


## **UNIDAD Nº XII**

### **LA TIERRA, SUS MOVIMIENTOS. FORMA DE LA TIERRA, CAMPO GRAVITACIONAL, POTENCIAL Y EL GEOIDE.**

Los movimientos de la Tierra y sus efectos. Movimiento de traslación  
Movimiento de rotación. Movimiento de precesión. Movimiento de nutación.  
Efectos provocados por los movimientos de la Tierra. Estaciones. Equinoccios y solsticios. Trópicos y Círculos Polares. La Tierra geoide. ¿Por qué varía la gravedad en la Tierra? Campo Gravitatorio. Energía Potencial Gravitatoria



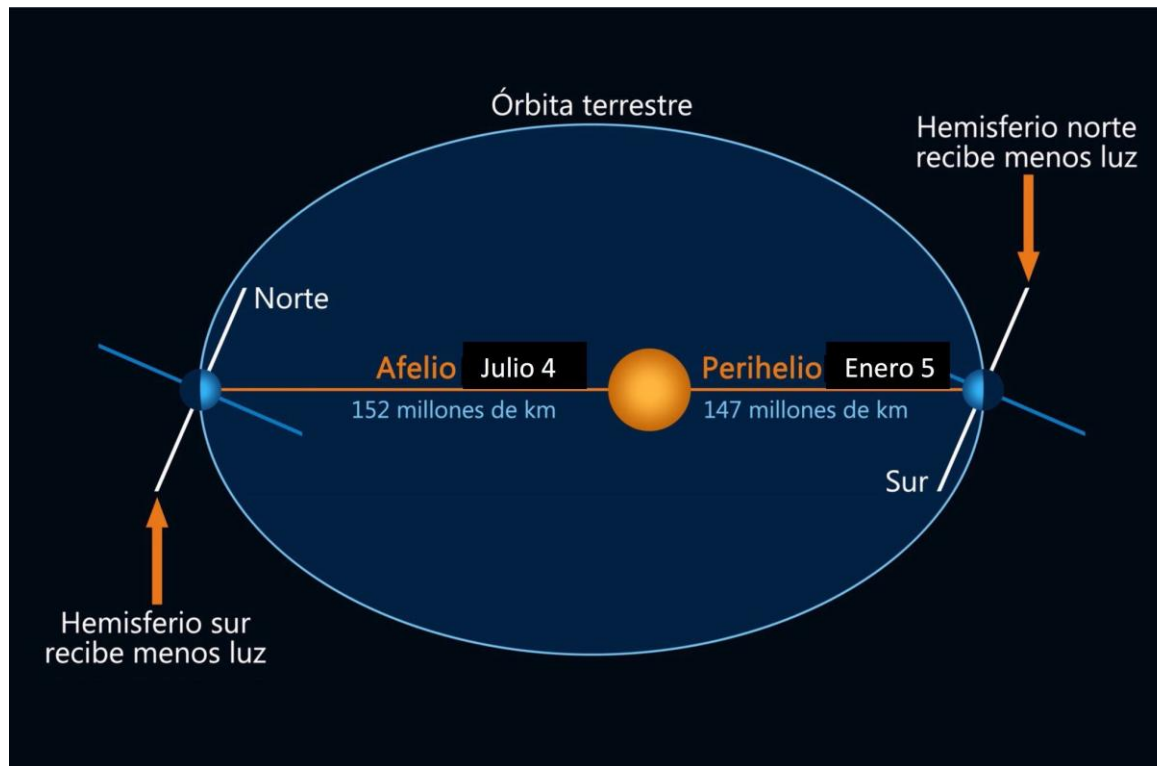
**LA TIERRA, SUS  
MOVIMIENTOS. FORMA DE  
LA TIERRA, CAMPO  
GRAVITACIONAL,  
POTENCIAL Y EL GEOIDE.**

# LOS MOVIMIENTOS DE LA TIERRA Y SUS EFECTOS.

## Movimiento de traslación

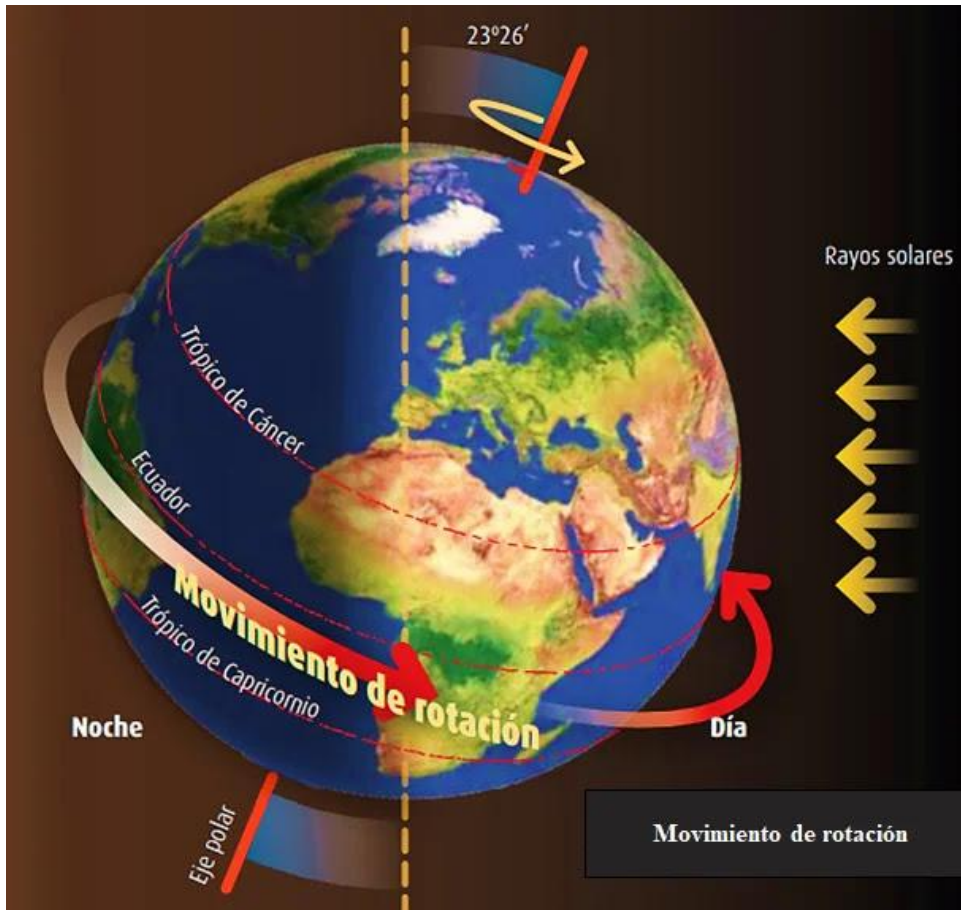
El movimiento de traslación es el que efectúa la Tierra al desplazarse alrededor del Sol, este movimiento describe una elipse. El plano de la órbita terrestre se denomina eclíptica. En los primeros días de enero se alcanza la máxima proximidad al Sol (*perihelio*) y en los primeros días de julio la máxima lejanía al Sol (*afelio*).

