

5

Estructuras y mecanismos básicos



PALABRAS CLAVE

Estructura
Fuerza
Carga
Esfuerzo
Mecanismo
Palanca
Polea
Polipasto
Engranaje

Accede al QR, visualiza el vídeo y responde: ¿Qué son las estructuras?



26tn0s1115



SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Se puede definir la **estructura** como el armazón, distribución u orden que presentan las partes de un todo. Nos referiremos en esta unidad a las partes resistentes que sujetan un cuerpo y mantienen su forma. Como **producto final** construiréis una torre con barras de papel capaz de soportar una carga de tres kilogramos en su parte superior sin romperse ni caerse y realizaréis entre toda la clase un concurso sobre cuál resiste más.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Estructuras, fuerzas y cargas

2. Tipos de esfuerzos

3. Estabilidad, resistencia y rigidez

Tarea 1. Edición de un vídeo sobre esfuerzos

4. Tipos y elementos estructurales

5. Mecanismos

6. Transmisión de movimiento lineal

7. Transmisión de giro

Tarea 2. Simulación y construcción de engranajes

Producto final

Construcción de una torre triangulada de papel

COMPRENSIÓN LECTORA: Revista de tecnología

Grandes errores y aprendizajes

IDEAS CLARAS

Repaso y evaluación

Actividades de repaso

Autoevaluación

Rúbrica de aprendizaje

¿Qué sabes de estructuras y mecanismos?

- 1 ¿Qué entiendes por estructura de un edificio?
- 2 ¿Para qué crees que sirve la estructura de un cuerpo?
- 3 ¿Qué es un mecanismo? ¿Dónde se encuentran?
- 4 ¿Para qué se emplea una palanca? ¿Y una polea?

1 ESTRUCTURAS, FUERZAS Y CARGAS

1.1. ¿Qué son las estructuras?

Los cuerpos y objetos se sostienen porque poseen una **estructura** que evita que se deformen bajo la acción de las fuerzas.

Las **fuerzas** pueden modificar la forma o el movimiento de los cuerpos, como por ejemplo la deformación que sufre un balón al ser golpeado o el movimiento de un barco cuando el viento empuja sus velas.

La **estructura** de un cuerpo es el conjunto de sus elementos destinados a soportar las fuerzas que actúan sobre él, evitando que se rompa o se deforme demasiado.

Las estructuras pueden ser:

- **Naturales:** son las que existen en la naturaleza y no han sido creadas por los seres humanos. Por ejemplo, una tela de araña, el esqueleto de un dinosaurio, la presa de un castor...
- **Artificiales:** son las creadas por los seres humanos, como la torre Eiffel, la presa de un pantano, un vaso de plástico...

1.2. Las cargas

Se denomina **carga** a la fuerza que actúa sobre una estructura.

Las hay de dos tipos:

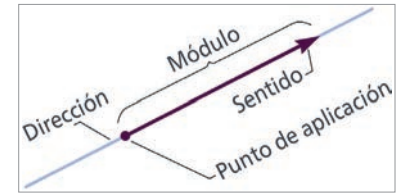
- **Cargas fijas:** se mantienen siempre a lo largo de la vida de la estructura, como su propio peso y el de los elementos fijos del cuerpo.
- **Cargas variables:** cambian a lo largo del tiempo. Pueden ser:
 - **Cargas de uso:** por ejemplo, el peso de las personas, muebles, vehículos o añadidos que pueden moverse o quitarse.
 - **Cargas ambientales:** las ocasionadas por fenómenos naturales variables como el viento, la nieve o terremotos.

1.3. Tensiones y esfuerzos

Las cargas producen **tensiones internas** en los cuerpos cuando actúan sobre ellos, estas tensiones internas se denominan **esfuerzos**.

Dependiendo de la intensidad de las cargas, de su dirección y sentido, de su distribución, de dónde se apliquen y de la forma del cuerpo, estos esfuerzos pueden ser de distintos tipos y afectan de distinta manera a la estructura.

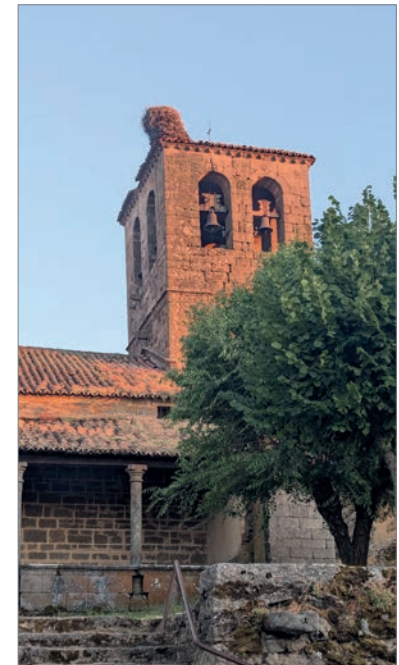
Los tipos principales de esfuerzo son tracción, compresión, flexión, torsión y cortante.



Las fuerzas se representan mediante una dirección, sentido e intensidad (módulo) y punto de aplicación. Son **magnitudes vectoriales**.



Un nido de cigüeña puede tener más de 200 kg de masa.





Reflexiona

- 1 ★★ Observa la fotografía de la página anterior y encuentra en ella al menos dos estructuras naturales y cuatro artificiales. ¿Cuáles son? ¿De qué materiales están hechas?
- 2 ★★ Imagina a qué tipo de carga estará sometida principalmente cada una de esas estructuras. Clasifica las cargas en fijas y variables.



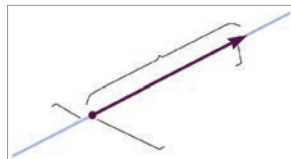
Practica

- 3 ★★ Coge una goma de borrar y haz lo siguiente:
 - a) Golpéala lateralmente con tu dedo. ¿Se desplaza o se deforma?
 - b) Aplica una fuerza aplastándola contra la mesa y observa qué ocurre. ¿Se mueve? ¿Por qué? ¿Qué le pasa internamente?
- 4 ★★ ¿Qué tiene que existir para que un cuerpo en reposo no se mueva al aplicar una fuerza sobre él? En el caso de los cuerpos que están sometidos a la fuerza de la gravedad (piensa en ti mismo), ¿quién o qué hace que no te muevas hacia abajo?
- 5 ★★ Imagina y describe la dirección de las cargas (por ejemplo, tu peso) cuando estás sentado en una silla.



Consolida

- 6 ★★ Escribe y responde en tu cuaderno a estas preguntas:
 - a) ¿Qué es una estructura?
 - b) ¿Por qué son necesarias las estructuras?
 - c) ¿Qué dos tipos de estructuras hay según el texto? Da cinco ejemplos de cada una de ellas.
 - d) ¿Qué es una carga?
 - e) ¿Cómo clasificamos las cargas? Da tres ejemplos de cada una de ellas.
- 7 Relaciona la definición con el término correspondiente: fuerza, carga y esfuerzo:
 - a) Puede modificar la forma o el movimiento de los cuerpos.
 - b) Tensión interna producida por una carga que actúa sobre un cuerpo.
 - c) Fuerza que actúa sobre una estructura.
- 8 ★★ Dibuja este vector en tu cuaderno y señala sobre él los distintos elementos que podemos apreciar en una fuerza.



- 9 ★★ Explica con tus palabras qué representa cada concepto que has reflejado sobre el vector en la actividad anterior.
- 10 ★★ ¿Qué cargas están actuando en este momento sobre el edificio en el que te encuentras?



Cada tipo de esfuerzo se caracteriza por la deformación o efecto que produce en la estructura en la que aparece. Para reconocerlos, imagina que el objeto fuera de plastilina, ¿cómo se deformaría?

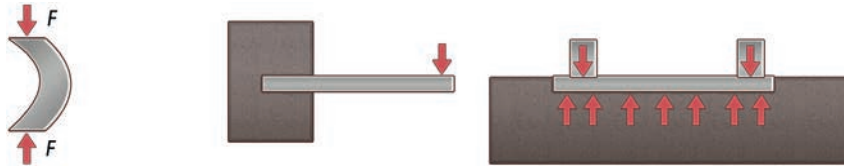
TIPOS DE ESFUERZOS	
<p>TRACCIÓN</p> <p>Aparece cuando las fuerzas intentan estirar el elemento sobre el que están actuando. Son fuerzas que actúan en la misma dirección dirigidas hacia el exterior de la pieza.</p>	
Efecto	El elemento se alarga o estira.
Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> • Los cables de un puente colgante. • Los tirantes de una mochila cargada.
<p>COMPRESIÓN</p> <p>Aparece cuando las fuerzas intentan aplastar el elemento sobre el que están actuando. Son fuerzas enfrentadas en la misma dirección y sentidos opuestos, hacia el interior de la pieza.</p>	
Efecto	El elemento se acorta o aplasta.
Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> • Las patas de una mesa. • El pedestal de una estatua.
<p>FLEXIÓN</p> <p>Aparece cuando las fuerzas pretenden doblar el elemento. Pueden estar en distintas posiciones y dependen de la forma de la pieza.</p>	
Efecto	El elemento se dobla o arquea.
Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> • Un estante cargado de libros. • La barra del armario con ropa colgada.
<p>TORSIÓN</p> <p>Aparece cuando las fuerzas intentan retorcer o girar el elemento. Son dos fuerzas de giro en sentido contrario.</p>	
Efecto	El elemento se retuerce.
Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> • Una llave al girar. • Un destornillador apretando un tornillo.
<p>CORTANTE O CIZALLADURA</p> <p>Las fuerzas intentan seccionar o cortar el objeto al estar muy juntas, pero no enfrentadas completamente.</p>	
Efecto	Corte o separación de dos secciones.
Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> • Las hojas de una tijera cortando un papel. • Una alcayata sujetando un cuadro en la pared.

Aunque estos son los esfuerzos principales, a menudo los objetos experimentan esfuerzos combinados, como el pandeo, que es una mezcla de flexión y compresión.



Reflexiona

- 11 ★★ Observa estos dibujos. ¿Qué tipo de esfuerzo aparecería en estas barras imaginando su deformación?



- a) Barra curva empujada por sus extremos.
 b) Viga en voladizo.
 c) Zapata alargada.
- 12 ★★ ¿Crees que en alguno los dibujos anteriores aparecen dos tipos de esfuerzo distintos a la vez? ¿Cuáles?
- 13 ★★ Copia este dibujo, nombra las distintas partes de la estructura y di a qué esfuerzo está sometida cada una.



Practica

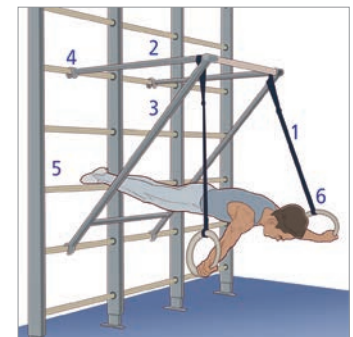
- 14 ★★ Coge un trozo de plastilina en forma de tubo o una nube de golosina y aplica los diferentes esfuerzos, ¿qué deformación se produce con cada uno?

- 15 ★★ Copia este dibujo en tu cuaderno y analiza cómo soporta la estructura el peso del gimnasta.

- a) Imagina cómo se deformaría cada elemento de la estructura si fuera de un material plástico e indica, por tanto, a qué tipo de esfuerzo está sometido.

1. Tirante. 2. Barra horizontal. 3. Barra diagonal.
 4. Barra espaldera. 5. Soporte espaldera.

- b) Las anillas (6) que se utilizan en gimnasia son un caso muy especial, a pesar de que las fuerzas (mano y tirante) corresponderían a un esfuerzo de tracción, la forma circular de la anilla hace que sufra otro. ¿Cuál es?



