



Carrera de Arquitectura
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Cuyo

DISEÑO ESTRUCTURAL I

SOLICITACIONES EN COMPONENTES ESTRUCTURALES

Eduardo Totter



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

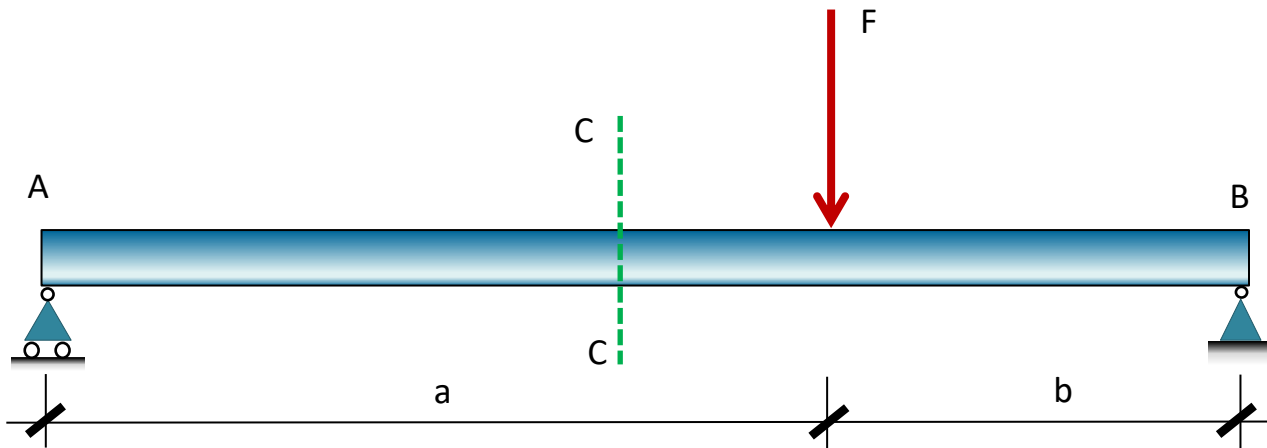


FACULTAD DE
INGENIERÍA

FUERZAS INTERNAS – CONCEPTO - GENERALIDADES

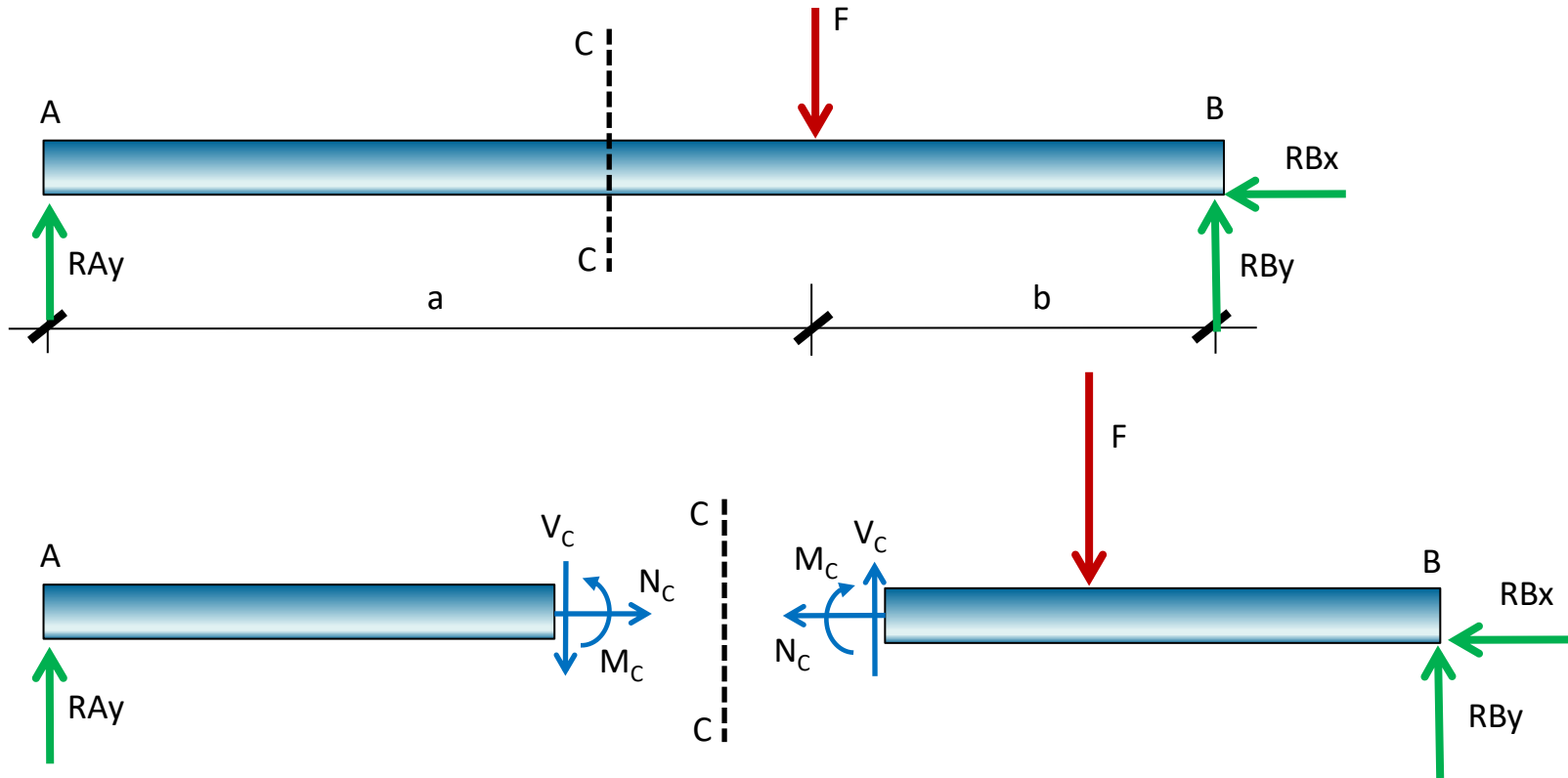
El diseño de todo elemento estructural requiere el conocimiento y análisis de las **fuerzas internas** que se generan en una **sección transversal** del mismo, para asegurar que el material pueda resistir adecuadamente.

Considerando la viga simplemente apoyada de la figura, sometida a las fuerzas externas indicadas, se plantea el problema de determinar las **fuerzas internas** que actúan en la sección transversal **C-C**



FUERZAS INTERNAS – CONCEPTO - GENERALIDADES

Reemplazando los vínculos por sus correspondientes reacciones, podemos imaginar luego que en la sección transversal C-C se produce un corte imaginario. En estas condiciones, es posible representar las **fuerzas** y **momentos** que mantienen en equilibrio cada uno de los tramos seccionados. Denominamos a las mismas, M_C , V_C y N_C .