Este movimiento tiene una duración de **365 días y 6 horas** (*año civil*), estas 6 horas se acumulan y cada cuatro años se añaden al calendario 24 horas (1 día) surgiendo así los años bisiestos de 366 días, que se concreta en el 29 de febrero.



# LOS MOVIMIENTOS DE LA TIERRA Y SUS EFECTOS.

## Movimiento de rotación



Es el movimiento que efectúa la Tierra girando sobre sí misma a lo largo de un eje imaginario llamado eje terrestre, el cual pasa por sus polos.

Una vuelta completa, tomando como referencia a las estrellas, dura 23 horas con 56 minutos y 4 segundos y se denomina **día sidéreo**.

Si se toma como referencia al Sol, el mismo meridiano pasa frente a nuestra estrella cada 24 horas, llamado **día solar**.

Los 3 minutos y 56 segundos de diferencia se deben a que en ese plazo de tiempo la Tierra ha avanzado en su órbita y debe de girar algo más que un día sideral para completar un día solar.

El movimiento es en dirección Oeste-Este, a una velocidad de **1.700 kilómetros por hora** si se mide en el ecuador.

# LOS MOVIMIENTOS DE LA TIERRA Y SUS EFECTOS.

## Movimiento de rotación

Consecuencias del movimiento de rotación:

- El día y la noche: producto del movimiento en la mitad del globo que mira el Sol es día, mientras la otra mitad está de noche. En la medida que se mueve, va avanzando el día o la noche según corresponda. Esto determina el ritmo de muchos fenómenos a los que responden las plantas, los animales y también los seres humanos, como por ejemplo, los períodos de descanso, trabajo o ejercicio y alimentación.

-El achatamiento de los polos: al girar sobre su propio eje, la Tierra genera una fuerza que achata los polos y ensancha el centro o Ecuador.

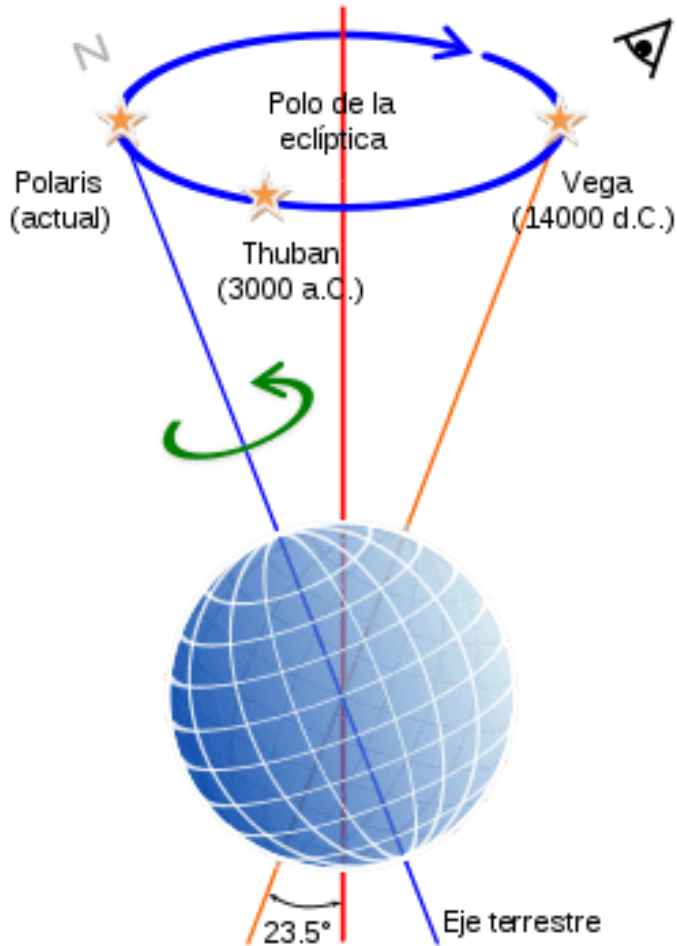
-La desviación de los vientos y las corrientes marinas: la fuerza centrípeta también provoca que los vientos y las corrientes marinas se muevan en sentido contrario en cada uno de los hemisferios. Este fenómeno se conoce como Efecto Coriolis. En el Hemisferio Norte, se mueven en dirección de las agujas del reloj, a la derecha; mientras que en el Hemisferio Sur, lo hacen en el sentido contrario, hacia la izquierda.