Consolida

- 16 ★★ Copia la definición de cada tipo de esfuerzo junto con el dibujo que muestra las fuerzas y la deformación que producen.
- 17 ★★ Haz una tabla con los cinco tipos de esfuerzos y cuatro ejemplos de cada uno de ellos en la vida cotidiana.
- 18 ★★ Analiza los esfuerzos a los que están sometidos los peldaños y las patas de esta escalera. ¿Para qué sirven las cintas? ¿Qué esfuerzo resisten cuando trabajan? ¿Se podrían sustituir por otro tipo de elemento o hacerlas de otro material?



3 ESTABILIDAD, RESISTENCIA Y RIGIDEZ

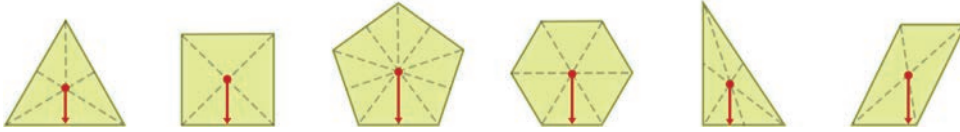
Accede al QR y visualiza el vídeo sobre resistencia y rigidez de una estructura.



26tn0s1117

La **estabilidad**, la **resistencia** y la **rigidez** son las tres condiciones que tiene que cumplir una estructura para funcionar correctamente:

La **estabilidad** es la capacidad de una estructura para mantenerse en pie sin volcarse. Para ello, su **centro de gravedad** debe estar centrado en su base y cuanto más bajo mejor.



Existen diferentes maneras de aumentar la estabilidad en una estructura:

- Ampliando la base donde se apoya.
- Bajando su centro de gravedad (añadiendo peso en la parte inferior).
- Colocando tirantes que la sujeten al suelo.

La **resistencia** es la propiedad de una estructura de soportar sin romperse los esfuerzos a los que está sometida. Para ello, la **tensión** que experimenta debe estar por debajo de la **tensión de rotura** del material del que está hecha.

La resistencia de una estructura se puede mejorar con estas acciones:

- Aumentar el tamaño de la sección que resiste el esfuerzo.
- Emplear un material más resistente (acero, hormigón, madera...).
- Cambiar la geometría del elemento para adaptarlo al esfuerzo que soporta, reduciendo su esbeltez si está comprimido y aumentando su canto si está flexionado.

La **rigidez** consiste en que las estructuras se deformen de manera controlada bajo la acción de las cargas que las afectan.

La rigidez se aumenta de la misma manera que la resistencia. En las **estructuras de barras** es muy importante emplear triángulos en el diseño (también se llaman **estructuras trianguladas**) puesto que es la única figura indeformable.



Una pirámide es muy estable porque su base es ancha y su centro de gravedad es bajo.



Un puente metálico puede soportar más peso que uno igual hecho de madera.



La torre de alta tensión se hace con triángulos metálicos para que sea ligera e indeformable.

Centro de gravedad

El centro de gravedad de un cuerpo es el punto en el que se considera concentrada toda su masa a efectos de equilibrio.





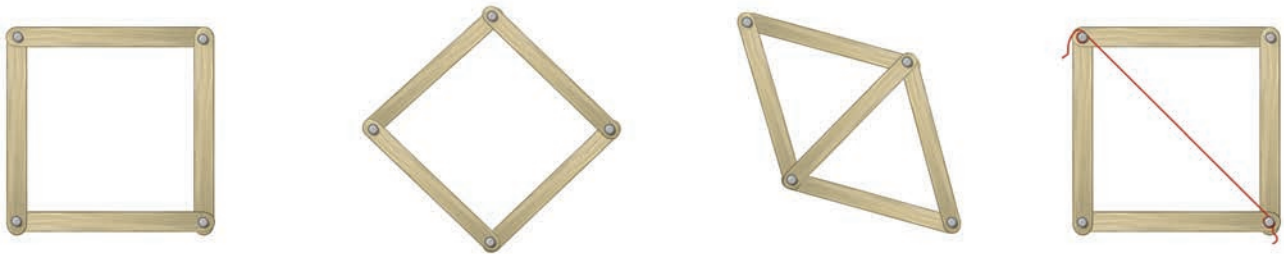
Reflexiona

- 19 ★★ Observa los dibujos de los cuerpos geométricos de la página anterior y sus centros de gravedad. ¿Cuál será más estable? ¿Cuál menos? ¿Por qué?
- 20 ★★ Piensa y responde: ¿Todos los materiales rígidos son resistentes? ¿Todos los materiales resistentes son rígidos? Considera estos materiales: acero de un martillo, tubo de ensayo de vidrio, pelota de caucho.



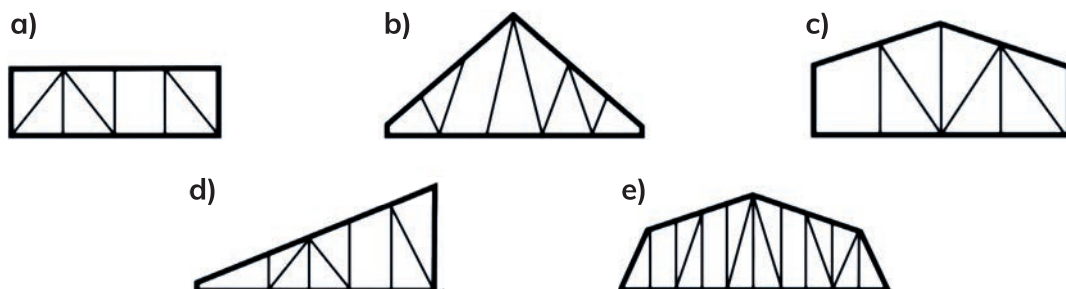
Practica

- 21 ★★ Coloca tu estuche en pie sobre su base, sobre un lateral y sobre el fondo. ¿Sobre qué cara presenta más estabilidad? ¿Por qué?
- 22 ★★ Coge cuatro palitos de helado y únelos en sus extremos mediante ágrafes. ¿Qué pasa si les aplicas la mínima fuerza?
- 23 ★★ Añade un palito en su diagonal para transformarlo en una estructura triangulada. ¿Es posible deformarlo fácilmente ahora?
- 24 ★★ Quita el palito diagonal y sustitúyelo por un hilo. ¿Funciona al aplicar fuerzas en todas las direcciones? ¿Cómo lo puedes solucionar?



Consolida

- 25 ★★ Realiza dos columnas y relaciona mediante flechas cada condición con su propiedad:
Condición: 1. Estabilidad; 2. Resistencia; 3. Rigidez.
Propiedades: a) Para que no se rompa; b) Para que no se deforme demasiado; c) Para que no vuelque.
- 26 ★★ Elabora una tabla con cada condición de las estructuras y las formas en las que podemos mejorarlas.
- 27 ★★ Copia estas estructuras y añade las barras que necesiten para hacerlas indeformables:

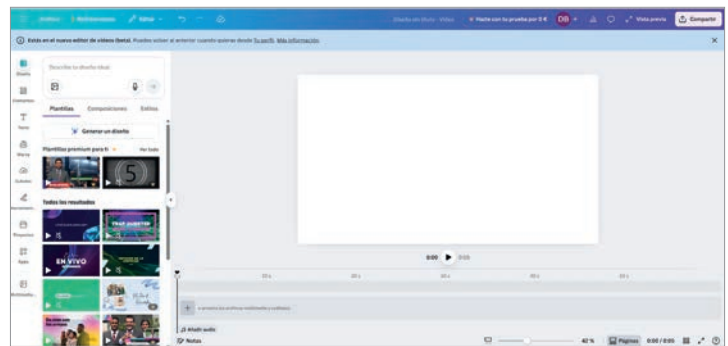
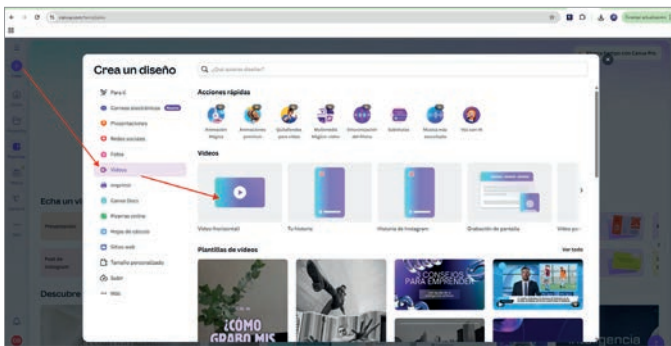




Vamos a elaborar un vídeo explicativo de los distintos conceptos relacionados con las estructuras que hemos visto hasta ahora, partiendo de los archivos que tienes en tu Libro digital vamos a insertarlos, a modificarlos y a añadir comentarios y sonido.

1. Recopilar los recursos

1. Descarga el archivo **01_edicion_video_esfuerzos.zip** de tu Libro digital que contiene los vídeos numerados del **01** al **09** y guárdalos en tu carpeta de trabajo de esta unidad.
2. Entra en la página web de **Canva** (https://www.canva.com/es_es/). Si no tienes una cuenta regístrate con tu correo que te ha proporcionado el centro.
3. Indica que quieres crear un vídeo.
4. Carga tus archivos de vídeo en el programa.



Una vez que los tengas cargados en la columna de recursos, vamos a seguir unos pasos ordenados para facilitar el trabajo de edición y hacerlo más sencillo:

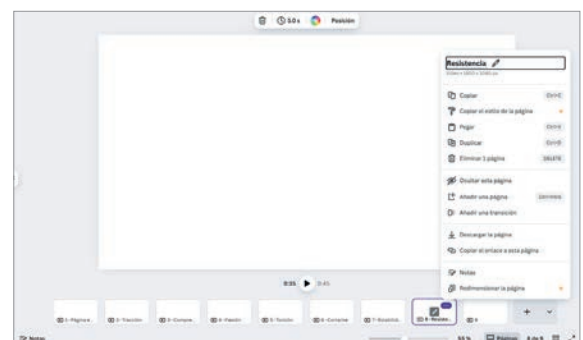
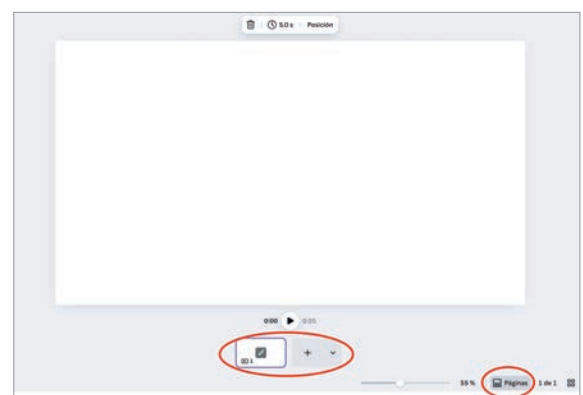
- Primero insertaremos todos los fragmentos de vídeo.
- Después los editaremos modificando su tamaño y añadiendo texto y efectos.
- Por último, cuando tengamos montada toda parte gráfica, grabaremos el audio explicando lo que ocurre en los vídeos.

