

# ESTRUCTURAS I

FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO | UDELAR 2019

# **EQUILIBRIO DE LAS PARTES:**

**MÉTODO DE LAS SECCIONES.  
RESULTANTE IZQUIERDA Y SOLICITACIONES.**

**LÍNEA DE PRESIONES.**

**DIMENSIONADO: MÉTODO DE LAS TENSIONES  
ADMISIBLES.**

# EQUILIBRIO ESTABLE

Una estructura se encuentra en **equilibrio estable** cuando se verifican las siguientes condiciones.

**EQUILIBRIO GLOBAL:** todo el sistema se mantiene quieto con respecto a un marco de referencia.

Sin desplazamientos

$$\sum \text{Fuerzas} = 0$$

Sin giros

$$\sum \text{Momentos} = 0$$

**EQUILIBRIO DE LAS PARTES:** equilibrio de todos los subsistemas (partes) que descargan unos en otros, vinculados adecuadamente entre sí, y en cada parte de los subsistemas.

Se deben cumplir las mismas condiciones del equilibrio global, hasta nivel molecular, en última instancia por razones de **seguridad**.

**ESTABILIDAD DE LA FORMA:** frente a las acciones y estando la estructura en equilibrio, se deformará.

Frente a un sistema de cargas determinado debe existir una deformación **única, previsible y controlada**, por motivos de **integridad, apariencia y confort**.

# EQUILIBRIO ESTABLE

Una estructura se encuentra en **equilibrio estable** cuando se verifican las siguientes condiciones.

**EQUILIBRIO GLOBAL:** todo el sistema se mantiene quieto con respecto a un marco de referencia.

Sin desplazamientos

$$\sum \text{Fuerzas} = 0$$

Sin giros

$$\sum \text{Momentos} = 0$$

**EQUILIBRIO DE LAS PARTES:** equilibrio de todos los subsistemas (partes) que descargan unos en otros, vinculados adecuadamente entre sí, y en cada parte de los subsistemas.

Se deben cumplir las mismas condiciones del equilibrio global, hasta nivel molecular, en última instancia por razones de **seguridad**.

**ESTABILIDAD DE LA FORMA:** frente a las acciones y estando la estructura en equilibrio, se deformará.

Frente a un sistema de cargas determinado debe existir una deformación **única, previsible y controlada**, por motivos de **integridad, apariencia y confort**.

# **MODELO DE LA ESTRUCTURA**

# **MODELO DE LA ESTRUCTURA**

**ACCIONES**

# **MODELO DE LA ESTRUCTURA**

**ACCIONES**

**GEOMETRÍA**

# **MODELO DE LA ESTRUCTURA**

**ACCIONES**

**GEOMETRÍA**

**FUNCIONAMIENTO**

# **MODELO DE LA ESTRUCTURA**

**ACCIONES**

**GEOMETRÍA**

**FUNCIONAMIENTO**

**VÍNCULOS**

# MODELO DE LA ESTRUCTURA

ACCIONES

GEOMETRÍA

FUNCIONAMIENTO

VÍNCULOS

---

## EQUILIBRIO GLOBAL

---

# MODELO DE LA ESTRUCTURA

ACCIONES

GEOMETRÍA

FUNCIONAMIENTO

VÍNCULOS

---

## EQUILIBRIO GLOBAL

---

**( ¡GENERALMENTE ES IMPRESCINDIBLE RESOLVER  
EL EQUILIBRIO GLOBAL DE FUERZAS PARA PODER  
SEGUIR ANALIZANDO UNA ESTRUCTURA! )**

# MODELO DE LA ESTRUCTURA

ACCIONES

GEOMETRÍA

FUNCIONAMIENTO

VÍNCULOS

---

## EQUILIBRIO GLOBAL

---

---

## DIMENSIONADO

# **DIMENSIONADO**

**DETERMINAR LA CANTIDAD DE MATERIAL  
NECESARIO Y SU ADECUADA DISTRIBUCIÓN  
PARA QUE EN NINGÚN PUNTO DE LA ESTRUCTURA  
APAREZCAN VALORES  
DE ESFUERZOS INTERNOS O DE  
DEFORMACIONES  
QUE PUEDAN COMPROMETER  
LA ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA,  
EN ADECUADAS  
CONDICIONES DE SEGURIDAD.**

**PARA DETERMINAR LA  
CANTIDAD DE MATERIAL  
NECESARIO PARA LOGRAR  
EL EQUILIBRIO ESTABLE, SE DEBEN  
ESTABLECER Y CUANTIFICAR LOS  
PUNTOS DE LA ESTRUCTURA DONDE SE  
ENCUENTRAN LOS  
MÁXIMOS ESFUERZOS INTERNOS.  
(PUNTOS CRÍTICOS)**

# **MODELO DE LA ESTRUCTURA**

**ACCIONES**

**GEOMETRÍA**

**FUNCIONAMIENTO**

**VÍNCULOS**

---

**EQUILIBRIO GLOBAL**

---

**PUNTOS CRÍTICOS**

---

**DIMENSIONADO**

# **HERRAMIENTAS PARA ESTABLECER LOS PUNTOS CRÍTICOS DE LA ESTRUCTURA**

## **MÉTODO DE LAS SECCIONES**

**UNA MANERA DE PONER EN EVIDENCIA**

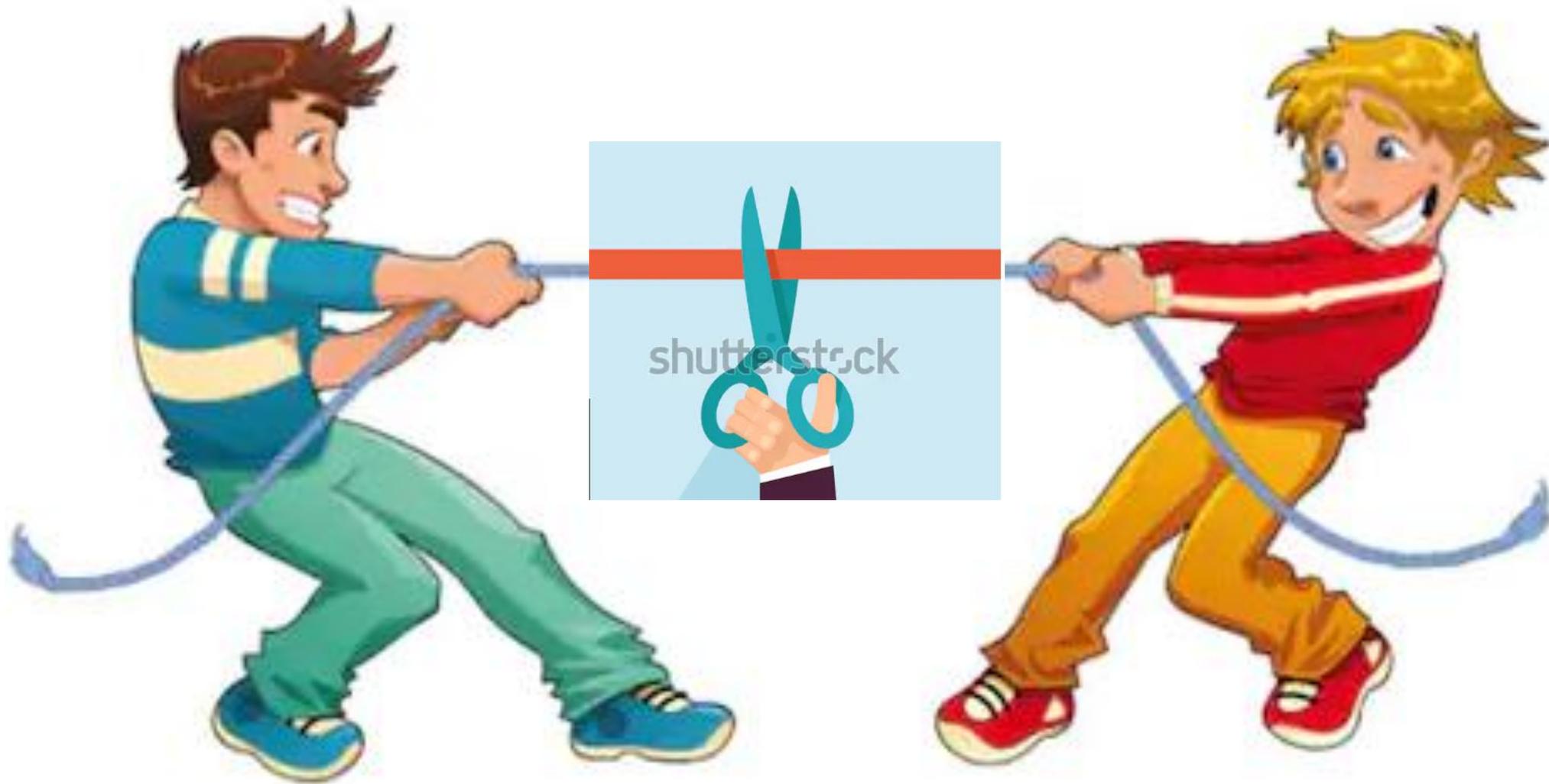
**LOS ESFUERZOS INTERNOS**

**ES CORTAR LA ESTRUCTURA**

**EN DOS PARTES, EN UNA**

**SECCIÓN CUALQUIERA.**





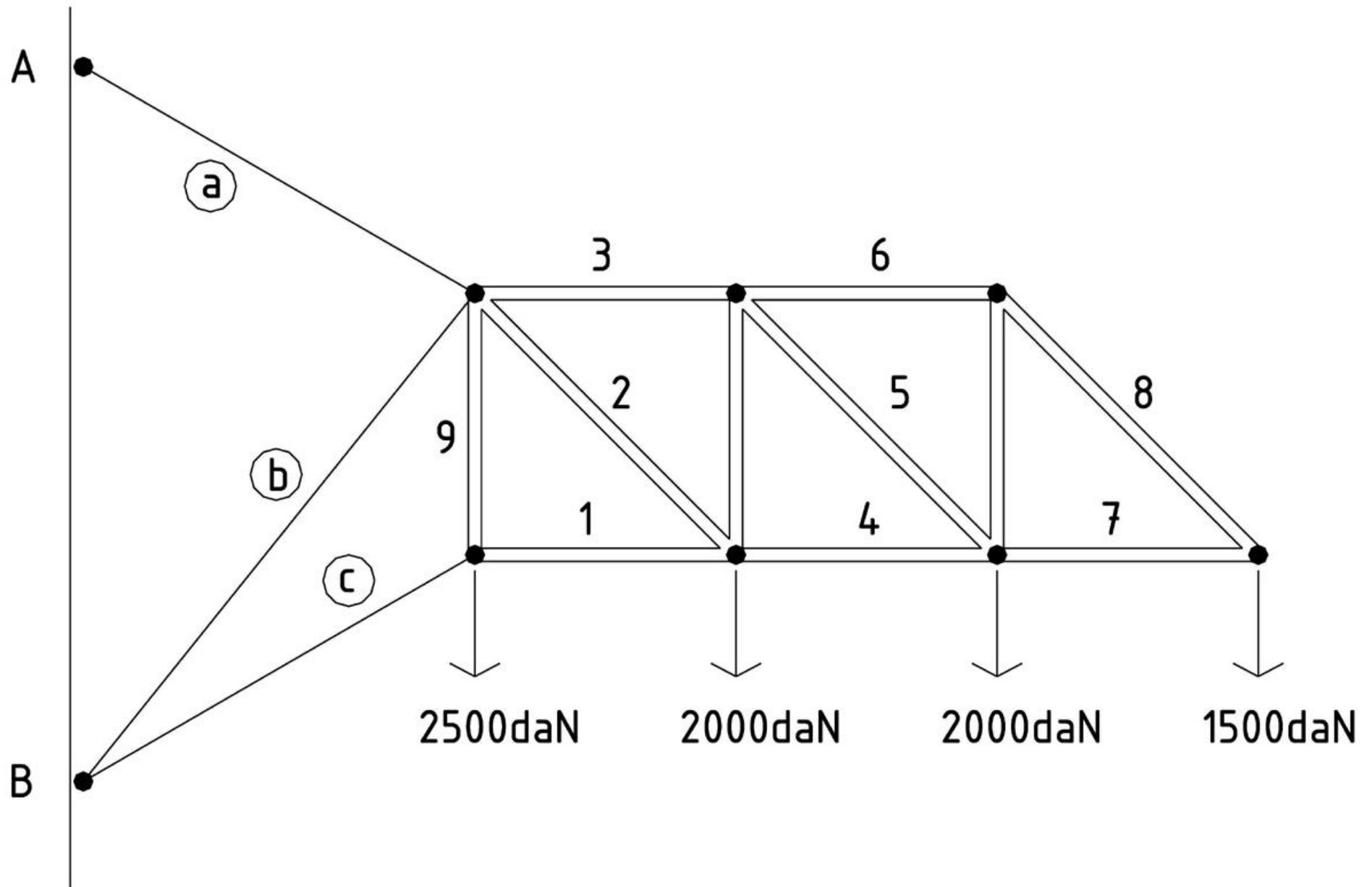


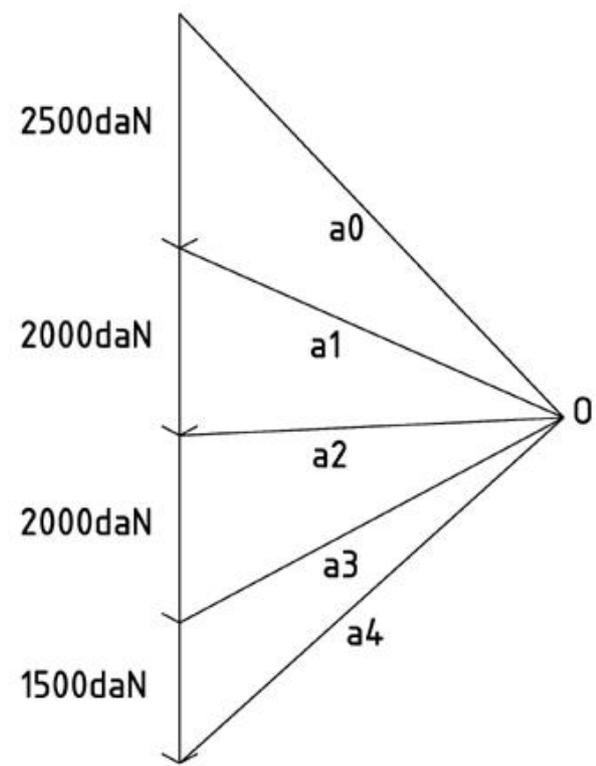
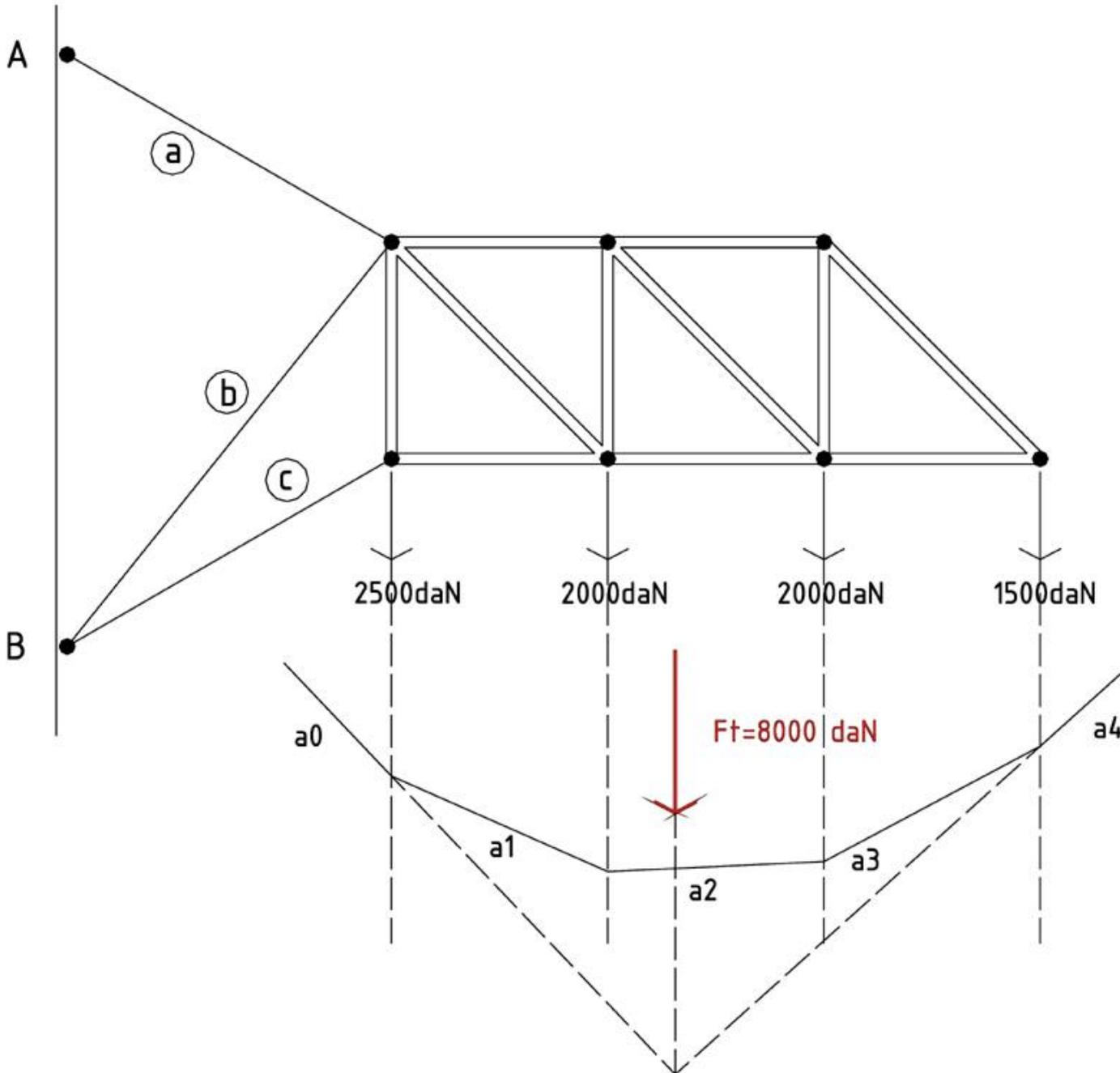
**AL CORTAR LA ESTRUCTURA SE PIERDE EL EQUILIBRIO EXISTENTE (DESAPARECEN LOS ENLACES INTERNOS).**