-Las diferencias horarias: debido a la rotación y a que la superficie de la Tierra no es plana, el planeta se expone por partes a la luz Solar y además con distinta intensidad, mientras una mitad está de día, la otra está de noche. Por esto, al mismo tiempo hay diferentes horarios en los distintos lugares del mundo.

- Los puntos cardinales: gracias a la rotación, podemos ubicarnos mediante los puntos cardinales. Se dice que el Sol sale por el este u oriente y se pone en dirección oeste u occidente.

# LOS MOVIMIENTOS DE LA TIERRA Y SUS EFECTOS.

## Movimiento de precesión



El movimiento de precesión consiste en la rotación del Eje Polar de la Tierra alrededor de la perpendicular de la eclíptica (el plano de la órbita terrestre alrededor del Sol), dando lugar a la rotación del Polo Norte.

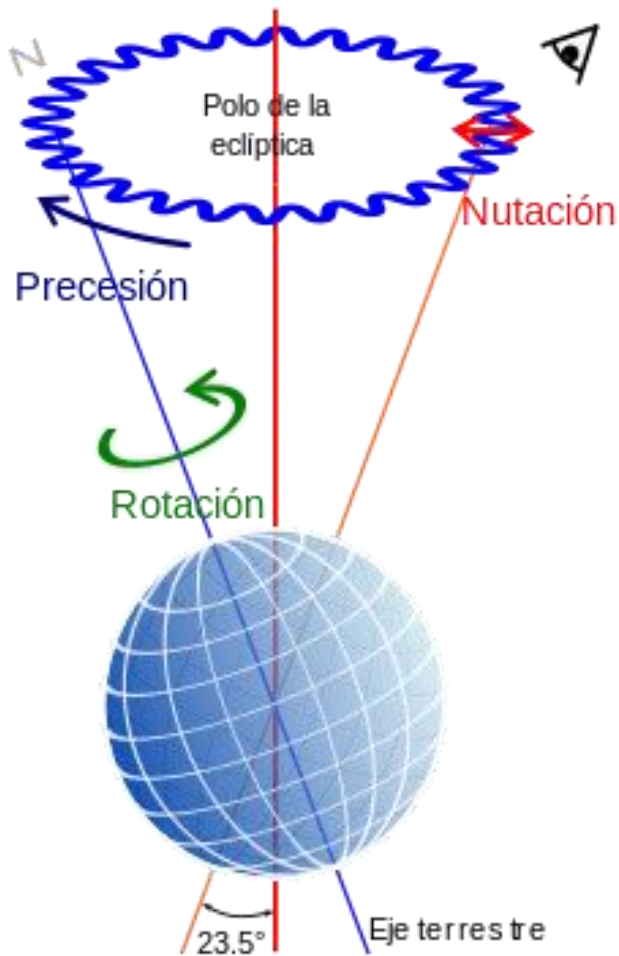
Este movimiento completa una vuelta completa cada 25.790 años.

En astronomía, la precesión es el cambio lento y gradual en la orientación del eje de rotación de la Tierra y como resultado de este movimiento el eje no apunta siempre hacia el mismo lugar. dicho movimiento se debe a que la fuerza de atracción gravitacional del Sol no es uniforme.

Esto se debe a que la Tierra no es esférica, la zona del ecuador es más extendida que la zona de los polos como resultado de la rotación sobre su eje. Además, el eje de rotación de la Tierra está inclinado respecto al plano de la eclíptica. Entonces la fuerza de atracción gravitacional del Sol tiende a llevar el exceso de masa presente en el Ecuador, hasta el plano de la eclíptica, alineando al eje de rotación con la perpendicular a la eclíptica.

# LOS MOVIMIENTOS DE LA TIERRA Y SUS EFECTOS.

## Movimiento de nutación



El movimiento de nutación consiste en un pequeño bamboleo que realiza el Eje Polar de la Tierra mientras se produce el movimiento de precesión, haciendo entonces que la línea que dibuja el movimiento de precesión sea ondulatorio.

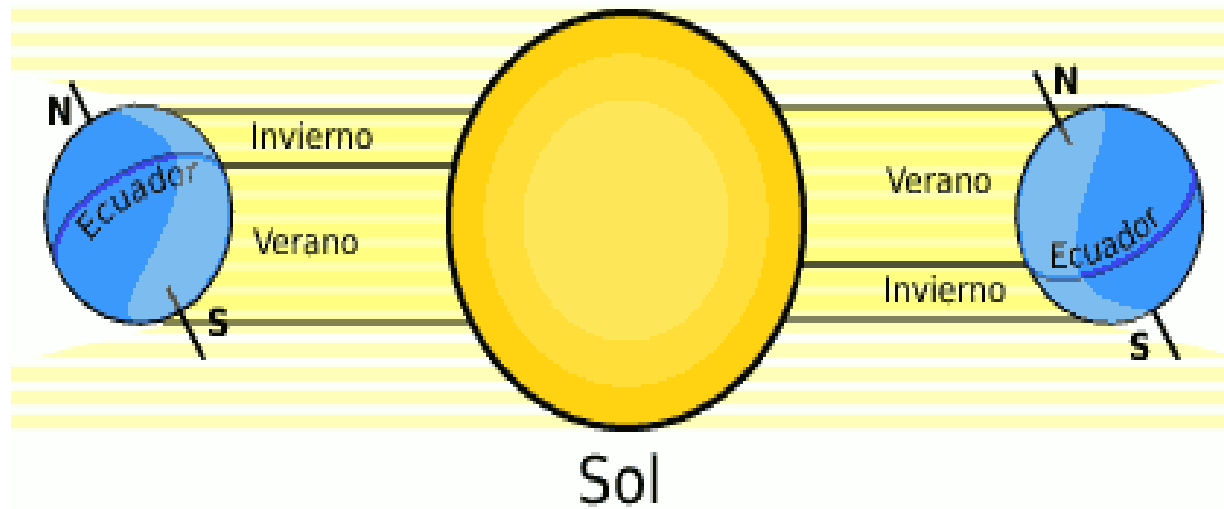
Este movimiento completa un ciclo cada 19 años.

