



# Método de Cross



# Método de Cross

Ámbito  
de  
aplicación



## Ámbito de aplicación

En este capítulo se va a exponer el método de Cross aplicado al análisis de pórticos planos. Este método se diferencia del de Maney en la interpretación que se hace de la deformada ( las incógnitas giro quedan en función de las incógnitas desplazamiento ) y en el modo de obtener los esfuerzos en función de esta deformada.



## Ámbito de aplicación

En este capítulo se va a exponer el método de Cross aplicado al análisis de pórticos planos. Este método se diferencia del de Maney en la interpretación que se hace de la deformada ( las incógnitas giro quedan en función de las incógnitas desplazamiento ) y en el modo de obtener los esfuerzos en función de esta deformada.

Por tratarse de un método de equilibrio, consta de los pasos siguientes:



## Ámbito de aplicación

En este capítulo se va a exponer el método de Cross aplicado al análisis de pórticos planos. Este método se diferencia del de Maney en la interpretación que se hace de la deformada ( las incógnitas giro quedan en función de las incógnitas desplazamiento ) y en el modo de obtener los esfuerzos en función de esta deformada.

Por tratarse de un método de equilibrio, consta de los pasos siguientes:

### 1º Creación de una deformada genérica

- Interpretación del modelo: descomposición de nudos y tramos
- En función de esta interpretación:

Obtención del número de incógnitas : desplazamientos independientes

Descomposición de la deformada  
resultante en suma de deformadas

{ En estructuras simétricas  
En estructuras no simétricas



## Ámbito de aplicación

En este capítulo se va a exponer el método de Cross aplicado al análisis de pórticos planos. Este método se diferencia del de Maney en la interpretación que se hace de la deformada ( las incógnitas giro quedan en función de las incógnitas desplazamiento ) y en el modo de obtener los esfuerzos en función de esta deformada.

Por tratarse de un método de equilibrio, consta de los pasos siguientes:

### 1º Creación de una deformada genérica

- Interpretación del modelo: descomposición de nudos y tramos
- En función de esta interpretación:

Obtención del número de incógnitas : desplazamientos independientes

Descomposición de la deformada  
resultante en suma de deformadas

}	En estructuras simétricas
	En estructuras no simétricas

### 2º Obtención de los esfuerzos de la deformada genérica

- En los tramos
- En los nudos



## Ámbito de aplicación

En este capítulo se va a exponer el método de Cross aplicado al análisis de pórticos planos. Este método se diferencia del de Maney en la interpretación que se hace de la deformada ( las incógnitas giro quedan en función de las incógnitas desplazamiento ) y en el modo de obtener los esfuerzos en función de esta deformada.

Por tratarse de un método de equilibrio, consta de los pasos siguientes:

### 1º Creación de una deformada genérica

- Interpretación del modelo: descomposición de nudos y tramos
- En función de esta interpretación:

Obtención del número de incógnitas : desplazamientos independientes

Descomposición de la deformada  
resultante en suma de deformadas

}	En estructuras simétricas
	En estructuras no simétricas

### 2º Obtención de los esfuerzos de la deformada genérica

- En los tramos
- En los nudos

### 3º Obtención de la deformada concreta del problema

### 4º Obtención de los esfuerzos concretos del problema

### 5º Reacciones exteriores



## Ámbito de aplicación

En este capítulo se va a exponer el método de Cross aplicado al análisis de pórticos planos. Este método se diferencia del de Maney en la interpretación que se hace de la deformada ( las incógnitas giro quedan en función de las incógnitas desplazamiento ) y en el modo de obtener los esfuerzos en función de esta deformada.

Por tratarse de un método de equilibrio, consta de los pasos siguientes:

### 1º Creación de una deformada genérica

- Interpretación del modelo: descomposición de nudos y tramos
- En función de esta interpretación:

Obtención del número de incógnitas : desplazamientos independientes

Descomposición de la deformada  
resultante en suma de deformadas

}	En estructuras simétricas
	En estructuras no simétricas

### 2º Obtención de los esfuerzos de la deformada genérica

- En los tramos
- En los nudos

### 3º Obtención de la deformada concreta del problema

### 4º Obtención de los esfuerzos concretos del problema

### 5º Reacciones exteriores

Se ha minimizado la dificultad de los ejemplos utilizados durante la exposición para fijar la atención en el procedimiento



# Método de Cross

Ámbito  
de  
aplicación



# Método de Cross

Ámbito  
de  
aplicación

Proceso  
de cálculo



# Método de Cross

Ámbito  
de  
aplicación

Cálculo de  
la  
deformada  
equilibrada

Proceso  
de cálculo



# Cálculo de la deformada equilibrada



## Cálculo de la deformada equilibrada

El proceso es el siguiente:



## Cálculo de la deformada equilibrada

El proceso es el siguiente:

Creación de  
una deformada  
genérica



## Cálculo de la deformada equilibrada

El proceso es el siguiente:

Creación de  
una deformada  
genérica

Si la estructura es  
desplazable:



## Cálculo de la deformada equilibrada

El proceso es el siguiente:

Creación de  
una deformada  
genérica

Deformada por los  
desplazamientos de  
los nudos  
(es desconocida)



## Cálculo de la deformada equilibrada

El proceso es el siguiente:

Creación de  
una deformada  
genérica

Deformada por los  
desplazamientos de  
los nudos  
(es desconocida)

Si la estructura  
tiene asientos  
conocidos:



## Cálculo de la deformada equilibrada

El proceso es el siguiente:

Creación de  
una deformada  
genérica

Deformada por los  
desplazamientos de  
los nudos  
(es desconocida)

Deformada por los  
desplazamientos de  
los nudos  
(es conocida)



## Cálculo de la deformada equilibrada

El proceso es el siguiente:

Creación de  
una deformada  
genérica

Deformada por los  
desplazamientos de  
los nudos  
(es desconocida)

Deformada por los  
desplazamientos de  
los nudos  
(es conocida)

Si la estructura  
tiene acciones en  
los tramos:



## Cálculo de la deformada equilibrada

El proceso es el siguiente:

Creación de  
una deformada  
genérica

Deformada por los  
desplazamientos de  
los nudos  
(es desconocida)

Deformada por los  
desplazamientos de  
los nudos  
(es conocida)

Deformada por las  
cargas exteriores  
sin permitir el  
desplazamiento de  
los nudos  
(es conocida)



## Cálculo de la deformada equilibrada

El proceso es el siguiente:

Creación de  
una deformada  
genérica

Deformada por los  
desplazamientos de  
los nudos  
(es desconocida)

Deformada por los  
desplazamientos de  
los nudos  
(es conocida)

Deformada por las  
cargas exteriores  
sin permitir el  
desplazamiento de  
los nudos  
(es conocida)

En las tres  
deformadas se  
permite el giro de  
los nudos



## Cálculo de la deformada equilibrada

El proceso es el siguiente:

Creación de  
una deformada  
genérica

Deformada por los  
desplazamientos de  
los nudos  
(es desconocida)

Deformada por los  
desplazamientos de  
los nudos  
(es conocida)

Deformada por las  
cargas exteriores  
sin permitir el  
desplazamiento de  
los nudos  
(es conocida)

## Cálculo de la deformada equilibrada

El proceso es el siguiente:

Creación de  
una deformada  
genérica

Deformada por los  
desplazamientos de  
los nudos  
(es desconocida)



Momentos  
deducidos

Son desconocidos

Deformada por los  
desplazamientos de  
los nudos  
(es conocida)

Deformada por las  
cargas exteriores  
sin permitir el  
desplazamiento de  
los nudos  
(es conocida)



## Cálculo de la deformada equilibrada

El proceso es el siguiente:

Creación de  
una deformada  
genérica

Deformada por los  
desplazamientos de  
los nudos  
(es desconocida)



Momentos  
deducidos

Son desconocidos

Deformada por los  
desplazamientos de  
los nudos  
(es conocida)



Momentos  
deducidos

Son conocidos

Deformada por las  
cargas exteriores  
sin permitir el  
desplazamiento de  
los nudos  
(es conocida)



## Cálculo de la deformada equilibrada

El proceso es el siguiente:

Creación de  
una deformada  
genérica

Deformada por los  
desplazamientos de  
los nudos  
(es desconocida)



Momentos  
deducidos

Son desconocidos

Deformada por los  
desplazamientos de  
los nudos  
(es conocida)



Momentos  
deducidos

Son conocidos

Deformada por las  
cargas exteriores  
sin permitir el  
desplazamiento de  
los nudos  
(es conocida)



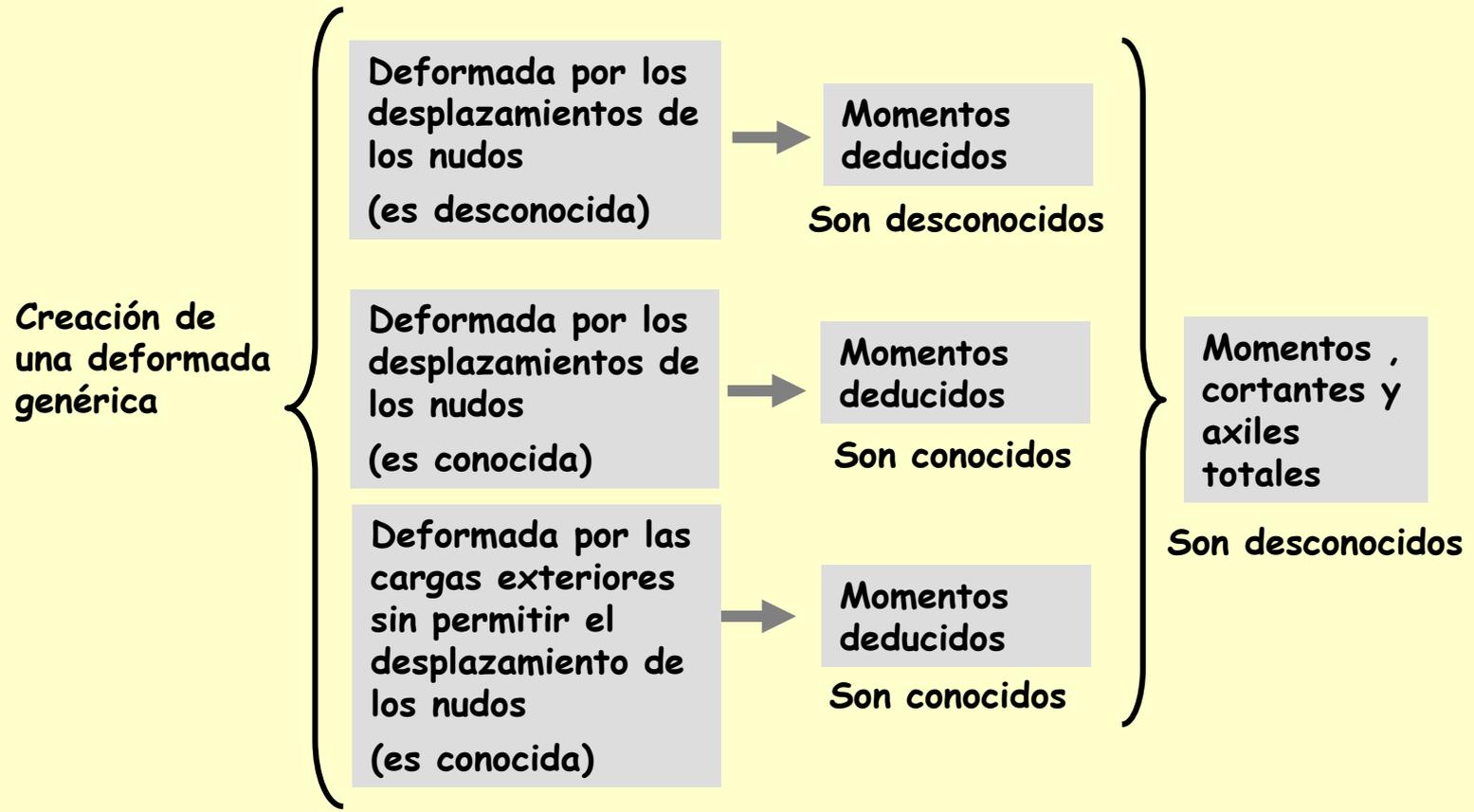
Momentos  
deducidos

Son conocidos



# Cálculo de la deformada equilibrada

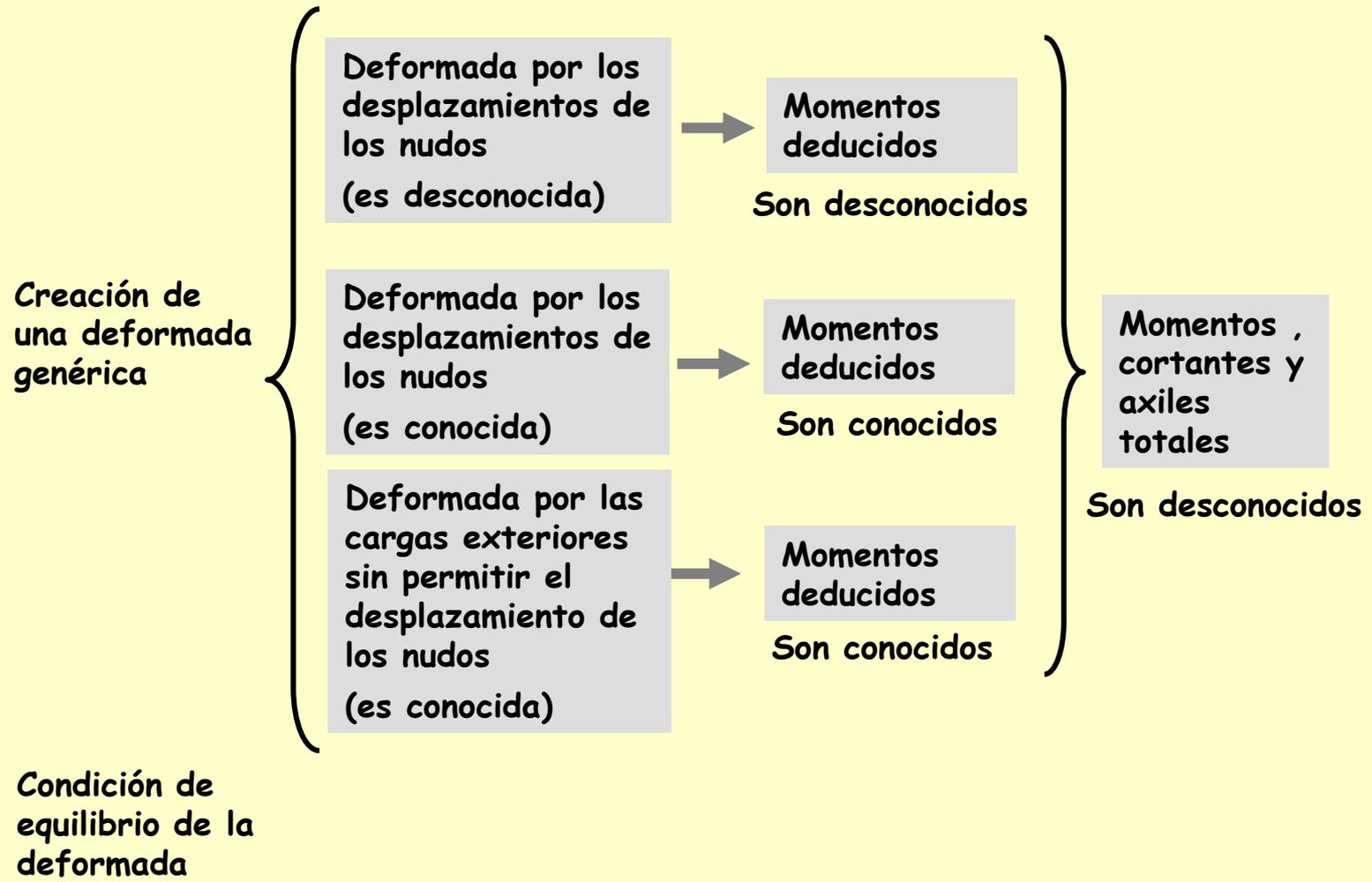
El proceso es el siguiente:





# Cálculo de la deformada equilibrada

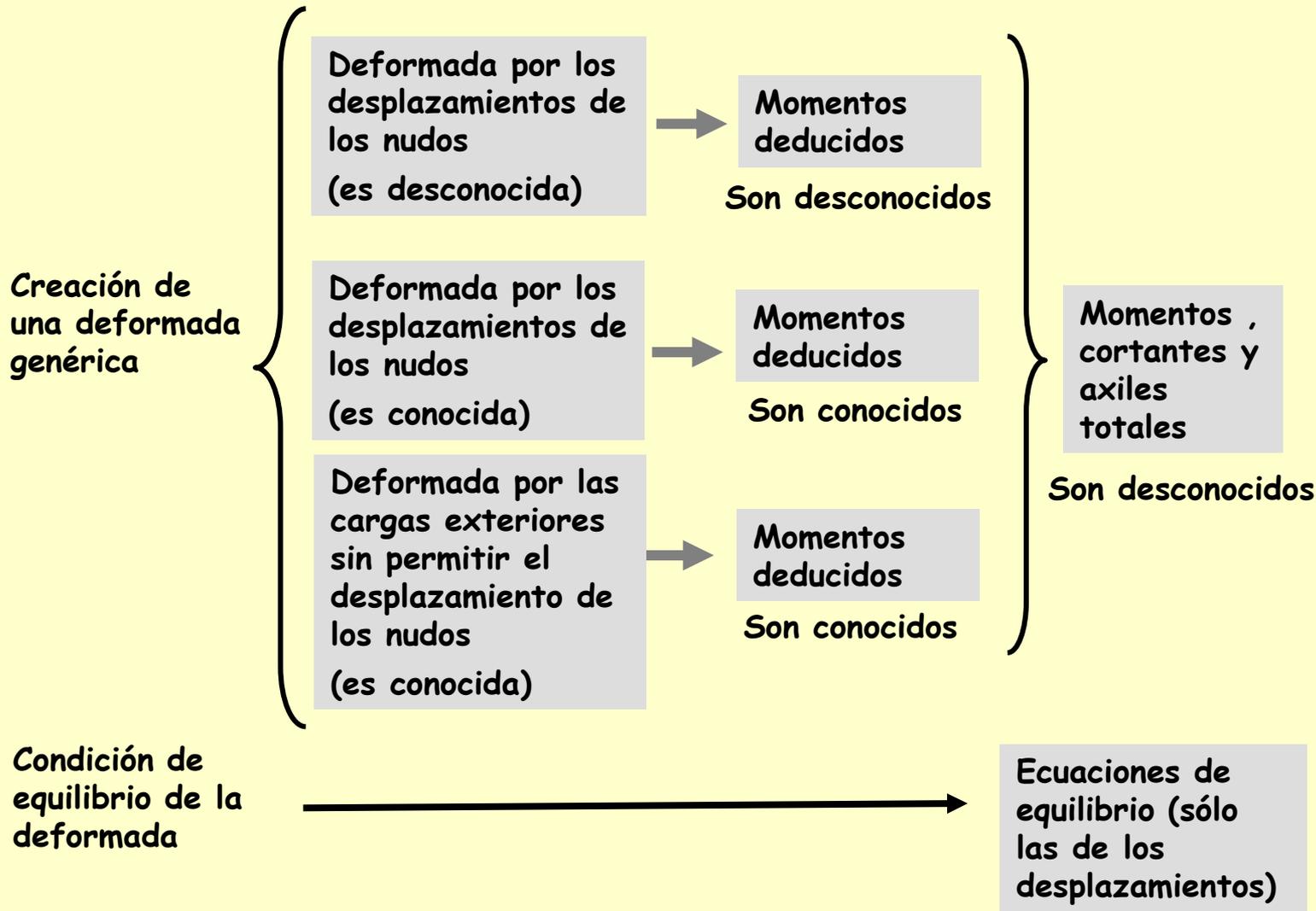
El proceso es el siguiente:





# Cálculo de la deformada equilibrada

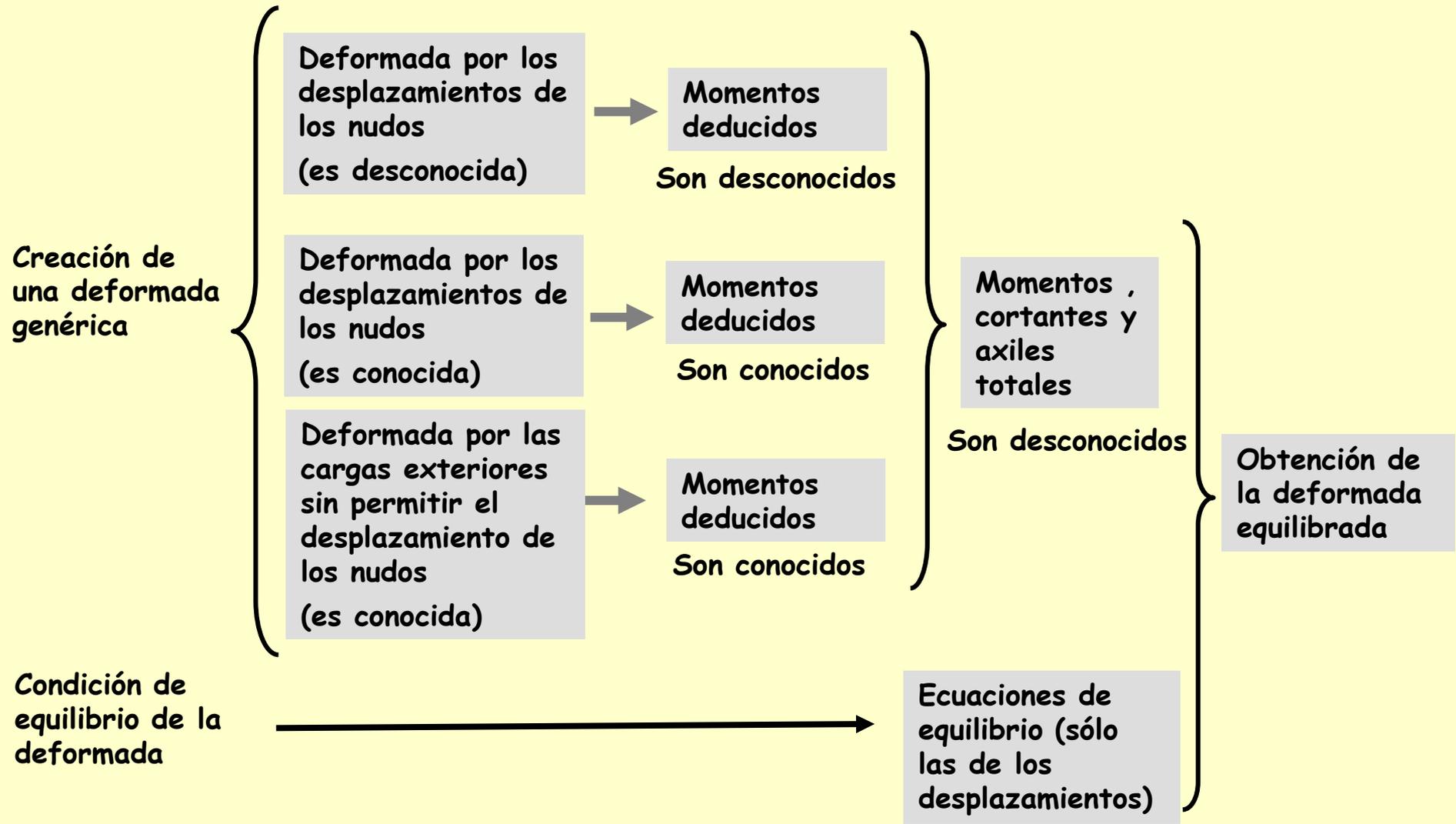
El proceso es el siguiente:





# Cálculo de la deformada equilibrada

El proceso es el siguiente:





# Método de Cross

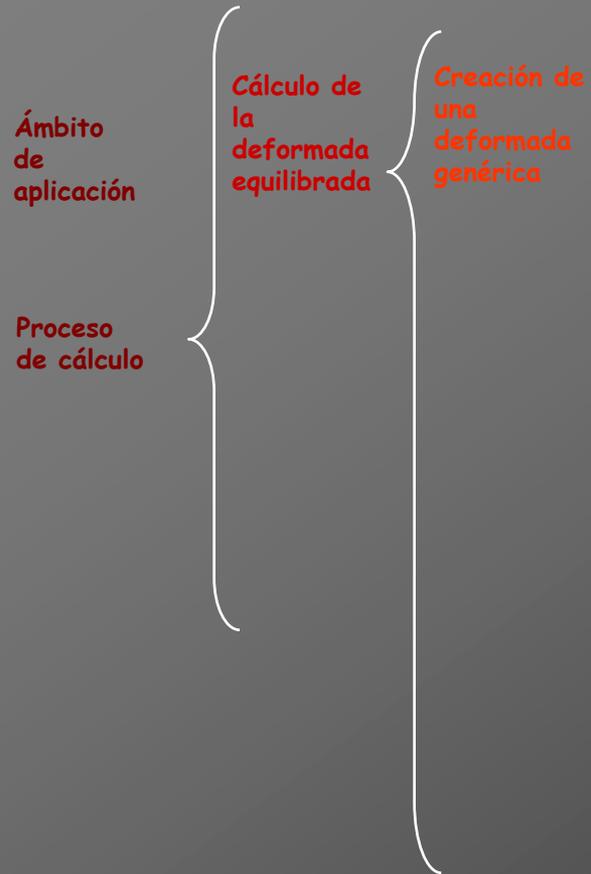
Ámbito  
de  
aplicación

Cálculo de  
la  
deformada  
equilibrada

Proceso  
de cálculo

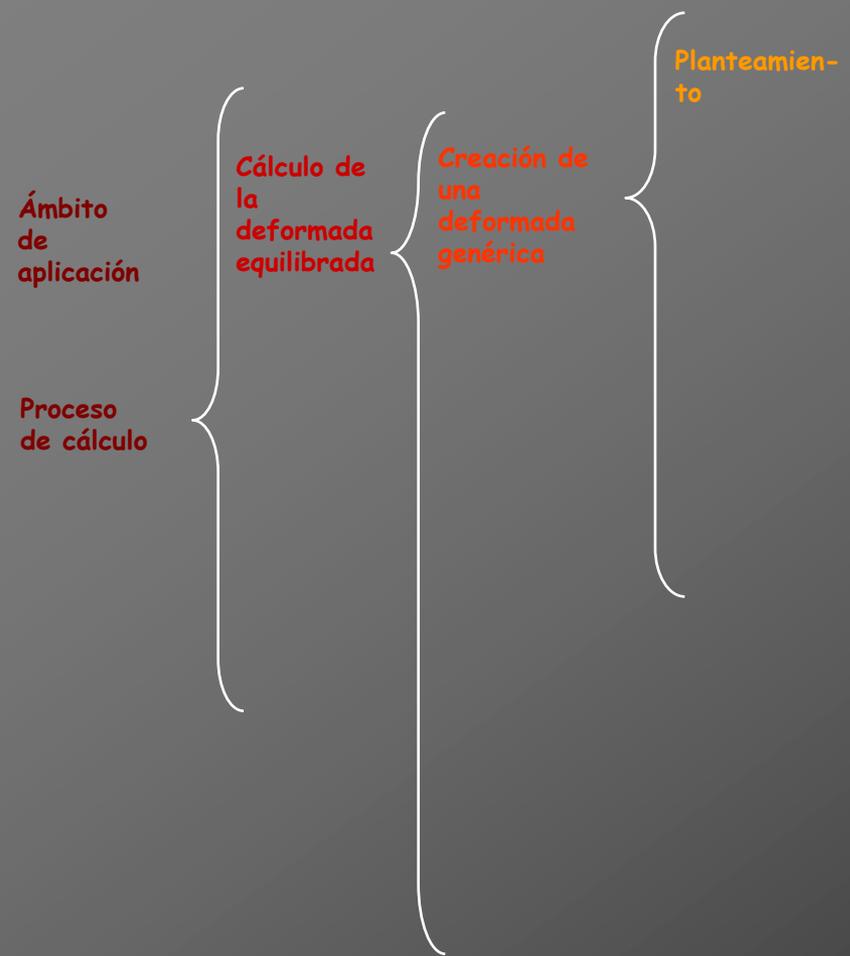


# Método de Cross



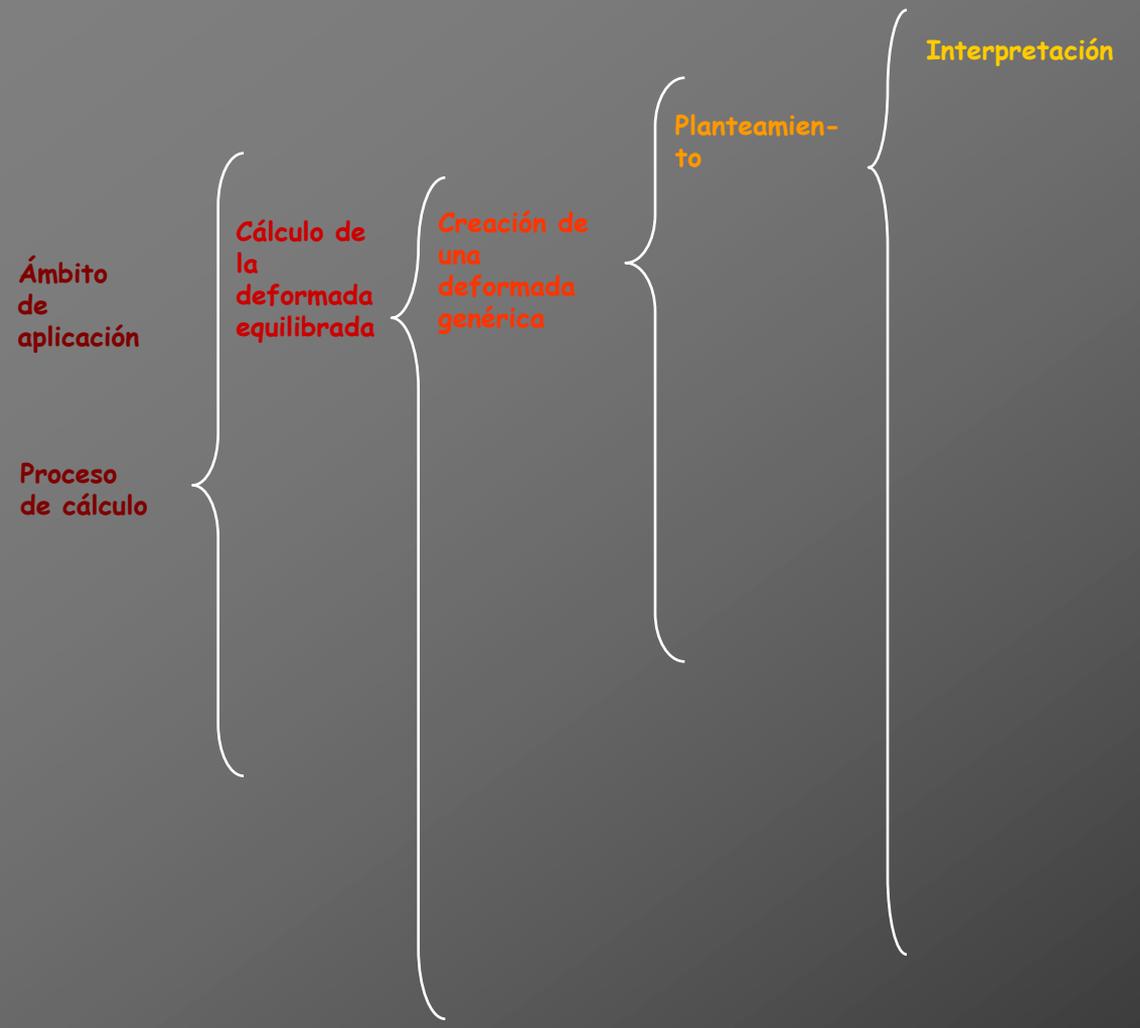


# Método de Cross





# Método de Cross





# Interpretación



## Interpretación

La estructura se interpreta como una combinación de nudos y de vigas biapoyadas. Un modelo se puede interpretar de múltiples maneras

**Los  
nudos:**

**Se numeran  
con letras  
mayúsculas:**

**A, B, C, ....**

**Pueden ser:**



## Interpretación

La estructura se interpreta como una combinación de nudos y de vigas biapoyadas. Un modelo se puede interpretar de múltiples maneras

### Los nudos:

Se numeran con letras mayúsculas: A, B, C,....  
Pueden ser:

"comunes a cualquier interpretación":

Representan el mínimo número de nudos que puede tener la estructura. Se sitúan:

donde existan articulaciones internas

en la intersección entre directrices

donde existan enlaces exteriores



# Interpretación

La estructura se interpreta como una combinación de nudos y de vigas biapoyadas. Un modelo se puede interpretar de múltiples maneras

## Los nudos:

Se numeran con letras mayúsculas: A, B, C, ....  
Pueden ser:

“comunes a cualquier interpretación”:

Representan el mínimo número de nudos que puede tener la estructura. Se sitúan:

“específicos de la interpretación”:

donde existan articulaciones internas

en la intersección entre directrices

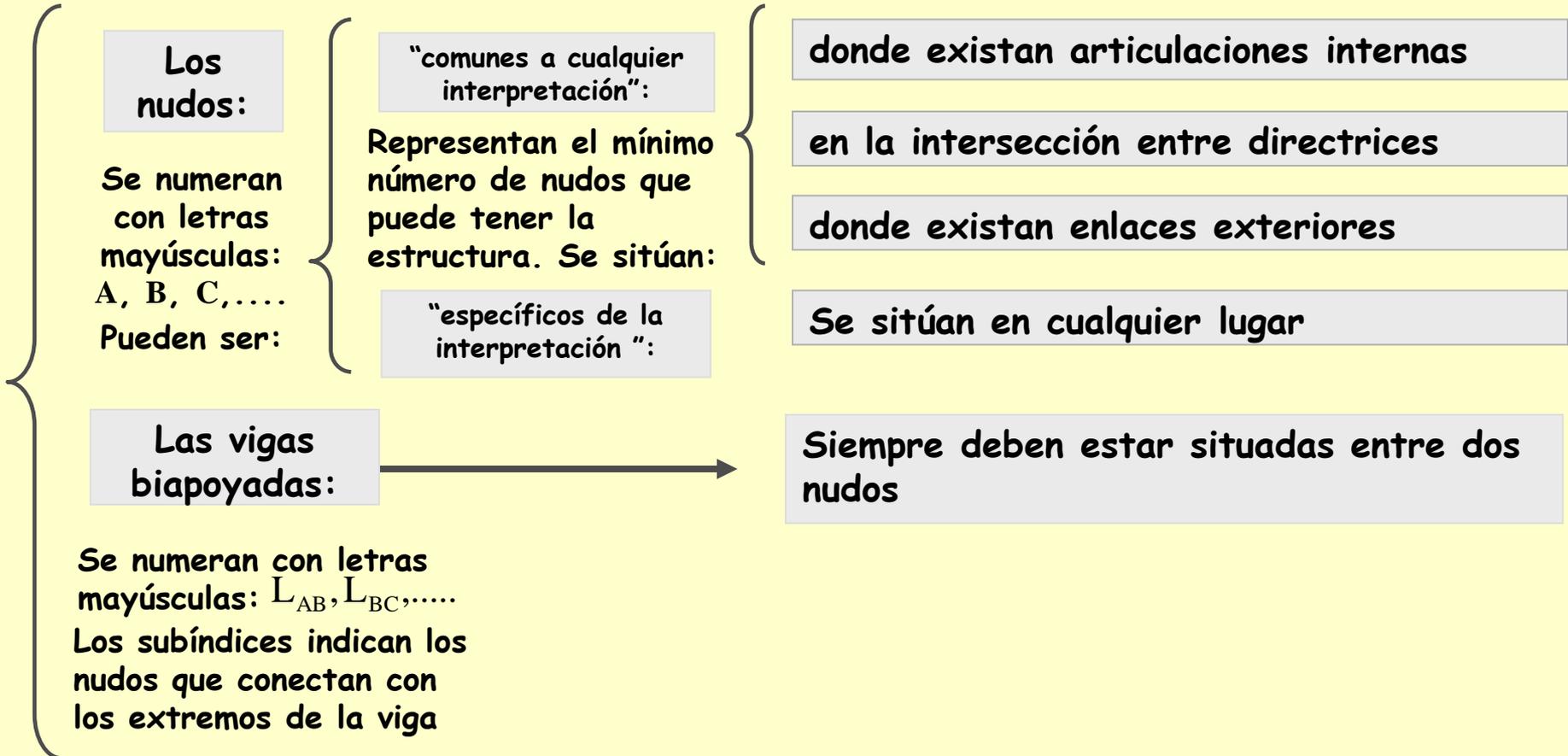
donde existan enlaces exteriores

Se sitúan en cualquier lugar



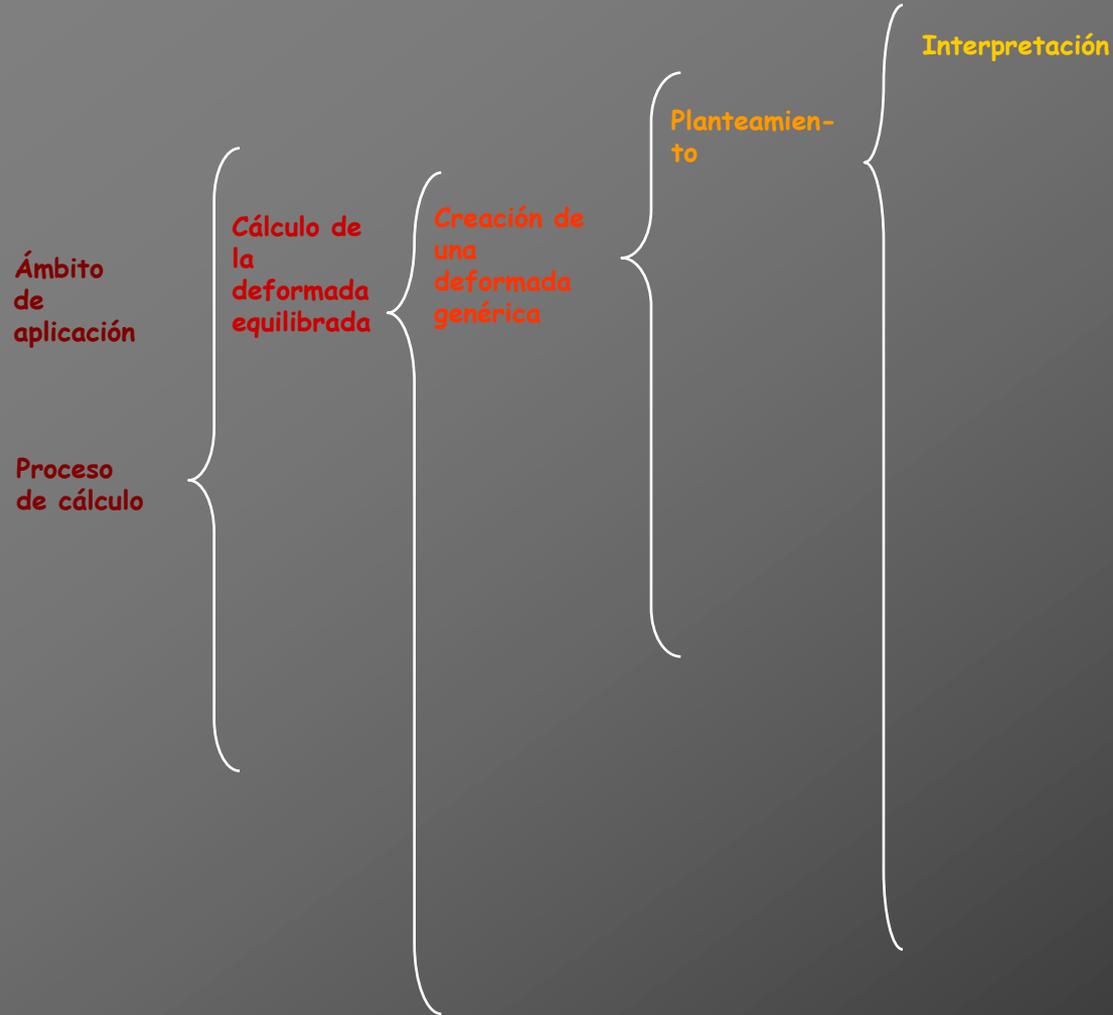
# Interpretación

La estructura se interpreta como una combinación de nudos y de vigas biapoyadas. Un modelo se puede interpretar de múltiples maneras



