



# LUNA

El único lugar donde la humanidad ha puesto pie, además de la Tierra.



Alicia Alvarenga Conde



# Contenido

- Mitología
  - Influencia
  - ¿A quién pertenece?
  - Características
    - *Físicas*
    - *Químicas*
  - Desde la Tierra
- Órbita
  - Movimientos
  - Formación
  - Geología
  - Para la exploración lunar
  - Misiones lunares

# Etimología

**mens** Ô **luz**

raíz masculina indoeuropea

**mezne** Ô **el período  
de la luna**  
griego

**mens** Ô **el período  
de la luna**  
latín

È **mes**

**leuk** Ô **luz**

raíz femenina indoeuropea

**leuksno** Ô **iluminada**  
adjetivo femenino latín

**diez lunae** Ô **día de la  
luna** È **lunes**  
derivado latín

# Mitología

- Griega: diosa Selene, hija de los titanes Hiperión y Tea. Después fue Artemisa (Diana, para los romanos).

Endimión, un pastor del Asia menor, estaba enamorado de Selene. Le pidió al dios Hipnos el poder de dormir con los ojos abiertos para poder admirarla cuando esta cruzaba el cielo nocturno. Hipnos, quien estaba enamorado del pastor, le otorgó el don.

Era tan hermoso que Selene pidió a Zeus que le concediese a él la vida eterna para que nunca la dejase.
- China: Chang'e (la mujer en la luna) una mujer que al tomar una píldora para recuperar su inmortalidad, flotó hasta aterrizar en la Luna. Al llegar encontró un conejo, su compañero eterno.

# Leyenda China

De acuerdo a la leyenda, Chang'e y su esposo Houyi eran inmortales y vivían en el Cielo. Un día los diez hijos del Emperador de Jade se transformaron en diez soles, quemando la Tierra. Ordenando sin resultado a sus hijos que se detuvieran, el Emperador de Jade invocó a Houyi para ayudarlo.

Houyi, usando su gran habilidad para la arquería, le disparó a nueve de los hijos y dejó a uno para que fuera el sol. El Emperador no estuvo de acuerdo con la solución de Houyi para salvar la Tierra: nueve de sus hijos estaban muertos. Y como castigo, condenó a Houyi y a Chang'e a vivir como mortales en la tierra.<sup>1</sup>

Viendo que Chang'e sufrió terriblemente la pérdida de su inmortalidad, Houyi decidió emprender un largo viaje, una peligrosa búsqueda de la píldora de la inmortalidad para que volvieran a ser inmortales de nuevo. Al final del viaje conoció a la Reina Madre del Oeste quien acordó darle la píldora, pero le dijo que cada uno solo necesitaría la mitad de esta para volverse inmortal.<sup>1</sup>

Houyi llevó la píldora a casa y la guardó en un cajón. Advirtió a Chang'e de que no debía abrir el cajón y después se fue de casa por un tiempo. Chang'e no pudo resistir su curiosidad: abrió el cajón y halló la píldora justo cuando Houyi estaba regresando a casa. Nerviosa al pensar que Houyi la pudiera descubrir, ingirió la píldora completa. Entonces comenzó a flotar hacia el cielo debido a la sobredosis. A pesar de que Houyi pensó en disparar su arco hacia su esposa para evitar que flotara demasiado lejos, no pudo soportar la idea de apuntar una flecha hacia ella. Finalmente, Chang'e continuó flotando hasta aterrizar en la Luna.

Mientras pensaba que estaba sola en la Luna sin su marido, en realidad sí que tenía compañía: un conejo de jade que preparaba elixires, que también vivía en la Luna. Las mitologías japonesa y coreana también hablan de conejos que vivían en la Luna.

Otro habitante de la Luna era el leñador Wu Gang, que ofendió a los dioses en su intento de lograr la inmortalidad y fue desterrado a la Luna. A Wu Gang se le permitió abandonar la Luna sí podía cortar un árbol que crecía allí. Su desgracia era que cada vez que cortaba un pedazo del árbol este volvía a crecer, condenándolo a vivir en la Luna por toda la eternidad

# Influencia

- La gravedad de la Luna atrae a la Tierra, esto provoca:
  - *Mareas en los océanos/lagos, atmósfera y corteza terrestres*
  - *La fuerza de marea influye en la desaceleración de rotación terrestre*
    - *Aumenta la duración del día terrestre 2.3 milisegundos por siglo*
    - *Aumenta la distancia entre la Luna y la Tierra 3.8 centímetros por año*
- *Convierte a la Tierra en un lugar más vivible:*
  - *Modera el bamboleo de la Tierra respecto a su propio eje ∅ Genera un clima estable*
  - *Provoca las mareas → La vida en los límites entre el mar y la tierra evolucionó influenciada por el ir y venir de las mareas marinas.*
  - *Culturalmente, su ciclo de fases definió el ritmo de las actividades agrícolas de muchas sociedades humanas.*

# ¿A quién le pertenece?

## ■ Artículo I

3 deberán hacerse *en provecho y en interés de todos los países...* e incumben a toda la humanidad.

3 estará *abierto* para su exploración y utilización *a todos los Estados* sin discriminación alguna... en conformidad con el derecho internacional, y habrá libertad de acceso a todas las regiones de los cuerpos celestes.

3 estarán *abiertos a la investigación científica*, y los Estados facilitarán y fomentarán la cooperación internacional en dichas investigaciones.

## ■ Artículo II

3 no podrá ser objeto de apropiación nacional por reivindicación de soberanía, uso u ocupación, ni de ninguna otra manera.

## ■ Artículo IV

La Luna y los demás cuerpos celestes *se utilizarán exclusivamente con fines pacíficos* por todos los Estados Partes en el Tratado.

## ■ Artículo VI

Los Estados Partes en el Tratado *tendrán que informar inmediatamente* a los demás Estados Partes en el Tratado o al Secretario General de las Naciones Unidas *sobre los fenómenos* por ellos observados en el espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, *que podrían constituir un peligro* para la vida o la salud de los astronautas.