Debido a las variaciones de las posiciones relativas del Sol y la Luna respecto a la Tierra, así como a las variaciones de las distancias, el par de atracción no es constante y da lugar a este segundo fenómeno que se superpone con la precesión.

Como la Tierra no es esférica, la atracción de la Luna sobre el abultamiento ecuatorial de la Tierra provoca el fenómeno.

# LOS MOVIMIENTOS DE LA TIERRA Y SUS EFECTOS.

## Estaciones



El movimiento de traslación de la Tierra combinado con la inclinación de su Eje Polar respecto a la perpendicular de la eclíptica provoca que los rayos del Sol incidan con diferente inclinación sobre la Tierra. Cuanto más perpendiculares incidan los rayos solares sobre la superficie terrestre más caluroso resultará el clima, mientras que cuanto más oblicuos respecto a la superficie terrestre incidan los rayos solares más frío será el clima.

A partir de ello surgen las *cuatro estaciones* del año.



# LOS MOVIMIENTOS DE LA TIERRA Y SUS EFECTOS.

## Equinoccios y solsticios

El **equinoccio** es el momento del año en el que los rayos solares inciden perpendicularmente sobre el Ecuador. Existen dos equinoccios a lo largo del año.

1) **Equinoccio de marzo**, aproximadamente el 21 de marzo, y sucede lo siguiente:

En el hemisferio norte marca el paso de invierno a primavera, y en el hemisferio sur marca el paso de verano a otoño.

En el Polo Norte se pasa de una noche de 6 meses de duración a un día de 6 meses de duración, y en el Polo Sur se pasa de un día de 6 meses de duración a una noche de 6 meses de duración.

2) **Equinoccio de septiembre**, aproximadamente el 21 de septiembre, y sucede lo siguiente:

En el hemisferio norte marca el paso de verano a otoño, y en el hemisferio sur marca el paso de invierno a primavera.

En el Polo Norte se pasa de un día de 6 meses de duración a una noche de 6 meses de duración, y en el Polo Sur se pasa de una noche de 6 meses de duración a un día de 6 meses de duración.

# LOS MOVIMIENTOS DE LA TIERRA Y SUS EFECTOS.

## Equinoccios y solsticios

El **solsticio** es el momento del año en el que el Sol aparece en el cielo lo más alto o lo más bajo posible según el hemisferio. Existen dos solsticios a lo largo del año.

1) **Solsticio de junio**, aproximadamente el 21 de junio, y sucede lo siguiente:

En el hemisferio norte el Sol llega a su punto más alto posible durante el día, siendo el día con más horas de luz, mientras que en el hemisferio sur el Sol llega a su punto más bajo posible durante el día, siendo el día con menos horas de luz.

En el Polo Norte el Sol no se oculta en ningún momento, y en el Polo Sur el Sol no sale en ningún momento.

2) **Solsticio de diciembre**, aproximadamente el 21 de diciembre, y sucede lo siguiente:

En el hemisferio norte el Sol llega a su punto más bajo posible durante el día, siendo el día con menos horas de luz, mientras que en el hemisferio sur el Sol llega a su punto más alto posible durante el día, siendo el día con más horas de luz.

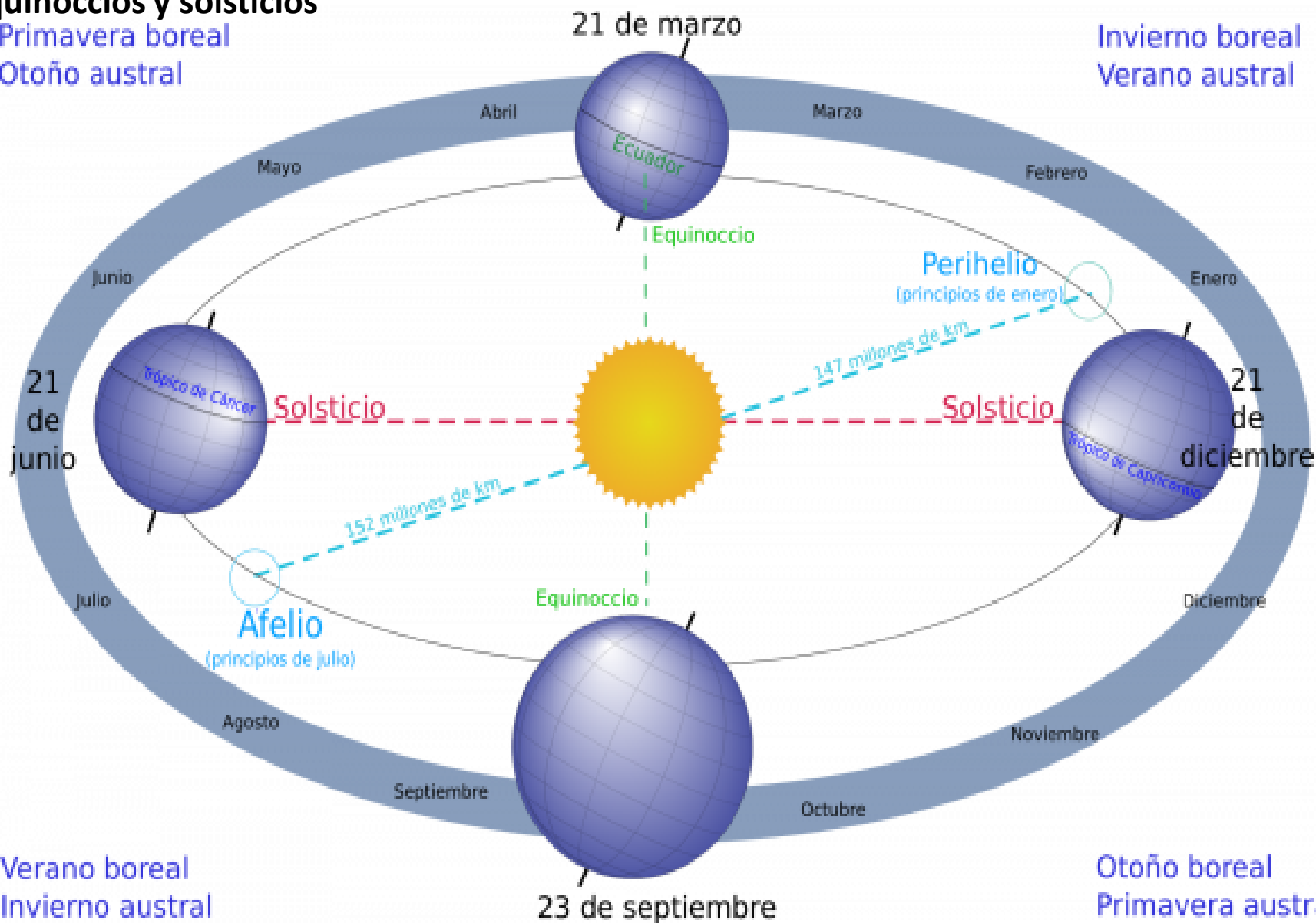
En el Polo Norte el Sol no sale en ningún momento, y en el Polo Sur el Sol no se oculta en ningún momento.

