



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA  
Escuela de Arquitectura



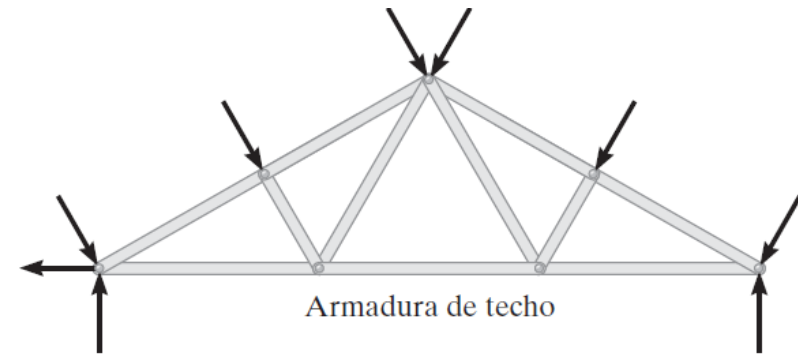
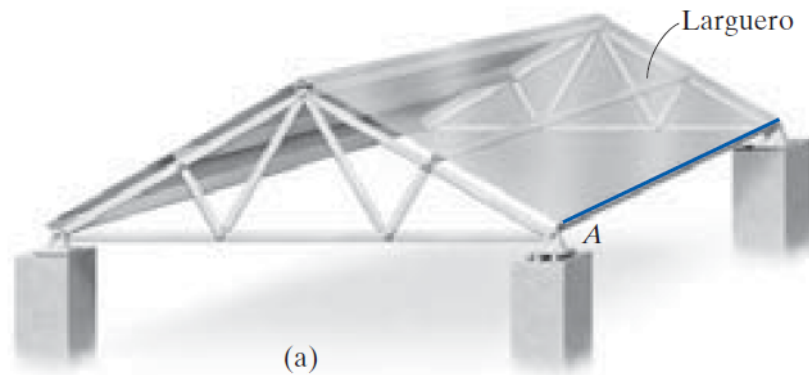
Física I    Análisis de estructuras.

Tema6

# Objetivos

- Mostrar cómo se determinan las fuerzas en los elementos de una armadura, por el método de nodos.
- Mostrar cómo se determinan las fuerzas en los elementos de una armadura, por el método gráfico de Cremona-Maxwell

# Armaduras simples

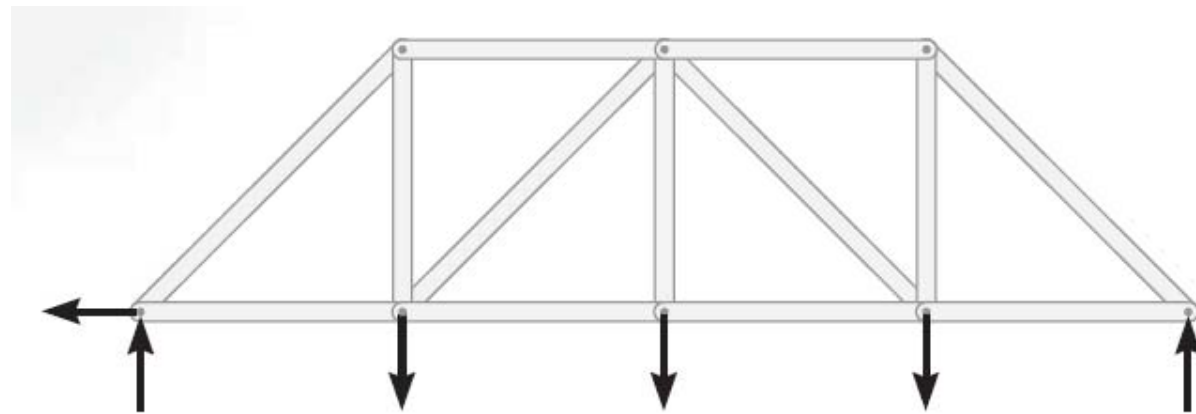
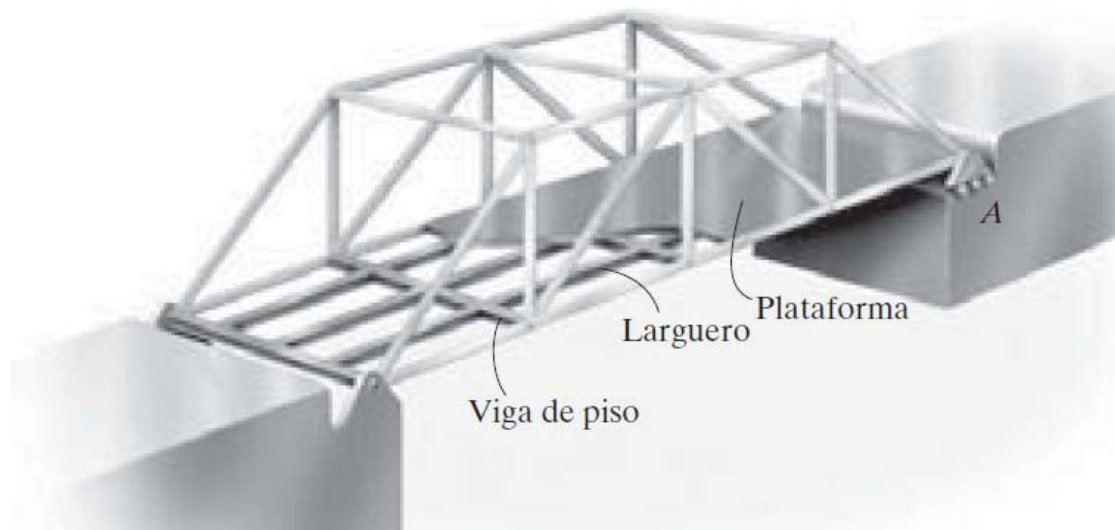


Una **armadura** es una estructura compuesta de elementos esbeltos unidos entre sí en sus puntos extremos. Los elementos usados comúnmente en construcción consisten en puntales de madera o barras metálicas.