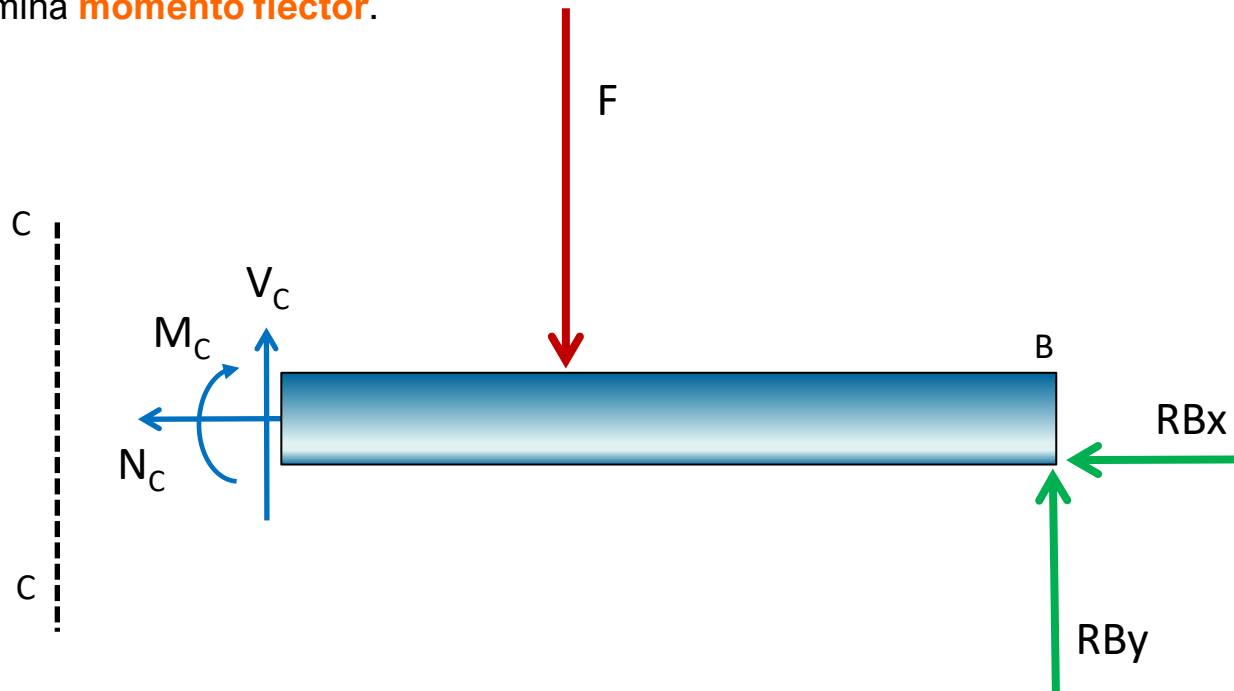
FUERZAS INTERNAS – CONCEPTO - GENERALIDADES

La componente de fuerza N_C cuya dirección es normal al plano de la sección transversal del elemento estructural, se denomina **fuerza normal** o **axial**.

La componente de fuerza V_C que actúa en forma tangencial a la sección transversal del elemento estructural, en el punto considerado, se denomina **fuerza cortante**.

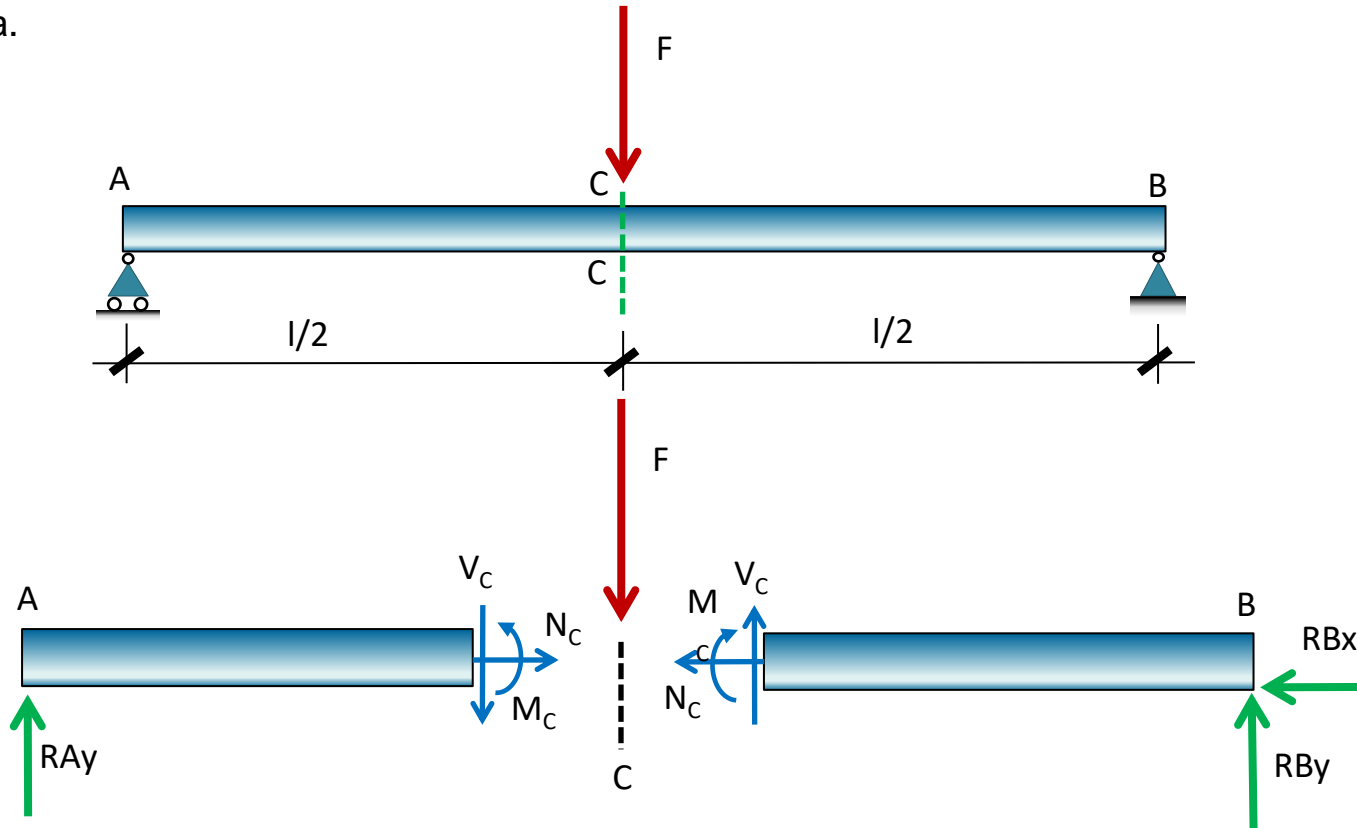
El momento M_C , que actúa alrededor de un eje perpendicular al plano del problema, sobre la sección C-C, se denomina **momento flector**.