3 = La exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes,

# Características

## ■ Físicas

### - *Tamaño*

- Diámetro ecuatorial de 3,476 km  $\Rightarrow$  5to satélite del Sistema Solar
- 1/4 diámetro de la Tierra  $\Rightarrow$  1er satélite del Sistema Solar
- Núcleo: de 660 km rico en hierro
- Superficie: 38 millones km<sup>2</sup>, menos que el área de Asia continental

### - *Masa*

- $7.35 \times 10^{22}$  kg  $\Rightarrow$  1/81 de la Tierra

### - *Densidad*

- 3.34 g/cm<sup>3</sup>  $\Rightarrow$  2do satélite del Sistema Solar
- En comparación: Tierra = 5.51 g/cm<sup>3</sup> (60%); Marte = 3.93 g/cm<sup>3</sup>; Sol = 1.41 g/cm<sup>3</sup>

### - *Volumen*

- $2.1968 \times 10^{10}$  km<sup>3</sup> / Tierra =  $108.321 \times 10^{10}$  km<sup>3</sup>

### - *Gravedad*

- 16.6% de la gravedad de la Tierra.

### - *Atmósfera*

- 100 moléculas por cm<sup>3</sup>
- Peso total = 25 toneladas
- En comparación, Tierra =  $100 \times 10^{24}$  moléculas por cm<sup>3</sup>, a nivel del mar

### - *Magnitud aparente*

- - 12.74
- En comparación: Sol (estrella más brillante de nuestro cielo) = - 27; Sirio (estrella más brillante de nuestro cielo nocturno) = - 1.45



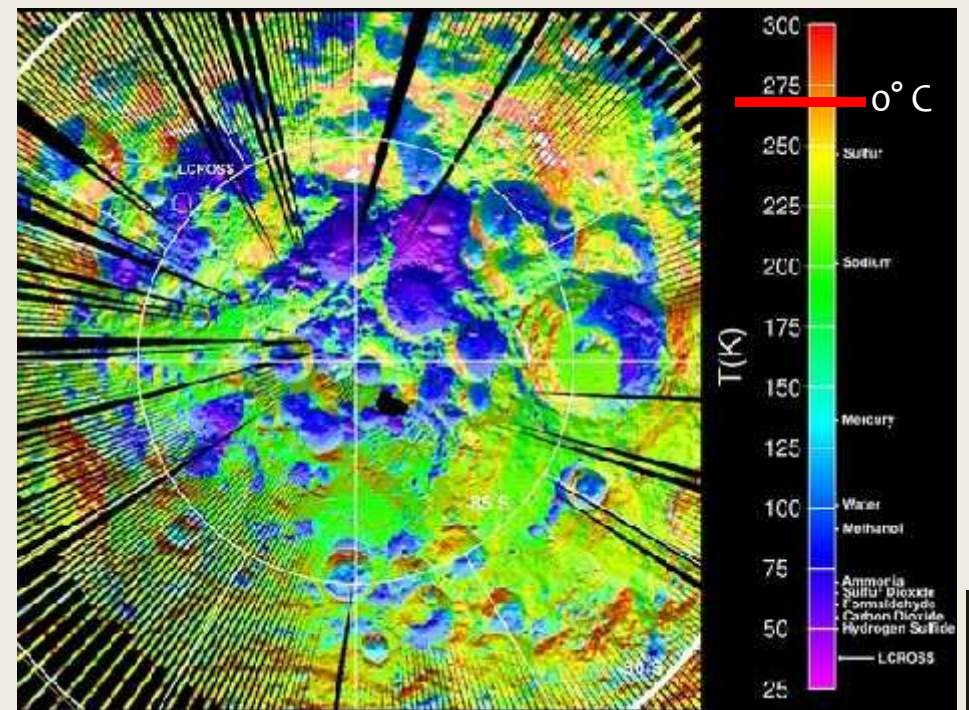
# Características

## ■ Físicas

### - *Temperatura*

- Desde un frío paralizante hasta un calor abrasador:  $-179^{\circ}$  y  $115^{\circ}$  centígrados  $\equiv$  Entre 120 y 396 kelvin
- En el polo sur se ha detectado  $-238^{\circ}$  C; en el polo norte  $-247^{\circ}$  C
- Del núcleo:  $\sim 1,400^{\circ}$  C, calienta un manto fluido, pero no es suficiente como para calentar la superficie

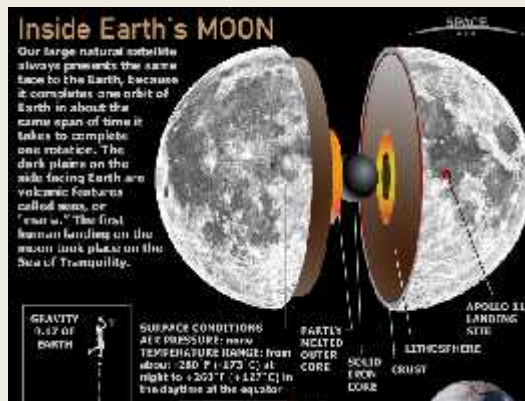
Mapa de temperaturas del polo sur lunar. NASA/Jet Propulsion Laboratory



# Características

## ■ Químicas

- *En la superficie: regolito*
  - En zonas altas: rico en aluminio
  - En zonas bajas, mares: rico en hierro y magnesio (como las rocas basálticas)
- *En el manto*
  - Olivina, ortopiroxeno, clinopiroxeno
- *En el núcleo*
  - Hierro, azufre y níquel



Elemento	% de la masa del suelo
Aportes locales	
Oxígeno (mezclado con silicatos, minerales, calcio, hierro, magnesio)	42
Aportes del viento solar	
Silicio	21
Hierro	13
Calcio	8
Aluminio	7
Magnesio	6
Otros	3

# Características

## ■ Químicas

### – *En la atmósfera*

- Helio, neón, hidrógeno, argón, metano, amoníaco, dióxido de carbono con iones de oxígeno, aluminio, sodio, potasio, fósforo, sodio, magnesio
- La composición cambia según la temperatura

## ■ Agua

### – *En la superficie*

- Microscópicamente cristalizada en las rocas
  - De origen cometario (agua exógena)
- ### – *Debajo de la superficie*
- De origen endógeno