2. Ordenar la secuencia de vídeos

1. Crea páginas en blanco pinchando el **botón +**, hasta tener **11**.
2. Deja la primera página en blanco para que sea la portada inicial.
3. Arrastra cada vídeo hasta una página en blanco para insertarlo en ella. Eso hará que en la zona de edición cada página adquiera la duración de cada uno de los vídeos.
4. Ordena la secuencia de vídeos de esta manera:

1. Página en blanco inicial; 2. Tracción; 3. Compresión; 4. Flexión; 5. Torsión; 6. Cortante; 7. Estabilidad; 8. Resistencia; 9. Rigidez1; 10. Rigidez2; 11. Página en blanco final.

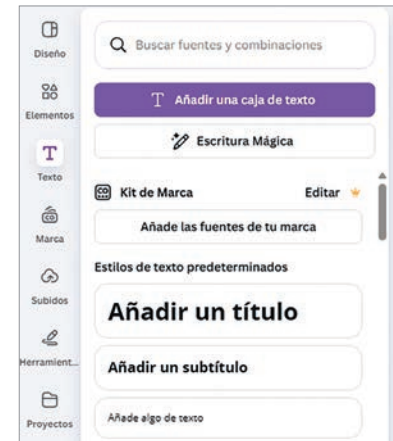
Para ello, pincha en la miniatura del vídeo de la barra de edición y arrastra hasta el lugar deseado (que aparece como una raya vertical azul).



3. Añadir texto a cada vídeo

Cuando estén todas las páginas ordenadas modifica el vídeo insertado y añade texto siguiendo estas instrucciones en cada página:

1. Cambia el tamaño del vídeo arrastrando desde sus vértices para que ocupe toda la altura de la página.
2. Coloca el vídeo completamente a la derecha de la página.
3. Selecciona la herramienta **Texto** de la barra de la izquierda, para añadir un texto explicativo en la parte izquierda de cada página. Escribe el texto en el interior del espacio y cambia el tamaño, tipo de letra y color de cada parte del texto para que quede algo similar a la imagen.

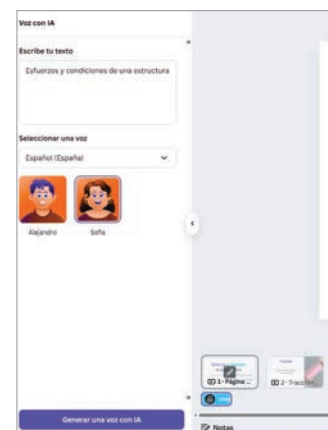


1. **Esfuerzo:** Tensión interna que aparece dentro de un elemento estructural sometido a la acción de cargas.
2. **Tracción:** Las fuerzas pretenden estirar el objeto.
3. **Compresión:** Las fuerzas tienden a aplastar el objeto.
4. **Flexión:** Las fuerzas intentan doblar el objeto.
5. **Torsión:** Las fuerzas pretenden retorcer el objeto.
6. **Cortante:** Las fuerzas intentan seccionar el objeto (separar dos partes).
7. **Estabilidad:** Calidad de una estructura que le permite mantenerse en equilibrio.
8. **Resistencia:** Capacidad de aguantar sin romperse de una estructura.
9. **Rigidez1:** Deformación controlada. Las estructuras de barras que no forman triángulos son fácilmente deformables.
10. **Rigidez2:** Con barras podemos triangular las estructuras y aumentar su rigidez.
11. **Página final:** La puedes utilizar para añadir un comentario final, así como tu nombre y curso.

4. Añadir audio a cada vídeo

Ahora que ya tenemos la parte gráfica creada vamos a añadir audio:

1. Selecciona la herramienta **Audio** de la columna de la izquierda.
2. Coloca la línea de reproducción en el momento en el que quieras que se inicie la grabación del sonido. Escoge **Record voiceover** para grabar el sonido. Presiona **Recording** y espera que termine la cuenta atrás para empezar a grabar.
3. También puedes escribir texto y añadir voz generada por IA que lee ese texto.
4. Finalmente, puedes añadir efectos, o hacer tus propias grabaciones y ampliar el contenido.



Nombra el archivo como **U5_01_edicion_video_esfuerzos_apellido1.nombre**.

Las estructuras han evolucionado a lo largo de la historia para hacerse cada vez más amplias, más altas y más ligeras. Esto se ha conseguido gracias al empleo de nuevas geometrías, materiales o técnicas de unión.

4.1. Estructuras masivas y adinteladas

Las primeras edificaciones permanentes estaban realizadas en piedra, eran **estructuras masivas**, y empleaban muros muy gruesos, con muy pocos huecos.

Posteriormente, aparecieron las estructuras **adinteladas** donde se empleaba un elemento horizontal llamado **dintel** o **arquitrabe** para salvar huecos, como en el Partenón de Atenas o las pirámides de Egipto.

- **Características:** Paredes gruesas, muy pocos huecos para puertas o ventanas, poco espacio interno y gran estabilidad.
- **Elementos estructurales:** muros de carga, dinteles y pilares o columnas.
- **Ejemplos:** pirámide, templo griego, murallas, presas...

4.2. Estructuras de arcos y bóvedas

El sistema adintelado tenía un problema: los dinteles horizontales se rompían con facilidad puesto que la piedra no soporta bien la flexión. Para solucionarlo, los romanos desarrollaron el **arco**, formado por piedras talladas en forma de cuña (**dovelas**) que se apoyan unas sobre otras.



Templo megalítico en Malta.



Templo de Hefesto en Atenas.



Acueducto romano de Segovia.



Iglesia románica de Frómista, Palencia

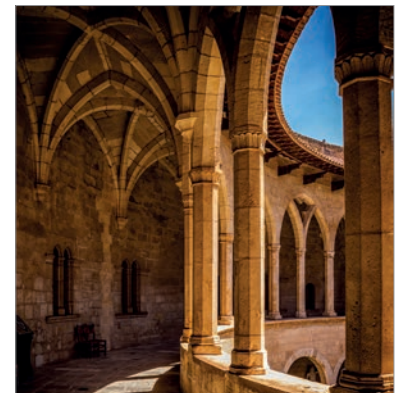


Vidrieras góticas de Saint Chapelle, París.

Gracias al arco, se pudieron construir puentes, acueductos y edificios como termas y basílicas. El románico utilizó el **arco de medio punto**, y el gótico, el **arco apuntado**.

Una sucesión de arcos alineados forma una **bóveda de cañón**, muy usada en las iglesias románicas. La **bóveda de crucería**, empleada en el gótico, permitió liberar grandes espacios.

- **Características:** Los arcos y bóvedas, que trabajan a compresión llevando las cargas hacia los laterales, necesitan contrafuertes o muros de apoyo.
- **Elementos estructurales:** arco, dovelas, clave (piedra central del arco), bóvedas, contrafuertes y arbotantes.
- **Ejemplos:** Acueducto de Segovia, iglesias y catedrales.



Bóveda de crucería apuntada. Castillo de Bellver, Palma de Mallorca

4.3. Estructuras trianguladas

Se comenzaron a utilizar en la Edad Media para cubrir edificios (**cerchas**) o salvar espacios horizontales (**vigas trianguladas**). Utilizan triángulos, que no se deforman aunque se apliquen fuerzas en sus vértices.



- **Características:** Ligereza y resistencia, solo experimentan esfuerzos de tracción y compresión.
- **Elementos estructurales:** barras, uniones en forma de nudos, cartelas.
- **Materiales:** Se utilizó madera en la Edad Media; fundición en el siglo XIX; acero en el siglo XX.
- **Ejemplos:** cubiertas de grandes espacios como iglesias, palacios o estaciones de tren, puentes y torres metálicas como la Torre Eiffel.



4.4. Estructuras colgantes

Aunque se habían empleado anteriormente, en el siglo XIX, con la invención del acero y los cables de gran resistencia, aparecieron las **estructuras colgantes** de grandes dimensiones. Estas estructuras se basan en cables tensados que soportan el peso llevándolo hasta pilares verticales. Su aplicación más usual son los **puentes colgantes** y **atirantados** como los de estas imágenes:



Este sistema también se ha empleado en cubiertas de estadios y grandes recintos deportivos, donde los techos parecen flotar gracias a cables y mástiles.

- **Características:** Permiten salvar distancias enormes con poco material.
- **Elementos estructurales:** pilones o mástiles verticales, cables primarios y secundarios, tirantes y tablero.
- **Ejemplos:** Puente Golden Gate (San Francisco, 1937), Puente del Alamillo en Sevilla, Puente Vizcaya en Getxo, Puente Rande en Pontevedra, etc.

4.5. Estructuras entramadas

El **entramado** es el tipo estructural de los edificios actuales. Consiste en una red de vigas y pilares que forman una especie de esqueleto, sobre el que se apoya el forjado.



Armaduras internas de las estructuras de hormigón.



Hormigonado de un forjado.

El **forjado** es el elemento horizontal compuesto de **viguetas** que trasladan las cargas hasta las **vigas**. Los **pilares** llevan las cargas hasta la **cimentación**, que las transmite al suelo repartiéndolas mediante **zapatas**, **losas** o **pilotes**.

- **Características:** Permiten edificios muy altos y con grandes ventanas ya que la estructura es solo una parte del edificio.
- **Elementos estructurales:** pilares, vigas, forjados, zapatas, losas y pilotes.



4.6. Otras estructuras modernas

Estructuras neumáticas. Utilizan aire para inflar tubos de plástico, se utilizan en hinchables infantiles y carpas de emergencia.



Estructuras laminares. Son superficies de hormigón o metal curvadas que forman cubiertas ligeras y resistentes.



Estructuras geodésicas. Mezclan las propiedades de las estructuras trianguladas y las bóvedas, al ser curvas y formadas por barras.



Estructuras tensegríticas. Combinan barras rígidas y cables tensados, creando formas muy ligeras y estables que en apariencia flotan, pero que en realidad se encuentran colgadas. Tensegridad es un acrónimo de *tensional integrity*.





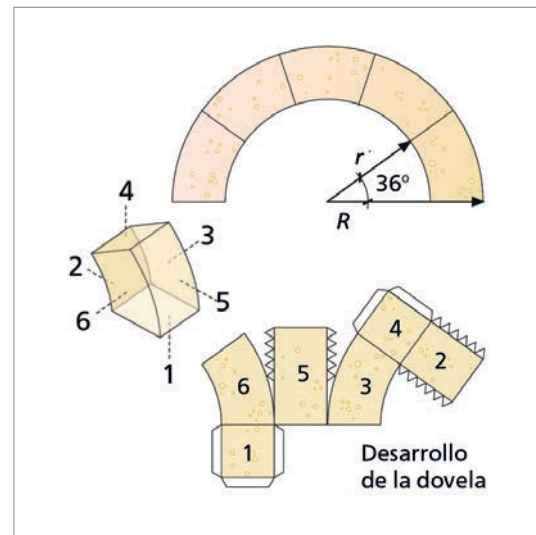
Reflexiona

- 28 ★★ La estabilidad, la resistencia y la rigidez son problemas que deben resolver todos los tipos de estructuras, pero cada tipo de estructura se ve más condicionado por uno de ellos.
- ¿Cuál era el problema principal que resolvían las estructuras masivas?
 - ¿Qué problema tenían las estructuras adinteladas que hizo aparecer los arcos?
 - ¿Qué preocupa en una estructura de barras trianguladas?
- 29 ★★ Explica razonadamente por qué no son ciertas las siguientes afirmaciones:
- Las catedrales de la edad media deberían haberse construido con cerchas metálicas.
 - Los egipcios construían pirámides con esa forma para que apuntaran al sol.
 - Las estructuras neumáticas podían fabricarse en la antigüedad.
 - El material es mucho más importante que la forma en las estructuras.