# LOS MOVIMIENTOS DE LA TIERRA Y SUS EFECTOS.

## Equinoccios y solsticios

Primavera boreal  
Otoño austral

Invierno boreal  
Verano austral



Verano boreal  
Invierno austral

Otoño boreal  
Primavera austral

# LOS MOVIMIENTOS DE LA TIERRA Y SUS EFECTOS.

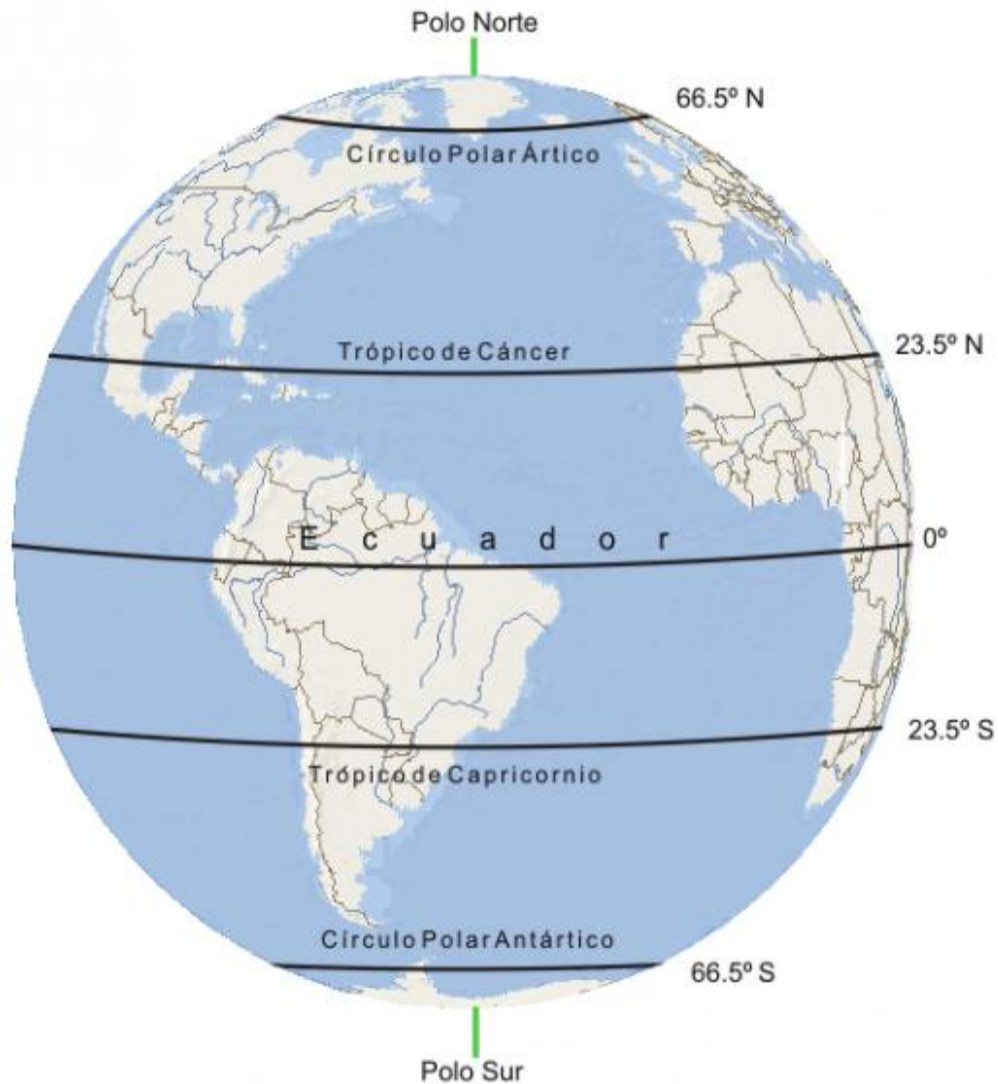
## Trópicos y Círculos Polares

Los Trópicos y los Círculos Polares son paralelos especiales en la Tierra en los que suceden hechos característicos respecto al Sol. Como curiosidad, los Círculos Polares están a la misma distancia de los Polos que los Trópicos del Ecuador.