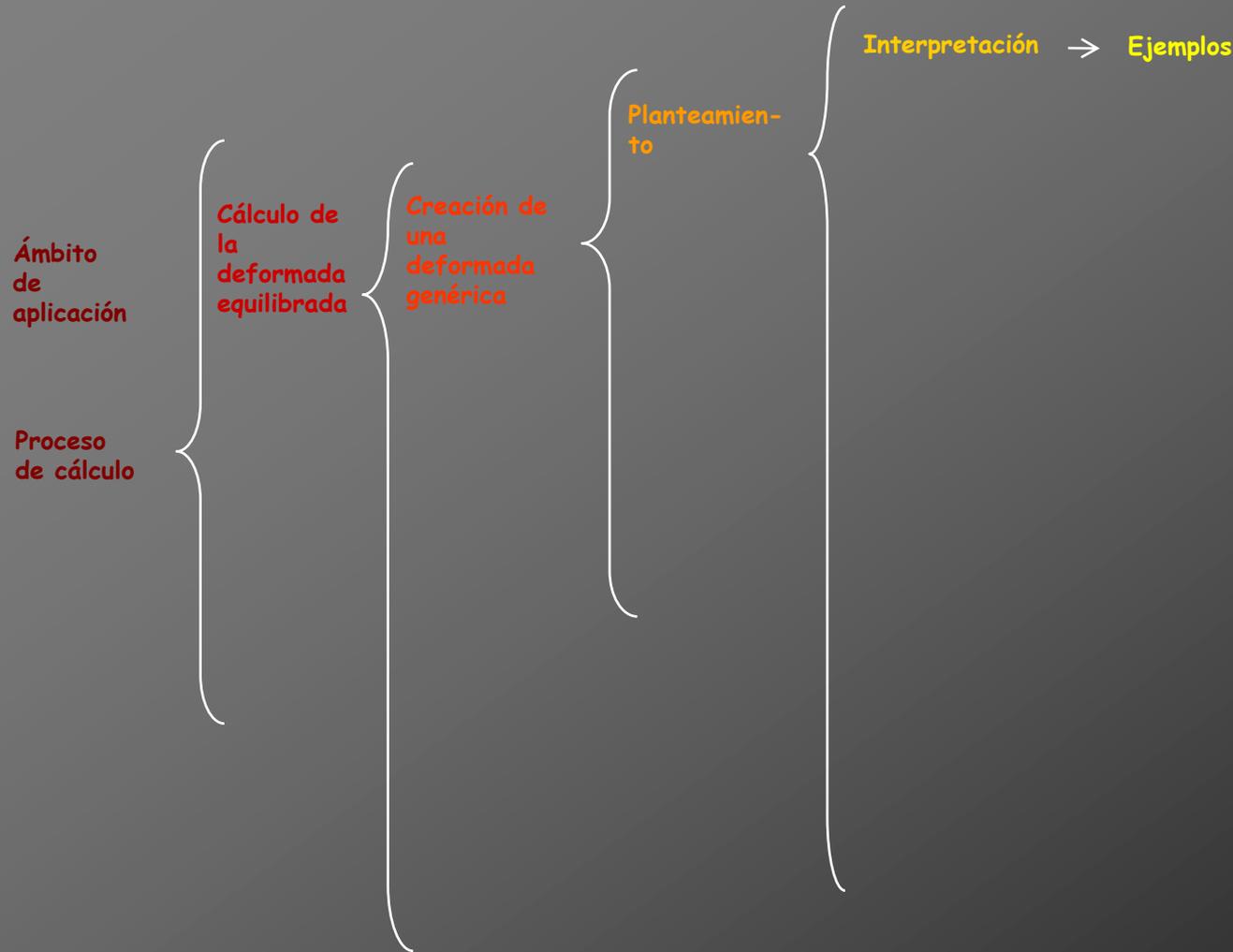


# Método de Cross





# Método de Cross

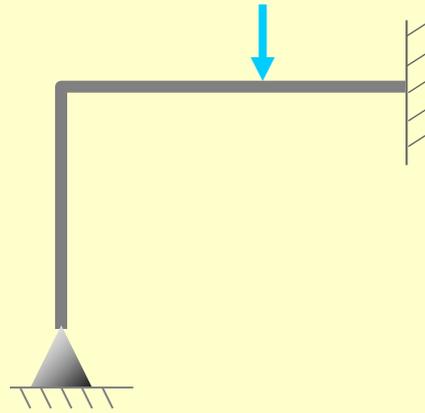




# Ejemplos

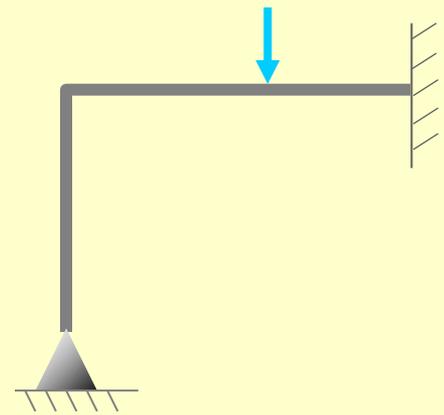


## Ejemplos

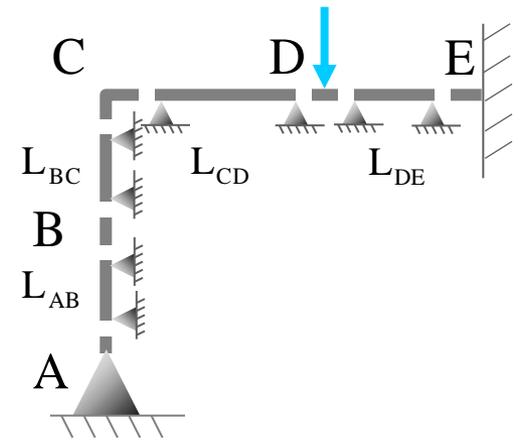
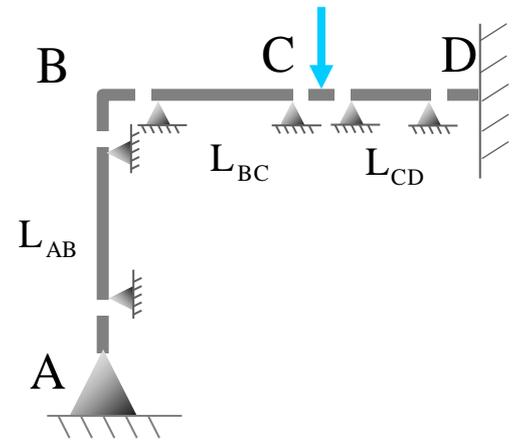
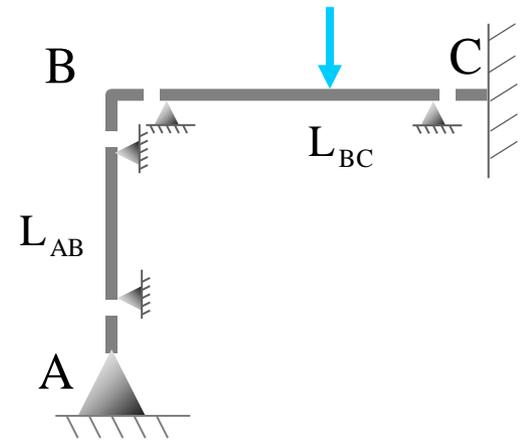




# Ejemplos

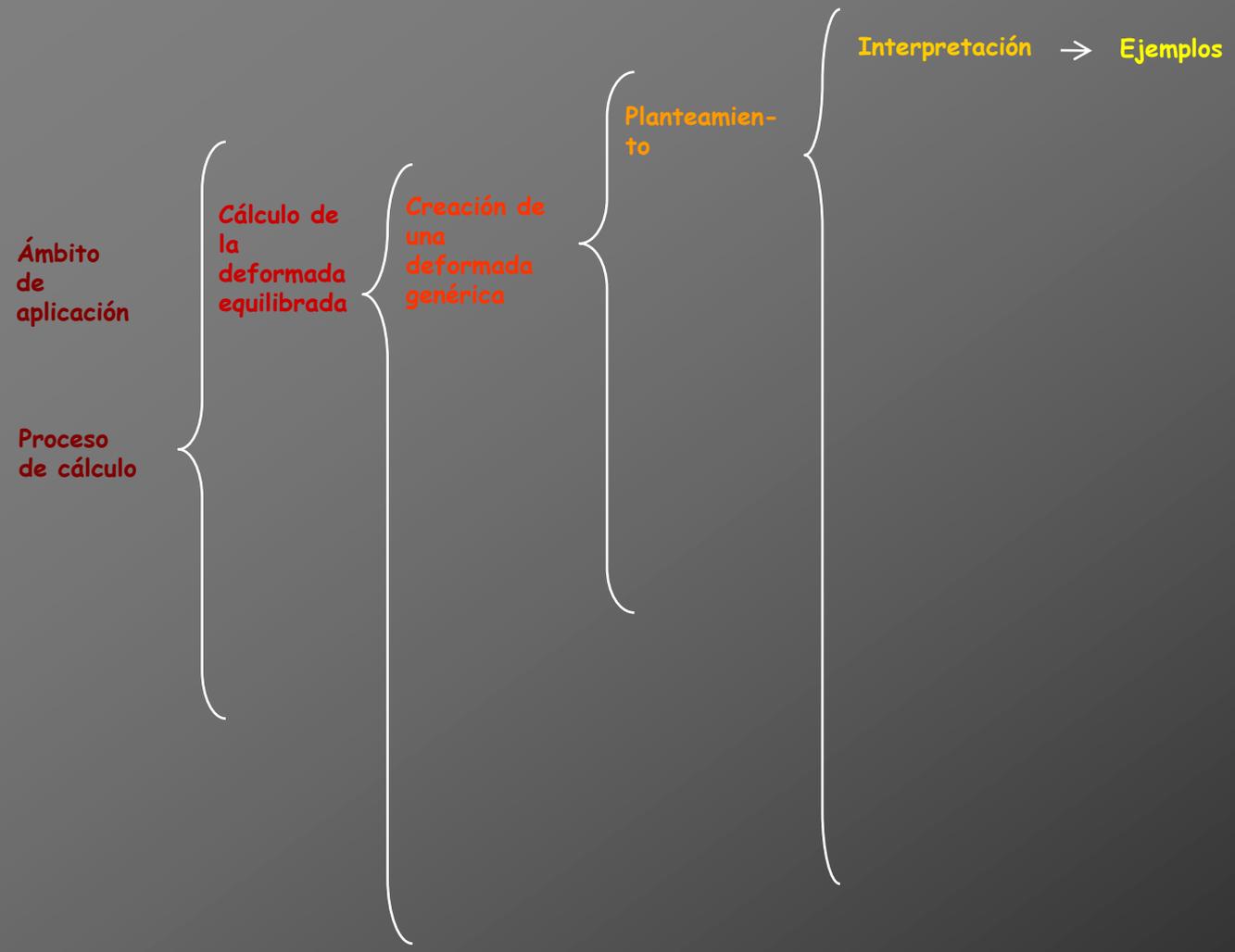


## Interpretación del modelo



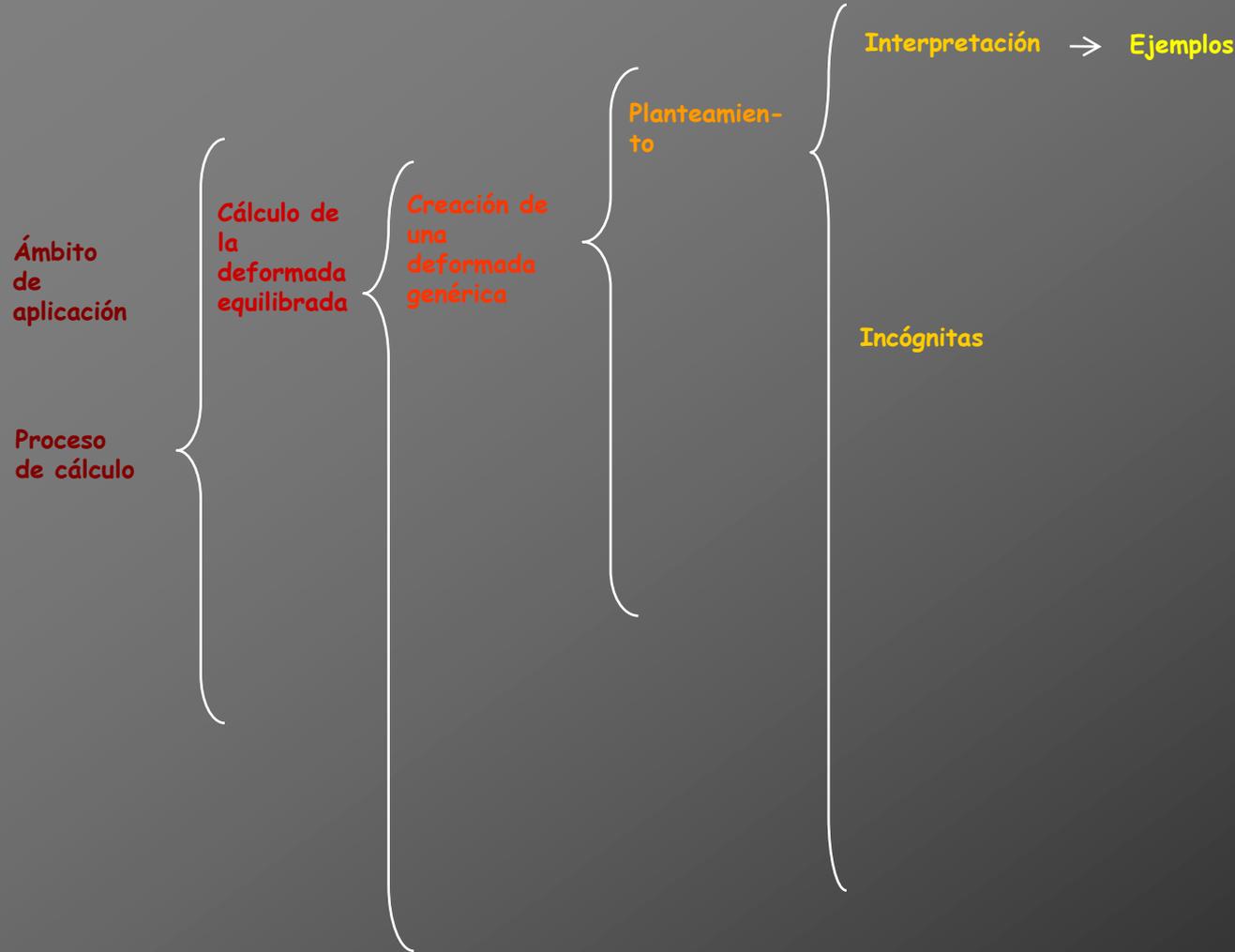


# Método de Cross



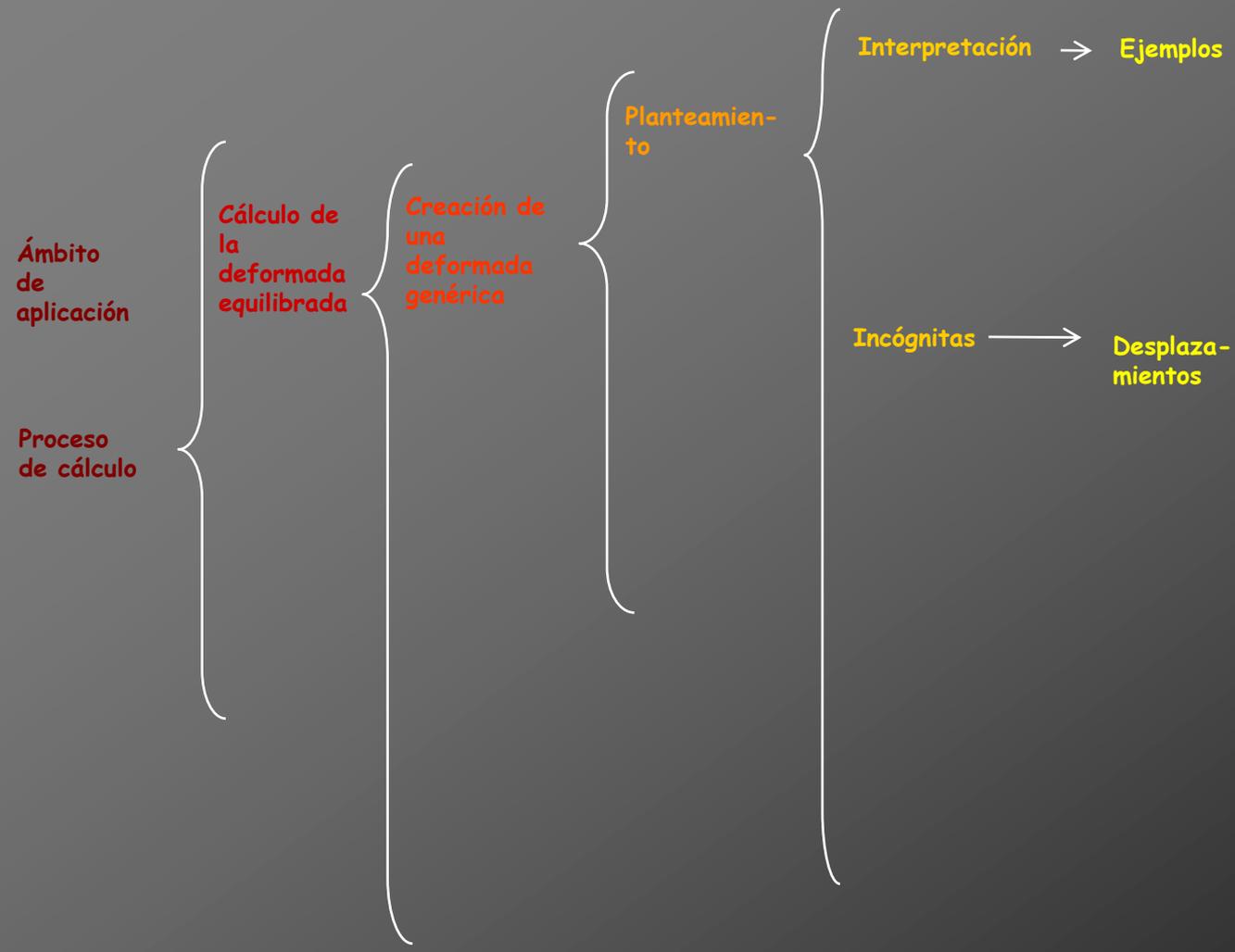


# Método de Cross



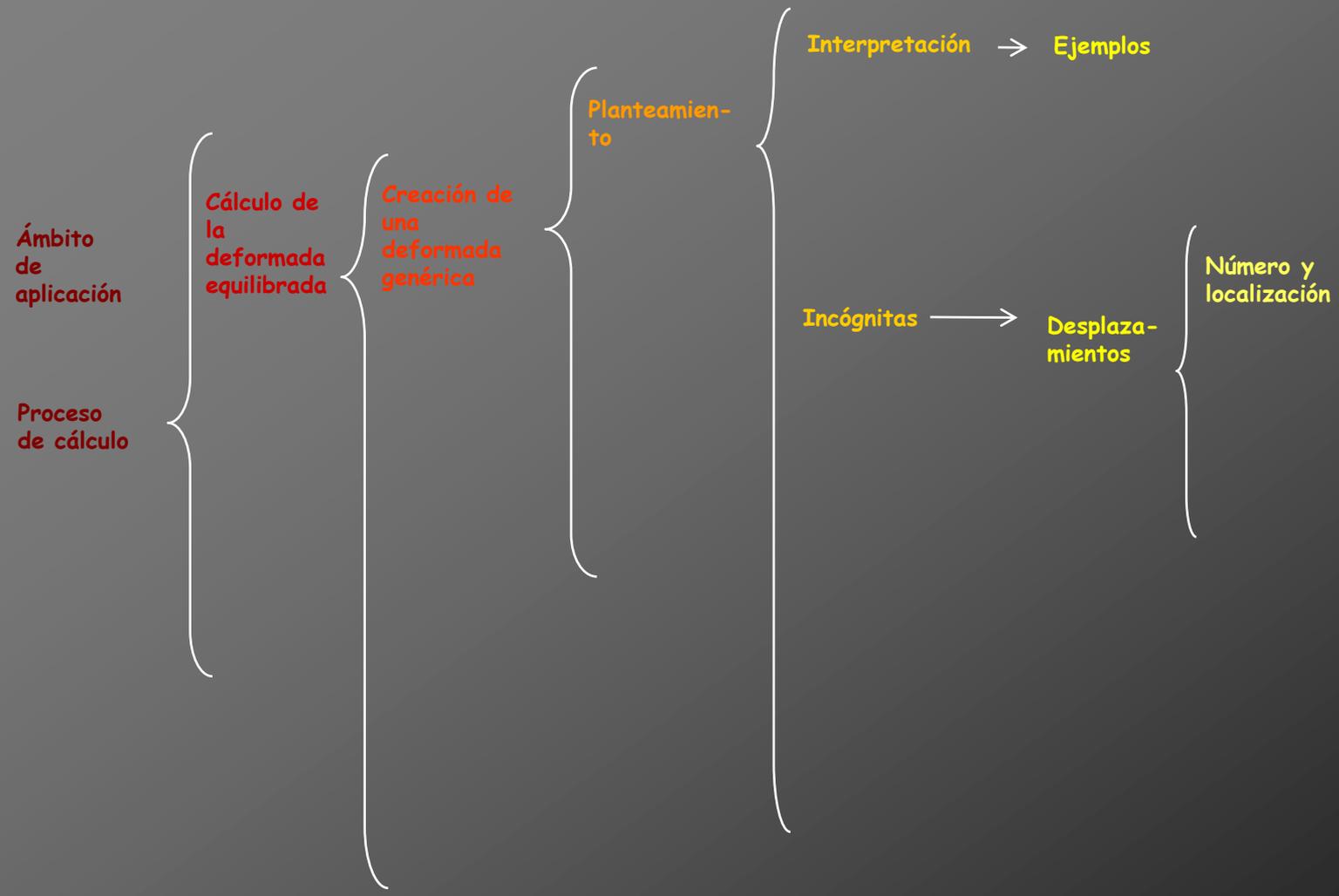


# Método de Cross





# Método de Cross





# Número y localización



## Número y localización

Los desplazamientos de los nudos podrán existir siempre que no se produzcan variaciones de tamaño de los tramos

Obtención del número de desplazamientos independientes



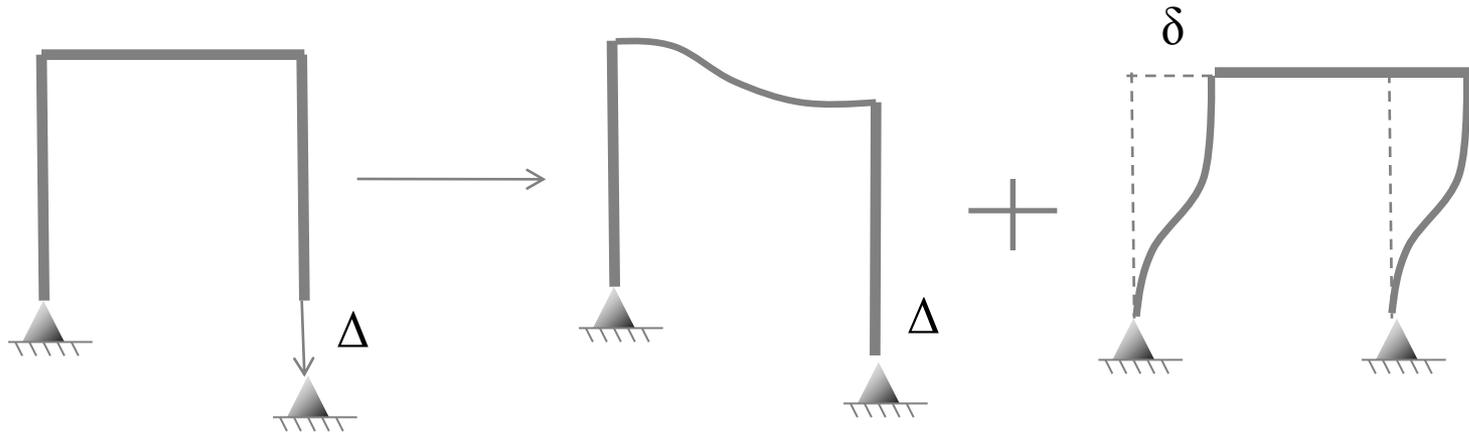
## Número y localización

Los desplazamientos de los nudos podrán existir siempre que no se produzcan variaciones de tamaño de los tramos

Obtención del número de desplazamientos independientes 

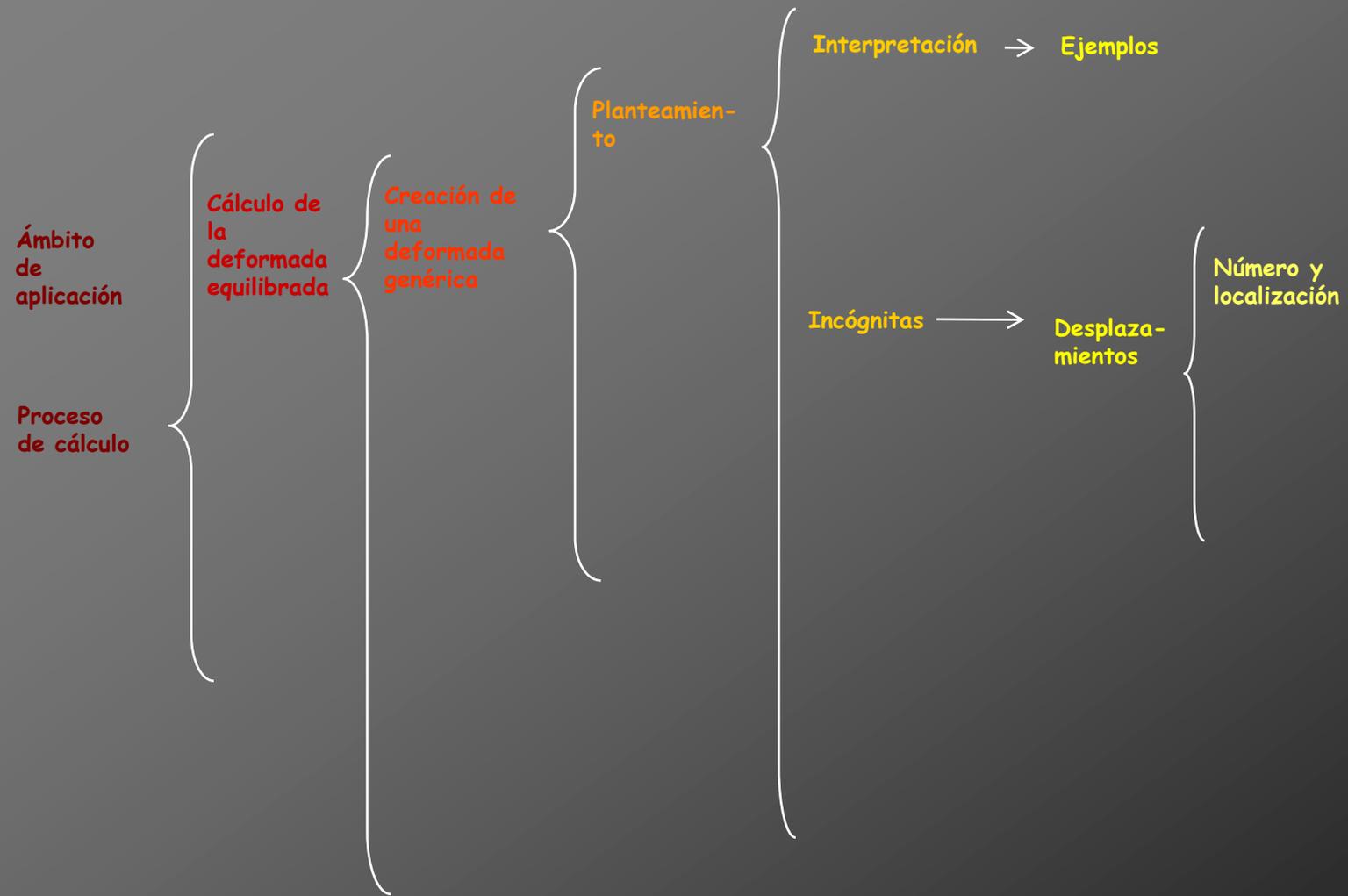
Si la figura tuviera asientos conocidos  $\Delta$ , los esfuerzos producidos exclusivamente por estos asientos actuarían en la estructura como acciones exteriores, y los desplazamientos independientes  $\delta$  a determinar son los de la figura sin asentar

### Ejemplo



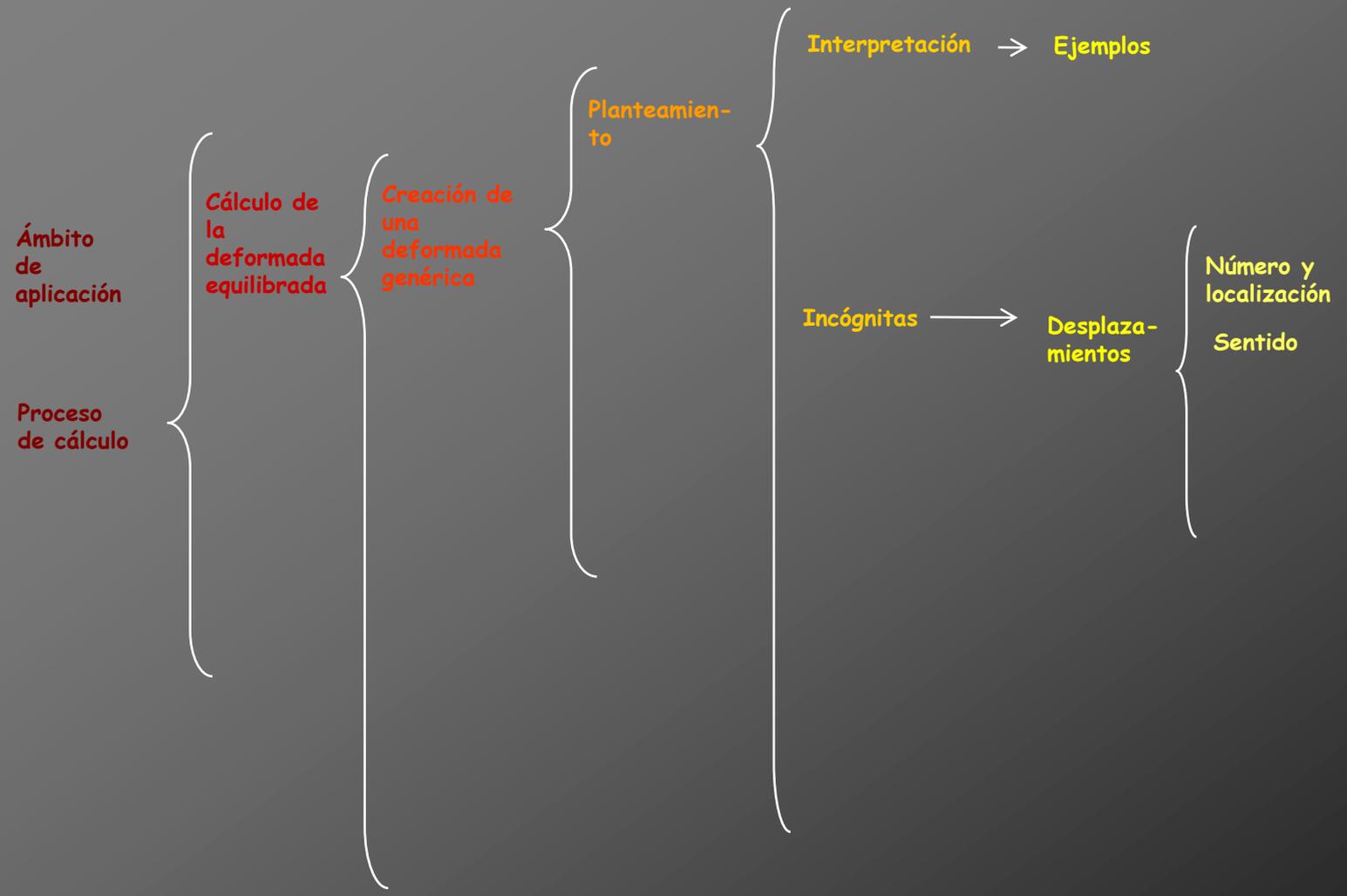


# Método de Cross





# Método de Cross





# Sentido



## Sentido

No existe un criterio de signos para los desplazamientos



## Sentido

No existe un criterio de signos para los desplazamientos

En estructuras no simétricas: se plantea para cada desplazamiento independiente una hipótesis de movimiento utilizando la técnica de los diagramas de Williot



## Sentido

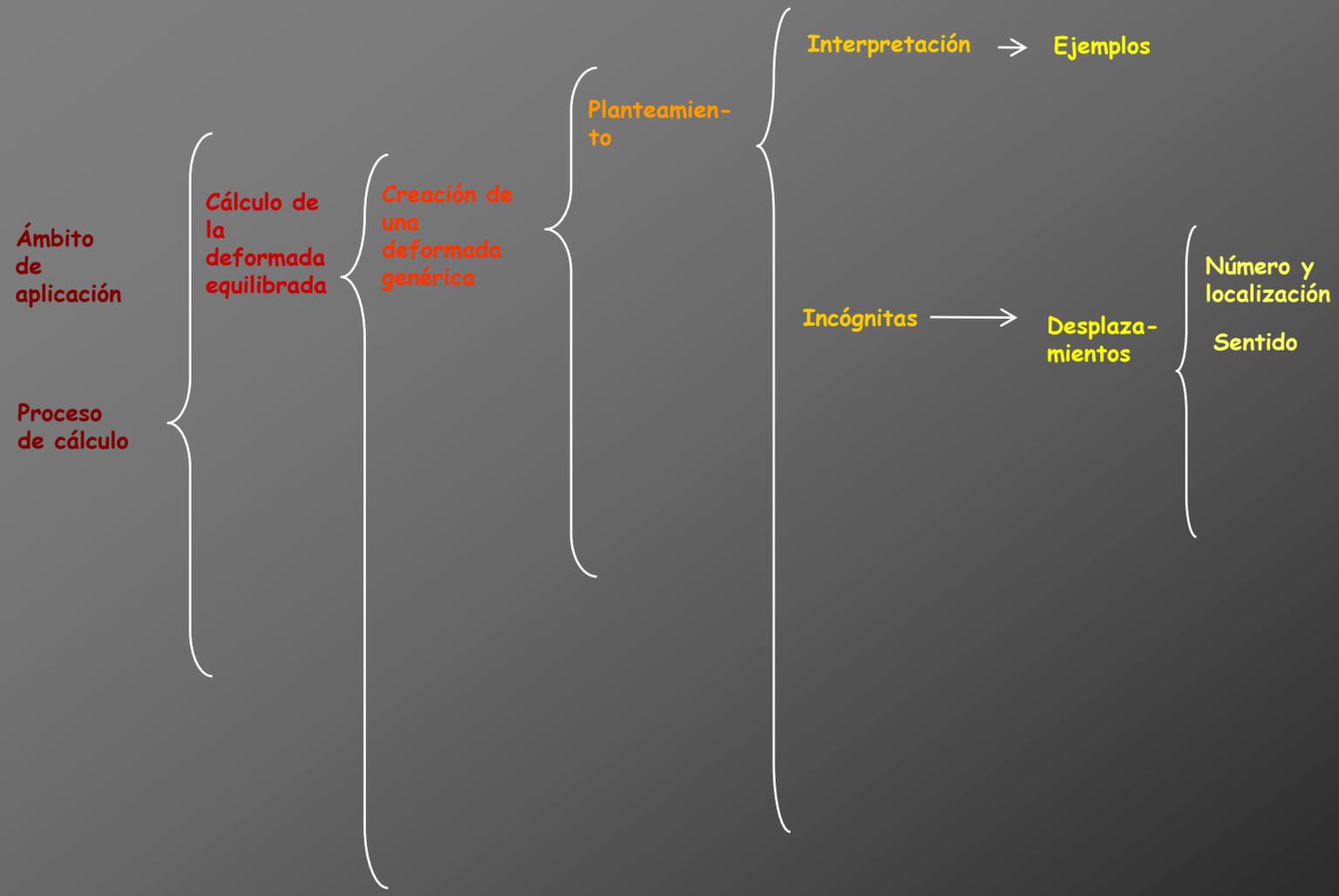
No existe un criterio de signos para los desplazamientos

En estructuras no simétricas: se plantea para cada desplazamiento independiente una hipótesis de movimiento utilizando la técnica de los diagramas de Williot

En estructuras simétricas se debe tener en cuenta que el desplazamiento total sea simétrico respecto del eje de simetría. Esto permite simplificar el número de incógnitas desplazamiento

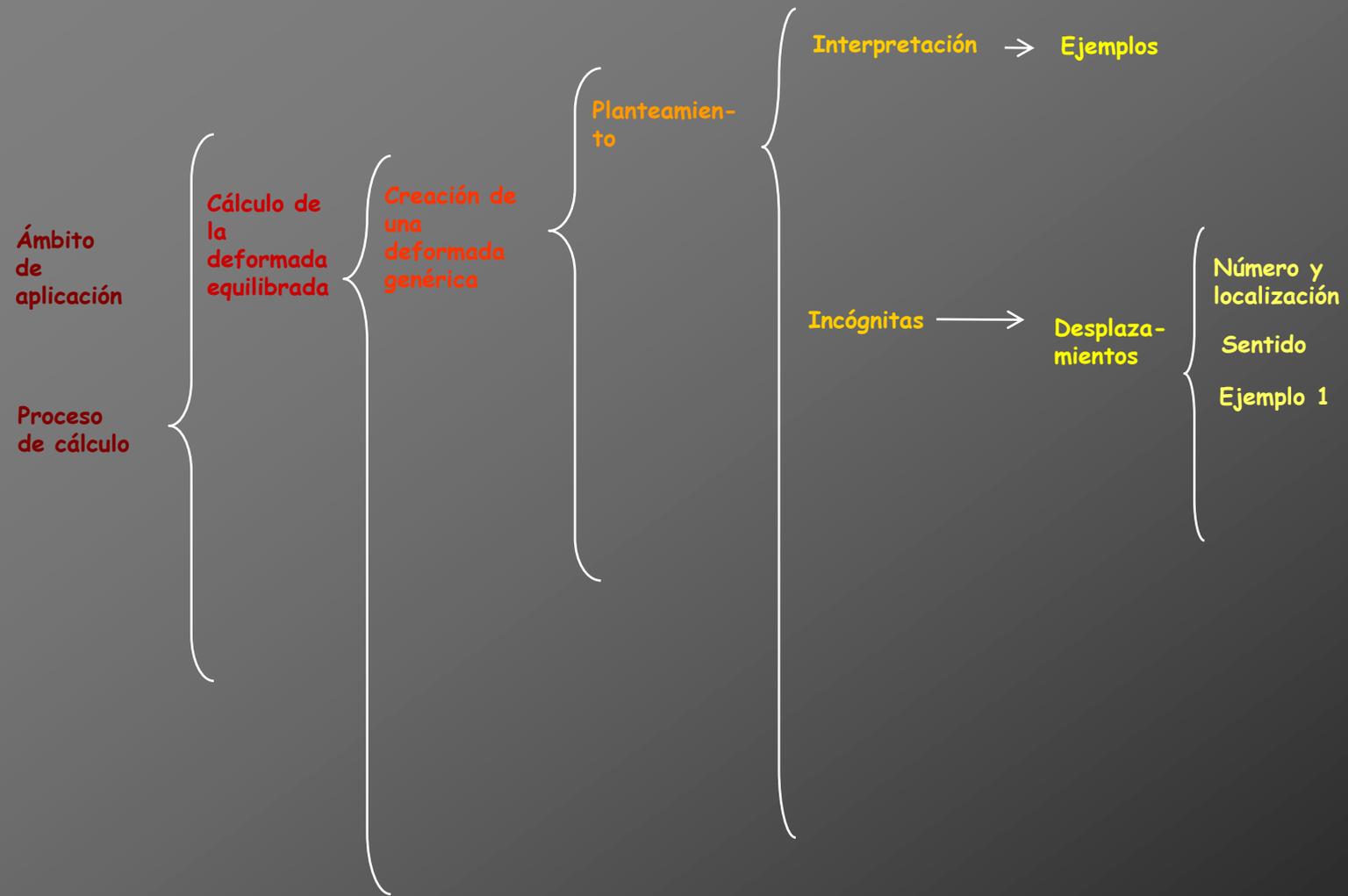


# Método de Cross





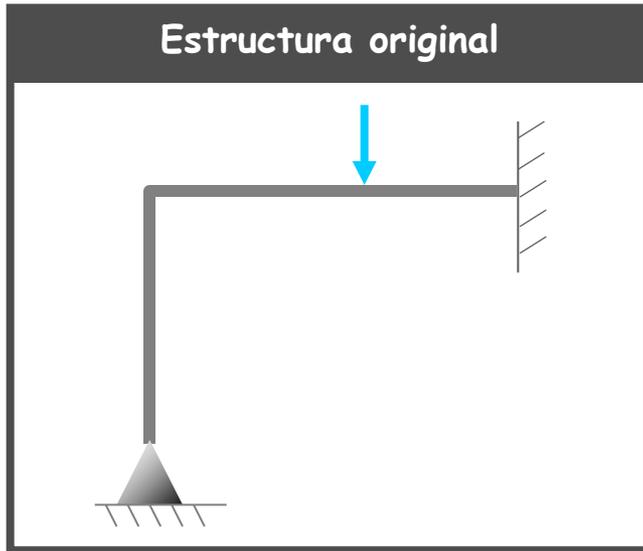
# Método de Cross



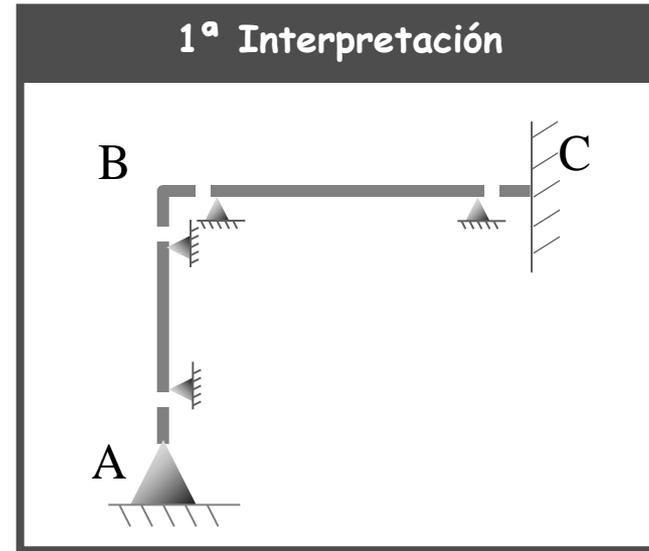
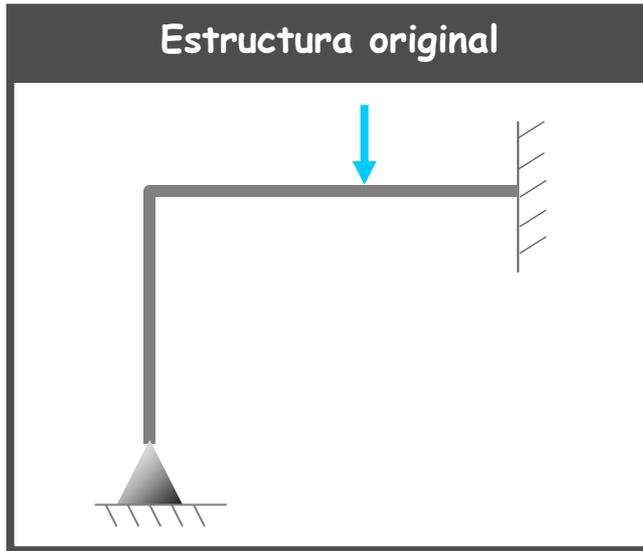


# Ejemplo 1

# Ejemplo 1

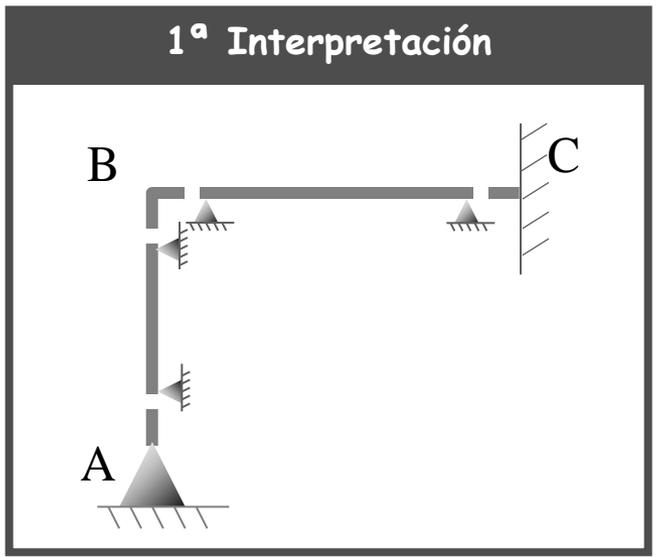
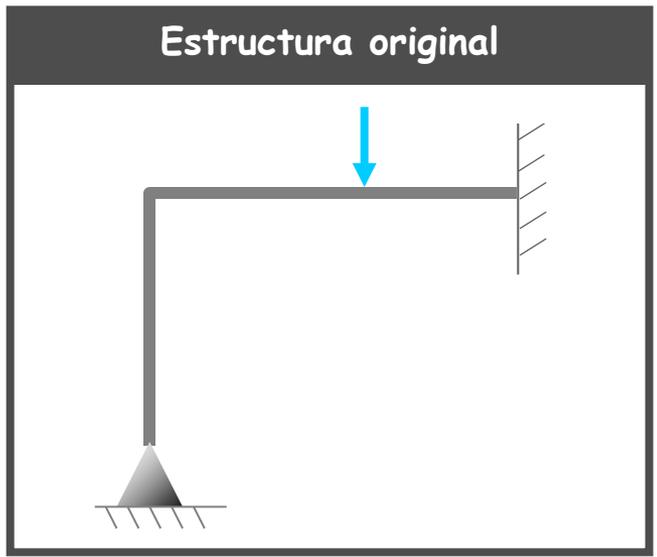