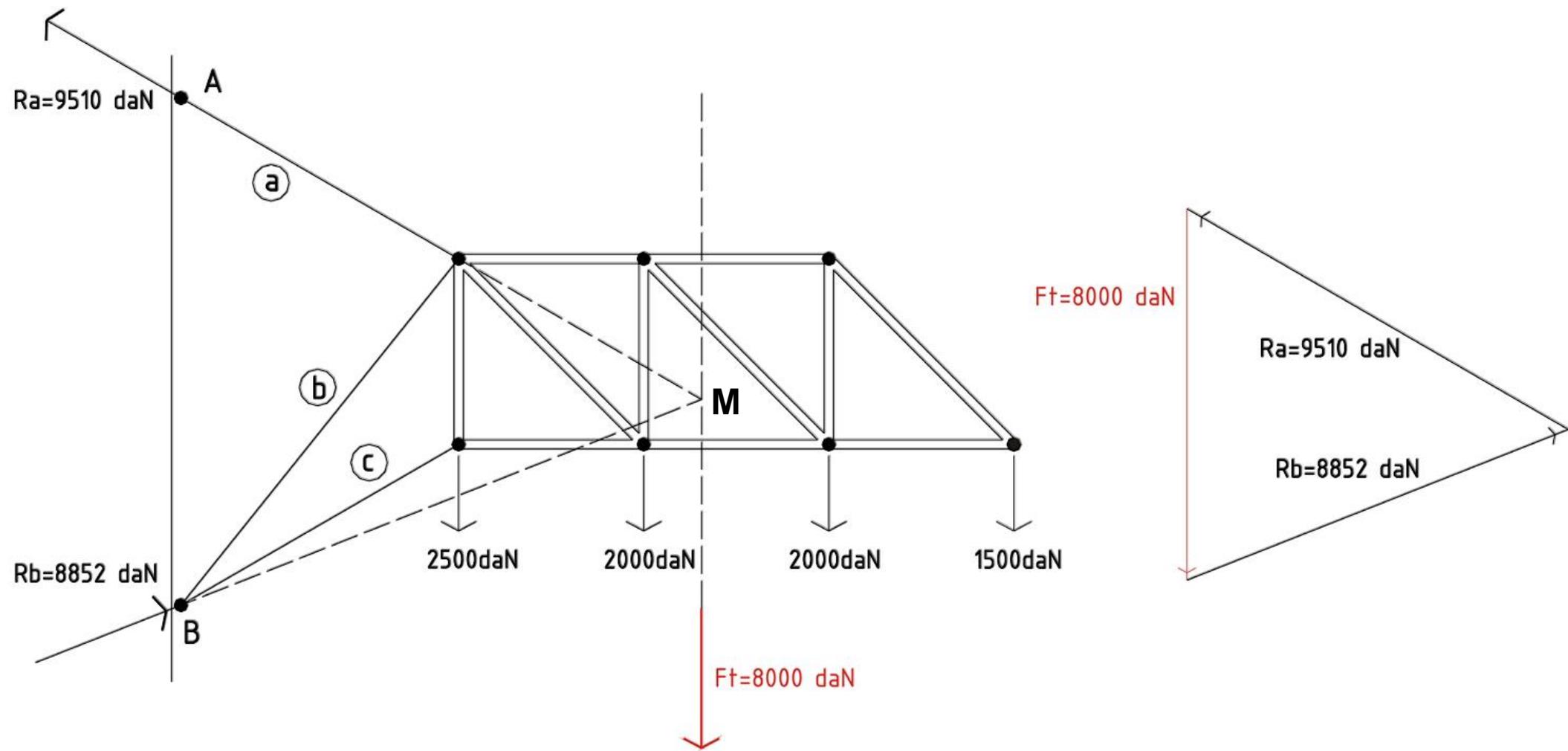
**PARA RECUPERAR EL EQUILIBRIO ES NECESARIO REEMPLAZAR ESTOS ENLACES POR LA ACCIÓN QUE UNA PARTE HACE SOBRE LA ADYACENTE Y VICEVERSA, A TRAVÉS DE LAS SUPERFICIES DE CONTACTO DE LA SECCIÓN CONSIDERADA.**



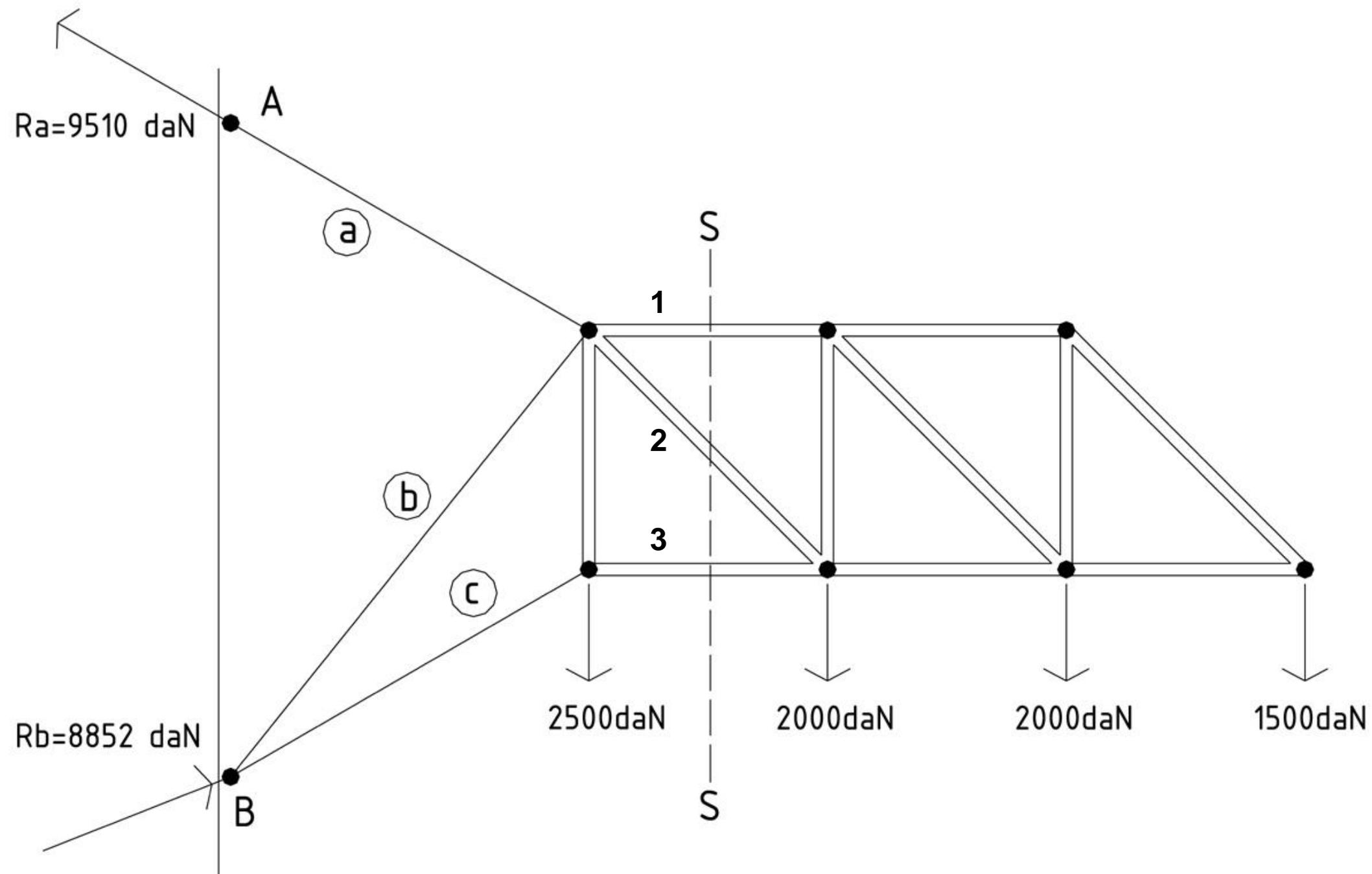
# EJERCICIO 10



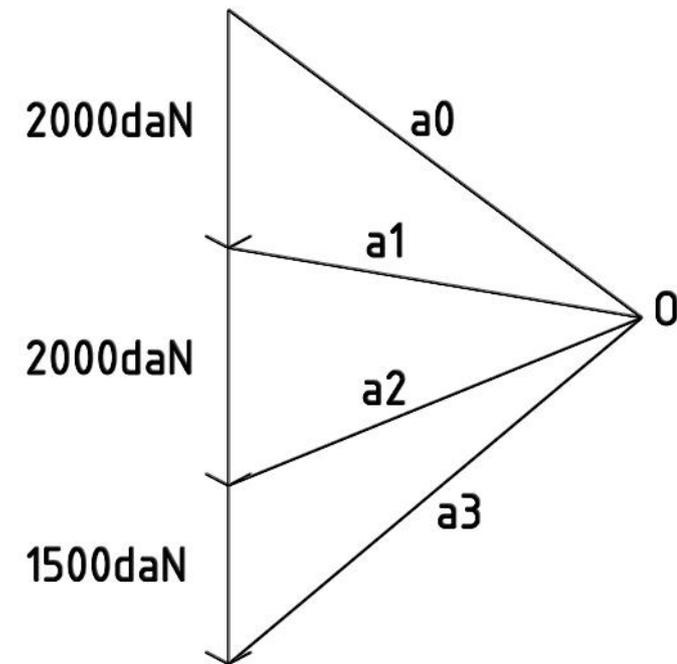
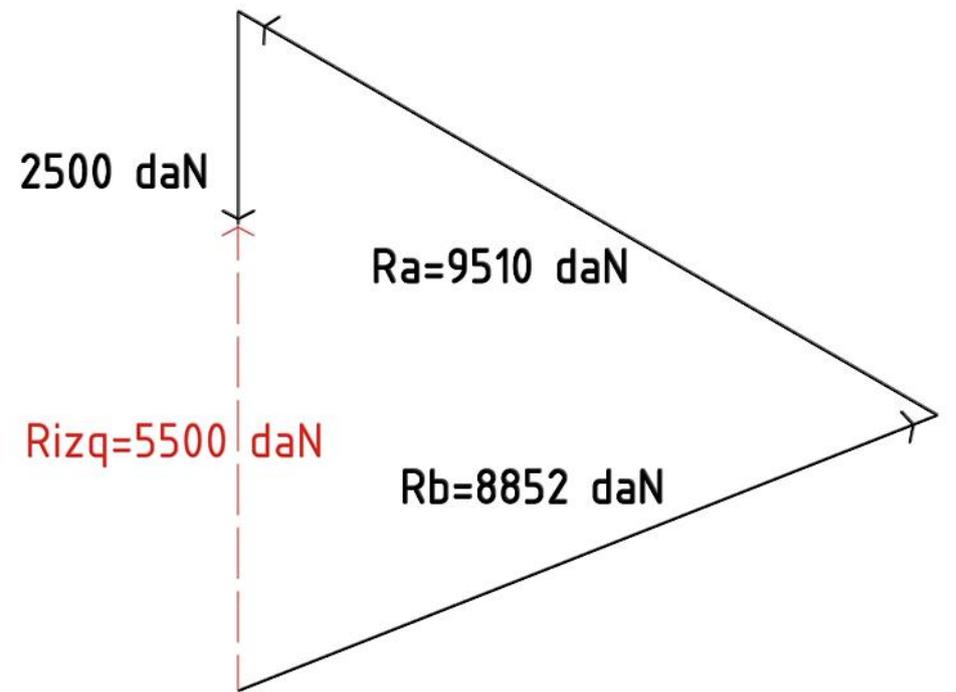
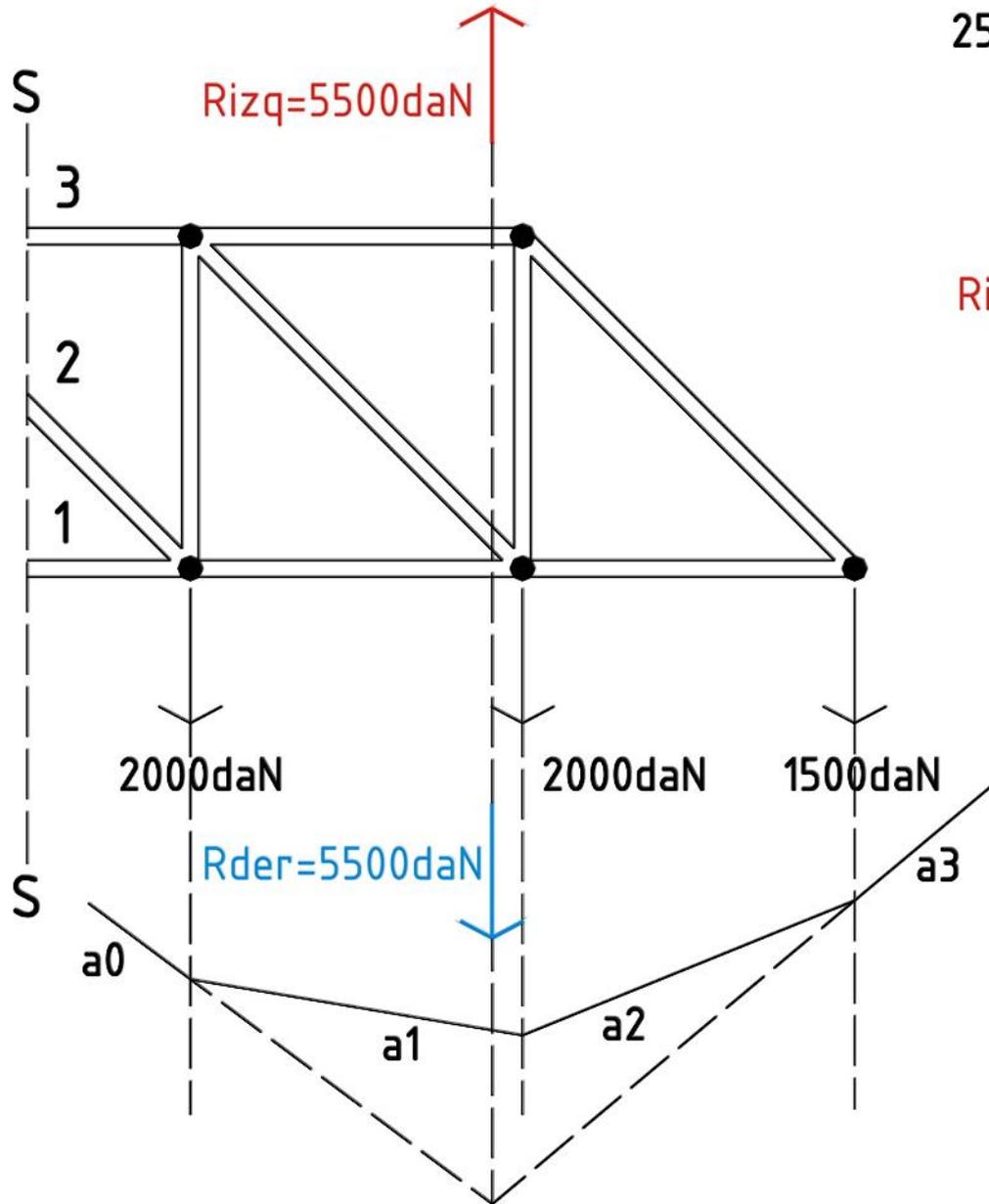




