

Prospección Gravimétrica

Catedra de GEOFISICA

2024

Campo Gravitatorio

El campo gravitatorio es una región del espacio en la que una masa experimenta una fuerza gravitatoria. La **intensidad del campo gravitatorio** en un punto se define como la fuerza gravitatoria por unidad de masa en ese punto.

Matemáticamente, se expresa como:

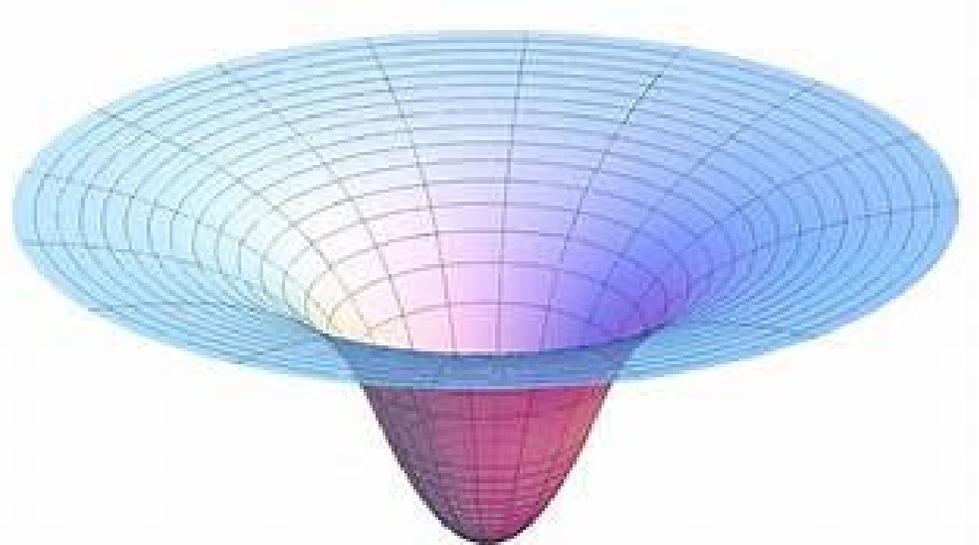
$$g = F/m$$

donde:

g = es la intensidad del campo gravitatorio.

F = es la fuerza gravitatoria.

m = es la masa sobre la que actúa la fuerza.



Potencial Gravitatorio

El potencial gravitatorio es una magnitud escalar que representa la energía potencial por unidad de masa en un punto del campo gravitatorio. Se define como el trabajo necesario para mover una masa desde el infinito hasta ese punto.

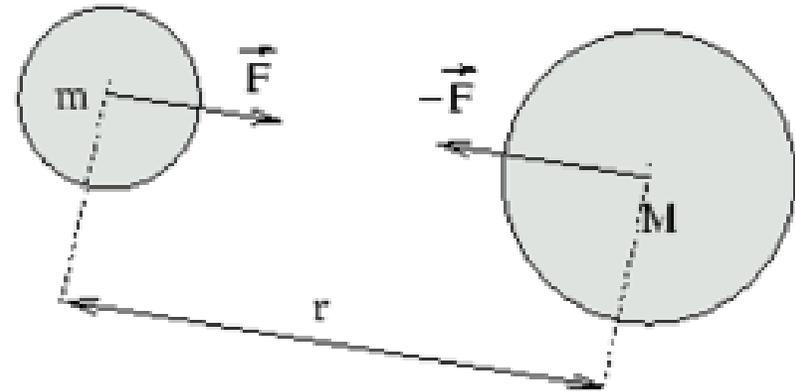
La fórmula para el potencial gravitatorio (V) debido a una masa puntual (M) es: $V = -GM/r$

- donde:
- (G) es la constante de gravitación universal $G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$
- (M) es la masa que genera el campo.
- (r) es la distancia desde la masa (M) hasta el punto donde se mide el potencial

Relación entre Campo y Potencial Gravitatorio

La relación entre el campo gravitatorio y el potencial gravitatorio se puede expresar mediante la siguiente ecuación: $g = -\nabla V$

Esto indica que el campo gravitatorio es el gradiente negativo del potencial gravitatorio. En otras palabras, el campo gravitatorio apunta en la dirección de la mayor disminución del potencial gravitatorio



Esta foto de Autor desconocido está bajo licencia [CC BY-SA](#)

