataforma de superficie **ExoMars 2022**, que entrará en la atmósfera de Marte y explorará Marte desde su superficie, gracias al rover Rosalind Franklin.

ExoMars busca indicios de vida en Marte en el pasado y el presente, estudia la composición de su atmosfera, investiga el agua y sus fuentes de origen, al mismo tiempo que pone a prueba la tecnología para futuras misiones tripuladas.

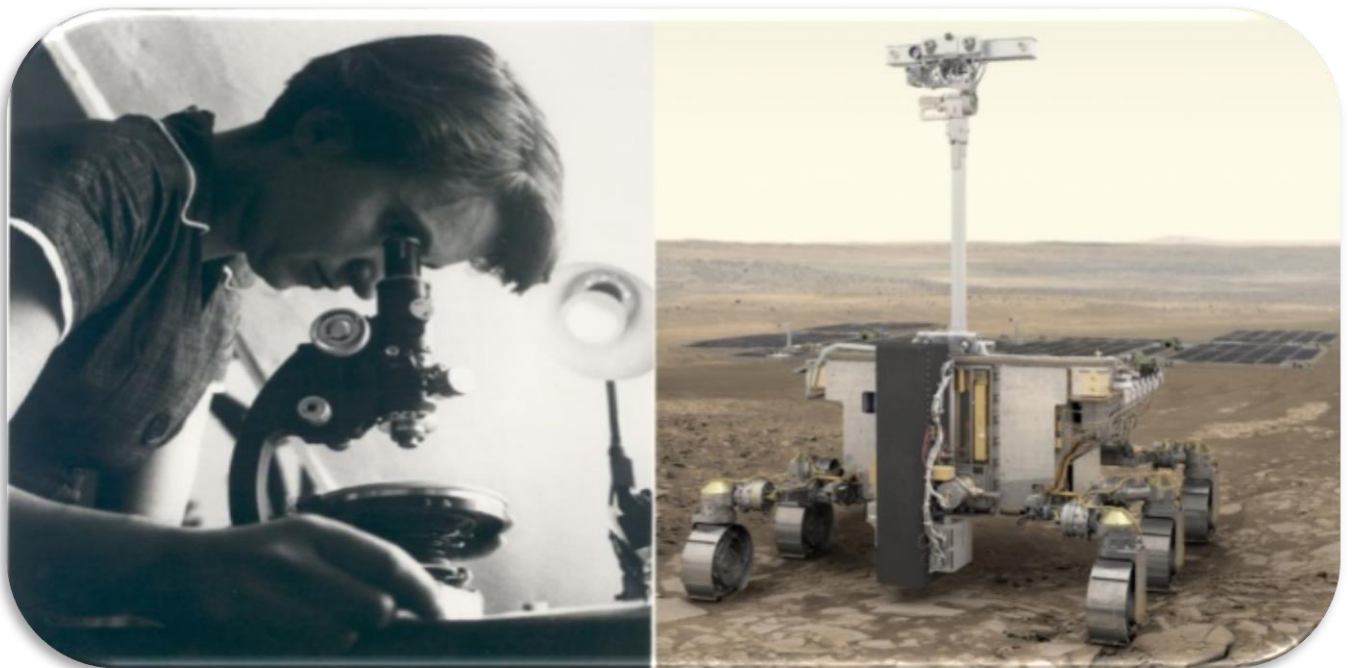


Figura 18: [rover Rosalind Franklin](#). Créditos: ESA/INTA)

## Los equipos de la Agencia Espacial Europea dedicados a la exploración de Marte

**¡Llegar a Marte es todo un desafío!** Es por ello que se necesita de un gran equipo de profesionales especializados en diferentes campos para hacer posible la misión ( [Equipo de MarsExpress](#) y [Equipo de ExoMars](#)). Por simplicidad la Tabla 3 muestra tres localizaciones representativas en las misiones de la Agencia Espacial Europea con profesionales que trabajan en las misiones a Marte. **Recomendamos recortar los recuadrados y que busquen los pares. Solución dada aquí.**

### CENTRO DE OPERACIONES CIENTÍFICAS SOC (Science Operations Centre)

- Donde se realizan las operaciones científicas de las misiones a Marte (definen las observaciones)
- El equipo está formado por ingenieros y científicos en contacto con los expertos de los instrumentos (en los institutos dedicados).
- En continuo contacto con el MOC

En ESAC también se encuentran archivos de las misiones a Marte (PSA), encargados de que los datos para las publicaciones científicas

*Figura 19: Ingeniero del Equipo científico Mars Express (Créditos: ESA/ ESA Open Day)*

Centro Europeo de Astronomía Espacial, **ESAC**, Madrid



### CENTRO DE DISEÑO, INTEGRACIÓN Y TESTEO DE COMPONENTES DE UN SATÉLITE

- Donde se realiza el diseño, integración y testeo del satélite y los sistemas de apoyo de la misión (como el rover).
- El equipo está formado por ingenieros y científicos encargados de la integración de los distintos instrumentos en la plataforma del satélite para posteriormente realizar las pruebas que simulan el despegue y las condiciones de vuelo (vibración, cambios de temperatura extremos)

*Figura 20: Equipo de testeo del rover. Créditos: ESA*

Centro Europeo de Investigación y Tecnología Espacial, **ESTEC**, Holanda



### CENTRO DE OPERACIONES DE LA MISIÓN MOC (Mission Operations Centre)

- Donde se diseña la órbita de la plataforma y se aseguran requisitos de seguridad y apuntado.
- El Equipo está formado por ingenieros y operadores que controlan el tráfico de datos entre los satélites científicos y el segmento terreno a través de antenas y se aseguran de la correcta ejecución de los comandos (para toma de datos y órbita/aterrizaje) así como de la salud de los instrumentos a bordo.
- En contacto directo con el SOC.

*Figura 21: Equipo de dinámica de vuelo del MOC; en particular en el exitoso aterrizaje de Rosetta*

Centro Europeo de Operaciones Espaciales, **ESOC**, Alemania



**Tabla 3:** misiones de la Agencia Espacial Europea con profesionales que trabajan en las misiones a Marte



La Figura 22 muestra las misiones espaciales que han ido a Marte de todas las Agencias Espaciales del Mundo. (Recomendación: pincha el [link](#) para aumentar el poster

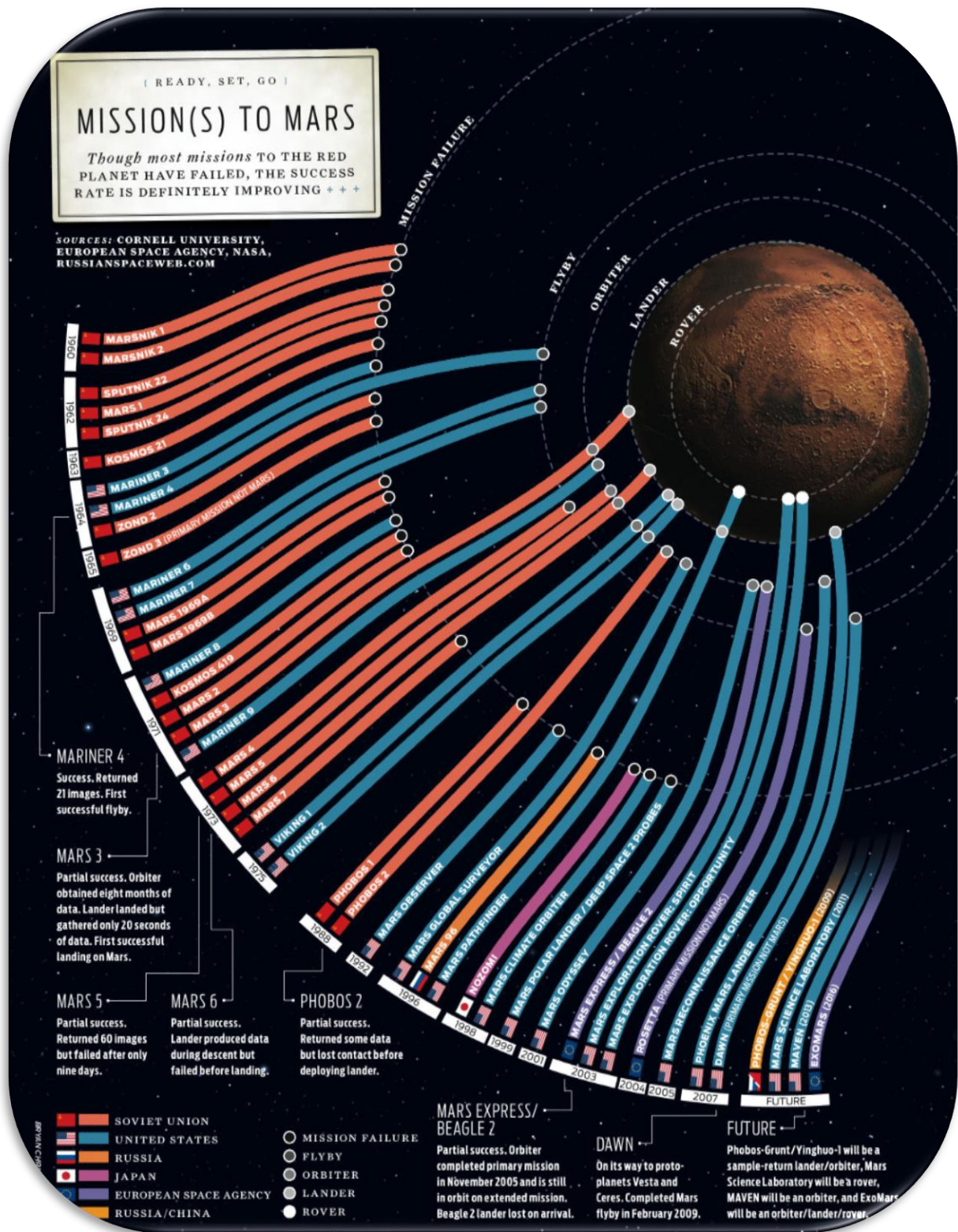


Figura 22: Misiones a Marte. (Créditos: Universidad de Cornell).





- Practica con este Mentimeter para saber qué has aprendido sobre los diferentes roles de las misiones ESA <https://www.menti.com/5ja8p2sdqk>

### Actividad 7: ¿Qué has aprendido hasta ahora?

Responde a este mentimeter por equipo para comprobar el proceso de aprendizaje, el reto de identificación es el identificador de tu SSE en línea (53 en el ejemplo)

<p><a href="#">Mentimeter</a></p> 	<p>ID: 53 Discovering the Mysteries of the Universe <a href="#">See the scientific case</a></p>
---	---



# Fase 2



ESA space history  
@ESA\_History

#OTD 19 October 2016, #ESA's #ExoMars2016  
@ESA\_TGO entered #Mars orbit, 2nd time that ESA  
placed a spacecraft into orbit around the Red Planet  
@esascience [esa.int/Science\\_Explor...](http://esa.int/Science_Explor...)

[Traducir Tweet](#)



Figura 23: ExoMars 2016. (Créditos: ESA).  
[https://twitter.com/ESA\\_History/status/1318101830774128641](https://twitter.com/ESA_History/status/1318101830774128641)



# Fase 3



La fase 3 se ejecutará siguiendo el método científico donde los estudiantes hacen hipótesis, hacen algunos experimentos con datos reales y finalmente comprueban sus resultados/conclusiones con sus hipótesis.

Los datos utilizados para sus experimentos son imágenes recogidas por la cámara del VMC, a bordo de la misión Mars Express durante más de dos años (2016-2018), donde vemos a Marte en diferentes estaciones y por lo tanto podemos calcular la duración de un año marciano.

En la herramienta web desarrollada por el equipo de CESAR, la Actividad 10 se ejecuta después de la Actividad 9 y para que funcione no debemos cerrar la herramienta web entre las Actividades 9 y 10.

## Actividad 9: Las estaciones en Marte

### Hipótesis

¿Qué información en las imágenes de Marte podría darte pistas sobre la estación del año?

### Experimento

1. Accede a las imágenes de la cámara VMC de Mars Express e identifica las estaciones de Marte pinchando en la herramienta web: [http://cesar.esa.int/tools/18.martian\\_year/](http://cesar.esa.int/tools/18.martian_year/)

**¡¡ No cierres la herramienta entre las Actividades 9 y 10!!**

2. Ejecuta los siguientes pasos:

- **Paso 1/5:** Selecciona de qué hemisferio vas a analizar las imágenes de VMC
  - a. Del hemisferio norte
  - b. Del hemisferio sur
  - c. De ambos hemisferios
- **Paso 2/5:** Una vez elegido un hemisferio, identifica a qué estación corresponde cada imagen  
Pista: el tamaño del casquete polar te ayudará en esta identificación.



**Figura 24:** Página de inicio a la herramienta web “Las Estaciones en Marte” y Paso 1. (Créditos: CESAR)



**Figura 25:** Paso 2 de la herramienta web de “Las Estaciones de Marte” para las imágenes del hemisferio sur.

- **¡¡ Chequea tus resultados pulsando en el botón “Comprobar”!!**
- **Nota 1:** En esta actividad no tendrás suficiente información para diferenciar, por el tamaño del casquete polar, si vienes del verano o del invierno, y por lo tanto saber si la imagen corresponde a primavera u otoño sólo lo sabremos si vemos la evolución temporal de éstas.
- **Nota 2:** En Marte, del mismo modo que en la Tierra, ni el polo norte ni el polo sur recibe luz durante el invierno. En el frío invierno el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) de la atmósfera se congela de gas a hielo – formando parte de los casquetes polares. Cuando termina el invierno y la luz del Sol comienza a calentar los polos, el  $\text{CO}_2$  de los casquetes polares no se derrite en líquido como el agua, sino que cambia de estado sólido a estado gaseoso (proceso llamado de sublimación), pasando estos gases a la atmósfera al tiempo que se reduce el tamaño de los casquetes polares.

### Conclusión

Explica en la Tabla 4 por qué has considerado que la imagen 1, 2 y 3 (ver Figura 25) pertenece a una u otra estación.

Verano	Primavera/ Otoño	Invierno

**Tabla 4:** Explica el porqué de tu elección de cada una de las estaciones en las imágenes seleccionadas.

## Actividad 10: ¿Cuánto dura un año en Marte?

### Hipótesis

¿Cuánto crees que dura un año marciano? ¿Cuántos años marcianos tendrías tú?

Ahora que has aprendido a identificar el paso del tiempo (estaciones) en Marte mirando la evolución del tamaño de los casquetes polares, trata de identificar la duración de un año en Marte.

### Experimento

Ejecuta los pasos 3 a 5 de la herramienta web con la que estás trabajando. <http://cesar.esa.int>

- **Paso 3/5:** Selecciona un set de 6 imágenes de la cámara VMC que consideras cubren un mismo año marciano.
  - **Nota 1:** Todas las imágenes seleccionadas para la estimación de un año marciano deben pertenecer al mismo hemisferio (en la herramienta, aquellas que pertenecen al hemisferio norte son identificadas con una lupa rosa y las que pertenecen al hemisferio sur con una lupa azul).
  - **Nota 2: Cada imagen está asociada a un identificador.** La numeración del identificador **YY-XXX** corresponde con:
    - **YY:** año terrestre en el que la imagen fue tomada. Así por ejemplo, 16 se refiere al año 2016.
    - **XXX:** o DOY (día del año, en inglés “Day Of the Year”), el cual va de 1 a 365 (o 366 días en el caso de años bisiestos). Por ejemplo, el DOY 32 corresponde con el 2 de Febrero.
  - **Nota 3:** Algunas imágenes mostradas en la herramienta aparecen casi oscuras. Éstas corresponden con el invierno de Marte. pero al estar sobreexpuestas no las usaremos



**Figura 26:**

Paso 3 de la herramienta CESAR. Con lupa rosa se identifican las imágenes del hemisferio norte de Marte y con lupa azul las del hemisferio sur. (Créditos: ESA/Mars Express/VMC )

(Opcional): Si quiere puede escribir en la Tabla 5 el año y día de las imágenes seleccionadas, de lo contrario la información se almacena en la herramienta web para su experimento.

Identificador de la imagen	Año	DOY

Tabla 5: Año y día de las imágenes que has elegido para calcular un año marciano.

- Paso 4/5:** Introduce el tiempo entre la primera y la última imagen elegida. Ésta será tu estimación de la duración de un año marciano. Sugerencia: Tienes que hacer el cálculo mentalmente o en un papel fuera, la webtool no lo hará a partir de la selección de las imágenes)

Paso: 4/5  
Subtítulo: Calcula la duración de un año marciano.



**Tarea:**  
Inserta el número de días que crees que dura un año marciano

**Pistas:**

- Emplea la identificación de la imagen (YY-XXX) para calcular el número de días entre las imágenes que están más alejadas en nuestra selección.
- Cada imagen tiene un número identificativo (YY-DOY) [i](#)

Figura 27: Paso 3 de la herramienta web – galería de imágenes. Créditos: ESA/Mars Express/VMC – CC BY-SA IGO 3.0

- Paso 5/5:** ¡¡ Chequea tus resultados pulsando en el botón “Comprobar”!





### Conclusiones:

A partir de tus cálculos, ¿cuánto dura un año marciano?

¿Cuántos años tendrías en años marcianos?



## Actividad 11: Únete a ExoMars

Como hemos visto en la Actividad 6, una misión espacial está formada por varios Equipos, todos ellos necesarios y trabajando en colaboración para el buen resultado de la misión.

Vamos a trabajar en Equipos, como si fuéramos parte de la misión ExoMars 2020. Vamos a ir viendo las distintas tareas realizadas por los distintos Equipos especializados para entender mejor sus funciones. **Recomendamos que todos los Equipos realicen todas las Actividades**


1. Equipo de diseño y ejecución de dinámica de vuelo (“Flight Dynamics”) - Actividad 11.1
2. Equipo de planificación de observaciones científicas (“Mission Planning”) - Actividad 11.2
3. Equipo de Expertos que asesoran a la Misión (“Expert support group”) - Actividad 11.3

### El objetivo común es identificar dónde amerizar el Rover de ExoMars 2022, Rosalind Franklin

- Considerando que aterrizarás en Marte (con ExoMars) en el mismo hemisferio en el que vives en la Tierra (por simplicidad), obtén la fecha y la estación a tu llegada a Marte así como el tipo de condiciones ambientales que encontrarías en ese hemisferio. Esta hoja Excel puede ser usada para resolver las Actividades 11.1 y 11.2. Por favor, haced una copia de esta y usad la copia si se desea.