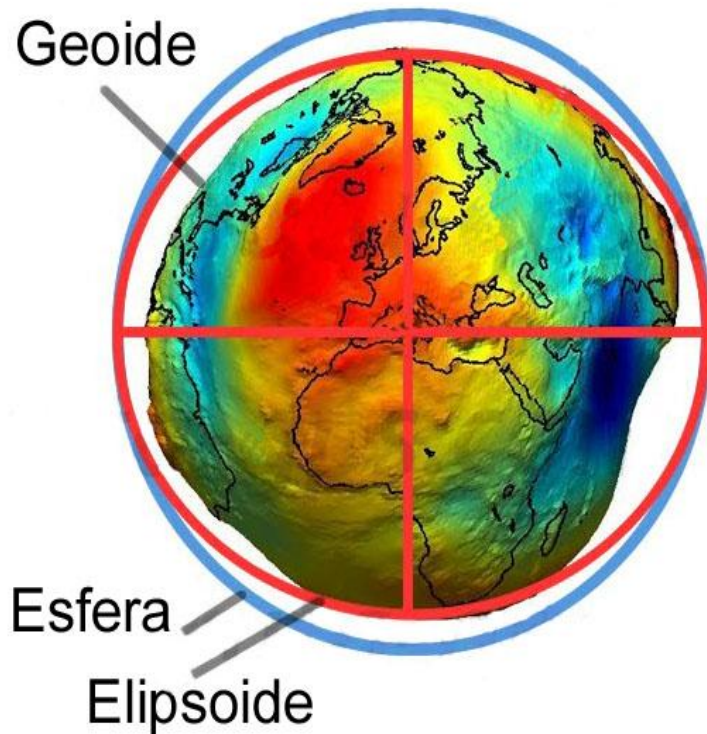
- El Trópico de Cáncer es el paralelo del hemisferio norte en el que durante el solsticio de junio los rayos solares inciden perpendicularmente.
- El Trópico de Capricornio es el paralelo del hemisferio sur en el que durante el solsticio de diciembre los rayos solares inciden perpendicularmente.
- El Círculo Polar Ártico es el paralelo del hemisferio norte a partir del cual y hasta el Polo Norte durante el solsticio de junio el Sol no se oculta en ningún momento.
- El Círculo Polar Antártico es el paralelo del hemisferio sur a partir del cual y hasta el Polo Sur durante el solsticio de diciembre el Sol no se oculta en ningún momento.

# LOS MOVIMIENTOS DE LA TIERRA Y SUS EFECTOS.

## Trópicos y Círculos Polares



## La Tierra Geoide

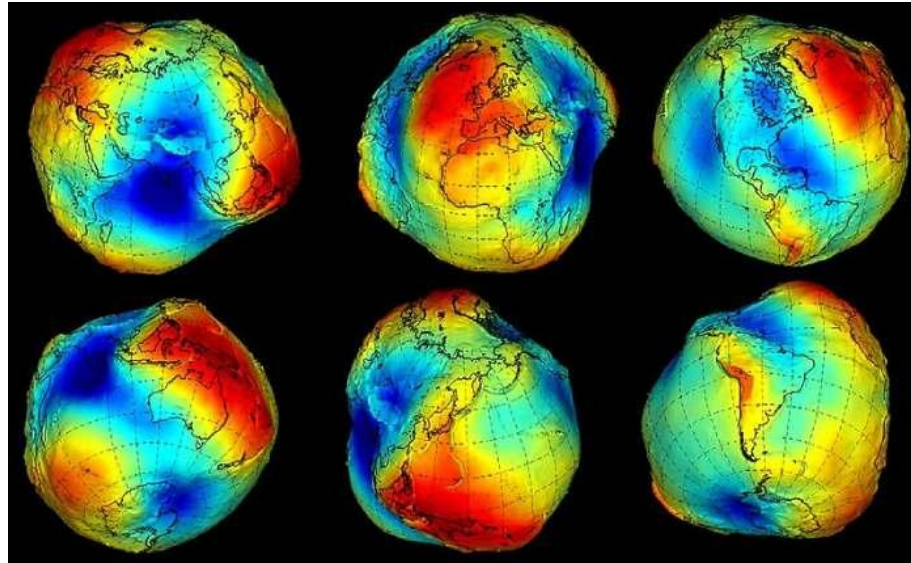


La Tierra no es una esfera perfecta: la gravedad terrestre provoca una irregular distribución de masas en la Tierra. Desde un punto de vista geométrico, la Tierra puede considerarse como una esfera de radio 6 371 km y, en segunda aproximación, como un elipsoide de revolución.

El elipsoide de revolución fue adoptado como "elipsoide internacional" por la Asamblea General de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional (U.G.G.I.), celebrada en Madrid en 1924. La misión GOCE de la ESA ha medido gradientes de gravedad de alta precisión gracias a los cuales se han podido reproducir modelos globales del campo de gravedad de la Tierra.

## La Tierra Geoide

El mapa de gravedad obtenido por la misión GOCE (*Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer*, Explorador de la Circulación Oceánica y de Gravedad) de la Agencia Espacial Europea (ESA) es lo que los científicos denominan geoide. Los colores de la imagen representan las zonas de campo gravitatorio máximo. El azul representa valores bajos y los rojos y amarillos, valores altos.