Las magnitudes de la fuerza normal, la fuerza de corte y del momento flector en la sección C-C, pueden ser determinadas aplicando las tres ecuaciones de equilibrio a cualquiera de los dos segmentos de la viga.



FUERZAS INTERNAS

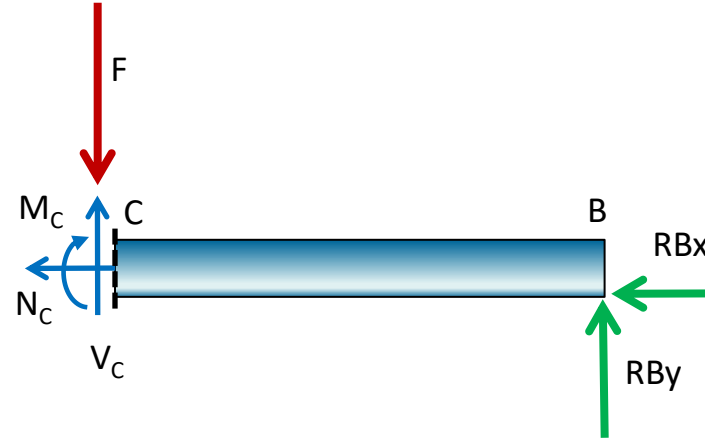
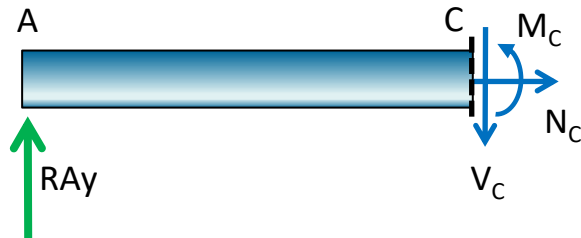
La determinación de fuerzas internas en una sección transversal dada se realiza aplicando las **ecuaciones de equilibrio** en cada uno de los tramos analizados. Para ejemplificar lo mencionado, analizamos el caso de una viga simplemente apoyada, de longitud l , con una carga concentrada F , ubicada en la sección central de la misma, tal como la indicada en la figura.



FUERZAS INTERNAS

En forma previa al análisis es necesario resolver las reacciones de vínculo de la estructura.

En este caso $R_{Ay} = R_{By} = F/2$; $R_{Bx} = 0$



Equilibrio del tramo AC

$$\sum F_x = 0; \quad N_c = 0$$

$$\sum F_y = \frac{F}{2} - V_c = 0; \quad V_c = \frac{F}{2}$$

$$\sum M_c = \frac{F}{2} \times \frac{l}{2} - M_c = 0; \quad M_c = \frac{Fl}{4}$$

Equilibrio del tramo CB

$$\sum F_x = 0; \quad N_c = 0$$

$$\sum F_y = V_c - F + \frac{F}{2} = 0; \quad V_c = \frac{F}{2}$$

$$\sum M_c = -\frac{F}{2} \times \frac{l}{2} + M_c = 0; \quad M_c = \frac{Fl}{4}$$

FUERZAS INTERNAS – DIAGRAMAS de SOLICITACIONES

El análisis del equilibrio de los dos tramos en los que se ha supuesto dividida la viga en estudio, ha permitido hallar los valores de fuerzas internas en la sección considerada C-C.

El diseño de elementos estructurales tales como vigas y columnas, requiere el conocimiento de los esfuerzos internos en cada sección de los mismos a lo largo de sus ejes longitudinales.

Una herramienta adecuada para esto, la constituye los denominados **diagramas de fuerzas internas** o **diagramas de solicitaciones**. Los mismos brindan una representación gráfica de los momentos flectores **M**, esfuerzos de corte **V** y esfuerzos normales **N**, a lo largo de los ejes longitudinales del elemento estructural considerado.

El trazado de los diagramas de esfuerzos internos, se puede realizar a partir de un análisis cuidadoso de la estructura analizada, de sus **reacciones de vínculo**, sus **condiciones carga** y su esquema de **deformación** bajo la acción de dichas cargas.

FUERZAS INTERNAS – DIAGRAMAS de SOLICITACIONES

Es posible sintetizar el proceso en algunos pasos o etapas a partir de las cuales obtener los diagramas buscados para cualquier estructura bajo estudio:

1

Trazado del **DCL** de la estructura.
Determinación de la totalidad de reacciones vínculo presentes.
Resolución de las reacciones y fuerzas en términos de componentes actuantes en dirección perpendicular y paralela al eje longitudinal del elemento estructural analizado.

2

Determinar los puntos notables de la estructura. Posición de las cargas Concentradas. Longitudes de desarrollo de cargas distribuidas. Puntos De quiebre del eje longitudinal de la estructura. Ubicación de momentos Concentrados. Discontinuidades de cargas en general, entre otros.

3

Para cada uno de los puntos notables, se deben evaluar las fuerzas Internas de manera de obtener las ordenadas del diagrama correspondiente. Para ello es necesario realizar la sumatoria de momentos y fuerzas actuantes a la izquierda o a la derecha de la sección considerada de todas las fuerzas activas y reactivas.

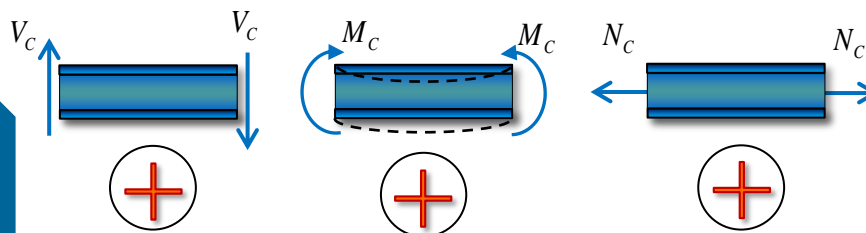
FUERZAS INTERNAS – DIAGRAMAS de SOLICITACIONES

4

Dibujo de los diagramas. Los valores de fuerzas internas hallados se representan a una determinada escala en forma perpendicular al eje longitudinal del elemento estructural considerado.