En particular, las **armaduras planas** se sitúan en un solo plano y con frecuencia se usan para soportar techos y puentes.

En esta figura(a) , la carga del techo se transmite a la armadura en **los nodos** por medio de una serie de **largueros**. Como esta carga actúa en el mismo plano que la armadura, figura (b), el análisis de las fuerzas desarrolladas en los elementos de la armadura será bidimensional.

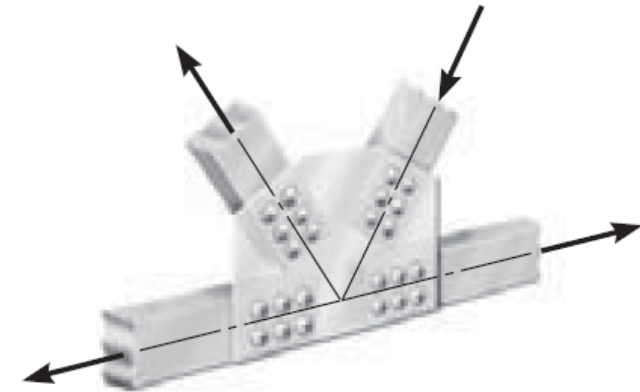
# Armaduras simples



Armadura de puente

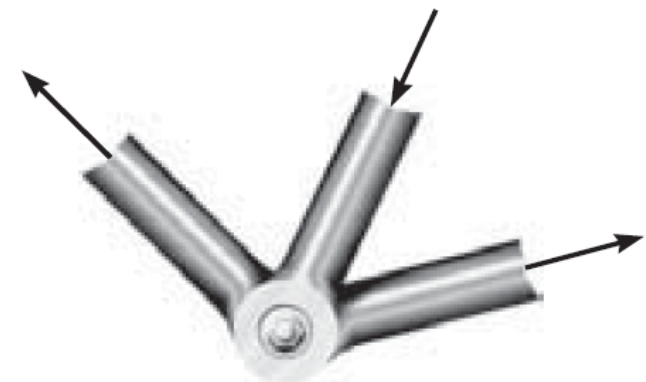
# Armaduras simples.-Supuestos para el diseño

**Todas las cargas se aplican en los nodos.** En la mayoría de las situaciones, como en armaduras de puentes y de techos, este supuesto se cumple. **A menudo se pasa por alto el peso de los elementos**, ya que la fuerza soportada por cada elemento suele ser mucho más grande que su peso. Sin embargo, si el peso debe ser incluido en el análisis, por lo general es satisfactorio aplicarlo como una **fuerza vertical con la mitad de su magnitud aplicada a cada extremo del elemento**.



(a)

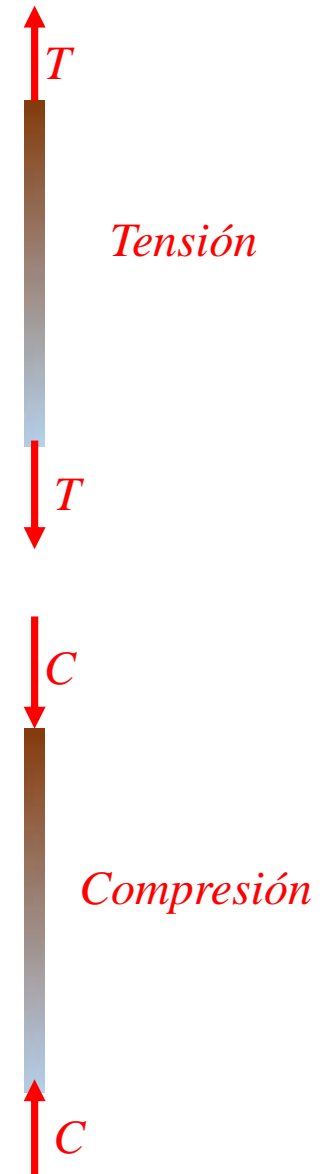
**Los elementos están unidos entre sí mediante pasadores lisos.** Por lo general, las conexiones de los nodos se forman empernando o soldando los extremos de los elementos a una placa común, llamada **placa de unión**, como se muestra en la figura *a*, o simplemente pasando un perno o pasador largo a través de cada uno de los elementos, figura *b*. Podemos suponer que estas conexiones actúan como pasadores siempre que las líneas centrales de los elementos unidos sean **concurrentes**.



(b)

# Armaduras simples.-Supuestos para el diseño

Debido a los anteriores supuestos, *cada elemento de la armadura actuará como un elemento de dos fuerzas*, y por lo tanto, la fuerza que actúe en cada extremo del elemento debe estar dirigida a lo largo del eje del elemento. Si la fuerza tiende a *alargar* el elemento, es una *fuerza de tensión* (T), figura *a*; mientras que si tiende a *acortar* el elemento, es una *fuerza de compresión* (C), figura *b*. En el diseño real de una armadura es importante establecer si la naturaleza de la fuerza es de tensión o de compresión. A menudo, los elementos a compresión deben ser más *gruesos* que los elementos a tensión debido al efecto de pandeo o de columna que ocurre cuando un elemento está en compresión.



# Método de nodos

Para analizar o diseñar una armadura, es **necesario determinar la fuerza en cada uno de sus elementos**. Una forma de hacer esto consiste en emplear el método de nodos. Este método se basa en el hecho de que toda la armadura está en equilibrio, entonces **cada uno de sus nodos también está en equilibrio**. Por lo tanto, si se traza el diagrama de cuerpo libre de cada nodo, se pueden usar las ecuaciones de equilibrio de fuerzas para obtener las fuerzas de los elementos que actúan sobre cada nodo. Como los elementos de una *armadura plana* son elementos rectos de dos fuerzas que se encuentran en el mismo plano, cada nodo está sometido a un sistema de fuerzas que es ***coplanar y concurrente***.

En consecuencia, sólo es necesario satisfacer  $\sum F_x = 0$  y  $\sum F_y = 0$  para garantizar el equilibrio.

# Método de nodos. Procedimiento para el análisis

Siempre se debe comenzar en un nodo que tenga **por lo menos una fuerza conocida y como mucho dos fuerzas desconocidas**.

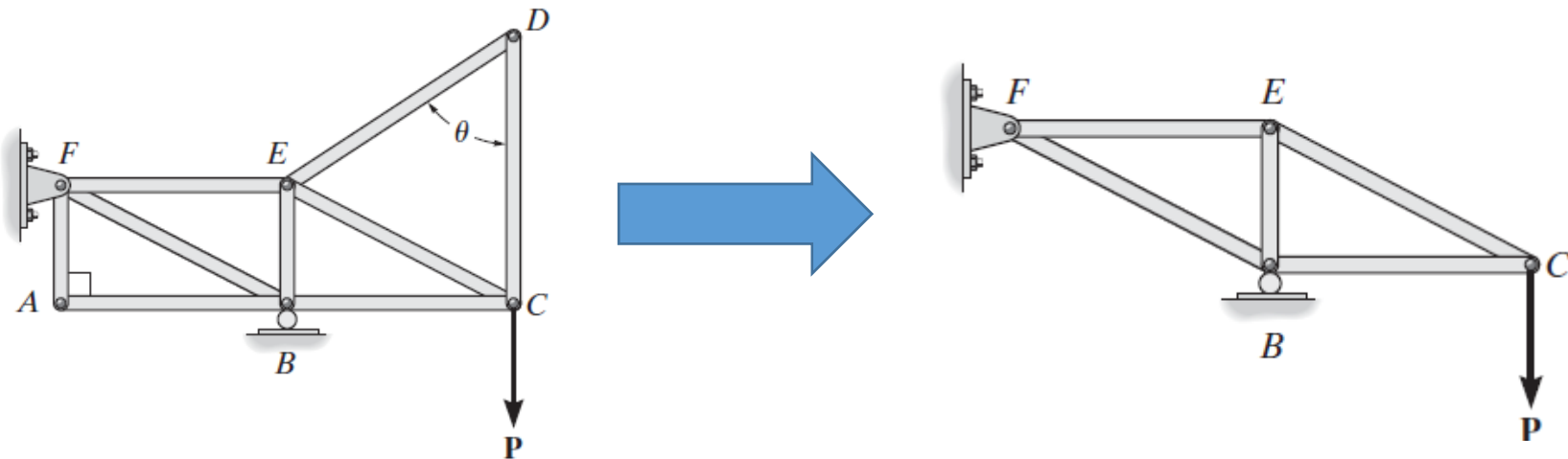
El sentido correcto de una fuerza desconocida puede determinarse en muchos casos por inspección, pero en casos complicados el sentido puede suponerse, y luego a partir de los resultados obtenidos verificarse. **Una respuesta positiva** indica que el **sentido es el correcto**, mientras que una respuesta negativa indica que el sentido supuesto **es contrario**.

**Suponga siempre que las fuerzas desconocidas en los elementos** que actúan en el diagrama de cuerpo libre del nodo **están en tensión**; es decir, las fuerzas **“jalan”** el pasador. Si se hace así, entonces la solución numérica de las ecuaciones de equilibrio darán **escalares positivos para elementos en tensión y escalares negativos para elementos en compresión**. Una vez que se encuentre la fuerza desconocida de un elemento, aplique su magnitud y su sentido correctos (T o C) en los subsecuentes diagramas de cuerpo libre de los nodos.

# Elementos de fuerza cero

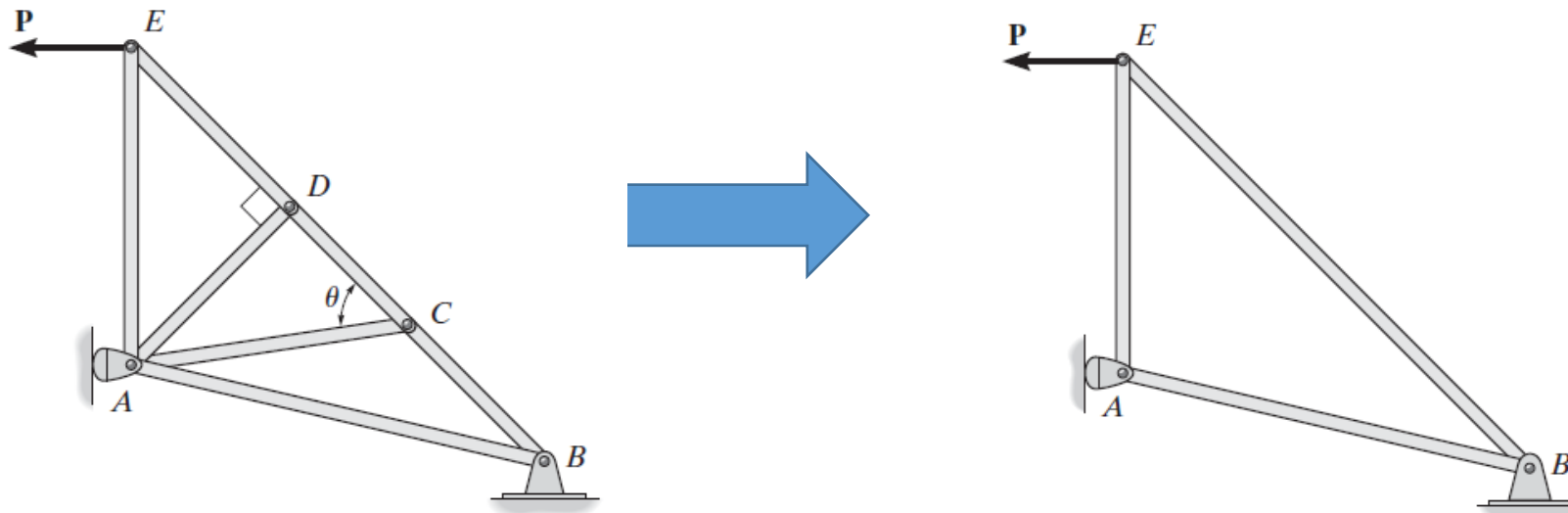
El análisis de armaduras por el método de nodos se simplifica de manera considerable si podemos identificar primero aquellos elementos que *no soportan carga*. Esos *elementos de fuerza cero* se usan para incrementar la estabilidad de la armadura durante la construcción y proporcionar soporte adicional si se modifica la carga aplicada.

*Si sólo dos elementos forman un nodo de armadura y no se aplica ninguna carga externa o reacción de soporte al nodo, los dos elementos deben ser elementos de fuerza cero.*

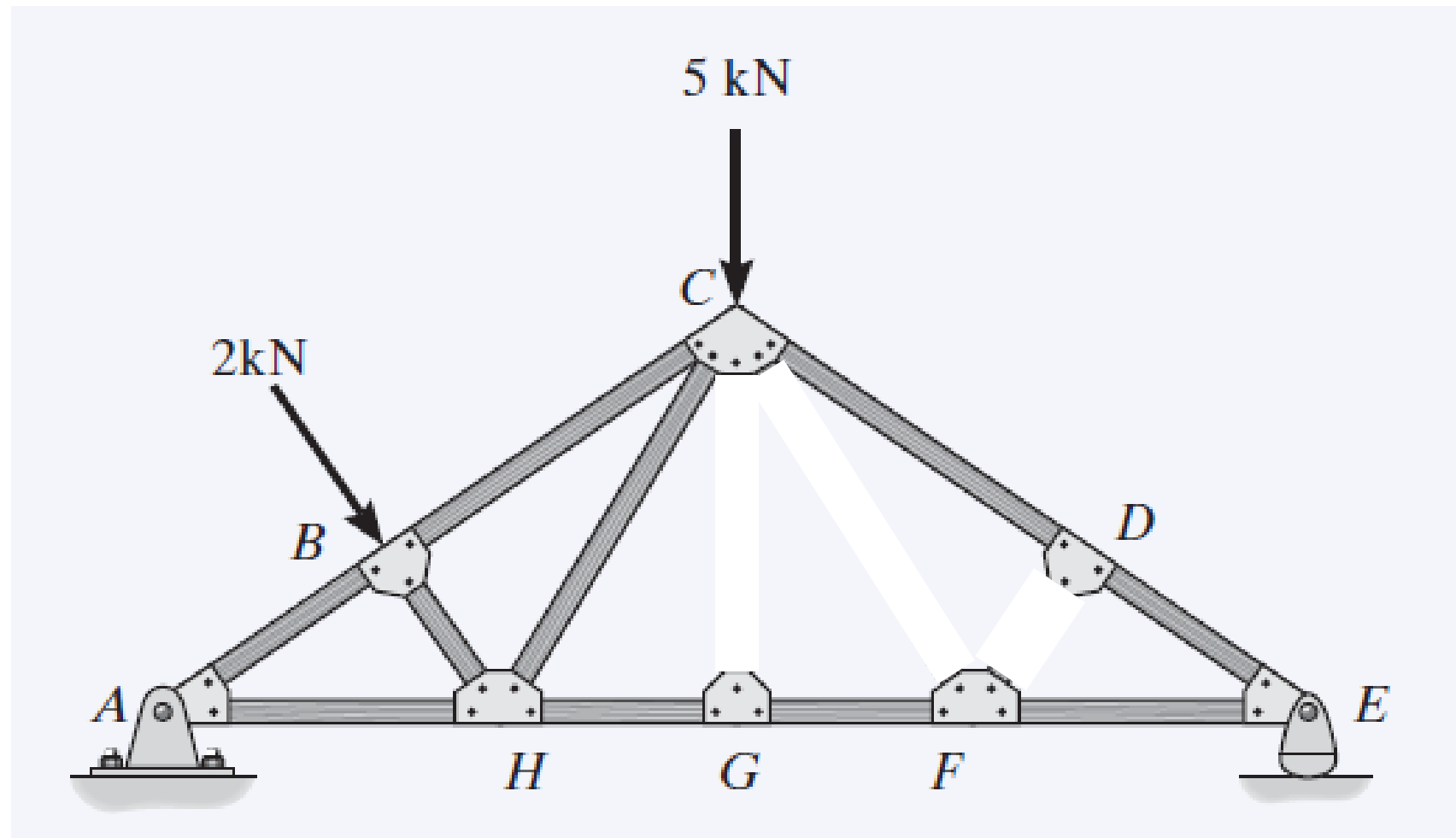


# Elementos de fuerza cero

*Si tres elementos forman un nodo de armadura en el cual dos de los elementos son colineales, el tercer miembro es un elemento de fuerza cero siempre que no se aplique ninguna fuerza exterior o reacción de soporte al nodo.*

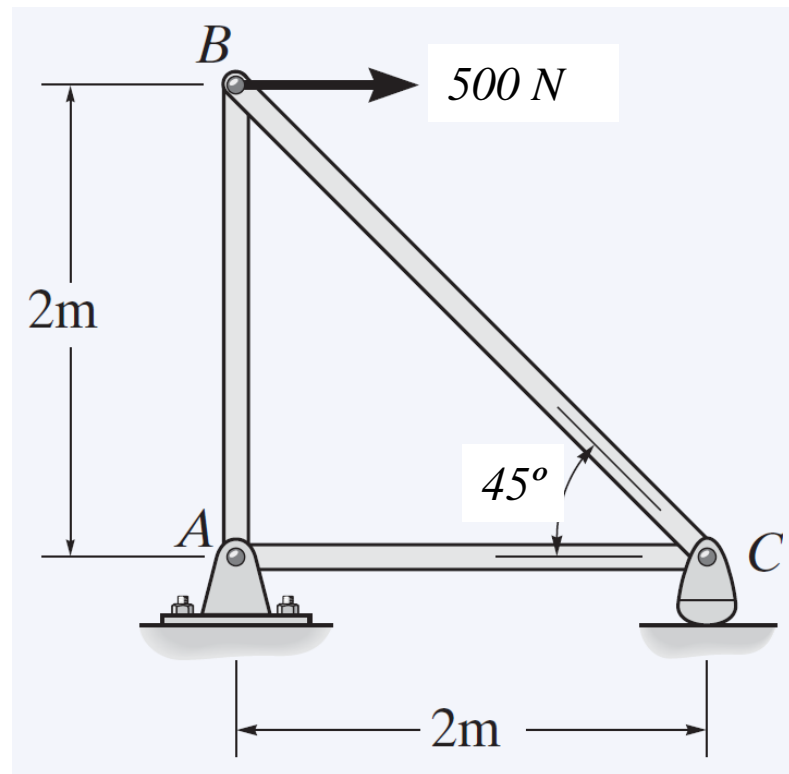


## Elementos de fuerza cero.-Ejemplo



# Ejemplo 6.1

Determine la fuerza en cada elemento de la armadura mostrada en la figura e indique si los elementos están en tensión o en compresión.

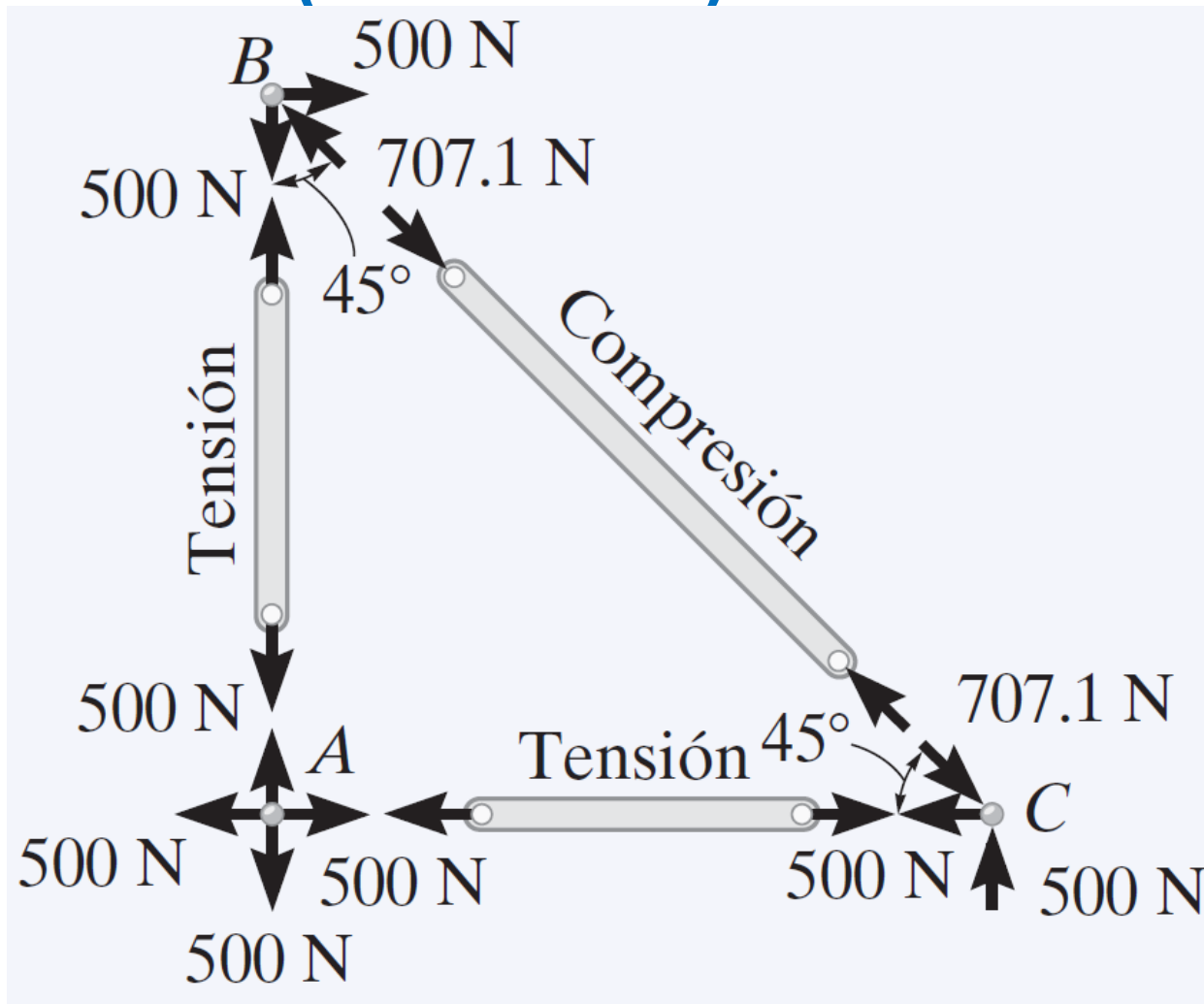


$$F_{BC} = 707,1 \text{ N (Compresión)} ; F_{BA} = 500 \text{ N (Tensión)}$$

$$F_{CA} = 500 \text{ N (Tensión)} ; C_y = 500 \text{ N}$$

$$A_x = 500 \text{ N} ; A_y = 500 \text{ N}$$

## Ejemplo 6.1 (Solución)



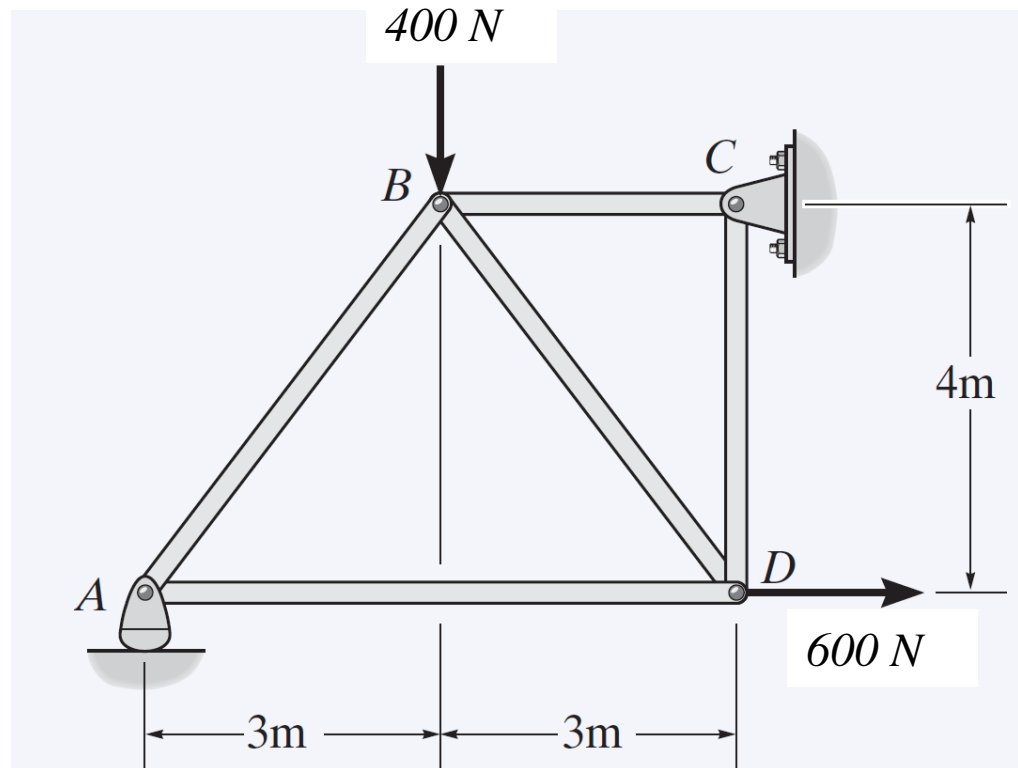
$$A_x = -500 \text{ N} ; A_y = -500 \text{ N} ; C_y = 500 \text{ N}$$

$$AB = 500 \text{ N (Tensión)} ; AC = 500 \text{ N (Tensión)}$$

$$BC = -707 \text{ N (Compresión)}$$

## Ejemplo 6.2

Determine la fuerza en cada elemento de la armadura mostrada en la figura e indique si los elementos están en tensión o en compresión.

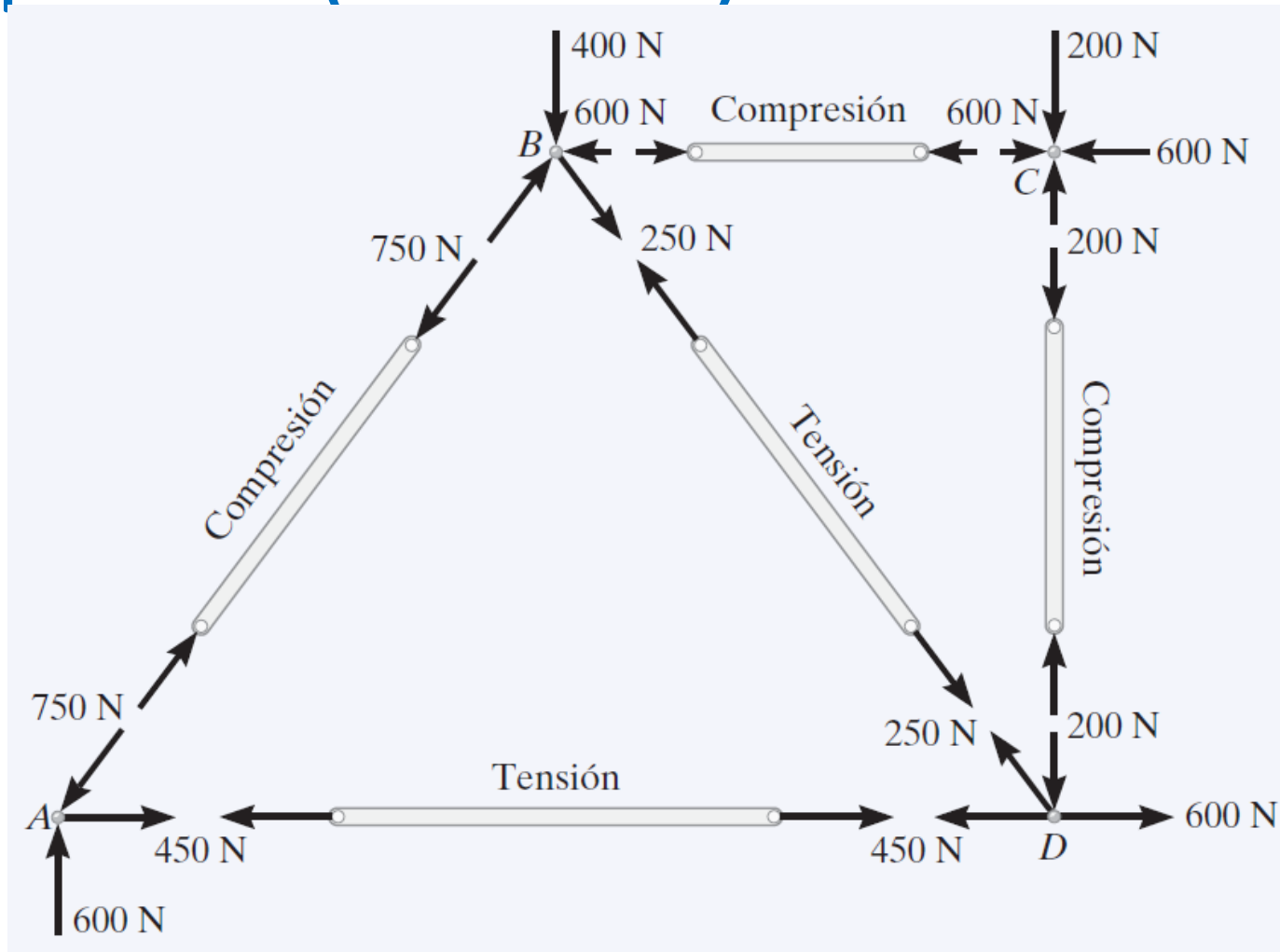


$$C_x = 600 \text{ N} ; A_y = 600 \text{ N} ; C_y = 200 \text{ N}$$

$$F_{AB} = 750 \text{ N (Compresión)} ; F_{AD} = 450 \text{ N (Tensión)}$$

$$F_{DB} = 250 \text{ N (Tensión)} ; F_{DC} = 200 \text{ N (Compresión)}$$

## Ejemplo 6.2 (Solución)



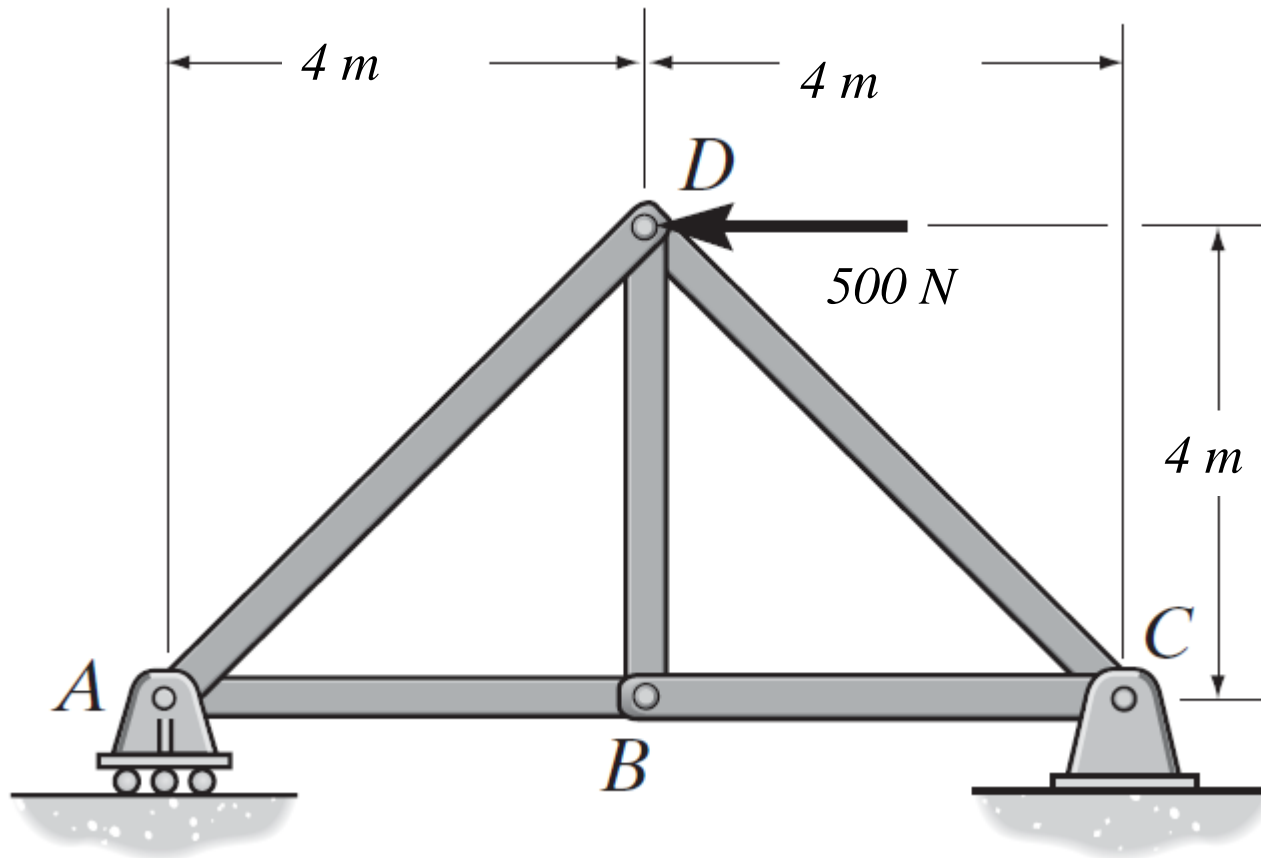
$$C_x = 600 \text{ N} ; A_y = 600 \text{ N} ; C_y = 200 \text{ N}$$