**Equilibrio global**



**Método de las secciones**



**Método de las secciones**

# MODELO DE LA ESTRUCTURA

ACCIONES

GEOMETRÍA

FUNCIONAMIENTO

VÍNCULOS

---

## EQUILIBRIO GLOBAL

---

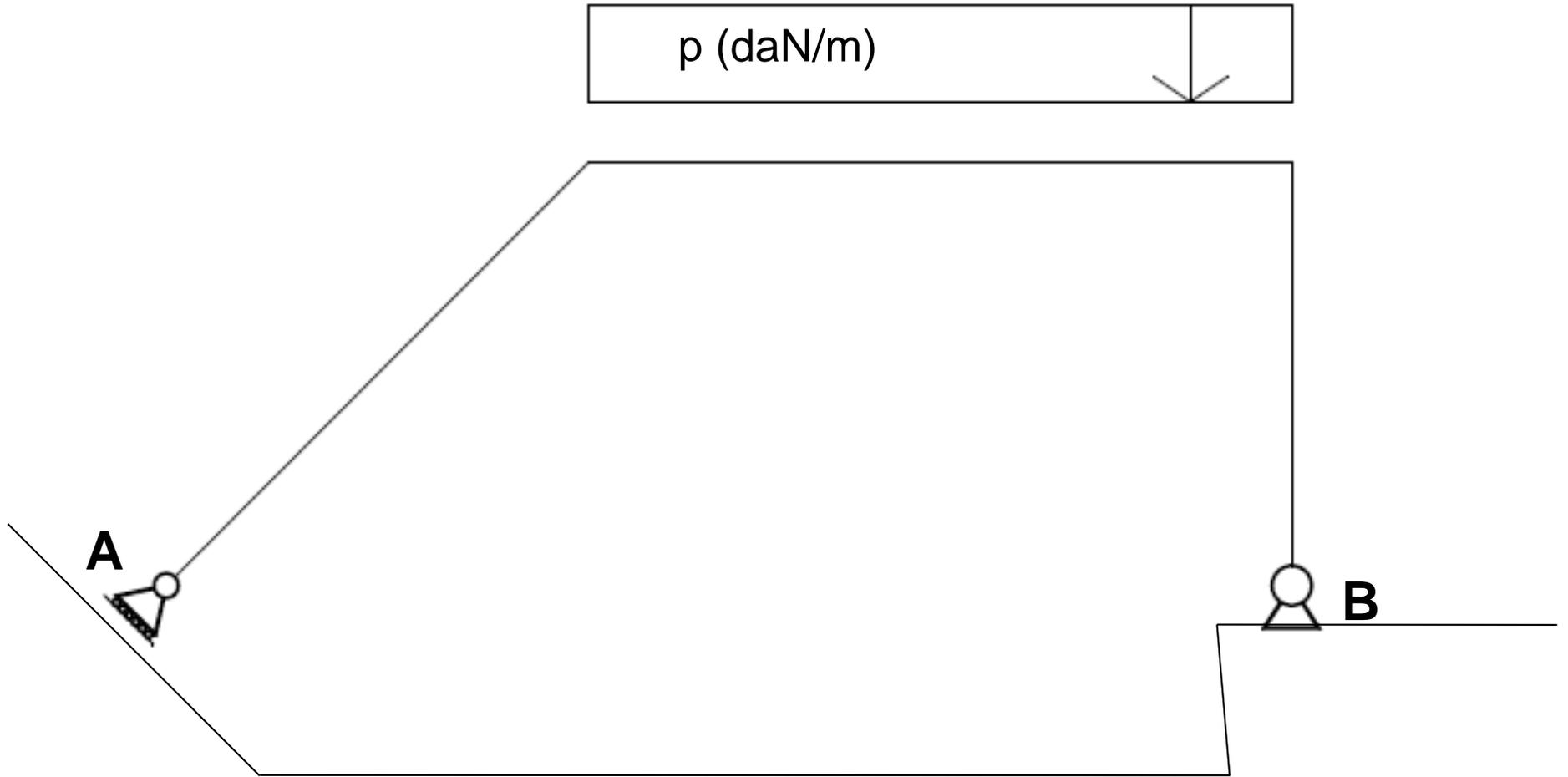
## PUNTOS CRÍTICOS

ESFUERZOS EN LAS BARRAS

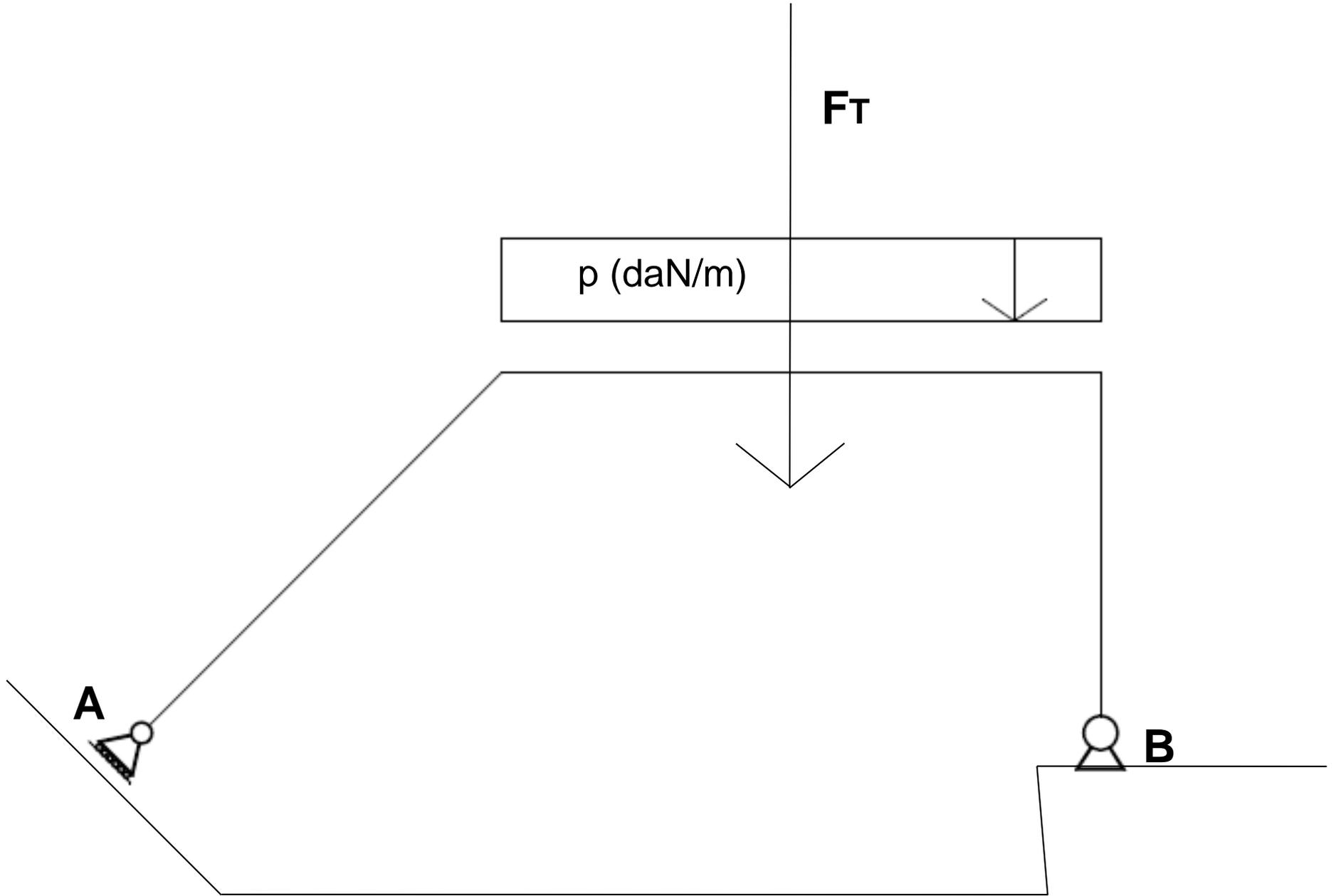
---

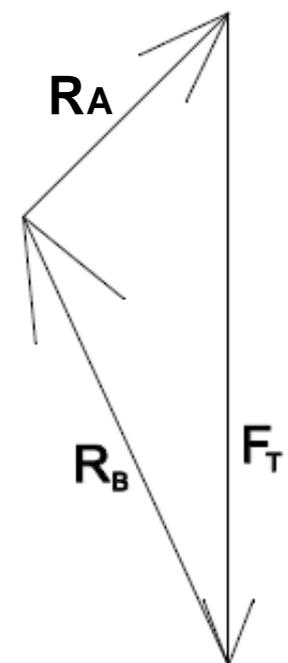
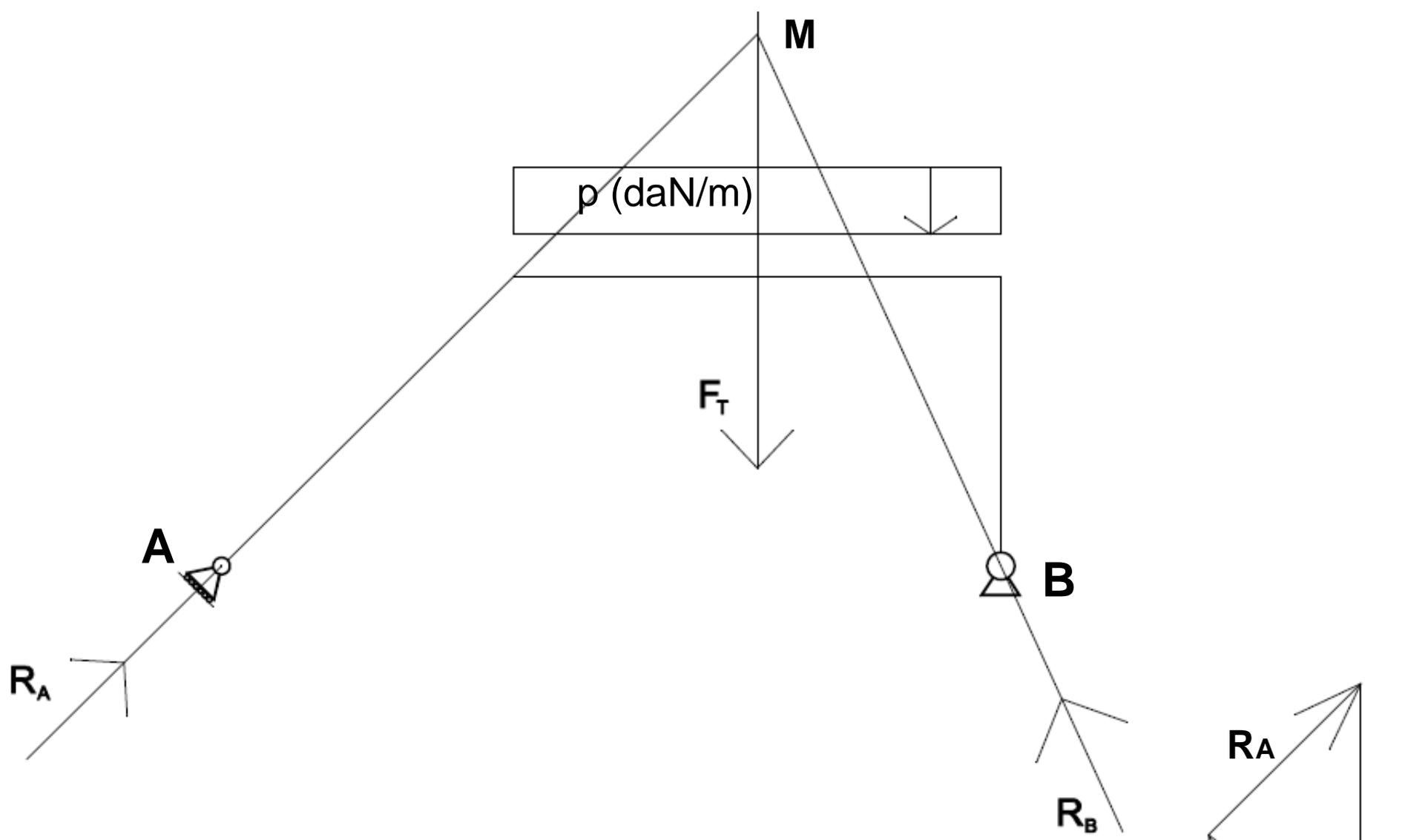
## DIMENSIONADO

# Pórtico biarticulado

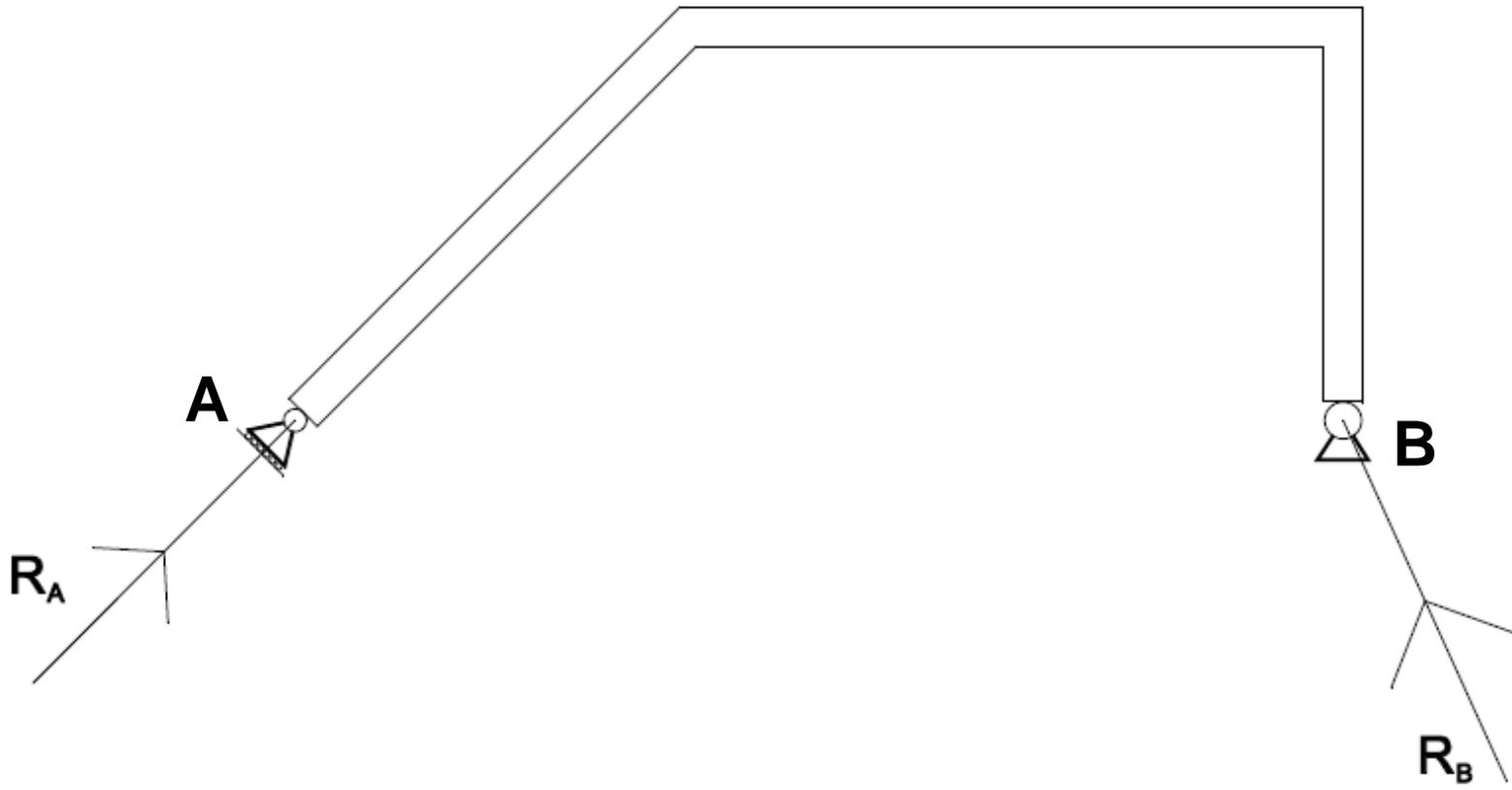
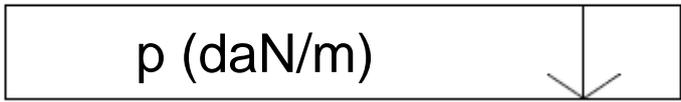


# Pórtico biarticulado

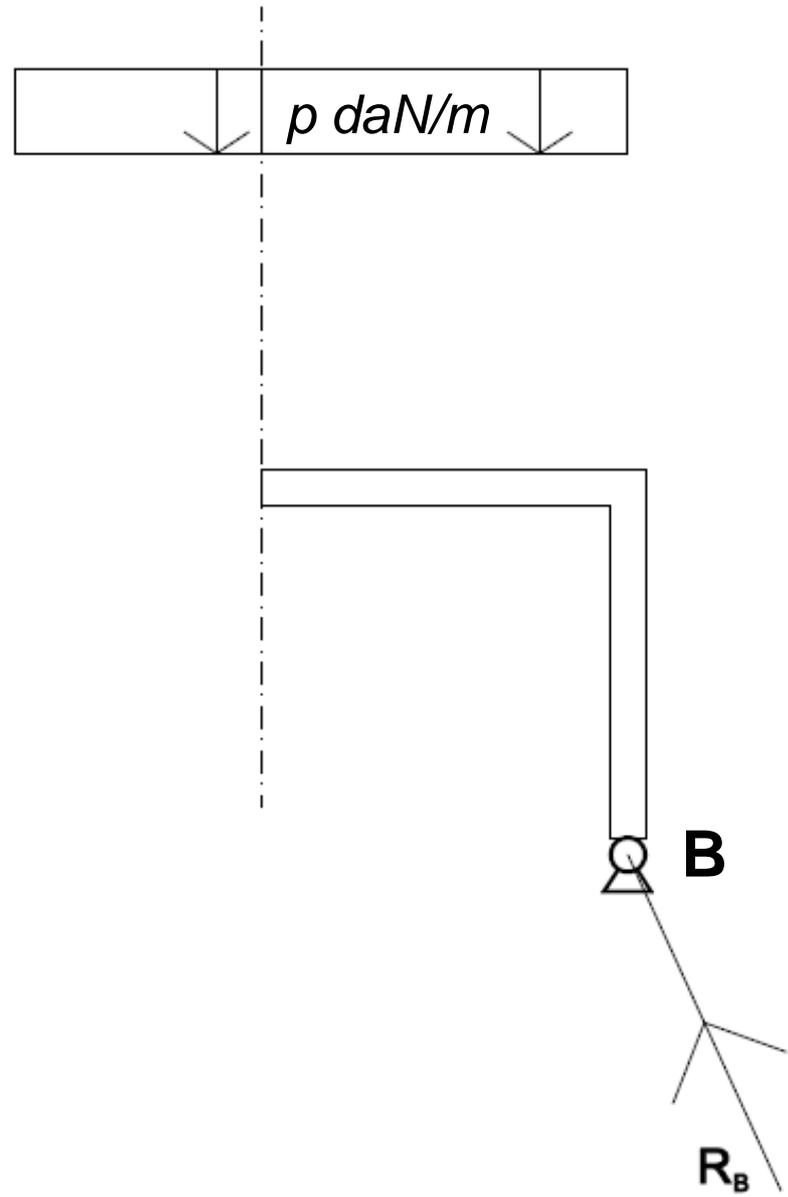
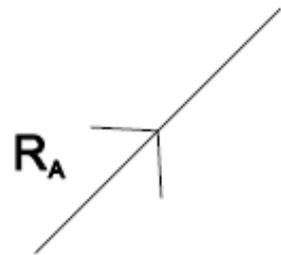




