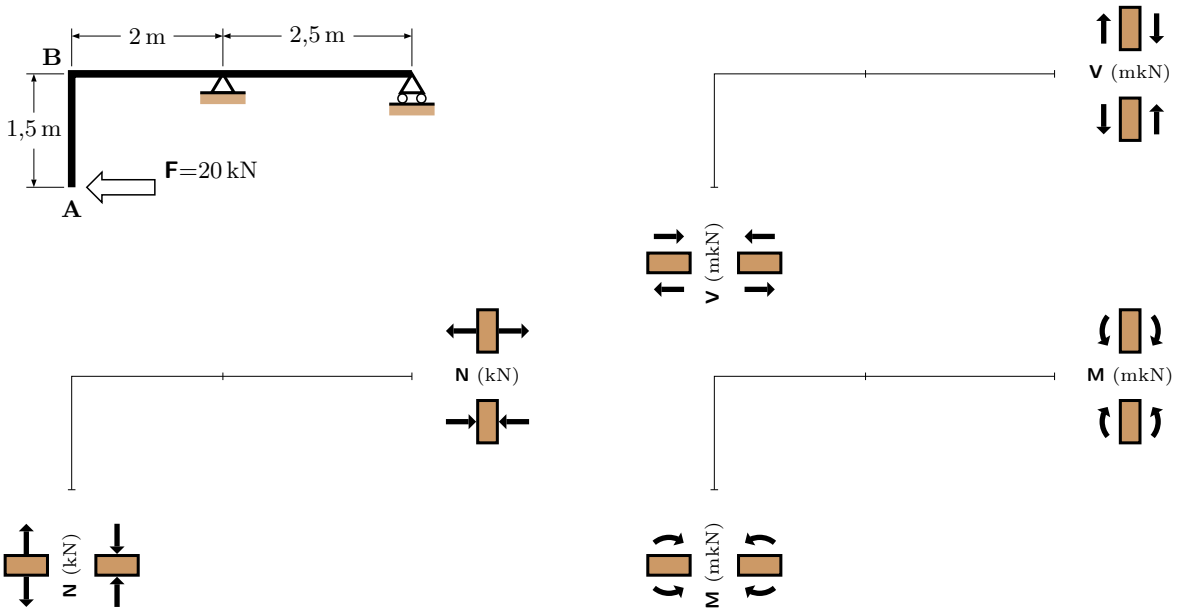
Práctica 10: Flexión: madera, acero.

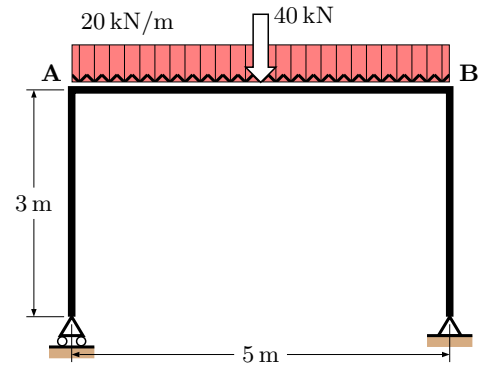
1. De la barra de la figura, dibujar a escala los diagramas de esfuerzos cortantes y de esfuerzos normales, en kN, y de momentos flectores, en mkN, según el criterior de signos indicado, acotando los valores numéricos en las secciones más significativas: valor máximo, etc... Se quiere realizar con una sección de madera rectangular de proporción canto:ancho = 2:1. Calcular el valor del módulo resistente, $mm^2\,m$, estrictamente necesario que debe poseer la barra para resistir los momentos entre **A** y **B**. Indicar la dimensión mínima de la sección para ese módulo resistente, redondeando canto y ancho a múltiplos enteros de 10 mm. La madera a emplear resiste con seguridad tensiones normales de $8\,N/mm^2$ y tangenciales de $1\,N/mm^2$.

