

o. METODOLOGÍA PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN INGENIERÍA MECÁNICA

Siete pasos a seguir sistemáticamente (se recomienda comenzar con la carpeta de ejercicios y seguirlo en todos los cursos posteriores, puesto que el método sirve también para otras asignaturas)

1. **¿Qué se conoce?** Escribir brevemente lo que es conocido. Esto requiere leer cuidadosamente el enunciado del problema y comprender que información está dada.
2. **¿Qué se pide hallar?** Escribir en forma concisa qué es lo que se debe determinar.
3. **Esquemas y datos conocidos.** Trazar un croquis esquemático del componente o sistema a considerar. Decidir cuando un diagrama de cuerpo libre es apropiado para el análisis. Incluir en el diagrama del sistema o componente la información relevante que surge del enunciado del problema. Registrar todas las propiedades de los materiales y otros parámetros que son dados o que usted anticipa que podrán ser requeridos en los cálculos siguientes. Si es apropiado, realizar un croquis localizando puntos “críticos” e indicar el/los posibles modos de falla. La importancia de buenos croquis del sistema y de los diagramas de cuerpo libre nunca podrán ser enfatizadas suficientemente. en general son instrumentos muy útiles para permitir analizar claramente el problema.
4. **Decisiones.** Anotar las opciones o selecciones. Los problemas de diseño requerirán tomar decisiones subjetivas. Las decisiones de diseño se refieren a la selección de parámetros tales como variables geométricas y tipos de materiales. estas decisiones son elecciones individuales.
5. **Hipótesis (suposiciones).** Para formar un “registro“ de cómo modelamos un problema, tendremos que hacer un listado de todas las suposiciones simplificadoras y de las idealizaciones realizadas para reducir el problemas a uno que sea manejable. Algunas veces esta información puede ser anotada también en los croquis. En general, una vez que el diseño está completo, las suposiciones (hipótesis) son todavía creencias, mientras que las decisiones son verdades. Las hipótesis son entonces teorías acerca de la realidad.

6. **Análisis.** Usando las decisiones, hipótesis e idealizaciones, aplicar las ecuaciones y relaciones apropiadas para determinar las incógnitas. Es recomendable trabajar con las ecuaciones tanto como sea posible antes de sustituir los datos numéricos. Hay que considerar que pueden requerirse datos adicionales. Identificar las tablas, figuras gráficas o relaciones que suministran los valores requeridos. Croquis adicionales pueden ser útiles a “esta altura” para aclarar el problema.

Cuando todos los datos y ecuaciones están disponibles, sustituir los valores numéricos en las ecuaciones. Verificar cuidadosamente que se está utilizando un sistema de unidades consistente y apropiado para asegurar coherencia en el análisis dimensional. Entonces hacer los cálculos necesarios.

Finalmente, considerar si las magnitudes de los valores numéricos parecen razonables, y si los signos algebraicos asociados con los valores numéricos son correctos.

7. **Comentarios.** Si es apropiado, discutir brevemente los resultados obtenidos. Comentar lo que se ha aprendido, identificando aspectos claves de la solución. Discutir cuanto podrían mejorarse los resultados haciendo diferentes decisiones de diseño o “aflojando” ciertas suposiciones realizadas.

1. INTRODUCCIÓN

Definiremos a la **resistencia de materiales** como la ciencia que trata de la resistencia y de la rigidez de los elementos de las estructuras y/o máquinas. La base fundamental de esta ciencia se apoya en los teoremas de la mecánica general, sobre todo en la estática.

La diferencia entre la resistencia de materiales y la mecánica teórica radica en que, mientras que la segunda trata de las leyes del movimiento de los sólidos interpretados como rígidos, la primera tiene en cuenta las propiedades de los cuerpos deformables.

Se tendrá como fin la elaboración de métodos simples de cálculo aceptables desde el punto de vista práctico, de los elementos típicos más frecuentes de las estructuras. Para ello se emplearán diversos procedimientos aproximados. La necesidad de obtener resultados concretos y numéricos al resolver los problemas prácticos nos obliga en algunos casos a recurrir a hipótesis (o suposiciones) simplificadas las cuales deberán ser adecuadamente justificadas.

