

# centro de gravedad – center of gravity

Authored by  
**memjavad**

November 13, 2025

## RECOMMENDED CITATION

memjavad (2025). *centro de gravedad – center of gravity*. Spanish Psychological Databases. Retrieved from <https://spanish.arabpsychology.com/?p=4170>

## Centro de Gravedad

**Primary Disciplinary Field(s):** Física, Mecánica Clásica, Ingeniería, Estática

### 1. Definición Fundamental

El [centro de gravedad](#) (CG) de un cuerpo o sistema de partículas es el punto teórico de aplicación de la resultante de todas las fuerzas gravitatorias individuales que actúan sobre cada partícula que compone dicho cuerpo. En términos sencillos, representa el punto promedio ponderado donde se concentra todo el peso del objeto. Este concepto es fundamental en la estática y la dinámica, ya que permite simplificar el análisis del movimiento y el equilibrio de cuerpos complejos, tratándolos como si toda su masa estuviera concentrada en ese único punto.

La utilidad primordial del centro de gravedad radica en que, cuando se realizan cálculos de movimiento o estabilidad, no es necesario considerar las fuerzas gravitacionales que actúan sobre infinitésimos volúmenes de masa de manera separada. En su lugar, el peso total del cuerpo puede considerarse una única fuerza vectorial aplicada en el CG, simplificando drásticamente las ecuaciones de movimiento rotacional y traslacional. Este punto es crucial para predecir cómo reaccionará un objeto ante fuerzas externas, especialmente en relación con su base de apoyo.

Es importante notar que, para que el centro de gravedad sea un punto fijo y bien definido, el cuerpo debe ser un cuerpo rígido. Si el cuerpo es deformable (como un fluido o un organismo vivo), la posición del CG puede cambiar constantemente a medida que la distribución de la masa interna se modifica. Aunque conceptualmente el CG siempre existe, su localización depende intrínsecamente de la distribución espacial de la masa y del campo gravitatorio en el que se encuentra el cuerpo. En la mayoría de los problemas de ingeniería terrestre, donde el campo gravitatorio se considera uniforme, el centro de gravedad coincide con el centro de masa.

### 2. Etimología y Desarrollo Histórico

El concepto del centro de gravedad tiene raíces profundas en la antigüedad clásica, siendo desarrollado de manera rigurosa por el matemático y físico griego [Arquímedes](#) de Siracusa (c. 287-212 a. C.). Arquímedes no solo postuló el principio de la palanca, sino que también demostró que, para que un sistema esté en equilibrio, la fuerza total de gravedad debe actuar a través de un punto específico, es decir, el centro de gravedad. Sus trabajos seminales en *Sobre el equilibrio de los planos* y *Sobre los cuerpos flotantes* sentaron las bases para la comprensión matemática de la estática, utilizando métodos geométricos para localizar el CG de formas regulares como triángulos, paralelogramos y segmentos de parábola.

Durante la Edad Media y el Renacimiento, los conceptos de Arquímedes fueron redescubiertos y expandidos. Figuras como Leonardo da Vinci aplicaron intuitivamente estos principios en sus

diseños de máquinas y estudios de la estabilidad humana. Sin embargo, no fue hasta el siglo XVII, con la revolución científica, que el concepto fue formalizado dentro del marco de la mecánica moderna. [Galileo Galilei](#) integró el concepto de centro de gravedad en sus estudios sobre la caída de los cuerpos, reconociendo su papel en la trayectoria balística.

Finalmente, la formulación definitiva del concepto de centro de gravedad se consolidó con el desarrollo de la ley de gravitación universal por **Isaac Newton**. La mecánica newtoniana proporcionó el aparato matemático necesario (el cálculo integral) para determinar con precisión el CG de cualquier cuerpo de forma arbitraria, al considerar el cuerpo como una colección infinita de masas infinitesimales. Esta formalización permitió distinguir, aunque a menudo se confundan en la práctica cotidiana, entre el centro de masa (una propiedad geométrica de la masa) y el centro de gravedad (una propiedad que depende del campo gravitatorio).

### 3. Distinción entre Centro de Gravedad y Centro de Masa

Aunque en la Tierra y en campos gravitacionales uniformes el centro de gravedad (CG) y el [centro de masa](#) (CM) son coincidentes, es crucial para la física rigurosa mantener la distinción. El **centro de masa** es un concepto puramente cinemático y geométrico: es el punto promedio de la distribución de masa de un sistema. Su posición depende únicamente de la geometría del objeto y de cómo se distribuye su materia. El CM es independiente del campo gravitatorio externo y es el punto alrededor del cual se produce el equilibrio de los momentos lineales.