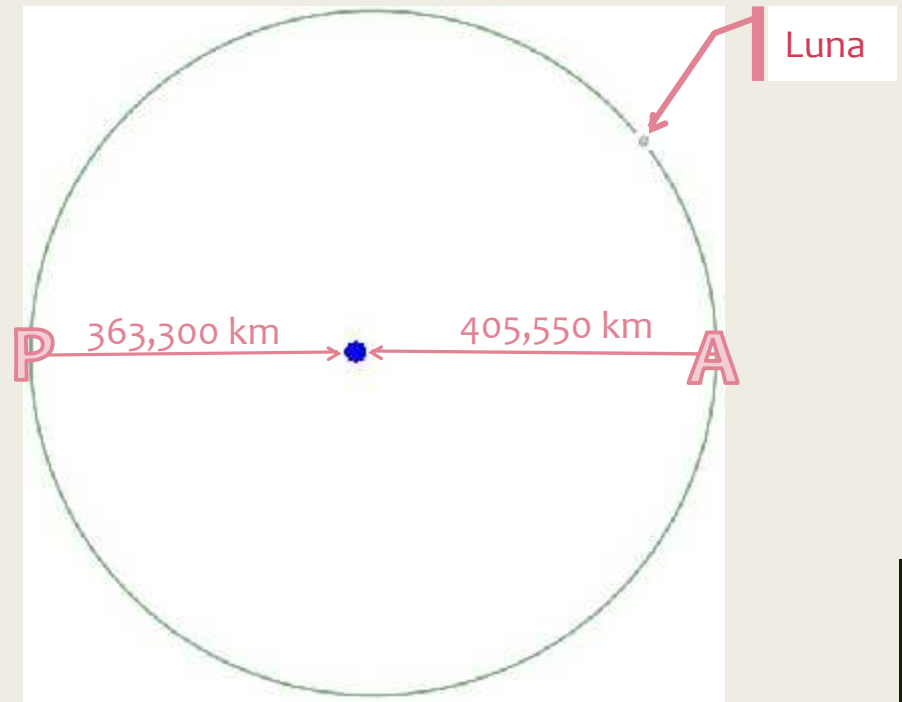
# Desde la Tierra

- Distancia respecto a la Tierra (en el ecuador)
  - en el Perigeo = 363,300 km
  - en el Apogeo = 405,550 km
- Desde la Tierra
  - Diámetro aparente = 31.6 arcmin. = 0.53 grados

Tamaños y órbita a escala.

By Aveh8 - Own work, CC BY-SA 4.0,

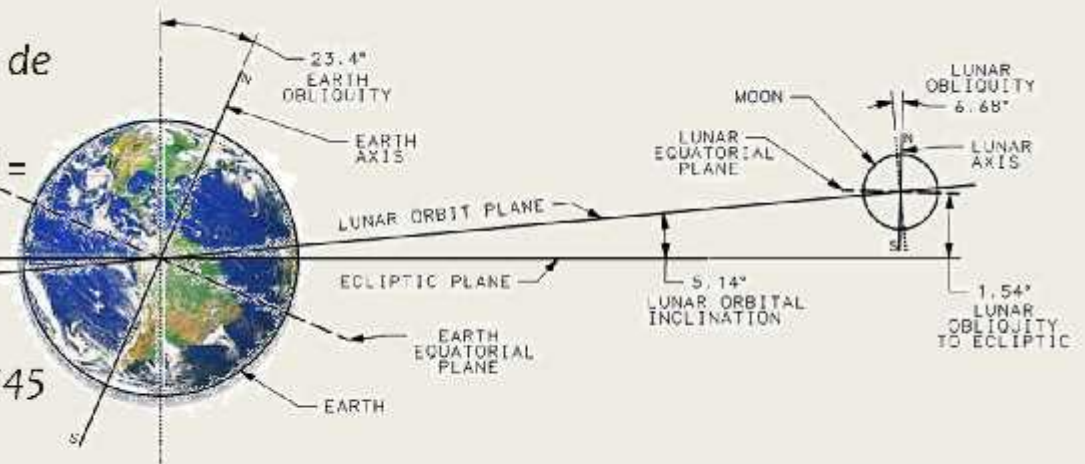
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=78164826>



# Órbita

## ■ Órbita

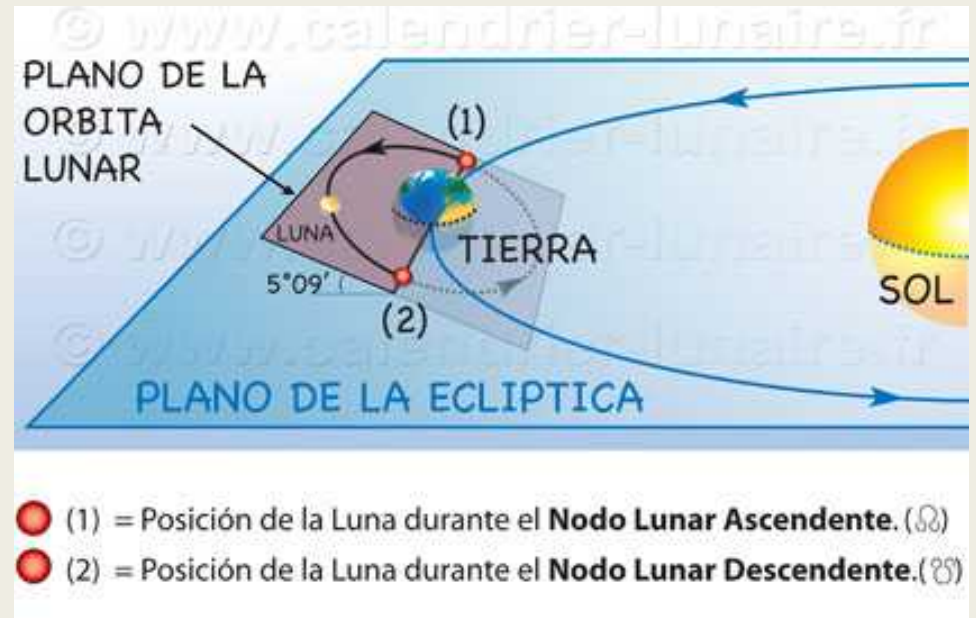
- Excentricidad = 0.0549  $\varnothing$  forma casi circular, la diferencia entre sus ejes es de ~ 0.16%
- Excentricidad de la órbita de la Tierra = 0.0167
- Período de revolución = 27.3217 días
- Período sinódico = 29.53 días
- Inclinación respecto a la eclíptica = 5.145 grados



\*NOTE - EARTH AND MOON RELATIVE SIZES AND ANGLES ARE TO SCALE. EARTH AND MOON RELATIVE DISTANCE IS NOT TO SCALE.