También se dará una interpretación correcta sobre la capacidad de trabajo y utilización práctica de las estructuras analizadas.

Al realizar los cálculos, los métodos de la resistencia de materiales se deberán de emplear de manera creativa y teniendo en cuenta que el éxito del cálculo práctico radica no tanto en el empleo de métodos complicados, sino en la capacidad de “penetrar” en los problemas, de encontrar las hipótesis más apropiadas y de “llevar” el cálculo a resultados numéricos definitivos.

2. SISTEMA REAL Y ESQUEMA DE CÁLCULO (DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE)

El estudio de la resistencia del objeto o sistema real comienza por escoger el esquema de cálculo. Al comenzar el cálculo de la estructura se debe, ante todo, separar lo importante de lo que carece de importancia, es decir, se debe esquematizar la estructura prescindiendo de todos aquellos factores que no influyen seriamente sobre el comportamiento del sistema como tal.

Este tipo de simplificación del problema es absolutamente necesario, puesto que sería prácticamente imposible tener en cuenta todas las propiedades de la estructura.

Ej: cálculo de la resistencia del cable de un ascensor:

Se considera:

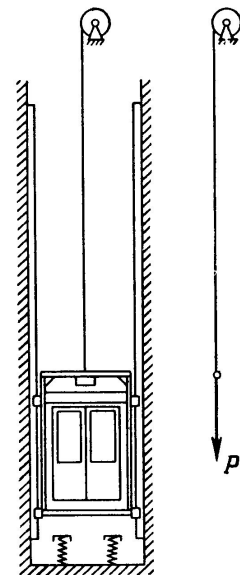
- Peso de la cabina
- Aceleración
- Peso del cable (si se eleva una gran altura)

No se considera:

- Resistencia aerodinámica que ofrece el ascensor
- presión barométrica a diferentes alturas
- variación de la temperatura con la altura.

El cuerpo real, libre de todo lo que carece de importancia, se denomina **esquema de cálculo** o **diagrama de cuerpo libre**

Un sistema mecánico se define como un cuerpo o un grupo de cuerpos que puede ser aislado de todo otro cuerpo. Una vez que se ha decidido que parte, elemento, subconjunto, etc., va a ser analizado, este sistema se considera como un único cuerpo y se procede a aislarlo de los cuerpos que lo rodean. Esto se hace por medio del llamado **diagrama de cuerpo libre**, donde los cuerpos vinculados se sustituyen por fuerzas adecuadas (se deberán incluir también las fuerzas de inercia). Solo después de que dicho croquis haya sido cuidadosamente trazado, se procederá con los cálculos.



Procedimiento para el trazado de un DCL

Paso 1 – Tomar una decisión clara sobre que sistema (parte, elemento, subconjunto, máquina, estructura, etc.) va a ser aislado.

Paso 2 – El sistema elegido es aislado por un trazo que representa una “envolvente” externa completa. el trazo de dicha envolvente debe ser una superficie cerrada que defina la separación del sistema de todos los otros cuerpos en contacto o que ejercen fuerzas de masa. este paso normalmente es el mas importante.

Paso 3 – Todas las cargas que actúan sobre el sistema aislado (de contacto, remotas o de inercia) se representan en sus posiciones adecuadas en el croquis. Se deben colocar las fuerzas conocidas y las desconocidas. es necesario ser consistente con las características asignadas a las fuerzas desconocidas.

Paso 4 – La elección de ejes de coordenadas se indicarán directamente en el diagrama. Pueden agregarse otras dimensiones geométricas, pero dado que el objeto del diagrama es visualizar claramente las cargas exteriores, no conviene recargarlo con información extraña.

Notas:

- De lo anterior resultará decisivo para la correcta formulación del modelo matemático; el aislar el sistema elegido y la representación sistemática de todas las fuerzas actuantes
- Un mismo cuerpo o sistema puede tener esquemas de cálculo distintos, según sea el caso (ver mismo ej.)