Practica

- 30 ★★ 👤 Observa el desarrollo plano de una dovela y reproduclo en una hoja de papel. Construir cinco y montar un arco. Si se desliza sobre la mesa y no se sostiene, poned dos libros a los lados. ¿Se sostiene mientras lo construís? ¿Y cuándo colocas la dovela central o clave? ¿Por qué son necesarios los libros en los extremos del arco? ¿Qué elemento arquitectónico cumple esa función en las construcciones medievales?
- 31 ★★ Investiga sobre la obra de Félix Candela y responde a estas preguntas: ¿Qué tipo de estructuras diseñó? ¿Con qué materiales las realizaba? ¿Dónde están la mayoría de sus construcciones?



Consolida

- 32 ★★ Elabora una tabla con las características, elementos y un ejemplo de cada tipo de estructura presente en el texto.
- 33 ★★ Haz un glosario con quince palabras técnicas de este apartado. Explica su significado y realiza un dibujo explicativo.
- 34 ★★ Busca y clasifica estos famosos monumentos según su tipo estructural:
- | | |
|----------------------------|-----------------------------------|
| a) Torres KIO | e) Puente del Alamillo en Sevilla |
| b) Acueducto de Segovia | f) Sagrada familia de Barcelona |
| c) Catedral de Burgos | g) Templo de Debod en Madrid |
| d) Cable Inglés de Almería | h) Puente de Vizcaya |

5 MECANISMOS

Un **mecanismo** es un conjunto de elementos que transmiten o transforman fuerzas y movimientos dentro de una máquina.

Los mecanismos facilitan el trabajo ya que realizan las siguientes funciones:

- **Aumentar o disminuir la velocidad** de un movimiento. Por ejemplo, los cambios de una bicicleta.
- **Llevar un movimiento de un punto a otro**, por ejemplo, la cadena de una bicicleta.
- **Modificar una fuerza**, multiplicándola o reduciéndola, como unas tijeras.
- **Cambiar la dirección** de un movimiento, por ejemplo, las poleas.
- **Transformar un tipo de movimiento en otro**, como un tornillo de banco.



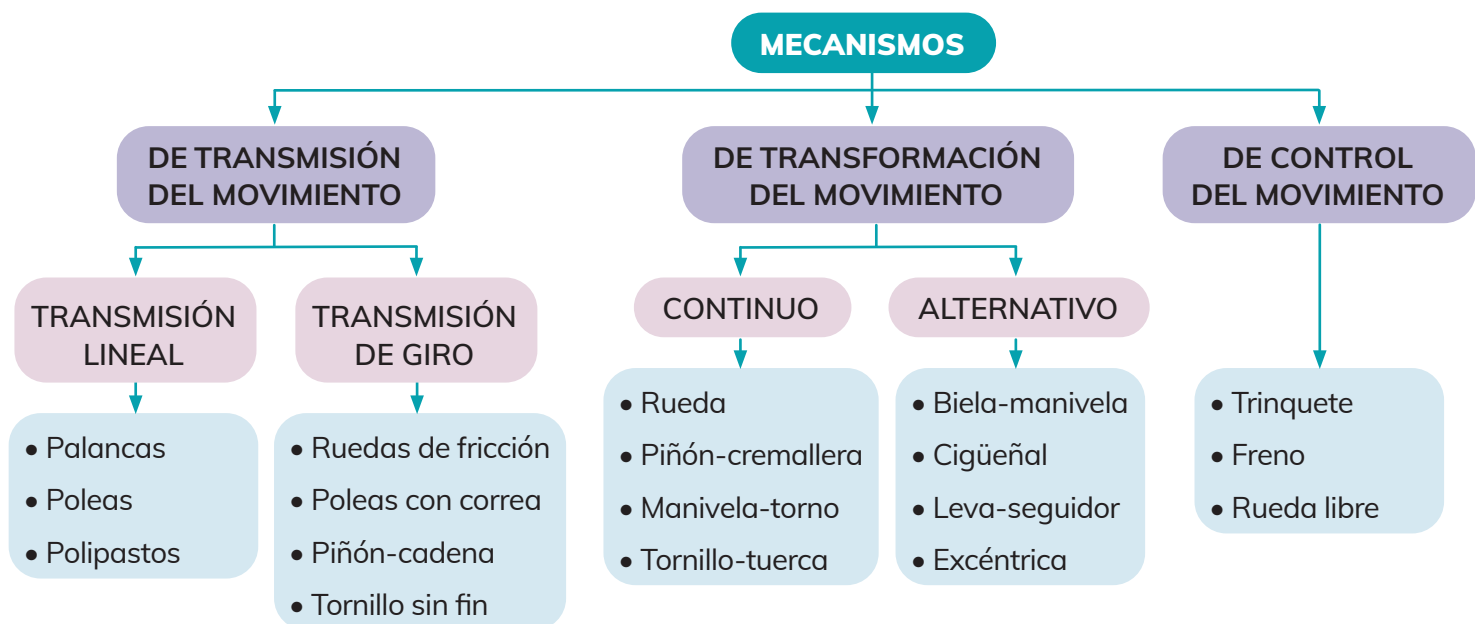
5.1. Clasificación de los mecanismos

Los mecanismos se clasifican según su función en:

1. Mecanismos de **transmisión de movimiento**: Llevan el movimiento de un punto a otro, puede ser movimiento lineal o de giro.
2. Mecanismos de **transformación de movimiento**: Transforman el giro en desplazamiento continuo o al revés, o bien transforman el giro en desplazamiento lineal alternativo o de vaivén. Suelen ser reversibles.
3. Mecanismos de **control de movimiento**: Permiten el movimiento en un solo sentido o lo detienen cuando es necesario.

Te interesa saber...

Los mecanismos pueden transformar fuerzas y movimientos, pero no aumentar el trabajo total implicado en el proceso: Si aumenta la fuerza disminuye la distancia recorrida y viceversa.





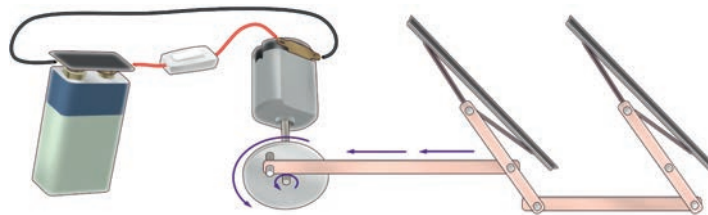
Reflexiona

- 35 ★★ ¿Qué utensilio empleamos para quitar la chapa a una botella? ¿De qué tipo de mecanismo se trata?
- 36 ★★ Piensa en tu día a día y en cómo te facilitan tu trabajo los mecanismos. Nombra cinco mecanismos que emplees en tu vida cotidiana
- 37 ★★ ¿Qué pasaría si en un reloj se rompiera uno de los engranajes? Explica el efecto que tendría sobre su funcionamiento.



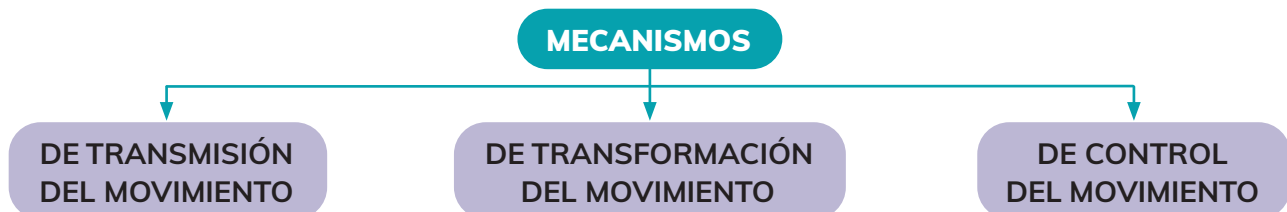
Practica

- 38 ★★ Dibuja un boceto sencillo de una bicicleta e identifica al menos tres mecanismos que contiene de entre los que están en el esquema de la página anterior.
- 39 ★★ Imagina el limpiaparabrisas de un coche con todos los elementos móviles que posee. Identifica los mecanismos presentes en él y explica su función.



Consolida

- 40 ★★ Explica con tus propias palabras qué es un mecanismo y para qué sirve.
- 41 ★★ Clasifica estos mecanismos según su función (transmitir, transformar o controlar): palanca, piñón-cadena, polea, engranaje, leva, biela-manivela, tornillo sin fin, trinquete, freno, rueda.
- 42 ★★ Copia y continua el esquema de la página anterior.



- 43 ★★ Escribe estas frases en tu cuaderno y completa los espacios vacíos:
- Una sirve para cambiar la dirección de una fuerza.
 - Un combina varias poleas y reduce el esfuerzo.
 - Los pueden aumentar o disminuir la velocidad del movimiento.
 - Si un mecanismo aumenta nuestra fuerza es a cambio de reducir la .



6.1. Palancas

Una **palanca** es una máquina simple que consiste en una barra rígida que gira alrededor de un punto fijo que se llama **fulcro**. Sirve para multiplicar nuestra fuerza, cambiar su dirección, comparar pesos, y para aumentar el recorrido o la velocidad de algo.

Una palanca se compone de estos elementos:

- **Fulcro (F):** punto de apoyo.
- **Potencia (P):** la fuerza que aplicamos.
- **Resistencia (R):** peso o fuerza que queremos vencer.
- **Brazos de potencia y resistencia:** distancia al fulcro desde el punto de aplicación de cada una de esas fuerzas.



Ley de la palanca

Todos los tipos de palancas cumplen esta expresión:

$$P \text{ (N)} \cdot d \text{ (m)} = R \text{ (N)} \cdot r \text{ (m)}$$

Potencia × Brazo de potencia = Resistencia × Brazo de resistencia

Ejemplo

Calcula qué fuerza (P) tenemos que hacer para levantar la piedra del dibujo. Datos: peso de la piedra = 600 N, distancia del fulcro a la piedra = 50 cm y distancia de nuestra fuerza al fulcro = 150 cm

La ley de la palanca permite despejar el cuarto elemento si se conocen tres de ellos.

$$P \cdot d = R \cdot r; P = R \cdot \frac{r}{d} = 600 \cdot \frac{50}{150} = 200 \text{ N}$$

Tipos de palancas

PRIMER GRADO	SEGUNDO GRADO	TERCER GRADO
<p>El fulcro se encuentra entre la potencia y la resistencia. Se emplean para multiplicar nuestra fuerza o comparar pesos.</p> <p>Balancín, tijeras, balanza de platillos, alicates, tenazas...</p>	<p>La resistencia se halla entre el fulcro y la potencia. Se emplean principalmente para multiplicar nuestra fuerza.</p> <p>Carretilla, abrebotellas, cascanueces...</p>	<p>La potencia está entre el fulcro y la resistencia. Se emplean para aumentar el desplazamiento o la velocidad de lanzamiento.</p> <p>Pinzas de depilar, caña de pescar, escoba, palo de golf, raqueta...</p>



Reflexiona

- 44 ★★ Imagina que vas a abrir una lata de pintura encajando un destornillador en su borde y haciendo palanca. ¿De qué tipo sería esa palanca? ¿Por qué nos resulta más sencillo abrirlo así que tirando directamente?
- 45 ★★ ¿Resulta más sencillo cortar un material duro con la punta de la tijera o pegándolo al punto de unión de ambas hojas de la tijera? ¿Por qué?
- 46 ★★ Observa cómo funciona un cortaúñas e identifica los elementos de las dos palancas que intervienen en él. Indica de qué grado es cada una.