**Equilibrio global**



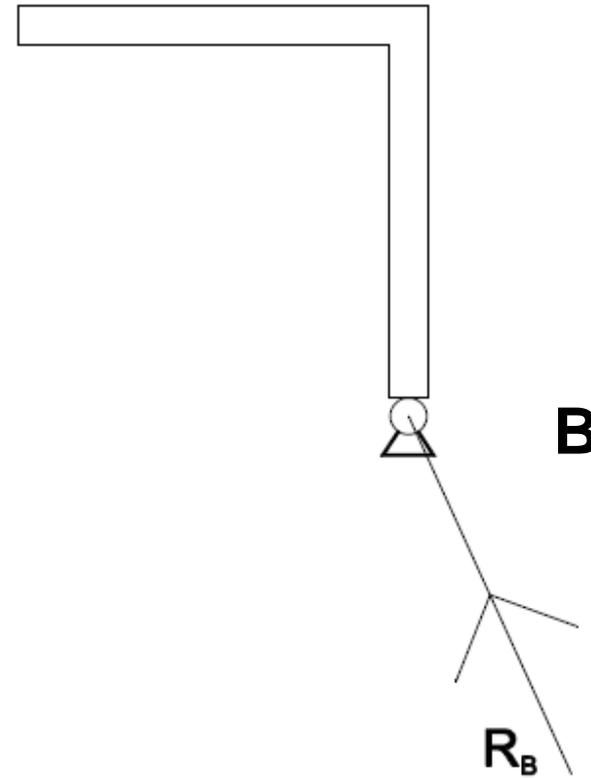
**Equilibrio global**



**Método de las secciones**



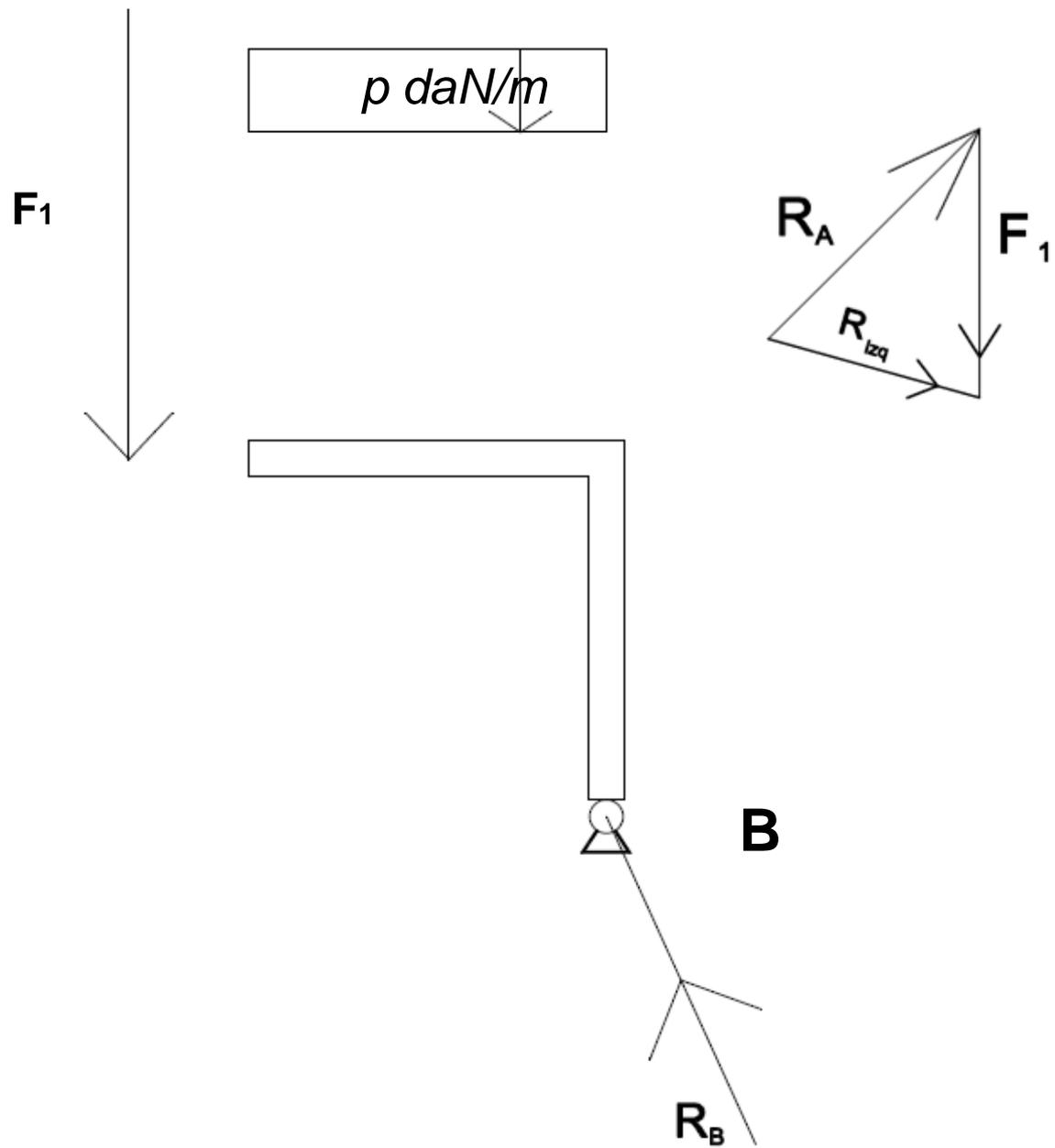
$F_1$

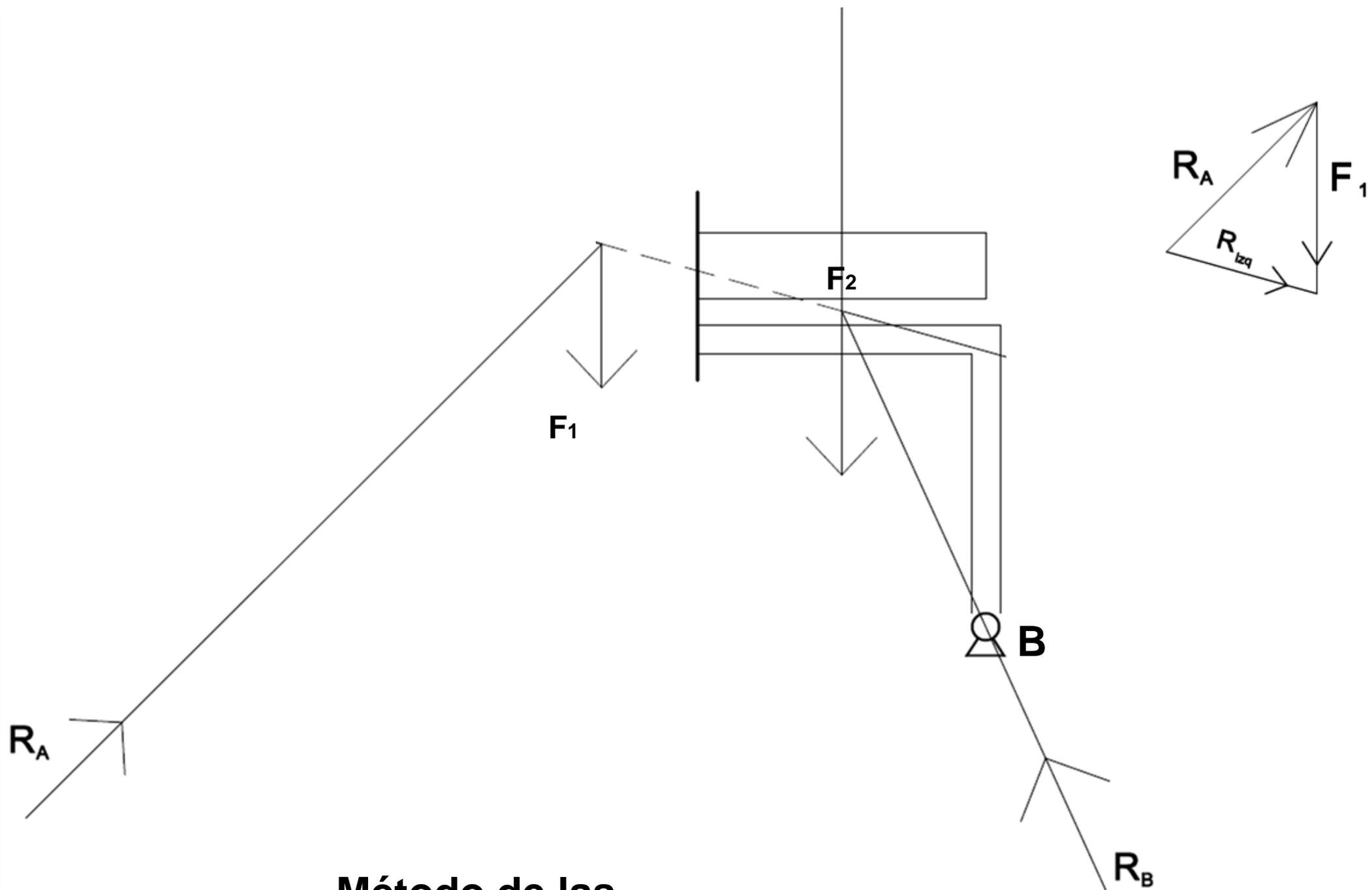


**Método de las  
secciones**

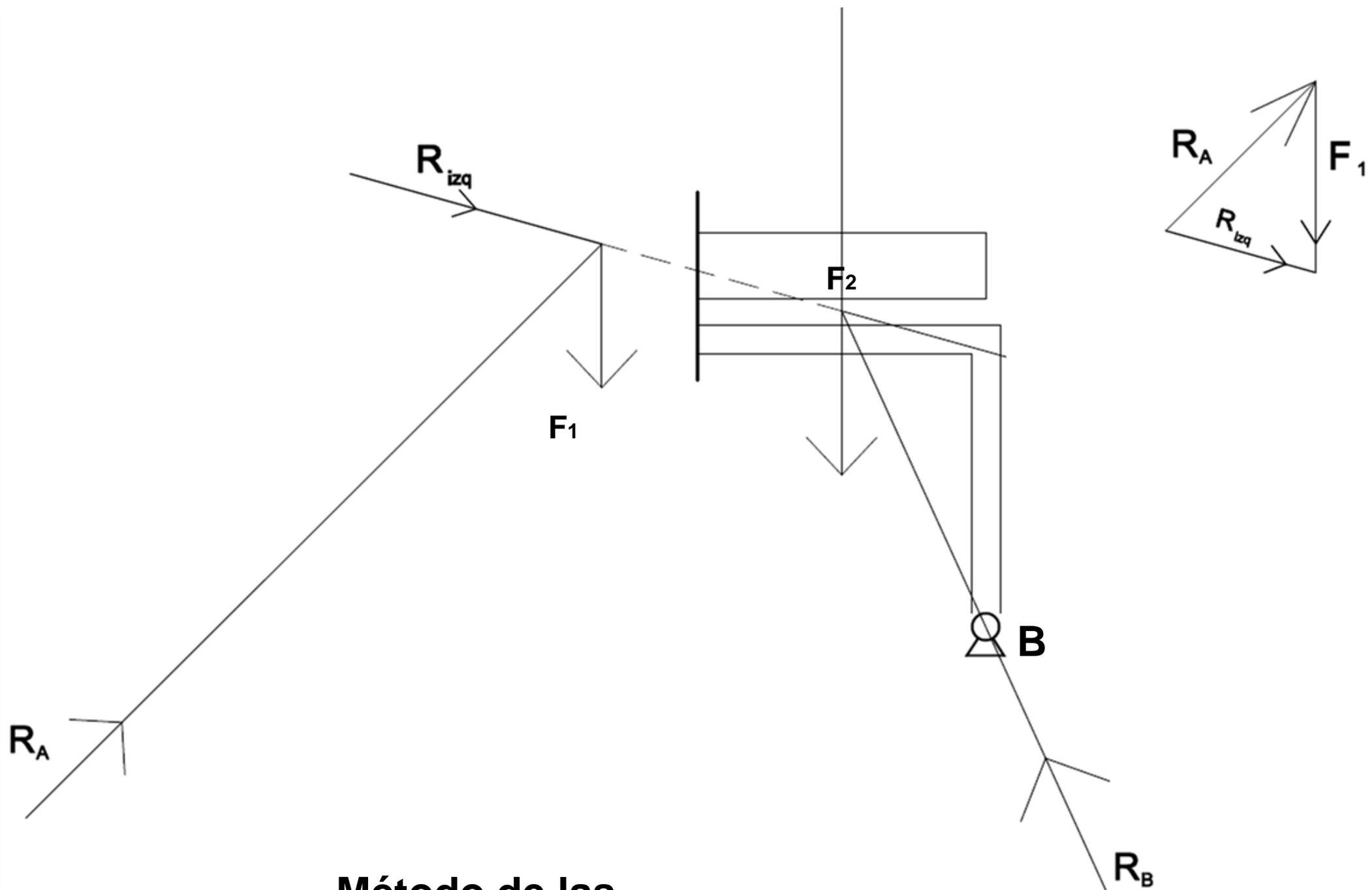


## Método de las secciones

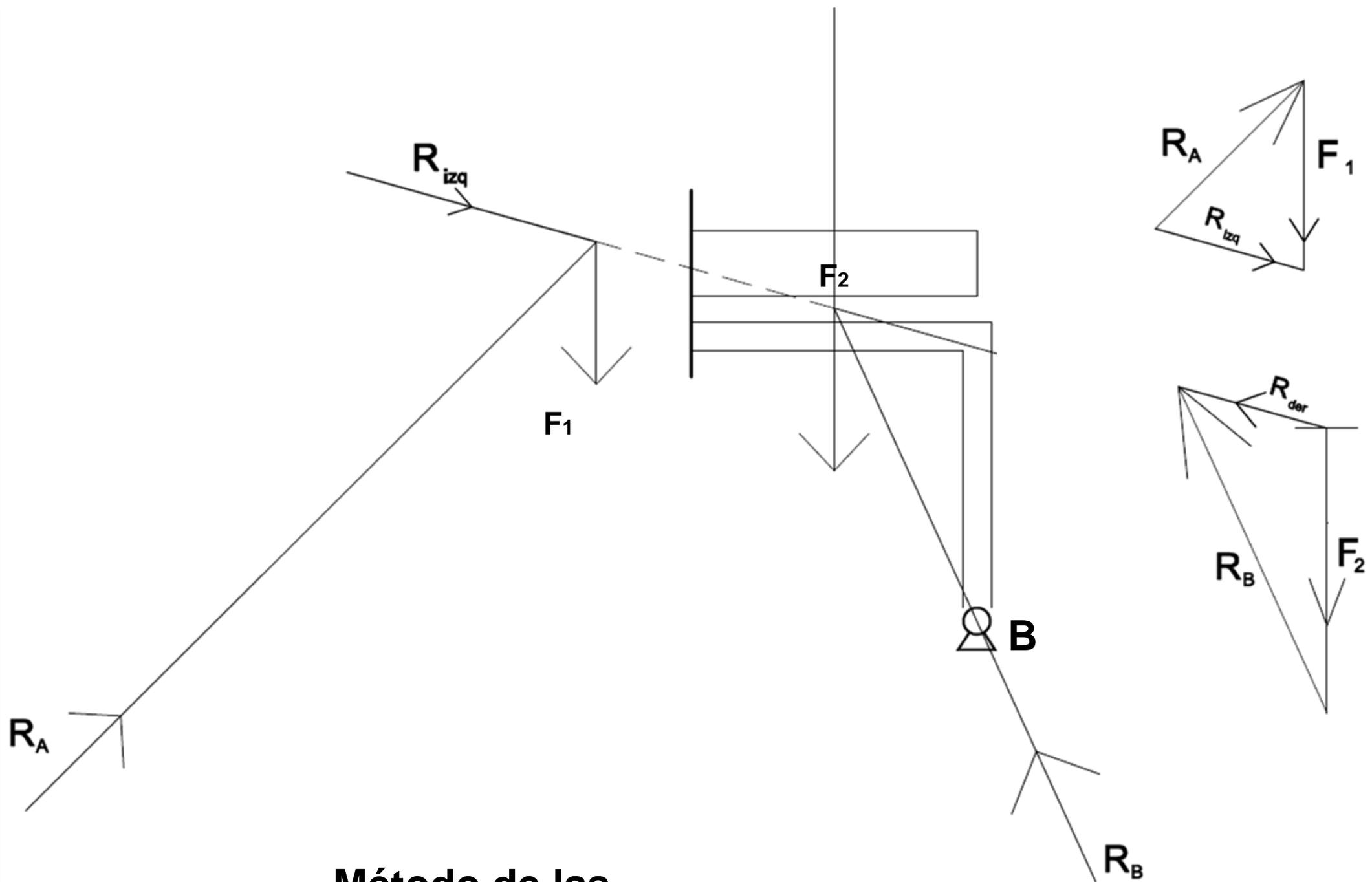




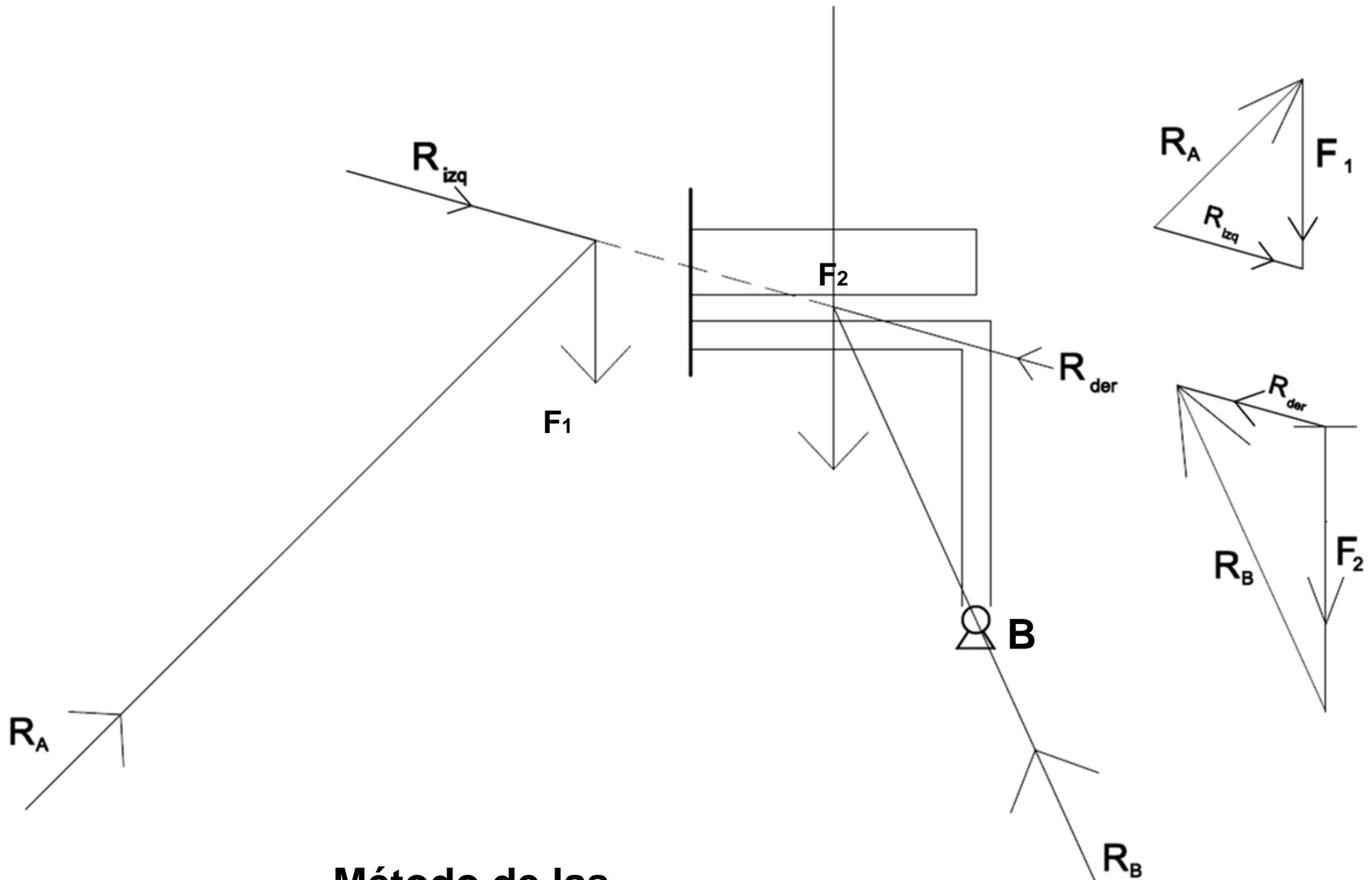
**Método de las secciones**



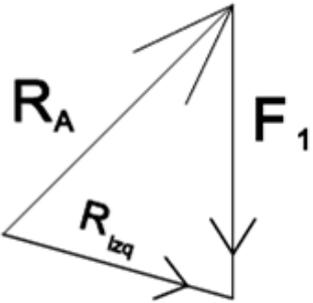
**Método de las secciones**



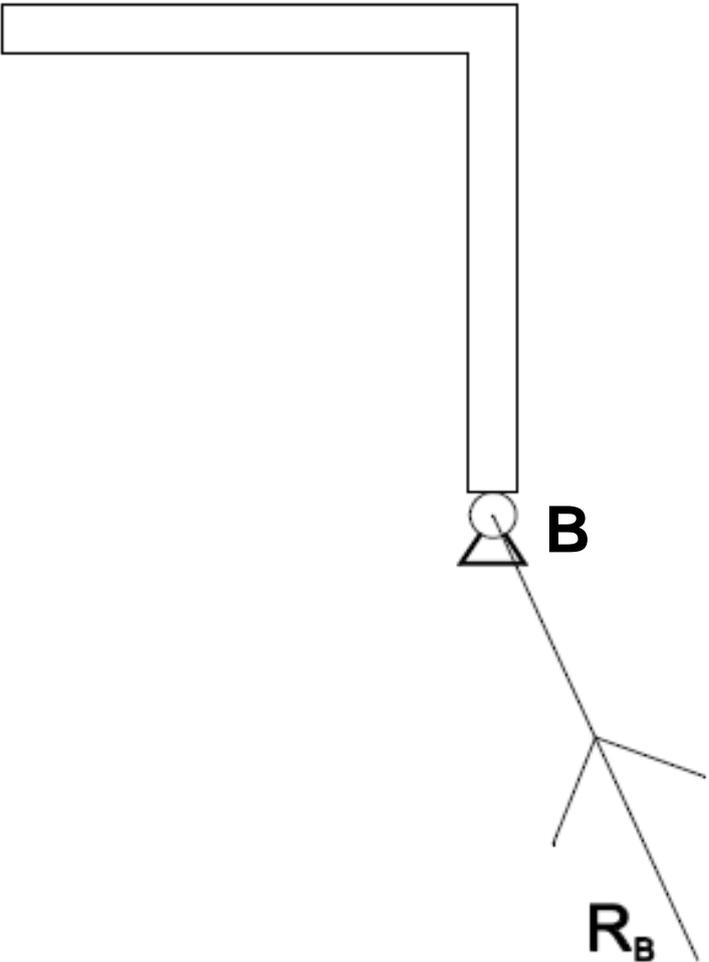
**Método de las secciones**

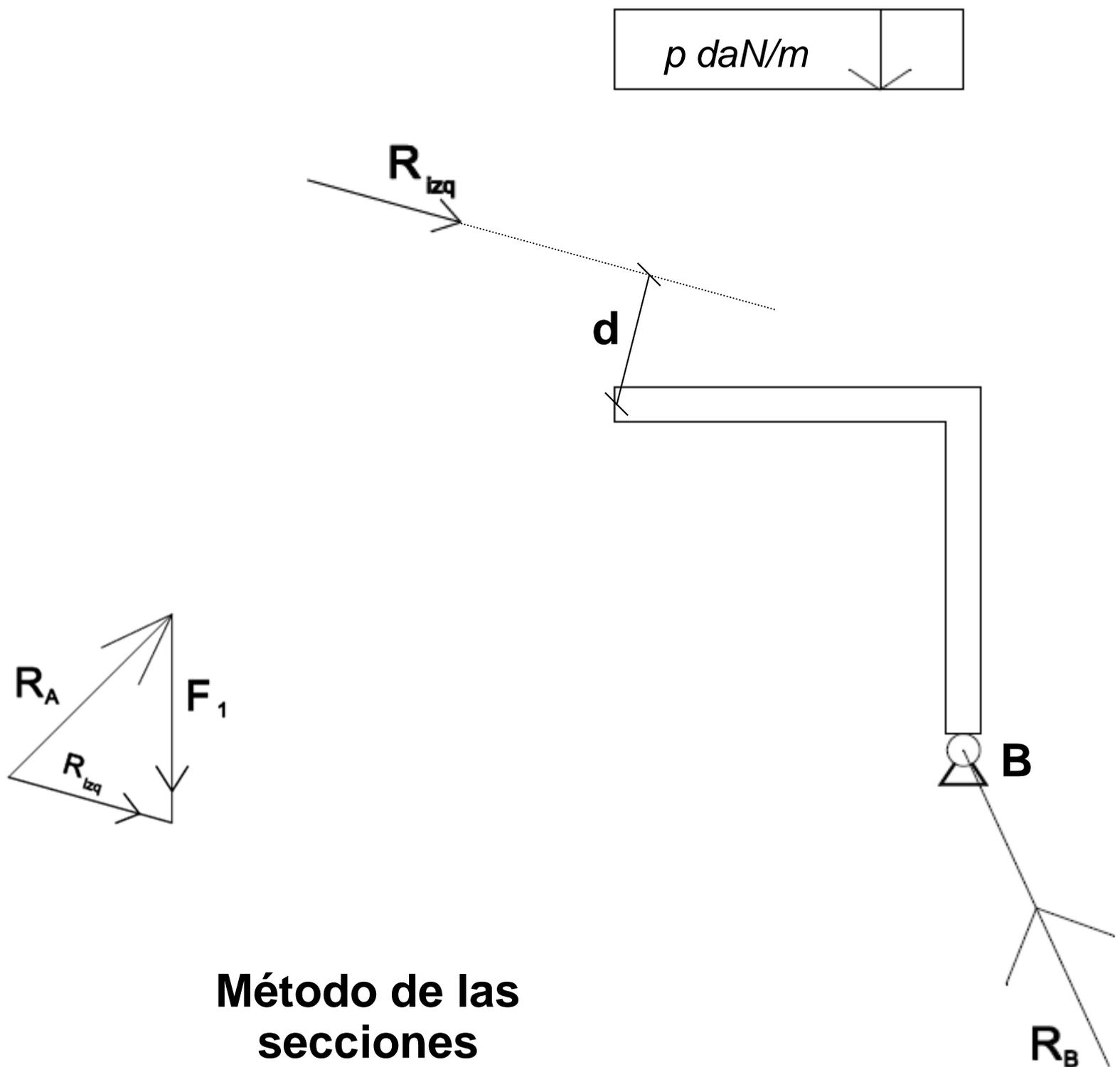


**Método de las secciones**

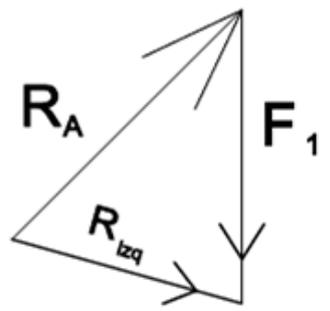
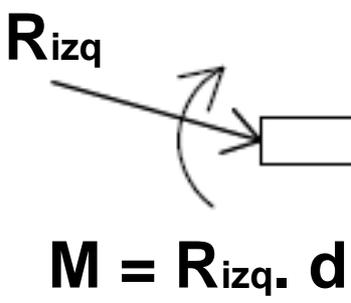
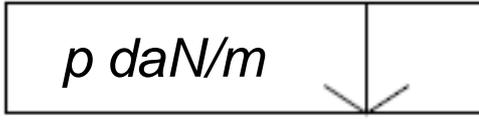


**Método de las secciones**

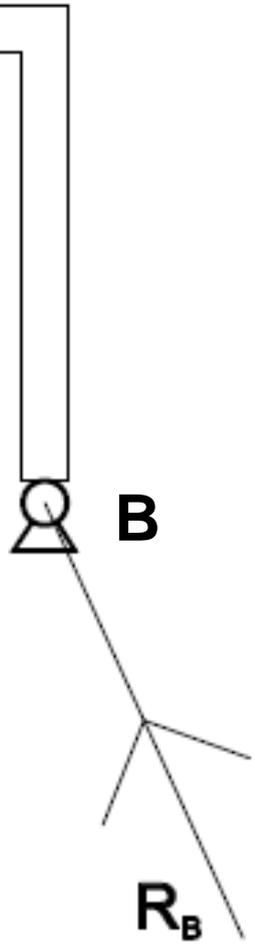




**Método de las secciones**

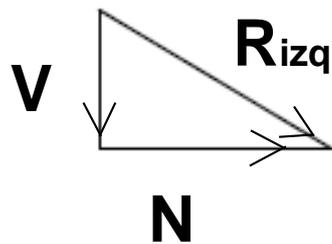