El **centro de gravedad**, por otro lado, es un concepto dinámico que depende de la distribución de peso. El peso es el producto de la masa y la aceleración debida a la gravedad ( $W = m * g$ ). Si la aceleración de la gravedad ( $g$ ) es constante y uniforme en todo el volumen del cuerpo, entonces la distribución del peso es proporcional a la distribución de la masa, y el CG coincide con el CM. Esta es la premisa utilizada en casi toda la ingeniería civil y mecánica que opera a pequeña escala en la superficie terrestre.

La divergencia entre CG y CM ocurre cuando el campo gravitatorio no es uniforme. Esto sucede en dos escenarios principales: primero, en cuerpos de tamaño extremadamente grande, como montañas o estructuras masivas, donde la variación de la gravedad con la altura ya no es despreciable. Segundo, y más notablemente, en el contexto de la mecánica celeste, donde un cuerpo extenso interactúa con un objeto masivo (por ejemplo, la Luna orbitando la Tierra). La parte del cuerpo más cercana al atractor experimenta una fuerza gravitatoria ligeramente mayor que la parte más lejana (fuerzas de marea). En estos casos, el punto promedio de aplicación de las fuerzas gravitatorias (CG) se desplaza ligeramente del punto promedio de la masa (CM).

Por lo tanto, la distinción se resume en que el CM es una propiedad intrínseca del objeto, mientras que el CG es una propiedad relacional que depende tanto del objeto como del campo gravitatorio en el que está inmerso. Sin embargo, dada la alta uniformidad del campo gravitatorio terrestre

para la mayoría de las aplicaciones prácticas, la coincidencia de CG y CM permite a los ingenieros y físicos utilizar los términos de manera intercambiable sin incurrir en errores significativos.

#### 4. Características Clave y Métodos de Cálculo

El centro de gravedad posee varias características definitorias. Puede ubicarse dentro del cuerpo, fuera del cuerpo (como en el caso de un anillo o una dona), o en su superficie. Para un objeto con simetría uniforme y distribución de masa homogénea, el CG siempre se encuentra en el eje de simetría o en el centro geométrico del objeto, simplificando su determinación.

Existen dos métodos principales para determinar la posición del CG:

**Método de la Plomada o Suspensión (Cuerpos Irregulares):** Este método experimental se utiliza para cuerpos rígidos e irregulares. Consiste en suspender el cuerpo libremente desde al menos dos puntos diferentes. Cuando el cuerpo está suspendido y en reposo, la línea vertical que pasa por el punto de suspensión debe pasar necesariamente por el centro de gravedad. Al trazar la línea de la plomada para dos o más puntos de suspensión, el punto donde se intersectan estas líneas es el CG. Este método es simple pero altamente efectivo para objetos planos o tridimensionales de formas complejas.

**Método Analítico (Cuerpos Compuestos o Continuos):** Para sistemas discretos de masas (partículas), el CG se calcula mediante una suma ponderada de las posiciones de las masas individuales, dividida por la masa total. Para cuerpos continuos, el cálculo requiere el uso de la integración, específicamente la integral de volumen de la densidad multiplicada por el vector de posición, dividido por la masa total. Las fórmulas analíticas garantizan una precisión matemática que es indispensable en el diseño de precisión.

La posición del CG se expresa típicamente mediante coordenadas cartesianas ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ). Para un sistema de partículas discretas, la coordenada  $x$  se calcula como la sumatoria de  $(m_i * x_i) / M$ , donde  $m_i$  es la masa de la  $i$ -ésima partícula,  $x_i$  es su posición, y  $M$  es la masa total. La precisión en la determinación de estas coordenadas es vital, ya que un error en la localización del CG puede comprometer la estabilidad y el rendimiento de sistemas mecánicos complejos.

#### 5. Aplicaciones en Ingeniería y Diseño

El conocimiento preciso del centro de gravedad es una piedra angular en múltiples disciplinas de la ingeniería, siendo vital para garantizar la seguridad, la estabilidad y la eficiencia de las estructuras y vehículos.

En **ingeniería civil y arquitectura**, el CG determina la distribución de las cargas y la resistencia de una estructura a la inclinación o el vuelco. Los arquitectos y diseñadores de rascacielos deben calcular meticulosamente el CG para asegurar que se mantenga dentro de la base de apoyo,

incluso bajo la influencia de fuerzas laterales extremas como el viento o los sismos. La tendencia es a diseñar estructuras con un CG lo más bajo posible para maximizar la estabilidad.