Geoide

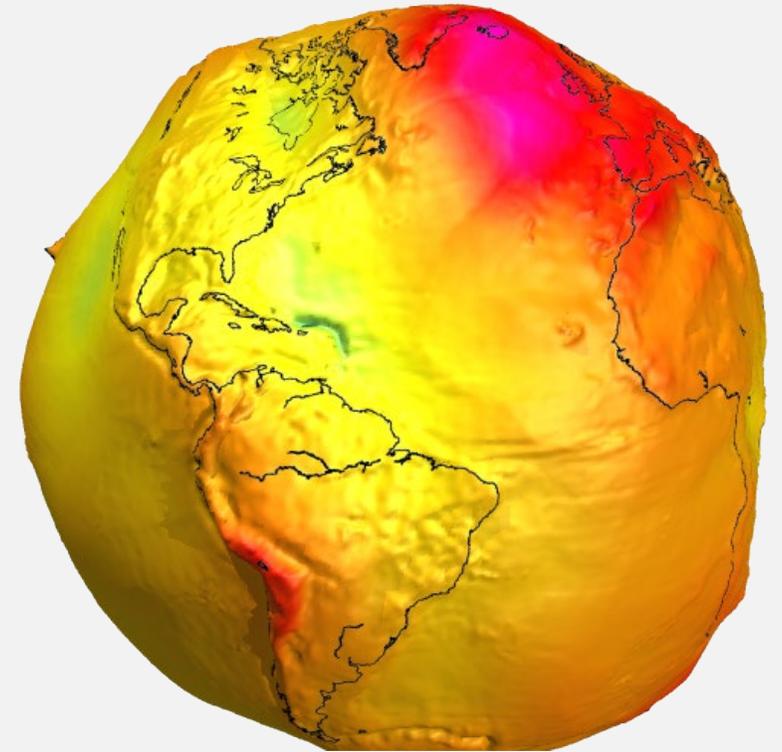
El geoide es una representación teórica de la forma de la Tierra, definida como la superficie equipotencial del campo de gravedad terrestre. Esta superficie es aquella que coincidiría con el nivel medio del mar si no existieran otros factores como las mareas, corrientes oceánicas y vientos.