La elección del esquema de cálculo comienza por esquematizar las propiedades de los materiales. Generalmente se considera que todos los materiales son:

1. Homogéneos: cualquier parte de el tiene las mismas propiedades independientemente de su volumen.
2. Continuos: la continuidad de la materia que ocupa totalmente el volumen del sólido permite aplicar a los mismos el cálculo infinitesimal.
3. Isótropos: las propiedades de cualquier parte del cuerpo son independientes de la orientación de dicha parte.
4. Elásticos: propiedad del cuerpo de restablecer sus dimensiones originales (esta prop. será aplicable a la mayoría de los problemas de resistencia de materiales),

independientemente de sus propiedades internas.

Al elegir el esquema de cálculo se introducen ciertas simplificaciones en la propia geometría del objeto. La simplificación esencial consiste en la reducción de la forma geométrica del sólido a una barra o una bóveda.

Se llama **barra** a todo cuerpo que tiene una dimensión (su longitud) mucho mayor que las otras dos. Geométricamente la barra se obtiene moviendo una figura plana a lo largo de una curva (fig.2)

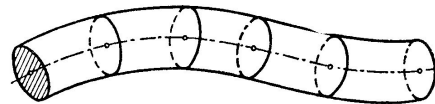


Fig. 2.

esta curva se denomina *eje de la barra*, mientras que la figura que tiene su centro de gravedad* sobre el eje y es perpendicular a este, se denomina *sección transversal*. La barra puede tener sección constante o variable. la sección puede también girar alrededor del eje, obteniendo así una barra “retorcida” (la mecha de un taladro es un ejemplo de este tipo de barras).

Hay muchas estructuras que pueden ser consideradas compuestas por elementos del tipo de las barras.

El segundo tipo de esquema geométrico que se emplea en la resistencia de materiales es la **bóveda**. Se entiende por bóveda todo cuerpo que tiene una dimensión (espesor) muy pequeña en comparación con las otras dos. A este esquema se reducen elementos estructurales como las paredes de los recipientes, las cúpulas de los edificios, etc.

Al esquematizar los objetos reales, se simplifican también los sistemas de fuerzas aplicados a los elementos de las estructuras. Así aparece el concepto de **fuerza concentrada**, cuando las dimensiones del área de aplicación de la fuerza son pequeñas comparadas con las dimensiones generales de la barra.

Cuando un cuerpo rígido está en **equilibrio**, la resultante de todas las fuerzas y momentos que actúan sobre la misma debe ser igual a cero:

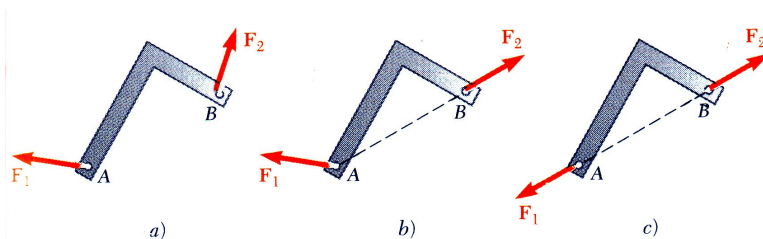
Después de que se han determinado o estimado ciertas cargas iniciales aplicadas, las ecuaciones básicas de equilibrio permiten establecer las cargas en otros puntos. Para un cuerpo en el que no actúa la aceleración, las ecuaciones pueden expresarse en forma simple como:

$\Sigma F=0$ y $\Sigma M=0$, para un cuerpo en que sí actúa la aceleración:

$$\Sigma F=ma \text{ y } \Sigma M=I\alpha$$

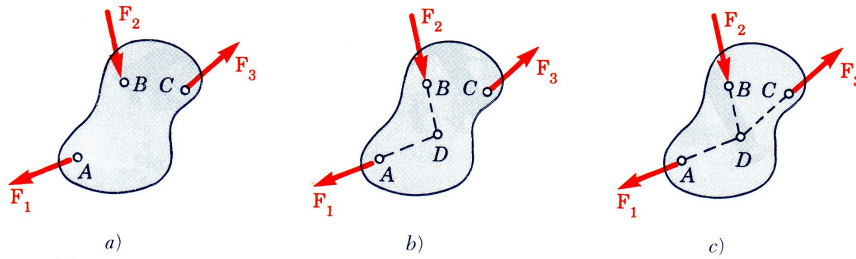
Estas ecuaciones se aplican con respecto a cada uno de cualquiera de los tres ejes perpendiculares entre sí (designados por X, Y y Z), aún cuando en muchos problemas las fuerzas y los momentos están presentes con respecto a sólo uno o dos de estos ejes.

- **Si un cuerpo sometido a la acción de dos fuerzas** está en equilibrio, entonces las dos fuerzas que actúan sobre este deben tener la misma magnitud, la misma línea de acción y sentidos opuestos:



- **Si solo están involucradas tres fuerzas** en el DCL, el resto de la solución se lleva a cabo más fácilmente formando el llamado “triángulo de fuerzas”, pudiéndose resolver gráfica o analíticamente para un máximo de dos incógnitas. En este caso

las líneas de acción de las tres fzas. Deberán ser concurrentes o paralelas:


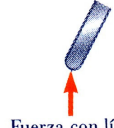


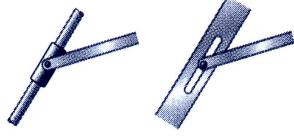
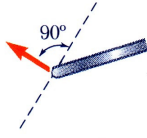

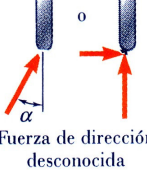




- **Si están involucradas más de tres fuerzas**, lo más conveniente consiste en emplear una solución analítica. Se selecciona un sistema de coordenadas cartesiano xOy y cada una de las fuerzas mostradas en el DCL se descomponen en sus componentes x e y , y luego se resuelven la ecuación cardinal en ambas componentes.

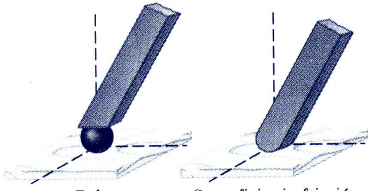
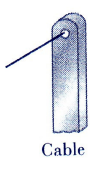

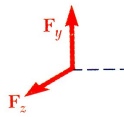

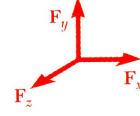
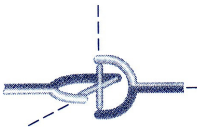
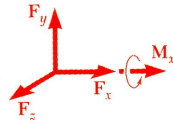
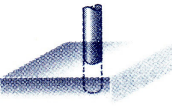
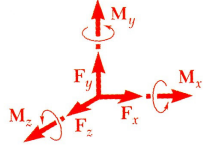
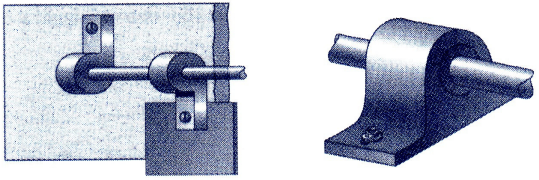
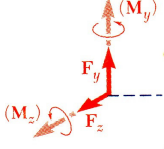

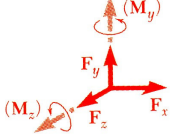
Después de dibujar el DCL (caso bidimensional) puede pasar que:

1. Las reacciones involucran menos de tres incógnitas, se dice que el sistema es hipostático, y es posible que se mueva.
2. Las reacciones involucran más de tres incógnitas, se dice que el sistema es estáticamente indeterminado o hiperestático, y no podrán hallarse la totalidad de las reacciones solo con las ecuaciones cardinales.
3. las reacciones pasan a través de un solo punto o son paralelas; se dice que el cuerpo está impropiamente restringido y puede haber movimiento bajo una condición general de carga.