5

A los efectos de sistematizar los diagramas se consideran convencionalmente los siguientes signos:

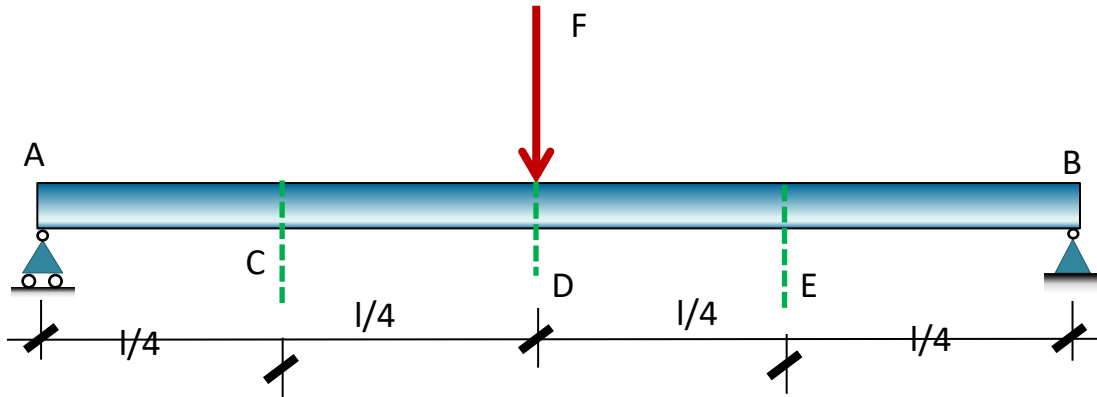


6

En el caso de los diagramas de esfuerzos normales y cortantes, convencionalmente se dibujan los valores positivos por encima del eje longitudinal considerado y los valores negativos por debajo del mismo. Para el caso del diagrama de momentos flectores, se dibujan los valores positivos hacia las fibras traccionadas del elemento flexionado.

FUERZAS INTERNAS – Ejemplo de APLICACIÓN #1

Como ejemplo de aplicación se mostrará en primer lugar la resolución de una viga simplemente apoyada con carga concentrada F ubicada en su sección central:

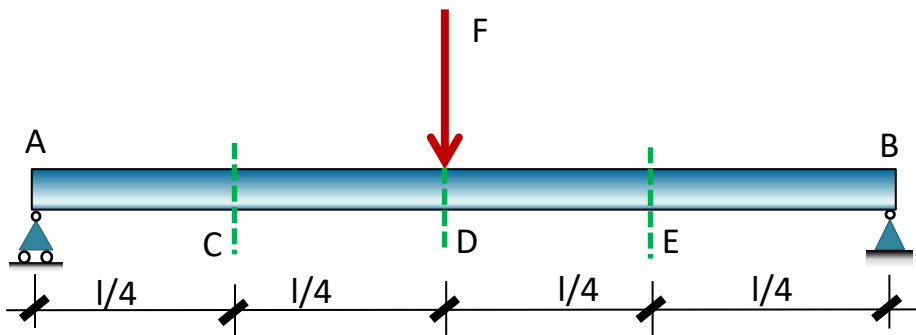


En este caso, a partir del planteo y resolución del procedimiento detallado en las anteriores dispositivas, se analiza la **sumatoria de momentos** y **fuerzas actuantes** en las direcciones indicadas para cada sección transversal de la estructura, esto es secciones A-A, B-B, C-C, D-D y E-E. Dichas sumatorias pueden ser evaluadas a la izquierda o a la derecha de la sección considerada.

A partir de los valores obtenidos, se trazan los correspondientes **diagramas de solicitaciones** buscados en una escala de dibujo previamente seleccionada.

FUERZAS INTERNAS – Ejemplo de APLICACIÓN #1

Para el presente ejemplo, el procedimiento numérico es el siguiente:



Reacciones de vínculo:

$$R_{Ay} = R_{By} = \frac{F}{2}$$

Momentos flectores:

$$M_A = M_B = 0$$

$$M_C = \frac{F}{2} \times \frac{l}{4} = \frac{Fl}{8}$$

$$M_D = \frac{F}{2} \times \frac{l}{2} = \frac{Fl}{4}$$

$$M_E = \frac{F}{2} \cdot \frac{3l}{4} - F \cdot \frac{l}{4} = \frac{Fl}{8}$$

Esfuerzos de Corte:

$$V_A = \frac{F}{2}; \quad V_B = \frac{F}{2} - F = -\frac{F}{2}$$

$$V_C = \frac{F}{2}$$

$$V_{Di} = \frac{F}{2}; \quad V_{Dd} = \frac{F}{2} - F = -\frac{F}{2}$$

$$V_E = \frac{F}{2} - F = -\frac{F}{2}$$

Esfuerzos Normales:

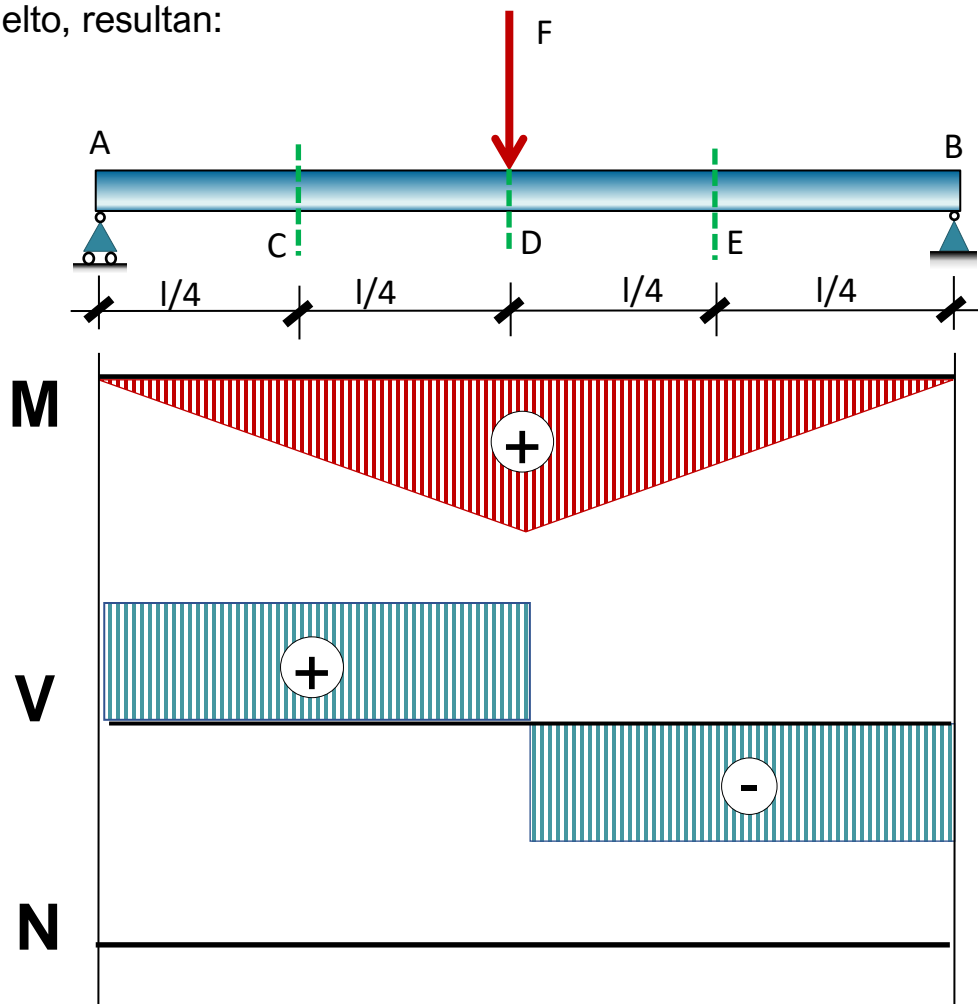
$$N_A = N_B = 0$$

$$N_C = N_D = N_E = 0$$

En el caso del esfuerzo de corte en la sección de aplicación de la carga DD, se ha considerado el mismo, inmediatamente a la izquierda de la fuerza F, (V_{Di}) e inmediatamente a la derecha (V_{Dd}).

FUERZAS INTERNAS – Ejemplo de APLICACIÓN #1

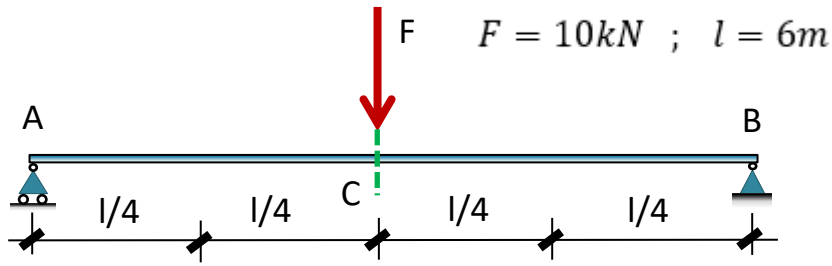
De esta manera, los diagramas de sollicitaciones para el ejemplo resuelto, resultan:



Es posible establecer algunas consideraciones generales para el trazado de los diagramas:

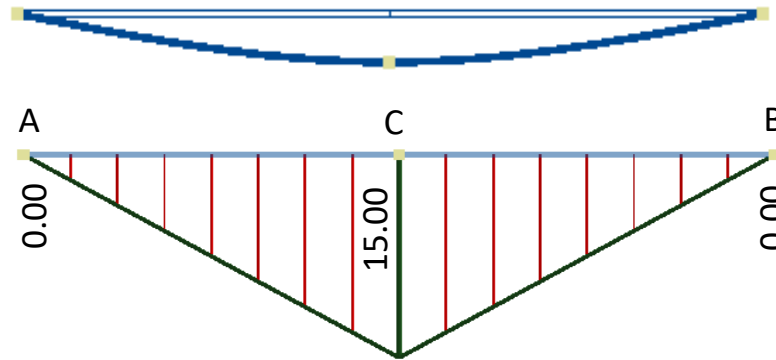
- En los casos de cargas concentradas, los diagramas de momentos flectores presentan una discontinuidad (quiebre) en la sección de aplicación de la carga.
- Para una variación lineal de los momentos flectores, los esfuerzos de corte resultan constantes.
- En los extremos de vigas con vínculo de articulación los momentos flectores son nulos.
- Cuando las cargas externas en vigas no poseen componente en la dirección del eje longitudinal del elemento considerado, su esfuerzo normal es nulo.

FUERZAS INTERNAS – Ejemplo de APLICACIÓN #2

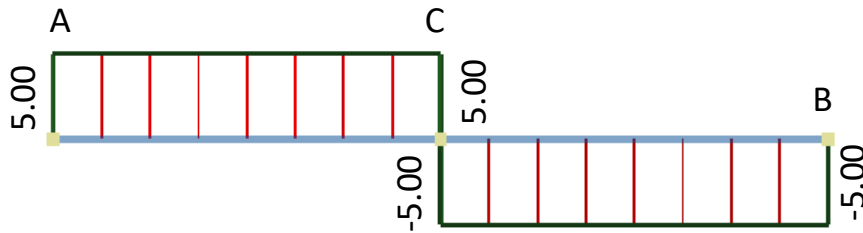


VIGA SIMPLEMENTE APOYADA CON CARGA CONCENTRADA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Configuración deformada de la estructura

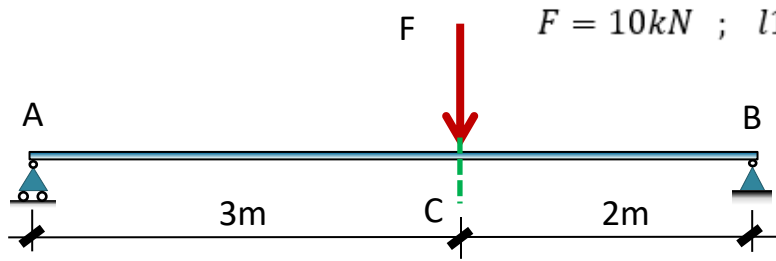


M [kNm]



V [kN]

FUERZAS INTERNAS – Ejemplo de APLICACIÓN #3

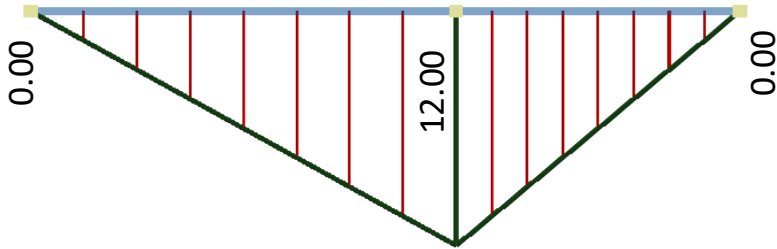


VIGA SIMPLEMENTE APOYADA CON CARGA CONCENTRADA NO CENTRADA

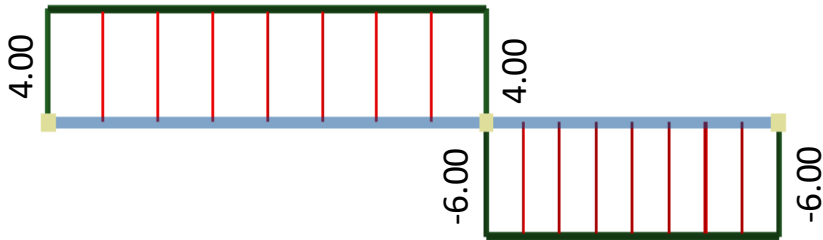
Configuración deformada de la estructura