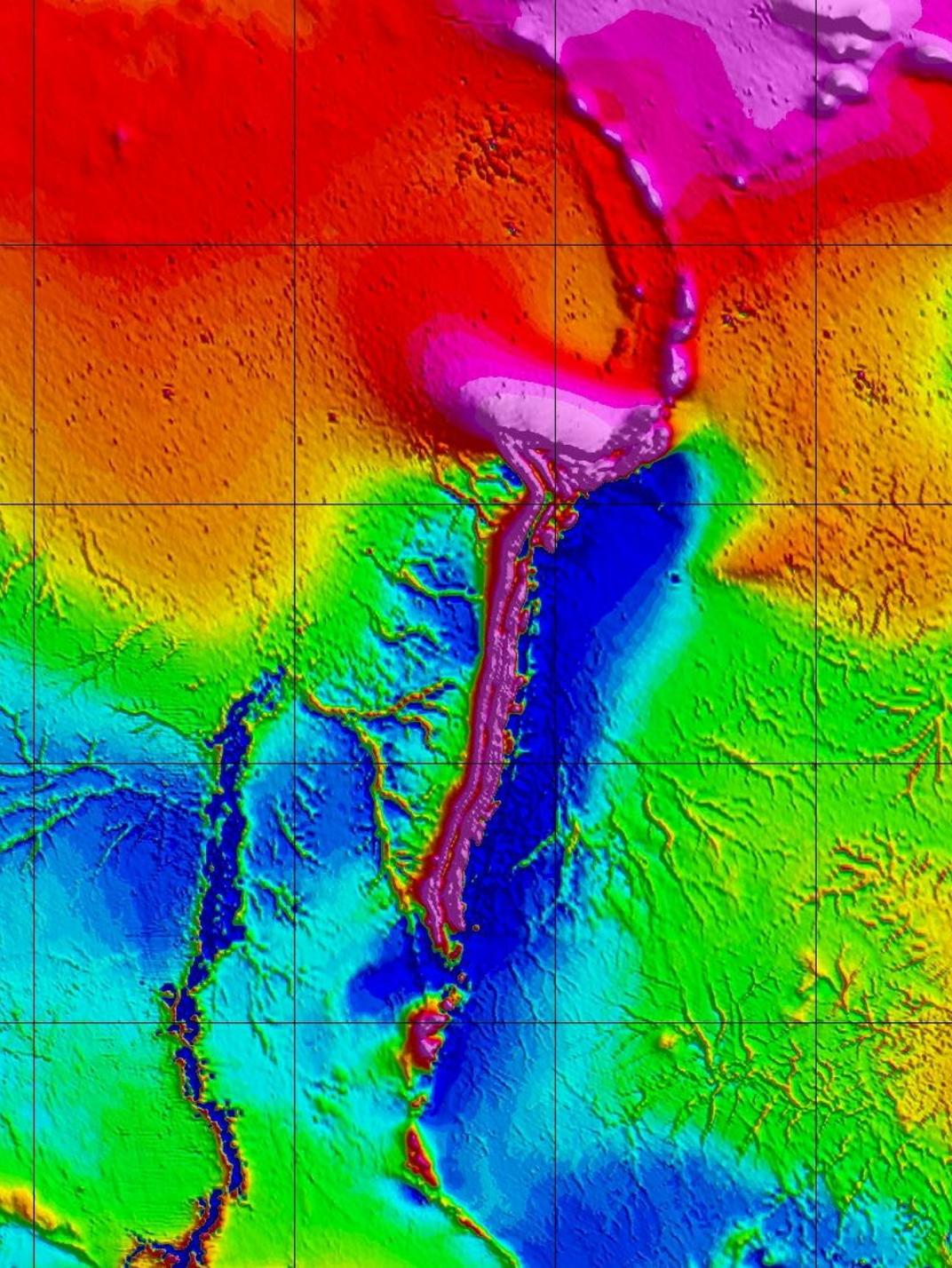
Características del Geoide

Superficie Equipotencial: Todos los puntos en el geoide tienen el mismo potencial gravitatorio, lo que significa que la fuerza de gravedad actúa perpendicularmente en cualquier punto de esta superficie.

Forma Irregular: Aunque el geoide se aproxima a una esfera, presenta irregularidades debido a la distribución desigual de la masa en la Tierra. Estas irregularidades se deben a variaciones en densidad de la corteza terrestre y otras estructuras internas.

Referencia para Altitudes: El geoide se utiliza como superficie de referencia para medir altitudes, conocidas como alturas ortométricas. Esto es crucial en la geodesia y la cartografía para obtener mediciones precisas de la elevación del terreno





Aplicaciones

El geoide es fundamental en diversas aplicaciones, incluyendo:

- Geodesia y Cartografía: Para la creación de mapas precisos y sistemas de navegación.
- Ingeniería Civil: En la construcción de infraestructuras que requieren mediciones precisas de altitud.
- Exploración Geofísica: Para estudiar la estructura interna de la Tierra y detectar anomalías gravitatorias que pueden indicar la presencia de recursos minerales

Gravedad Absoluta

La gravedad absoluta se mide utilizando gravímetros absolutos, que determinan el valor de la gravedad en un lugar y momento específicos en unidades absolutas (como el gal, donde $1 \text{ gal} = 1 \text{ cm/s}^2$). Estos instrumentos miden la aceleración de la gravedad directamente, generalmente mediante la observación de la caída libre de un objeto en un vacío.

Aplicaciones:

Geodesia: Para establecer redes de referencia gravimétricas.

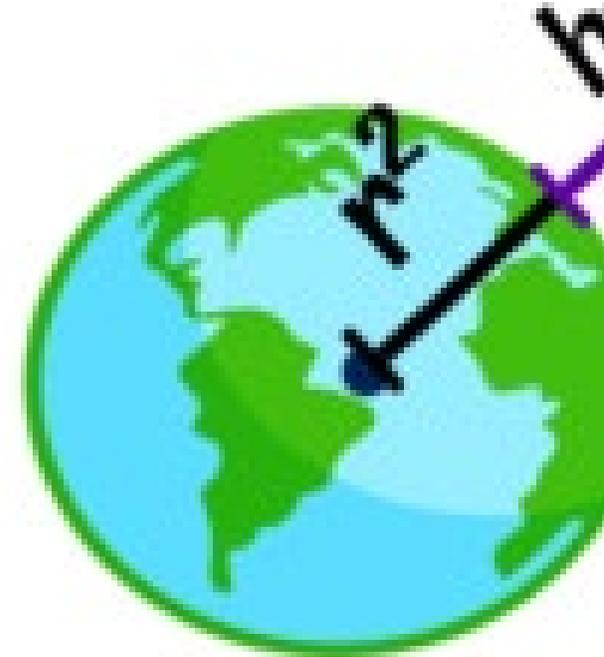
Geofísica: En estudios de la estructura interna de la Tierra.

Metrología: Para calibrar otros instrumentos de medición de gravedad

$$F = m \cdot g$$



$$8 \text{ m/s}^2$$



$$g = 4.9 \text{ m/s}^2$$

Gravedad Relativa

La gravedad relativa se mide utilizando gravímetros relativos, que comparan la gravedad en un punto con la gravedad en otro punto de referencia. Estos instrumentos no miden la gravedad absoluta, sino las diferencias de gravedad entre dos puntos.

Aplicaciones:

Exploración Geofísica: Para detectar variaciones locales en la densidad del subsuelo, útiles en la búsqueda de recursos minerales.

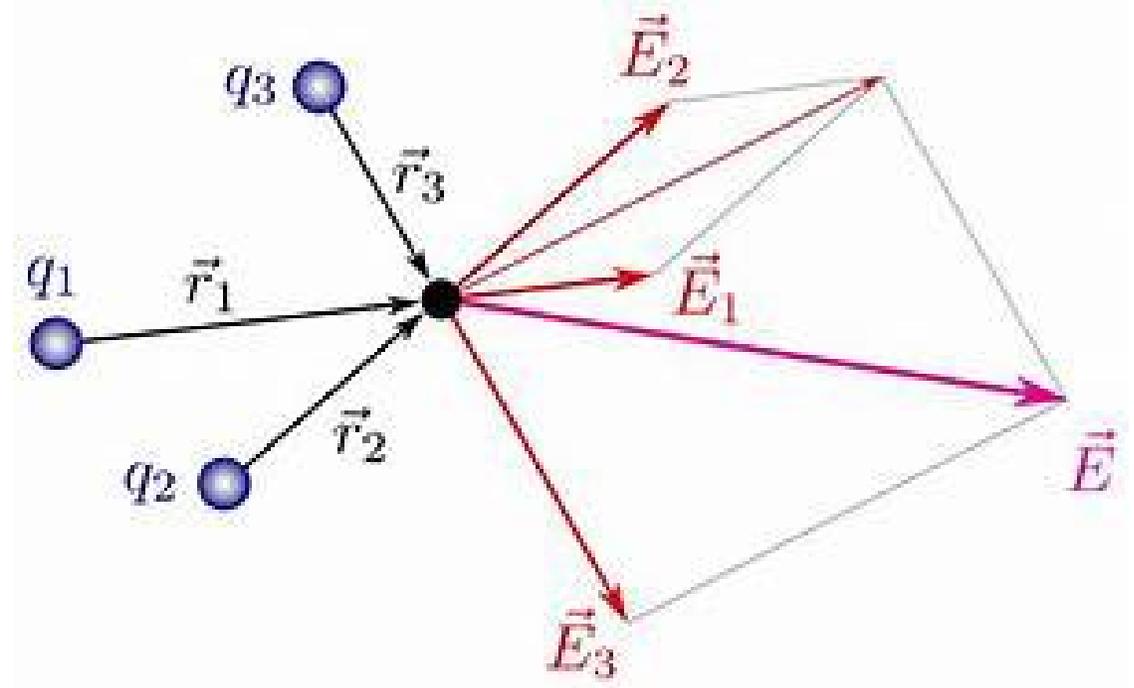
Monitoreo de Volcanes: Para detectar cambios en la masa del volcán que podrían indicar actividad magmática.

Estudios de Tectónica: Para observar cambios en la gravedad que pueden estar relacionados con movimientos tectónicos



Unidades

- Unidad: Newton por kilogramo (N/kg)
- Descripción: Representa la fuerza gravitatoria por unidad de masa en un punto del campo gravitatorio.



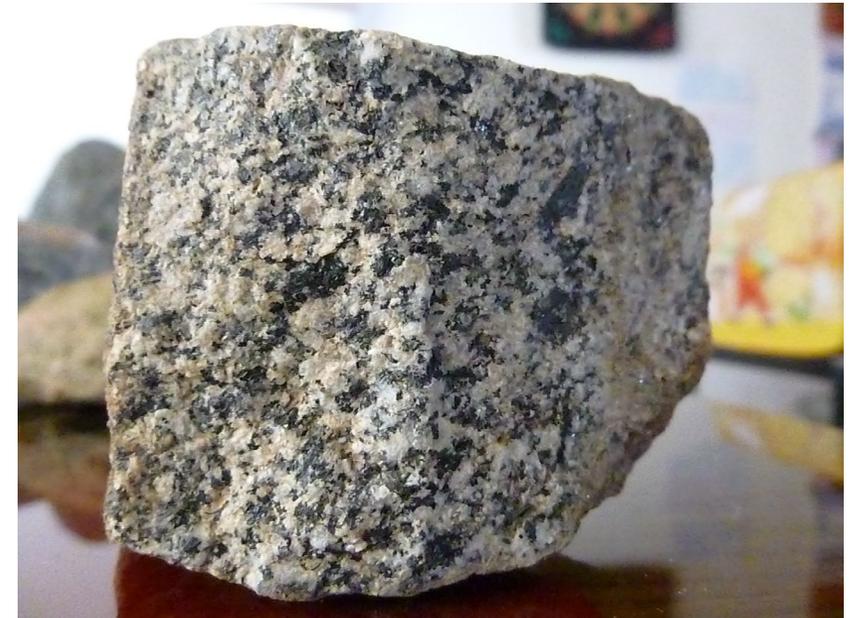
Densidad de Rocas

La densidad de las rocas y minerales es una propiedad física fundamental que depende de su composición y estructura interna.

Rocas Sedimentarias: Generalmente tienen densidades que varían entre 1.6 y 2.8 g/cm^3 . La porosidad y el contenido de agua pueden influir significativamente en su densidad.

Rocas Ígneas: Su densidad varía entre 2.5 y 3.0 g/cm^3 . Las rocas ígneas básicas (como el basalto) tienden a ser más densas que las ácidas (como el granito).

Rocas Metamórficas: Tienen densidades que oscilan entre 2.6 y 3.3 g/cm^3 . La densidad puede aumentar con el grado de metamorfismo debido a la recristalización y la reducción de la porosidad



Densidad de Minerales

- Cuarzo: Aproximadamente 2.65 g/cm^3 .
- Calcita: Alrededor de 2.71 g/cm^3 .
- Feldespato: Entre 2.55 y 2.75 g/cm^3 .
- Pirita: Aproximadamente 5.0 g/cm^3 .
- Galena: Alrededor de 7.5 g/cm^3 .
- Oro: Aproximadamente 19.3 g/cm^3 , uno de los minerales más densos

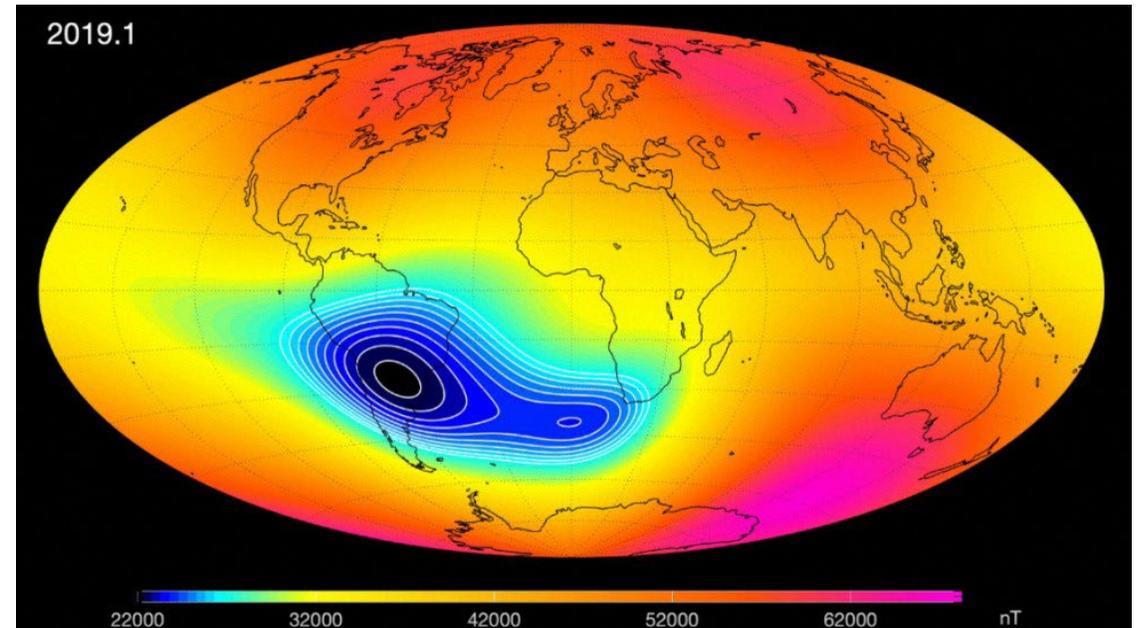


Esta foto de Autor desconocido está bajo licencia [CC BY-NC-ND](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Importancia de la Densidad

La densidad es crucial en la geología y la minería por varias razones:

- **Exploración Geofísica:** Las variaciones en la densidad de las rocas pueden indicar la presencia de depósitos minerales.
- **Ingeniería Geotécnica:** La densidad influye en la estabilidad de las estructuras construidas sobre o dentro de la roca.
- **Interpretación de Anomalías Gravitatorias:** Las diferencias de densidad entre las rocas pueden causar anomalías en los estudios gravimétricos, útiles para la prospección de recursos



[Esta foto](#) de Autor desconocido está bajo licencia [CC BY-NC-ND](#)