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1VwPQVc5cmVAV7xJLleJTXXWR34XoHW3b9KoPosn0x10/edit?usp=sharing>

### Actividad 11.1: Equipo de Dinámica de Vuelo.

	Ahora eres parte del Equipo de Vuelo Dinámico de ExoMars
---	--

Revisa la [Actividad 6](#) y escribe en qué centro de la Agencia Espacial Europea trabajarías lo más seguro con este perfil:

Llegar a Marte en el **menor tiempo posible**, es una consideración importante para fijar una fecha de lanzamiento. Por ello, queremos estar seguros que lanzaríamos ExoMars 2022 en el momento adecuado. Otros factores que determinan la fecha de lanzamiento son:

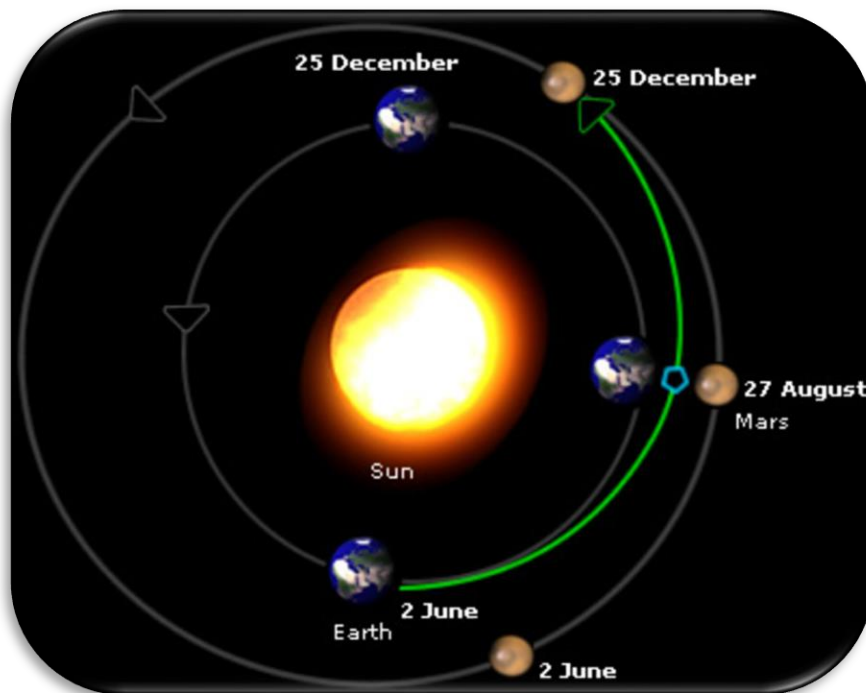
- consumo de combustible para la órbita de transferencia
- el tiempo y la orientación de la llegada de la nave espacial
- consideraciones sobre el lugar de aterrizaje y los objetivos de la comunidad científica.

El tiempo de transferencia más corto puede no ofrecer el mejor perfil de la misión y ExoMars tiene una serie de escenarios de transferencia bastante distintos con tiempos de transferencia muy diferentes. Determinar la transferencia óptima es, por supuesto, la tarea de ESOC Flight Dynamics

Marte y la Tierra orbitan a diferentes velocidades (los dos planetas no giran a la vez alrededor del sol, si no que a veces están muy separados y otras veces se acercan más). Aproximadamente cada dos años terrestres (que de la [Actividad 10](#) sabemos que es como un año marciano), los dos planetas están en la posición perfecta para llegar a Marte en el menor tiempo posible.

¡Pero esto no es todo! para poder llegar a Marte debemos asegurarnos de que apuntamos bien nuestra nave. **¡Tenemos que apuntar a donde estará Marte cuando la nave llegue allí!**

- Para entenderlo mejor mira este [VIDEO](#)



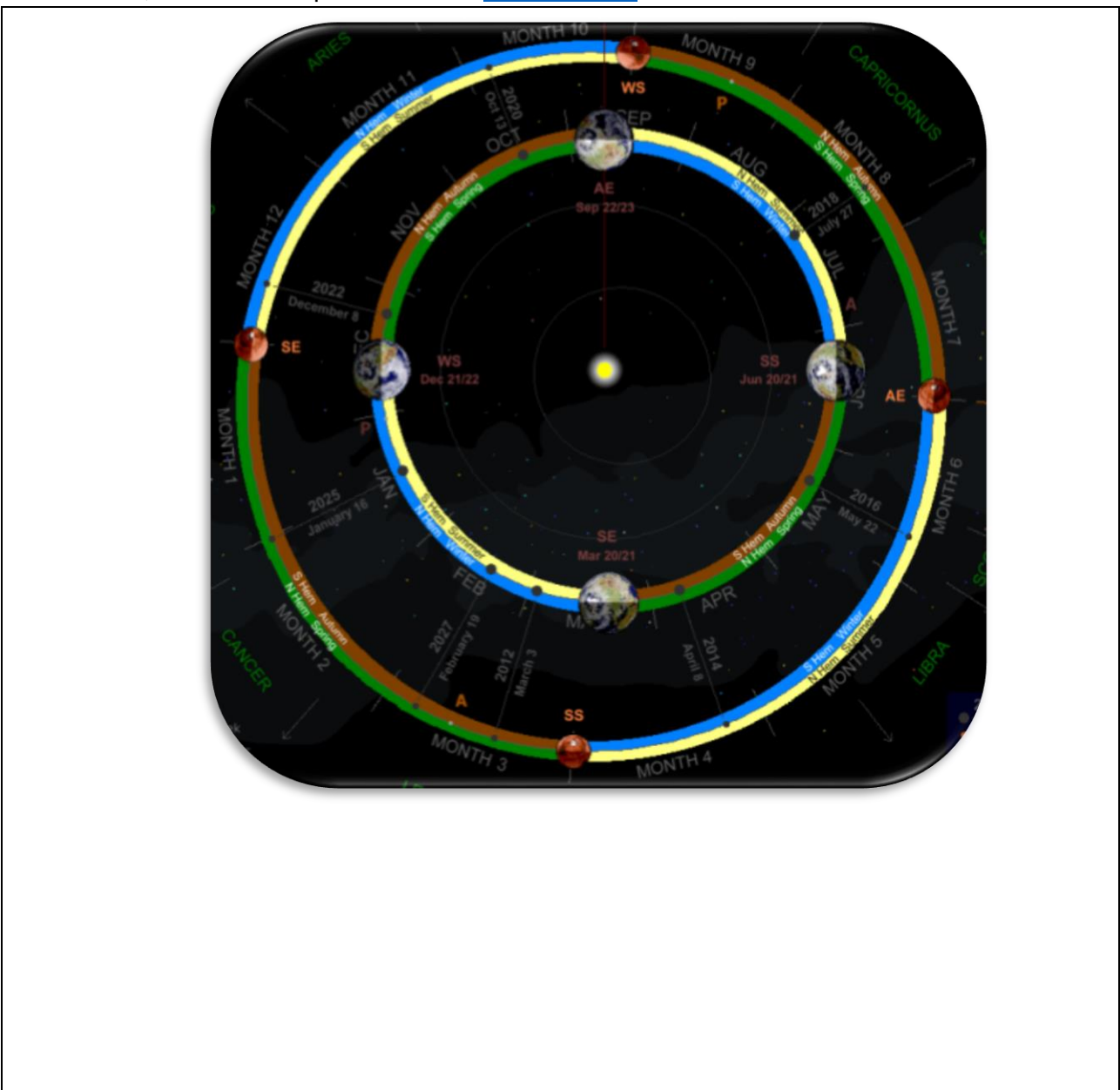
*Figura 28: Trayectoria que siguió la misión Mars Express en su lanzamiento (Créditos: ESA)*