Un modelo lo más preciso posible del geoide de la Tierra es esencial para obtener mediciones precisas de la circulación oceánica, el cambio del nivel del mar y la dinámica del hielo terrestre. El geoide también se usa como una superficie de referencia desde la cual mapear las características topográficas del planeta. Además, una mejor comprensión de las variaciones en el campo de gravedad conducirá a una comprensión más profunda del interior de la Tierra, como la física y la dinámica asociadas con la actividad volcánica y los terremotos.

## ¿Por qué varía la gravedad en la Tierra?

La Tierra es geoide, por un lado porque los polos están achatados debido a la fuerza centrífuga y por otro tampoco es un elipsoide perfecto, debido a que a lo largo de su superficie se elevan y descienden distintas formas topográficas.

Las montañas y valles son formaciones rocosas asimétricas, y gran parte de la superficie terrestre está cubierta por agua cuyo fondo también está conformado por relieves.

Los océanos tampoco son iguales, pese a que se dice 'a nivel del mar' como una medida exacta para todas las regiones, el agua no se encuentra a la misma altura en todo el planeta, porque la salinidad no es igual para todos los mares.

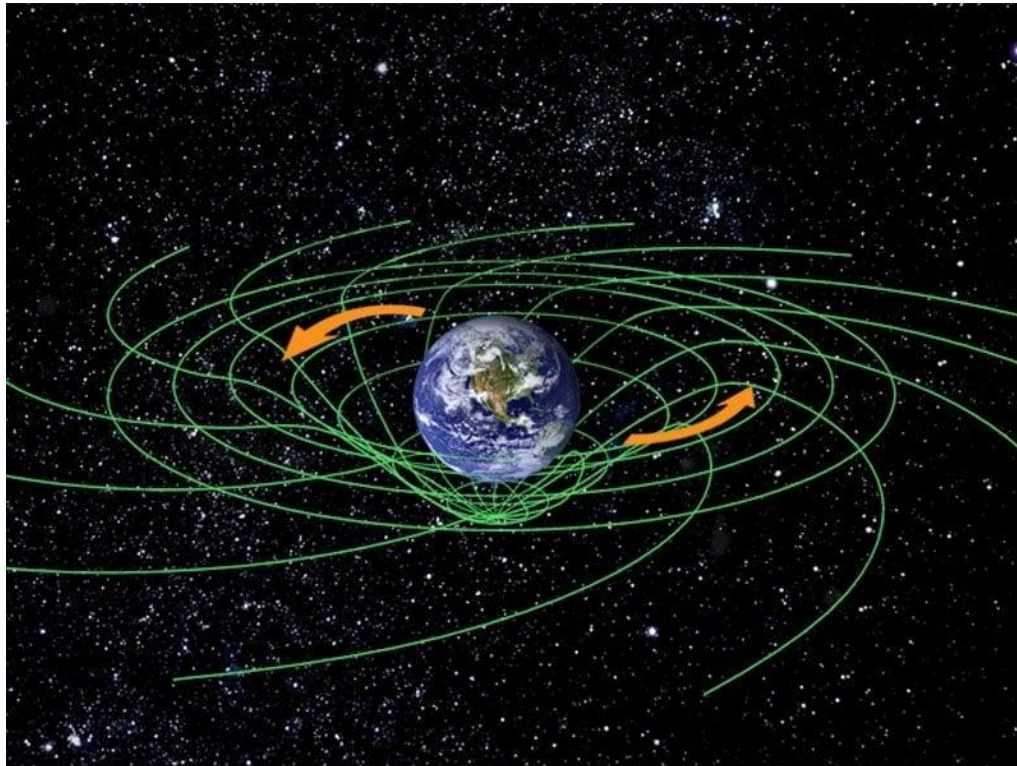
La distribución no homogénea de la masa, afecta la gravedad.



## Campo Gravitatorio

El campo gravitatorio es una fuerza que ejerce la Tierra, o cualquier otro cuerpo celeste, sobre cualquier objeto que se encuentre en su proximidad. Esta fuerza gravitatoria es la responsable de mantener a los planetas en órbita alrededor del Sol, de mantener a la Luna en su órbita alrededor de la Tierra y de mantener a cualquier objeto en la superficie terrestre.

Se extiende infinitamente en todas las direcciones, y su intensidad disminuye con la distancia al objeto que lo produce.



## Campo Gravitatorio

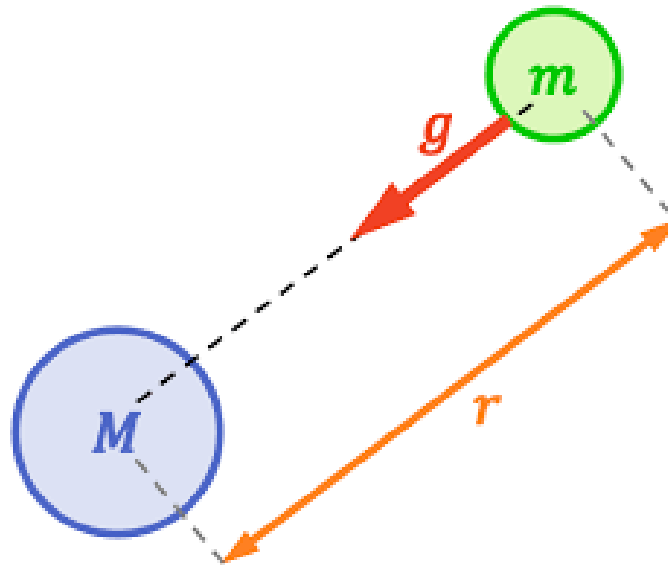
Es una fuerza atractiva que actúa entre dos objetos con masa.