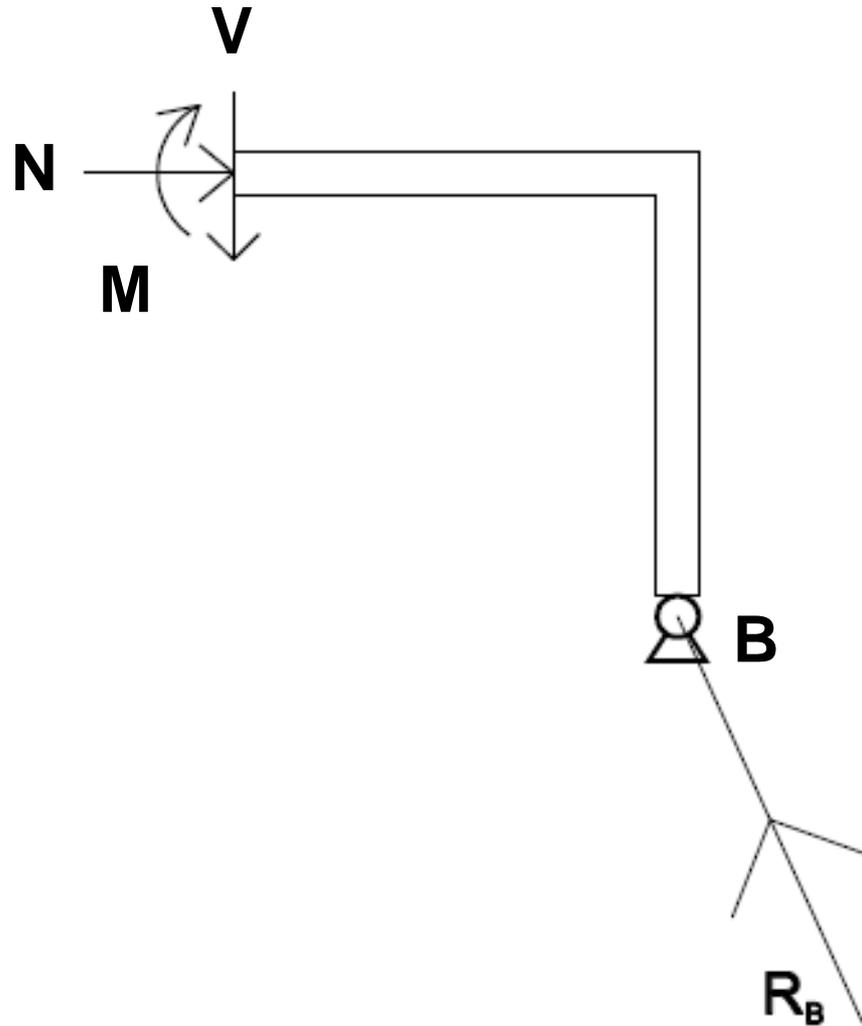


**Método de las secciones**



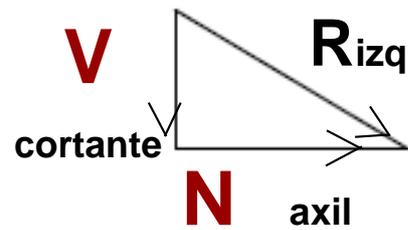
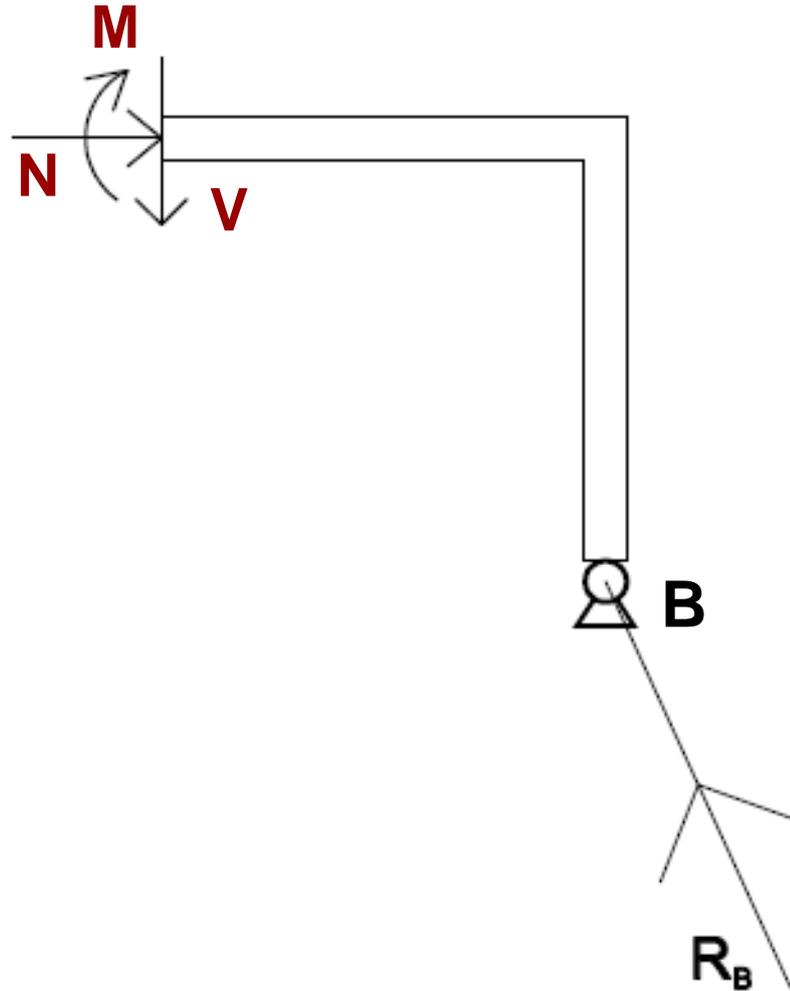
# Solicitaciones:

**V, N y M**



# Solicitaciones:

**V, N y M**



# Solicitaciones:

## V, N y M

**V** = ESFUERZO CORTANTE

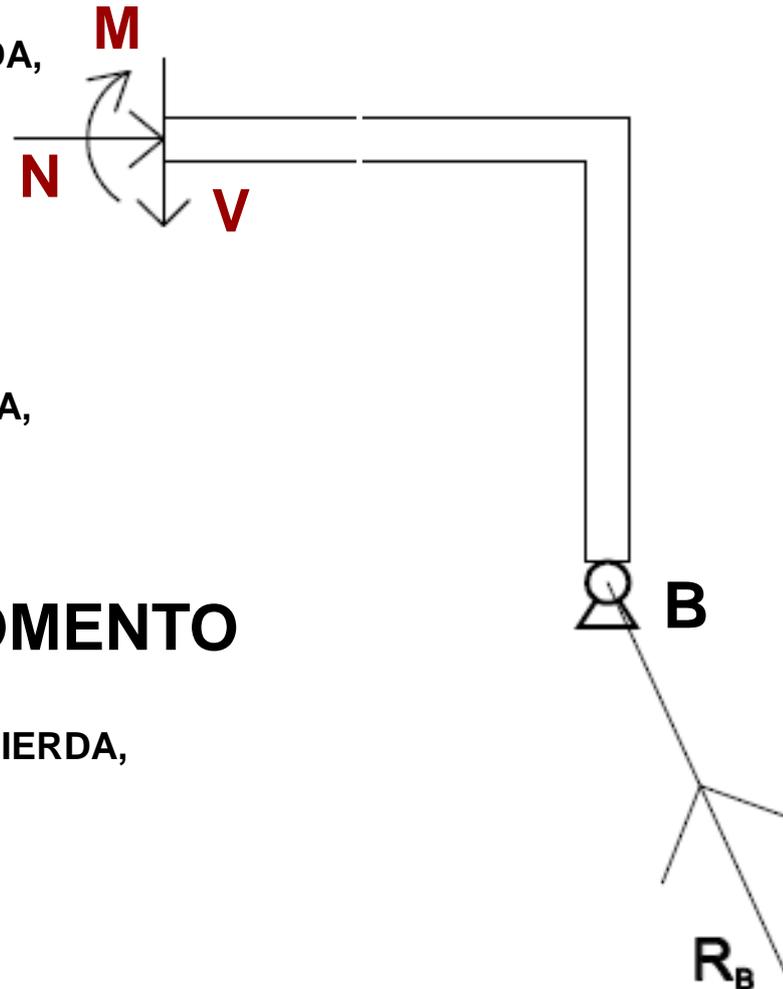
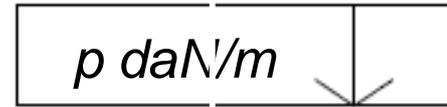
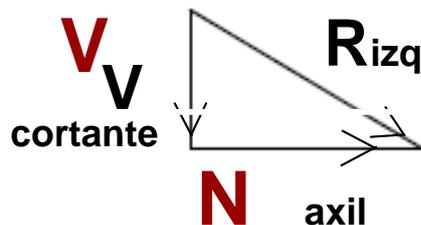
COMPONENTE DE LA RESULTANTE IZQUIERDA,  
PERPENDICULAR AL EJE DE LA BARRA.

**N** = ESFUERZO AXIL

COMPONENTE DE LA RESULTANTE IZQUIERDA,  
PARALELA AL EJE DE LA BARRA.

**M** = SOLICITACIÓN DE MOMENTO

GIRO PRODUCIDO POR LA RESULTANTE IZQUIERDA,



# Solicitaciones:

## V, N y M

**V** = ESFUERZO CORTANTE

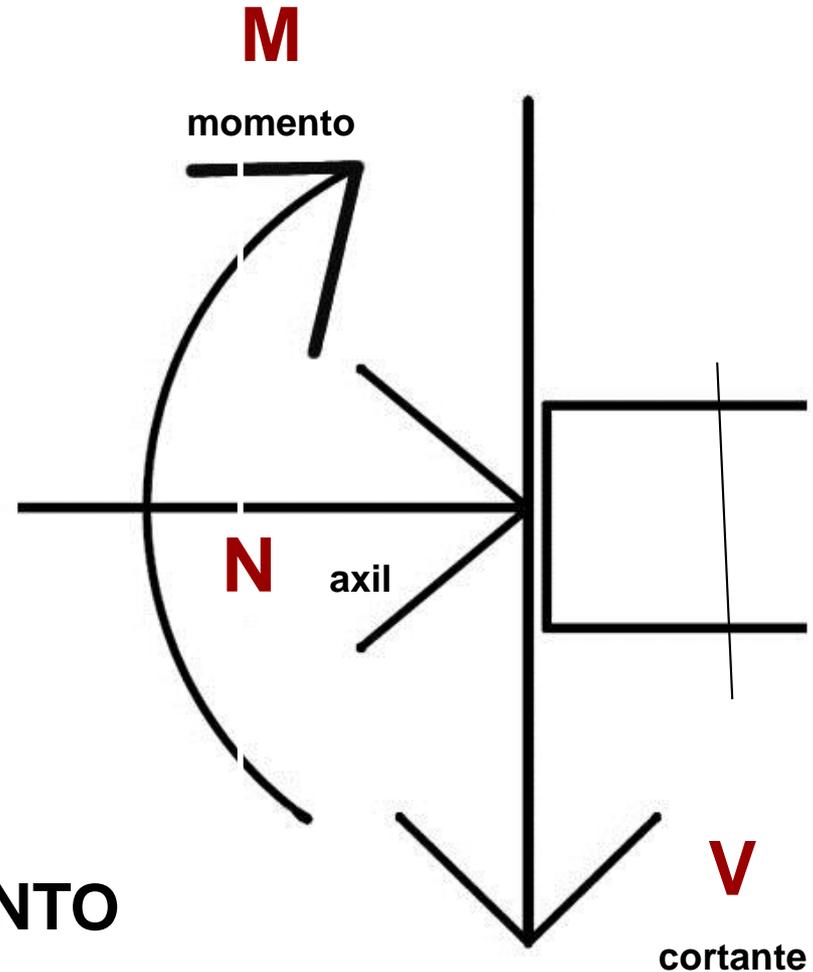
COMPONENTE DE LA RESULTANTE IZQUIERDA,  
PERPENDICULAR AL EJE DE LA BARRA.

**N** = ESFUERZO AXIL

COMPONENTE DE LA RESULTANTE IZQUIERDA,  
PARALELA AL EJE DE LA BARRA.