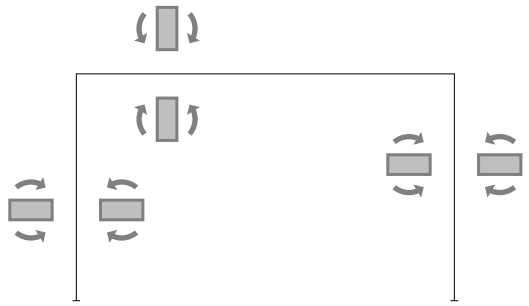


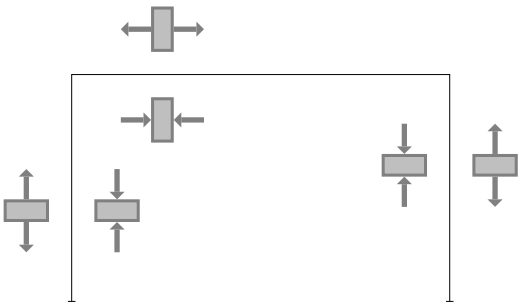
2. Dibujar el diagrama de tensiones normales de la sección elegida en el apartado anterior, correspondiente a la sección de mayor valor absoluto del momento flector en el tramo **AB**, comprobando que es inferior a la que resiste con seguridad el material.

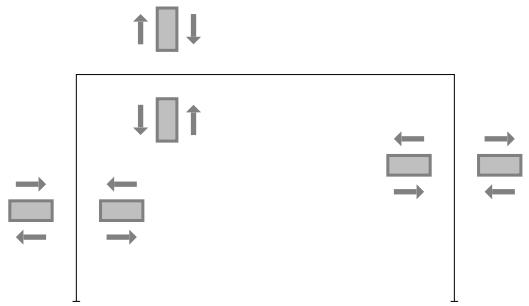
3. Del mismo modo, dibujar el diagrama de tensiones tangenciales correspondiente a la sección de mayor esfuerzo cortante en **AB**, indicando el valor de la tensión tangencial máxima, comprobando que es inferior a la que resiste con seguridad la madera empleada.

4. Dibujar a escala los diagramas del pórtico de la figura, acotando los valores en las secciones más significativas. La viga **AB** se quiere construir con un perfil **IPE** de un acero que resiste con seguridad tensiones normales de $180\,\mathrm{N/mm^2}$ y tangenciales de $100\,\mathrm{N/mm^2}$, siendo $260\,\mathrm{N/mm^2}$ su límite elástico. Indicar el menor perfil IPE que resultaría seguro a momento.









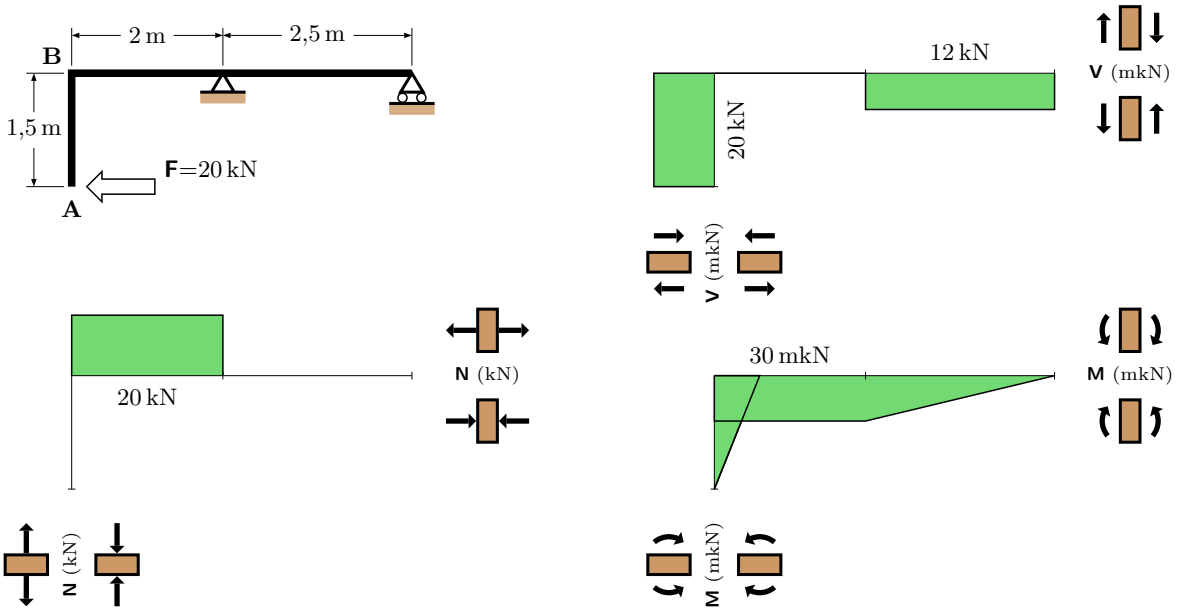
5. Indicar el máximo valor absoluto de la tensión normal existente en la viga, comprobando que es menor que el límite elástico del acero.