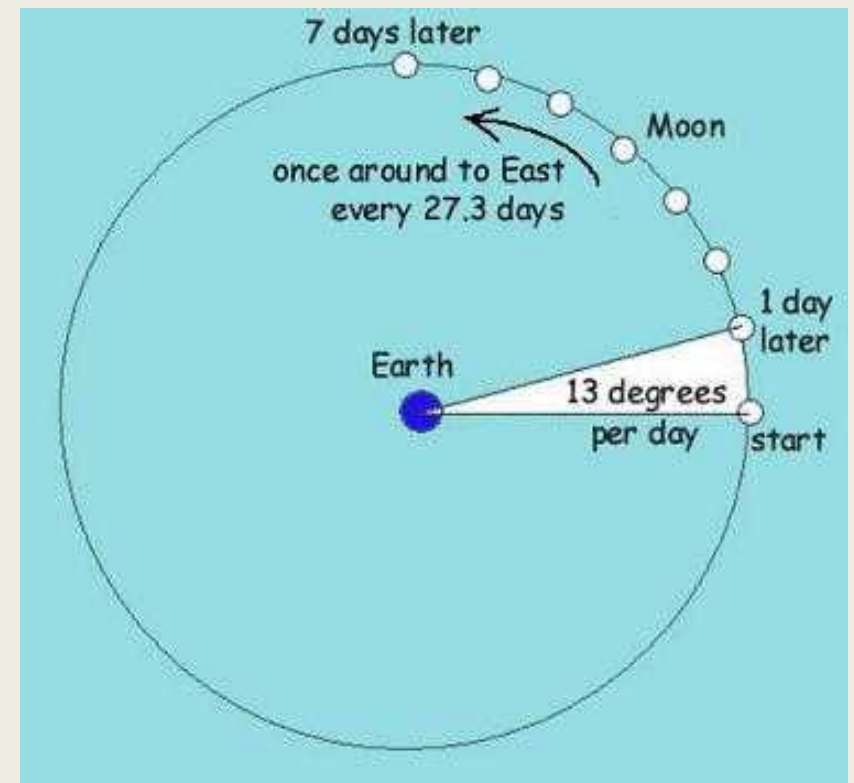
# Órbita

- Nodo: punto de intersección entre el plano de traslación de la Luna y el plano de traslación de la Tierra (la eclíptica)
  - *Nodo ascendente o norte: la Luna pasa a estar sobre la eclíptica*
  - *Nodo descendente o sur: la Luna pasa a estar debajo de la eclíptica*



# Movimientos

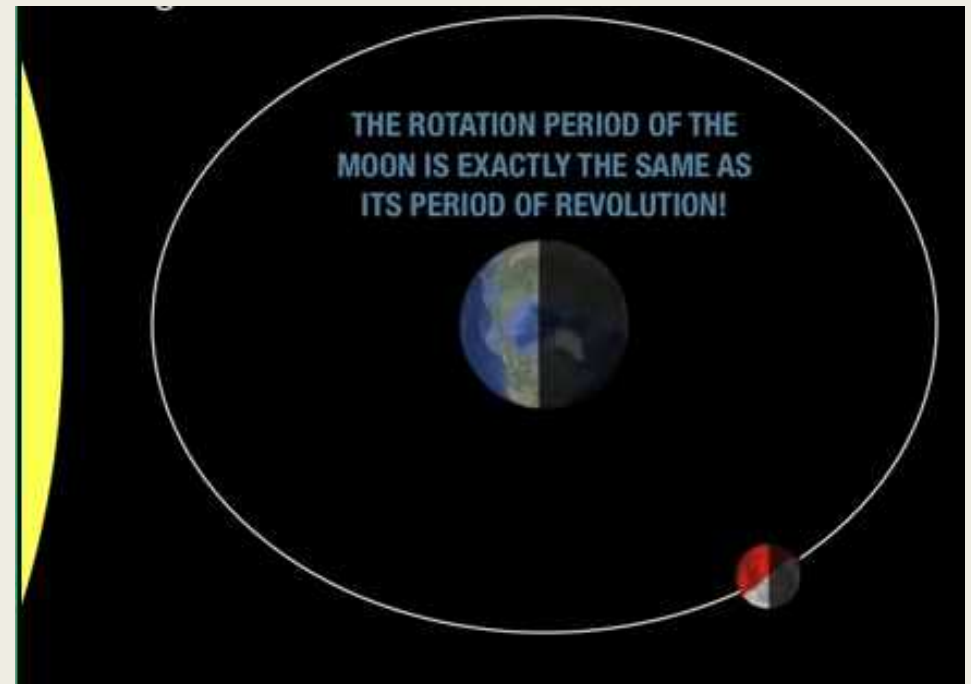
- Traslación
  - Velocidad: 1 km/seg
  - Recorre 0.5 grados (su diámetro) por hora  $\varnothing$  ~ 13 grados por día
  - Movimiento directo: hacia al este
- Rotación
  - Completa una rotación en el mismo tiempo que le toma completar un giro alrededor de la Tierra