Reacciones en los puntos de apoyo y conexiones de una estructura bidimensional

Apoyo o conexión	Reacción	Número de incógnitas
 <p>Rodillos o patines Balancín Superficie sin fricción</p>	 <p>Fuerza con línea de acción conocida</p>	1
 <p>Cable corto Eslabón corto</p>	 <p>Fuerza con línea de acción conocida</p>	1
 <p>Collarín sobre una barra sin fricción Perno sin fricción en una ranura lisa</p>	 <p>Fuerza con línea de acción conocida</p>	1
 <p>Perno sin fricción, articulación o bisagra Superficie rugosa</p>	 <p>Fuerza de dirección desconocida</p>	2
 <p>Apoyo fijo</p>	 <p>Fuerza y par</p>	3

Reacciones en los apoyos y conexiones de una estructura tridimensional

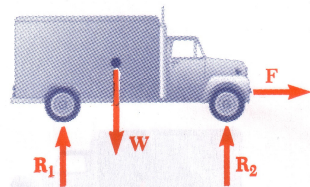
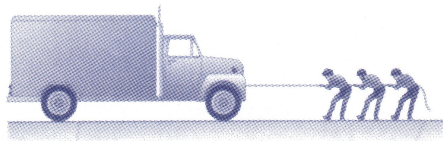
 <p>Bola Superficie sin fricción (lisa)</p>	 <p>Cable</p> <p>Fuerza con línea de acción conocida (una incógnita)</p>
 <p>Rodillo sobre superficie rugosa Rueda sobre riel</p>	 <p>Dos componentes de fuerza</p>
 <p>Superficie rugosa Rótula (bola y cuenca)</p>	 <p>Tres componentes de fuerza</p>
 <p>Junta o unión universal</p>  <p>Tres componentes de fuerza y un par</p>	 <p>Apoyo fijo o empotramiento</p>  <p>Tres componentes de fuerza y tres pares</p>
 <p>Bisagra y cojinete que soportan carga radial únicamente</p>	 <p>Dos componentes de fuerza (y dos pares)</p>
 <p>Pasador y ménsula</p> <p>Bisagra y cojinete que soportan empuje axial y carga radial</p>	 <p>Tres componentes de fuerza (y dos pares)</p>

3. FUERZAS INTERNAS Y EXTERNAS

Las fuerzas que actúan sobre un cuerpo rígido se pueden dividir en dos grupos:

1) Fuerzas externas y 2) Fuerzas internas

1. Las **fuerzas externas** representan la acción que ejercen otros cuerpos sobre el cuerpo rígido bajo consideración. Ellas son las responsables del comportamiento externo del cuerpo rígido. Las fuerzas externas causarían que el cuerpo se mueva o asegurarían que éste permanezca en reposo.
2. Las **fuerzas internas** son aquellas que mantienen unidas las partículas que conforman el cuerpo rígido. Si este está constituido por varias partes, las fuerzas que mantienen unidas a dichas partes también se definen como fuerzas internas.



Como ejemplo de fuerzas externas, considérense las fzas. que actúan sobre un camión descompuesto que está siendo arrastrado hacia delante por varios hombres mediante cuerdas unidas al paragolpe delantero. Las fuerzas externas que actúan sobre el camión se muestran en un **DCL**. En primera instancia, considérese el peso del camión. A pesar de que el peso representa el efecto de la atracción de la tierra sobre cada una de las

partículas que constituyen el camión, éste se puede representar por medio de una sola fuerza W . El punto de aplicación de esta fuerza, esto es, el punto donde actúa la fuerza, se define como el centro de gravedad del camión.

$(\Sigma Q_n)_{iz} + (\Sigma Q_A) = -(\Sigma Q_A) + (\Sigma Q_n)_{der} = 0$, donde Q representan fuerzas y/o momentos para la parte de la barra situada a la izquierda o a la derecha de la sección A.

Cada una de las ecuaciones escritas de forma simbólica equivale a seis ecuaciones de equilibrio.

Ejemplo:

