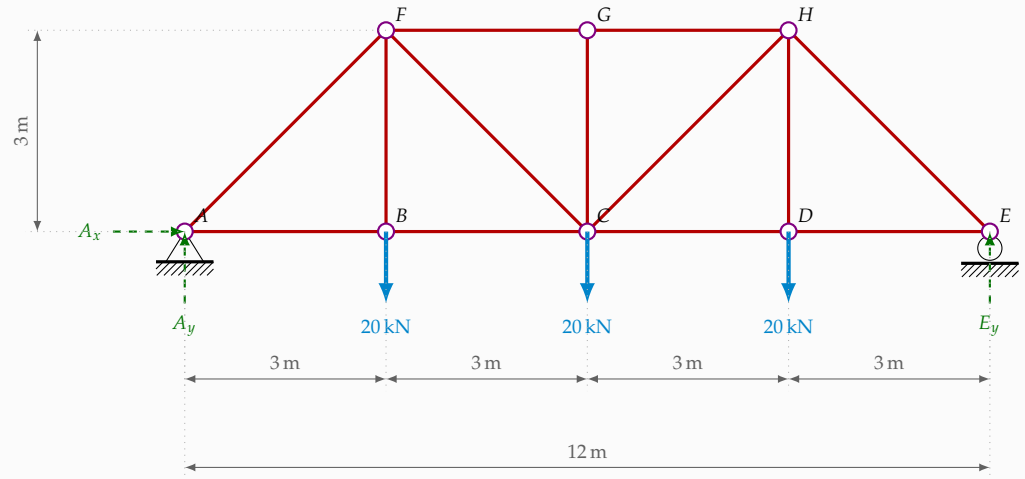
Método de los Nudos

ARMADURA ISOSTÁTICA

EMI · *solución paso a paso*

Unidades de trabajo: L [m] F [kN] M [kN m] q [kN/m] δ [mm] E [kN/m^2] A [m^2] I [m^4]

Cada nudo articulado debe cumplir $\sum F_x = 0$ y $\sum F_y = 0$; se recorren los nudos con a lo sumo dos barras incógnita. Tracción positiva.



Armadura analizada, con las reacciones por calcular (a trazos, en el sentido positivo supuesto).

Paso 1 Reacciones por equilibrio global

Las tres ecuaciones de la estática, escritas con las cargas aplicadas:

$$(\rightarrow +)\ \sum F_x = 0 \quad \Rightarrow \quad A_x = 0 \quad \text{... (I)}$$

$$(\uparrow +)\ \sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad A_y + E_y - 20 - 20 - 20 = 0$$
$$\Rightarrow \quad A_y + E_y - 60 = 0 \quad \text{... (II)}$$

$$(\circlearrowleft +)\ \sum M_A = 0 \quad \Rightarrow \quad 12\,E_y - 60 - 120 - 180 = 0$$
$$\Rightarrow \quad 12\,E_y - 360 = 0 \quad \text{... (III)}$$

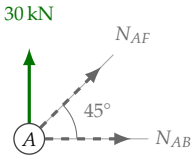
Resolviendo (I), (II) y (III) obtenemos:

$$\Rightarrow \quad A_x = \boxed{0\ \text{kN}}$$
$$\Rightarrow \quad A_y = 60 - (1)(30)$$
$$\Rightarrow \quad A_y = \boxed{30\ \text{kN}}$$
$$\Rightarrow \quad E_y = \frac{360}{12}$$
$$\Rightarrow \quad E_y = \boxed{30\ \text{kN}}$$

Paso 2 Equilibrio nudo a nudo

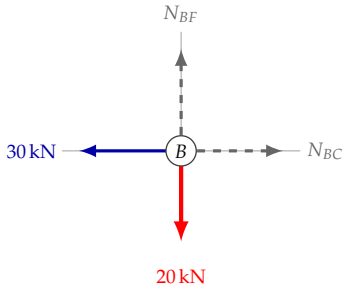
En el cuerpo libre de cada nudo: cargas en rojo, reacciones en verde, fuerzas de barras ya conocidas en azul y barras incógnita a trazos. **Todas las flechas salen del nudo**: en las barras se supone tracción, de modo que un valor negativo significa compresión.

Nudo A



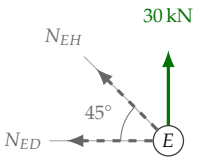
$$(\rightarrow +)\ \sum F_x = 0 \quad \Rightarrow \quad N_{AB} + N_{AF} \cdot \cos(45°) = 0$$
$$\Rightarrow \quad N_{AB} = -\left[N_{AF} \cdot \cos(45°)\right]$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{N_{AB} = 30\ \text{kN}}\ \text{(tracción)}$$
$$(\uparrow +)\ \sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad 30 + N_{AF} \cdot \sin(45°) = 0$$
$$\Rightarrow \quad N_{AF} = \frac{-[30]}{\sin(45°)}$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{N_{AF} = -42.43\ \text{kN}}\ \text{(compresión)}$$

Nudo B



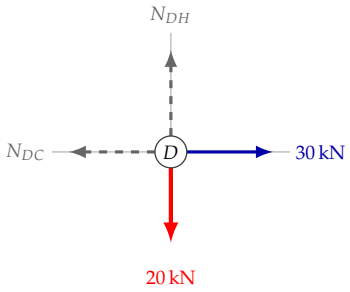
$$(\rightarrow +)\ \sum F_x = 0 \quad \Rightarrow \quad -30 + N_{BC} = 0$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{N_{BC} = 30\ \text{kN}}\ \text{(tracción)}$$
$$(\uparrow +)\ \sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad -20 + N_{BF} = 0$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{N_{BF} = 20\ \text{kN}}\ \text{(tracción)}$$

Nudo E



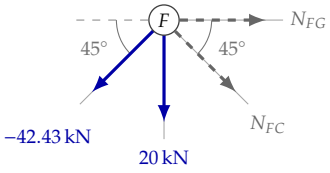
$$(\rightarrow +)\ \sum F_x = 0 \quad \Rightarrow \quad -N_{ED} - N_{EH} \cdot \cos(45°) = 0$$
$$\Rightarrow \quad N_{ED} = [-N_{EH} \cdot \cos(45°)]$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{N_{ED} = 30\ \text{kN}}\ \text{(tracción)}$$
$$(\uparrow +)\ \sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad 30 + N_{EH} \cdot \sin(45°) = 0$$
$$\Rightarrow \quad N_{EH} = \frac{-[30]}{\sin(45°)}$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{N_{EH} = -42.43\ \text{kN}}\ \text{(compresión)}$$

Nudo D



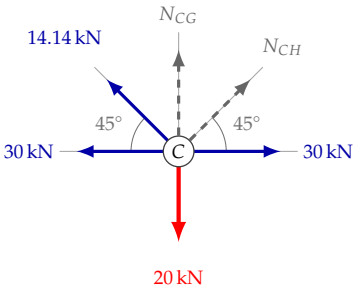
$$(\rightarrow +)\ \sum F_x = 0 \quad \Rightarrow \quad 30 - N_{DC} = 0$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{N_{DC} = 30\ \text{kN}}\ \text{(tracción)}$$
$$(\uparrow +)\ \sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad -20 + N_{DH} = 0$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{N_{DH} = 20\ \text{kN}}\ \text{(tracción)}$$

Nudo F



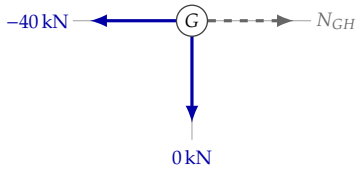
$$(\rightarrow +)\ \sum F_x = 0 \quad \Rightarrow \quad -(-42.43) \cdot \cos(45°) + N_{FG} + N_{FC} \cdot \cos(45°) = 0$$
$$\Rightarrow \quad 30 + N_{FG} + N_{FC} \cdot \cos(45°) = 0$$
$$\Rightarrow \quad N_{FG} = -[30 + N_{FC} \cdot \cos(45°)]$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{N_{FG} = -40\ \text{kN}}\ \text{(compresión)}$$
$$(\uparrow +)\ \sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad -(-42.43) \cdot \sin(45°) - 20 - N_{FC} \cdot \sin(45°) = 0$$
$$\Rightarrow \quad 10 - N_{FC} \cdot \sin(45°) = 0$$
$$\Rightarrow \quad N_{FC} = \frac{-[10]}{-\sin(45°)}$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{N_{FC} = 14.14\ \text{kN}}\ \text{(tracción)}$$

Nudo C



$$(\rightarrow +)\ \sum F_x = 0 \quad \Rightarrow \quad -30 + 30 - 14.14 \cdot \cos(45°) + N_{CH} \cdot \cos(45°) = 0$$
$$\Rightarrow \quad -10 + N_{CH} \cdot \cos(45°) = 0$$
$$\Rightarrow \quad N_{CH} = \frac{-[-10]}{\cos(45°)}$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{N_{CH} = 14.14\ \text{kN}}\ \text{(tracción)}$$
$$(\uparrow +)\ \sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad -20 + 14.14 \cdot \sin(45°) + N_{CG} + N_{CH} \cdot \sin(45°) = 0$$
$$\Rightarrow \quad -10 + N_{CG} + N_{CH} \cdot \sin(45°) = 0$$
$$\Rightarrow \quad N_{CG} = -[-10 + N_{CH} \cdot \sin(45°)]$$
$$\Rightarrow \quad \boxed{N_{CG} = 0\ \text{kN}}\ \text{(nula)}$$

Nudo G



$$(\rightarrow +)\ \sum F_x = 0 \quad \Rightarrow \quad 40 + N_{GH} = 0$$

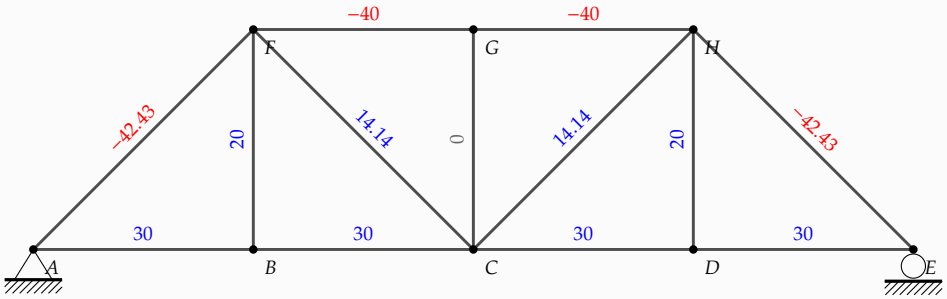
$$\Rightarrow \quad \boxed{N_{GH} = -40\ \text{kN}}\ \text{(compresión)}$$

$$(\uparrow +)\ \sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad 0 = 0$$

Paso 3 Resumen y verificación

Fuerzas axiales finales comparadas con el método matricial:

Barra	N Nudos	Estado	N Matricial	Δ
A–B	30	T	30	0
B–C	30	T	30	0
C–D	30	T	30	0
D–E	30	T	30	0
F–G	−40	C	−40	0
G–H	−40	C	−40	0
A–F	−42.43	C	−42.43	0
H–E	−42.43	C	−42.43	0
B–F	20	T	20	0
C–G	0	—	0	0
D–H	20	T	20	0
F–C	14.14	T	14.14	0
H–C	14.14	T	14.14	0



Esfuerzos axiales sobre las barras (kN): en azul las de tracción (+) y en rojo las de compresión (−).

Diagramas de fuerzas internas

Esfuerzo normal N, constante a lo largo de cada barra

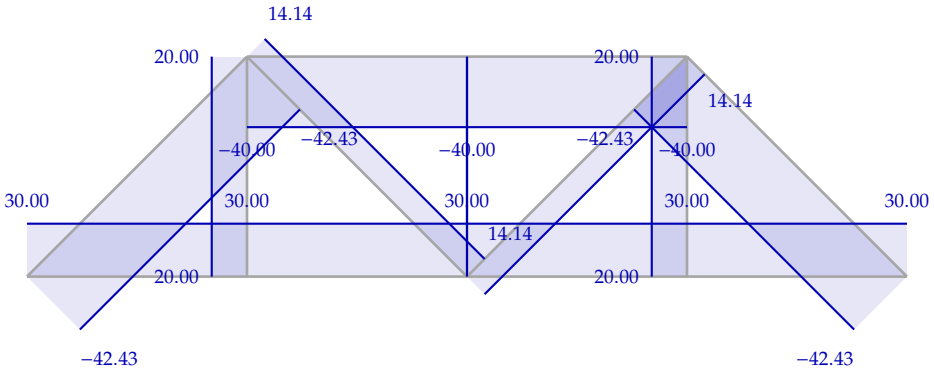
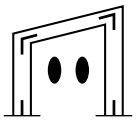


Diagrama de fuerza axial (N), en kN.



Generado con EMI: calculadora estructural online: emiestruc.com