# Ejemplo 1



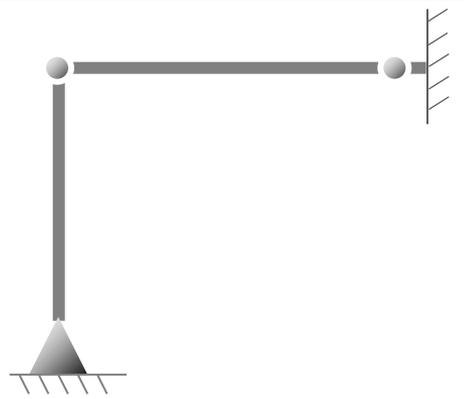


# Ejemplo 1



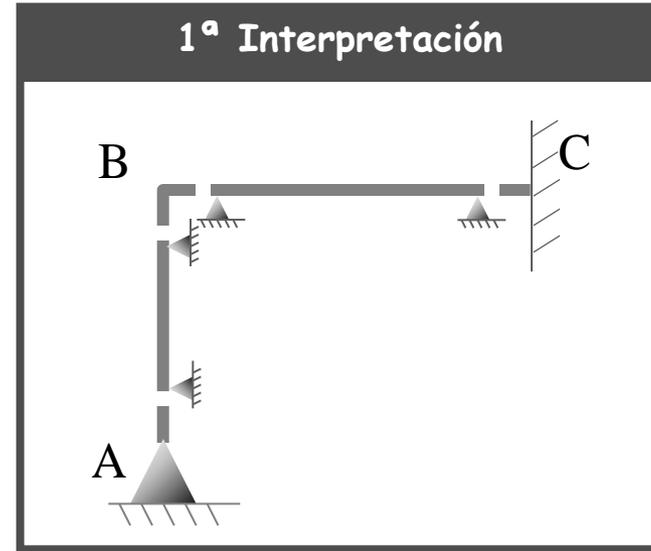
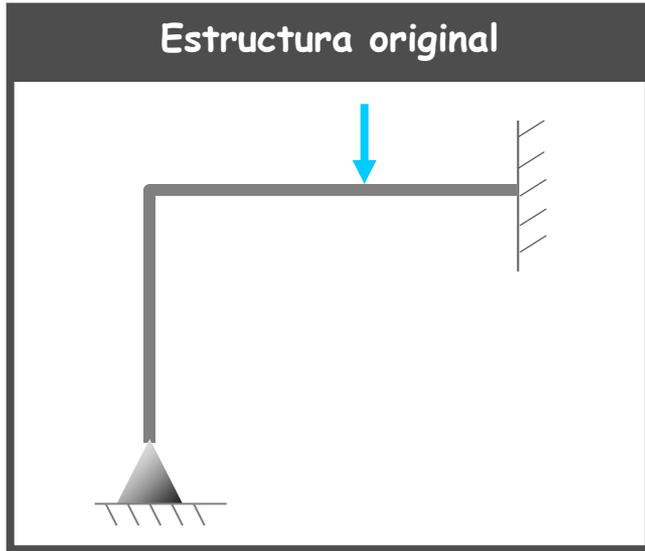
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



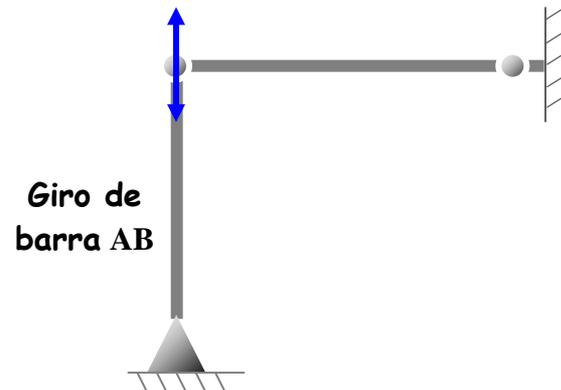


# Ejemplo 1



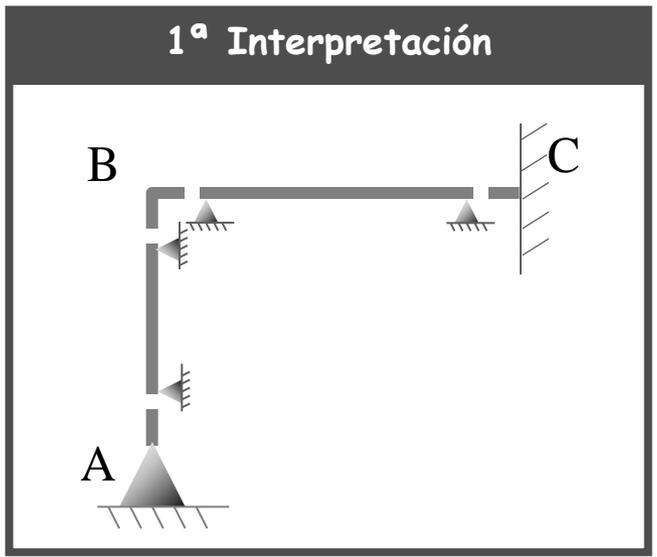
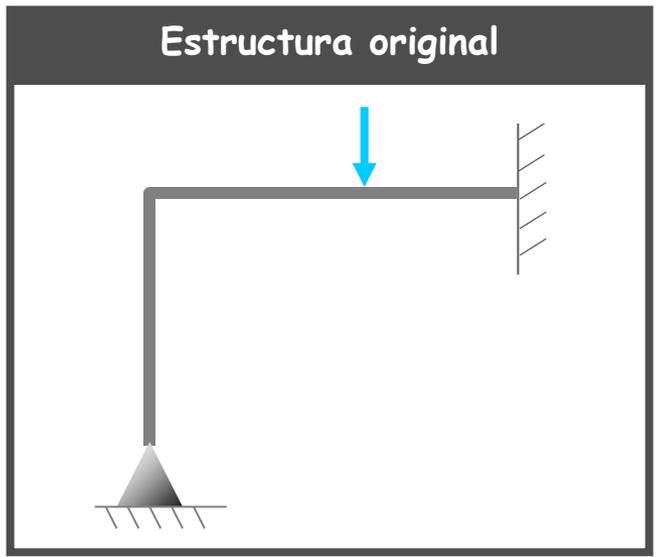
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



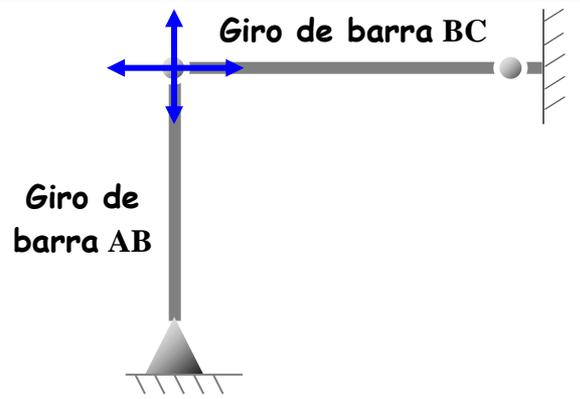


# Ejemplo 1



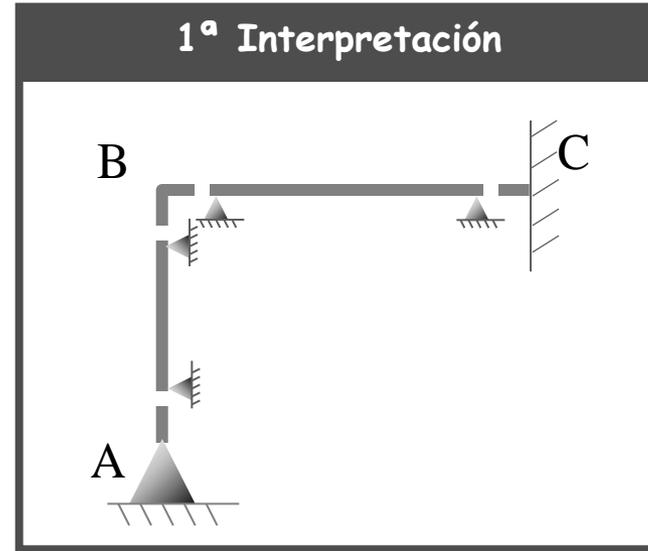
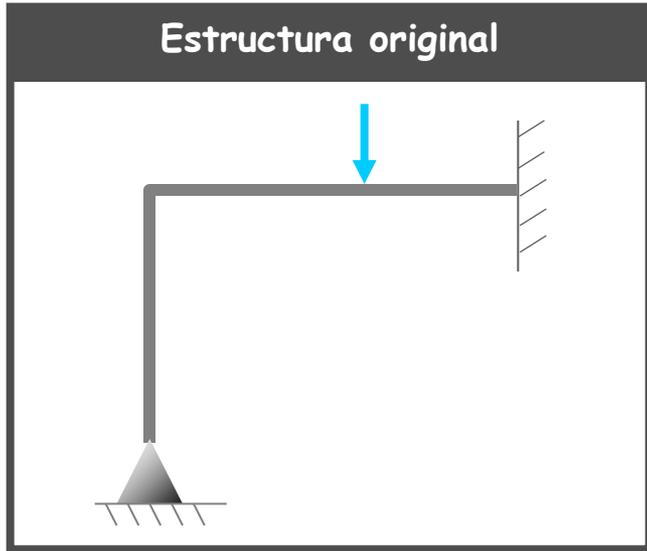
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



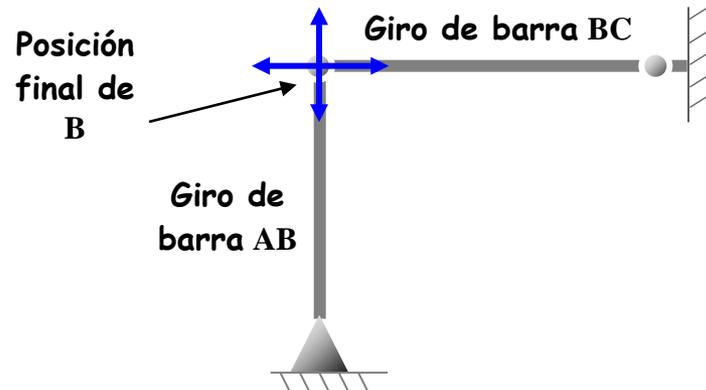


# Ejemplo 1



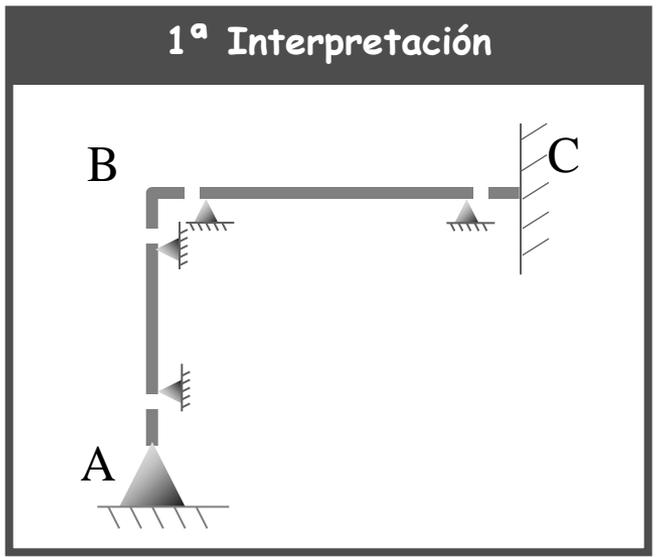
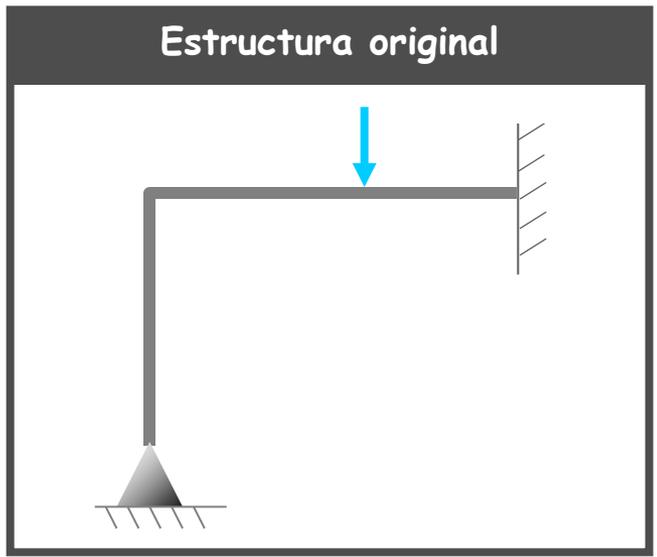
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



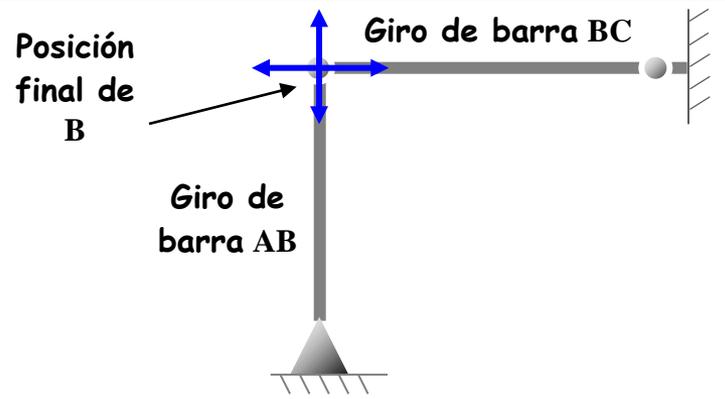


# Ejemplo 1



**Estructura derivada**

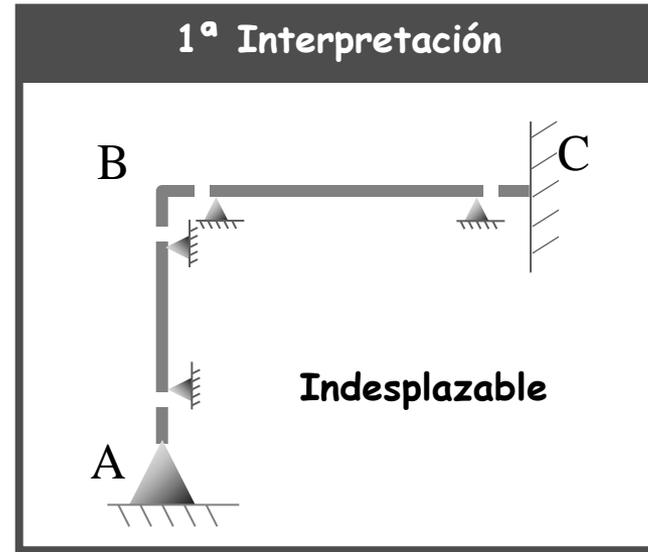
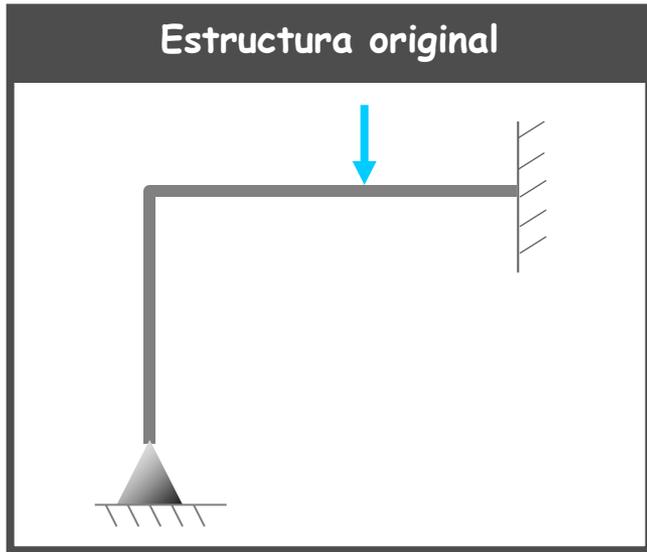
**Todos los nudos articulados**



**Estructura estable**

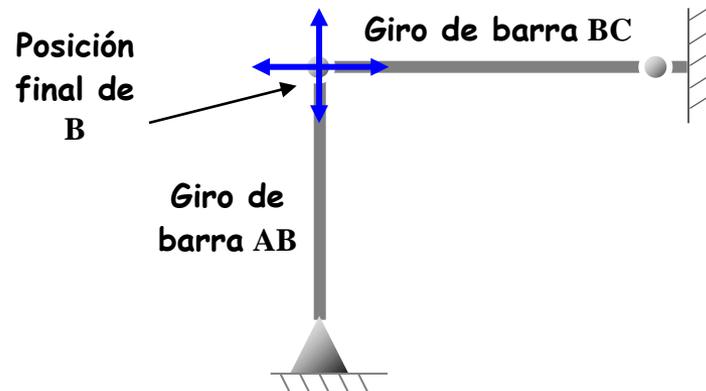


# Ejemplo 1



**Estructura derivada**

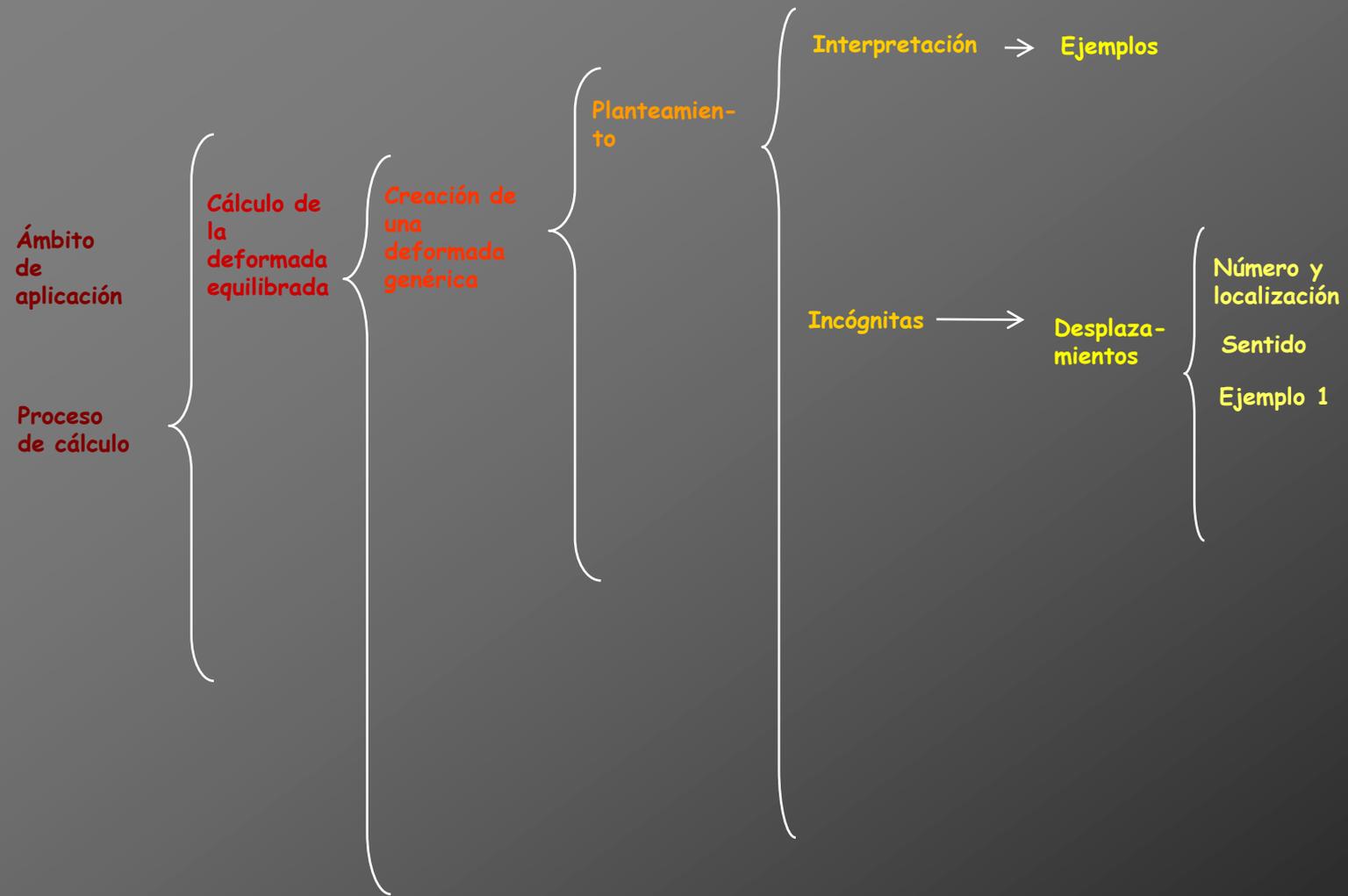
**Todos los nudos articulados**



**Estructura estable**

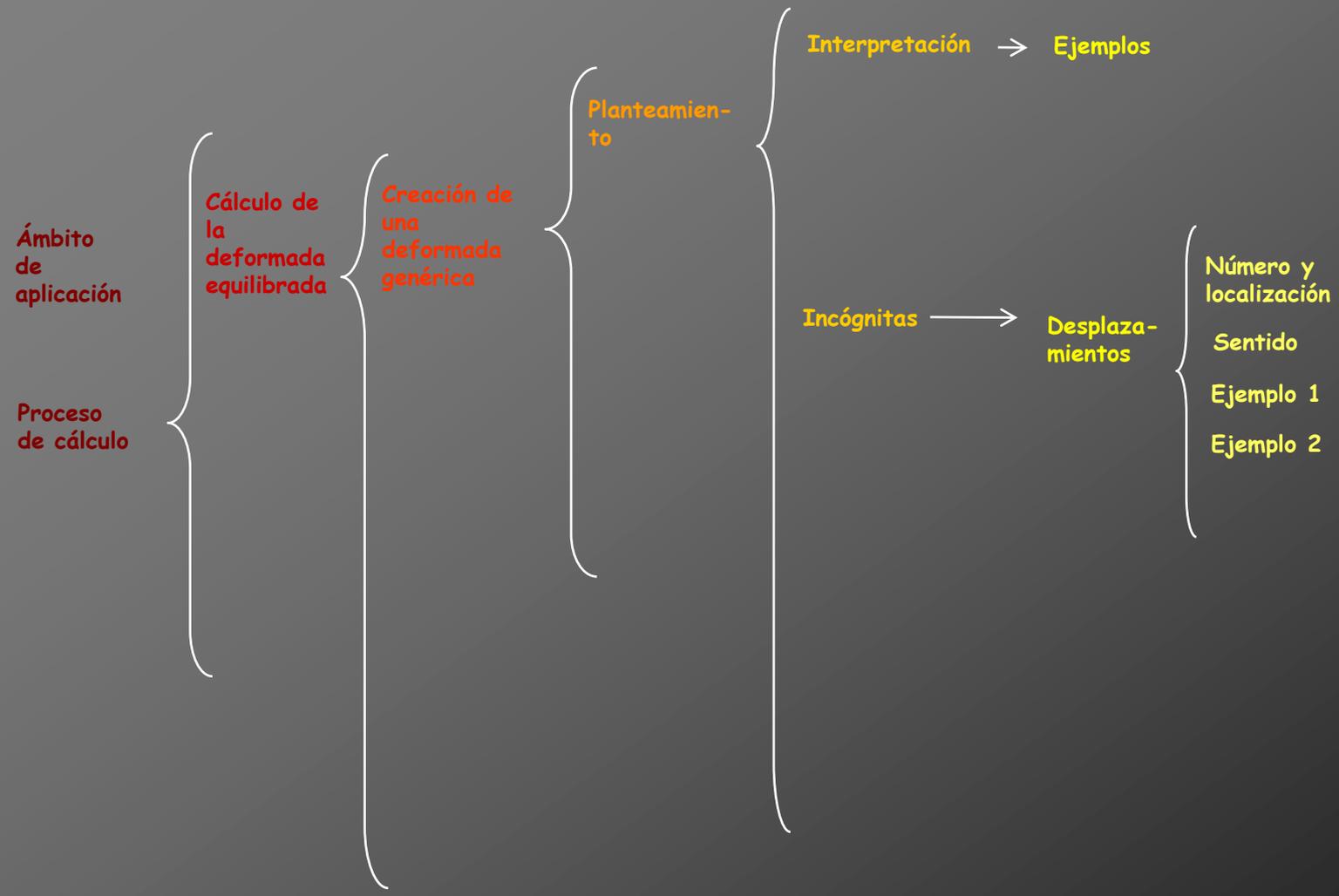


# Método de Cross





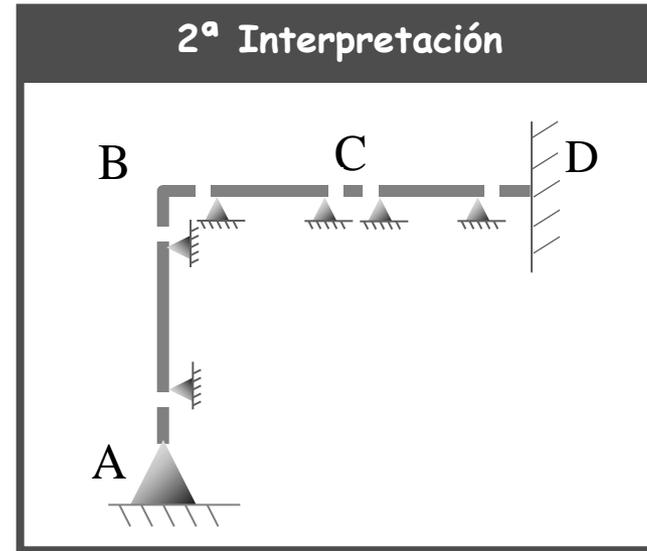
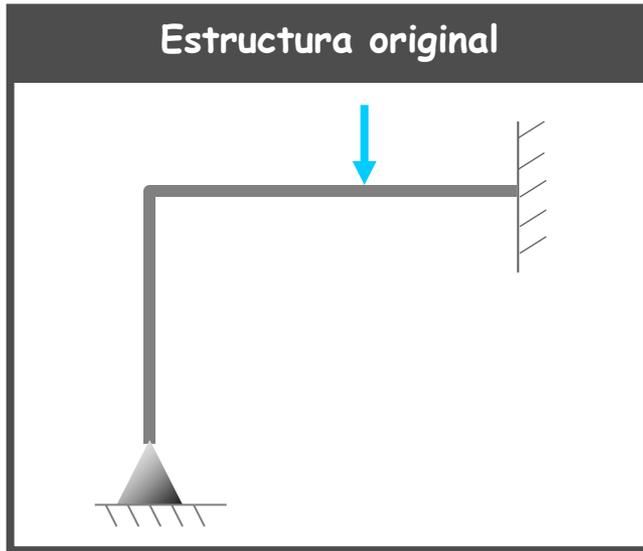
# Método de Cross



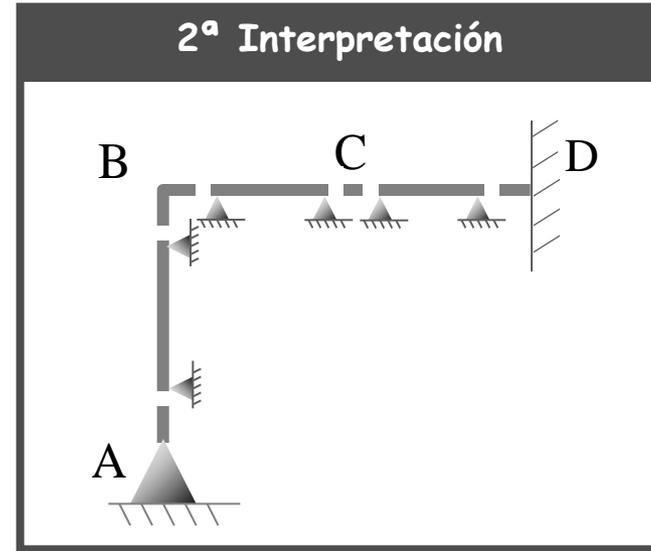
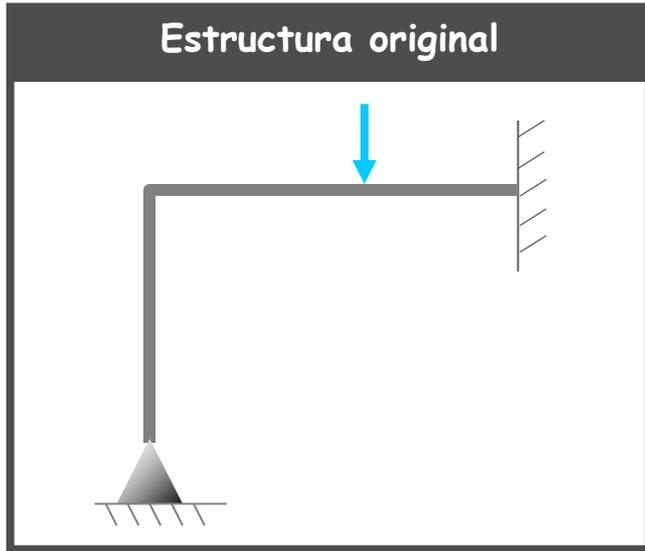


## Ejemplo 2

## Ejemplo 2

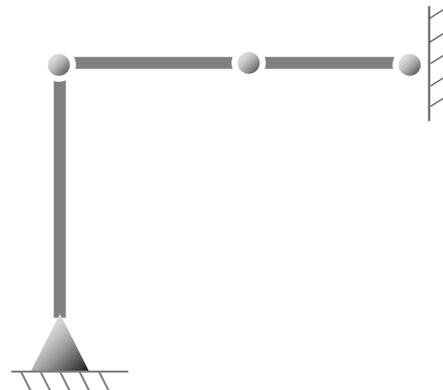


# Ejemplo 2



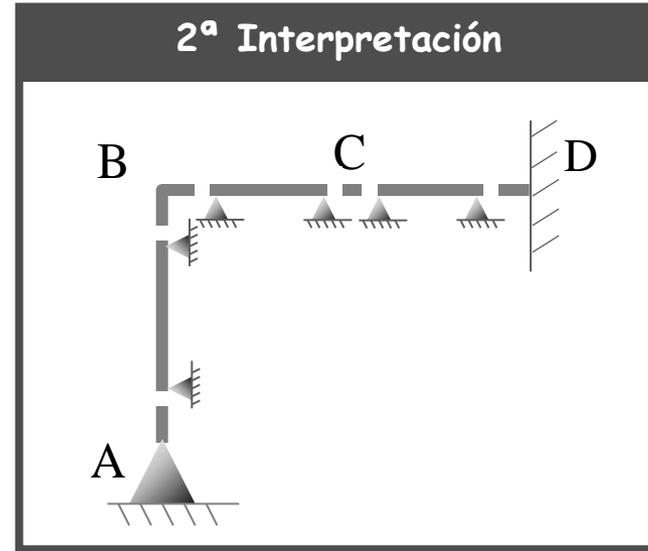
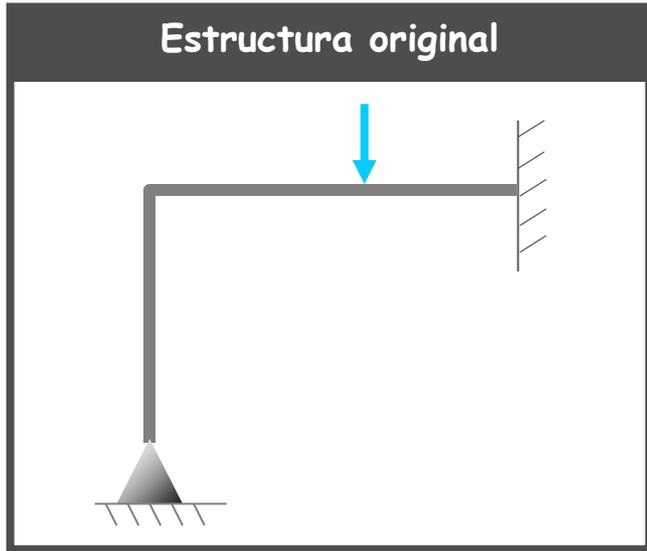
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



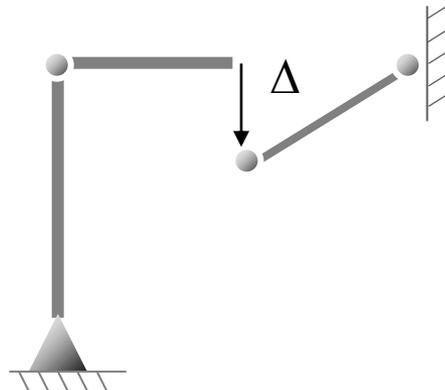


# Ejemplo 2

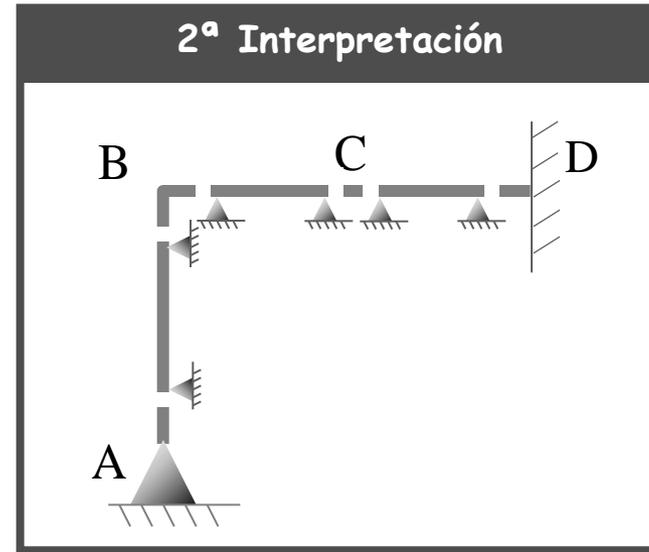
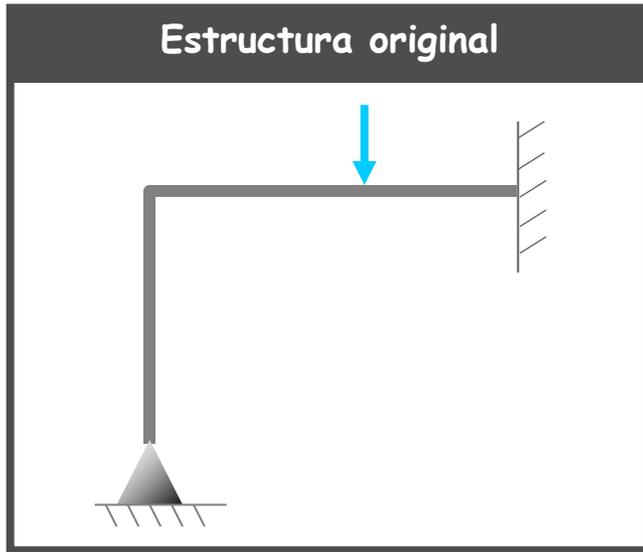


**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**

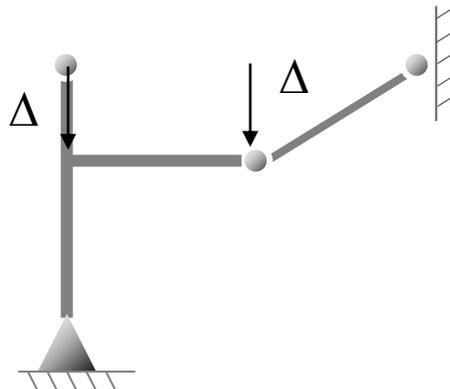


## Ejemplo 2



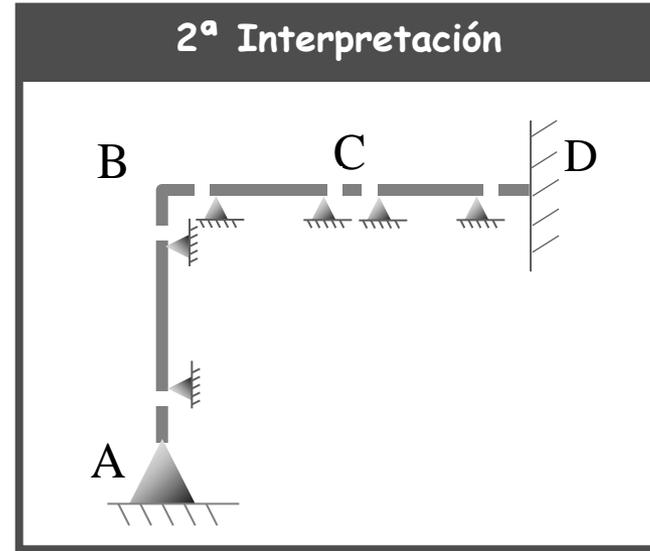
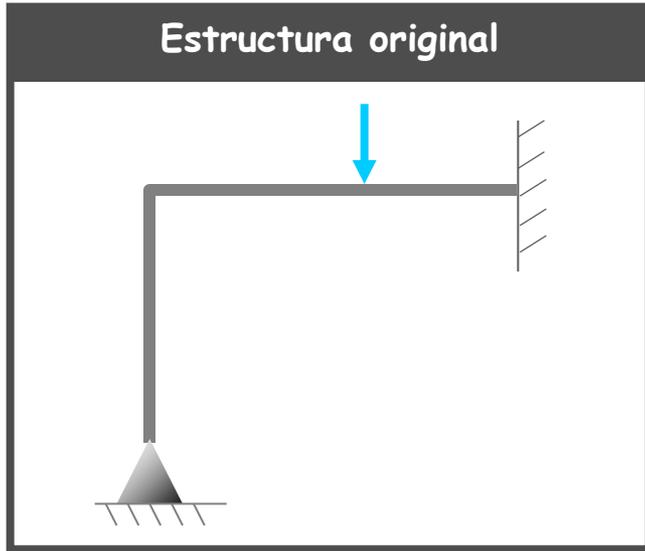
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



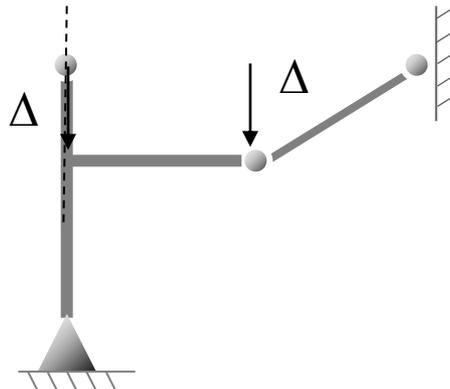


# Ejemplo 2

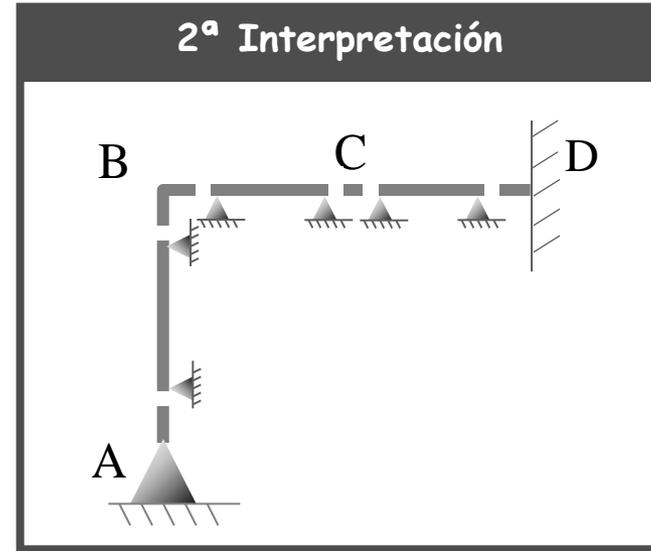
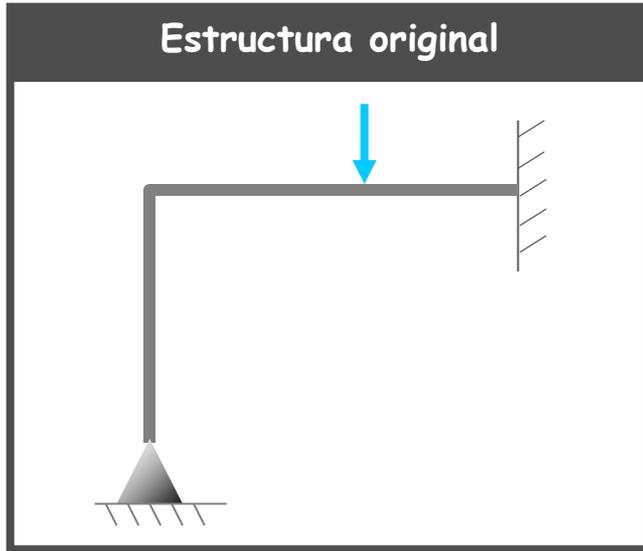


**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**

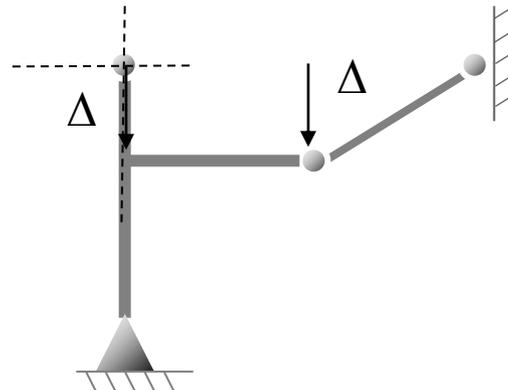


# Ejemplo 2



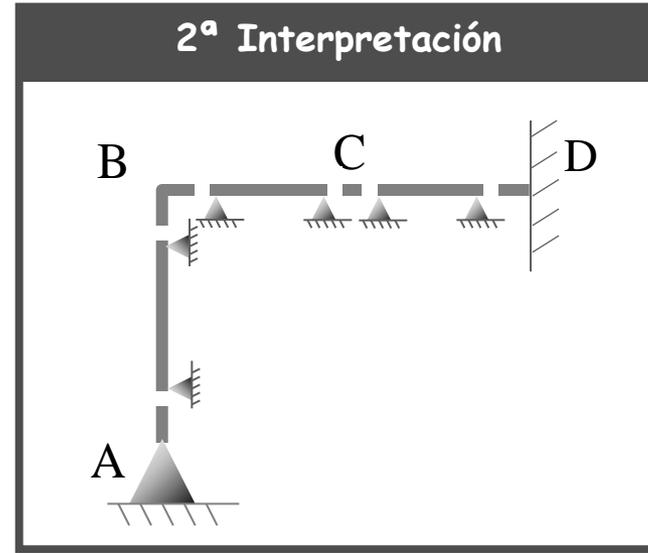
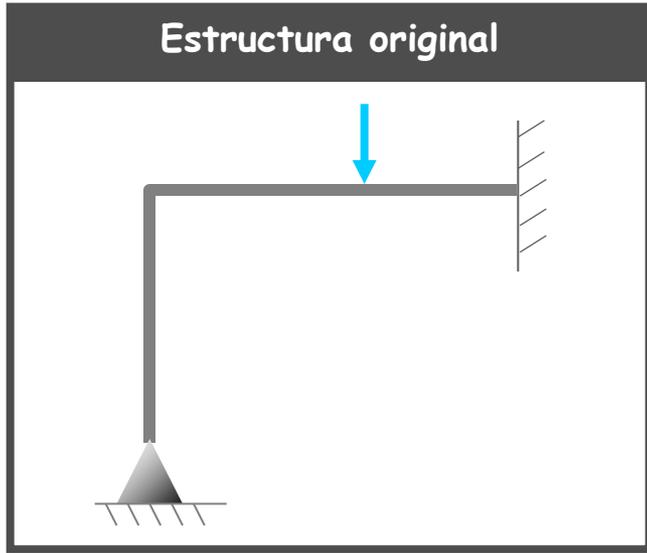
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