Practica

- 47 ★★ Coge tu regla y colócala en equilibrio sobre un bolígrafo con cuerpo hexagonal como muestra la fotografía. Pon tu goma de borrar a 10 cm del punto de apoyo y prueba a colocar otros objetos en el otro lado de manera que estén en equilibrio. ¿A qué distancia se equilibró cada uno de ellos? ¿Sabrías decir en función de eso si son más o menos pesados que la goma?



- 48 ★★ Reproduce estos mecanismos en tu cuaderno y señala en cada caso el fulcro, la potencia y la resistencia.



- 49 ★★ Completa esta tabla aplicando la ley de la palanca:

POTENCIA	BRAZO POTENCIA	RESISTENCIA	BRAZO RESISTENCIA
<input type="text"/>	0,5 m	30 kN	0,5 m
40 N	20 cm	160 N	<input type="text"/>
20 N	<input type="text"/>	1 N	120 cm



Consolida

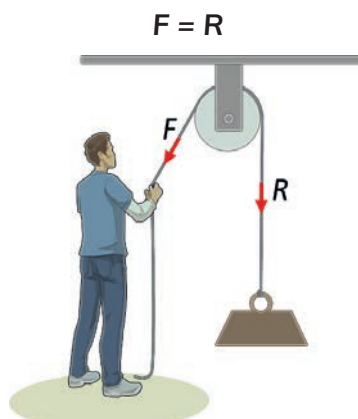
- 50 ★★ Escribe con tus palabras la definición de palanca.
- 51 ★★ Explica con dibujos los tres tipos de palancas que existen. Di para qué se emplea principalmente cada uno de ellos y da un ejemplo también de cada uno.
- 52 ★★ Escribe la ley de la palanca y explícala con tus propias palabras.
- 53 ★★ Clasifica los siguientes sistemas de palancas según su grado: escoba, carretilla, alicates, caña de pescar, cascanueces, balanza, balancín y pinza de depilar.

6.2. Poleas y polipastos

POLEA SIMPLE

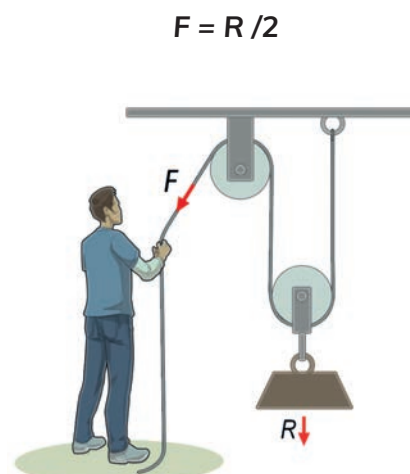
Una **polea simple** es una máquina simple formada por una rueda con una acanaladura en el borde, por la que pasa una cuerda, cable o cadena. La polea está sujeta a una estructura vertical y gira, pero no se mueve de su sitio.

La polea sirve para **cambiar la dirección de la fuerza** que tenemos que hacer para levantar una carga y, en general, para levantarla desde una posición más cómoda, al poder emplear nuestro propio peso como parte de la fuerza. Puesto que la fuerza que tenemos que hacer es igual al peso que queremos elevar:



POLEA DOBLE

El sistema está formado por una **polea fija** unida a una **polea móvil** que soporta la carga. Esta se reparte entre las dos cuerdas que soportan la polea móvil, y como una de ellas está sujeta al techo la fuerza que tenemos que hacer es solo la mitad:



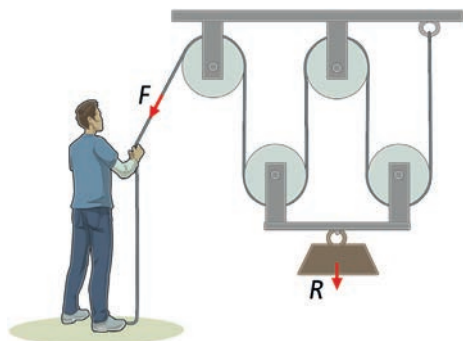
POLIPASTO

Los **polipastos** son conjuntos de poleas fijas y móviles que permiten reducir mucho la fuerza que hay que hacer para vencer una carga o resistencia.

HORIZONTAL

Cada polea móvil tiene dos cuerdas y el peso se reparte entre todas las cuerdas por igual. Así que la fuerza que tenemos que hacer disminuye cuando aumenta el número de poleas móviles.

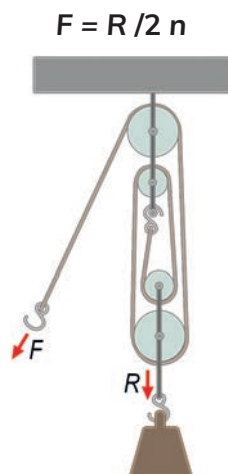
$F = R / 2^n$, siendo n = número de poleas móviles



En el ejemplo de la figura: $F = R / 4$

VERTICAL

Funciona igual que el horizontal, solo varía su diseño que es más compacto y se emplea en lugares con poco espacio (para izar velas de barcos o hacer rescates en escalada).

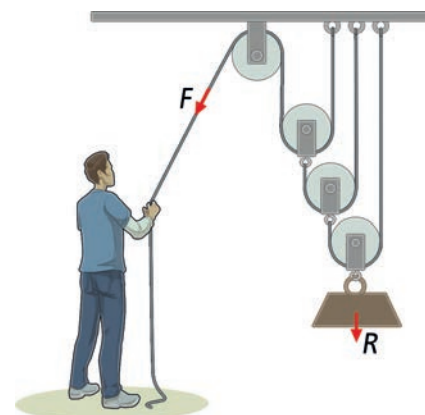


EXPONENCIAL

Tiene una ventaja mecánica aún mayor, puesto que cada polea móvil reduce a la mitad el peso de la anterior:

$$F = R / 2^n$$

A cambio, tenemos que tirar más longitud de cuerda.





Reflexiona

- 54 ★★ Copia este dibujo en tu cuaderno y señala sobre él los elementos siguientes:
- Fuerza motriz o potencia.
 - Resistencia.
 - Ranura.
 - Rueda.
 - Eje.
- 55 ★★ ¿Por qué crees que es tan importante el cambio de dirección de la fuerza en la polea simple? ¿Cómo lo aprovechamos?
- 56 ★★ ¿Qué papel tiene la cuerda en el funcionamiento de una polea?
- 57 ★★ ¿Por qué los polipastos verticales se utilizan en barcos y en rescates de escalada?
- 58 ★★ Un polipasto exponencial tiene 2 poleas móviles y la carga es de 80 N.
- Calcula la fuerza que hay que ejercer.
 - ¿Y si empleáramos un polipasto horizontal de 2 poleas móviles también?
 - ¿A partir de qué número de poleas móviles es mejor utilizar un polipasto exponencial que uno horizontal? ¿Tiene alguna otra ventaja?



Practica

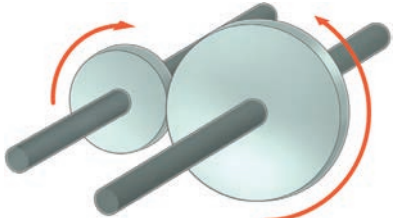
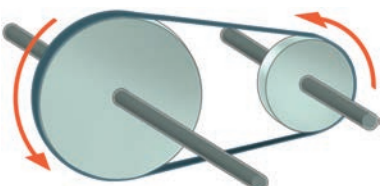
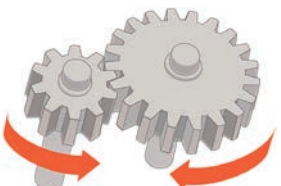
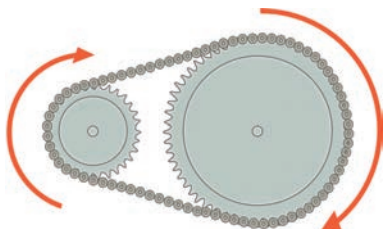

- 59 ★★ Disponemos de un polipasto exponencial con tres poleas móviles. Dibújalo en tu cuaderno y aplica su fórmula para averiguar qué fuerza hay que hacer para elevar con él un peso de 1200 kN.
- 60 ★★ Se quiere levantar un saco de 100 N con una polea doble. ¿Qué fuerza habrá que aplicar?
- 61 ★★ ¿Qué fuerza se necesitaría para elevar 500 N con un polipasto vertical de cuatro poleas móviles?



Consolida

- 62 ★★ Dibuja en tu cuaderno una polea simple, una doble y un polipasto horizontal. Señala sobre ellos la fuerza y la resistencia y escribe a su lado la fórmula que las relaciona para ese tipo de mecanismo concreto.
- 63 ★★ Si tuviéramos que levantar un peso de 100 kN. ¿Qué fuerza tendríamos que hacer con una polea simple, una doble y un polipasto horizontal con dos poleas móviles? ¿Cuál es más ventajoso?
- 64 ★★ Enumera cinco aplicaciones prácticas de las poleas y los polipastos.
- 65 ★★ Resume en cinco líneas las ideas principales del texto para alguien que nunca haya estudiado poleas y polipastos.

Los **mecanismos de transmisión de giro** sirven para llevar un movimiento giratorio de un lugar a otro dentro de una máquina. Además, pueden modificar la velocidad de ese movimiento o cambiar el sentido del giro según nos interese. Los principales son:

RUEDAS DE FRICCIÓN	POLEAS CON CORREA	ENGRANAJES
<p>Son dos ruedas lisas que están en contacto. La transmisión se realiza por rozamiento. Ambas ruedas giran en sentido contrario una de la otra.</p> <p>Ejemplos: algunos juguetes o tocadiscos antiguos.</p> 	<p>Están formadas por dos ruedas o poleas unidas por una correa flexible que les transmite el movimiento. Ambas giran en el mismo sentido, si cruzamos la correa lo harán en sentidos opuestos.</p> <p>Ejemplos: cintas transportadoras...</p> 	<p>Son ruedas dentadas que encajan una en la otra. Transmiten el giro a través de sus dientes por lo que son muy fiables y no patinan. Como las ruedas de fricción, giran en sentidos opuestos.</p> <p>Ejemplos: el mecanismo de un reloj antiguo, juguetes...</p> 
PIÑÓN-CADENA	TORNILLO SIN FIN	
<p>Son dos ruedas dentadas, piñones o platos, conectadas por una cadena que engranan sus dientes. Permite llevar el giro a un punto alejado del lugar donde se origina.</p> <p>Ejemplos: sistema de transmisión de los pedales a la rueda de la bicicleta.</p> 	<p>Es un tornillo que tiene su rosca engranada con una corona (rueda dentada) de manera que cada vuelta del tornillo hace avanzar uno o dos dientes de la corona. También es un mecanismo de freno porque no es reversible.</p> <p>Ejemplos: clavijas de afinación de una guitarra...</p> 	

En los cuatro primeros tipos se cumple que la **relación entre las velocidades de entrada y salida del conjunto son inversamente proporcionales a la relación de tamaño o número de dientes** entre los elementos:

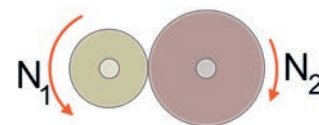
$$N_2 / N_1 = D_1 / D_2 = Z_1 / Z_2$$

- Si la rueda arrastrada es el doble de grande que la motriz, girará a la mitad de velocidad que esta:

$$D_2 = 2D_1 \rightarrow N_2 = N_1 / 2$$

- Si un engranaje arrastrado tiene la cuarta parte de dientes que el engranaje motriz, girará cuatro veces más rápido que él:

$$Z_2 = Z_1 / 4 \rightarrow N_2 = 4$$



$$D_2 > D_1 \rightarrow N_2 < N_1$$

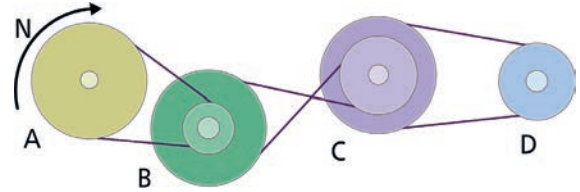


$$D_2 < D_1 \rightarrow N_2 > N_1$$



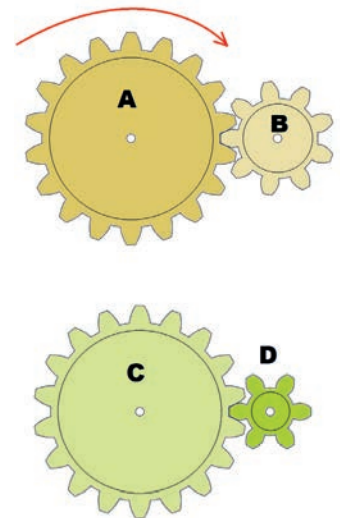
Reflexiona

- 66 ¿Qué pasaría si no hubiera rozamiento entre las ruedas de fricción?
- 67 ★★ Observa este dibujo y di en qué sentido girará cada una de las ruedas verde (B), morada (C) y azul (D). Recuerda que el sentido de las agujas del reloj se llama horario o positivo y el sentido contrario a las agujas del reloj antihorario o negativo.
- 68 ★★ ¿Qué dos características del tornillo sin fin hacen que sea ideal para las clavijas de afinación de una guitarra? Razona tu respuesta.
- 69 ★★ Explica por qué la mayoría de bicicletas utilizan el piñón-cadena y no un par de engranajes o dos poleas con correa para llevar el giro desde los pedales a la rueda de atrás. Hay bicicletas que no utilizan correa como puedes ver en: <https://links.oupe.es/26tn0s1004>



Practica

- 70 ★★ Observa cómo se responde cada pregunta referida al primer par de engranajes. Realiza lo mismo para el segundo par de engranajes:
- ¿Cuántos dientes tiene cada engranaje? Contando sobre el dibujo, el engranaje A tiene 18 dientes y el B, 9 dientes.
 - ¿Cuál girará más rápido? Siempre gira más rápido el más pequeño.
 - ¿Cuántas veces es más rápido? Dividimos el número de dientes del mayor entre el más pequeño: $18/9 = 2$ veces más rápido.
 - ¿En qué sentido gira el segundo engranaje? En sentido contrario al primero (antihorario).
 - Si el primero gira a 200 rpm, ¿cuántas vueltas dará el segundo en un minuto? Como gira dos veces más rápido será; $200 \text{ rpm} \cdot 2 = 400 \text{ rpm}$



Nota: rpm significa revoluciones o vueltas por minuto.



Consolida

- 71 ★★ Dibuja esta tabla comparativa en tu cuaderno y completa los datos que faltan.

MECANISMO	SENTIDO GIRO (Mismo/Opuesto)	PRECISIÓN (Alta/Baja)	DISTANCIA EJES (Exacta/Variable)	REVERSIBLE (Sí/No)
Ruedas de fricción	<input type="checkbox"/>	Baja	Exacta	<input type="checkbox"/>
Engranajes	Opuesto	Alta	<input type="checkbox"/>	Sí
Poleas con correa	Mismo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sí
Piñón-Cadena	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Variable	<input type="checkbox"/>
Tornillo sin fin	Mismo	<input type="checkbox"/>	Exacta	<input type="checkbox"/>



Podemos emplear dos simuladores diferentes: **Gear Sketch** y **Wood Gear**.

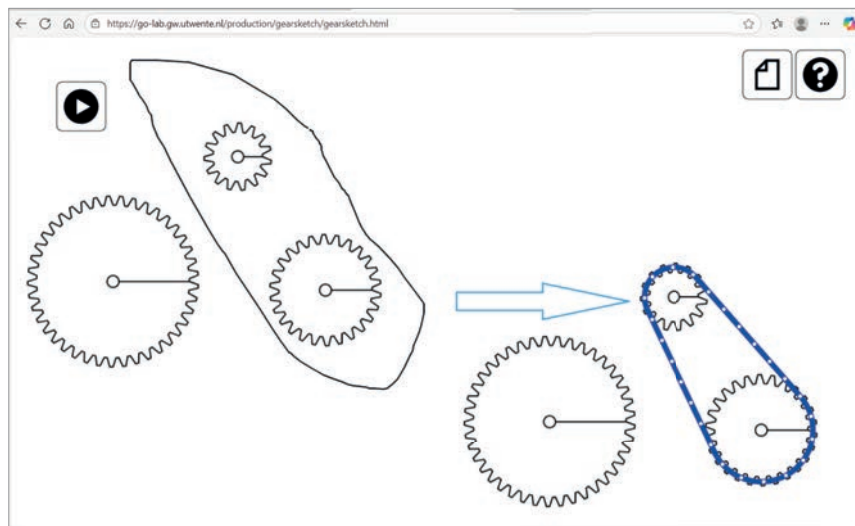
Objetivos:

- Diseñar, simular y construir engranajes y sistemas de engranajes.
- Utilizar un programa de simulación para analizar el movimiento.

Gear Sketch permite crear y activar de manera muy sencilla engranajes, piñones, platos y correas, conectarlos de distintas maneras y ver cómo interactúan.

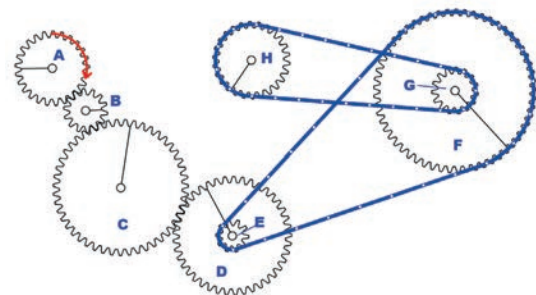
1. Escribe en el buscador **Gear Sketch** y entra en la primera página que muestra, o entra en la página web <https://www.gearsket.ch/>, verás una interfaz muy simple con un manejo bastante sencillo e intuitivo:

- Si dibujas un círculo se convertirá en un engranaje.
- Si englobas dos engranajes con un garabato cerrado, este se convertirá en una cadena que los unirá.



- Puedes mover los engranajes para conectarlos con otros en su perímetro o para unirlos en su eje.
 - Puedes indicar el sentido de giro y su velocidad pinchando en el perímetro de un engranaje y arrastrando para crear una flecha (cuanto más grande, más velocidad).
 - Haz clic en el icono **play** para ver cómo funciona el mecanismo.
2. Diseña un conjunto de engranajes como el siguiente y responde a las preguntas antes de dar al **play**:

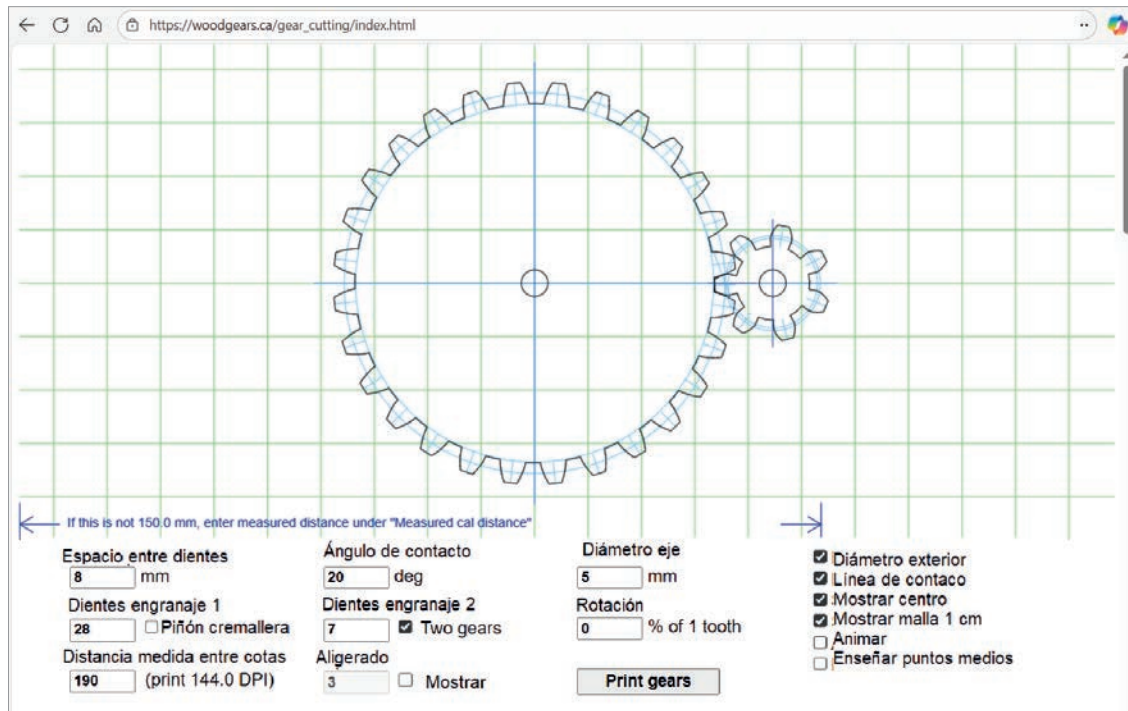
- ¿En qué sentido crees que girará cada uno de los engranajes sabiendo que A gira en sentido horario o positivo?
- ¿Es un mecanismo de aumento o de reducción de velocidad?
- ¿Qué dos engranajes conectados entre sí presentan mayor diferencia de velocidad entre ellos? ¿Por qué?
- ¿Qué engranajes giran exactamente a la misma velocidad?
- Pulsa el icono **play** y comprueba tus respuestas.



A los engranajes intermedios entre otros dos conectados perimetralmente se les denomina **ruedas locas**, su tamaño no influye en la relación de velocidades entre el primero y el último de la serie y sirven para transmitir el movimiento de un punto a otro. Es el caso de los engranajes B y C de este mecanismo. El sistema formado por los engranajes desde D hasta H se denomina **tren de engranajes** y sirve para conseguir grandes cambios de velocidad.

WoodGear permite diseñar pares de engranajes con el tamaño y la relación de velocidad que necesitemos.

1. Escribe en el buscador **WoodGear** y entra en la primera página que muestra, o entra en la página web: (https://woodgears.ca/gear_cutting/index.html). Aquí te mostramos el interfaz:



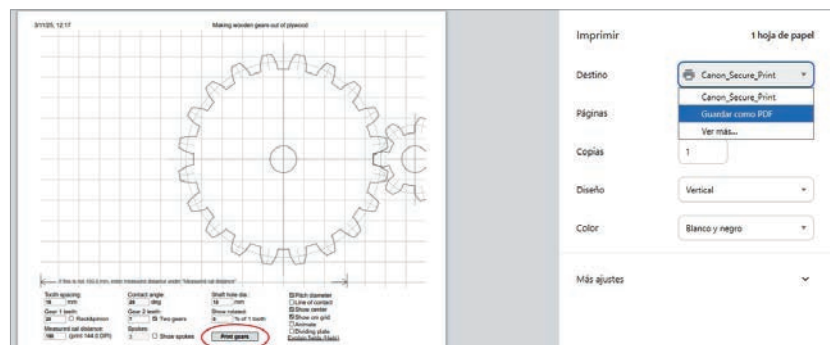
Podemos variar todas las opciones que se muestra en la imagen, tamaño y forma (ángulo) de los dientes, número de dientes en cada engranaje, diámetro del orificio para el eje, etc.