# Movimientos

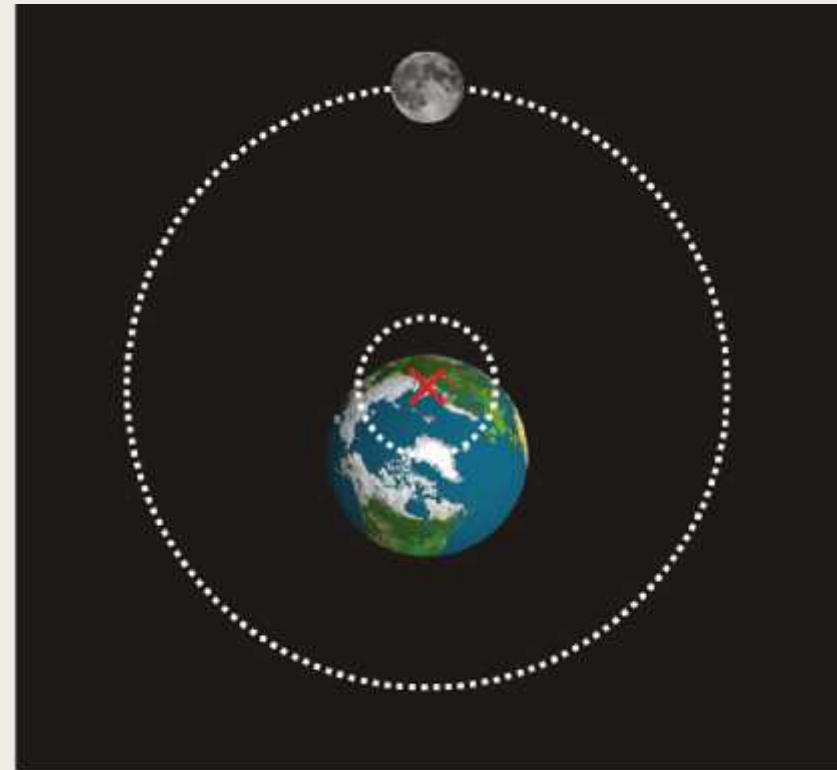
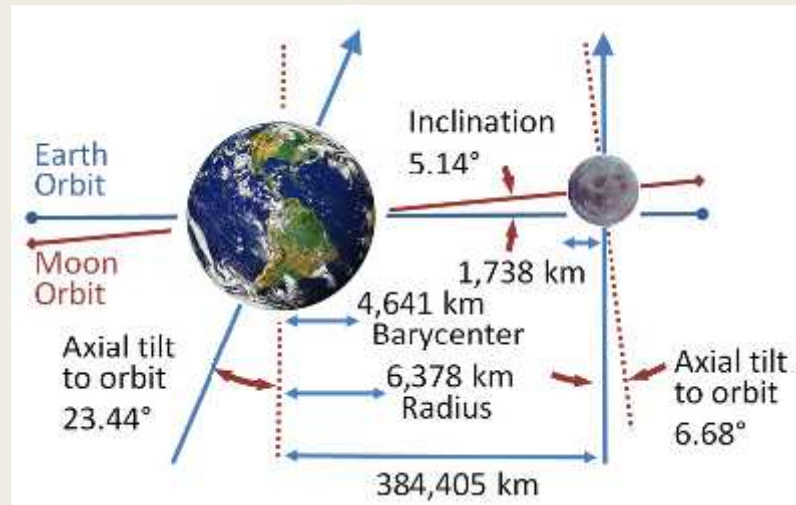
- Movimiento sincrónico  $\Rightarrow$  siempre nos muestra la misma cara





# Movimientos

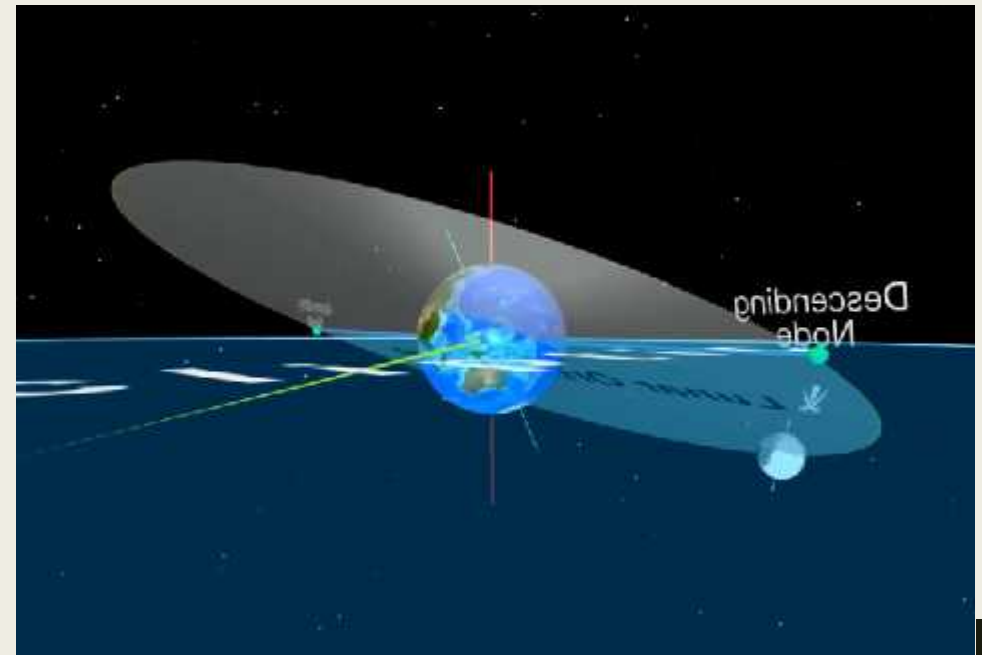
- El sistema Tierra-Luna orbita el baricentro
- El baricentro
  - Está 81 veces más cerca de la Tierra, a 4,641 kms sobre la línea que une el centro de ambos cuerpos
  - A 1,707 kms bajo la superficie terrestre



# Movimientos

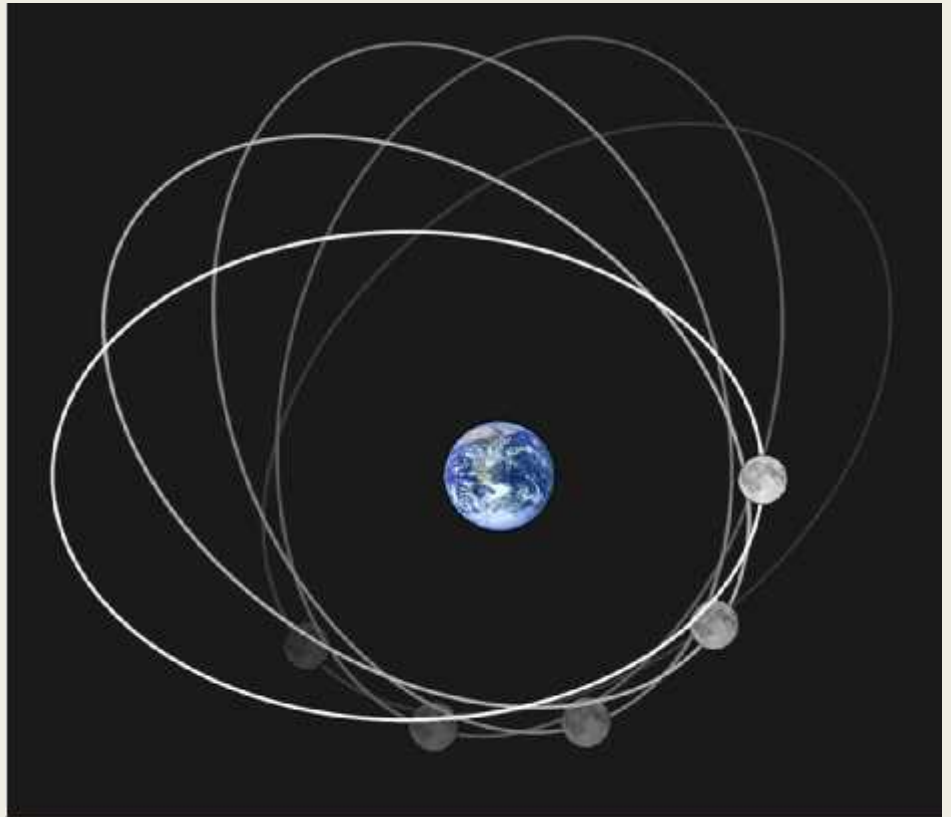
## ■ Precesión nodal

- *El plano orbital de la luna se desplaza de manera que la línea entre los nodos gira.*
- *El período de precesión nodal es el tiempo que le toma al nodo ascendente girar 360 grados dirección oeste en relación al punto vernal.*
- *Toma 18.6 años*



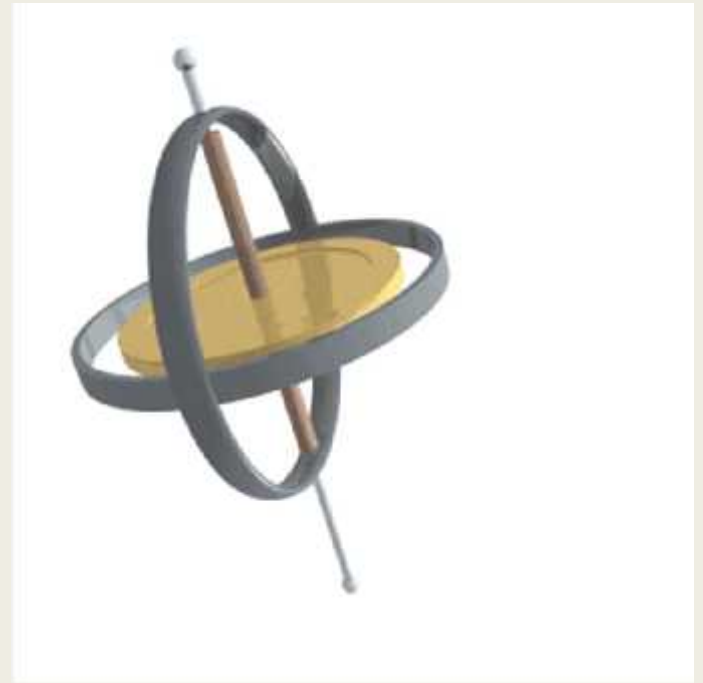
# Movimientos

- **Precesión apsidal**
  - *El eje mayor de la órbita (la que va del perigeo al apogeo) se desplaza hacia el este*
  - *El período de precisión apsidal, un giro completo, es de 8.85 años*



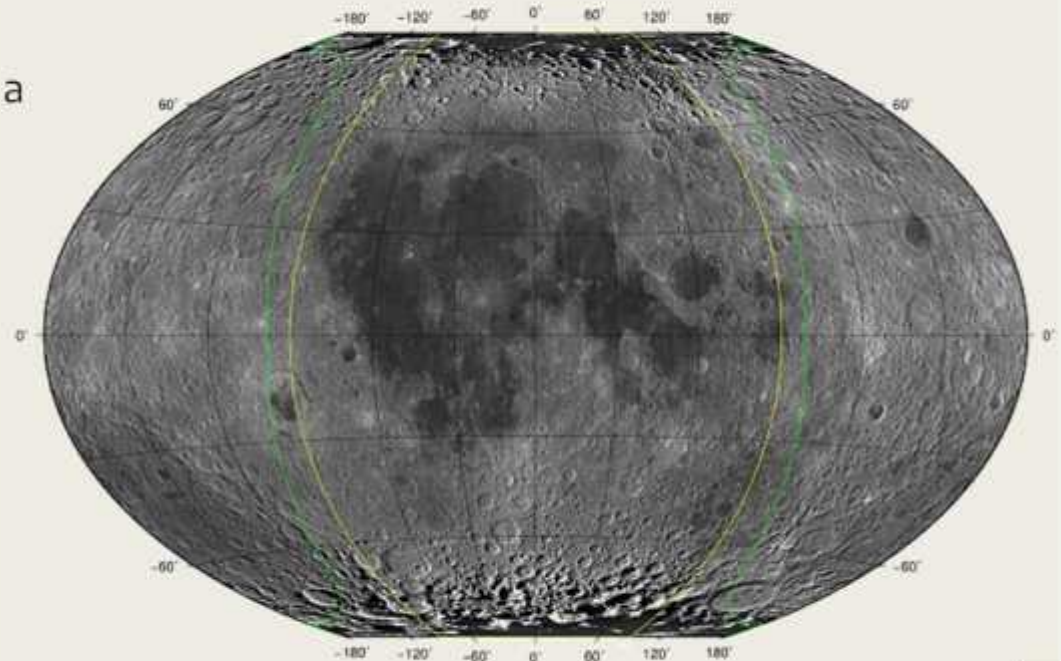
# Movimientos

- **Precesión axial**
  - *Cambio lento y continuo en la orientación del eje de rotación por influencia de la gravedad*



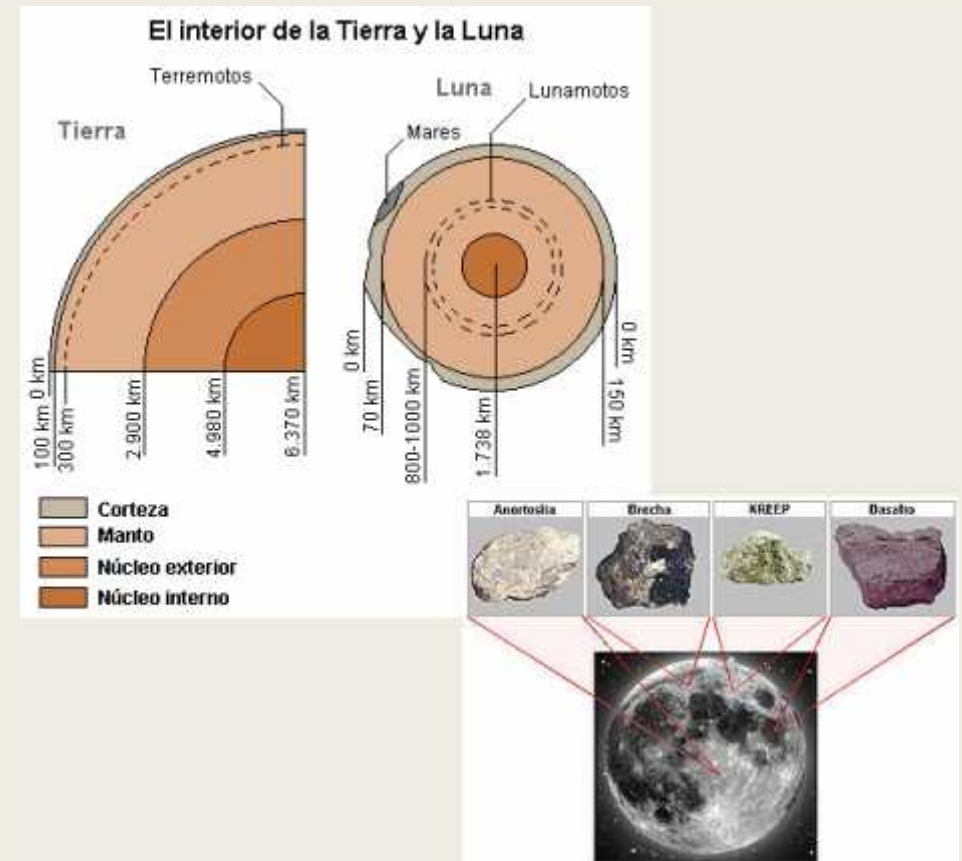
# Movimientos

- Libración (titubeo), vemos el 59% del área lunar
  - *Libración en longitud (bamboleo)*: oscila respecto a la Tierra en dirección este-oeste, amplitud máxima de  $7^{\circ}54'$
  - *Libración en latitud (cabeceo)*: aparentemente oscila en dirección norte-sur, amplitud de  $6^{\circ}50'$
  - *Libración diurna*: visualización de perspectivas distintas debido a la rotación terrestre, amplitud de  $\sim 1^{\circ}$ .



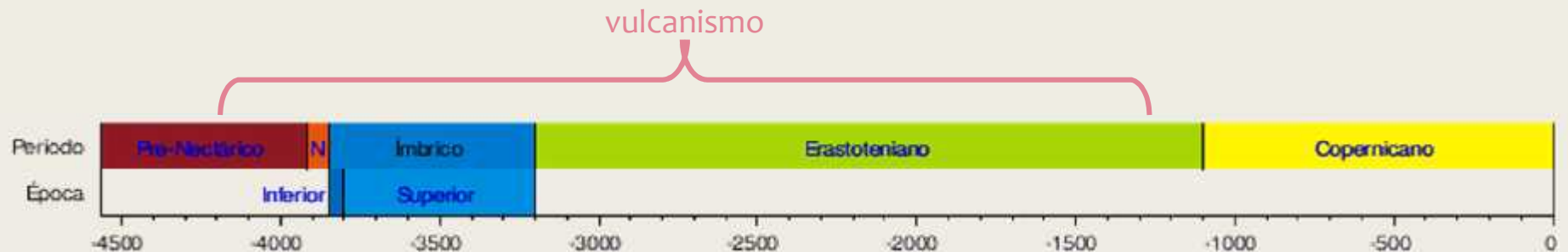
# Formación

- Se estima que el sistema solar se formó hace unos 4600 millones de años. Luna se formó unos 30 o 50 millones de años después.
- Hipótesis:
  - *La fisión: Luna se desprendió de una prototierra que giraba a 2.5 revoluciones por hora*
  - *La co-formación o Acreción binaria: Luna y Tierra se formaron juntas a partir de un disco de despojos.*
  - *La captura: la gravedad de la Tierra atrapó a un objeto completamente formado que se acercó*
  - *El gran impacto o la colisión: un cuerpo (protoplaneta, Tea), de la mitad del radio terrestre y un cuarto de su masa, chocó con la Tierra a un 90% de formación expulsando material que daría forma a la Luna.*