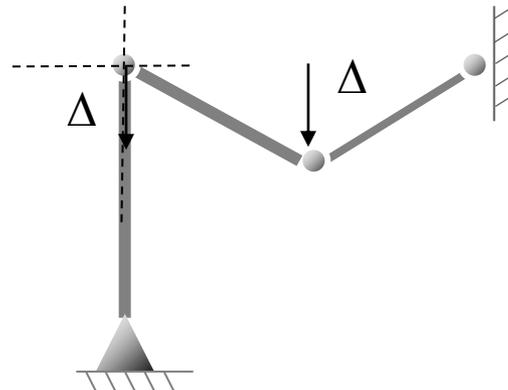


# Ejemplo 2



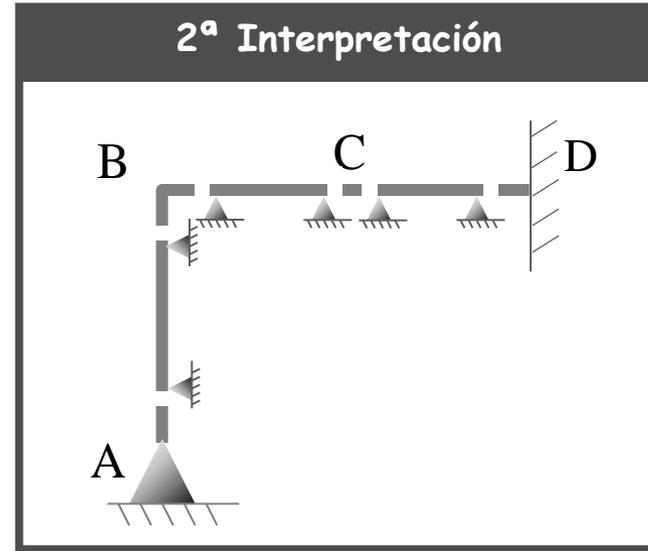
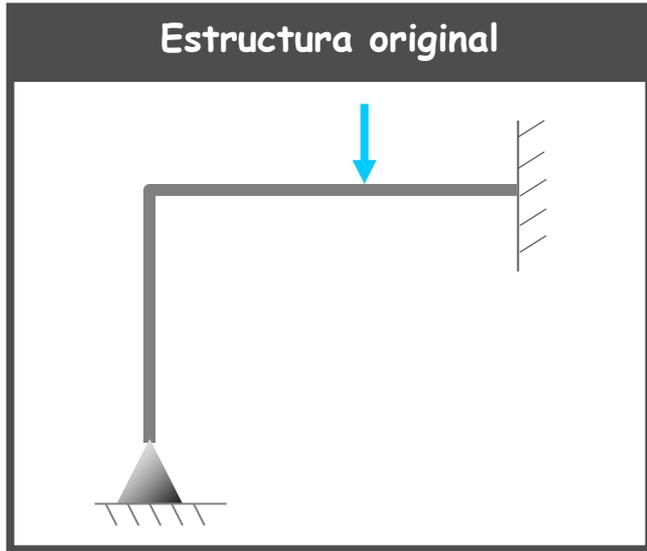
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



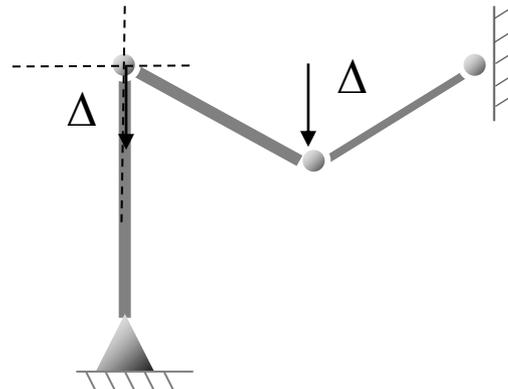


# Ejemplo 2



**Estructura derivada**

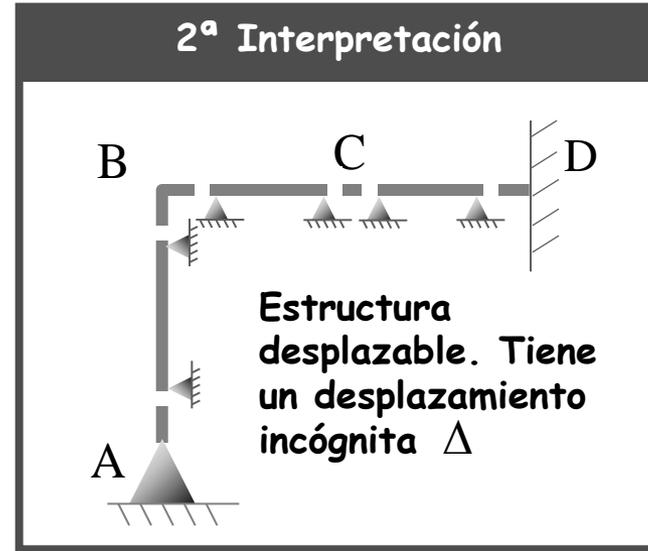
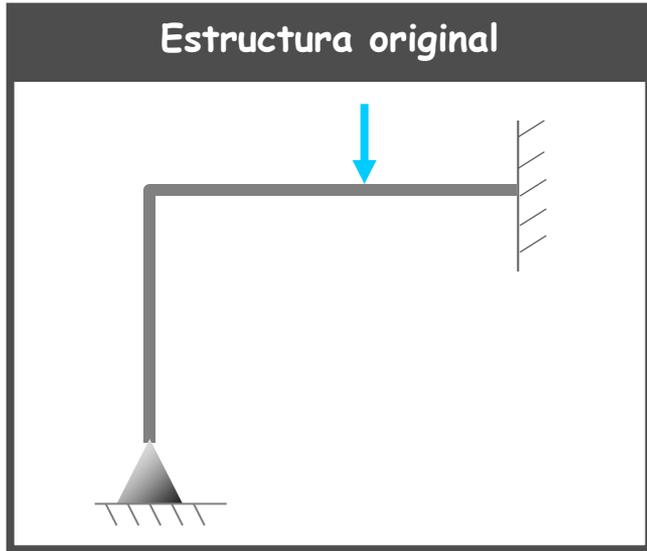
**Todos los nudos articulados**



**Estructura inestable**

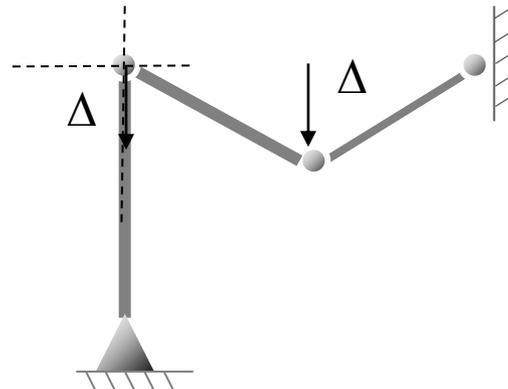


# Ejemplo 2



Estructura derivada

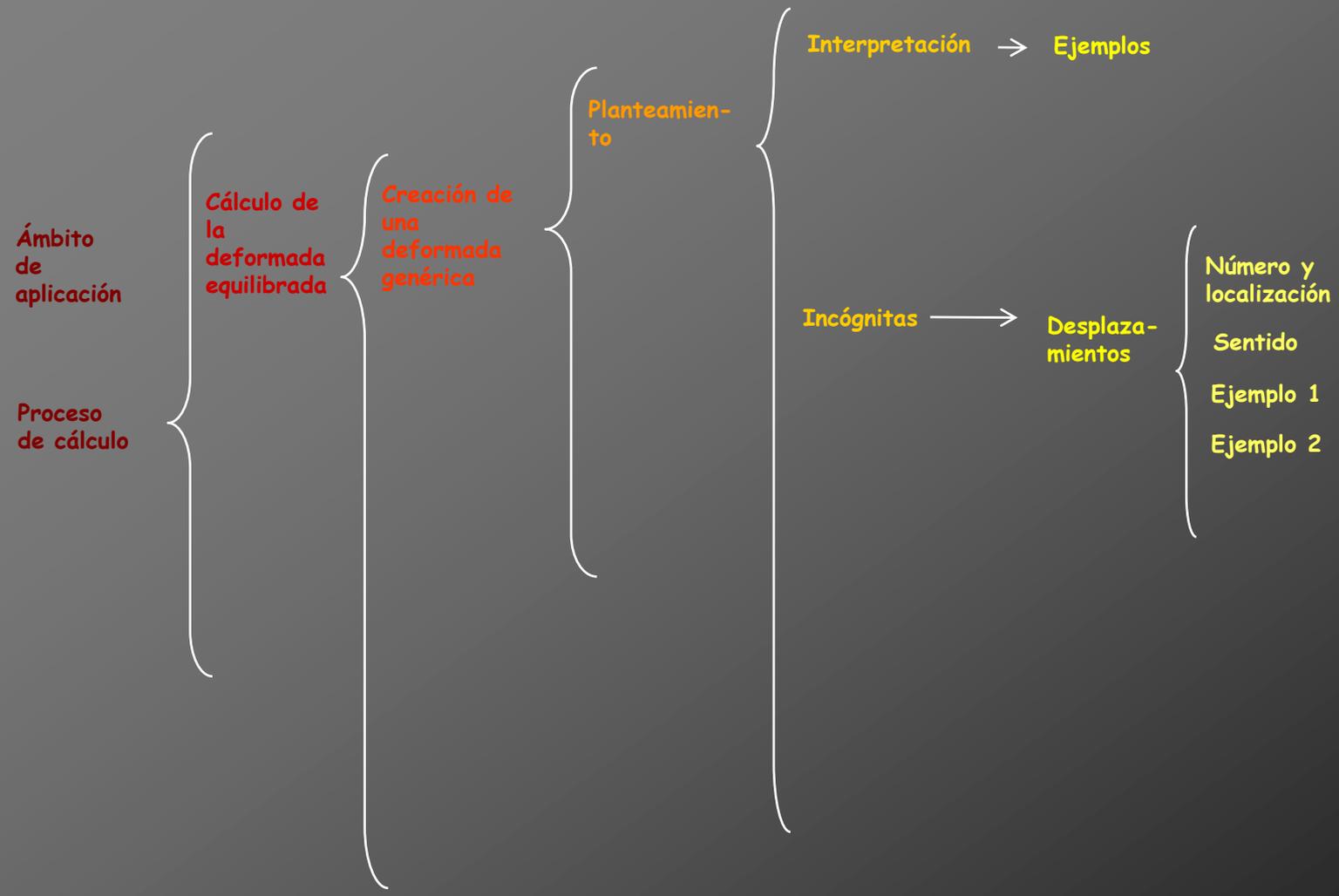
Todos los nudos articulados



Estructura inestable

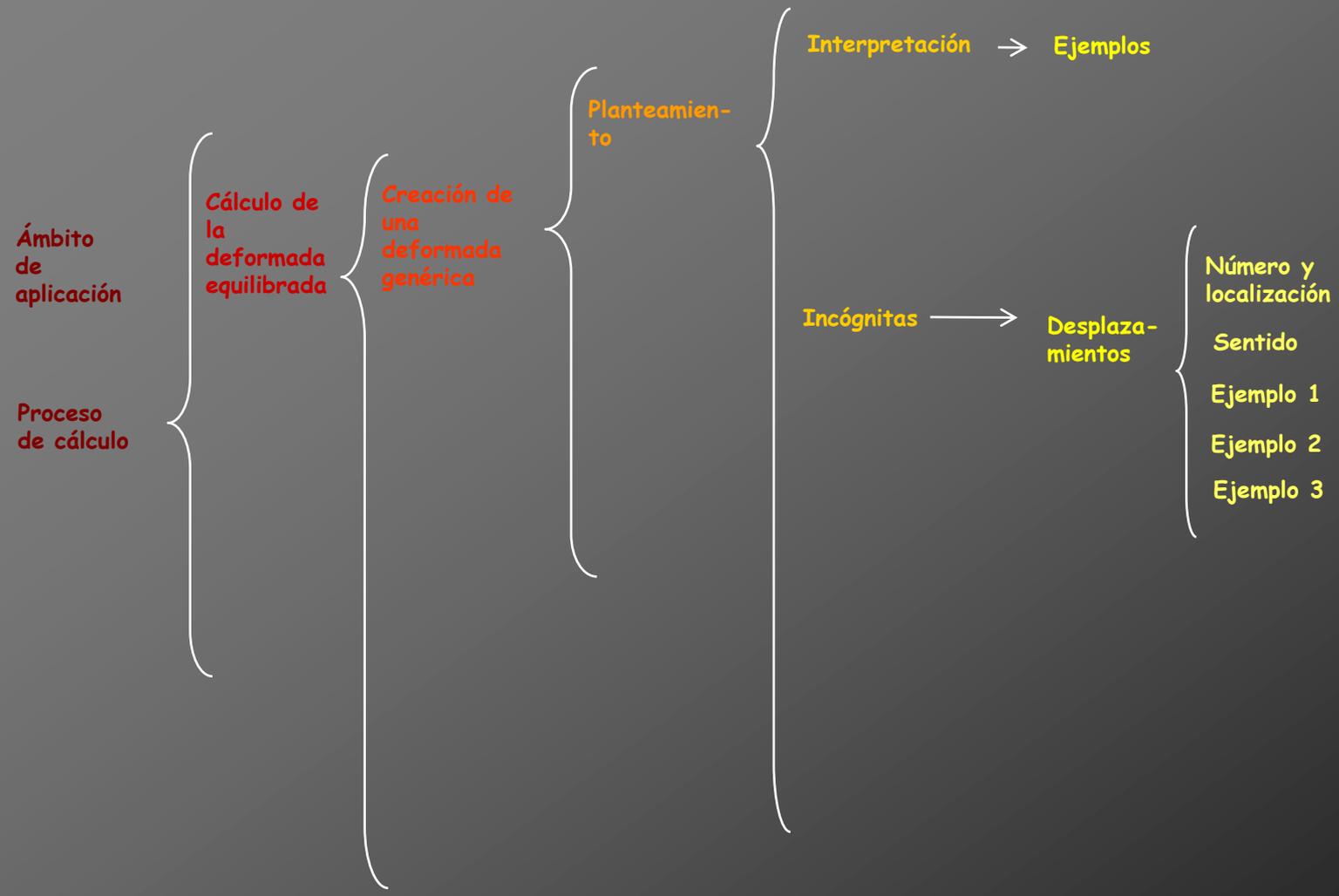


# Método de Cross



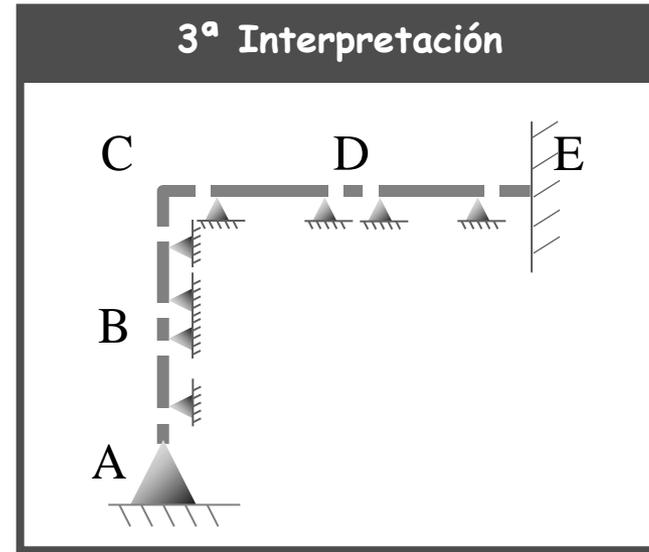
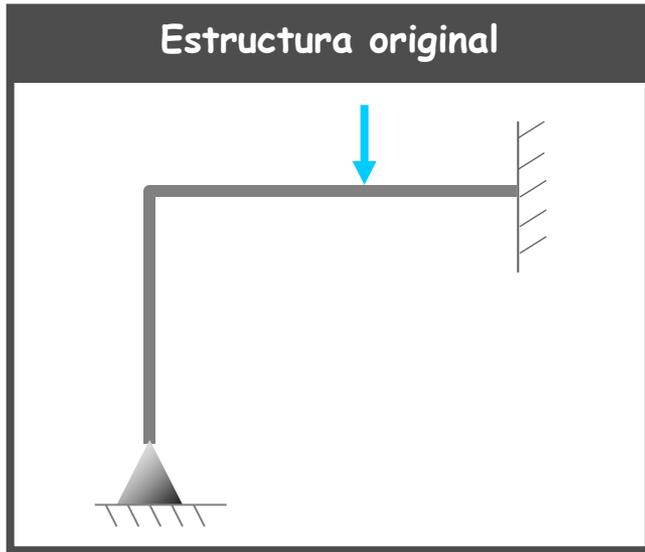


# Método de Cross



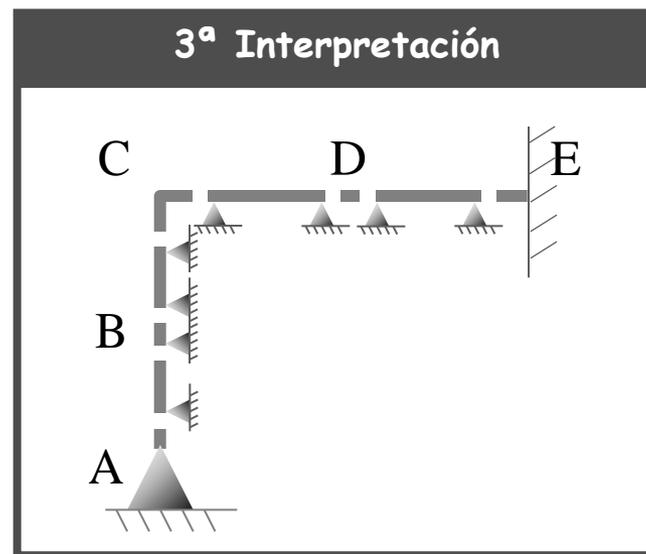
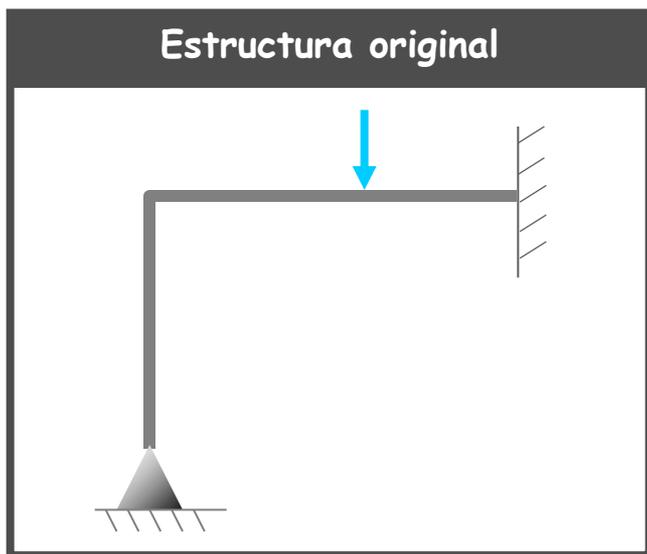


# Ejemplo 3



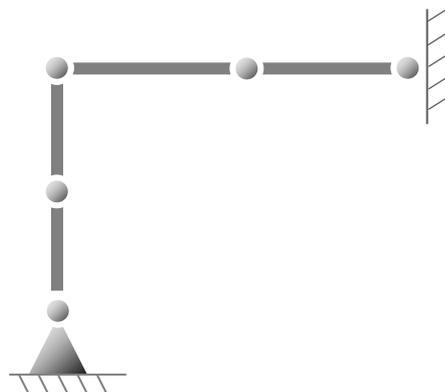


# Ejemplo 3



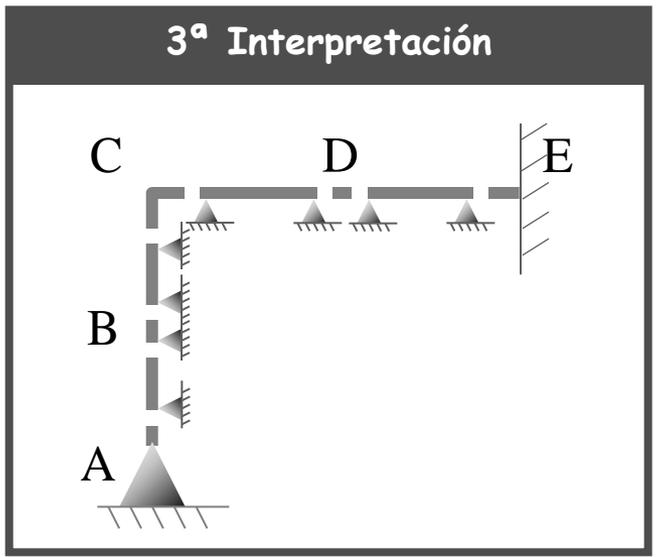
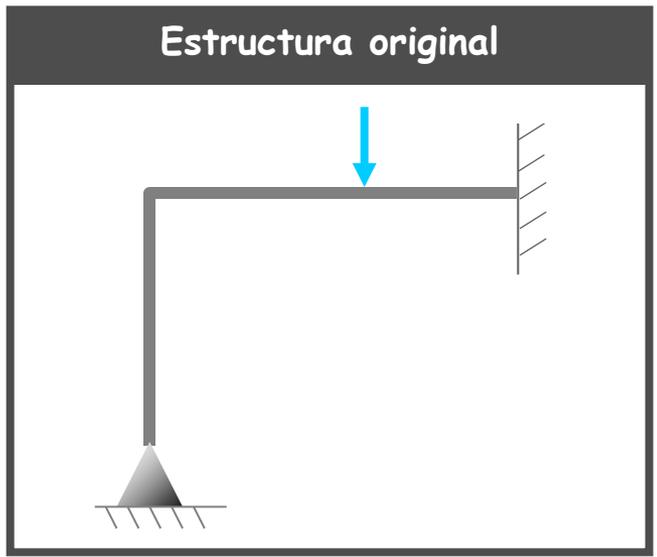
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



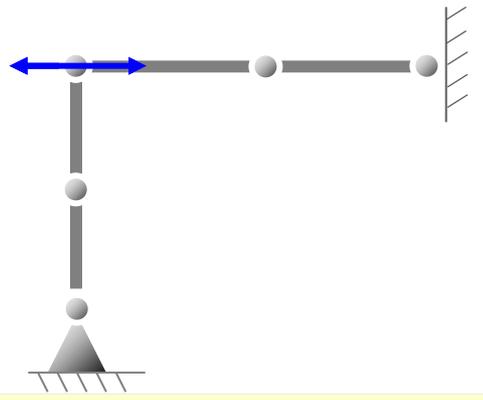


# Ejemplo 3



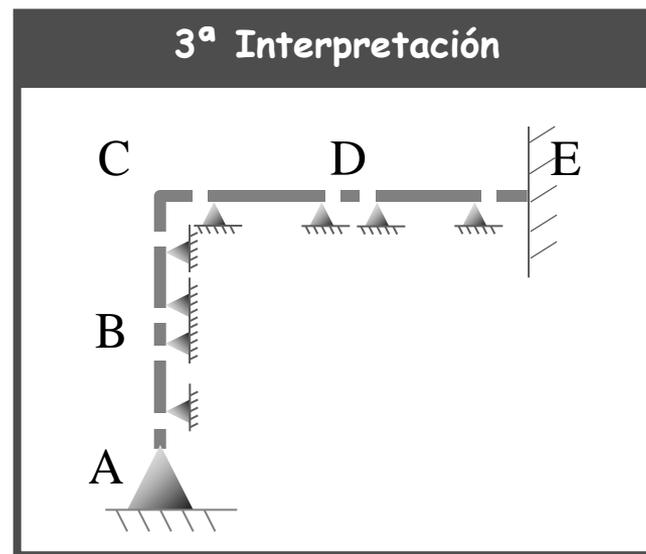
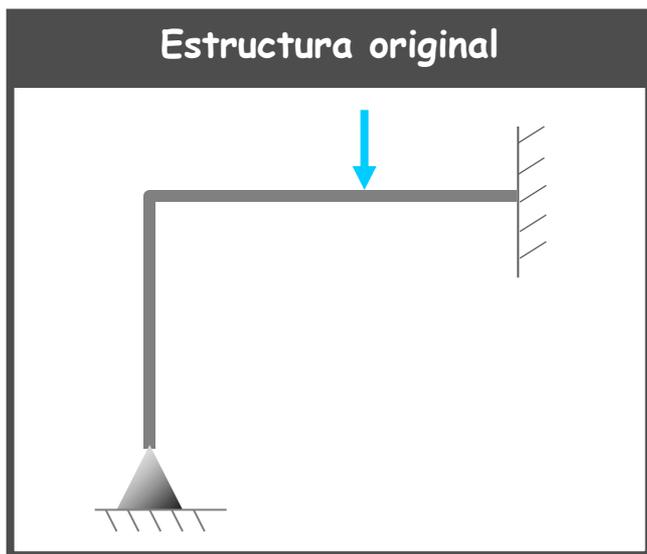
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



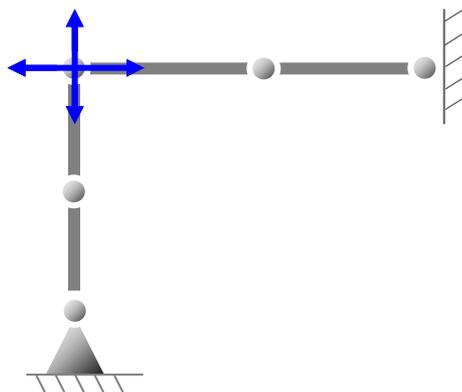


# Ejemplo 3



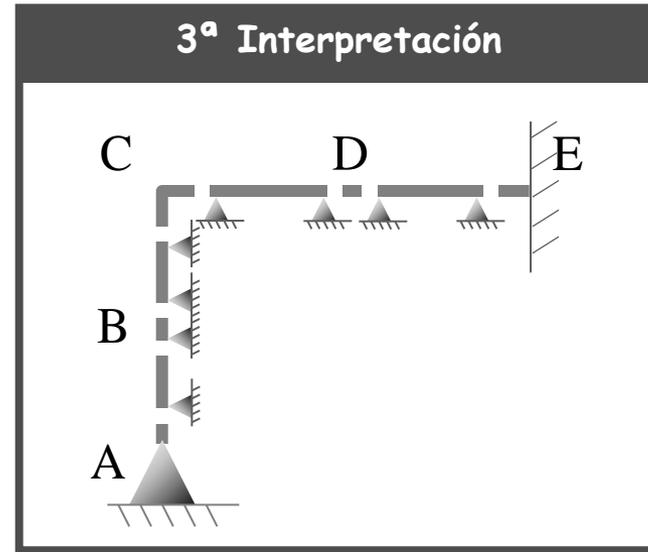
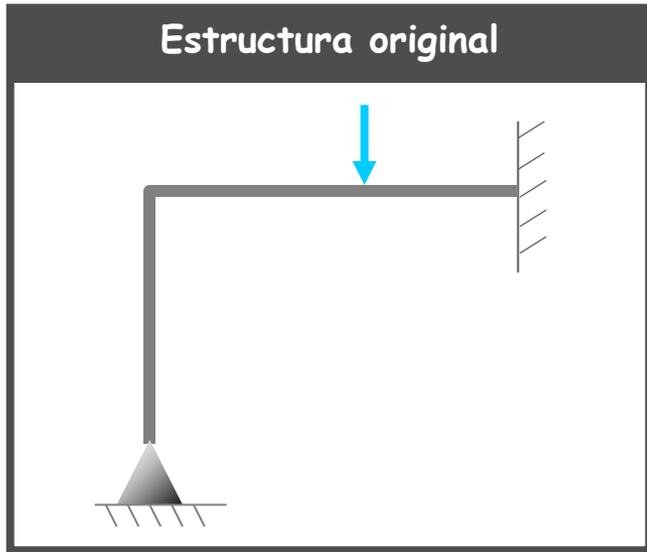
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



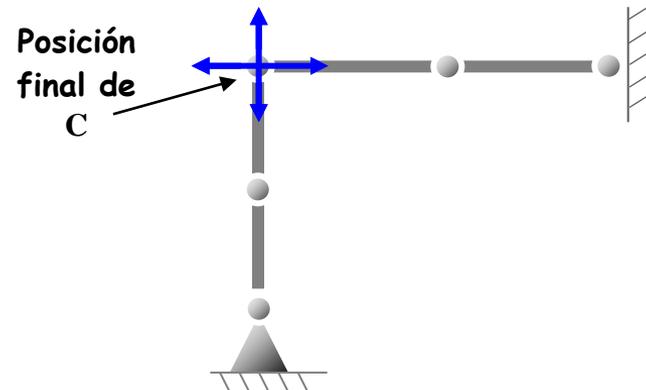


# Ejemplo 3



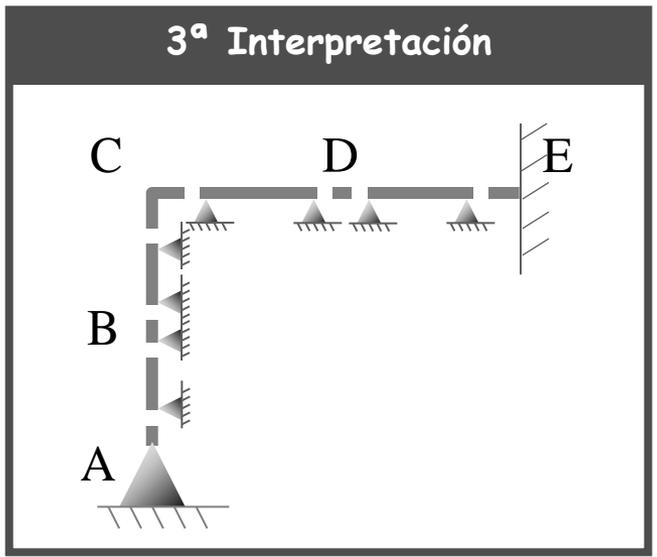
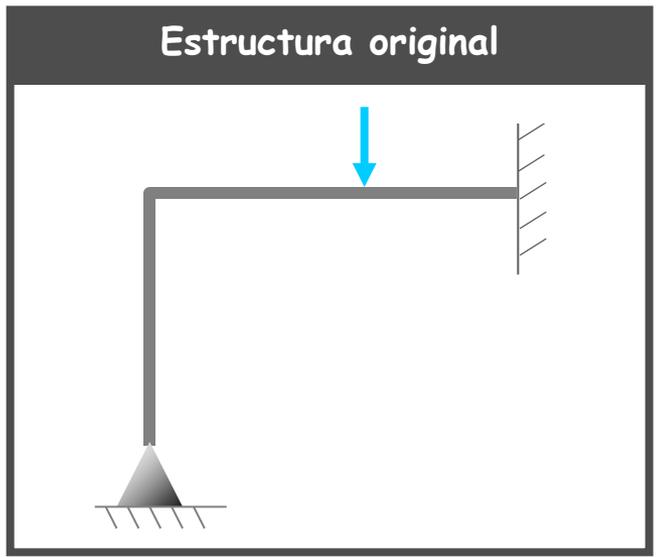
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



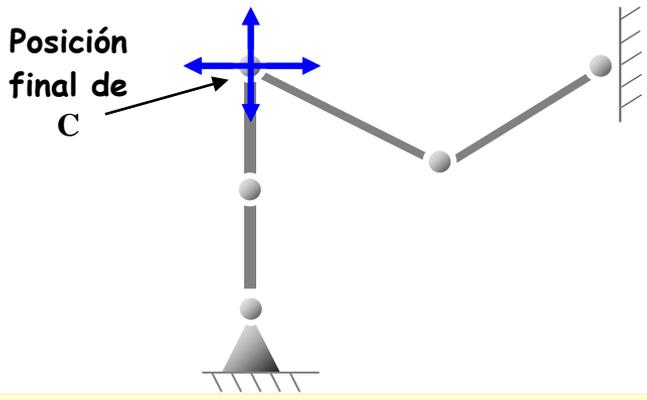


# Ejemplo 3



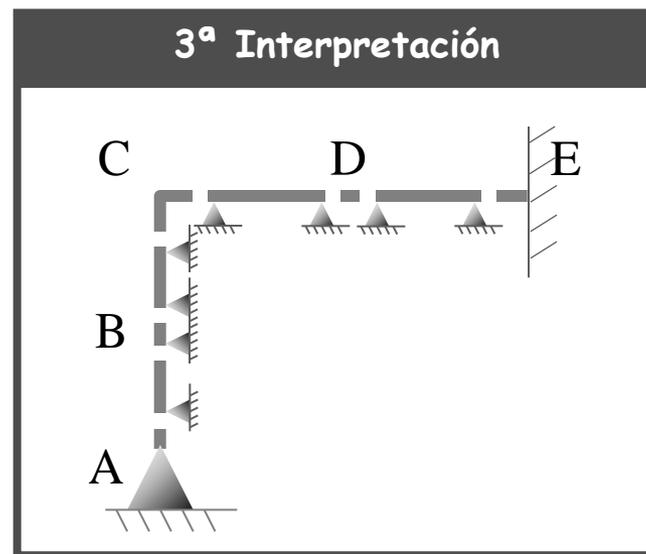
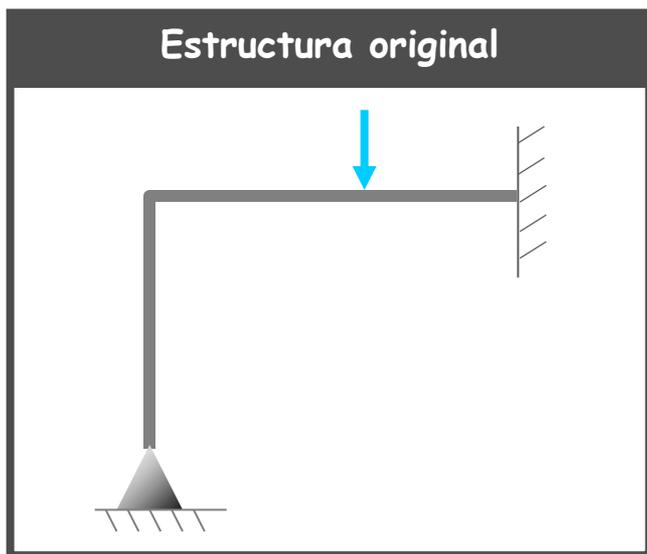
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



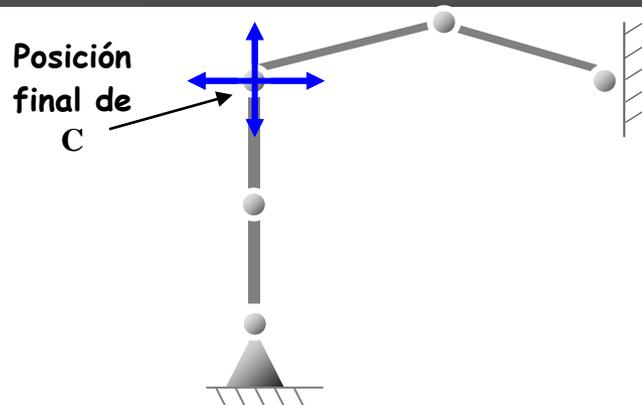


# Ejemplo 3



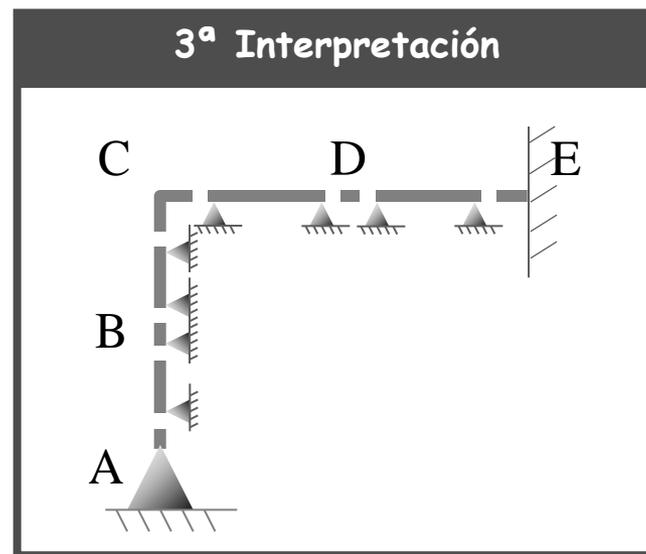
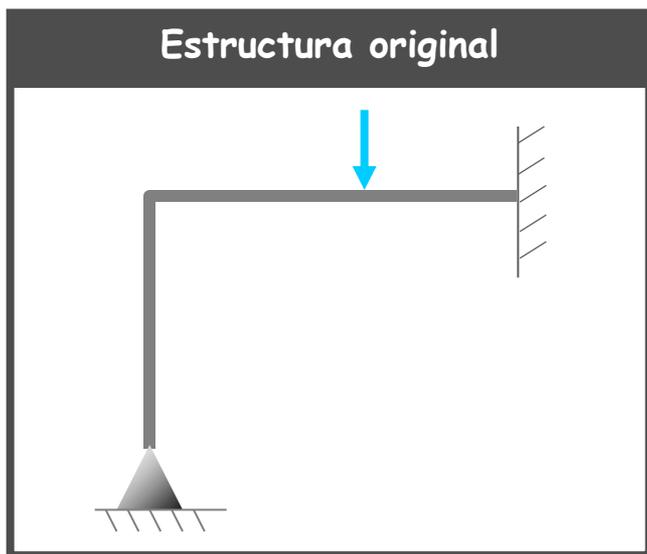
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



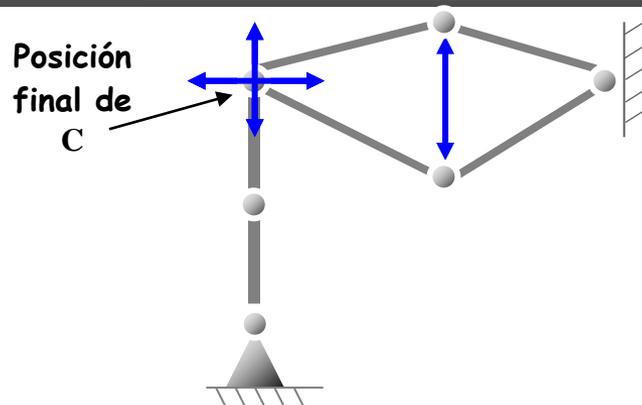


# Ejemplo 3



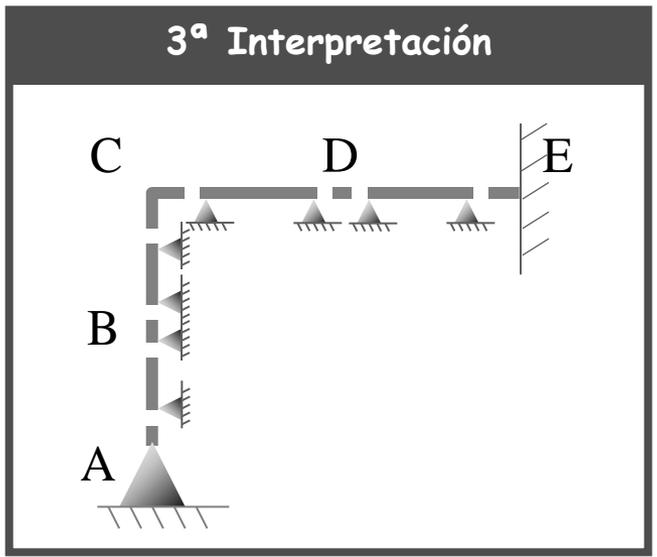
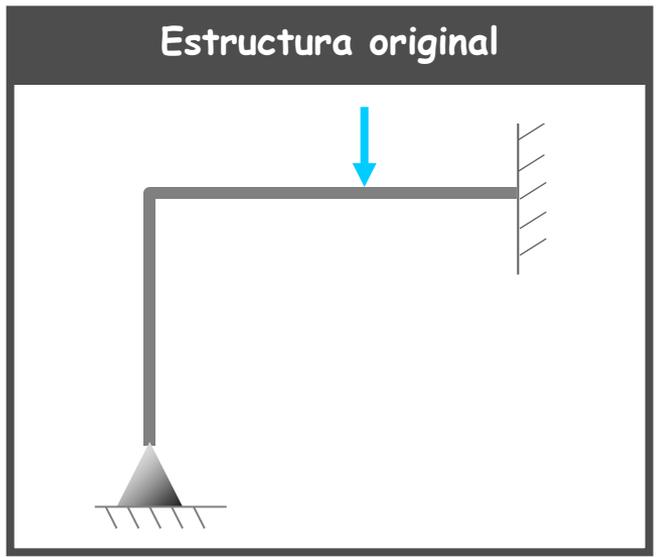
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



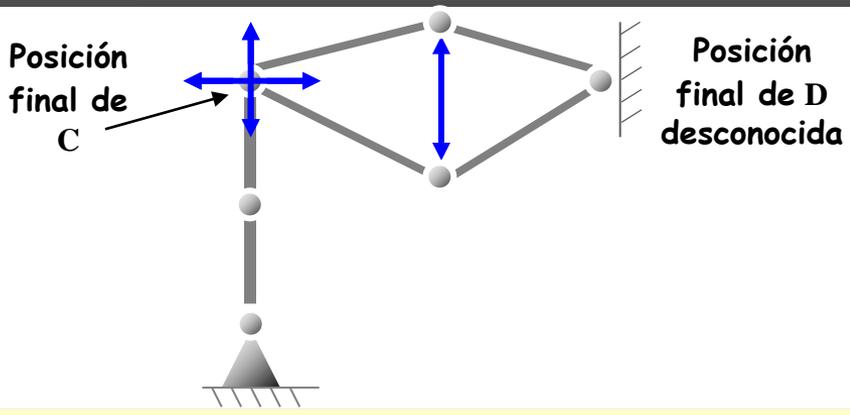


# Ejemplo 3



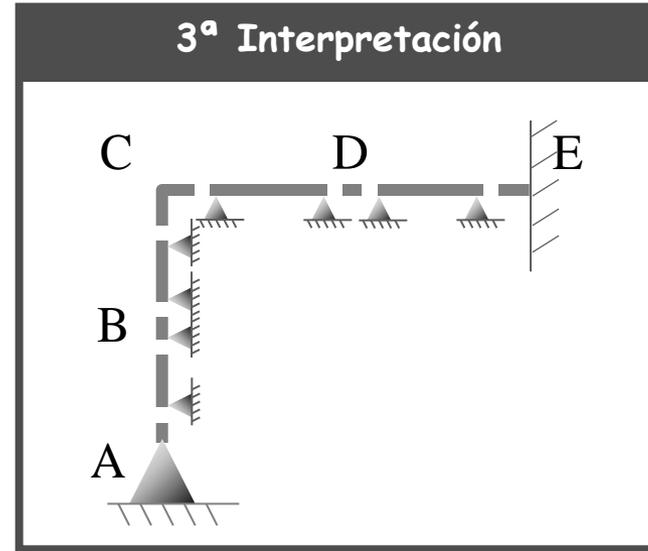
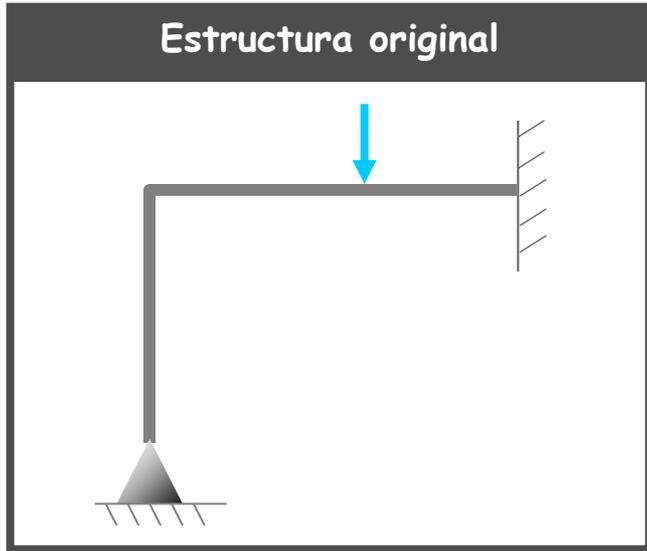
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