2. Diseña los engranajes. Para ello:

- a) Modifica los datos de los dos engranajes para poner los que aparecen en la imagen.
- b) Activa el botón **Animar** para ver cómo se moverían los engranajes y la relación de velocidades entre ellos. En este caso cuando el engranaje mayor da una vuelta, el engranaje pequeño daría cuatro (relación de velocidades 1:4).
- c) Crea otro par de engranajes con una relación de velocidad de 2:1 y compruébalo.

3. Construye los engranajes.

- a) Desactiva todos los elementos del dibujo para dejar los engranajes limpios.
- b) Pulsa el botón **Print gears** para imprimir los engranajes en papel.
- c) Pega el papel sobre una lámina de contrachapado con una mezcla de agua y cola blanca.



- Espera a que se seque y recorta los engranajes con cuidado utilizando tu segueta.
- Líjalos suavemente.
- Clávalos en un tablero de aglomerado y hazlos moverse.

También puedes exportar los engranajes a un archivo .pdf compatible con la mayoría de las grabadoras láser para recortarlos con una de ellas.



Objetivo de la actividad

Diseñar, construir y probar una estructura triangulada de papel siguiendo las fases del proceso tecnológico.

1. Planteamiento del problema (Necesidad)

Vamos a hacer un concurso de resistencia de estructuras. Cada equipo construirá una torre con las características que indicamos a continuación:

- **Materiales:** papel reciclado, cartón y cola blanca.
- **Dimensiones:** La torre tendrá una altura mínima de 60 cm y su base podrá inscribirse en una circunferencia de 10 cm de radio (Independientemente de su forma, que podrá ser triangular, cuadrada, pentagonal...).
- La torre estará formada por barras de papel y esquadras de cartón.
- Se podrán emplear un máximo de 50 folios en su construcción.



Categorías del concurso

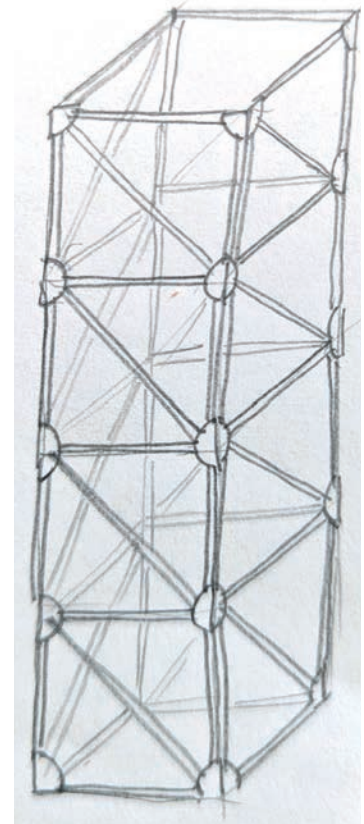
- **Eficiencia:** La torre que pese menos y resista 5 kg de peso en su punta.
- **Resistencia:** La torre que, cumpliendo el máximo de material empleado, soporte más carga.
- **Originalidad:** La torre que, resistiendo los 5 kg de peso en punta, sea más votada en este aspecto.

Búsqueda de soluciones

- Investigar diferentes tipos de torres y estructuras trianguladas.
- Analizar qué factores afectan a la resistencia, tales como el grosor de los elementos, la geometría, el número de lados, etc.
- Observar ejemplos reales: vídeos en Internet, tutoriales de construcción de torres, ejemplos de estructuras verticales...

2. Idea

- Haz un boceto sencillo de la torre que hayas pensado para mostrarlo a tu grupo. Emplea un tipo de perspectiva sencillo. Observa la imagen.
- Presenta tu solución al resto del grupo, comparad las diferentes propuestas, y rellenad una **matriz de toma de decisiones** teniendo en cuenta los siguientes aspectos:
 - Originalidad.
 - Resistencia probable.
 - Facilidad de construcción.
- En este punto también podéis mezclar dos o tres soluciones para alcanzar una solución mejor de todo el grupo.



3. Desarrollo de la solución

Documentos que debéis elaborar en el grupo:

- **Planos a escala 1:2** de la torre, como mínimo alzado y planta.
- **Lista de piezas o elementos necesarios:** Describir cada tipo de barra o refuerzo y el número que se necesita de cada uno de ellos.
- **Hoja de procesos:** Especificar cómo se va a llevar a cabo la construcción, por ejemplo, cada miembro del grupo puede encargarse de construir un lateral, o hacerlo por parejas. Todos los miembros del grupo deben tener alguna función y participar en todo momento.

4. Construcción

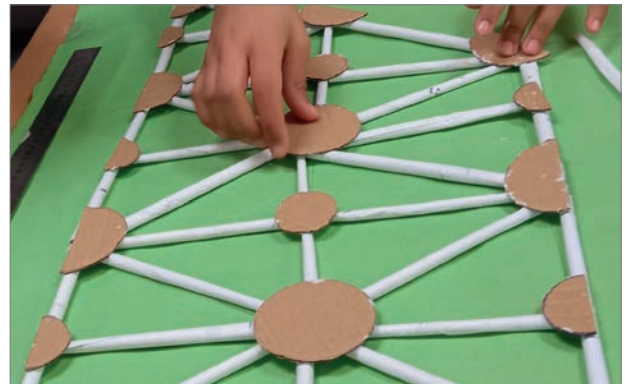
Para la construcción de la torre hay que seguir paso a paso las instrucciones, prestando atención a los siguientes aspectos:

- Respetar la geometría decidida.
- Realizar todas las barras de un grosor similar.
- Cortar ambos extremos de las barritas para dejar la parte más resistente dentro de la medida final.
- Cortar las esquinas para que encajen bien en las uniones.
- Montar cada lateral de la torre por separado y unirlos entre sí al final cuando estén bien pegados.
- Si se hace algún cambio respecto al modelo inicial, se debe reflejar en el diario de construcción con nuevos planos.



5. Verificación (concurso)

- A cada torre se le dará un nombre y se le pondrá un cartel.
- Se realiza una ronda de prueba con todas ellas, colocando tres tetrabricks de 1 L sobre cada torre (si hay pesas exactas, mejor) y se comprueba que resisten las condiciones iniciales.
- Con las torres que resistan esa carga se hará una votación para escoger la más original (cada uno podéis dar dos votos) mediante dot voting o apuntando palitos al lado del nombre de cada torre. La torre con más votos será la campeona en originalidad.
- Se pesará cada una de las torres que haya superado esta prueba inicial y se proclamará campeona en eficiencia a la torre de menor peso.
- Se procederá a ir añadiendo peso a cada una de las torres hasta provocar su colapso, anotando con qué peso se ha roto. Se considera rotura una deformación de más de dos centímetros en cualquiera de sus lados. La torre que resista más peso antes de romperse será la campeona de resistencia.



6. Realización de la memoria

Recopilad los documentos realizados según vayáis avanzando en la ejecución del proyecto y preparad la memoria. También podéis ir grabando un vídeo con el proceso de construcción.

Una vez realizada la memoria denomínala: **U5_PF_torre_equipo**, y compartidla en vuestra carpeta de grupo.



GRANDES ERRORES Y APRENDIZAJES

La evolución de las estructuras estuvo durante mucho tiempo basada en el método de ensayo y error. Hoy en día disponemos de modelos informáticos para recrear el funcionamiento de las estructuras, sin embargo antiguamente los avances en el diseño de las estructuras se consiguieron a base de probar y ver caer construcciones. A continuación te contamos algunos de los ejemplos más espectaculares.

Santa Sofía, construida en el siglo VI en la antigua Constantinopla (actual Estambul), fue diseñada para ser la basílica cristiana más grande del mundo. Su elemento más innovador era la **enorme cúpula central**, de más de 30 metros de diámetro. Fue inaugurada en el año 537 y se derrumbó completamente veinte años después tras un terremoto.

En su reconstrucción se elevó la cúpula para darle una forma más apuntada y disminuir los empujes horizontales, y se añadieron contrafuertes para contener esos empujes, además se emplearon materiales más ligeros.

Gracias a estas mejoras, Santa Sofía ha resistido durante más de 1400 años y fue la cúpula de mayor tamaño del mundo durante más de 800 años, hasta la construcción de la catedral de Florencia.

La **cúpula de la catedral de Santa María del Fiore**, en Florencia, mide 45 metros de diámetro en su interior, y 54 metros en su exterior. Una cúpula así era un reto para los conocimientos de la época,

hasta que Filippo Brunelleschi propuso una solución innovadora: una **cúpula doble** (una interior y otra exterior) y un sistema de anillos de piedra y ladrillo que actuaban como refuerzos. Además, inventó máquinas especiales para elevar materiales a gran altura y la construyó sin emplear **cimbras** (estructuras temporales de madera para sostenerla durante la construcción).

Brunelleschi arriesgó mucho, pero su obra, inaugurada en 1436, fue un gran avance, que todavía hoy sigue en pie.

En 1940, en Washington (EE UU) se inauguró el colgante de **Tacoma Narrows**. Era un puente muy largo y estrecho, pensado para ahorrar materiales y reducir costes. Desde el principio, los conductores lo apodaron *Galloping Gertie* («saltarina Gertie») porque se movía de forma ondulante con el viento.

El gran error de sus diseñadores fue **no pensar en la aerodinámica del puente**. Este tenía una viga lateral que hacía barrera contra el viento, ese empuje unido a la ligereza y flexibilidad del puente hacía que con un viento suave empezara a oscilar. Un día con viento algo mayor el puente comenzó a oscilar hasta entrar en resonancia con el viento, y terminó derrumbándose de forma espectacular.

El caso del Tacoma Narrows sirvió para que desde ese momento se incluyera el estudio de la **resonancia y las fuerzas del viento** en el cálculo de estructuras.

1. ¿Qué método se utilizaba en la antigüedad para la construcción de estructuras? ¿Y actualmente?
2. ¿En qué ciudad se encuentra Santa Sofía? ¿En qué año se construyó por primera vez?
3. ¿Cómo se mejoró su diseño?
4. ¿Quién diseñó la cúpula de la catedral de Santa María del Fiore, en Florencia?
5. ¿Por qué se derrumbó el puente de Tacoma Narrows? Visualiza el siguiente vídeo: <https://links.oupe.es/26tn0s1005>
6. ¿Qué se aprendió del derrumbamiento de este puente?

RESUMEN

ESTRUCTURAS

- **Estructura:** Parte de un objeto destinada a soportar las cargas que actúan sobre él. Pueden ser naturales y artificiales.
- **Carga:** Fuerza que actúa sobre una estructura.
- **Esfuerzo:** Tensión interna que aparece dentro de un elemento estructural sometido a la acción de cargas. Pueden ser de: **tracción** (estirar), **compresión** (aplastar), **flexión** (doblar), **torsión** (retorcer) y **cortante** (seccionar).
- **Estabilidad:** Cualidad de una estructura que le permite mantenerse en equilibrio.
- **Resistencia:** Capacidad de una estructura para soportar una carga sin romperse.
- **Rigidez:** Deformación controlada de una estructura bajo la acción de las cargas a las que está sometida.

MECANISMOS

- **Mecanismo:** Conjunto de elementos capaz de transmitir y/o transformar fuerzas y movimientos.

Mecanismos de transmisión de movimiento lineal:

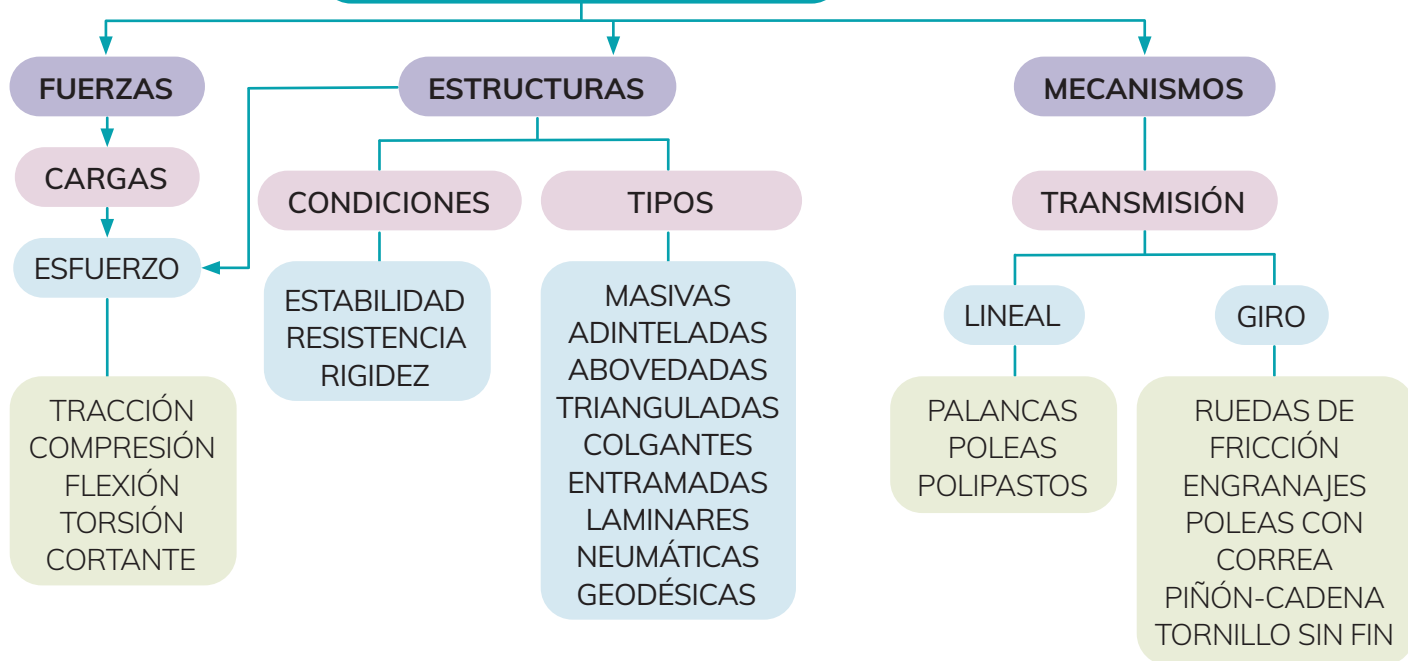
- **Palanca:** Barra rígida que gira alrededor de un punto de apoyo.
- **Polea:** Rueda acanalada por donde se desplaza una cuerda que permite elevar pesos con facilidad.
- **Polipasto:** Conjunto de poleas capaz de reducir la fuerza necesaria para levantar un peso.

Mecanismos de transmisión de giro:

Elementos que llevan un movimiento circular de un sitio a otro. Pueden ser: **ruedas de fricción, engranajes, poleas con correa, piñones con cadenas y tornillo sin fin.**

ESQUEMA

ESTRUCTURAS Y MECANISMOS



VOCABULARIO

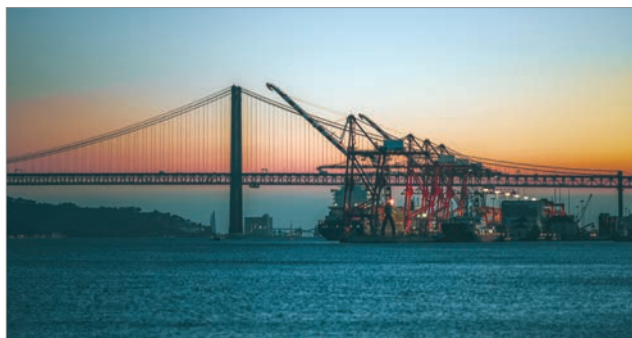
Entra en tu Libro digital y realiza la siguiente actividad relacionada con el vocabulario de la unidad:

[U5_vocabulario](#)

Actividades de repaso

Estructuras

- 1 ★★ Define qué es una carga en términos estructurales.
- 2 ★★ Explica con tus propias palabras la definición de fuerza.
- 3 ★★ Dibuja una fuerza (vector) y nombra los elementos necesarios para definirla.
- 4 ★★ Define en qué consiste el esfuerzo de torsión, haz un dibujo representando las fuerzas que lo crean y da un ejemplo.
- 5 ★★ Enumera tres ejemplos de objetos sometidos principalmente al esfuerzo de flexión.
- 6 ★★ Responde a estas cuestiones:

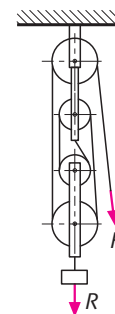


- a) ¿Qué tipo de esfuerzo soporta el cable de un puente colgante?
 - b) ¿Qué esfuerzo aparece en el mástil de una grúa al sostener una carga?
 - c) ¿Qué es un esfuerzo de tracción?
- 7 ★★ Define qué es una estructura, explica la diferencia entre estructuras naturales y artificiales y pon dos ejemplos de cada una de ellas.
 - 8 ★★ ¿Qué ventaja tiene el empleo de triángulos en lugar de cuadrados en las estructuras de barras? Pon dos ejemplos de estructuras trianguladas habituales.
 - 9 ★★ Contesta a las siguientes preguntas.
 - a) ¿Qué factores influyen en la resistencia de una estructura?
 - b) ¿Qué entendemos por rigidez en una estructura?
 - c) ¿Qué ocurre si el centro de gravedad de una estructura queda fuera de su base de apoyo?

- 10 ★★ Elabora una tabla con los distintos tipos de estructuras que aparecen en la unidad, el esfuerzo o esfuerzos principales a los que están sometidas, y los materiales de los que están construidas normalmente.

Mecanismos

- 11 ★★ ¿Qué es un mecanismo?
- 12 ★★ Explica en qué se diferencian un mecanismo transmisor y otro transformador de movimiento.
- 13 ★★ Pon un ejemplo de mecanismo que transforme movimiento circular en lineal.
- 14 ★★ Define qué es una palanca y dibuja una señalando los elementos que la componen y las fuerzas que intervienen en ella.
- 15 ★★ Explica qué es una palanca de primer grado y pon un ejemplo.
- 16 ★★ Dibuja una polea simple y una doble. Explica qué ventajas ofrece cada una de ellas. ¿Qué fuerza necesitaríamos para levantar con cada una de ellas 120 N?
- 17 ★★ ¿Qué es un polipasto y para qué se utiliza? Escribe la fórmula general para calcular la fuerza en un polipasto con n poleas móviles.
- 18 ★★ ¿Qué fuerza debería aplicar una persona para levantar 600 N con un polipasto de tres poleas móviles?
- 19 ★★ Describe cómo funciona un sistema de poleas con correa.
- 20 ★★ ¿Qué inconveniente tienen las ruedas de fricción frente a las ruedas dentadas o engranajes?
- 21 ★★ Explica cómo se transmite el movimiento entre dos engranajes. ¿Qué ocurre con el sentido de giro de dos engranajes en contacto?
- 22 ★★ Si un engranaje grande mueve a uno pequeño, ¿la velocidad de este último es menor, igual o mayor que la del engranaje grande?
- 23 ★★ Explica qué es un tornillo sin fin y para qué se emplea.

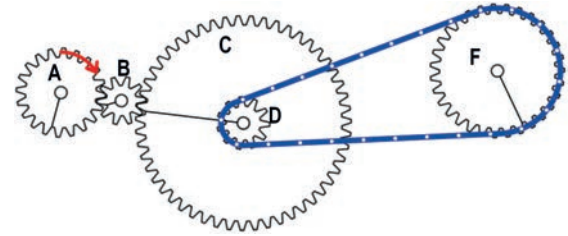


Autoevaluación



- 1 ¿Qué es una estructura? Explica la diferencia entre estructuras naturales y artificiales y pon dos ejemplos de cada una de ellas.
- 2 Explica la diferencia entre cargas fijas y cargas variables y da dos ejemplos de cada una de ellas que actúen sobre una mesa de estudio.
- 3 Nombra los cinco tipos principales de esfuerzos y da un ejemplo de cada uno de ellos.
- 4 Define los conceptos de estabilidad, resistencia y rigidez de una estructura.
- 5 Nombra los principales tipos estructurales que se han empleado a lo largo de la historia por orden cronológico de aparición.
- 6 Nombra y dibuja ocho elementos estructurales que hayas visto en la unidad.
- 7 Una carretilla tiene su carga (900 N) colocada a 40 cm del eje de la rueda, la persona que la lleva tiene sus manos a 1,2 m de ese mismo eje. Dibuja la carretilla y el esquema de la palanca con las fuerzas y distancias que intervienen. Averigua qué fuerza tiene que hacer la persona para elevar la carga en esas condiciones.

- 8 ¿Qué fuerza tendremos que hacer para levantar un peso de 400 N con una polea doble? ¿Y con un polipasto con 4 poleas móviles?
- 9 Dibuja un polipasto horizontal con dos poleas móviles. Calcula qué fuerza tendríamos que hacer con él para levantar un peso de 800 N.
- 10 Observa el siguiente sistema de engranajes y responde:



- a) Si el engranaje A gira en sentido horario. ¿En qué sentido girará C? ¿Y el engranaje E?
- b) ¿El engranaje C girará más rápido o más lento que A?
- c) Supongamos que el engranaje A tiene 28 dientes y B tiene 14 dientes. Si A gira a 30 rpm, ¿a qué velocidad girará B?

Rúbrica de aprendizaje

- Copia esta rúbrica de aprendizaje y pon un tic en los aspectos que consideres que has aprendido.
 ○ Si no estás seguro de alguno, repasa ese aspecto en la unidad.

- | | |
|---|--|
| ○ 1 Conocer los conceptos de fuerza, carga y esfuerzo. <input type="checkbox"/> | ○ 7 Diferenciar los tres tipos de palancas según su grado. <input type="checkbox"/> |
| ○ 2 Diferenciar los cinco tipos principales de esfuerzos. <input type="checkbox"/> | ○ 8 Resolver problemas sencillos aplicando la ley de la palanca <input type="checkbox"/> |
| ○ 3 Aplicar los conceptos de estabilidad, resistencia y rigidez en el diseño de estructuras. <input type="checkbox"/> | ○ 9 Relacionar fuerzas y resistencias en poleas y polipastos. <input type="checkbox"/> |
| ○ 4 Describir la evolución de los tipos estructurales a lo largo de la historia, sus características y materiales. <input type="checkbox"/> | ○ 10 Conocer los principales elementos de transmisión de giro. <input type="checkbox"/> |
| ○ 5 Diseñar estructuras trianguladas. <input type="checkbox"/> | ○ 11 Estimar direcciones de giro y velocidades en pares de engranajes o ruedas. <input type="checkbox"/> |
| ○ 6 Distinguir los mecanismos de transmisión, transformación y control de movimiento. <input type="checkbox"/> | ○ 12 Emplear simuladores de engranajes. <input type="checkbox"/> |
| | ○ 13 Construir estructuras y mecanismos sencillos. <input type="checkbox"/> |