M [kNm]



V [kN]



FUERZAS INTERNAS – Ejemplo de APLICACIÓN #4

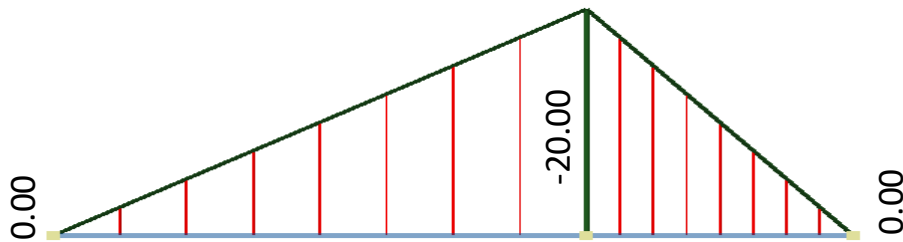


$F = 10kN$

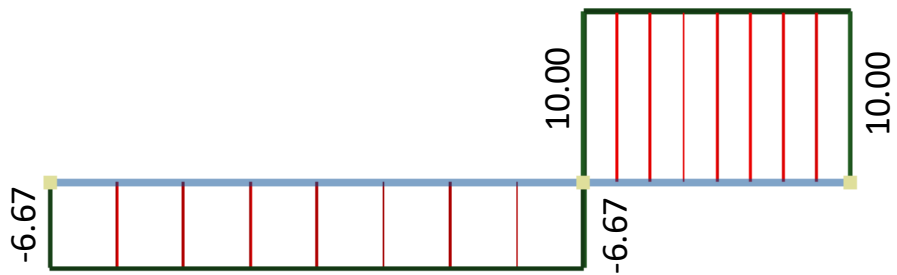
VIGA SIMPLEMENTE APOYADA CON EXTREMO y CARGA CONCENTRADA EN VOLADIZO



Configuración deformada de la estructura

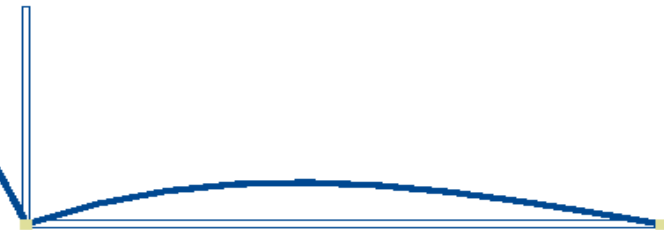
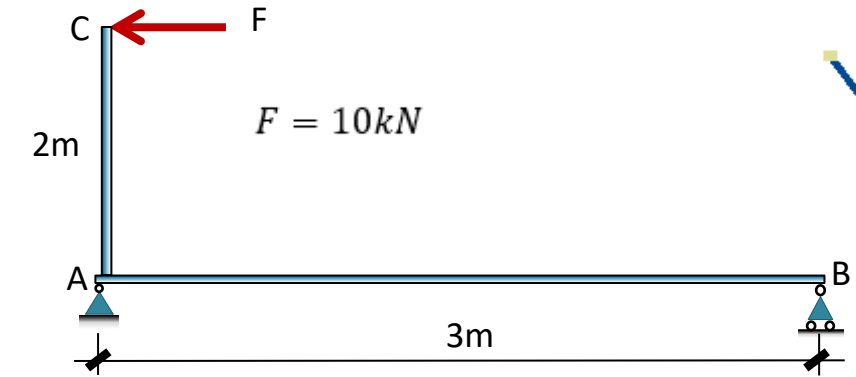


M [kNm]



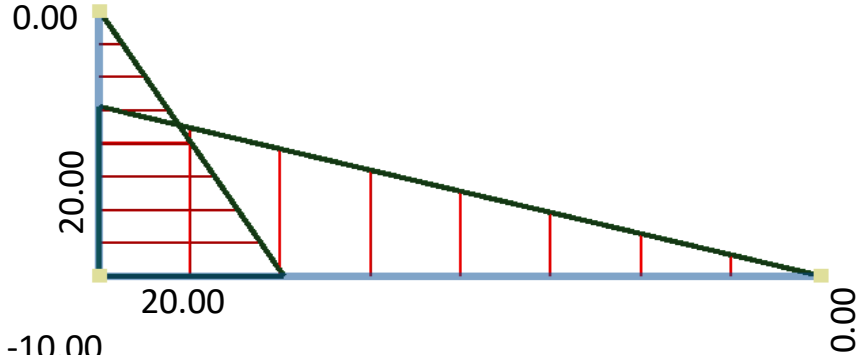
V [kN]