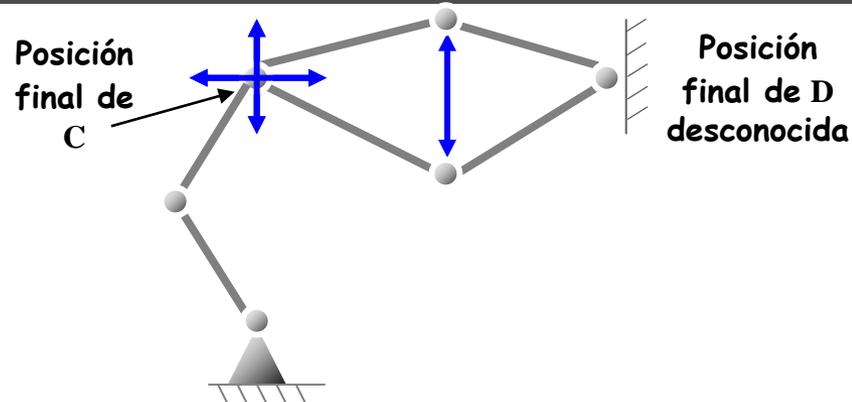


# Ejemplo 3



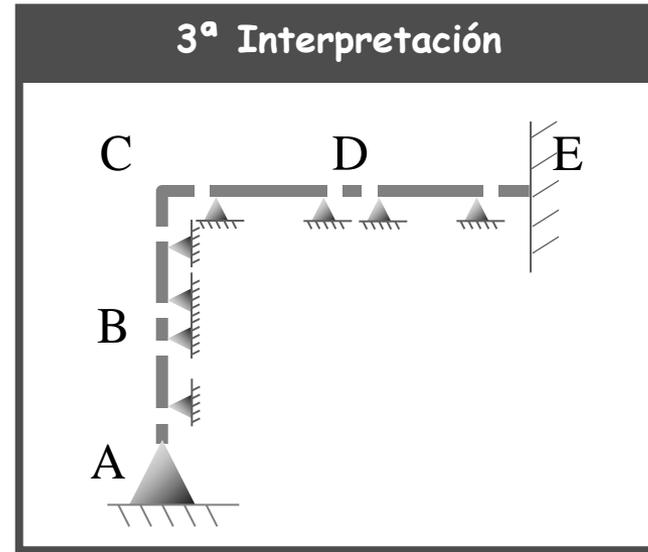
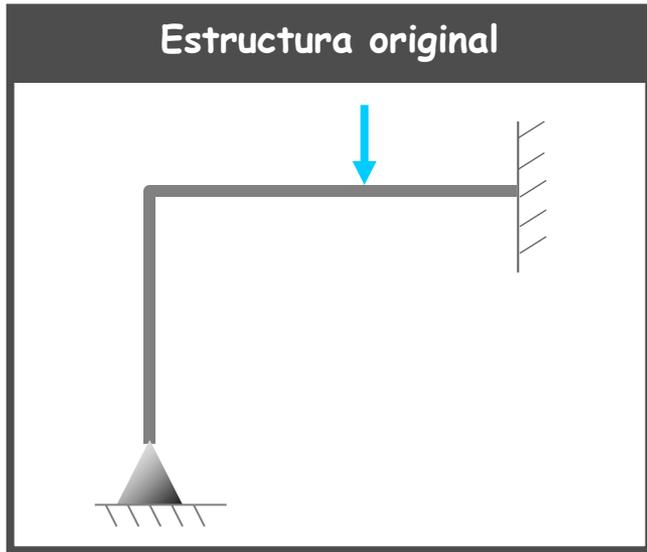
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



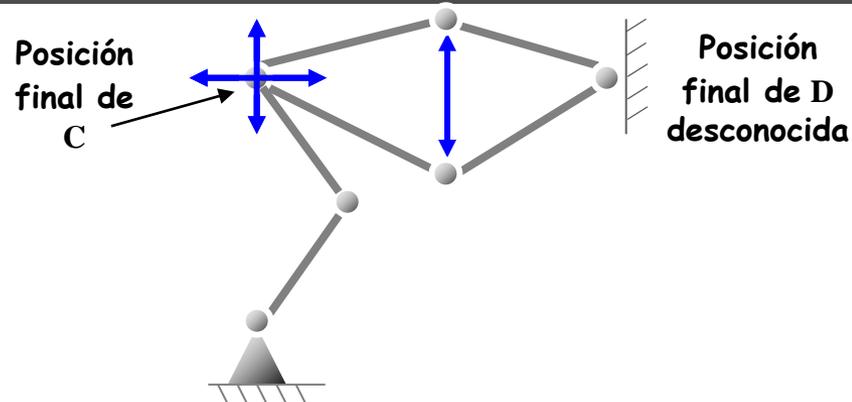


# Ejemplo 3



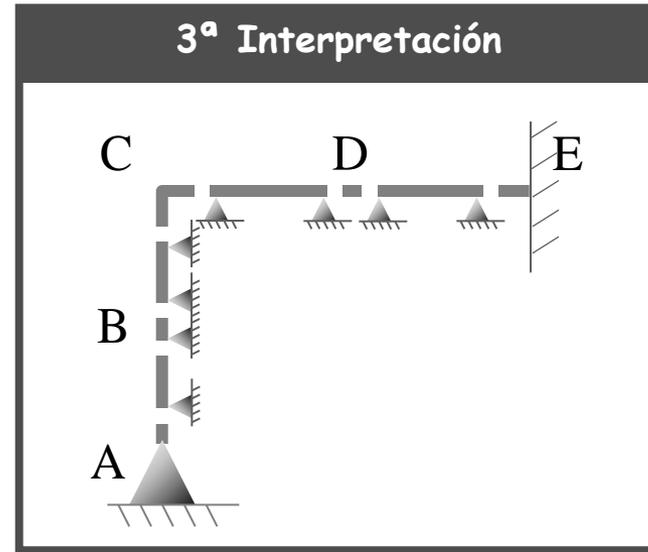
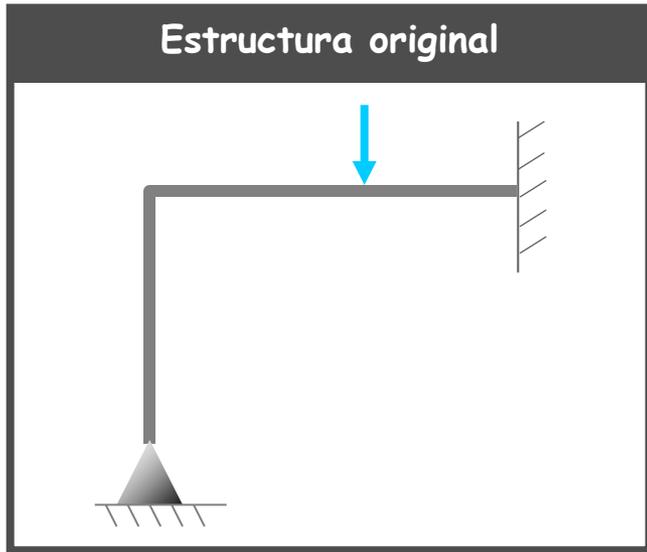
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



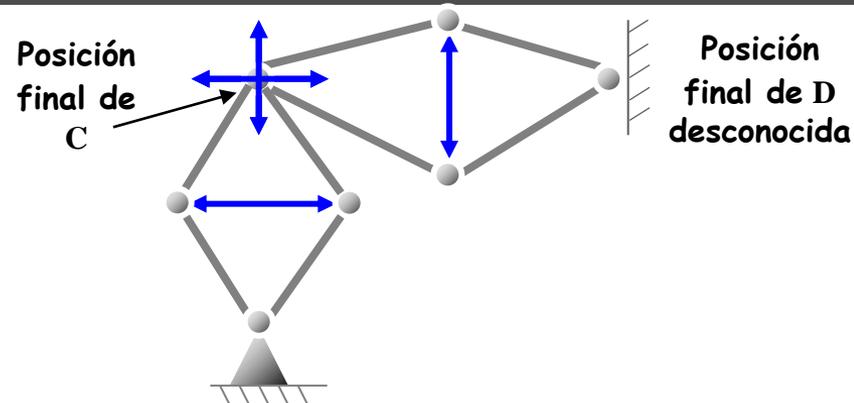


# Ejemplo 3



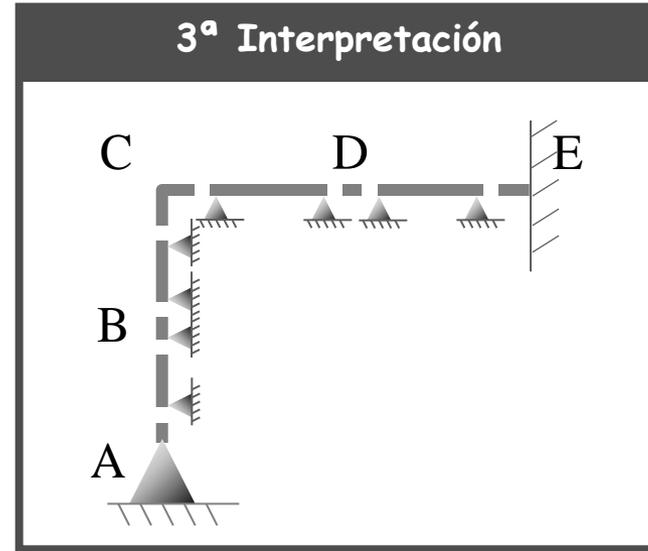
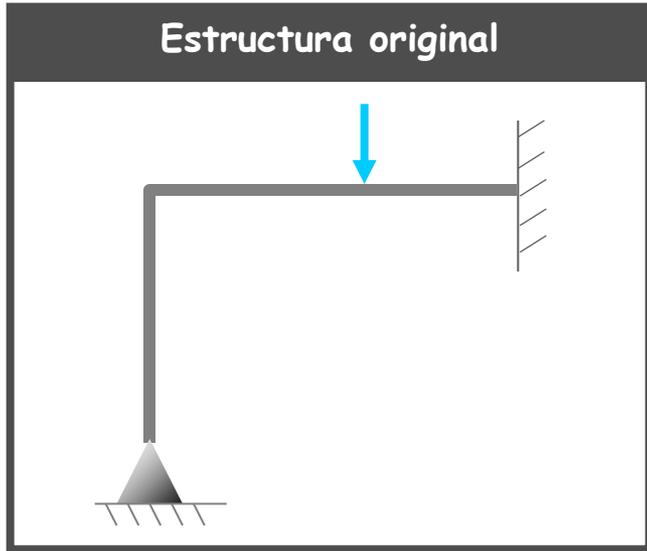
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



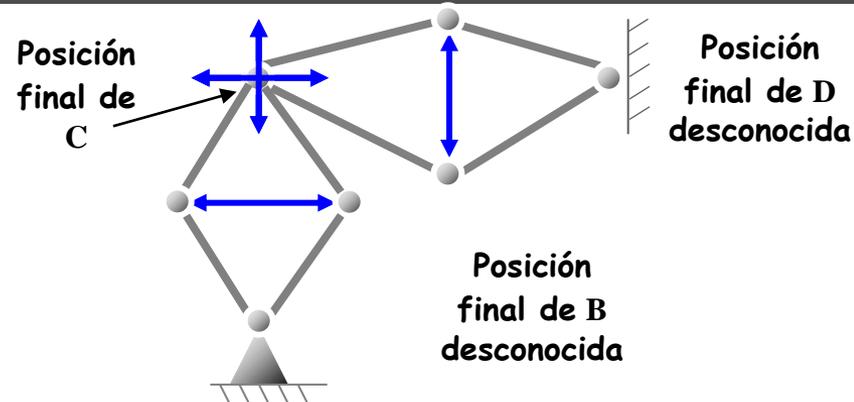


# Ejemplo 3



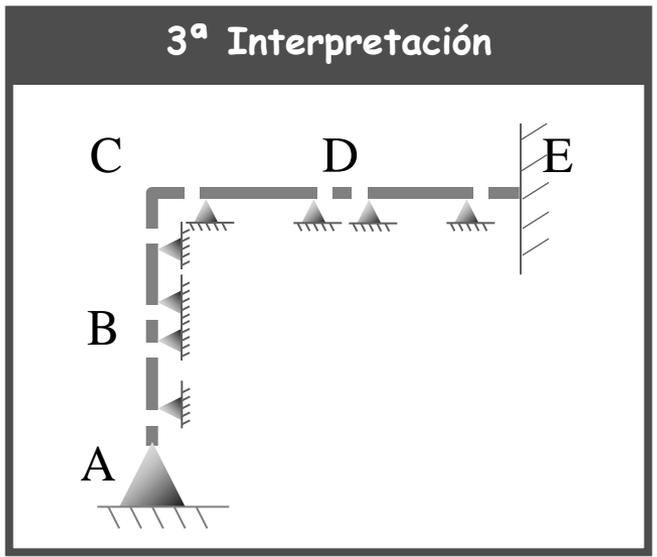
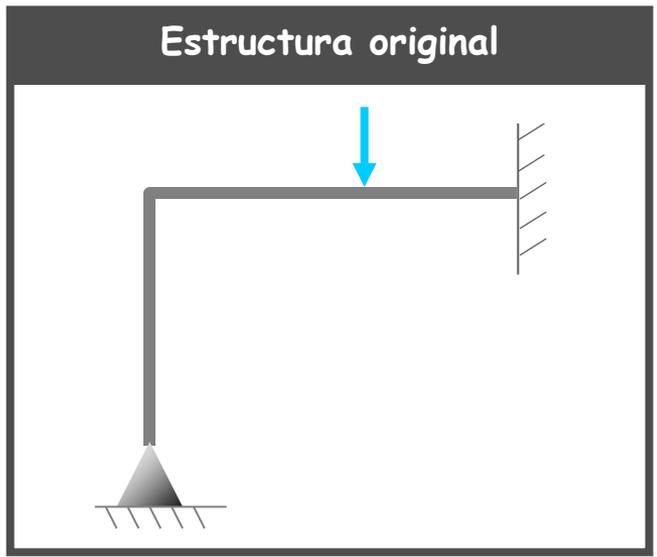
**Estructura derivada**

**Todos los nudos articulados**



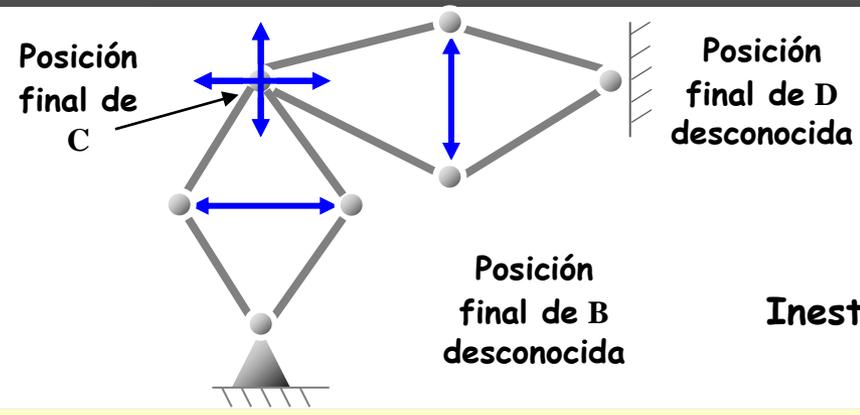


# Ejemplo 3



**Estructura derivada**

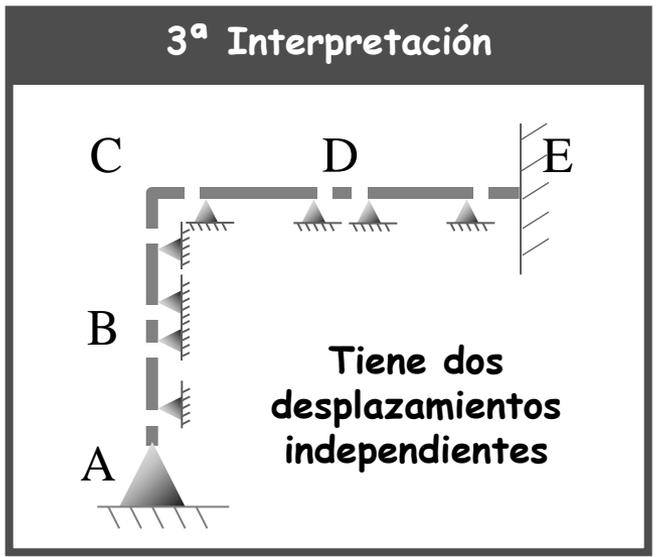
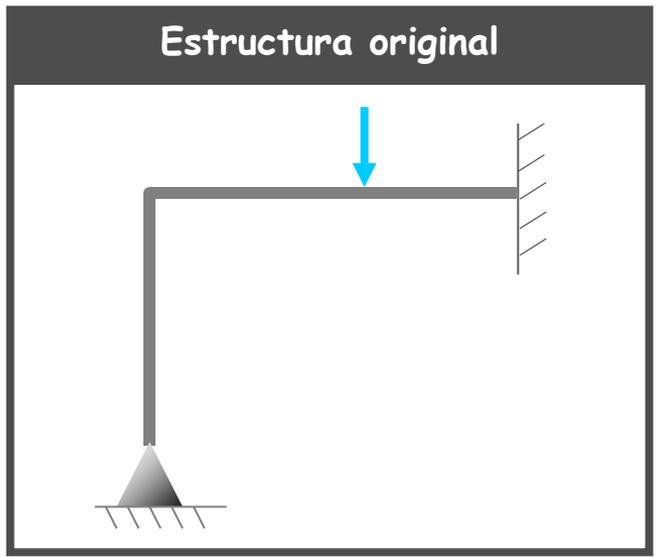
**Todos los nudos articulados**



**Inestable de grado 2**

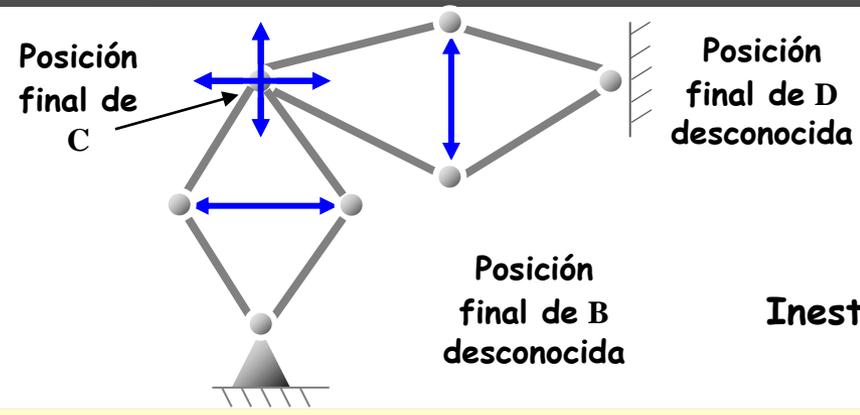


# Ejemplo 3



Estructura derivada

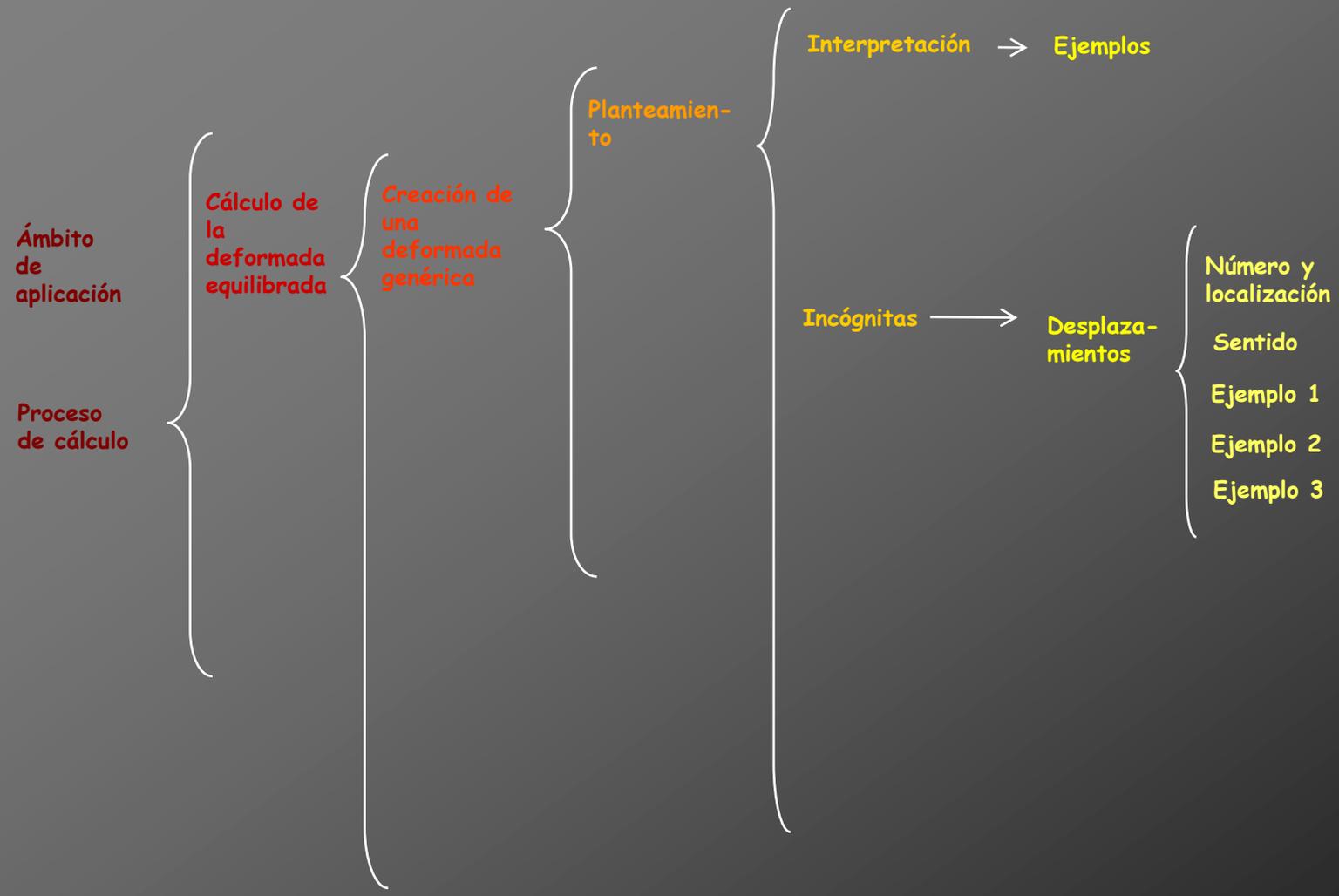
Todos los nudos articulados



Inestable de grado 2

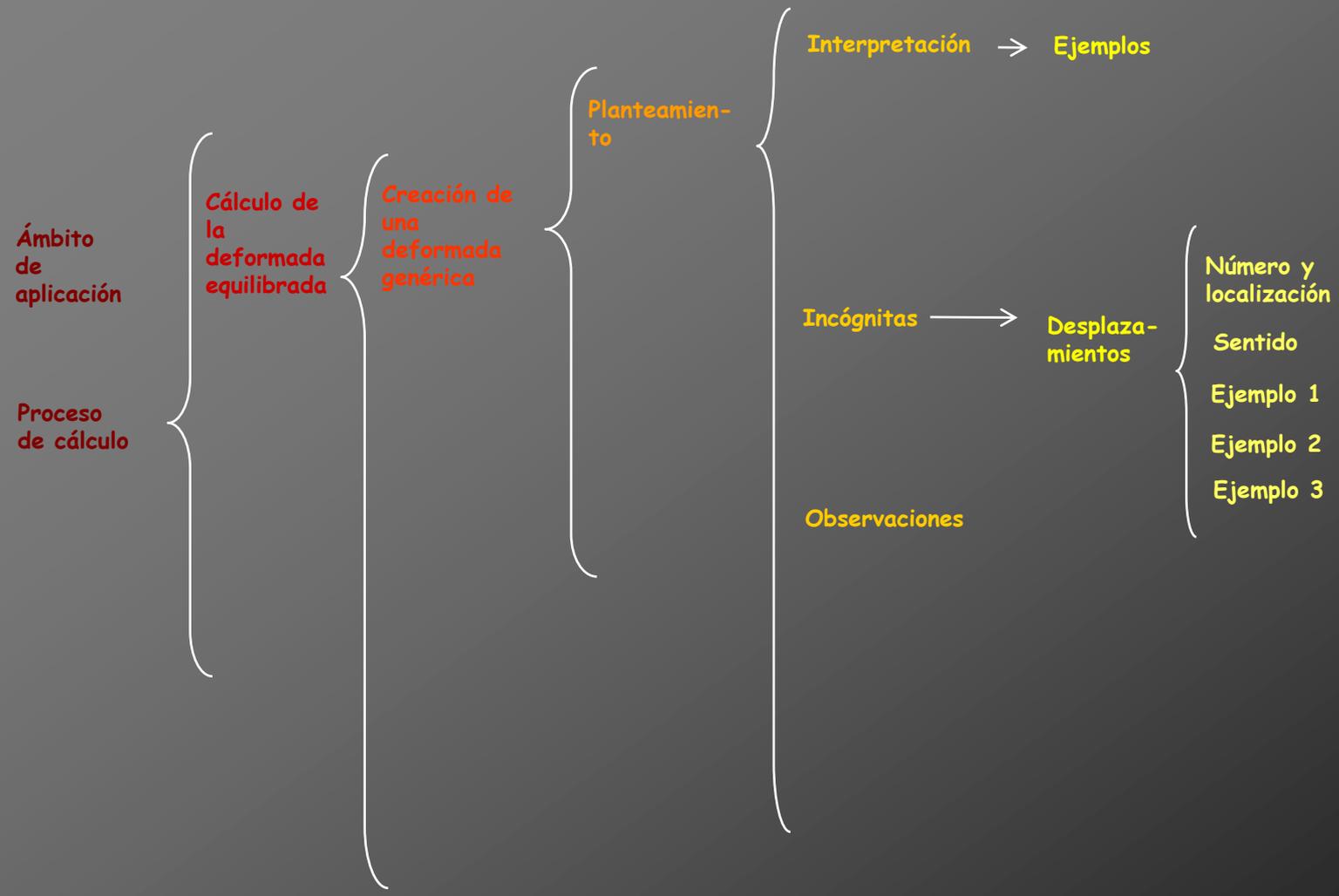


# Método de Cross



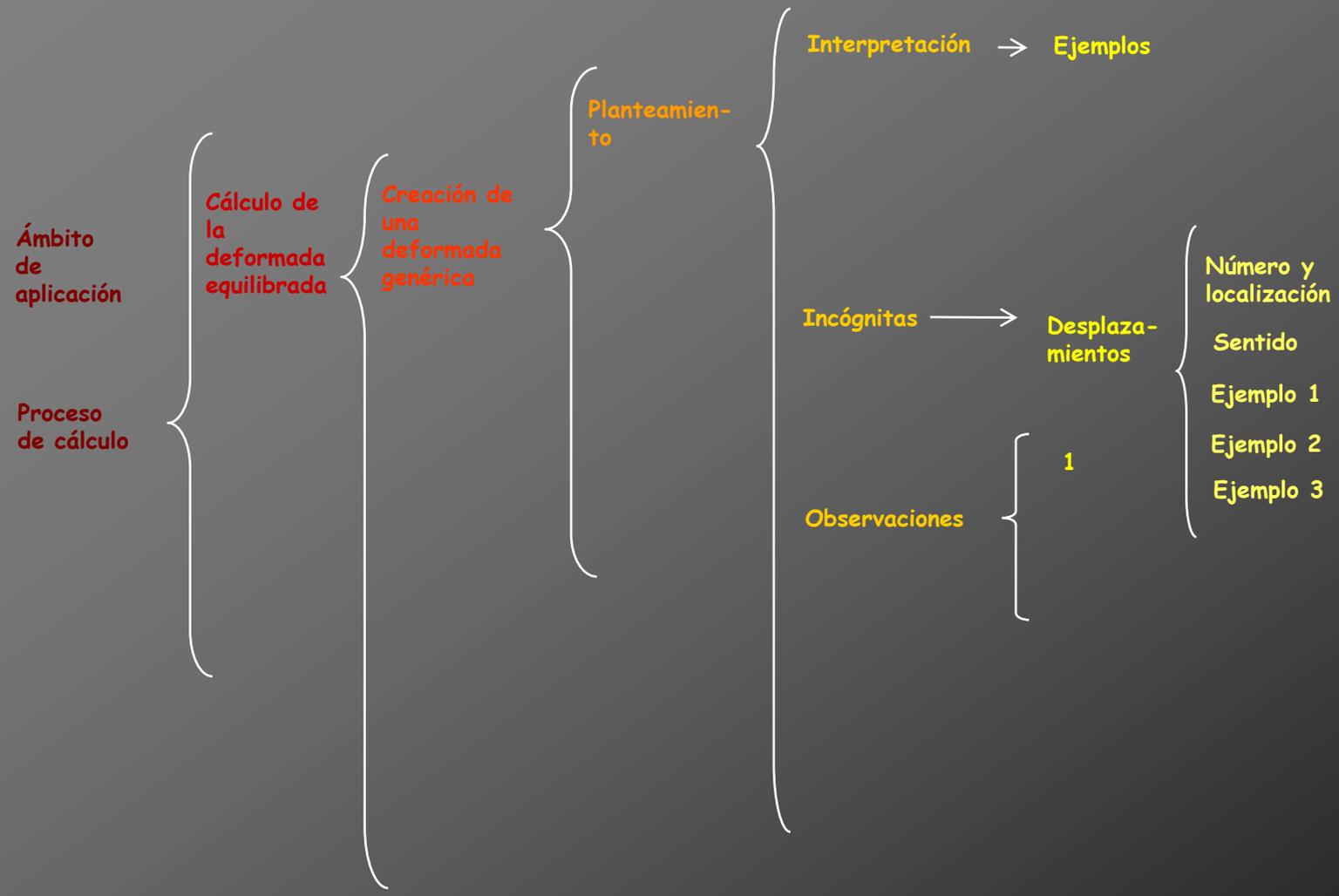


# Método de Cross





# Método de Cross





# Observación 1



## Observación 1

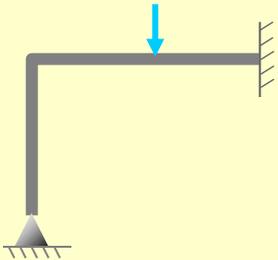
Dependiendo de cómo se interprete la estructura, el problema presentará diferente número de incógnitas. Para resolverlo manualmente, conviene definir la deformada con el menor número de nudos posible



# Observación 1

Dependiendo de cómo se interprete la estructura, el problema presentará diferente número de incógnitas. Para resolverlo manualmente, conviene definir la deformada con el menor número de nudos posible

**Estructura original**



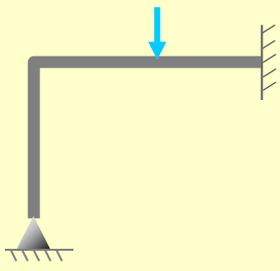
	Descomposición del modelo	Nº de desplazamientos independientes
1º interpretación		
2º interpretación		
3º interpretación		



# Observación 1

Dependiendo de cómo se interprete la estructura, el problema presentará diferente número de incógnitas. Para resolverlo manualmente, conviene definir la deformada con el menor número de nudos posible

Estructura original



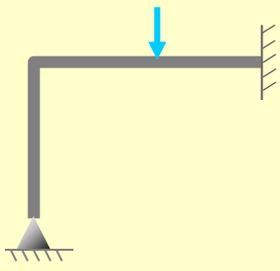
	Descomposición del modelo	Nº de desplazamientos independientes
1º interpretación		
2º interpretación		
3º interpretación		



# Observación 1

Dependiendo de cómo se interprete la estructura, el problema presentará diferente número de incógnitas. Para resolverlo manualmente, conviene definir la deformada con el menor número de nudos posible

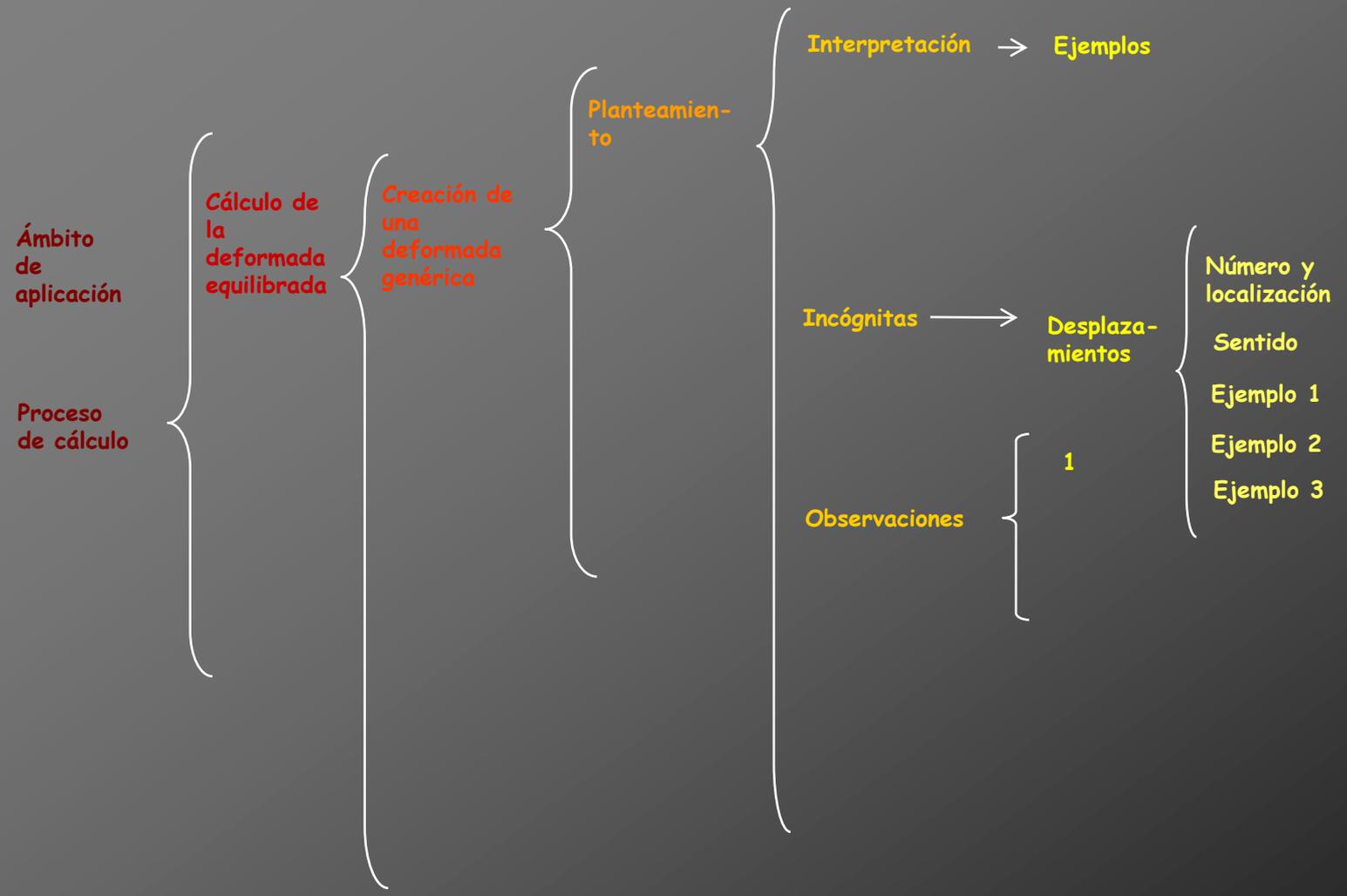
Estructura original



	Descomposición del modelo	Nº de desplazamientos independientes
1º interpretación		0
2º interpretación		1
3º interpretación		2

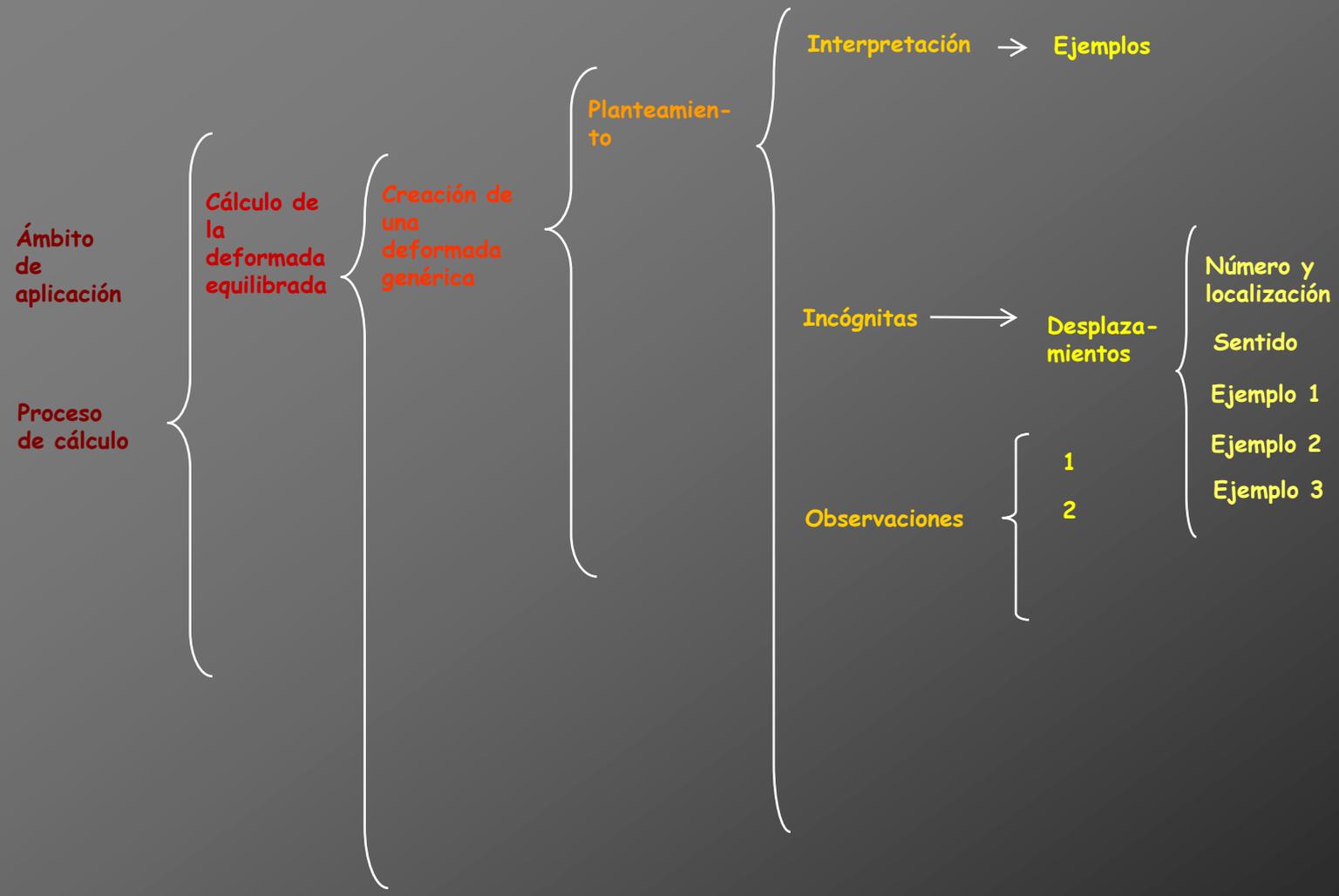


# Método de Cross





# Método de Cross





## Observación 2



## Observación 2

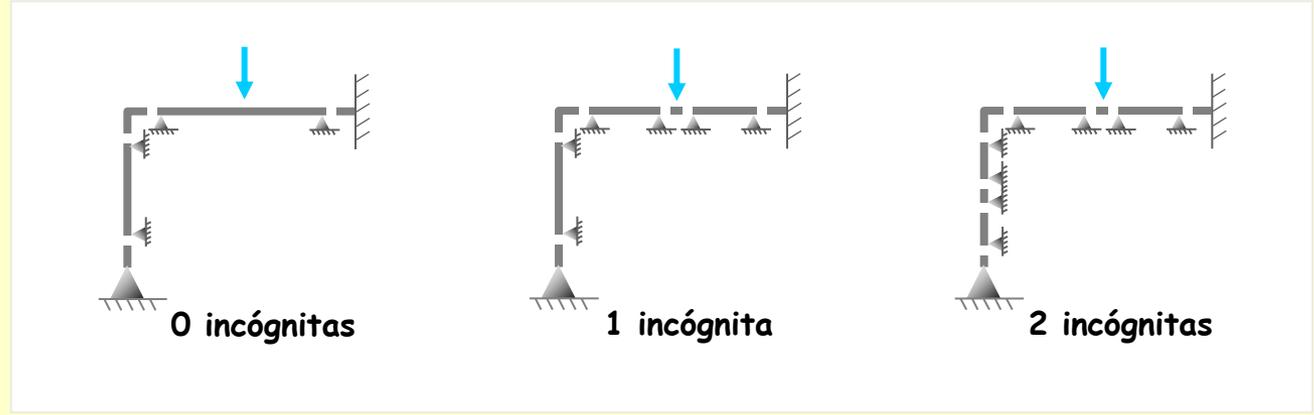
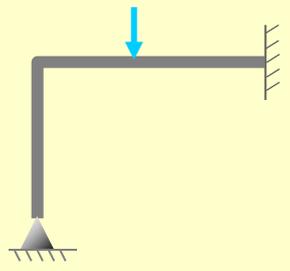
Si bien en el método de Cross el número de incógnitas varía en función de la interpretación de la estructura, en los métodos de compatibilidad el número de redundantes es independiente de dicha interpretación



## Observación 2

Si bien en el método de Cross el número de incógnitas varía en función de la interpretación de la estructura, en los métodos de compatibilidad el número de redundantes es independiente de dicha interpretación