Un campo gravitatorio es un espacio en el cual un objeto se ve afectado por una fuerza gravitatoria debido a la presencia de otro objeto con masa en ese mismo espacio.

La fuerza gravitatoria se debe a la presencia de masa en un objeto y se puede describir como una interacción atractiva que existe entre dos objetos con masa.

La magnitud de esta fuerza depende de la masa de los objetos y de la distancia que los separa.

A medida que la distancia entre los objetos aumenta, la fuerza gravitatoria disminuye.



## Campo Gravitatorio

El campo gravitatorio tiene algunas características importantes. En primer lugar, el campo gravitatorio es un campo vectorial, lo que significa que tiene una dirección y una magnitud.

Además, la intensidad del campo gravitatorio se mide en newtons por kilogramo masa (N/kg) y puede variar según la distancia de los objetos y sus masas.

Otra característica importante del campo gravitatorio es su potencial, que mide la cantidad de energía que se puede extraer de él. Esta energía se puede medir en julios (J) y es una función de la distancia entre los objetos y sus masas.

Existen varios aspectos que determinan un campo gravitatorio, los cuales son los siguientes:

- Masa: La masa es el principal factor que determina la fuerza gravitatoria. Cuanto mayor sea la masa de un objeto, mayor será la fuerza de gravedad que ejerce.
- Distancia: La distancia entre los objetos también es un factor importante en el campo gravitatorio. La fuerza de gravedad disminuye a medida que la distancia entre los objetos aumenta. Esto se debe a que la gravedad se propaga en forma de ondas, por lo que cuanto más lejos esté un objeto de otro, más débiles serán las ondas gravitatorias que lleguen a él.
- Forma y tamaño: La forma y el tamaño de los objetos también influyen en el campo gravitatorio. Por ejemplo, un objeto más alargado tendrá un campo gravitatorio más débil que uno de la misma masa pero más compacto.
- Coordenadas espaciales: El campo gravitatorio también puede variar dependiendo de las coordenadas espaciales en las que se encuentren los objetos. Por ejemplo, la gravedad es mayor cerca de la superficie de la Tierra que en el espacio exterior.

# Campo Gravitatorio

## Energía del campo gravitatorio

La energía mecánica en un campo gravitatorio se compone de la energía potencial gravitatoria y la energía cinética. La energía cinética es la energía asociada con el movimiento de los objetos en el campo gravitatorio, mientras que la energía potencial es la energía asociada con la posición de los objetos en el campo gravitatorio.

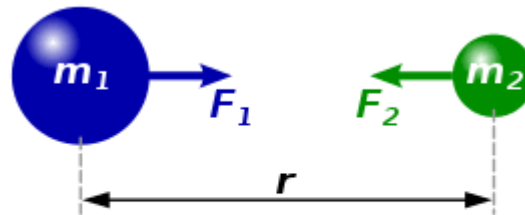
## Formulas del campo gravitatorio

Es importante mencionar que las fórmulas y ecuaciones utilizadas para describir el comportamiento de este campo son fundamentales en la física. Algunas de las fórmulas más utilizadas en relación al campo gravitatorio son:

### 1) La ley de la gravitación universal de Newton:

$$F = G (m_1 m_2 / r^2)$$

La ley de la gravitación universal de Newton establece que la fuerza entre dos objetos es directamente proporcional a la masa de ambos objetos e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. La constante de proporcionalidad  $G$  es la constante gravitatoria universal.



$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$$

## Campo Gravitatorio

### 2) La ecuación para calcular la intensidad del campo gravitatorio:

$$g = G (M / r^2)$$

La ecuación para calcular la intensidad del campo gravitatorio muestra que la fuerza gravitatoria experimentada por un objeto es proporcional a la masa del objeto que genera el campo y es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde el objeto generador. La intensidad del campo se mide en unidades de aceleración, como  $m/s^2$ .

### 3) La ecuación para calcular la energía mecánica en el campo gravitatorio:

$$E = U + K = -G (m_1 m_2 / r)$$

La ecuación para calcular la energía mecánica en el campo gravitatorio muestra la relación entre la energía potencial gravitatoria y la energía cinética de un objeto en el campo.

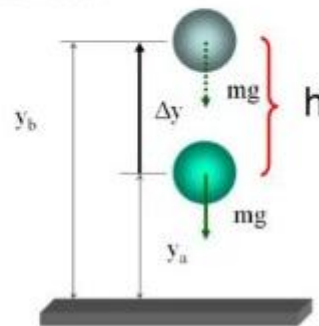
## Energía Potencial Gravitatoria

La energía potencial gravitacional es la energía que posee un objeto debido a su posición en un campo gravitacional. **El uso más común de la fórmula de la energía potencial gravitacional es para calcular la velocidad de un objeto cerca de la superficie de la Tierra,** donde se puede suponer que la aceleración gravitatoria es constante en alrededor de  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

Dado que el cero de la energía potencial gravitacional se puede elegir en cualquier punto (como la elección del cero de un sistema de coordenadas), la energía potencial a una altura  $h$  por encima de ese punto es igual al trabajo que se requeriría para levantar el objeto a esa altura sin cambio neto en la energía cinética. Dado que la fuerza requerida para levantarlo es igual a su peso, se deduce que **la energía potencial gravitacional es igual a su peso por la altura a la que se levanta.**

- **Energía potencial gravitatoria (Ep G)**
- Es aquella que posee un cuerpo debido a la altura en que se encuentra, respecto a un plano de referencia horizontal.

$$E_{pG} = m g h$$





**LA TIERRA, SUS  
MOVIMIENTOS. FORMA DE  
LA TIERRA, CAMPO  
GRAVITACIONAL,  
POTENCIAL Y EL GEOIDE.**