Recuerda, formas parte del equipo de 'Flight Operations' de ExoMars 2022, que prepara la misión antes de ser lanzada. El nuevo calendario de lanzamiento está fijado entre agosto y octubre de 2022.

1. Si **ExoMars** se lanza en Septiembre de 2022, ¿qué fecha será cuando llegue a Marte?

Ahora, para comenzar a planear las "Operaciones Científicas" de ExoMars 2022 (Actividad 11.2), necesitamos informar al Equipo de Operaciones Científicas de las posibles estaciones del año (dependiendo del hemisferio Marciano) en las que ExoMars podría aterrizar en Marte..

2. Para ello, recuerda lo aprendido en la [Actividad 4.3](#) e identifica:



## Actividad 11.2: Equipo de Planificación de las operaciones científicas de ExoMars



Ahora es el momento de cambiar nuestro papel en las misiones de ExoMars 2022 (si hubiéramos ejecutado la Actividad 11.1, seríamos parte del Equipo de Dinámica de Vuelo) y nos convertiríamos en parte del "Equipo de Operaciones Científicas" de ExoMars.

Revisa la [Actividad 6](#) y anote en qué centro de la Agencia Espacial Europea trabajarías probablemente con este perfil (Equipo de Operaciones Científicas)

Como expertos en los instrumentos científicos a bordo de ExoMars, debemos tener claro qué operaciones científicas programaríamos, en función de la estación y zona de amerizaje (aterrizar en Marte). En Marzo del año 2023, Marte se encontrará lejos del sol: **será verano en el hemisferio norte e invierno en el sur.**

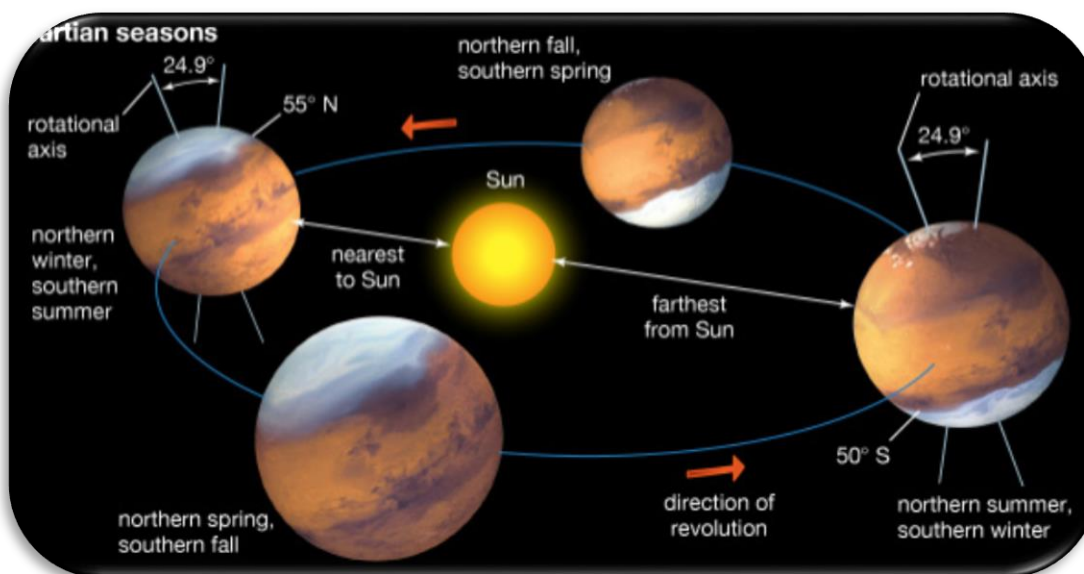


Figura 29: Estaciones en Marte. (Créditos: ESA)



Teniendo en cuenta qué queremos investigar, debemos amerizar en un hemisferio o en otro, pues las circunstancias estacionales serán diferentes en cada hemisferio.

1. Para decidir en qué hemisferio amerizar, ten en cuenta los factores que cambian con las estaciones. Repasa la [Actividad 5](#) y rellena la Tabla 6:

FECHA: MARZO 2023		
FACTORES	VERANO-hemisferio norte	INVIERNO-hemisferio sur
El clima	Menos frío. Fuertes vientos. Presión atm	
Tormentas de polvo	Fuertes tormentas de polvo	
Variaciones en los cascos polares		

*Tabla 6: factores que cambian con las estaciones marcianas.*

2. Ahora te toca decidir, qué quieres investigar en Marte con la solución calculada para ExoMars en la [Actividad 11.1](#). Marca la opción:

Buscar posibles rastros de vida pasada en Marte, estudiando posibles procesos biológicos (¿Metano?, ¿Ozono? ¿Oxígeno?)	
Buscar posibles rastros de vida pasada en Marte, estudiando el agua de Marte ( Capas de hielo )	
Para estudiar los principales fenómenos las estaciones dependen del clima, la presión atmosférica y los procesos geológicos de Marte.... (y las tormentas de polvo)	

3. Suponiendo que Exomars se lanzará en la fecha estimada y que aterriza en Marte en el mismo hemisferio en el que te encuentras en la Tierra. Escribe en este Excel qué fecha, estación y propiedades de esa estación te encontrarás [link](#).



4. El mapa de la Figura 30 proporciona cuatro posibles opciones de amerizaje. Rellena la tabla 7 con lo que crees que encontrarás en esas zonas.

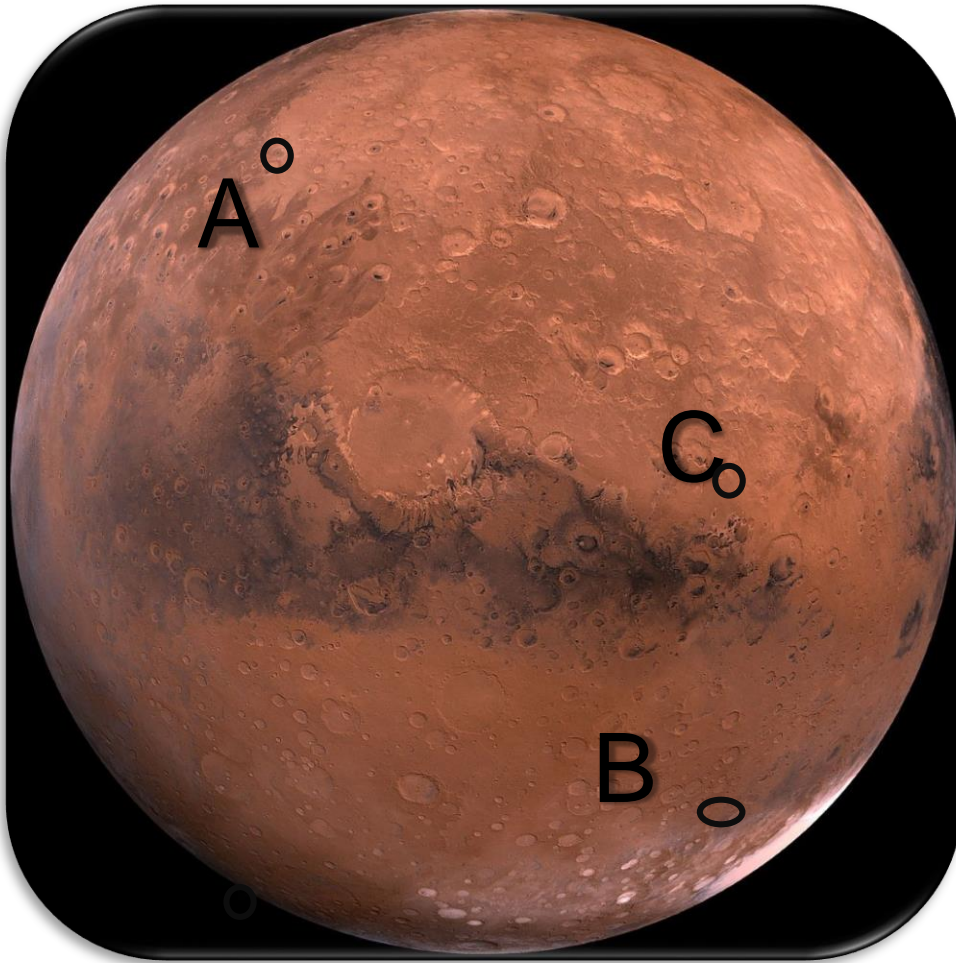


Figura 30: Composición fotográfica Marte. (Wikipedia)

4. **¿Quieres saber cuál es la mejor opción de aterrizaje?** ¡Compite con los demás equipos! Elige una de estas zonas, escribe los pros y contras y defiende tu elección ante tus compañeros.

<p><b>Zona:</b> A Hemisferio Norte / B Ecuador / C Hemisferio Sur <b>La temporada:</b> Invierno / Verano <b>Por qué:</b></p>
--

### Actividad 11.3. Equipo de Expertos

Mira esta imagen con las zonas donde aterrizaron misiones anteriores. ¿Qué crees que fueron a hacer allí?