En la **ingeniería aeronáutica y aeroespacial**, la posición del CG es quizás la variable más crítica para la maniobrabilidad y el control. En aeronaves, el CG debe permanecer dentro de límites muy estrechos (límites de CG delantero y trasero) para asegurar que el avión pueda ser controlado por las superficies de vuelo. Si el CG está demasiado adelantado o demasiado retrasado, el avión puede volverse inestable o imposible de levantar. De manera similar, en el diseño de cohetes y vehículos espaciales, el CG debe alinearse cuidadosamente con el eje de empuje para prevenir la rotación descontrolada durante el ascenso.

En el **diseño automotriz y naval**, un CG bajo es sinónimo de mejor rendimiento y seguridad. Los vehículos de carreras están diseñados con componentes pesados cerca del suelo para reducir el CG, mejorando la tracción y minimizando el riesgo de vuelco en curvas rápidas. En la navegación, la estabilidad de un barco depende de la relación entre el CG y el metacentro (un punto geométrico relacionado con la flotabilidad). Si el CG se eleva demasiado, o si la carga se desplaza, el barco puede volverse inestable y susceptible al zozobramiento.

## 6. Importancia en la Estabilidad y el Equilibrio

La relación entre el centro de gravedad y la base de apoyo de un objeto es el principio fundamental que rige el [equilibrio mecánico](#). Un objeto está en equilibrio estable si una línea vertical trazada desde su centro de gravedad cae dentro de su base de apoyo. Si esta línea cae fuera de la base de apoyo, el objeto experimentará un momento de fuerza que lo hará volcar.

Existen tres tipos de equilibrio definidos por el comportamiento del CG cuando el objeto es perturbado:

**Equilibrio Estable:** Cuando una pequeña perturbación eleva el centro de gravedad del objeto. Al cesar la perturbación, el objeto tiende a regresar a su posición original para minimizar la energía potencial (ejemplo: un cono apoyado sobre su base).

**Equilibrio Inestable:** Cuando una pequeña perturbación disminuye la altura del centro de gravedad. El objeto se aleja de su posición original al ser perturbado (ejemplo: un cono apoyado sobre su vértice).

**Equilibrio Neutro (Indiferente):** Cuando la perturbación no cambia la altura del centro de gravedad. El objeto permanece en su nueva posición sin regresar ni alejarse (ejemplo: una esfera rodando sobre una superficie plana).

La altura del CG es directamente proporcional a la inestabilidad potencial. Cuanto más bajo esté el centro de gravedad, mayor será el ángulo de inclinación que el objeto puede soportar antes de que la línea de acción de la gravedad caiga fuera de la base de apoyo. Este principio es la razón

por la cual los atletas que realizan acrobacias o levantamiento de pesas buscan bajar su CG lo máximo posible para aumentar su base de apoyo y mejorar su estabilidad.

## 7. Limitaciones y Consideraciones Adicionales

A pesar de su ubicuidad y utilidad, el modelo del centro de gravedad presenta ciertas limitaciones conceptuales, especialmente cuando se aplica fuera de los límites de la mecánica clásica newtoniana. En el contexto de la **Relatividad General**, donde la gravedad es vista como una curvatura del espacio-tiempo, el concepto de una única fuerza gravitacional actuando en un punto se vuelve una simplificación. Las interacciones gravitacionales complejas requieren modelos basados en tensores que describen la distribución de energía y momento, en lugar de un único punto de aplicación de la fuerza.

Otra consideración es la naturaleza del cuerpo. La aplicabilidad del CG se restringe principalmente a **cuerpos rígidos**. Para sistemas dinámicos donde la masa se mueve internamente (como el combustible consumido en un cohete o el movimiento de un gimnasta), el CG es una función del tiempo. En estos casos, se debe calcular el CG instantáneo para mantener la precisión en el análisis del movimiento.

Finalmente, en la ingeniería de precisión, es crucial recordar la distinción conceptual con el centro de masa. Aunque la coincidencia es práctica, la dependencia del CG respecto al campo gravitacional local implica que su posición puede variar ligeramente si el objeto se mueve a una región donde la gravedad es significativamente diferente (por ejemplo, cerca de un planeta o luna con densidad no uniforme). Sin embargo, para la inmensa mayoría de las aplicaciones terrestres, el concepto unificado de centro de masa/gravedad sigue siendo la herramienta más poderosa y eficiente para la mecánica.

## 8. Lecturas Adicionales

[Centro de gravedad \(Wikipedia en español\)](#)

[Centro de masa \(Wikipedia en español\)](#)

[Arquímedes \(Wikipedia en español\)](#)

[Equilibrio mecánico \(Wikipedia en español\)](#)