FUERZAS INTERNAS – Ejemplo de APLICACIÓN #5

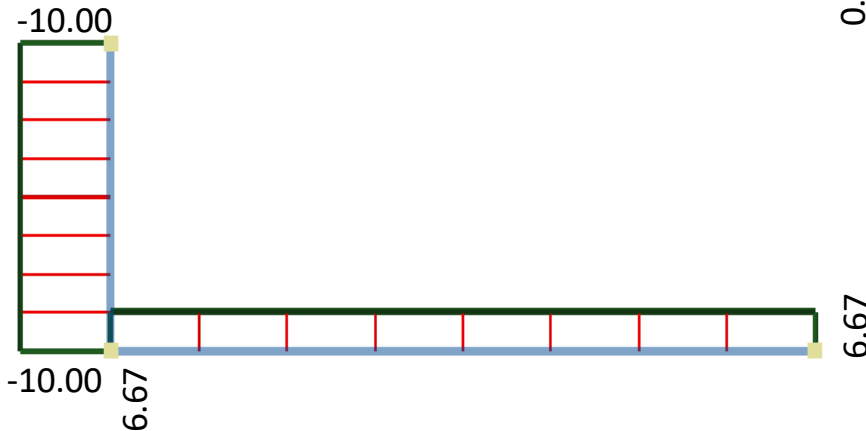


Configuración deformada de la estructura

**VIGA QUEBRADA SIMPLEMENTE
APOYADA CON CARGA EN TRAMO
VERTICAL**

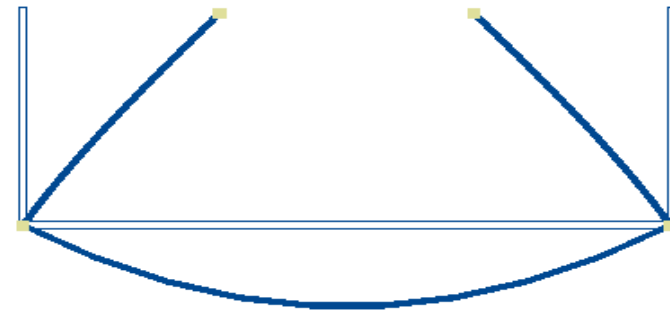
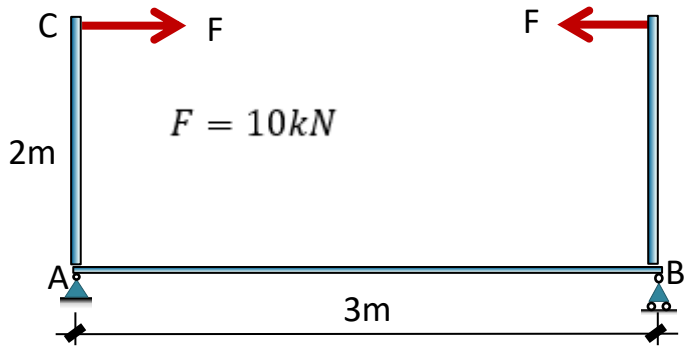


M [kNm]



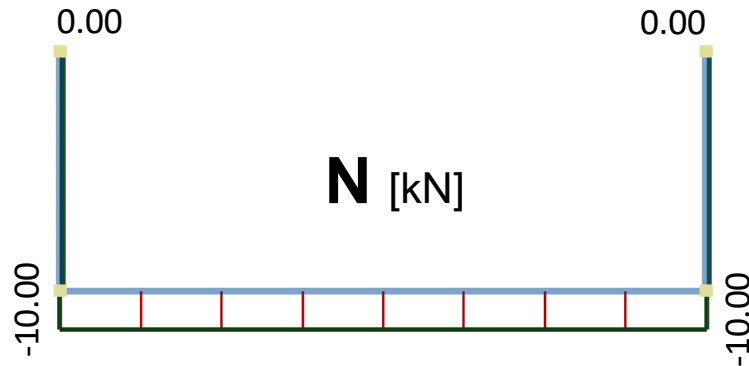
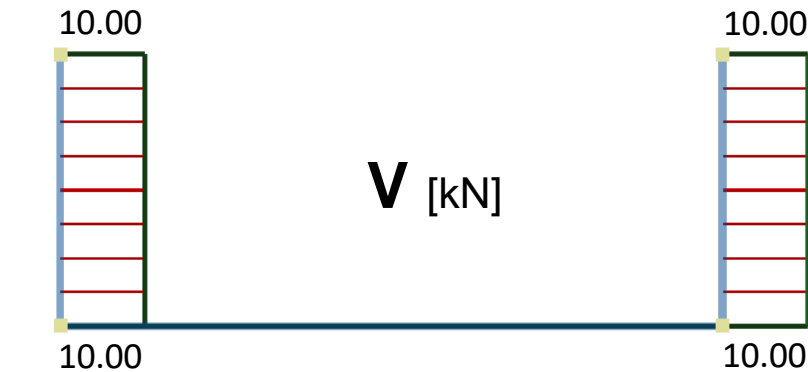
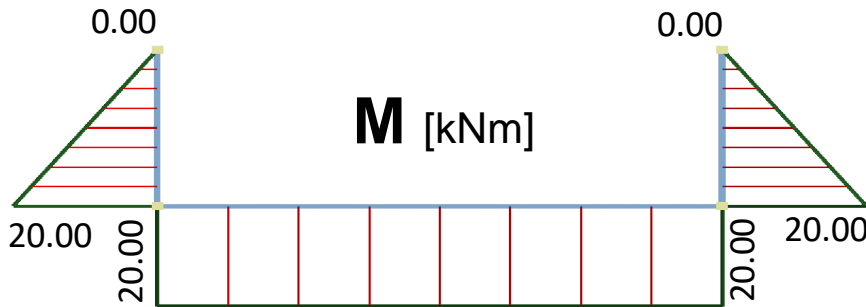
V [kN]

FUERZAS INTERNAS – Ejemplo de APLICACIÓN #6

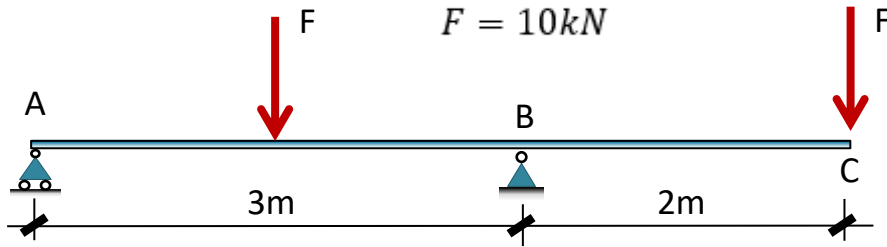


Configuración deformada de la estructura

**VIGA QUEBRADA SIMPLEMENTE APOYADA
CON CARGAS EN TRAMOS VERTICALES**



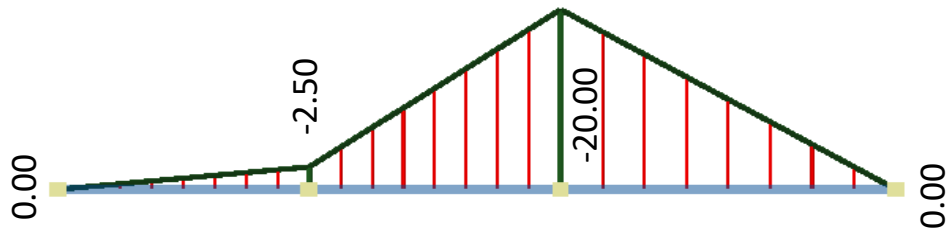
FUERZAS INTERNAS – Ejemplo de APLICACIÓN #7