$$F_{AB} = 750 \text{ N (Compresión)} ; F_{AD} = 450 \text{ N (Tensión)}$$

$$F_{DB} = 250 \text{ N (Tensión)} ; F_{DC} = 200 \text{ N (Compresión)}$$

# Problema propuesto 6.1

Determine la fuerza en cada elemento de la armadura mostrada en la figura e indique si los elementos están en tensión o en compresión.

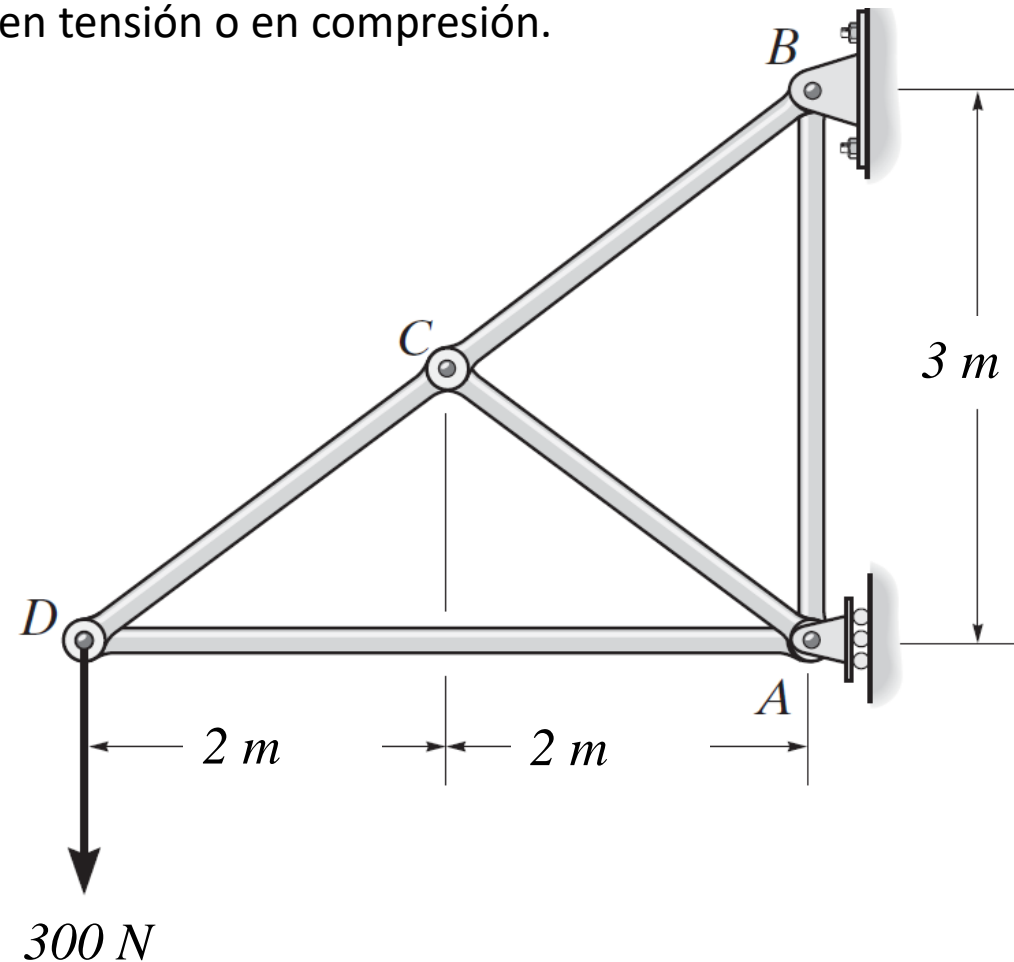


$$F_{AD} = 318 \text{ N (Compresión)} ; F_{AB} = 225 \text{ N (Tensión)}$$

$$F_{BC} = 225 \text{ N (Tensión)} ; F_{BD} = 0 ; F_{CD} = 318 \text{ N (Tensión)}$$

# Problema propuesto 6.2

Determine la fuerza en cada elemento de la armadura mostrada en la figura e indique si los elementos están en tensión o en compresión.



$$F_{CD} = 500 \text{ N (Tensión)} ; F_{AD} = 400 \text{ N (Compresión)}$$

$$F_{AC} = F_{AB} = 0 ; F_{BD} = 0 ; A_x = 0 ; A_y = C_y = 400 \text{ N}$$

Cremona