Deriva instrumental

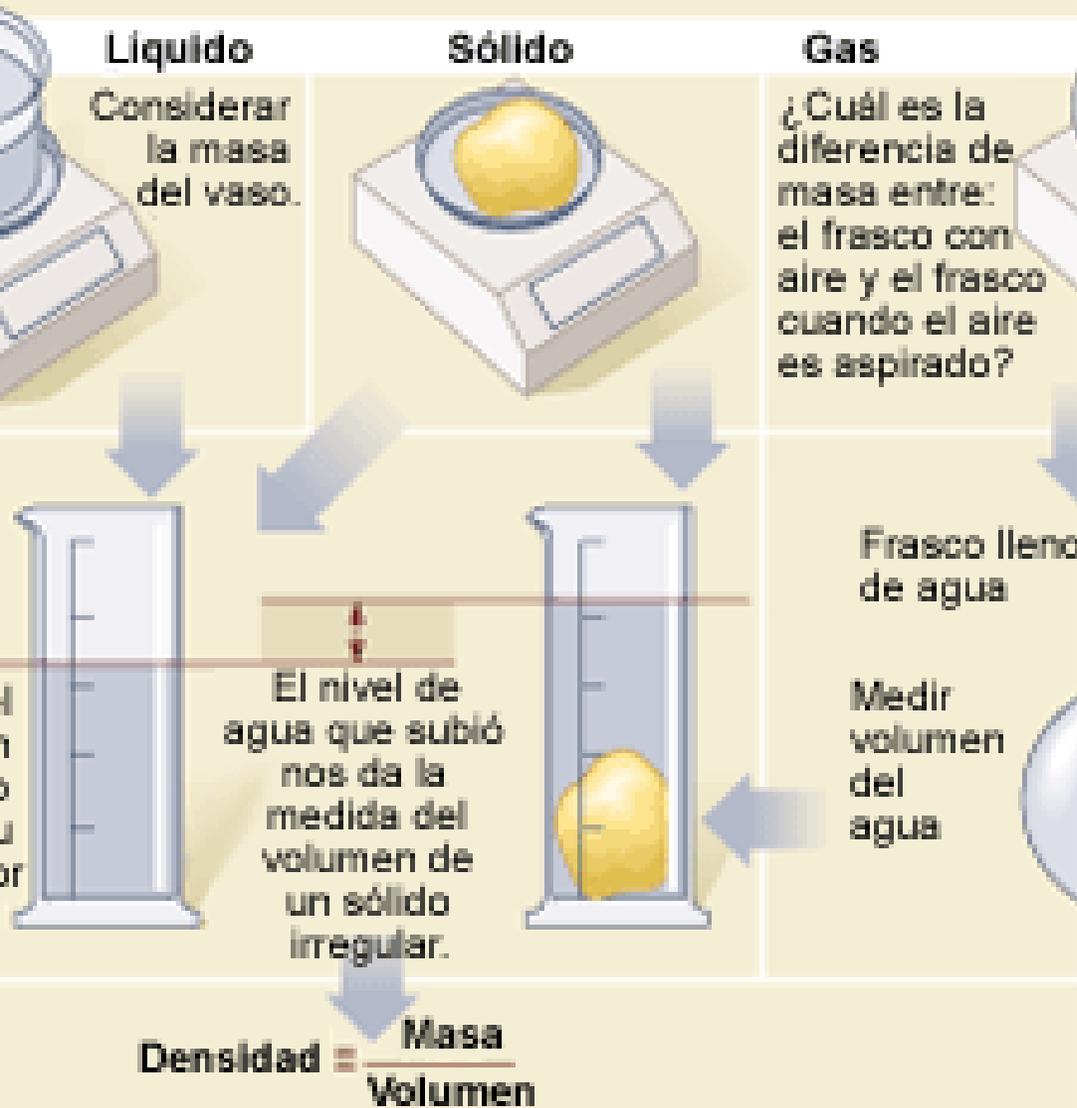
La deriva instrumental se refiere a la variación continua o incremental en las lecturas de un instrumento de medición a lo largo del tiempo, debido a cambios en las condiciones metrológicas o al desgaste de los componentes del equipo. Este fenómeno puede afectar tanto a equipos analógicos como digitales.

En equipos analógicos, la deriva puede ser causada por deformaciones mecánicas, desgaste físico de las escalas o errores de paralaje. Por ejemplo, un termómetro de carátula puede sufrir deformaciones en la aguja o desgaste en la escala debido a la fricción y la manipulación.

En equipos digitales, la deriva puede deberse al desgaste de los componentes eléctricos, problemas en el cableado o mal funcionamiento del display. Además, el uso de baterías puede causar derrames de líquido que afecten el funcionamiento del equipo.

Densidad: ¿Cómo se mide?

Aquí te enseñamos una forma simple para medir la densidad de los objetos.



Densidad superficial

La densidad superficial se refiere a la cantidad de masa por unidad de área en una superficie. Existen varios métodos para medirla, dependiendo del contexto y la precisión requerida.

1. Método Gravimétrico:

Descripción: Consiste en pesar una muestra de material y luego medir su área.

Aplicación: Común en estudios de suelos y sedimentos.

Ventajas: Sencillo y directo.

Desventajas: Puede ser impreciso si la muestra no es homogénea.

2.Método de Rayos X:

Descripción: Utiliza la absorción de rayos X para determinar la densidad superficial.