6. Indicar el máximo valor absoluto de la tensión tangencial existente en la viga, comprobando que es inferior a la que resiste con seguridad el acero.

Copyleft © 2008, Vázquez Espí. http://www.aq.upm.es/Departamentos/Estructuras/e96-290/K/

Práctica 10: Flexión: madera, acero.

1. **¡Ojo!** Se trata de un ejemplo desafortunado dada la dificultad de realizar uniones indeformables entre piezas de madera, algo *imprescindible* en el nudo **B**.



En el tramo **AB**, el momento máximo, en **B**, vale 30 mkN. El módulo resistente mínimo es $30\,\text{mkN} \div 8\,\text{N/mm}^2 = 3750\,\text{mm}^2\,\text{m}$. Una sección rectangular con doble canto h que ancho b tiene un módulo resistente $bh^2 \div 6 = h^3 \div 12$. Por tanto el canto mínimo habrá de ser:

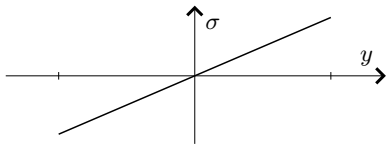
$$h \geq \sqrt[3]{\frac{30\,\text{mkN}}{8\,\text{N/mm}^2} \times 12} = 356\,\text{mm}$$

Una sección de $360 \times 180\,\text{mm}^2$ sería suficiente para resistir los momentos.

2. La tensión normal máxima de la sección anterior sería:

$$\sigma = \frac{30\,\text{mkN}}{\dfrac{360\,\text{mm} \cdot 180\,\text{mm} \times 0{,}360\,\text{m}}{6}} = 7{,}72\,\text{N/mm}^2$$

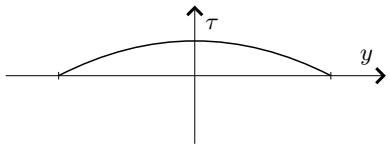
menor que la segura. El diagrama sería simplemente:



3. El esfuerzo cortante es constante en **AB** e igual a 20 kN. La tensión tangencial máxima es simplemente:

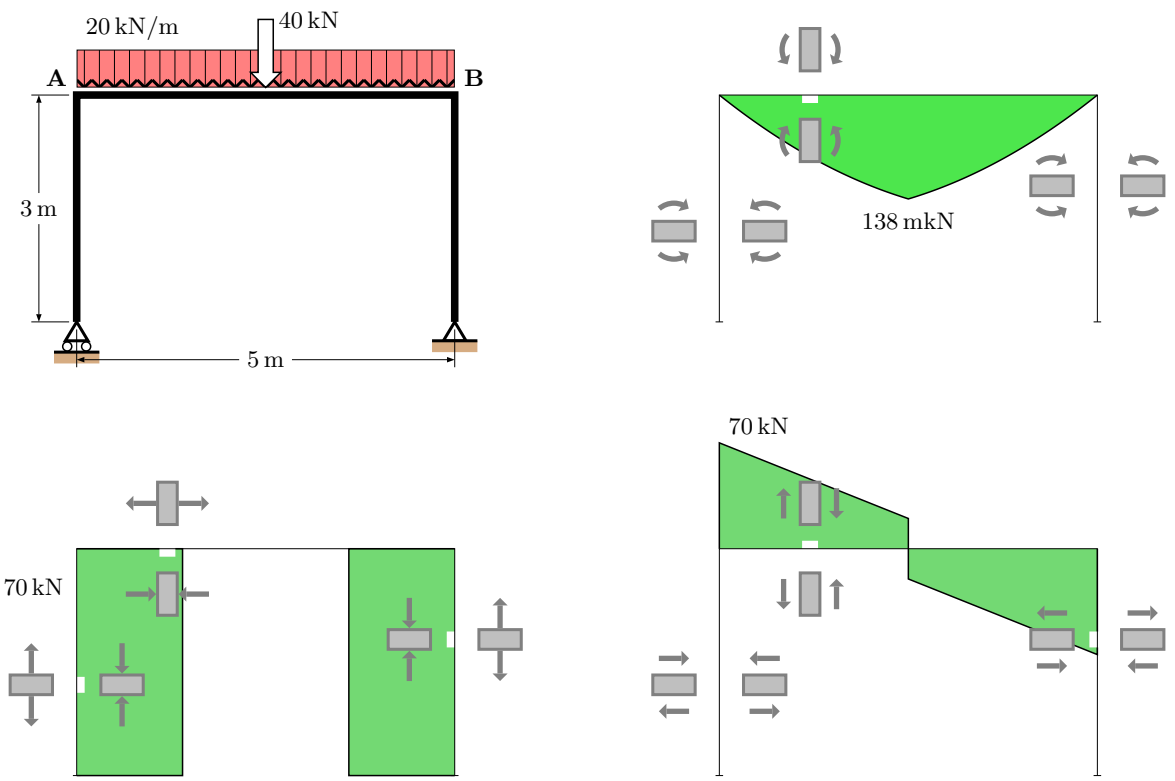
$$\tau = \frac{20\,\text{kN}}{\frac{2}{3} \cdot 360\,\text{mm} \cdot 180\,\text{mm}} = 0{,}46\,\text{N/mm}^2$$

menor que la segura de la madera. El diagrama es simplemente una parabola:



El signo de τ es positivo si se acepta el mismo convenio que para el esfuerzo cortante.

4.



El mínimo módulo resistente debe ser $138\,\text{mkN} \div 180\,\text{N/mm}^2 = 767\,\text{mm}^2\,\text{m}$ lo que requiere un IPE360 ($904\,\text{mm}^2\,\text{m}$) si se usa un modelo frágil. Con un modelo plástico (sin penalización en el coeficiente de seguridad) se necesitaría un perfil con un momento estático de $767\,\text{mm}^2\,\text{m} \div 2 = 383\,\text{mm}^2\,\text{m}$, es decir, un IPE330 ($W_p = 402\,\text{mm}^2\,\text{m} \times 2 = 804\,\text{mm}^2\,\text{m}$, $W_x = 713\,\text{mm}^2\,\text{m}$). Si en este último caso se exigiera un 12 % más de seguridad —por usar modelos plásticos— el módulo resistente plástico debería ser de $859\,\text{mm}^2\,\text{m}$: volveríamos al IPE360.

El cortante que con seguridad resiste el IPE330 vale $293\,\text{mm} \times 7{,}5\,\text{mm} \times 100\,\text{N/mm}^2 = 219\,\text{kN}$, más que suficiente comparado con los 70 kN de cortante máximo.

5. La máxima tensión normal en el IPE330 sería $138\,\text{mkN} \div 713\,\text{mm}^2\,\text{m} = 194\,\text{N/mm}^2$, mayor que la segura del material pero menor que su límite elástico, algo habitual cuando se pone en juego la reserva plástica de resistencia.

En el IPE360, $138\,\text{mkN} \div 904\,\text{mm}^2\,\text{m} = 153\,\text{N/mm}^2$, menor que la segura del material, lo habitual con modelos elásticos.

6. La máxima tensión tangencial en el IPE330 sería $70\,\text{kN} \div 2200\,\text{mm}^2\,\text{m} = 31{,}8\,\text{N/mm}^2$. En el IPE360, $70\,\text{kN} \div 2550\,\text{mm}^2\,\text{m} = 27{,}5\,\text{N/mm}^2$.

Las uniones en **A** y en **B**, entre el dintel y los pilares, deben ser indeformables. Algo relativamente sencillo en acero con uniones soldadas o, menos frecuente, atornilladas.

Copyleft © 2008, Vázquez Espí. http://www.aq.upm.es/Departamentos/Estructuras/e96-290/K/