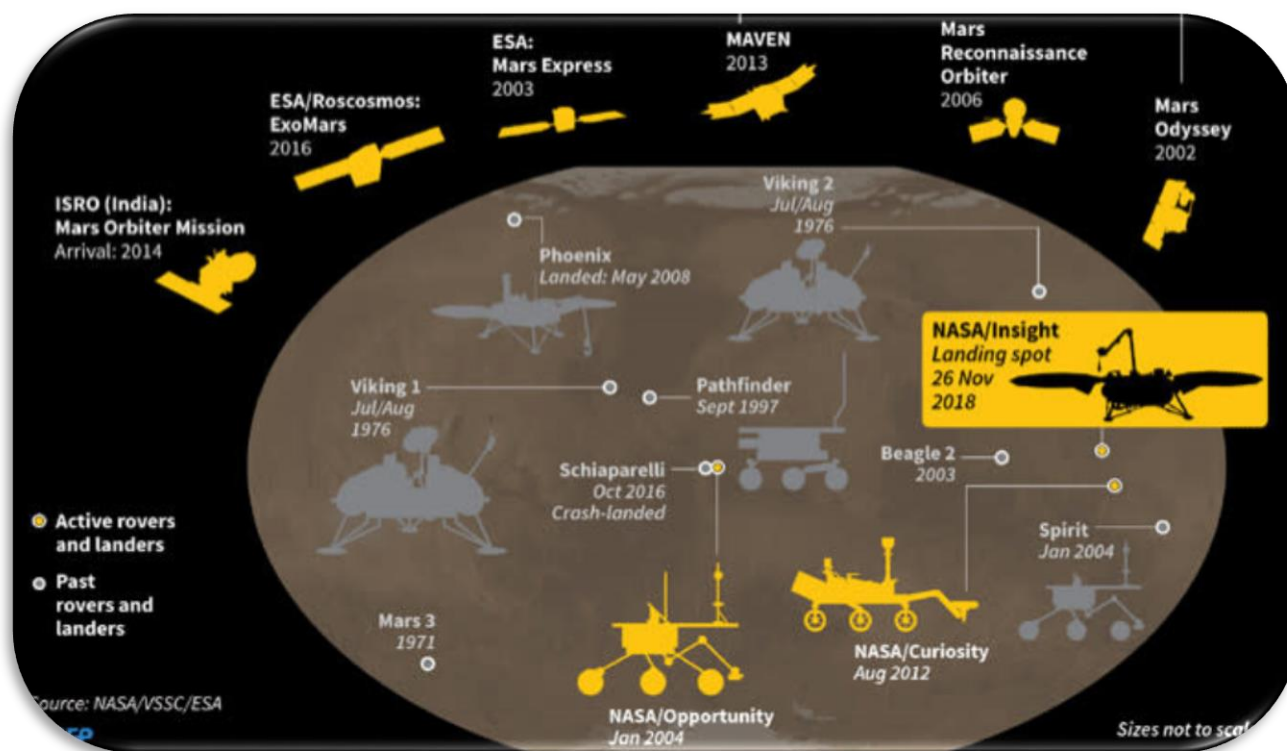


Figura 31: Historia misiones a Marte. (Wikipedia)

Misión	Lugar de aterrizaje	Fecha de aterrizaje (estación)	Objetivo científico
Viking 2		Julio/Agosto 1976	
Pathfinder		Septiembre 1997	
Spirit		Enero 2004	
Phoenix		Mayo 2008	
Curiosity		Agosto 2012	
Insight		Noviembre 2018	
Rosalind Franklin		....	

**Nota:** A día de hoy las misiones ESA no han aterrizado en Marte como se deseaba (Beagle 2, Schiaparelli). Estamos muy interesados en el amerizaje de ExoMars 2022, pues será el primer rover europeo que lo hará. ¡Estad atentos!





# Fase 4



**¡ Enhorabuena !**  
**¡ Has completado tu Reto Científico !**  
**¡ Cuéntanos tu historia !**

#### Actividad 12: Autoevalúate y co-evalúate

- **En Equipos:** Rellenad este [cuestionario](#) para que comprobéis lo aprendido en el Reto.
- **Con vuestro@ profe:** Rellenad estos [mentimeter](#) (código QR) para evaluar algunas de las capacidades desarrolladas durante vuestro Reto.



#### Actividad 13: Cuéntanos tu Aventura

Los estudiantes deberán crear un producto final (un poster A0 en formato pdf, usando power point, por ejemplo) mostrando lo que han aprendido en las distintas fases del Reto Científico.

**Este poster es el billete para participar en el concurso internacional de *Aventuras CESAR*.**



# Enlaces



## ENLACES DE LA FASE 0:

### VIDEOS

- <https://www.youtube.com/watch?v=9wdbNU7Pu8U&feature=youtu.be>
- [http://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Videos/2015/01/ESAC\\_ESA\\_s\\_Window\\_on\\_the\\_Universe](http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2015/01/ESAC_ESA_s_Window_on_the_Universe)
- <http://cesar.esa.int/index.php?Section=Multimedia&Id=63>

## ENLACES DE LA FASE 1:

### VIDEOS

- <https://youtu.be/P5xYp-mCEN0>
- [https://www.youtube.com/watch?v=b\\_NwWJttruE](https://www.youtube.com/watch?v=b_NwWJttruE)

### APP/JUEGO/CUESTIONARIO

- <http://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/eclipticsimulator.html>
- <http://www.traducimos.cl/planet/>
- <http://astro.unl.edu/classaction/animations/renaissance/kepler.html>
- <https://www.menti.com/t49k12g3m6>

### WEBS:

- [https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Latitud\\_y\\_Longitud\\_en\\_la\\_Tierra.svg](https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Latitud_y_Longitud_en_la_Tierra.svg)
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Excentricidad\\_\(matem%C3%A1tica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Excentricidad_(matem%C3%A1tica))
- <https://www.metric-conversions.org/es/temperatura/celsius-a-fahrenheit.htm>
- <https://www.diferenciador.com/diferencia-entre-calor-y-temperatura/#:-:text=La%20diferencia%20entre%20calor%20y,las%20mol%C3%A9culas%20e%20un%20cuerpo>
- [https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/](https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/)
- <https://mx.blastingnews.com/ciencia/2018/02/cinco-cosas-que-necesitaríamos-para-que-la-gente-vaya-a-marte-002366993.html>
- [https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Exploration/ExoMars/Meet\\_Mars](https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars/Meet_Mars)
- [https://www.freepik.es/vector-premium/globo-terraqueo-ilustracion-circulo-cuatro-estaciones\\_7977447.htm](https://www.freepik.es/vector-premium/globo-terraqueo-ilustracion-circulo-cuatro-estaciones_7977447.htm)
- <https://www.astromia.com/solar/estatierra.htm>
- <https://www.britannica.com/place/Mars-planet/Basic-astronomical-data>
- <http://www.nakedeyeplanets.com/mars-orbit-&-seasons.png>
- <http://www.astronomynotes.com/solarsys/s10.htm>
- [http://www.alpo-astronomy.org/jbeish/Observing\\_Mars\\_6.html](http://www.alpo-astronomy.org/jbeish/Observing_Mars_6.html)
- <https://exploration.esa.int/web/mars/-/46038-methane-on-mars>
- [https://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Spain/Rosetta\\_-\\_Resumen](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spain/Rosetta_-_Resumen)
- [http://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Spain/La\\_nave\\_Venus\\_Express\\_de\\_la\\_ESA\\_llega\\_a\\_su\\_destino](http://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spain/La_nave_Venus_Express_de_la_ESA_llega_a_su_destino)
- [Qué es VMC: https://blogs.esa.int/mex/2015/03/17/what-is-vmc/](https://blogs.esa.int/mex/2015/03/17/what-is-vmc/)
- [Webcam de Marte: https://blogs.esa.int/vmc/](https://blogs.esa.int/vmc/)
- [Archivo de datos VMC: https://blogs.esa.int/vmc/vmc-data-archive/](https://blogs.esa.int/vmc/vmc-data-archive/)
- [Imágenes VMC: https://www.flickr.com/search/?text=VMC%20Mars%20Express](https://www.flickr.com/search/?text=VMC%20Mars%20Express)
- [Blog: https://blogs.esa.int/mex/2016/08/05/vmc-grows-up/](https://blogs.esa.int/mex/2016/08/05/vmc-grows-up/)
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Agencia\\_Espacial\\_Europea](https://es.wikipedia.org/wiki/Agencia_Espacial_Europea)
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Roscosmos>
- <https://inta.es/ExoMarsRaman/es/mision-exomars/rover-rosalind-franklin/>
- [http://www.esa.int/Science\\_Exploration/Space\\_Science/Mars\\_Express\\_mission\\_team](http://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Mars_Express_mission_team)
- <https://exploration.esa.int/web/mars/-/56623-exomars-mission-team>