Aplicación: Utilizado en la industria de materiales y en geología para análisis de minerales.

Ventajas: Alta precisión y no destructivo.

Desventajas: Requiere equipo especializado y puede ser costoso.

3.Método de Ultrasonido:

Descripción: Emplea ondas ultrasónicas para medir la densidad de una superficie.

Aplicación: Común en la industria de materiales y en estudios de estructuras.

Ventajas: No destructivo y puede ser utilizado en campo.

Desventajas: Requiere calibración y puede ser afectado por la rugosidad de la superficie.

4.Método de Dispersión de Neutrones:

Descripción: Utiliza la dispersión de neutrones para medir la densidad superficial.

Aplicación: Utilizado en estudios de suelos y en la industria nuclear.

Ventajas: Alta precisión y puede medir grandes áreas.

Desventajas: Requiere equipo especializado y medidas de seguridad.

5.Método de Imágenes y Fotogrametría:

Descripción: Utiliza imágenes y técnicas de fotogrametría para calcular la densidad superficial.

Aplicación: Común en estudios geológicos y de suelos.

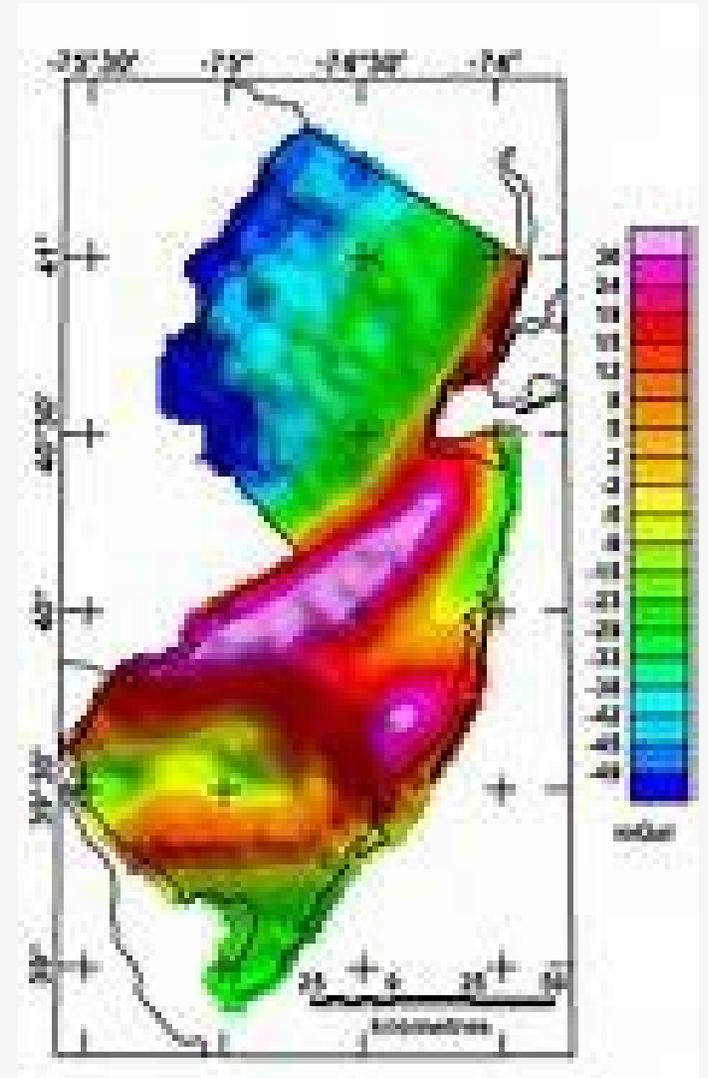
Ventajas: Permite el análisis de grandes áreas y es no destructivo.

Desventajas: Requiere procesamiento de datos y puede ser afectado por la calidad de las imágenes.

Anomalía de Bouguer

La anomalía de Bouguer es una corrección aplicada a las mediciones de gravedad para tener en cuenta la altitud y la atracción del terreno. Este concepto es fundamental en geodesia y geofísica para obtener datos más precisos sobre la distribución de masas en la Tierra

¿Cómo se calcula?



Corrección de Aire Libre

- Se ajusta la medición de gravedad para eliminar el efecto de la altitud, como si la medición se hubiera realizado a nivel del mar.

Corrección de Bouguer Simple

- Se considera la atracción gravitacional de una placa infinita de espesor constante entre el punto de medición y el nivel del mar.

Corrección de Terreno

- Se ajusta por las variaciones topográficas locales que pueden afectar la gravedad medida.

Aplicaciones

- Exploración Geológica: Ayuda a identificar estructuras subterráneas como cuencas sedimentarias, fallas y cuerpos intrusivos.
- Estudios Geofísicos: Utilizada para modelar la distribución de densidades en la corteza terrestre.
- Ingeniería Civil: Importante en la planificación de grandes infraestructuras como presas y túneles.