**M** = SOLICITACIÓN DE MOMENTO

GIRO PRODUCIDO POR LA RESULTANTE IZQUIERDA,



# Solicitaciones en una sección

**AXIL (N):** es la componente paralela al eje de la barra, de la resultante izquierda de dicha sección.

Si la parte izquierda empuja a la derecha a través de la sección de corte (provocando que las secciones contiguas tiendan a juntarse), el axil es de **compresión**. Si tira de ella (provocando que las secciones contiguas tiendan a separarse), es de **tracción**.

**CORTANTE (V):** es la componente perpendicular al eje de la barra, de la resultante izquierda de dicha sección.

Es el esfuerzo que provoca la tendencia al **deslizamiento** de una cara del corte con respecto a la otra.

**MOMENTO (M):** es el momento que produce la resultante izquierda con respecto al centro de gravedad de la sección.

Es el esfuerzo que tiende a hacer **girar** una cara del corte con respecto a la otra, provocando que en una zona tiendan a **juntarse** y en la otra a **separarse**.

# MODELO DE LA ESTRUCTURA

ACCIONES

GEOMETRÍA

FUNCIONAMIENTO

VÍNCULOS

---

## EQUILIBRIO GLOBAL

---

## PUNTOS CRÍTICOS

ESFUERZOS EN LAS BARRAS

SOLICITACIONES

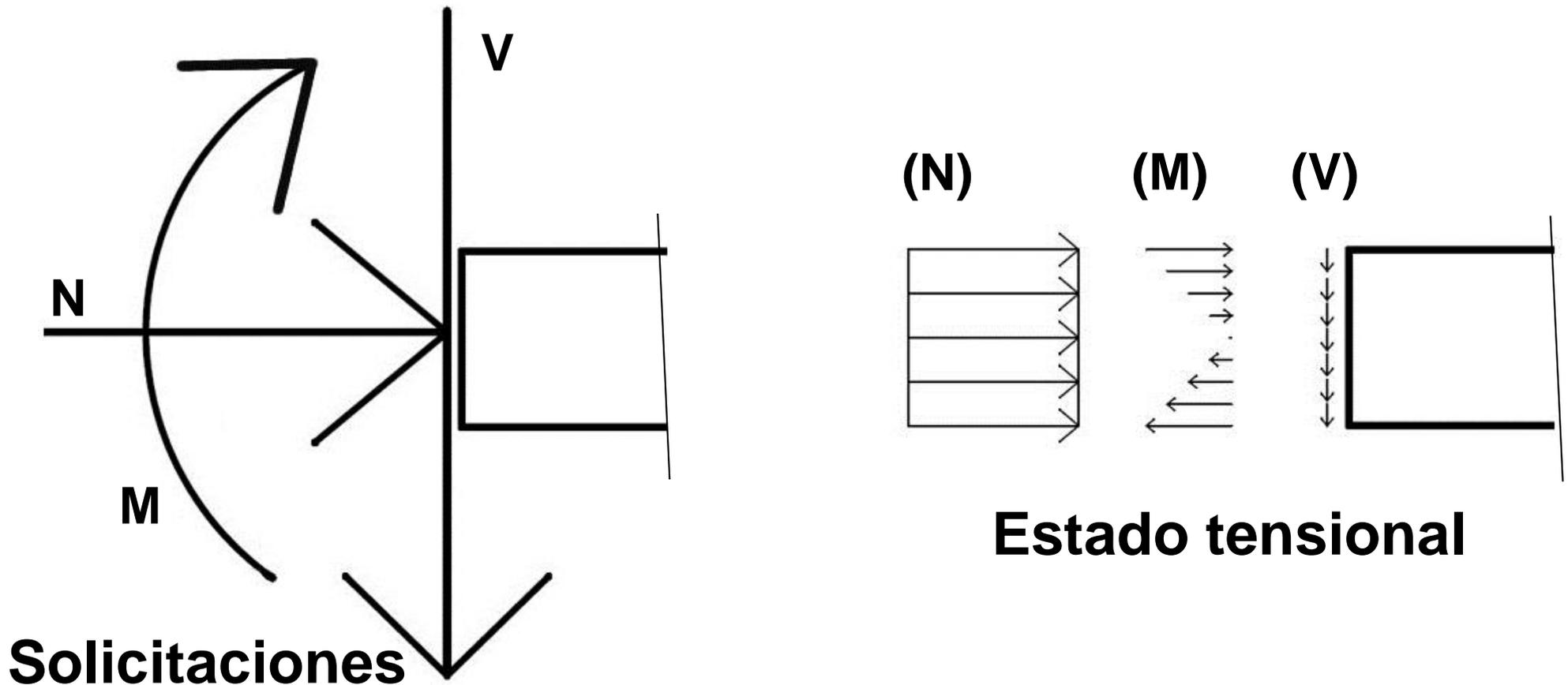
---

## DIMENSIONADO

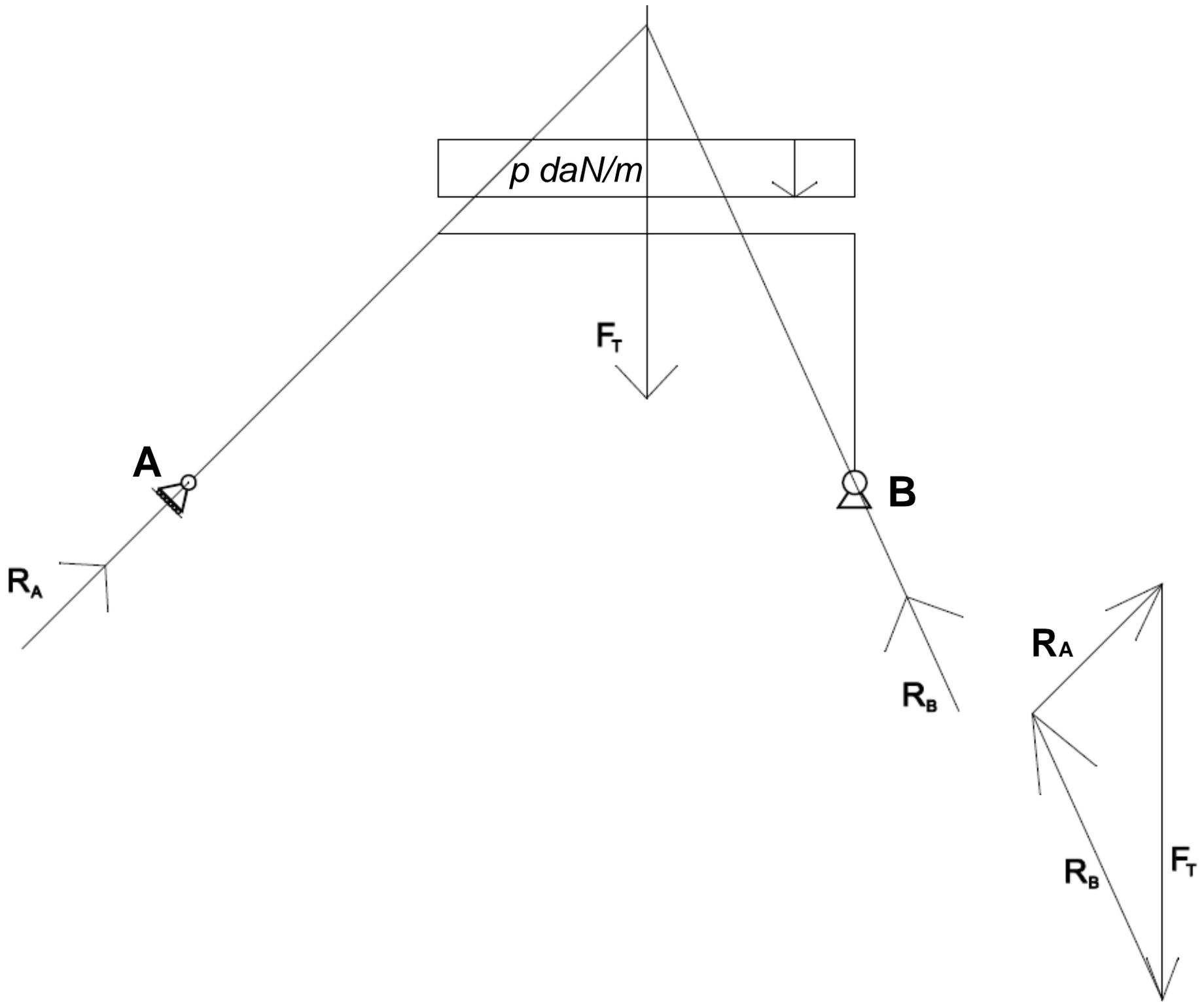
# ESTADO TENSIONAL

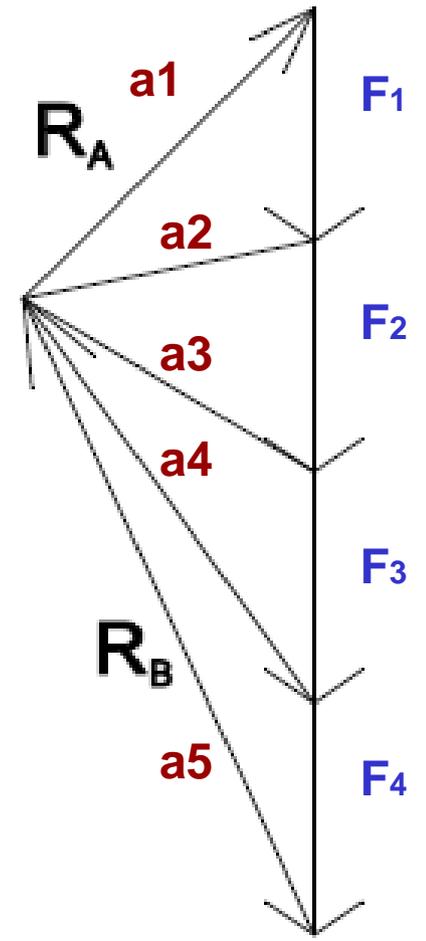
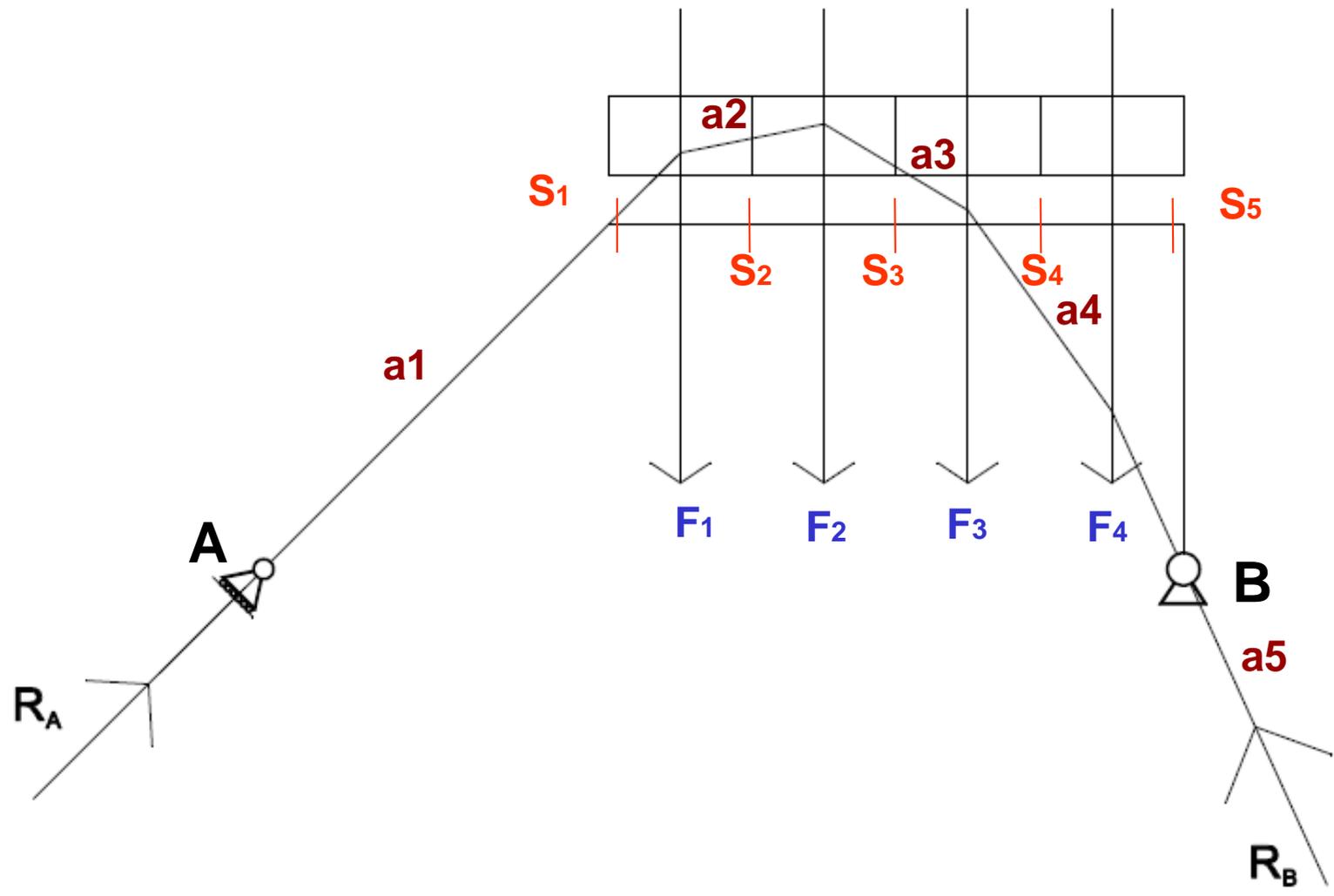
Estos esfuerzos, que provocan deslizamientos o giros en las caras del corte, se distribuyen en la superficie de la sección generando un estado tensional.

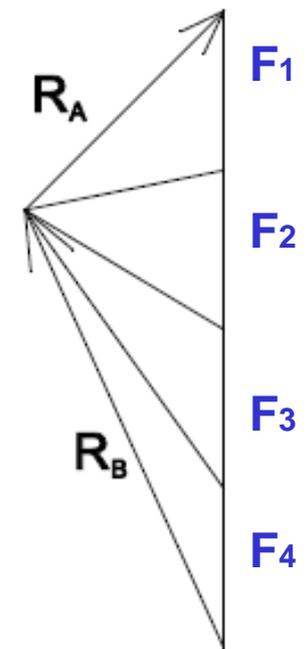
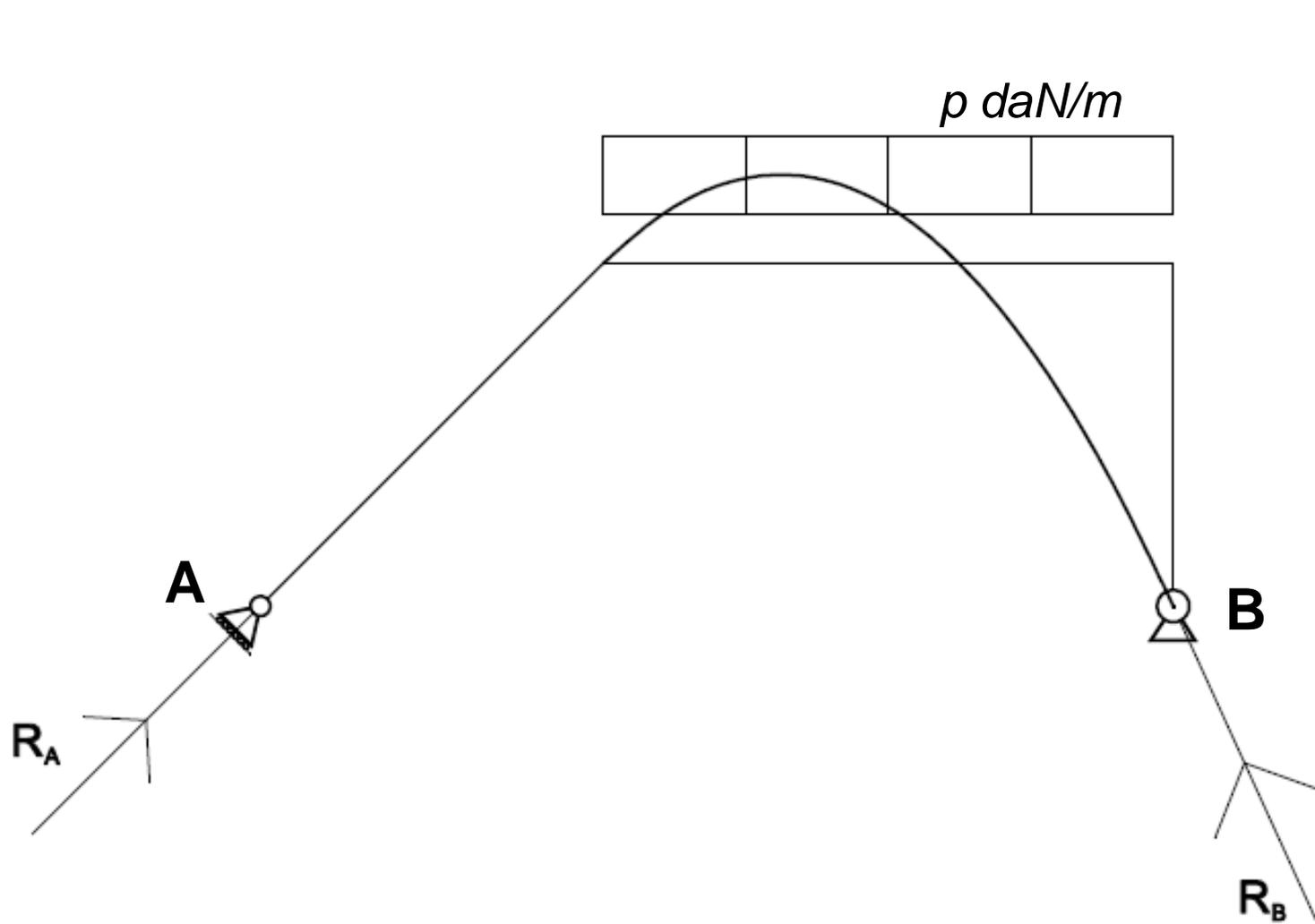
La **TENSIÓN** es el esfuerzo distribuido en la superficie de la cara del corte, es decir, en la sección estudiada.



# LÍNEA DE PRESIONES







**Línea de Presiones**

# LÍNEA DE PRESIONES

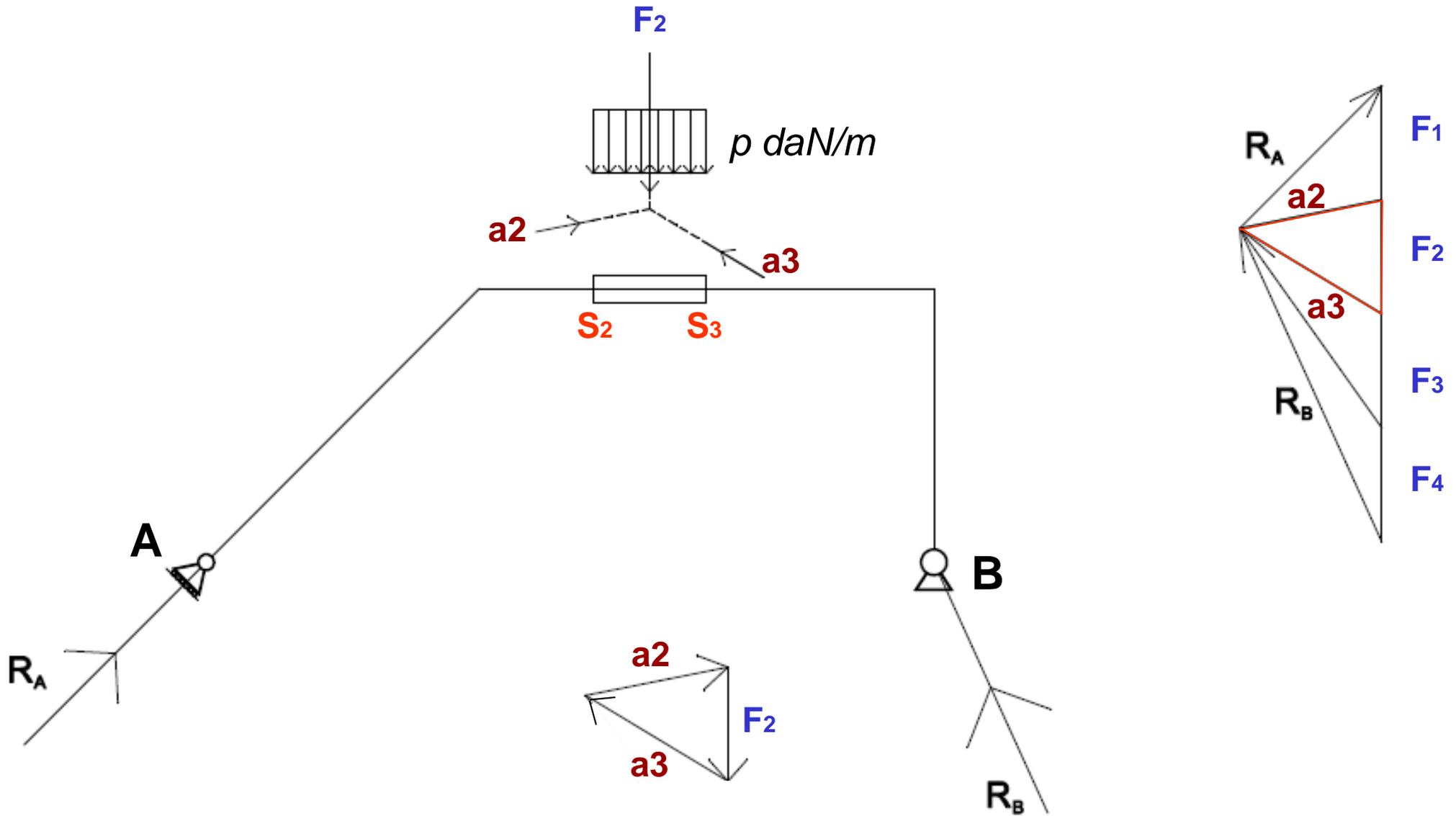
**Definimos la línea de presiones como:**

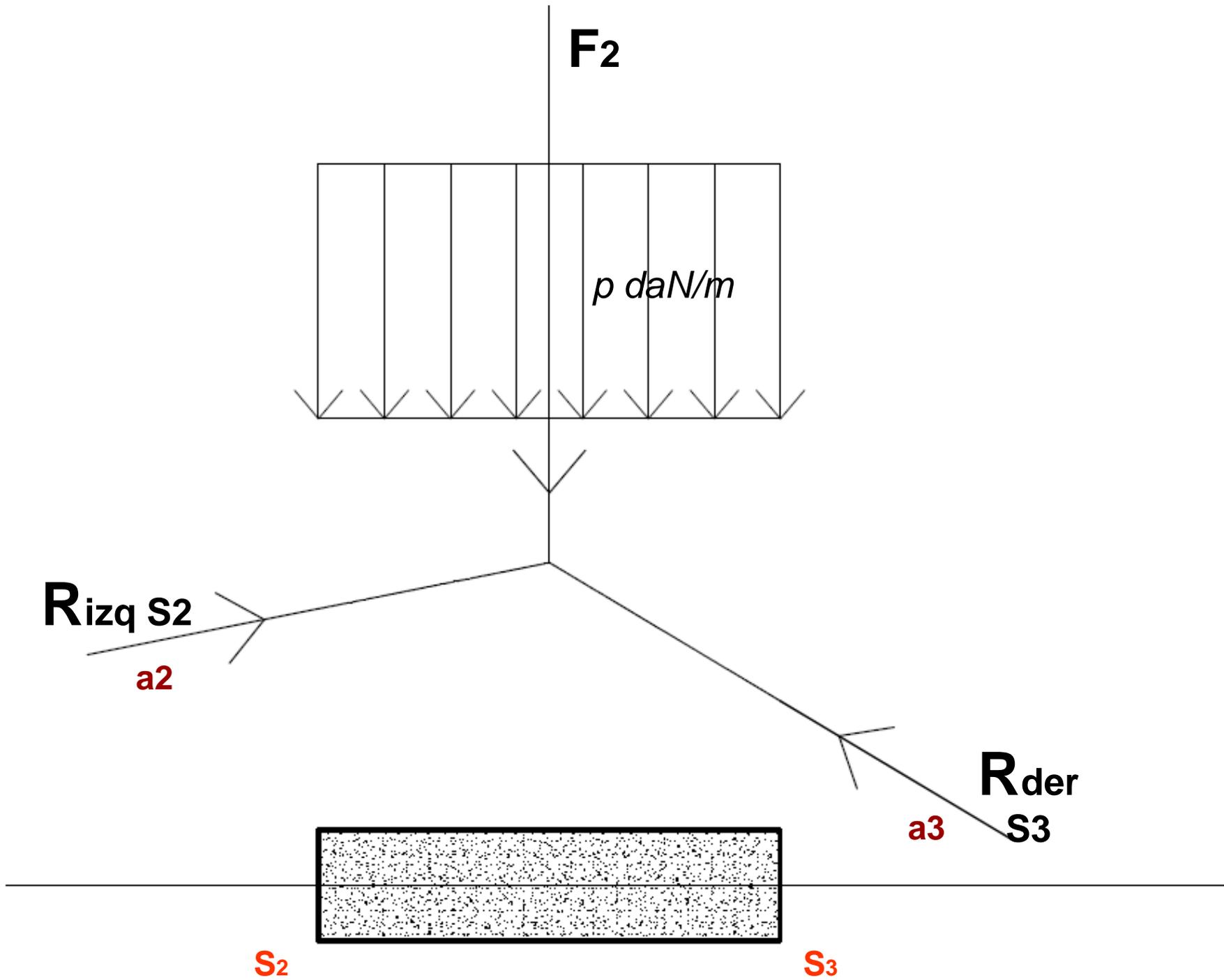
**el lugar geométrico de las líneas de acción de las sucesivas resultantes izquierdas de una estructura.**

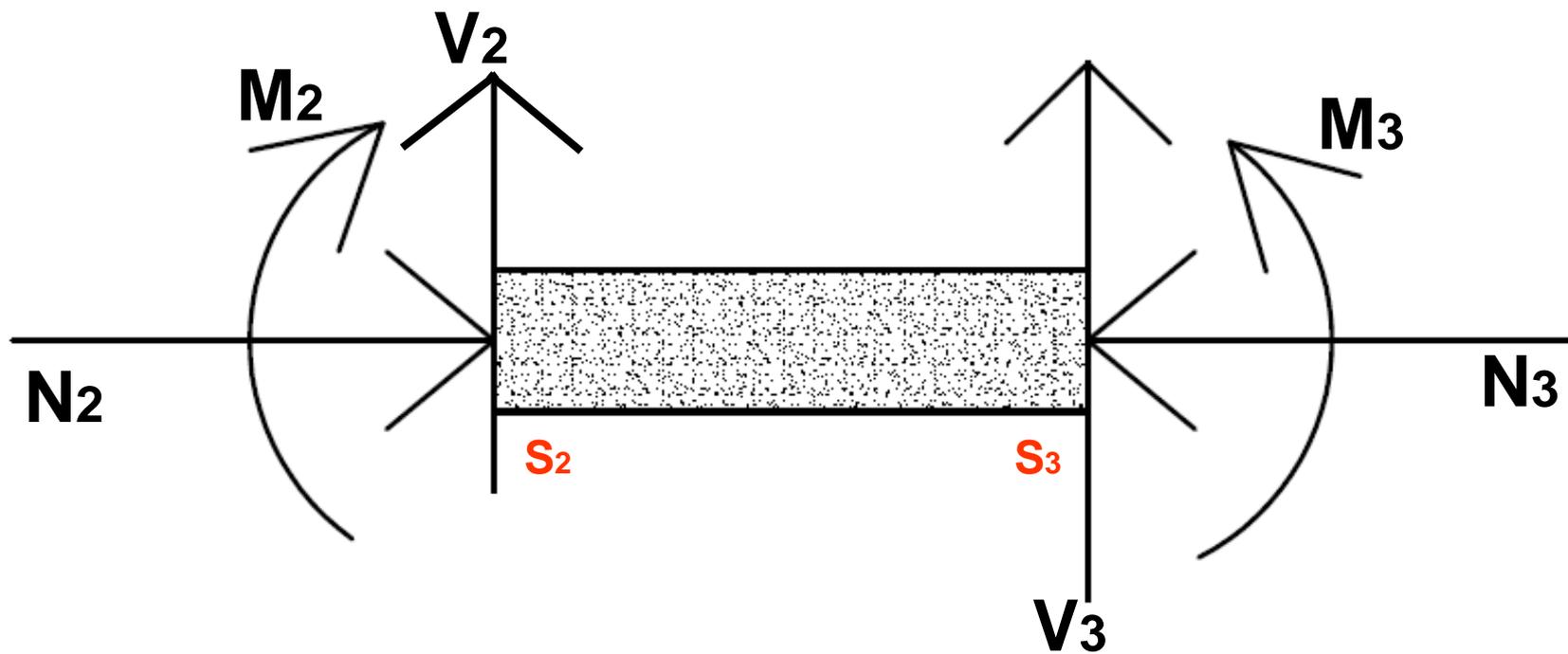
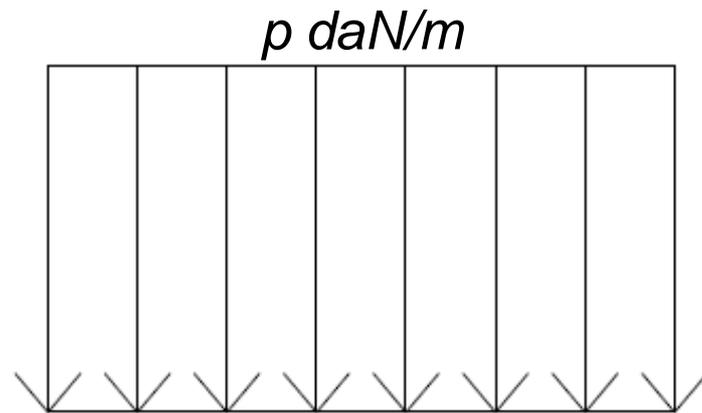
**El trazado de la línea de presiones depende del sistema de fuerzas (acciones y reacciones) aplicadas a una estructura en equilibrio.**

**Es un trazado completamente independiente de la forma de la estructura.**

# EQUILIBRIO DE UNA DOVELA







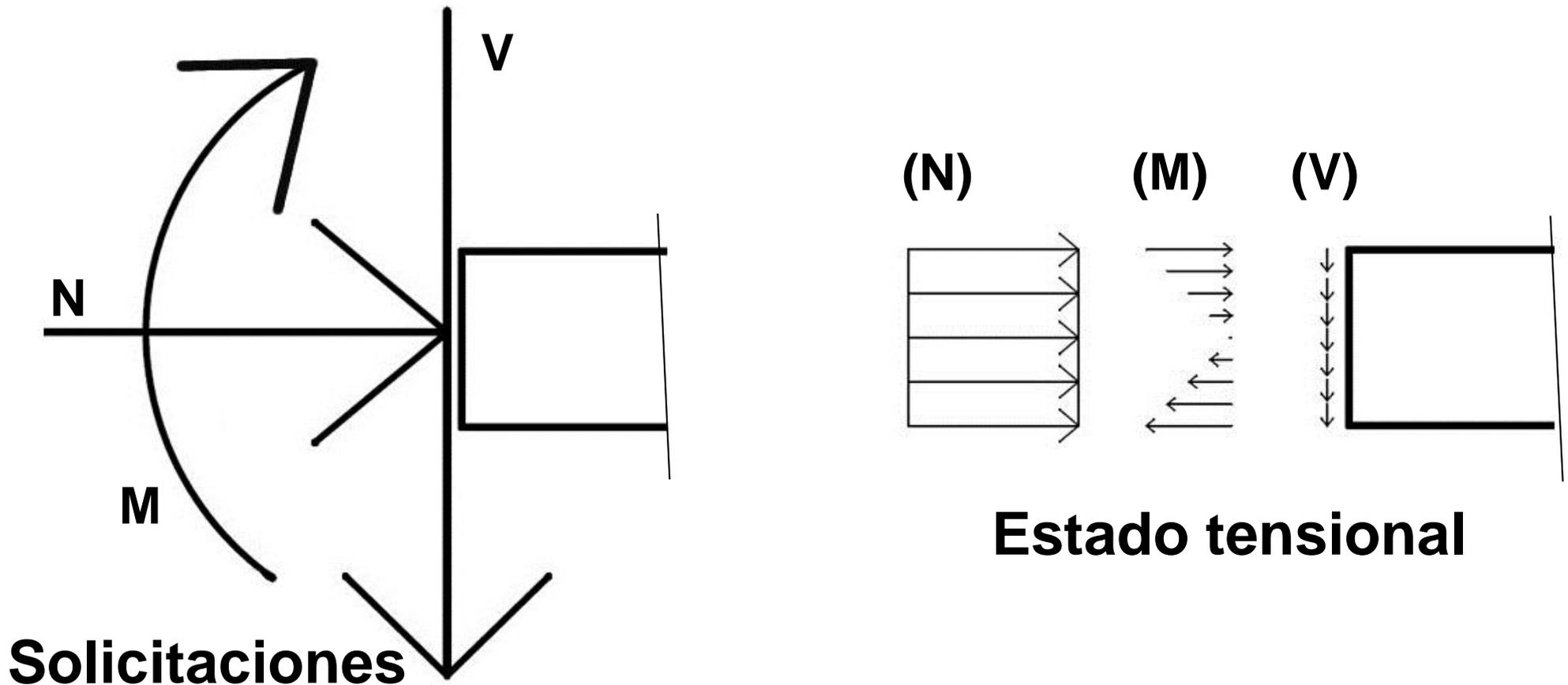
**Solicitaciones de S2**

**Solicitaciones de S3**

# ESTADO TENSIONAL

Estos esfuerzos, que provocan deslizamientos o giros en las caras del corte, se distribuyen en la superficie de la sección generando un estado tensional.

La **TENSIÓN** es el esfuerzo distribuido en la superficie de la cara del corte, es decir, en la sección estudiada.



# MODELO DE LA ESTRUCTURA

ACCIONES

GEOMETRÍA

FUNCIONAMIENTO

VÍNCULOS

---

## EQUILIBRIO GLOBAL

---

## PUNTOS CRÍTICOS

ESFUERZOS EN LAS BARRAS

SOLICITACIONES

---

## DIMENSIONADO

# **DIMENSIONADO**

**El estudio de una estructura debe definir la cantidad, calidad y distribución del material necesario para su construcción, es decir, debe darle la dimensión material necesaria para garantizar su equilibrio estable.**

**Es necesario comparar las tensiones que producen las sollicitaciones con la capacidad resistente del material, para garantizar que no está comprometida la estabilidad de la estructura en adecuadas condiciones de seguridad.**

# PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

Se evalúan a través de análisis experimentales y estudios estadísticos.

Llamamos **resistencia** a la máxima tensión que puede resistir el material antes que se produzca el fenómeno que determina el fallo.

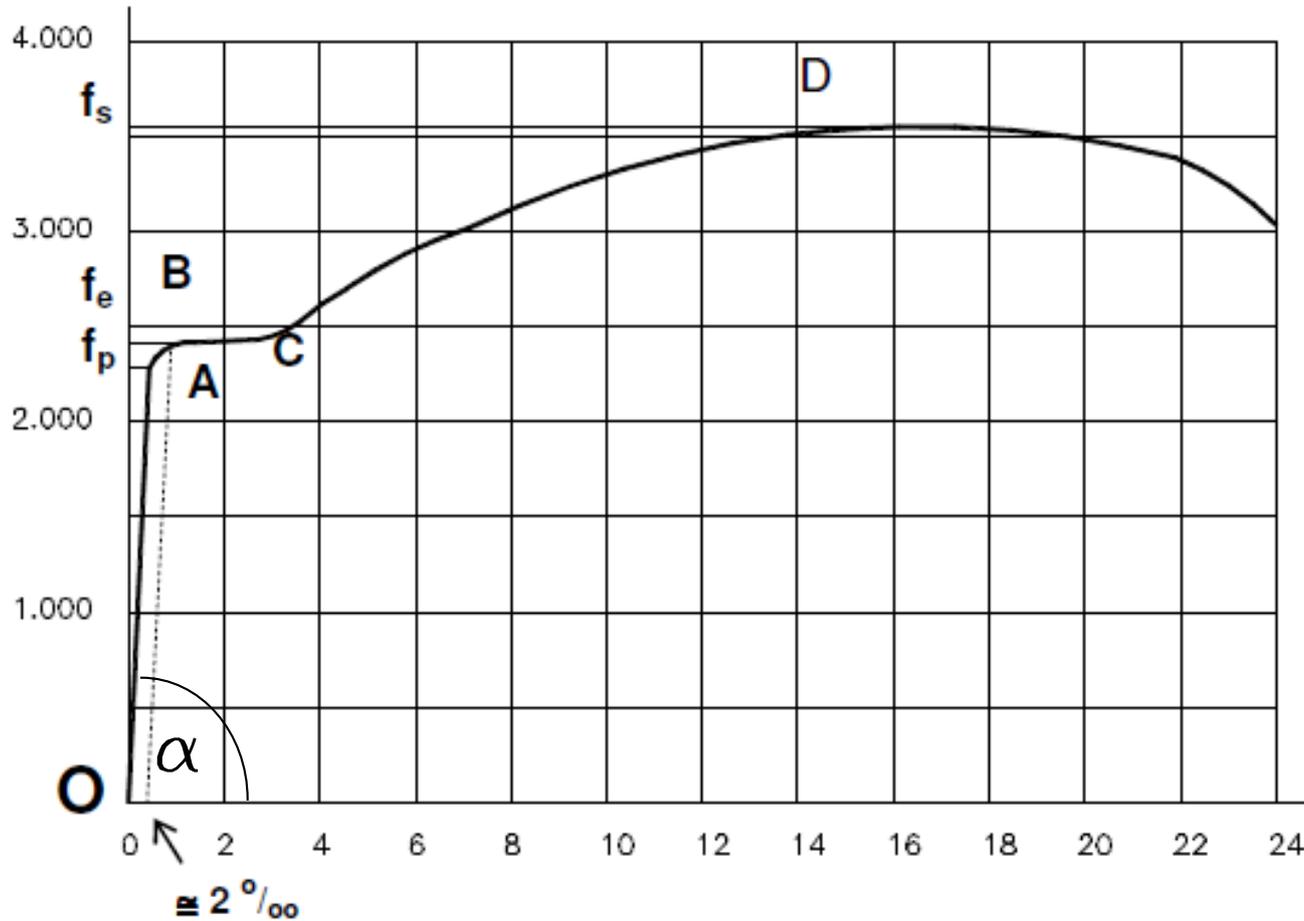
**Resistencias:** tracción, compresión, flexión y cortante.