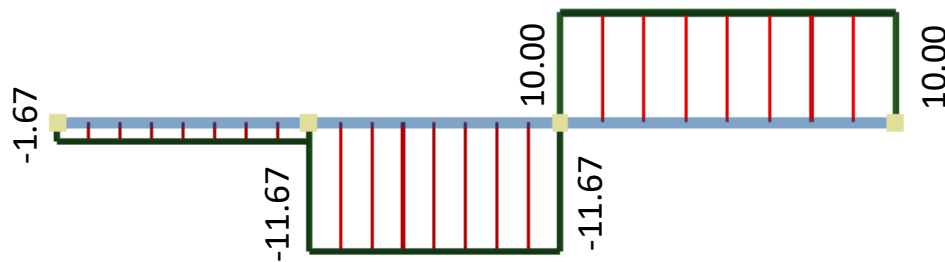
VIGA SIMPLEMENTE APOYADA CON EXTREMO EN VOLADIZO Y CARGAS CONCENTRADAS EN VOLADIZO Y TRAMO



Configuración deformada de la estructura

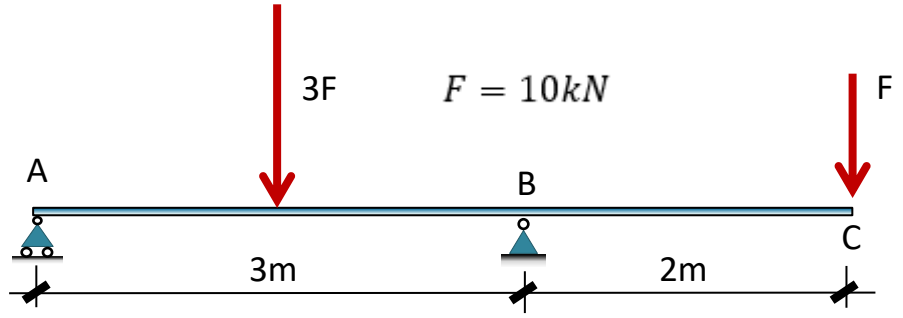


M [kNm]



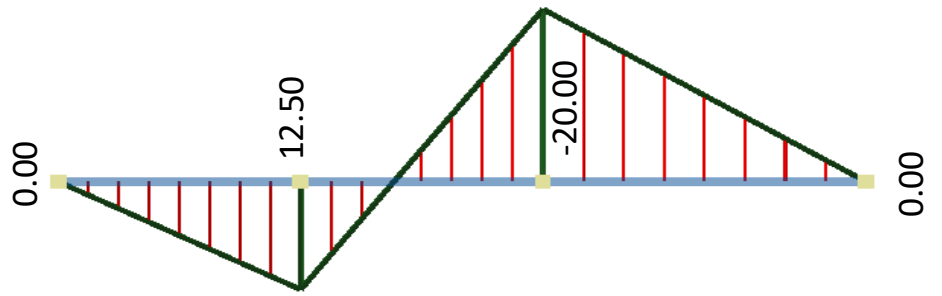
V [kN]

FUERZAS INTERNAS – Ejemplo de APLICACIÓN #8

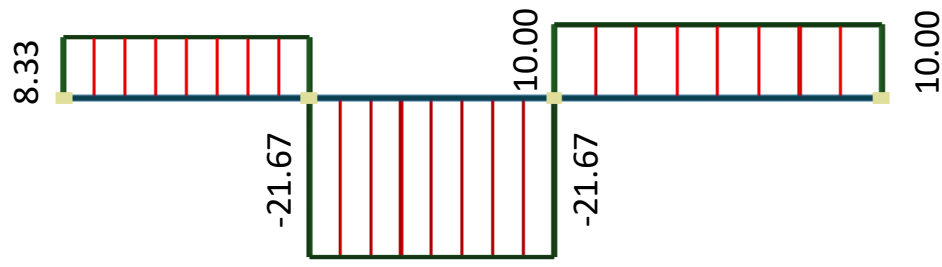


VIGA SIMPLEMENTE APOYADA CON EXTREMO EN VOLADIZO Y CARGAS CONCENTRADAS EN VOLADIZO Y TRAMO

Configuración deformada de la estructura

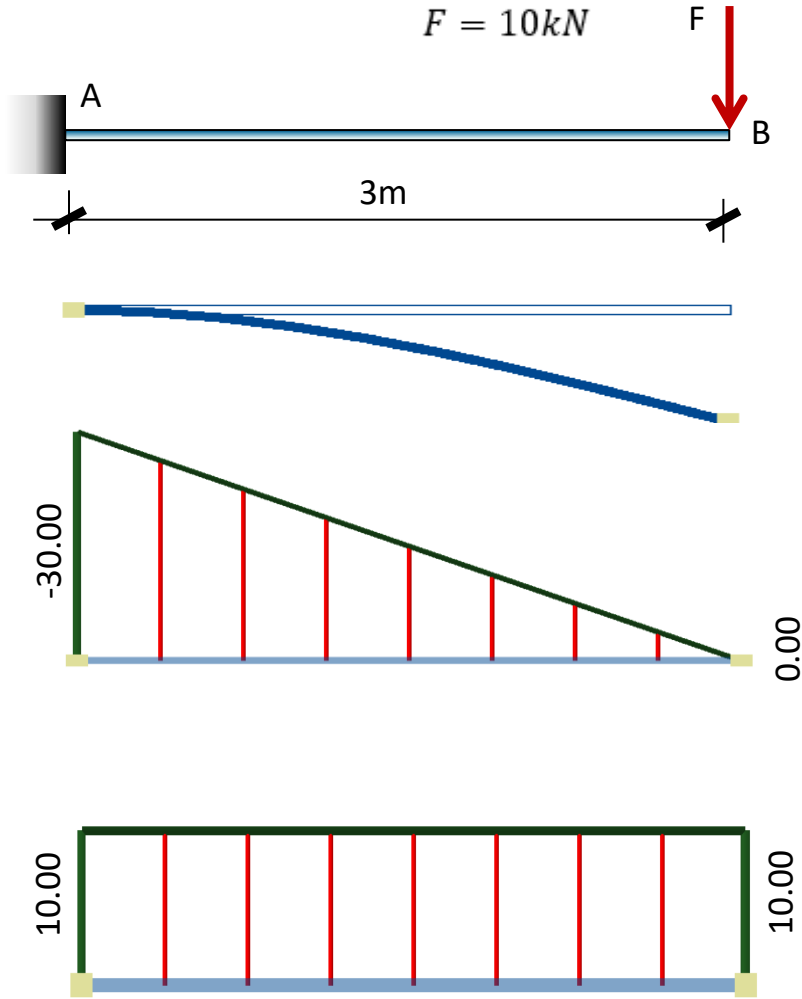


M [kNm]



V [kN]

FUERZAS INTERNAS – Ejemplo de APLICACIÓN #9



VIGA EN VOLADIZO. VÍNCULO DE 3RA ESPECIE (EMPOTRAMIENTO) IZQUIERDO.

Configuración deformada de la estructura

M [kNm]

V [kN]