Instrumentos Gravimétricos

1. Gravímetro de Campo:

1. **Descripción:** Instrumento portátil utilizado para medir la aceleración gravitacional en diferentes puntos de la superficie terrestre.
2. **Aplicaciones:** Exploración de recursos minerales, estudios geológicos y geofísicos, y monitoreo de cambios en la masa terrestre.

2. Gravímetro de Precisión:

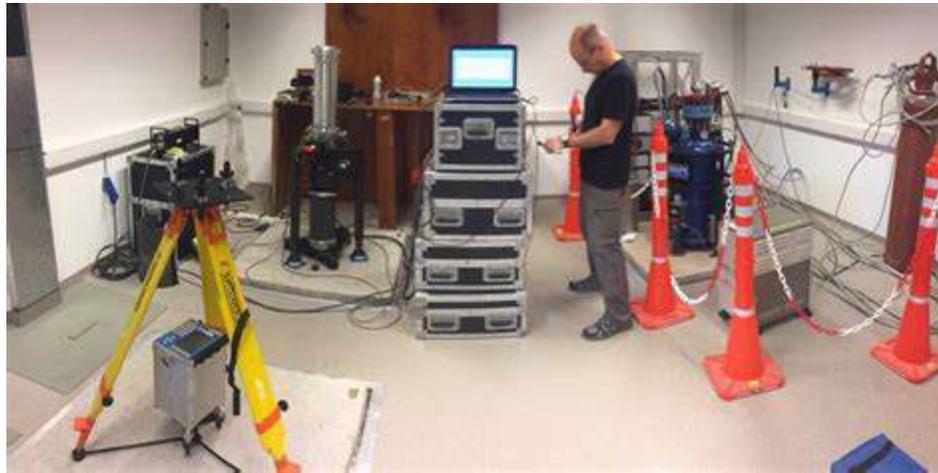
1. **Descripción:** Instrumento de alta precisión utilizado en estudios geodésicos y geofísicos detallados.
2. **Aplicaciones:** Investigación científica, estudios de tectónica de placas y monitoreo de volcanes.

3. Gravímetro Aéreo:

1. **Descripción:** Instalado en aviones para realizar mediciones gravimétricas a gran escala.
2. **Aplicaciones:** Cartografía geofísica regional, exploración de petróleo y gas, y estudios de cuencas sedimentarias.

4. Gravímetro Marino:

1. **Descripción:** Utilizado en embarcaciones para medir la gravedad en el fondo marino.
2. **Aplicaciones:** Exploración de recursos submarinos, estudios de la corteza oceánica y análisis de estructuras submarinas.



Aplicaciones de la Gravimetría

1.Exploración de Recursos Minerales:

1. **Descripción:** Identificación de anomalías gravimétricas que pueden indicar la presencia de depósitos minerales.
2. **Ejemplo:** Detección de cuerpos de mineralización masiva de sulfuro.

2.Exploración de Hidrocarburos:

1. **Descripción:** Utilización de datos gravimétricos para identificar estructuras geológicas favorables para la acumulación de petróleo y gas.
2. **Ejemplo:** Identificación de trampas estructurales y estratigráficas.

3. Estudios Geológicos y Geofísicos:

- 1. Descripción:** Análisis de la estructura de la corteza terrestre y la tectónica de placas.
- 2. Ejemplo:** Estudios de fallas y pliegues, y modelado de la corteza terrestre.

4. Monitoreo de Volcanes y Terremotos:

- 1. Descripción:** Detección de cambios en la masa terrestre que pueden indicar actividad volcánica o sísmica.
- 2. Ejemplo:** Monitoreo de la inflación y deflación de cámaras magmáticas.

5. Geodesia:

- 1. Descripción:** Medición precisa del campo gravitacional para determinar la forma y el tamaño de la Tierra.
- 2. Ejemplo:** Estudios de la geoidía y la determinación de alturas precisas.

Las mediciones de la gravedad pueden realizarse mediante varios métodos, cada uno con sus propias aplicaciones y ventajas.

Péndulo

- El péndulo es uno de los métodos más antiguos y precisos para medir la gravedad. Consiste en una masa suspendida de un punto fijo que oscila bajo la influencia de la gravedad.
- **Péndulo Simple:** Utiliza una masa puntual suspendida de un hilo inextensible. La fórmula para calcular la aceleración gravitacional es:
 - $g = 4\pi^2 L / T^2$
 - donde (L) es la longitud del péndulo y (T) es el período de oscilación
- **Péndulo Reversible:** Permite medir la gravedad con mayor precisión al eliminar errores sistemáticos. Tiene dos puntos de suspensión y se mide el período de oscilación en ambas posiciones