Planteamientos por el método de Cross

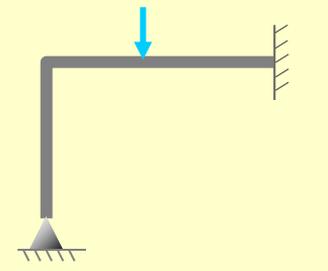
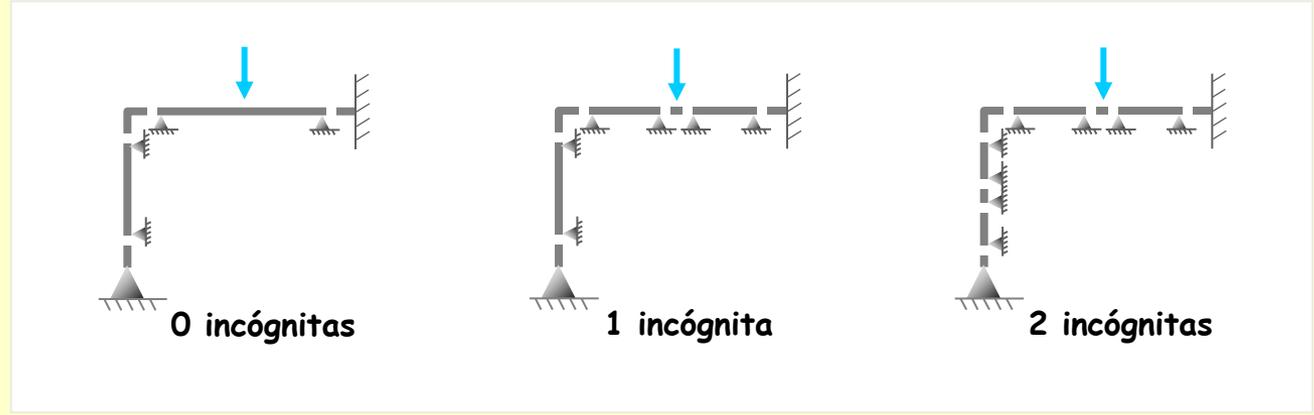




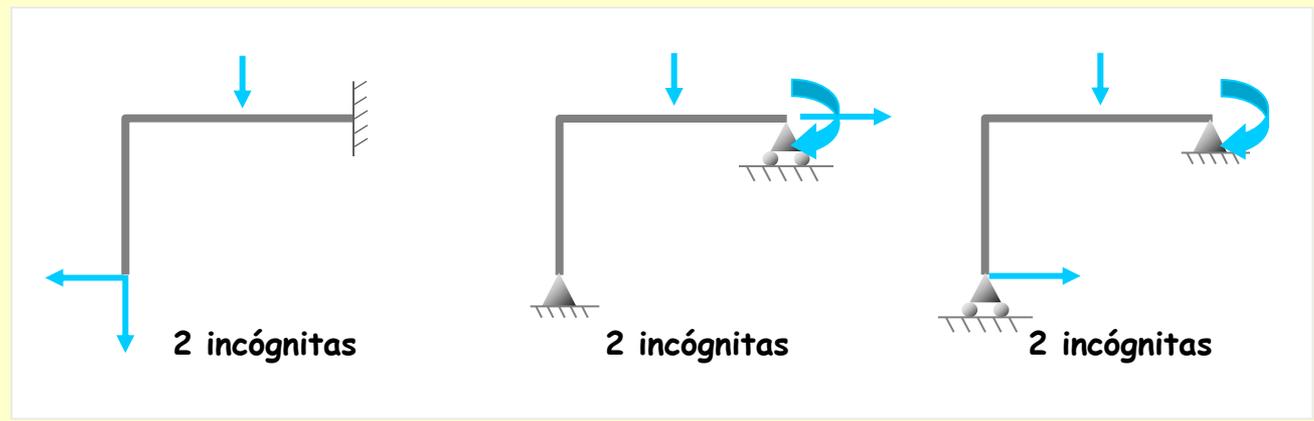
# Observación 2

Si bien en el método de Cross el número de incógnitas varía en función de la interpretación de la estructura, en los métodos de compatibilidad el número de redundantes es independiente de dicha interpretación

Planteamientos por el método de Cross

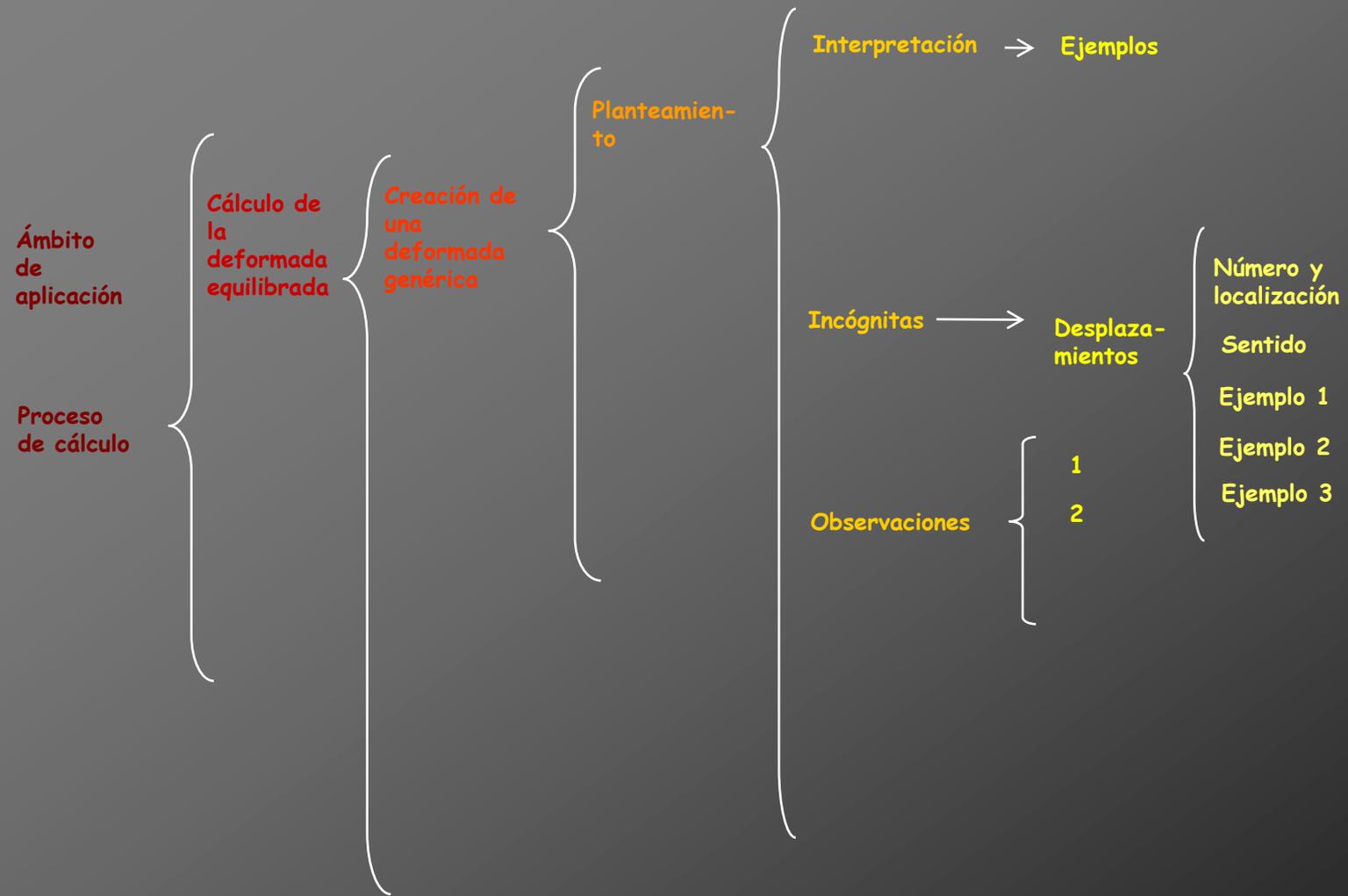


Planteamientos por métodos de compatibilidad



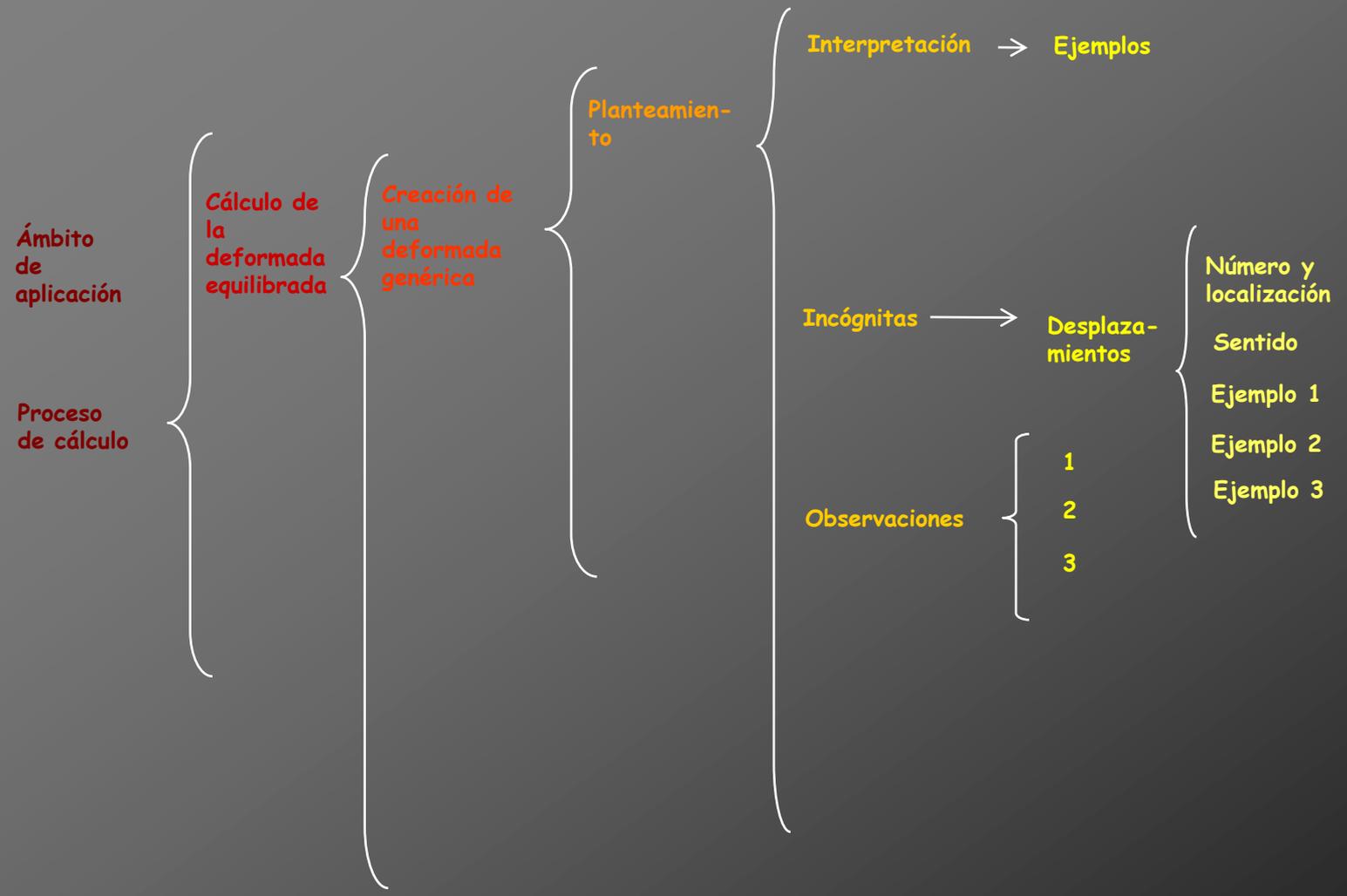


# Método de Cross





# Método de Cross





## Observación 3



## Observación 3

La desplazabilidad de cada nudo no depende de la interpretación de la estructura, sino de la geometría de la misma



## Observación 3

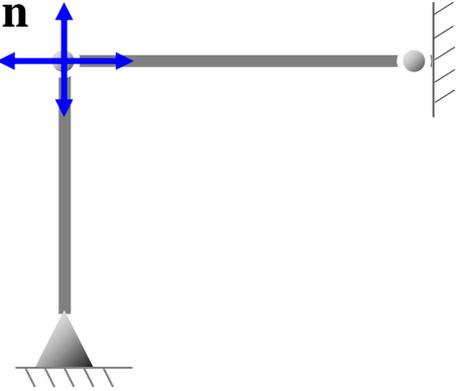
La desplazabilidad de cada nudo no depende de la interpretación de la estructura, sino de la geometría de la misma

Por tanto, en el ejemplo analizado, el nudo  $n$  es indesplazable independientemente de la interpretación estructural

## Observación 3

La desplazabilidad de cada nudo no depende de la interpretación de la estructura, sino de la geometría de la misma

Por tanto, en el ejemplo analizado, el nudo  $n$  es indesplazable independientemente de la interpretación estructural

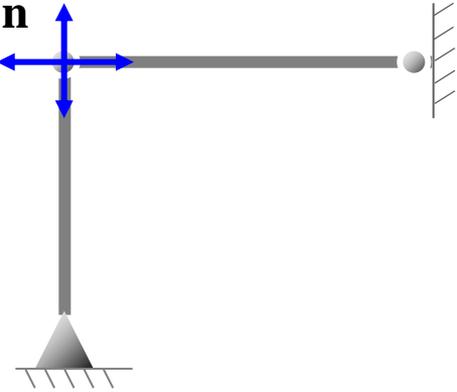
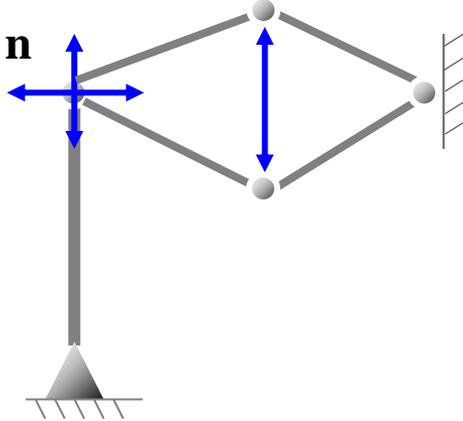
Interpretación 1	Interpretación 2	Interpretación 3
		



## Observación 3

La desplazabilidad de cada nudo no depende de la interpretación de la estructura, sino de la geometría de la misma

Por tanto, en el ejemplo analizado, el nudo  $n$  es indesplazable independientemente de la interpretación estructural

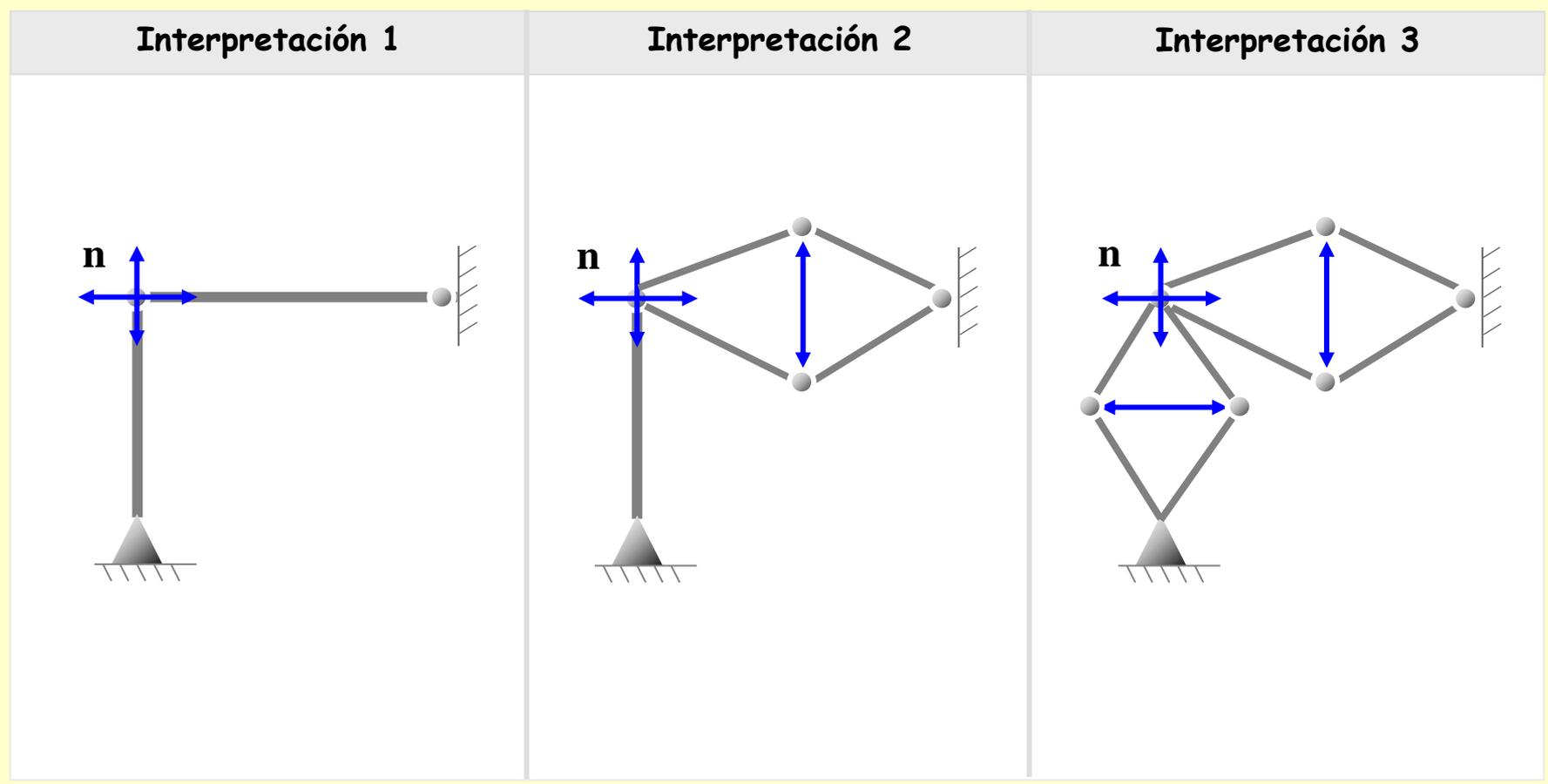
Interpretación 1	Interpretación 2	Interpretación 3
		This cell is empty in the original image



# Observación 3

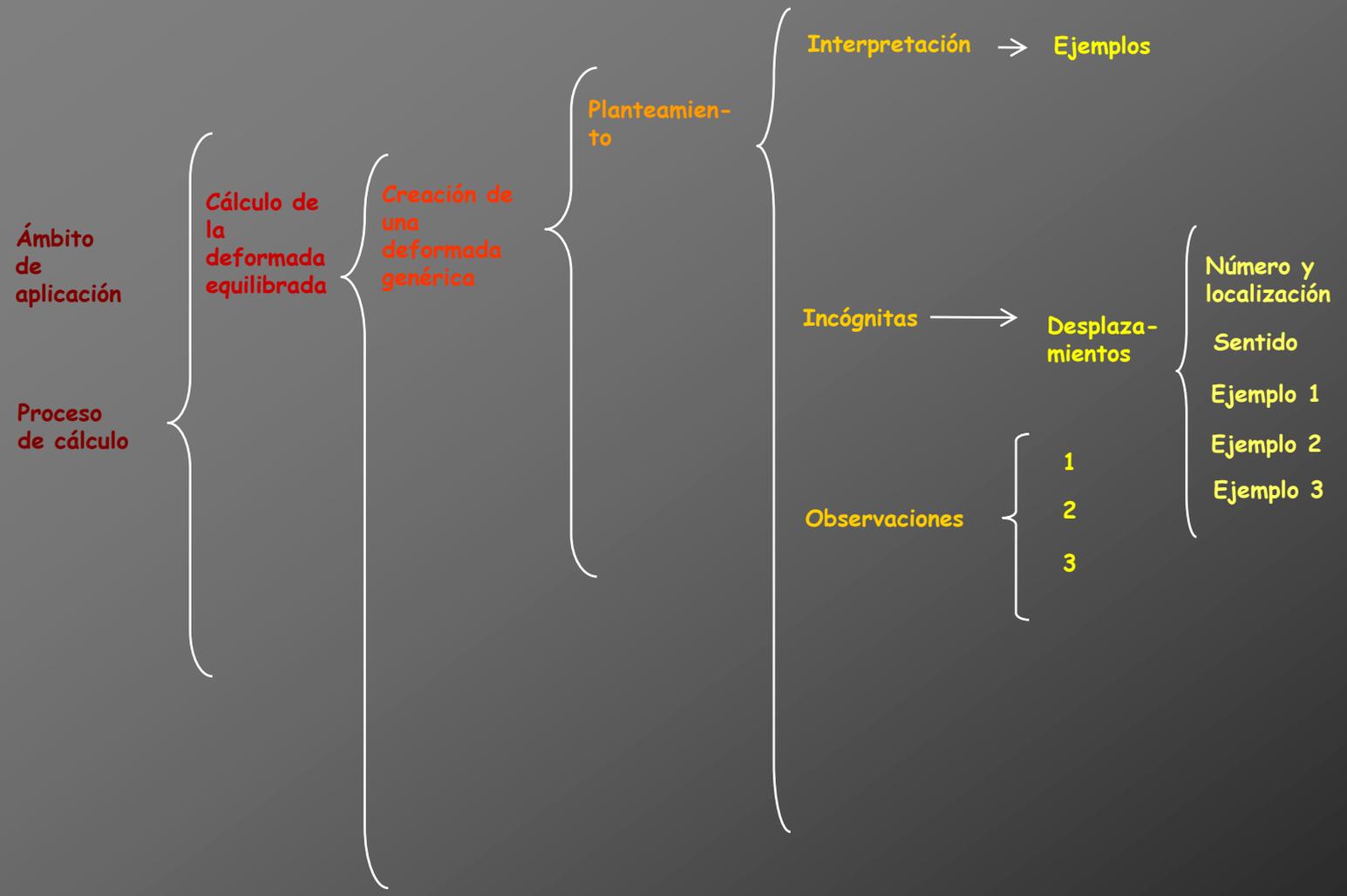
La desplazabilidad de cada nudo no depende de la interpretación de la estructura, sino de la geometría de la misma

Por tanto, en el ejemplo analizado, el nudo  $n$  es indesplazable independientemente de la interpretación estructural



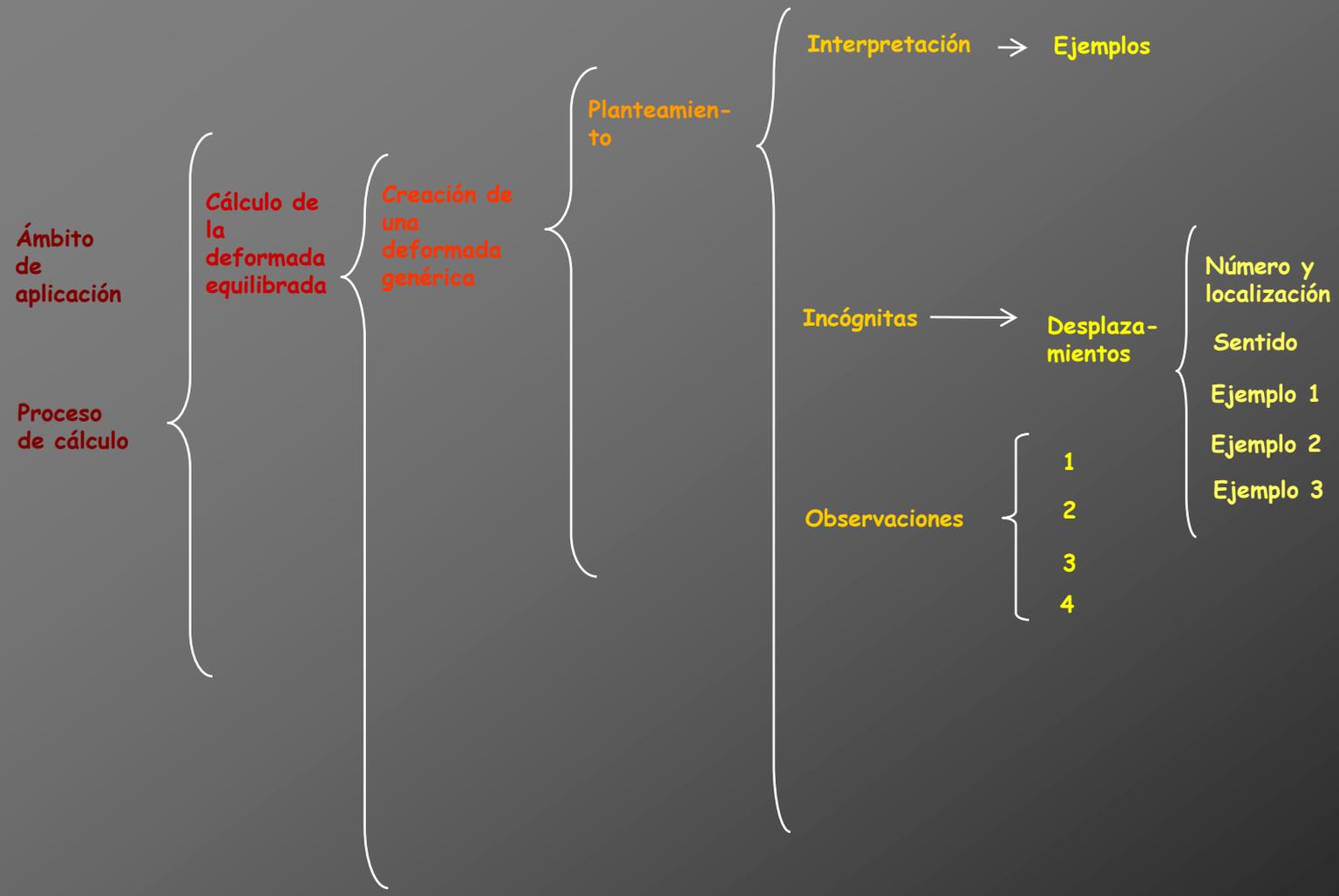


# Método de Cross





# Método de Cross





## Observación 4



## Observación 4

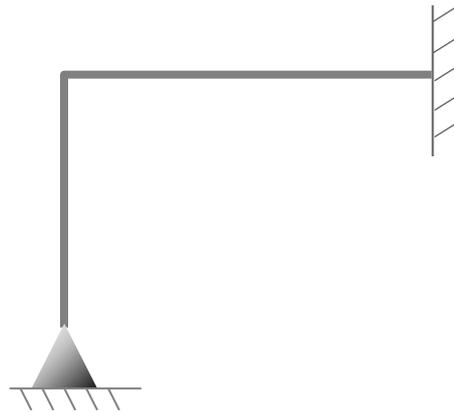
En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos



## Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

### Ejemplo

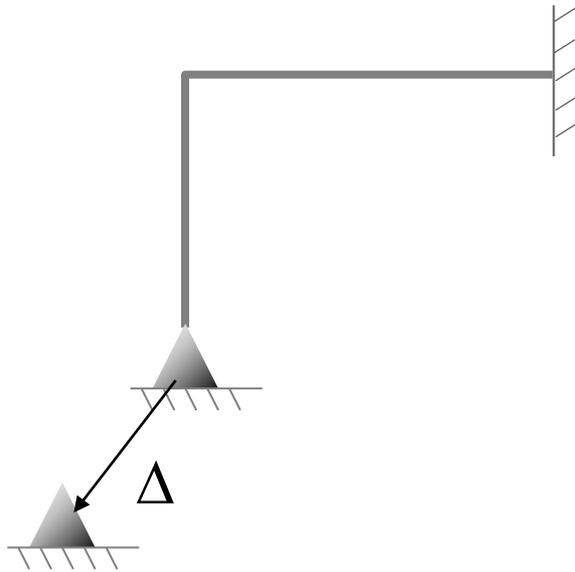




## Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

### Ejemplo

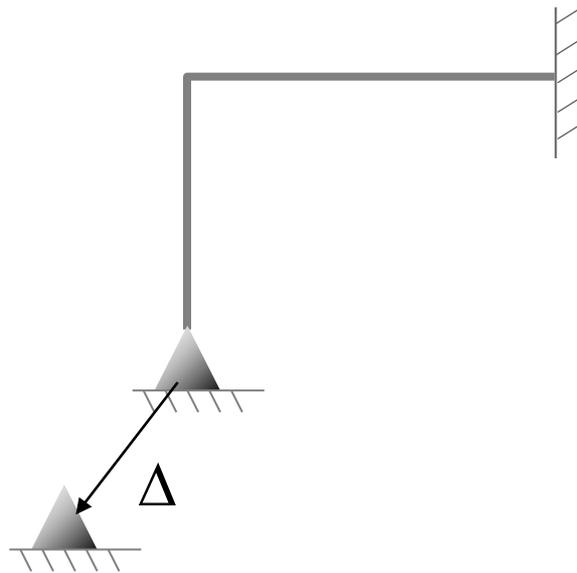




## Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

### Ejemplo



$\Delta$  = asiento conocido

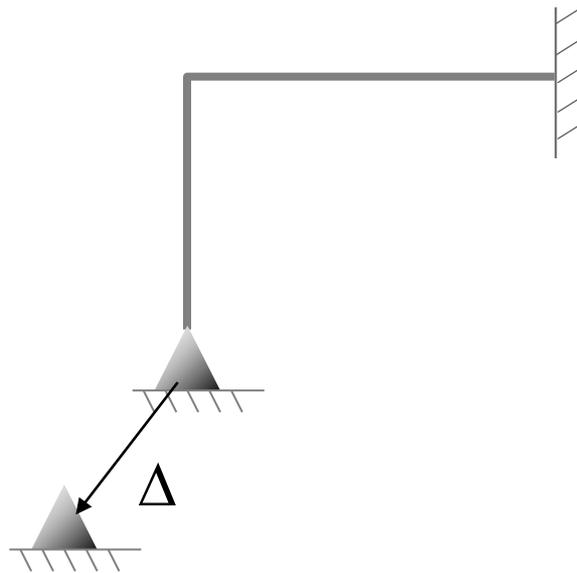


## Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

### Ejemplo

Dibujo del desplazamiento



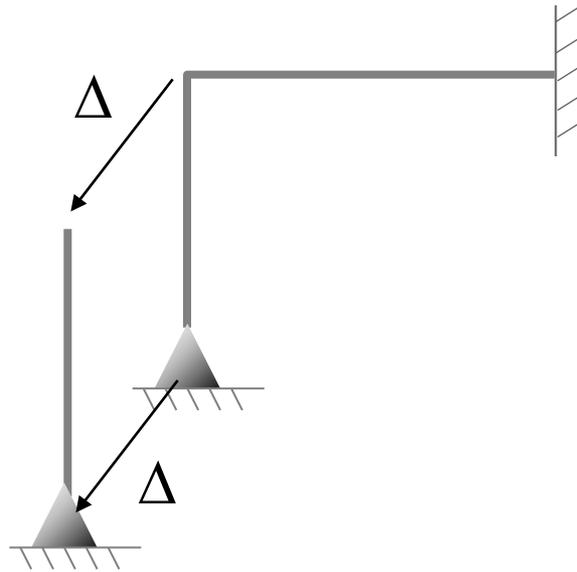
$\Delta$  = asiento conocido

## Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

### Ejemplo

Dibujo del desplazamiento



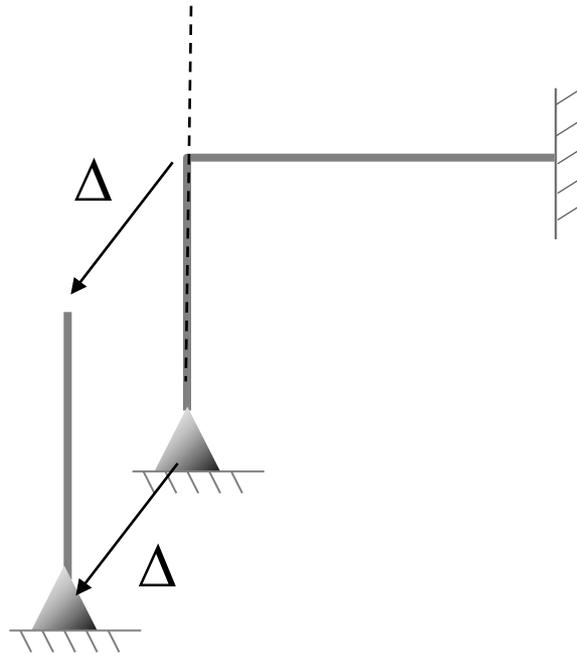
$\Delta$  = asiento conocido

## Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

### Ejemplo

Dibujo del desplazamiento



$\Delta$  = asiento conocido

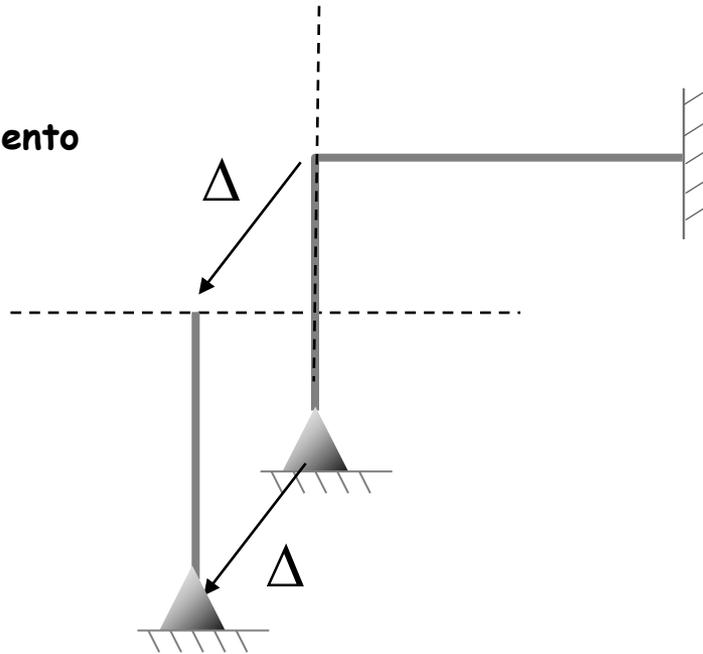


## Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

### Ejemplo

Dibujo del desplazamiento



$\Delta$  = asiento conocido

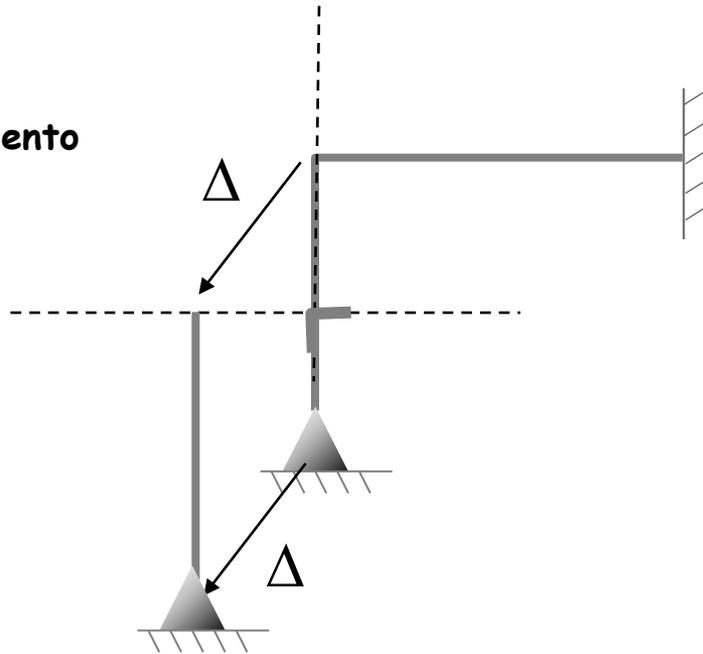


## Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

### Ejemplo

Dibujo del desplazamiento



$\Delta$  = asiento conocido

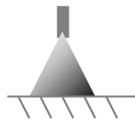


## Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

### Ejemplo

Dibujo del desplazamiento



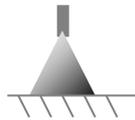


## Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

### Ejemplo

Los giros  
dependen del  
asiento

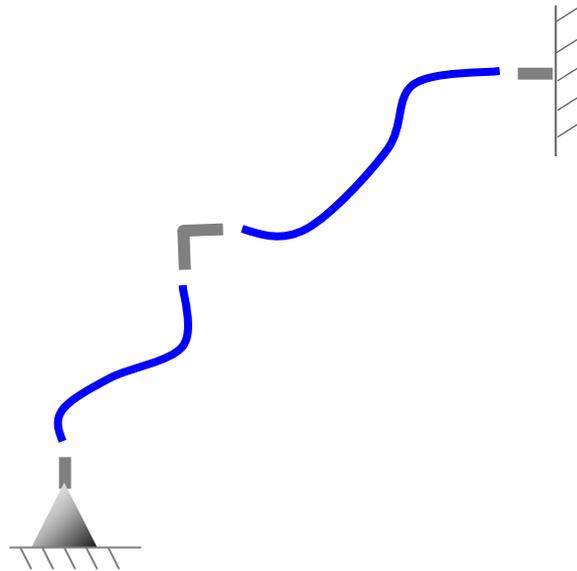


## Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

### Ejemplo

Los giros  
dependen del  
asiento



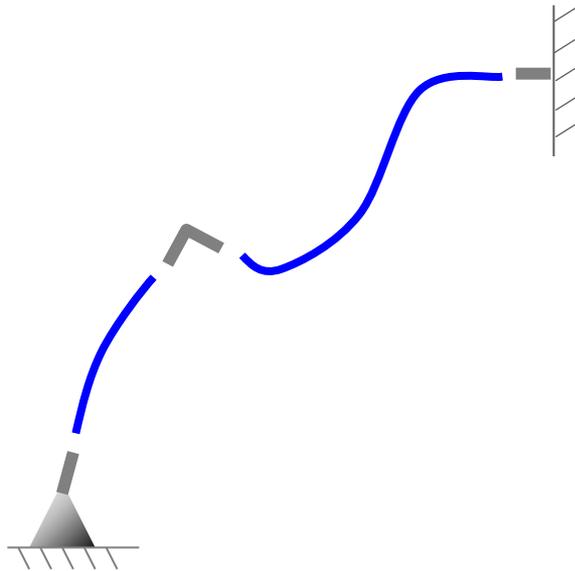


## Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

### Ejemplo

Los giros  
dependen del  
asiento

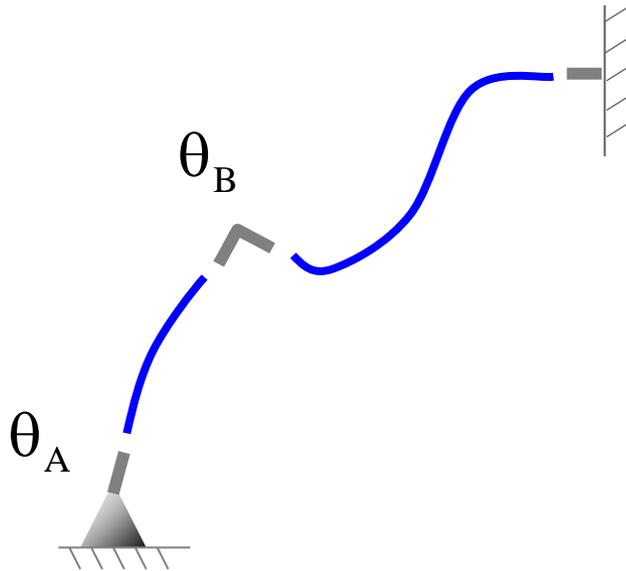


## Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

### Ejemplo

Los giros dependen del asiento

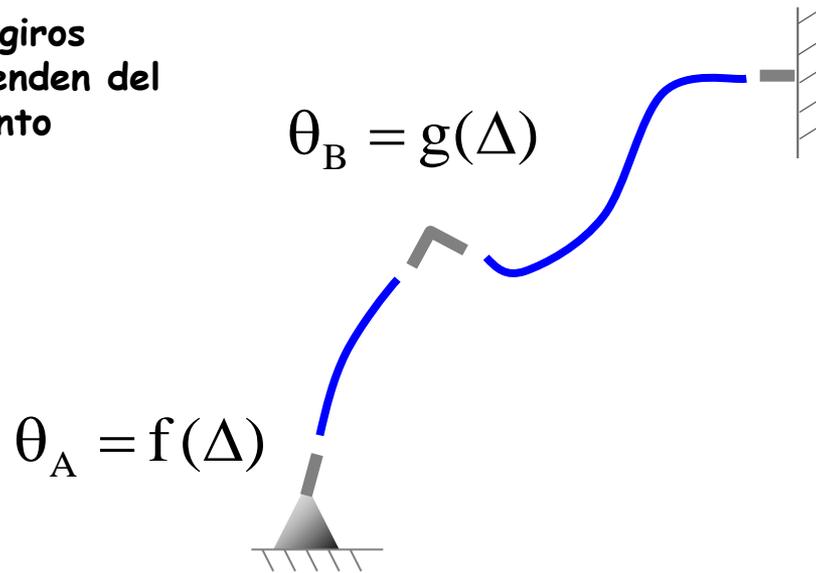


## Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

### Ejemplo

Los giros  
dependen del  
asiento

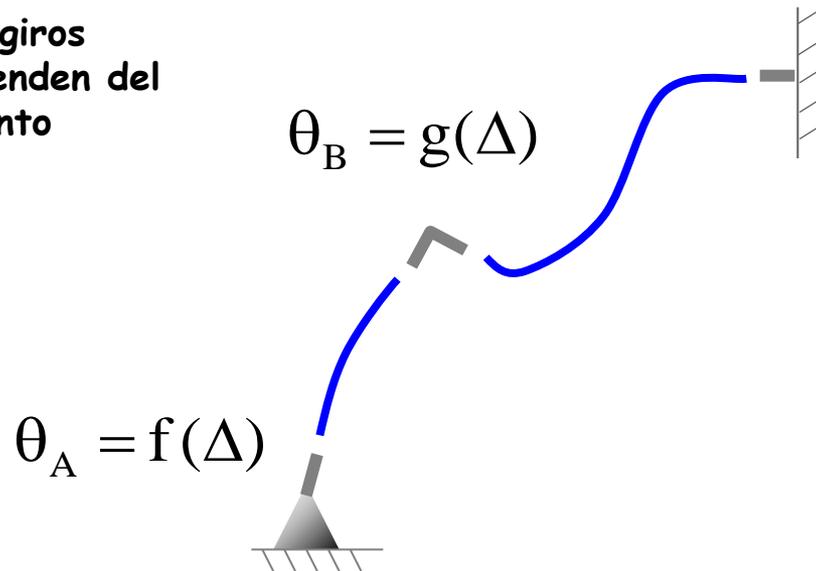


## Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

### Ejemplo

Los giros dependen del asiento



Diagramas de esfuerzos resultantes:

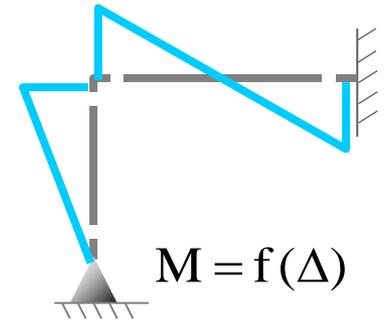
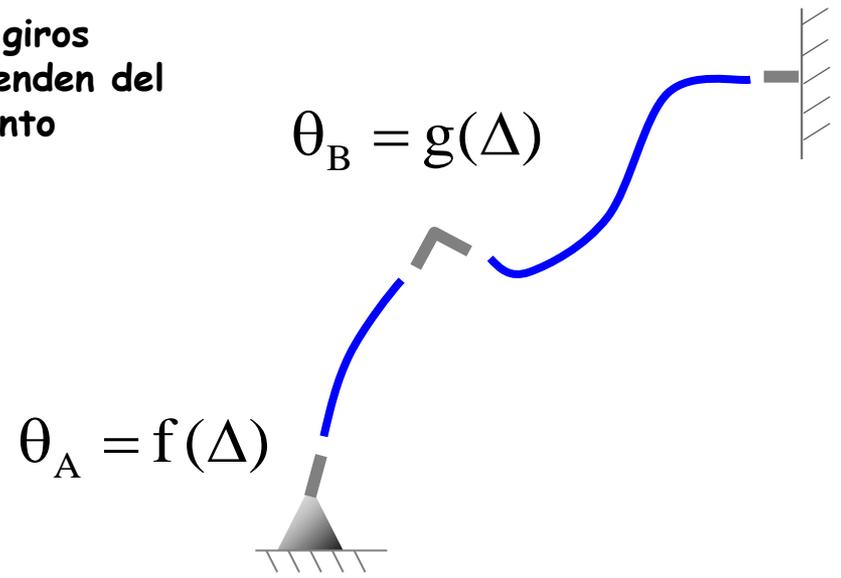


# Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

## Ejemplo

Los giros dependen del asiento



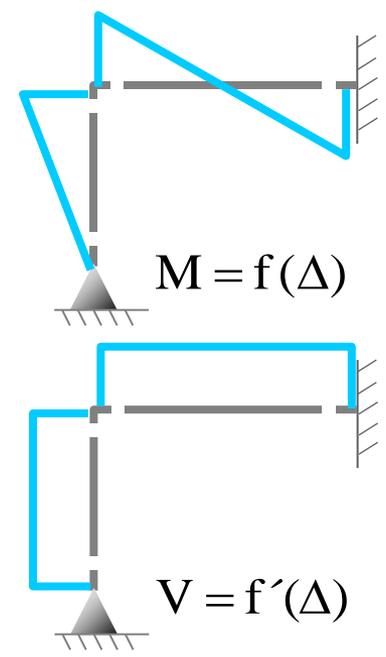
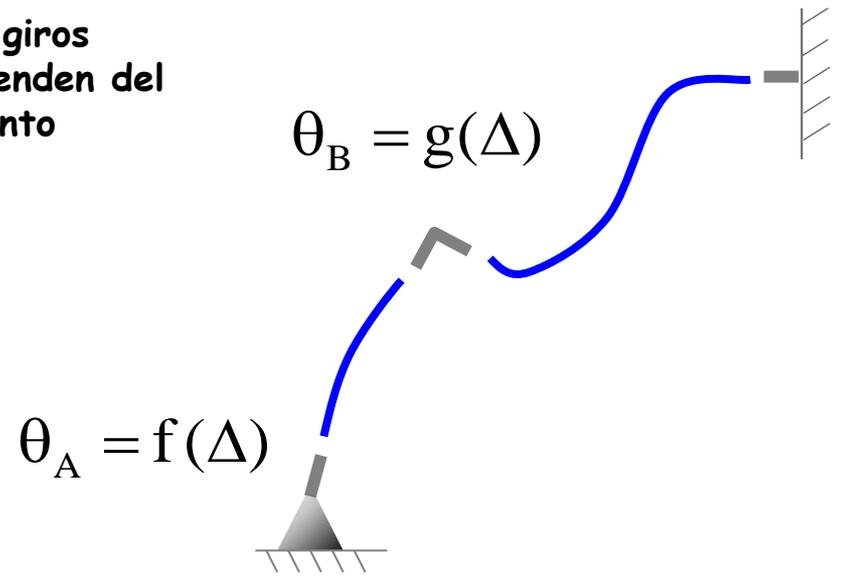


# Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

## Ejemplo

Los giros dependen del asiento



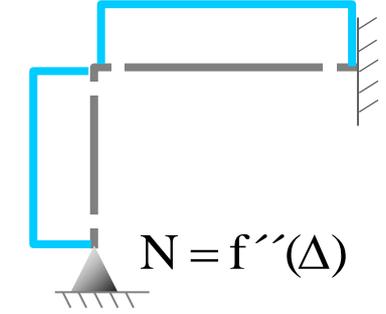
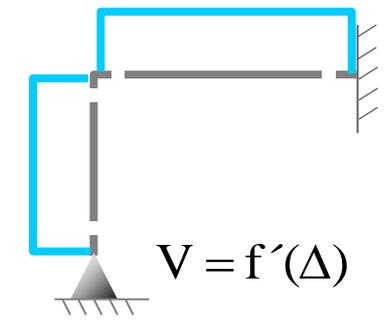
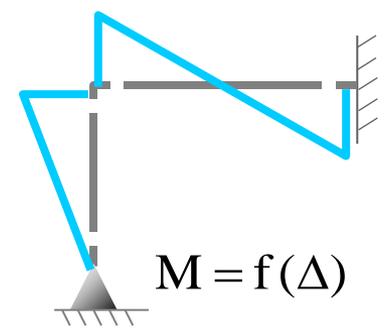
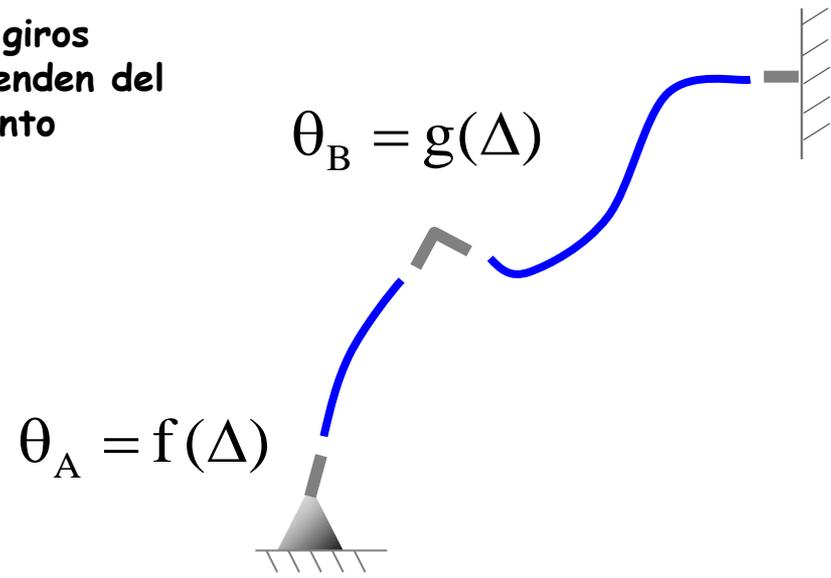


# Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

## Ejemplo

Los giros dependen del asiento



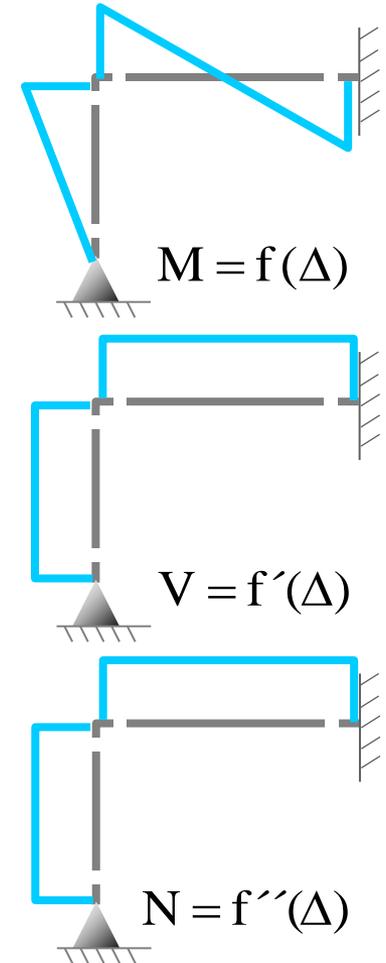
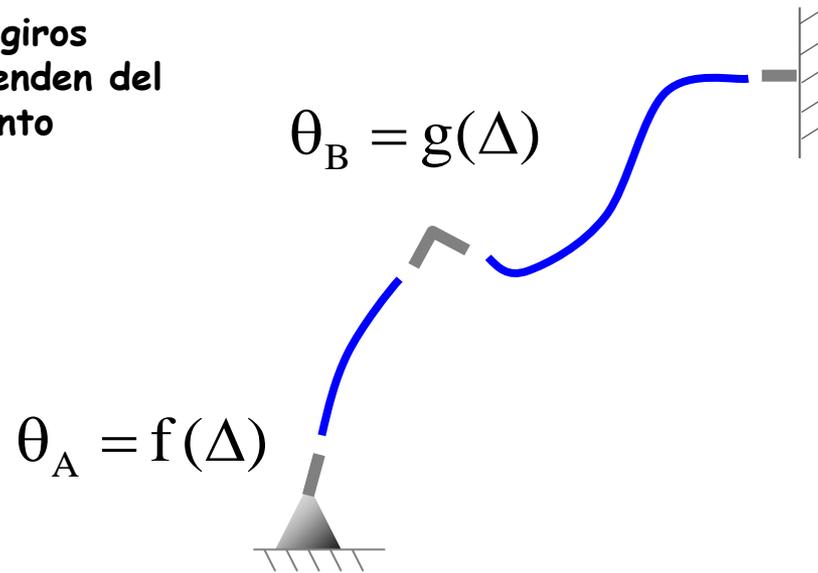


## Observación 4

En estructuras indesplazables con asientos conocidos, los esfuerzos se obtienen sin resolver sistemas de ecuaciones porque la deformada depende únicamente de los asientos

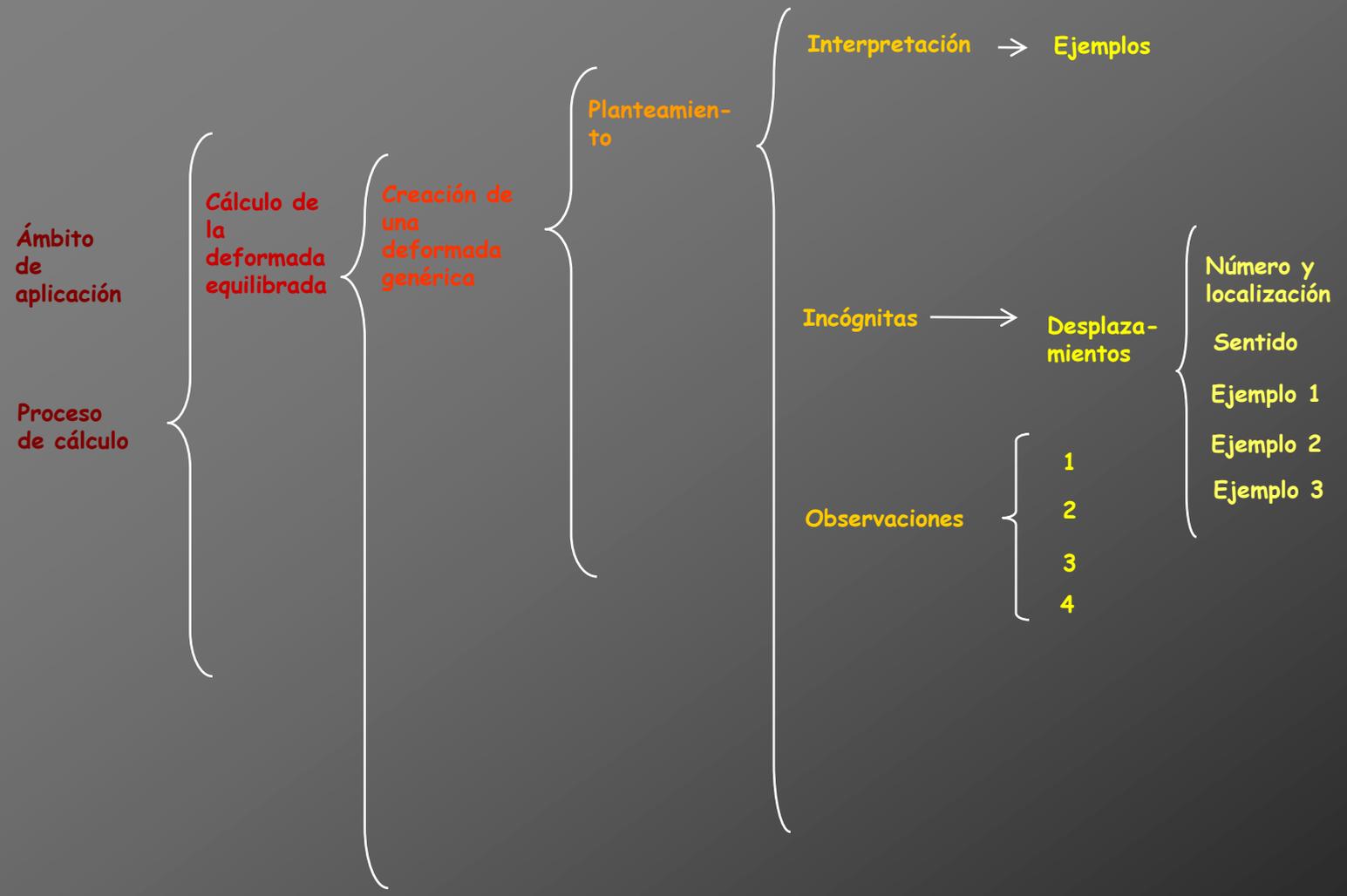
### Ejemplo

Los giros dependen del asiento



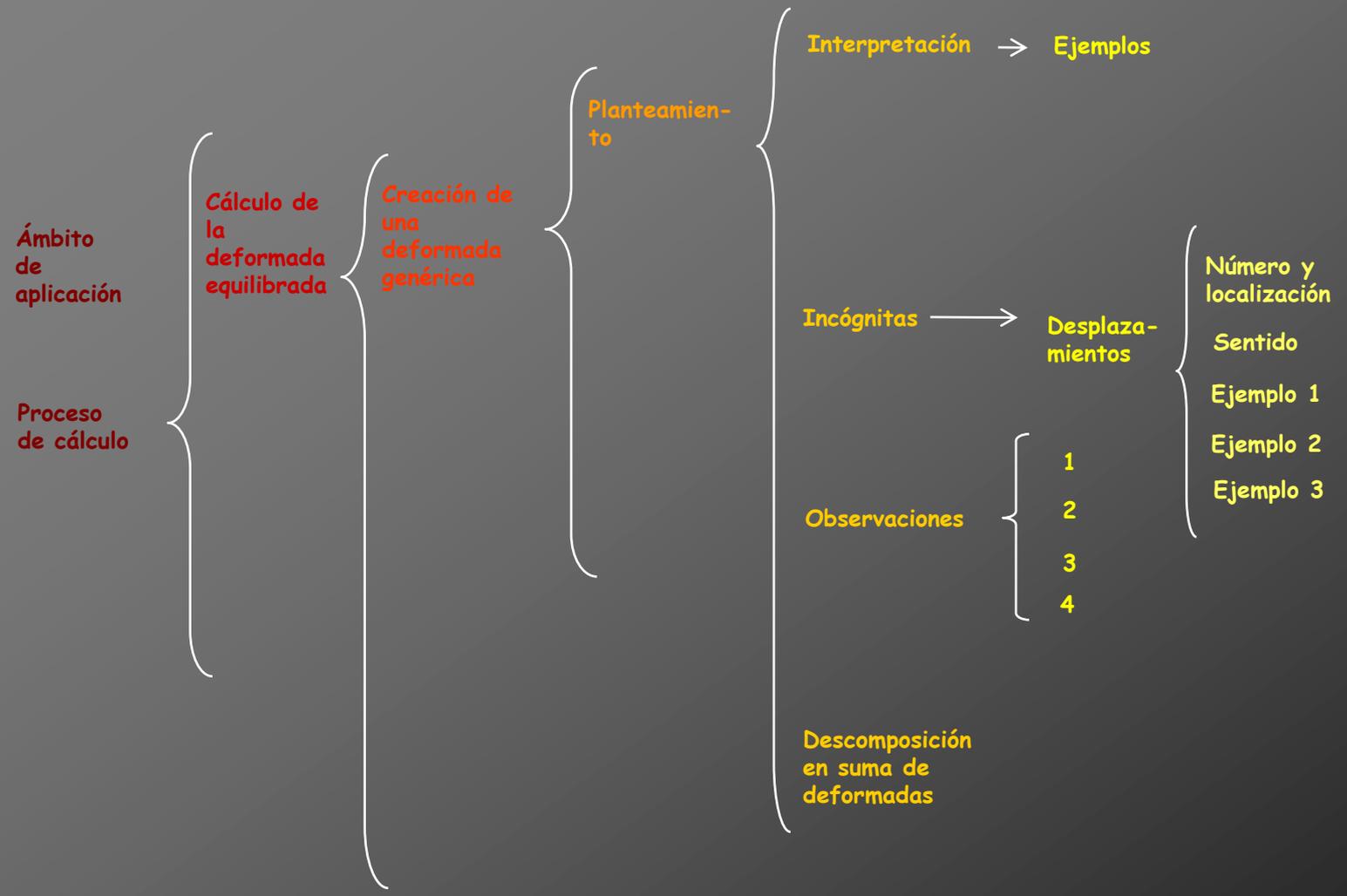


# Método de Cross



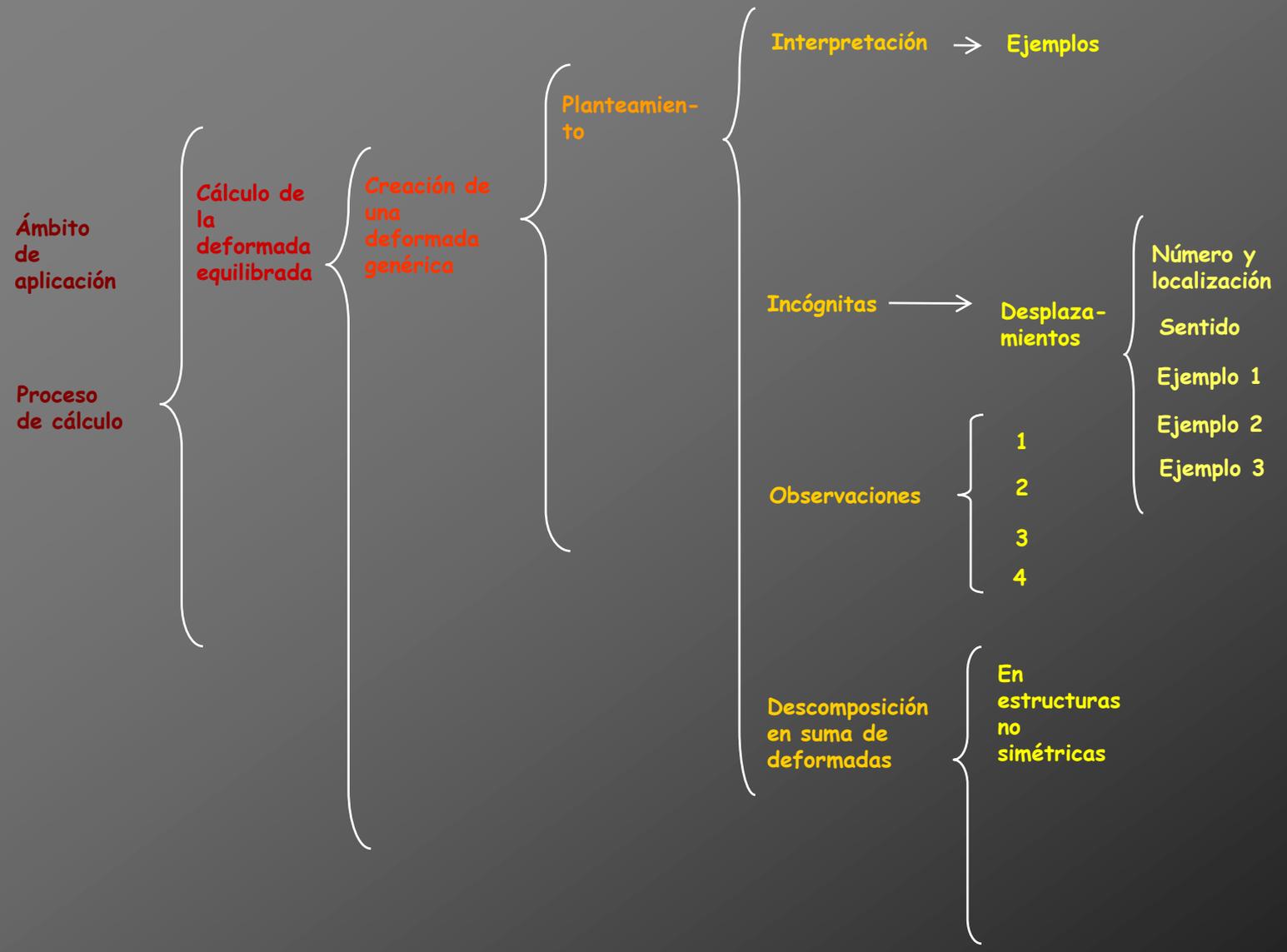


# Método de Cross





# Método de Cross



Ámbito de aplicación

Proceso de cálculo

Cálculo de la deformada equilibrada

Creación de una deformada genérica

Planteamiento

Interpretación → Ejemplos

Incógnitas →

Desplazamientos

Observaciones

- 1
- 2
- 3
- 4

Descomposición en suma de deformadas

En estructuras no simétricas

Número y localización

Sentido

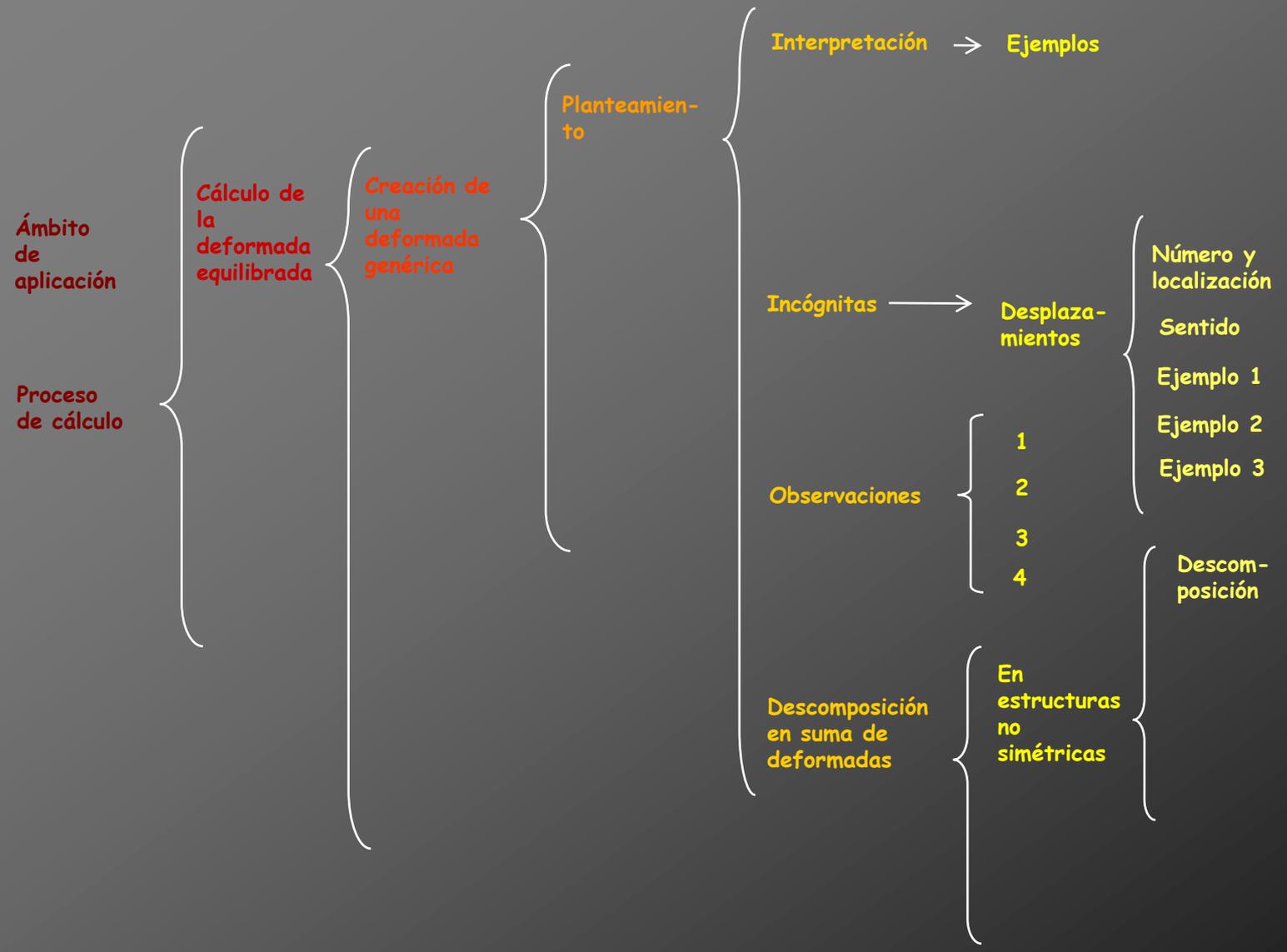
Ejemplo 1

Ejemplo 2

Ejemplo 3



# Método de Cross

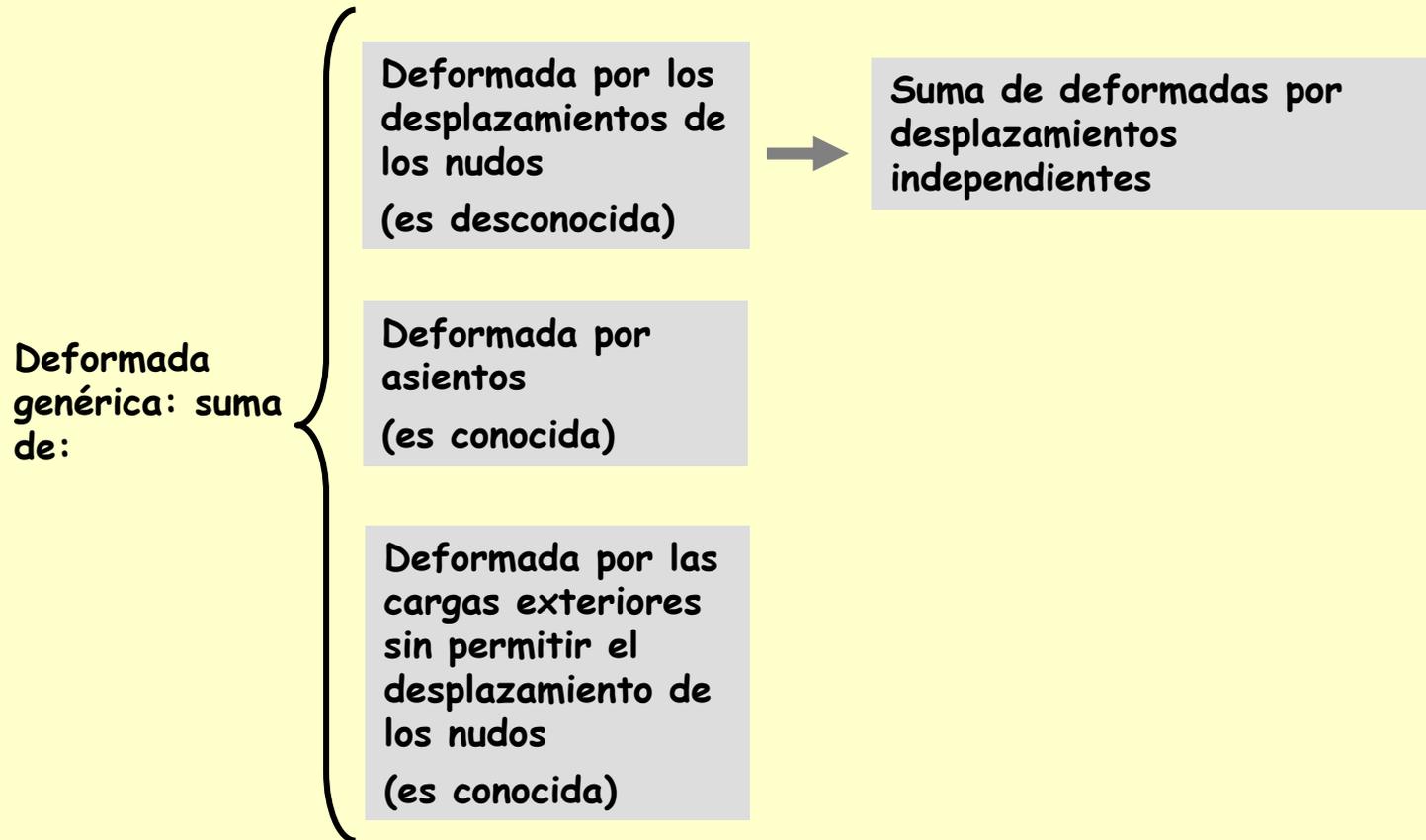




# Descomposición

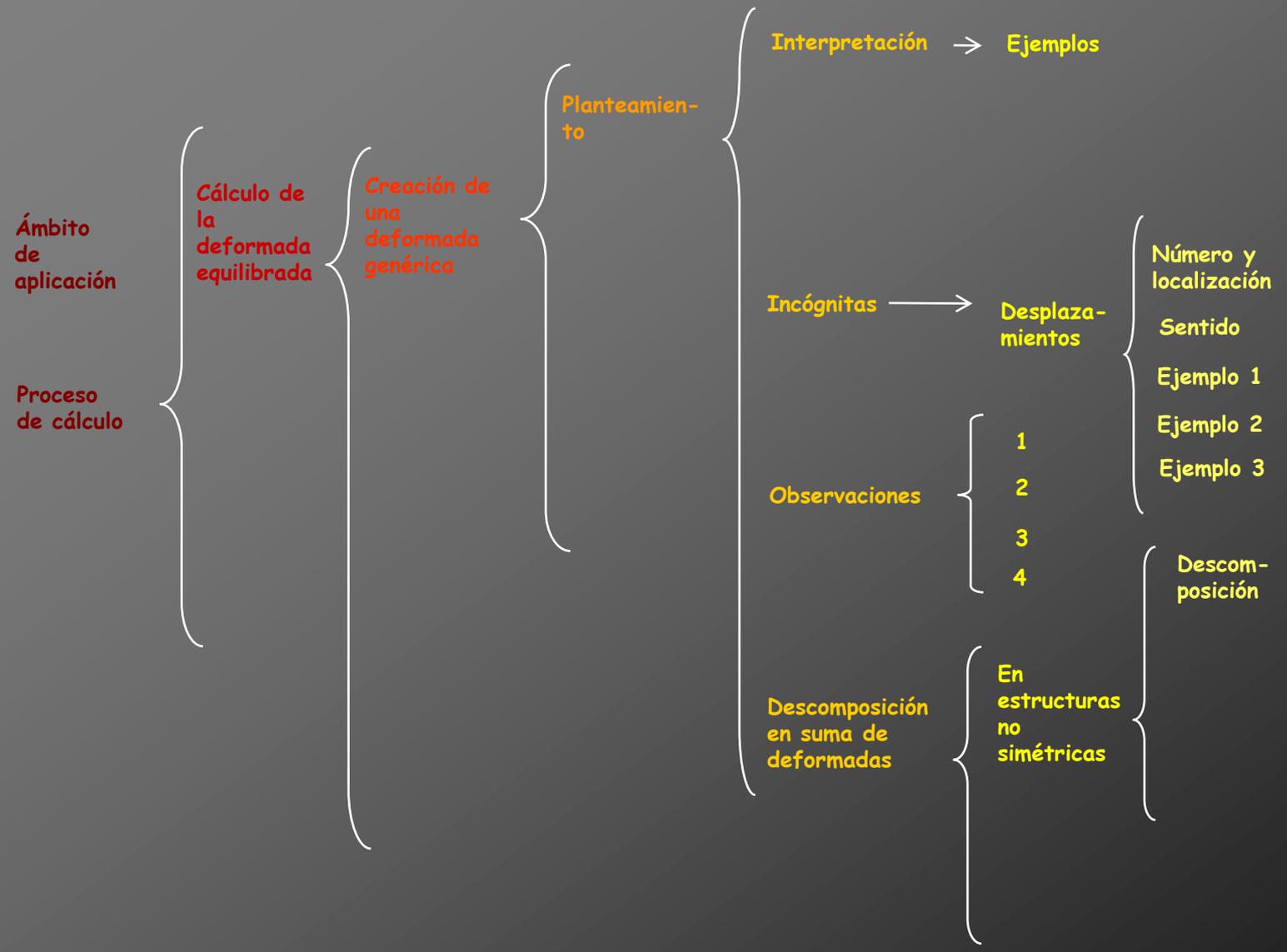


## Descomposición





# Método de Cross



Ámbito de aplicación

Proceso de cálculo

Cálculo de la deformada equilibrada

Creación de una deformada genérica

Planteamiento

Interpretación → Ejemplos

Incógnitas

Desplazamientos

Número y localización

Sentido

Ejemplo 1

Ejemplo 2

Ejemplo 3

Observaciones

- 1
- 2
- 3
- 4

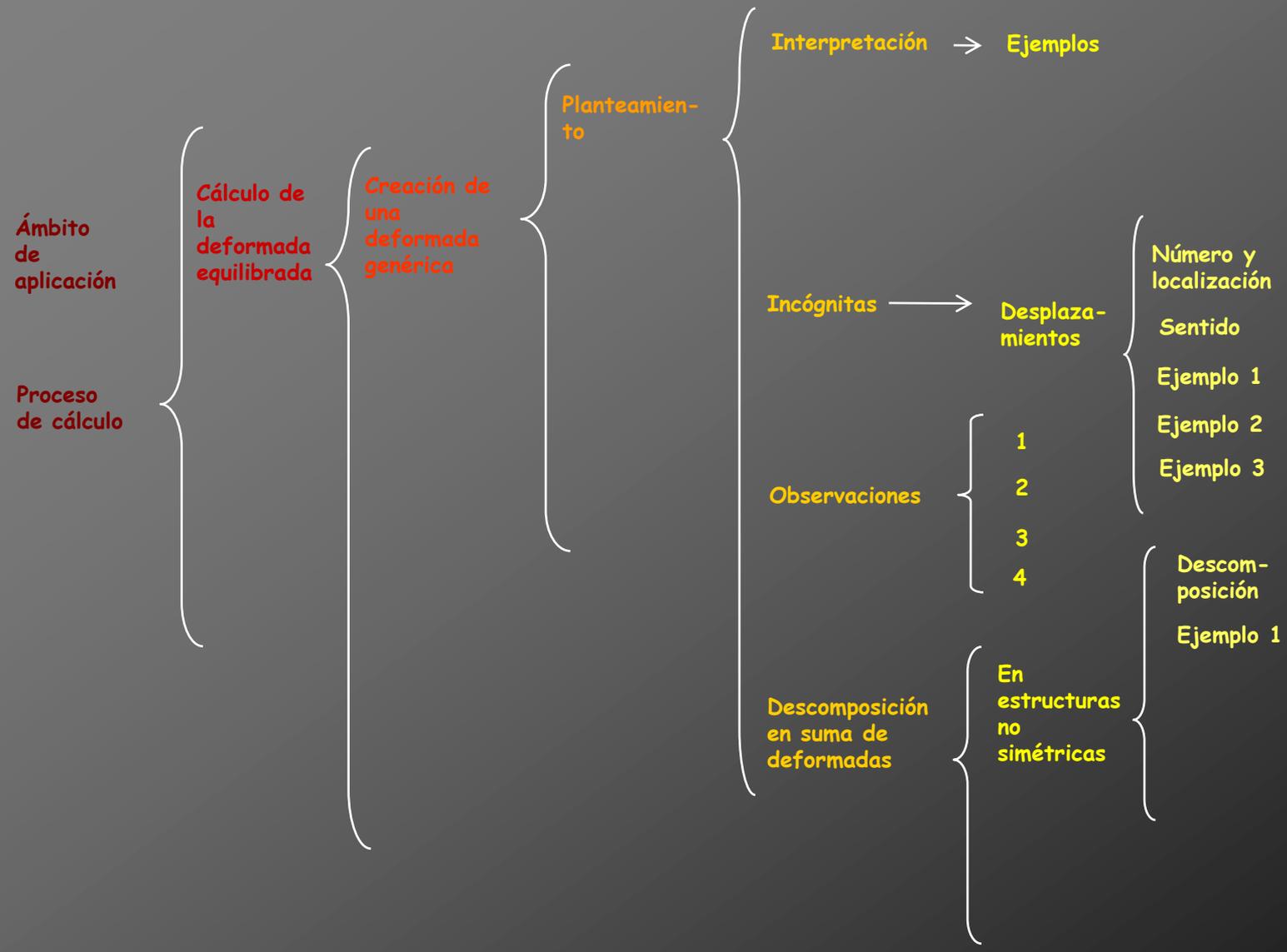
Descomposición

Descomposición en suma de deformadas

En estructuras no simétricas



# Método de Cross

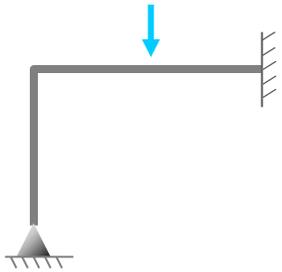




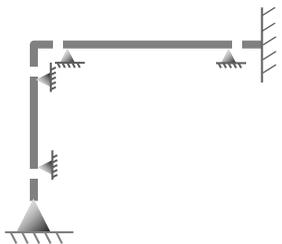
# Ejemplo 1



# Ejemplo 1



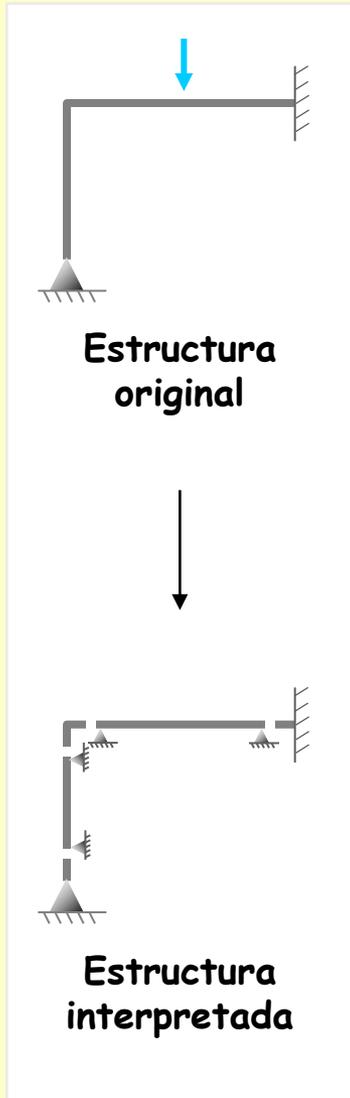
**Estructura original**



**Estructura interpretada**



# Ejemplo 1

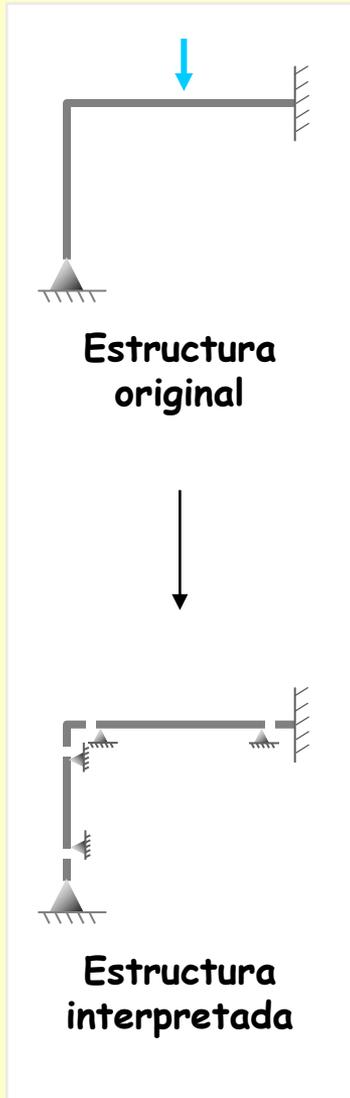


Deformada por los desplazamientos totales de los nudos

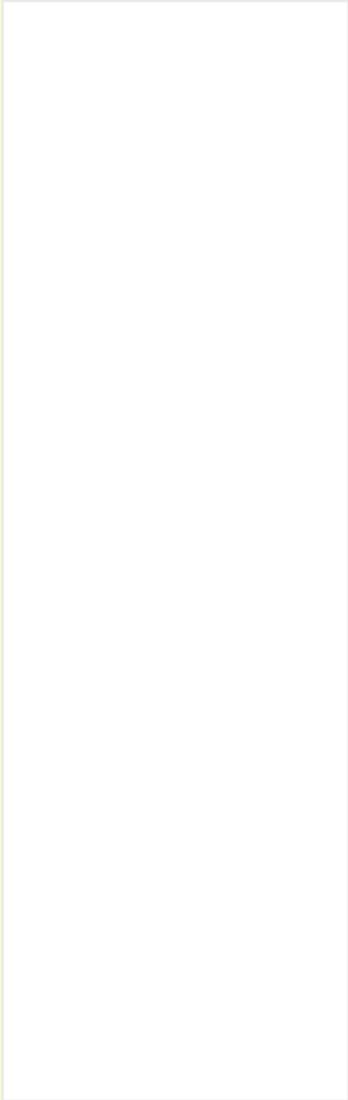




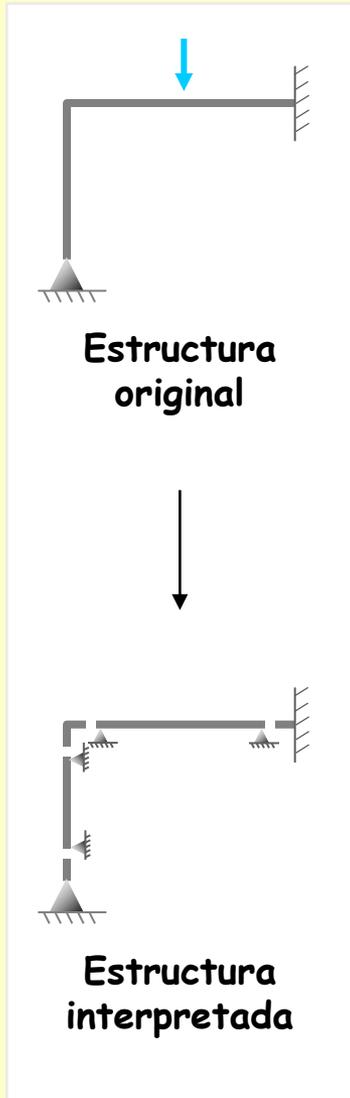
# Ejemplo 1



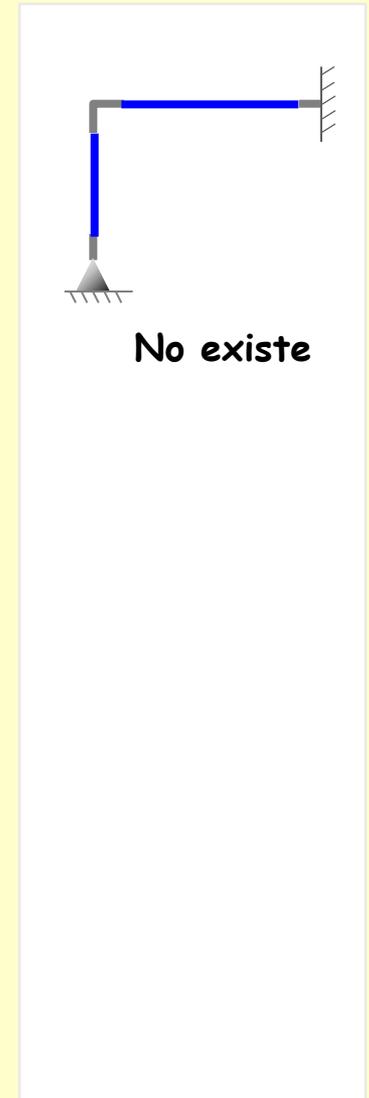
Deformada por los desplazamientos  
totales de los nudos  
(La estructura es indesplazable)