**Módulo de elasticidad:** Es el cociente entre la tensión y la deformación unitaria.

Caracteriza el comportamiento de un material elástico.

# EJ. ACERO COMÚN: ENSAYO A LA TRACCIÓN

$\sigma_s$  daN/cm<sup>2</sup> (tensión)



OA: Período de proporcionalidad

OB: Período elástico

BC: Fluencia

CD: Período plástico

$\epsilon_s$  %  
(alargamiento unitario)

$$\epsilon = \Delta l / l$$

$$\sigma = F / A$$

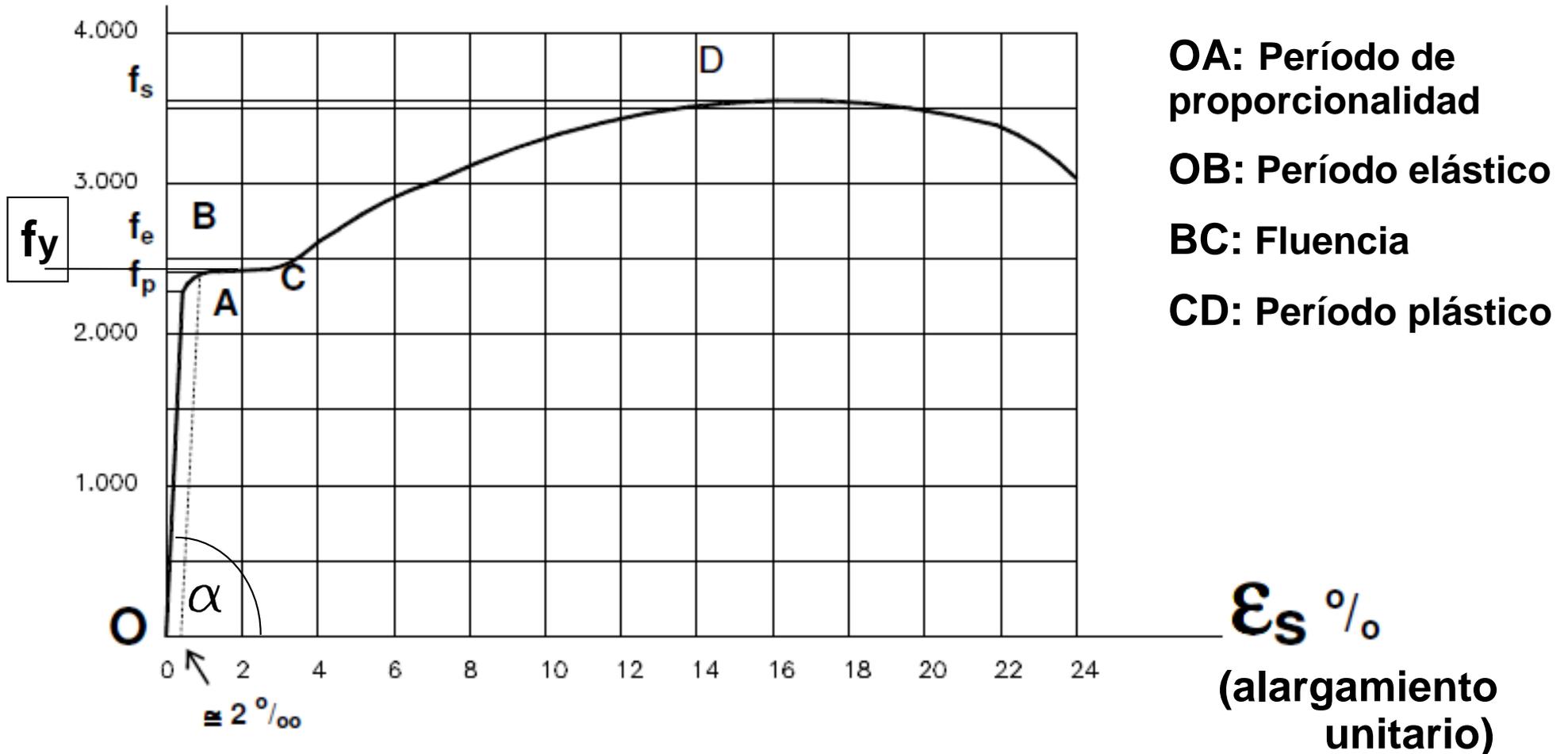
Módulo de Elasticidad  
o Módulo de Young

$$E = \text{tg } \alpha$$

-----

# EJ. ACERO COMÚN: ENSAYO A LA TRACCIÓN

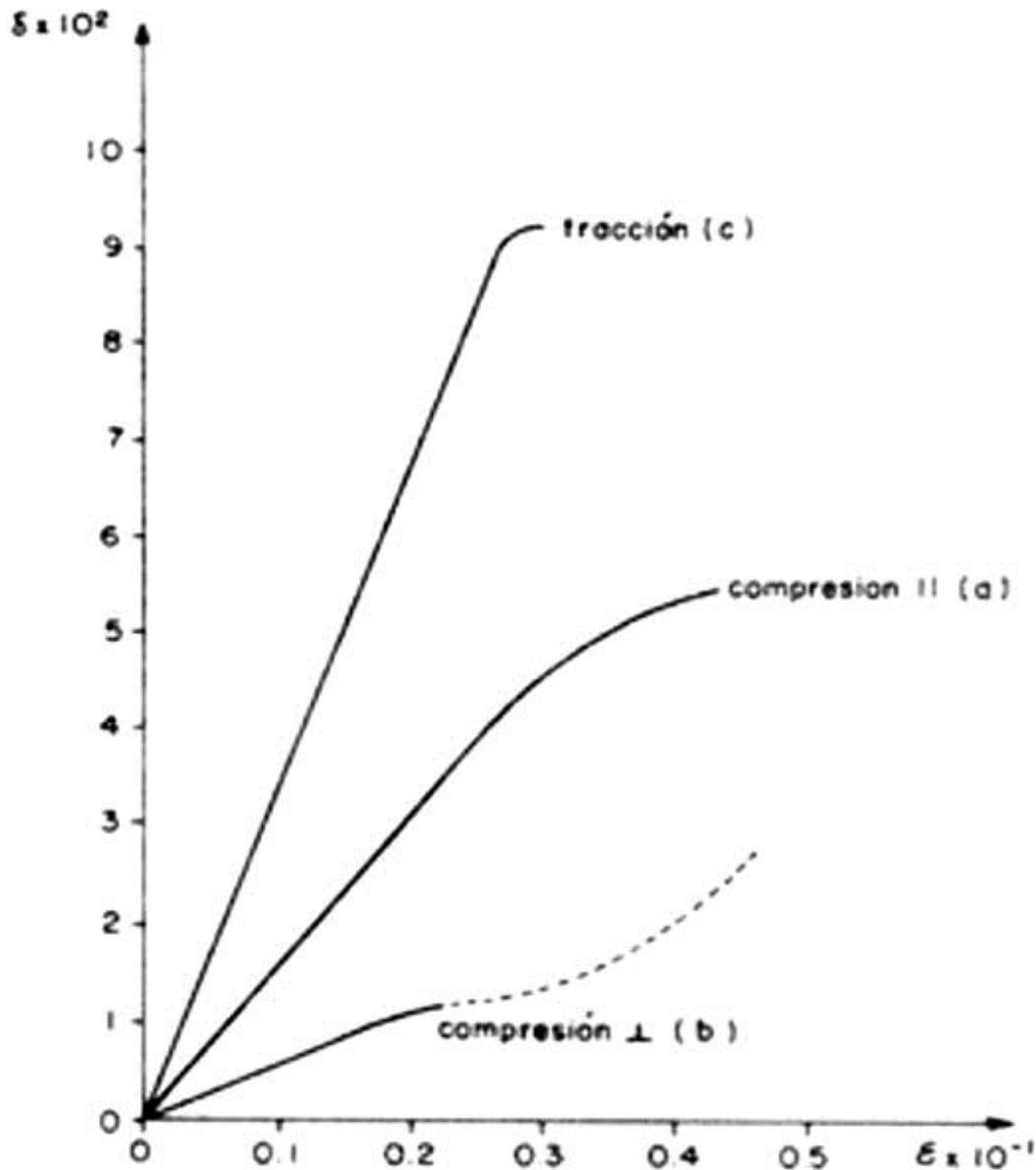
$\sigma_s$  daN/cm<sup>2</sup> (tensión)



**fy: tensión de fluencia, o límite elástico**

Los materiales con período de fluencia se caracterizan a través de la tensión que produce dicho fenómeno de fluencia (fallo del material).

# EJ. MADERAS LATIFOLIADAS



Ensayos en pequeñas probetas de madera de especies latifoliadas, libres de defectos.

Los materiales frágiles se caracterizan a través de la tensión que produce la rotura (fallo del material).

# VALORES CARACTERÍSTICOS DE UNA PROPIEDAD MECÁNICA ( $f_k$ )

Valores que surgen del estudio **estadístico** de los resultados alcanzados en los ensayos de un material. Son los valores correspondientes al 5º percentil de la población, es decir, que tienen un **95%** de confiabilidad.

**EJ.:** La resistencia del acero común está definida por el valor de la tensión que produce el fenómeno de fluencia, o límite elástico ( $f_y$ ).

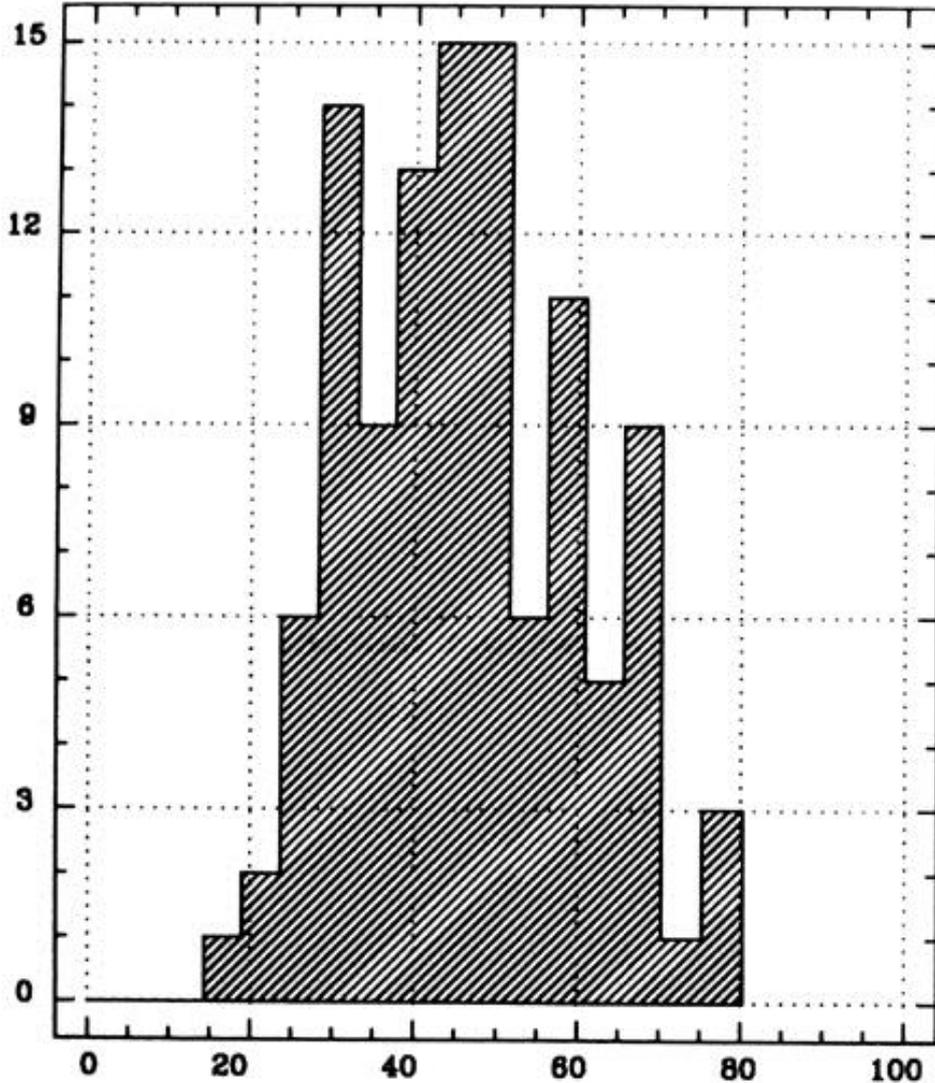
Resistencia característica del acero común a la tracción ( $f_{y,k}$ ) es aquel valor de resistencia ( $f_y$ ) que tiene el **95%** de probabilidad de ser superado.

**Este valor define la calidad del material.**

Acero común:  $f_{y,k} = 2600 \text{ daN/cm}^2$

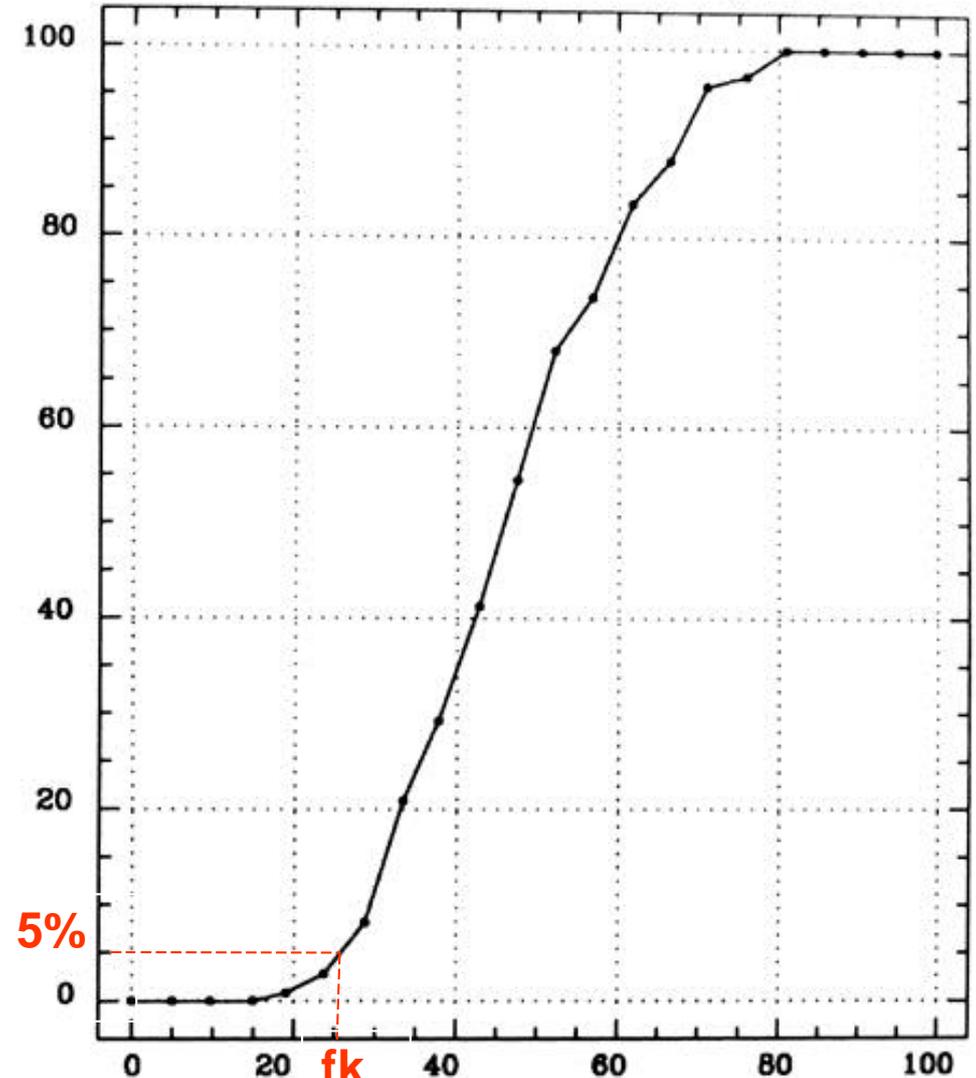
# VALORES CARACTERÍSTICOS ( $f_k$ )

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



Tension de rotura a flexion, N/mm<sup>2</sup>

FRECUENCIAS RELATIVAS ACUMULADAS



5%

Tension de rotura a flexion, N/mm<sup>2</sup>

EJ.: Madera de pino, distribución de la resistencia a la flexión.

# MÉTODO DE LAS TENSIONES ADMISIBLES

**VALORES DE DISEÑO DE UNA PROPIEDAD ( $f_d$ ):**

**SON LOS VALORES CARACTERÍSTICOS ( $f_k$ )  
AFECTADOS POR UN  
COEFICIENTE DE SEGURIDAD ( $\gamma$ )**

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma}$$

**Ej. Resistencia a la tracción de diseño para el acero común:**

$$f_{y,d} = 2600 / 1,85 = 1400 \text{ daN/cm}^2$$

# **DIMENSIONADO:**

**DETERMINAR LA CANTIDAD DE MATERIAL NECESARIO Y SU ADECUADA DISTRIBUCIÓN, PARA QUE EN NINGÚN PUNTO DE LA ESTRUCTURA SE SUPERE EL VALOR DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO (ES DECIR, LA RESISTENCIA DEL MATERIAL EN ADECUADAS CONDICIONES DE SEGURIDAD).**

# MODELO DE LA ESTRUCTURA

ACCIONES

GEOMETRÍA

FUNCIONAMIENTO

VÍNCULOS

---

## EQUILIBRIO GLOBAL

---

## PUNTOS CRÍTICOS

ESFUERZOS EN LAS BARRAS

SOLICITACIONES

---

## DIMENSIONADO

ANÁLISIS TENSIONAL

# **EQUILIBRIO DE LAS PARTES:**

**MÉTODO DE LAS SECCIONES.  
RESULTANTE IZQUIERDA Y SOLICITACIONES.**

**LÍNEA DE PRESIONES.**

**DIMENSIONADO: MÉTODO DE LAS TENSIONES  
ADMISIBLES.**