- [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Mars\\_Express](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express)
- <http://blogs.esa.int/mex/files/2013/06/Mars-Express-10-year-highlights.png>
- <http://exploration.esa.int/mars/44997-the-red-planet/>
- [http://cesar.esa.int/upload/202004/bookletmars\\_v6\\_spanish.pdf](http://cesar.esa.int/upload/202004/bookletmars_v6_spanish.pdf)
- <http://exploration.esa.int/mars/43608-life-on-mars/>
- [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Exploration/ExoMars/Highlights/Ten\\_things\\_about\\_Mars](http://www.esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars/Highlights/Ten_things_about_Mars)
- [https://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Mars\\_Express/Olympus\\_Mons\\_-\\_the\\_caldera\\_in\\_close-up](https://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express/Olympus_Mons_-_the_caldera_in_close-up)
- [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Fly\\_through\\_a\\_canyon\\_on\\_Mars](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Fly_through_a_canyon_on_Mars)

## ENLACES DE LA FASE 2

### VIDEOS

- [http://cesar.esa.int/index.php?Section=Teacher\\_Training&ChangeLang=es](http://cesar.esa.int/index.php?Section=Teacher_Training&ChangeLang=es)
- [https://www.youtube.com/watch?v=00lewuf\\_j1M](https://www.youtube.com/watch?v=00lewuf_j1M)
- <https://youtu.be/uplUpkpymoE>
- <https://youtu.be/TOb2G6MDfYQ>
- <https://youtu.be/zAwQNAkVaOg>

## ENLACES DE LA FASE 3:

### VIDEO

- [https://www.youtube.com/watch?list=PL9TFrgFq7557nWqmfuVngU22OhTpUE9gg&time\\_continue=1&v=gYJsMBabjVY&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?list=PL9TFrgFq7557nWqmfuVngU22OhTpUE9gg&time_continue=1&v=gYJsMBabjVY&feature=emb_title)

### APP/JUEGO/CUESTIONARIO:

- [http://cesar.esa.int/tools/18.martian\\_year/](http://cesar.esa.int/tools/18.martian_year/)

### WEBS

- [https://es.wikipedia.org/wiki/Marte\\_\(planeta\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Marte_(planeta))

## ENLACES DE LA FASE 4:

### APP/JUEGO/CUESTIONARIO:

- <http://cesar.esa.int/index.php?Section=Admin&Admin=Quiz&Id=3&BlockQuiz=1>
- <https://www.menti.com/m8846mzj2b>
- <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/blooms-taxonomy/>



## **EXTRA. Material educativo sobre Espacio (ESA Educación):**

- ¿Puede la vida sobrevivir en entornos alienígenas?: [https://www.esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Could\\_life\\_survive\\_in\\_alien\\_environments\\_-\\_Defining\\_environments\\_suitable\\_for\\_life\\_Teach\\_with\\_space\\_B09](https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Could_life_survive_in_alien_environments_-_Defining_environments_suitable_for_life_Teach_with_space_B09)
- Cultivo espacial: [www.esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Astrofarmer\\_-\\_Learning\\_about\\_conditions\\_for\\_plant\\_growth\\_Teach\\_with\\_space\\_PR42](http://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Astrofarmer_-_Learning_about_conditions_for_plant_growth_Teach_with_space_PR42)
- Comida espacial: [https://www.esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Astrofood\\_-\\_Learning\\_about\\_edible\\_plants\\_in\\_Space\\_Teach\\_with\\_space\\_PR41](https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Astrofood_-_Learning_about_edible_plants_in_Space_Teach_with_space_PR41)
- Plantas en Marte: [https://www.esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Plants\\_on\\_Mars\\_-\\_Build\\_an\\_automatic\\_plant\\_watering\\_system\\_Teach\\_with\\_space\\_T09](https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Plants_on_Mars_-_Build_an_automatic_plant_watering_system_Teach_with_space_T09)

## **Créditos:**

Material preparado para ejecutarlo on-line, a partir de una versión inicial de material por el Equipo CESAR en colaboración con el Equipo científico de Mars Express y la Universidad de Bilbao, y Planeta Ciencia bajo la iniciativa y coordinación de [la Agencia Espacial Europea](#) en el marco del [programa CESAR](#).

Agradecimientos en especial a Alejandro Cardesín, Elenis Ravanis y Jorge Hernández, ingenieros y científicos de Mars Express expertos en los datos científicos de VMC, por su supervisión en el desarrollo del material.

Versión inicial:

[http://cesar.esa.int/index.php?Section=Las\\_Estaciones\\_en\\_Marte\\_I&ChangeLang=es](http://cesar.esa.int/index.php?Section=Las_Estaciones_en_Marte_I&ChangeLang=es)

El Equipo CESAR ha contado con el apoyo de [Young Graduate Trainee \(YGT\) Programme](#).