# Geología (Selenología)

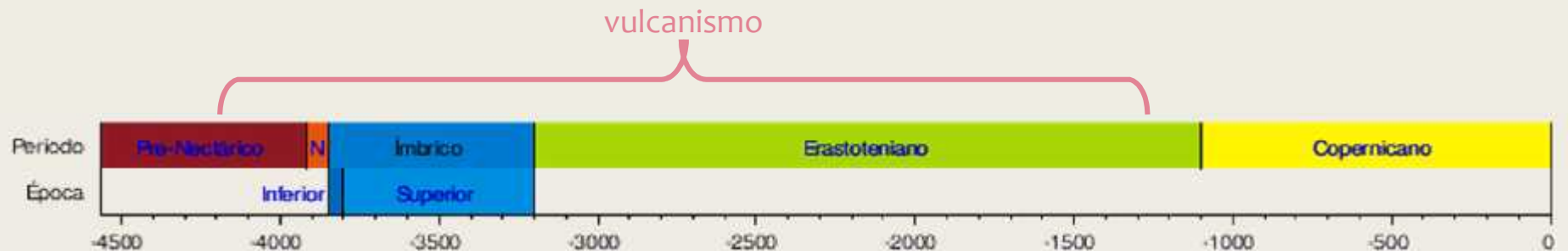
- No se ve expuesta a la erosión provocada por su atmósfera.
- Carece de placas tectónicas conocidas.
- La geomorfología de su superficie se debe a impactos y vulcanismo.
- Escala de tiempo de la geología lunar:
  - *Pre-nectárico*: marcado por la creación del Mare Nectaris debido a un gran impacto
  - *Nectárico*: marcado por la creación de importantes cuencas por impacto de menor tamaño
  - *Ímbrico*:
    - Inferior: marcado por la creación de Mare Imbrium, Mare Crisium, Mare Tranquilitatis, Mare Serenitatis, Mare Fecunditatis y Oceanus Procellarum
    - Superior: los mares se llenan de basalto del manto parcialmente derretido bajo las cuencas



# Geología (Selenología)

## ■ Escala de tiempo de la geología lunar:

- *Eratosteniano: su inicio marcado por la creación del cráter Eratóstenes. Su fin marcado por la creación del cráter Copérnico*  
*Marca el fin de la actividad vulcanológica lunar.*
- *Copernicano: marcado por el reconocimiento de que los materiales recién excavados sobre la superficie lunar son por lo general "brillantes" y se oscurecen a lo largo del tiempo como resultado de los procesos de meteorización del espacio.*





# Geología (Selenología)



Mare Nectaris



Mare Imbrium



Cráter Eratóstenes

Cráter Copérnico



# Para la exploración lunar

## ■ Consideraciones

- *Los movimientos son complejos, para determinar con exactitud los movimientos reales de la Luna tener en cuenta más de 1,400 irregularidades*
- *La tenue atmósfera:*
  - Obliga a que los trajes de los astronautas les permitan disponer de suministro de aire y protección ante la radiación ultravioleta y los rayos gamma emitidos por el Sol
  - Se ve afectada en su presión y composición por las actividades extravehiculares y por los gases que expulsan algunos los vehículos.
  - No transmite el sonido.

## ■ Las misiones lunares:

- *Objetivos:*
  - Sobrevolar
  - Orbitar
  - Alunizar
- *Clasificación:*
  - Tripuladas
  - No tripuladas
- *Etapas:*
  - Primera: 1959 – 1976
  - Segunda: 1990 - presente
- *Países:*
  - **URSS:** pionera, no tripuladas
  - **EEUU:** único con misiones tripuladas
  - **Japón**
  - **India**
  - **China**
  - Europa (ESA)
  - Israel

# Misiones lunares

## Current and Past Missions

- [Chandrayaan 2](#) - ISRO (India) Lunar Orbiter, Lander and Rover Mission (2019)
- [Beresheet](#) - Space IL and Israeli Aerospace Industries (Israel) Lunar Lander (2019)
- [Change 4](#) - CNSA (China) Lunar Farside Lander (2018)
- [Change 3](#) - CNSA (China) Lunar Lander and Rover (2013)
- [LADEE](#) - NASA Lunar Orbiter Dust Environment Mission (2013)
- [GRAIL](#) - NASA Lunar Orbiter Mission (2011)
- [Change 2](#) - CNSA Lunar Orbiter Mission (2010)
- [ARTEMIS-P1](#) and [ARTEMIS-P2](#) - NASA Heliophysics/Lunar Orbiter Mission (2010)
- [Lunar Reconnaissance Orbiter](#) - NASA Lunar Orbiter Mission (2009)
- [LCROSS](#) - NASA Lunar Impactor Mission (2009)
- [Chandrayaan-1](#) - ISRO (India) Lunar Orbiter Mission (2008)
- [Change 1](#) - CAST (China) Lunar Orbiter Mission
- [Kaguya \(SELENE\)](#) - JAXA Lunar Orbiter Mission
- [Deep Impact/EPOXI](#) - NASA Mission to Comet Tempel 1 - Lunar Flyby
- [SMART 1](#) - ESA Lunar Orbiter Mission
- [Lunar Prospector](#) - NASA Lunar Discovery Mission
- [AsiaSat 3/HGS-1](#) - Commercial Telecommunications Satellite
- [Clementine](#) - DoD/NASA Lunar Mapping Mission
- [Hiten](#) - ISAS Lunar Flyby and Orbiter
- [Galileo](#) - NASA Mission to Jupiter - Lunar Flyby
- [Apollo](#) - NASA Lunar Manned Missions
- [Lunar Orbiter](#) - NASA Lunar Mapping Missions
- [Surveyor](#) - NASA Lunar Lander Missions
- [Ranger](#) - NASA Lunar Impact Missions
- [Luna and Zond](#) - Soviet Lunar Missions
- [Lunar Timeline](#) - Chronology of all Lunar Missions

## Future Missions

- [Change 5](#) - CNSA (China) Lunar Sample Return Mission (2020)
- [Korea Pathfinder Lunar Orbiter](#) - KARI (South Korea) Lunar Orbiter Mission (2022)
- [Change 6](#) - CNSA (China) Lunar Sample Return Mission (2023-24)
- [Change 7](#) - CNSA (China) Lunar Survey Mission (TBD)
- [Change 8](#) - CNSA (China) Lunar Technology Test Mission (TBD)

Tomado de: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/planets/moonpage.html>

- <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/planets/moonpage.html>
- <https://solarsystem.nasa.gov/moons/earths-moon/overview/>
- <https://moon.nasa.gov/>