# Ejemplo 1

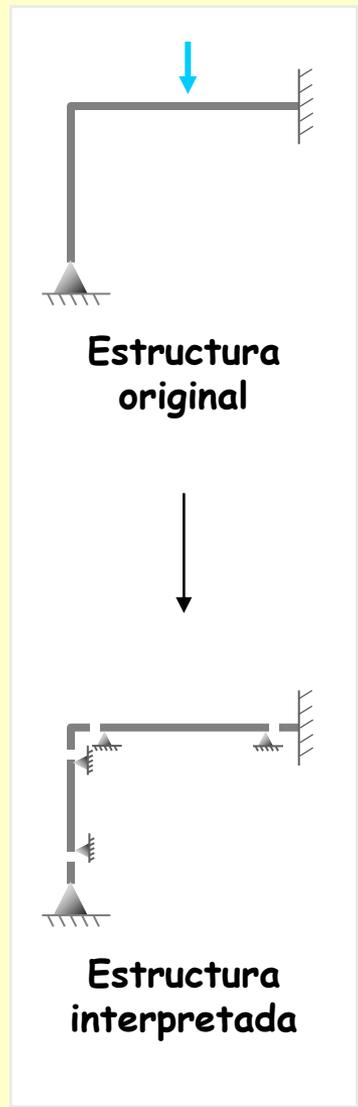


Deformada por los desplazamientos  
totales de los nudos  
(La estructura es indesplazable)





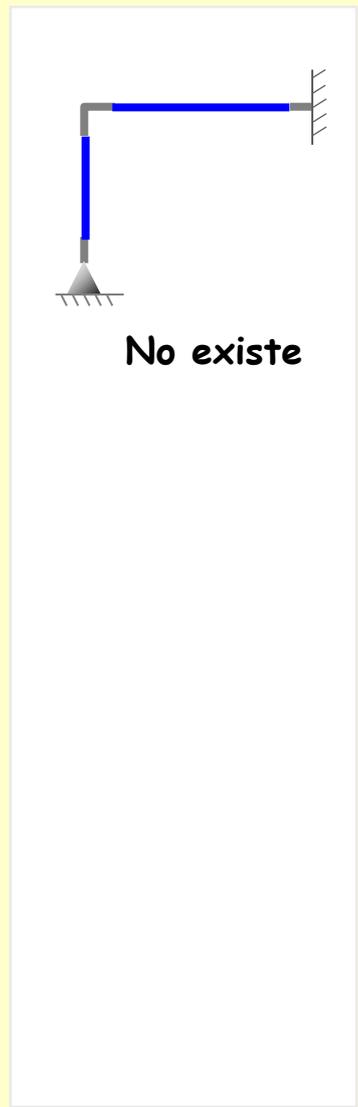
# Ejemplo 1



Deformada por los desplazamientos totales de los nudos  
(La estructura es indesplazable)

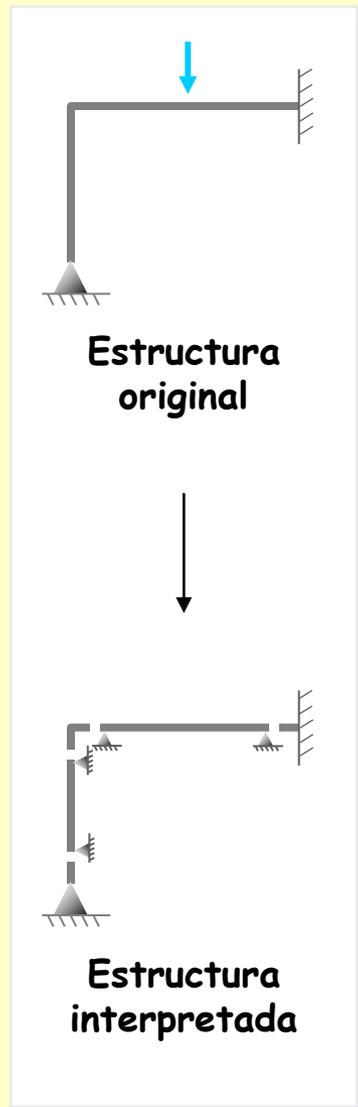
+

Deformada por las acciones exteriores sin permitir los desplazamientos de los nudos  
(Se obtiene de manera aproximada)





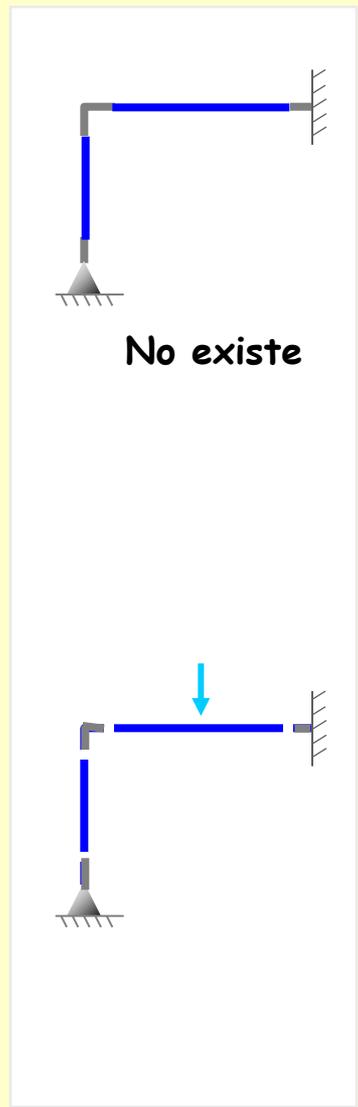
# Ejemplo 1



Deformada por los desplazamientos totales de los nudos  
(La estructura es indesplazable)

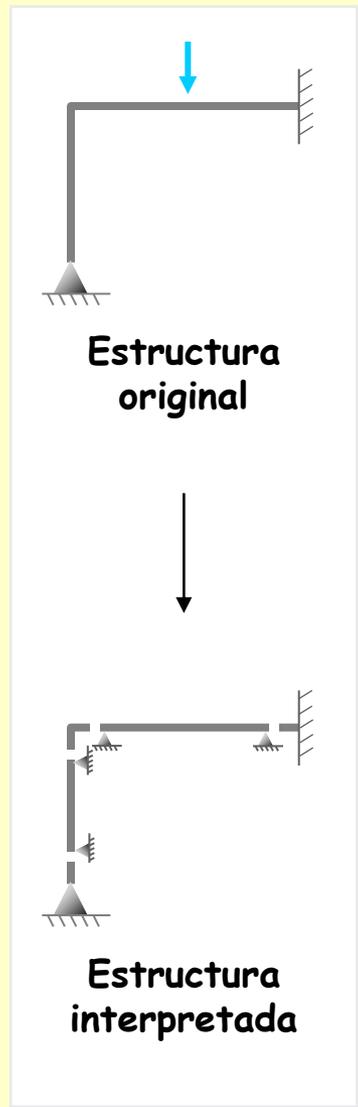
+

Deformada por las acciones exteriores sin permitir los desplazamientos de los nudos  
(Se obtiene de manera aproximada)





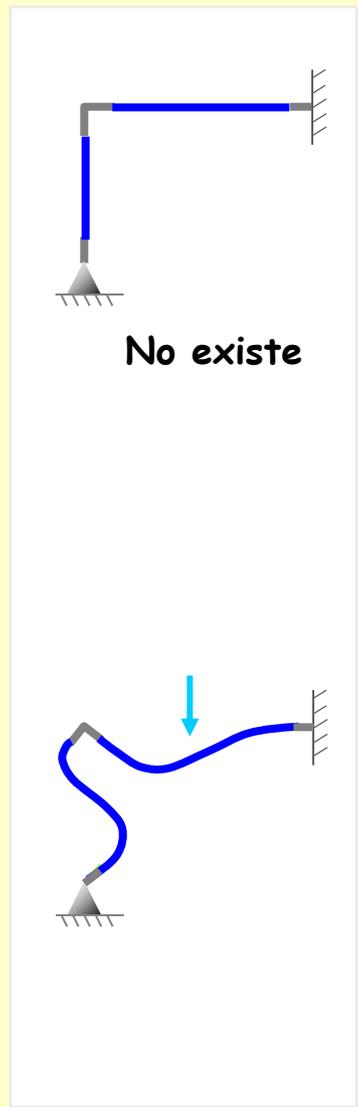
# Ejemplo 1



Deformada por los desplazamientos totales de los nudos  
(La estructura es indesplazable)

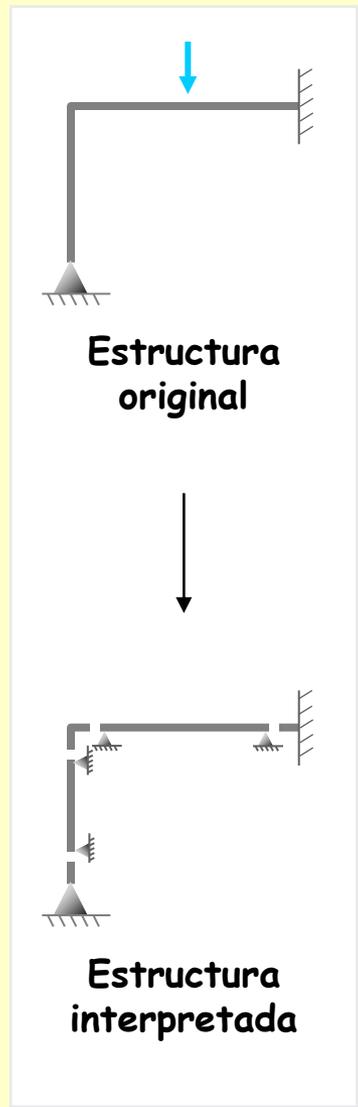
+

Deformada por las acciones exteriores sin permitir los desplazamientos de los nudos  
(Se obtiene de manera aproximada)





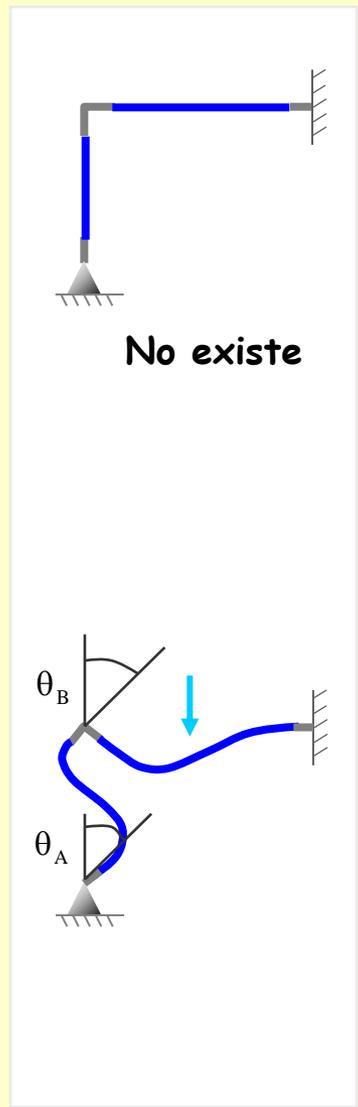
# Ejemplo 1



Deformada por los desplazamientos totales de los nudos  
(La estructura es indesplazable)

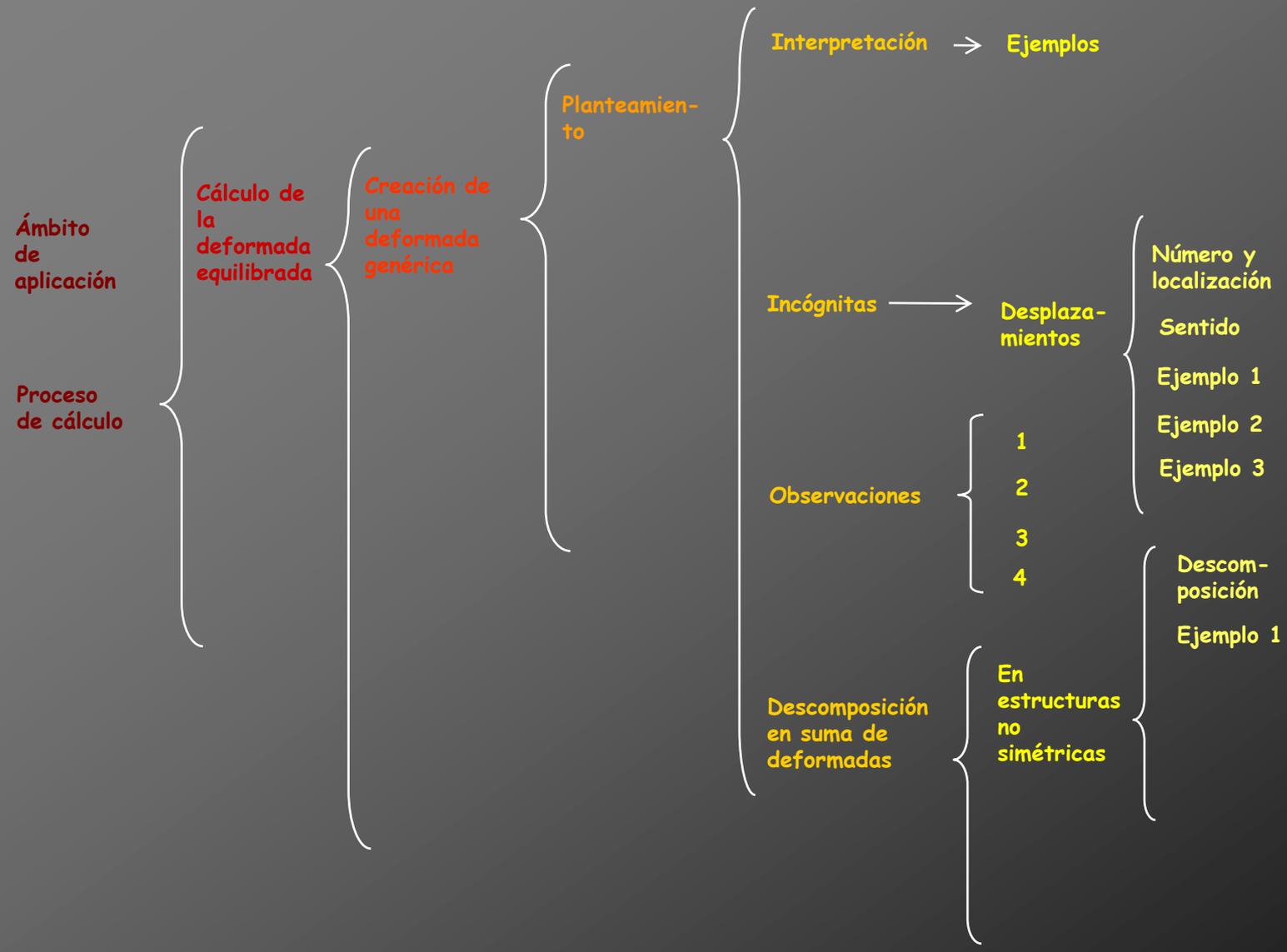
+

Deformada por las acciones exteriores sin permitir los desplazamientos de los nudos  
(Se obtiene de manera aproximada)



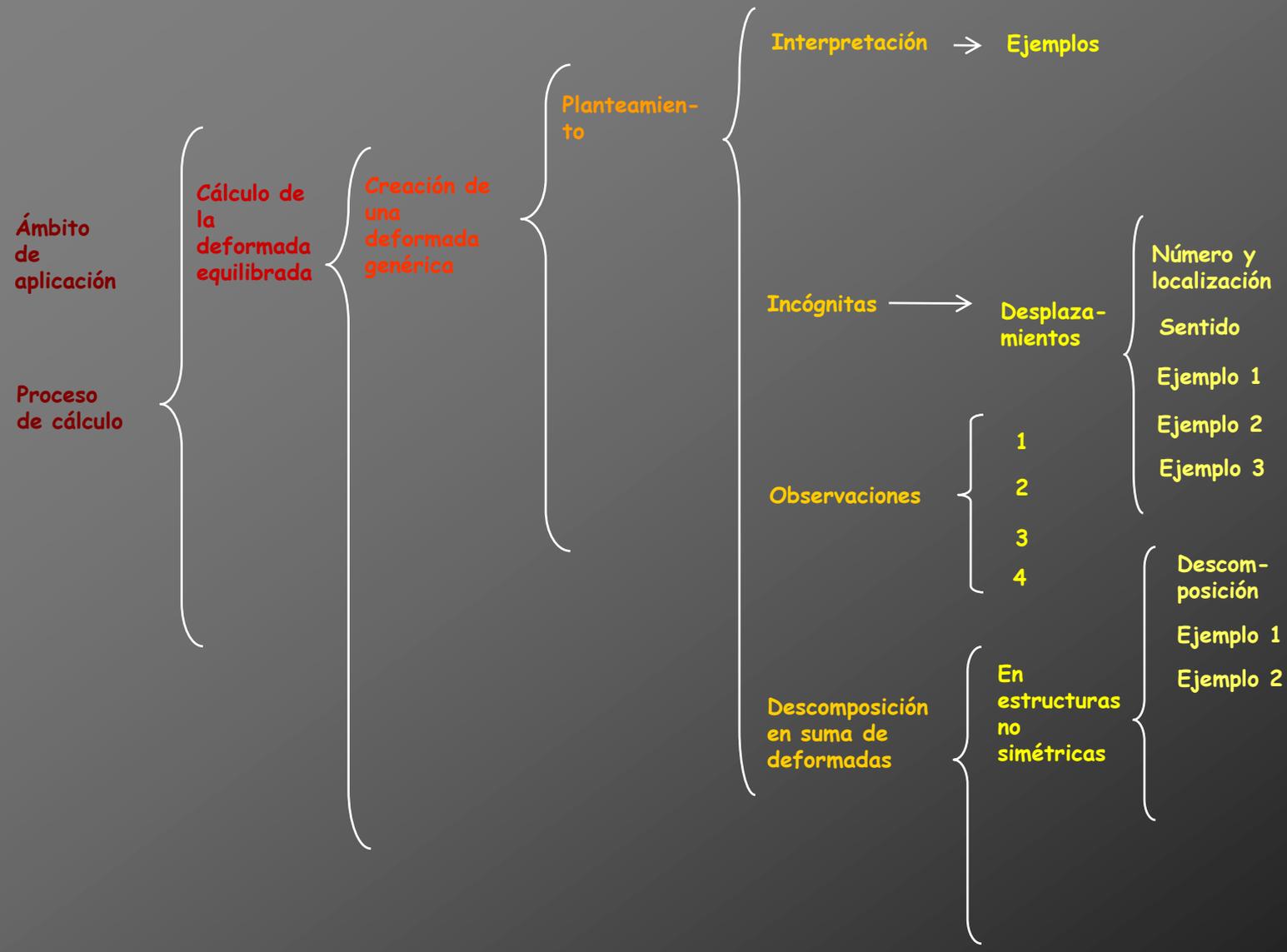


# Método de Cross





# Método de Cross

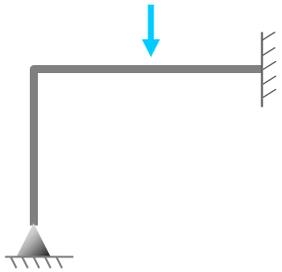




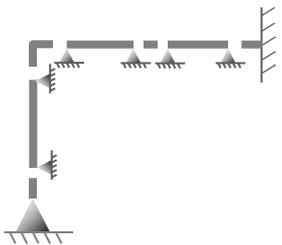
## Ejemplo 2



## Ejemplo 2



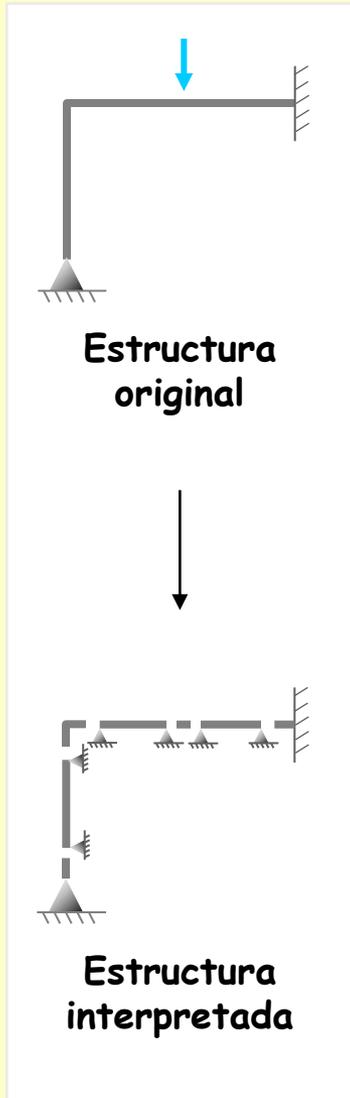
**Estructura original**



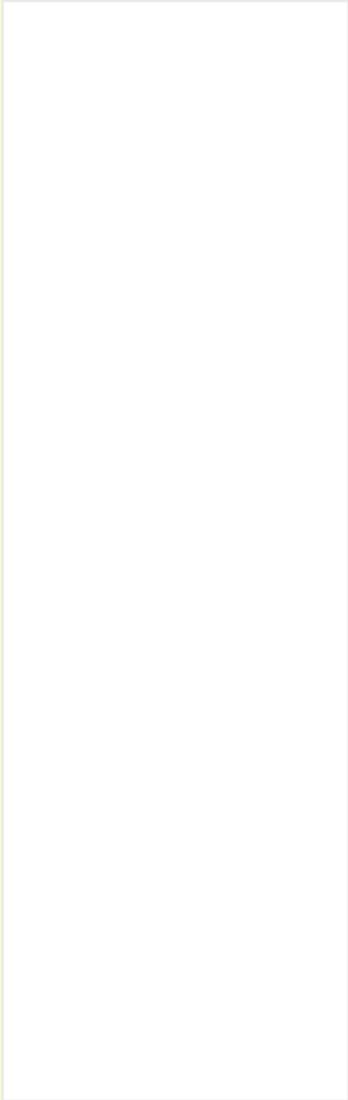
**Estructura interpretada**



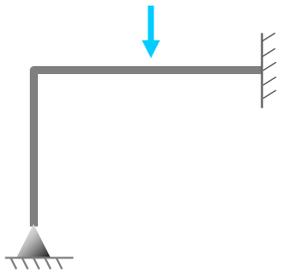
## Ejemplo 2



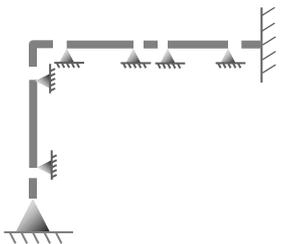
Deformada por los desplazamientos  
totales de los nudos



## Ejemplo 2



**Estructura original**



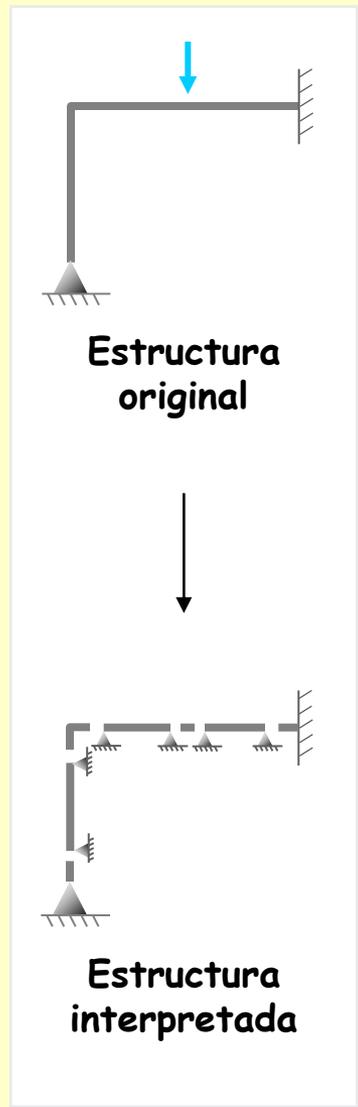
**Estructura interpretada**

**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

**(La estructura tiene un único desplazamiento independiente. Se obtiene de manera aproximada)**

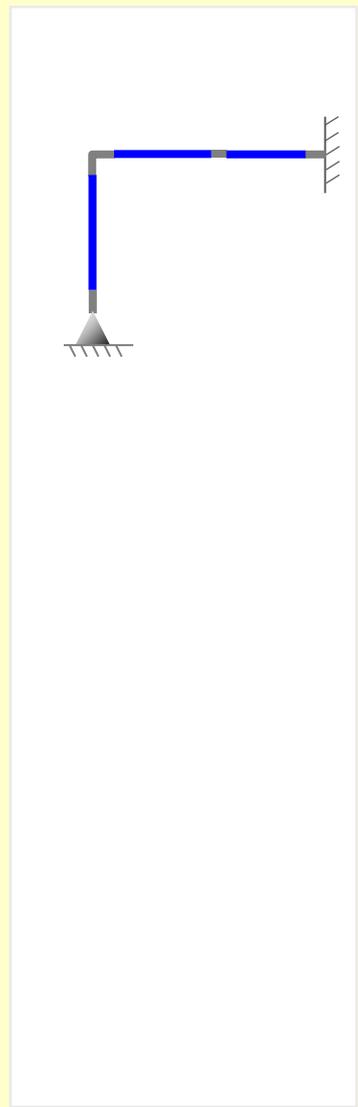


# Ejemplo 2



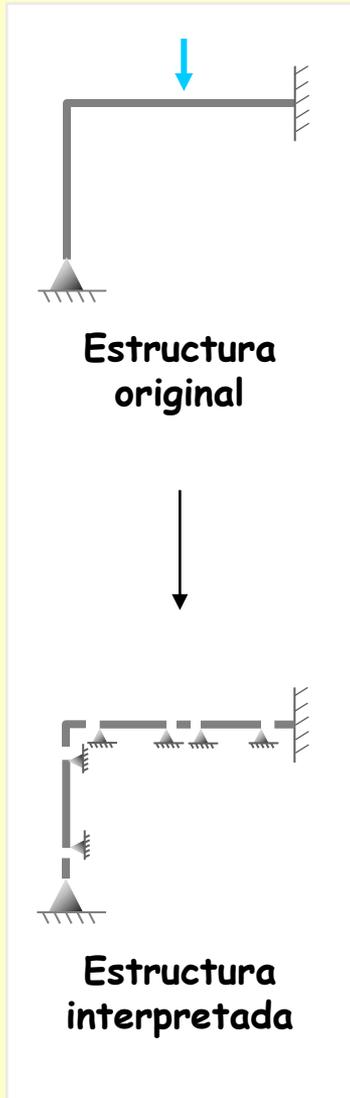
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

**(La estructura tiene un único desplazamiento independiente. Se obtiene de manera aproximada)**



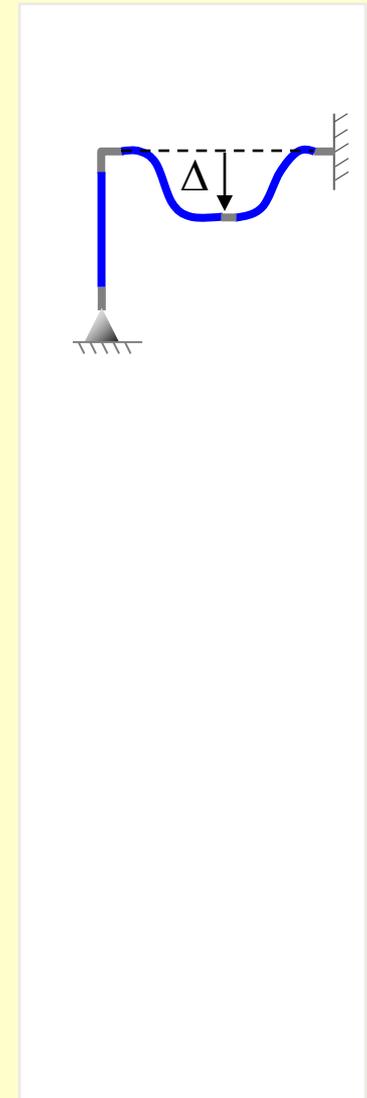


## Ejemplo 2



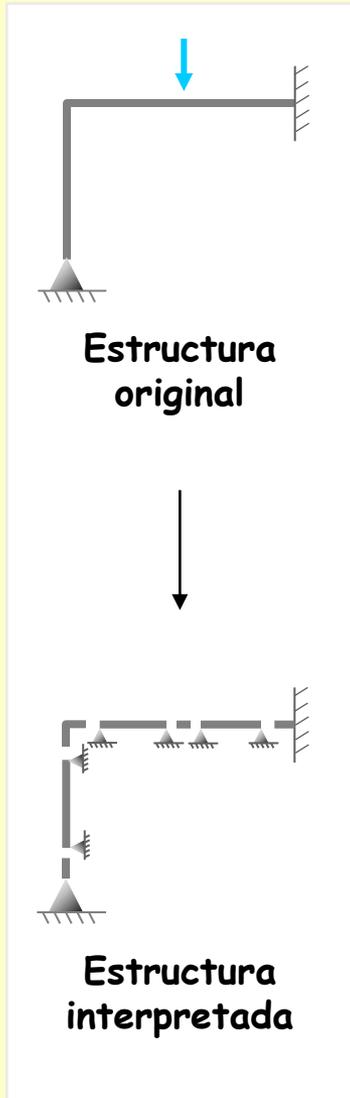
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

**(La estructura tiene un único desplazamiento independiente. Se obtiene de manera aproximada)**



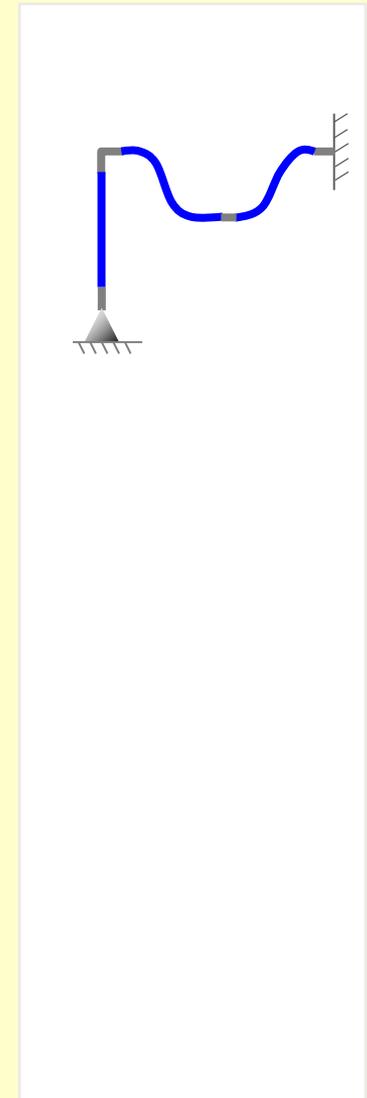


## Ejemplo 2



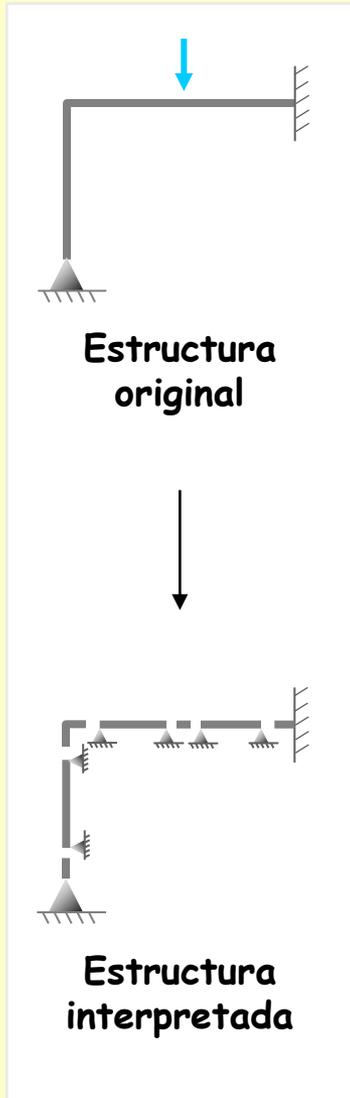
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

**(La estructura tiene un único desplazamiento independiente. Se obtiene de manera aproximada)**



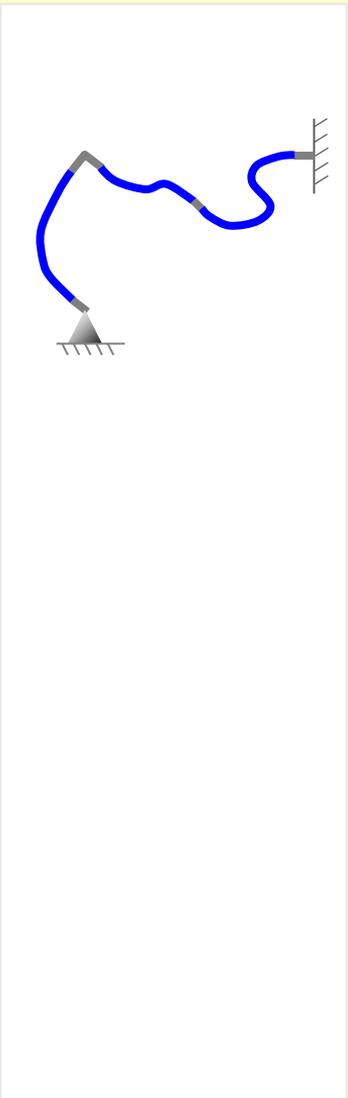


# Ejemplo 2



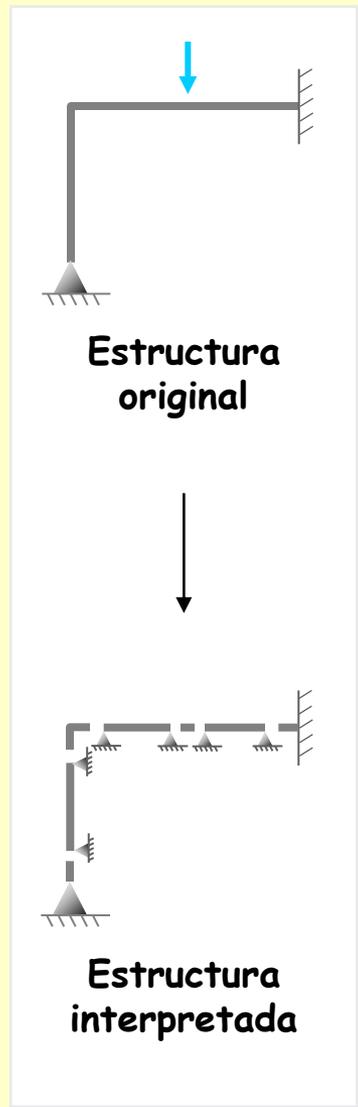
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

**(La estructura tiene un único desplazamiento independiente. Se obtiene de manera aproximada)**



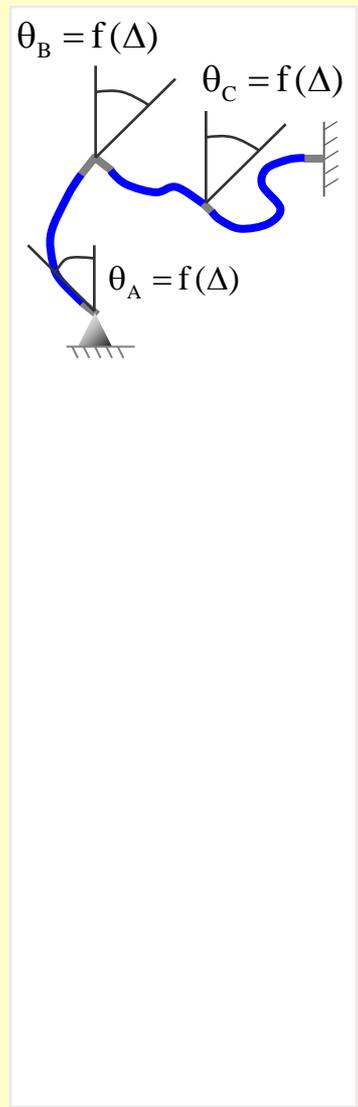


# Ejemplo 2



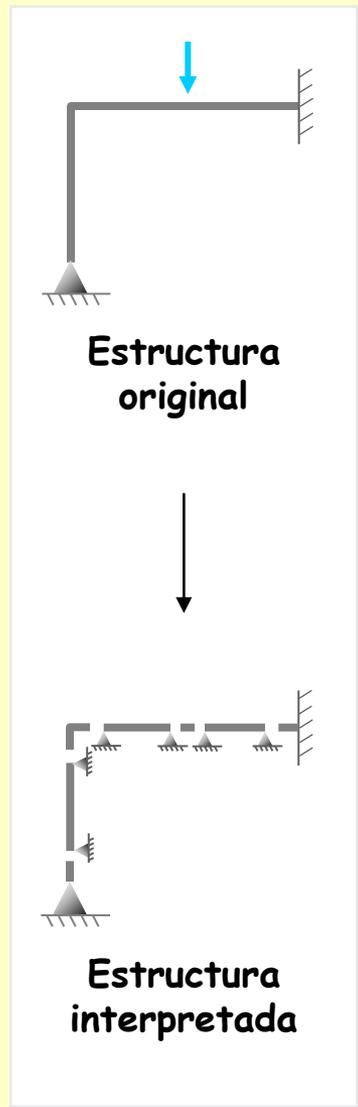
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

**(La estructura tiene un único desplazamiento independiente. Se obtiene de manera aproximada)**





# Ejemplo 2



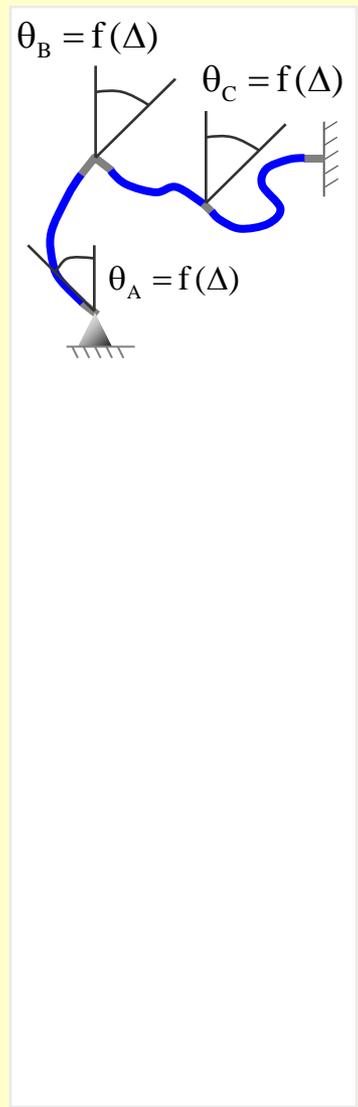
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

(La estructura tiene un único desplazamiento independiente. Se obtiene de manera aproximada)

+

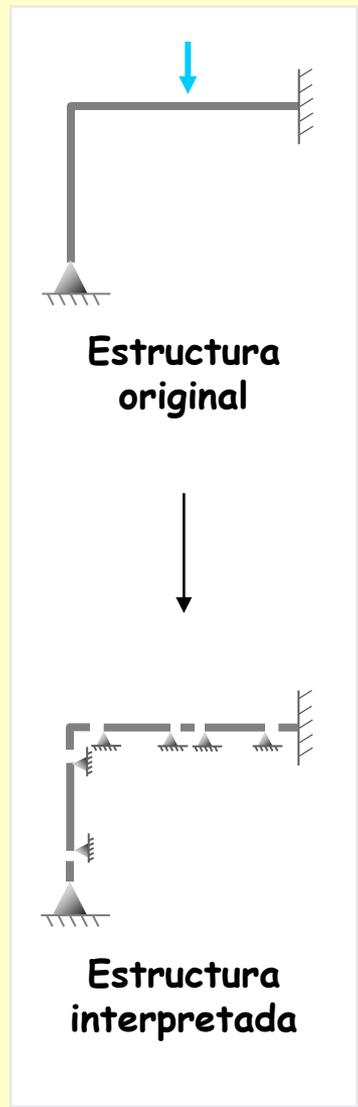
**Deformada por las acciones exteriores sin permitir los desplazamientos de los nudos**

(La carga exterior está aplicada en un nudo y no existe deformada)





# Ejemplo 2



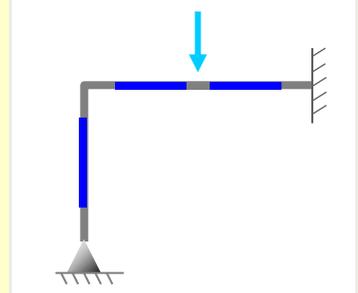
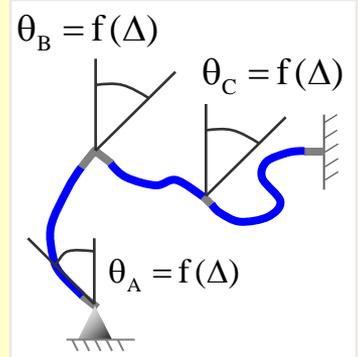
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

(La estructura tiene un único desplazamiento independiente. Se obtiene de manera aproximada)

+

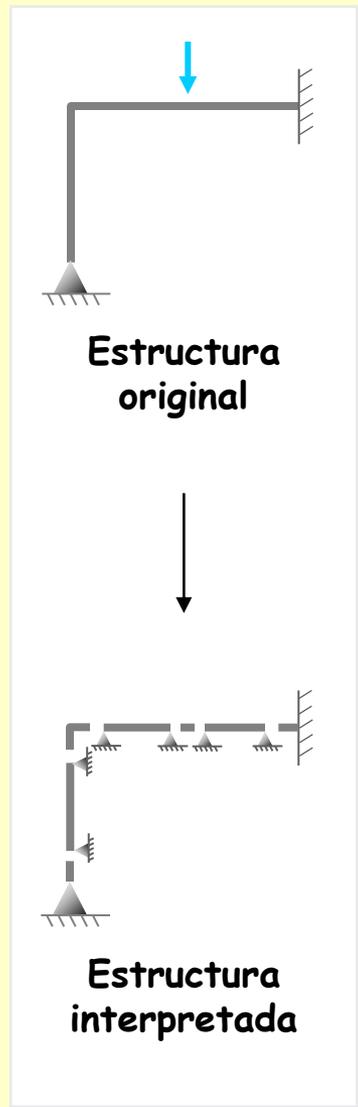
**Deformada por las acciones exteriores sin permitir los desplazamientos de los nudos**

(La carga exterior está aplicada en un nudo y no existe deformada)





# Ejemplo 2



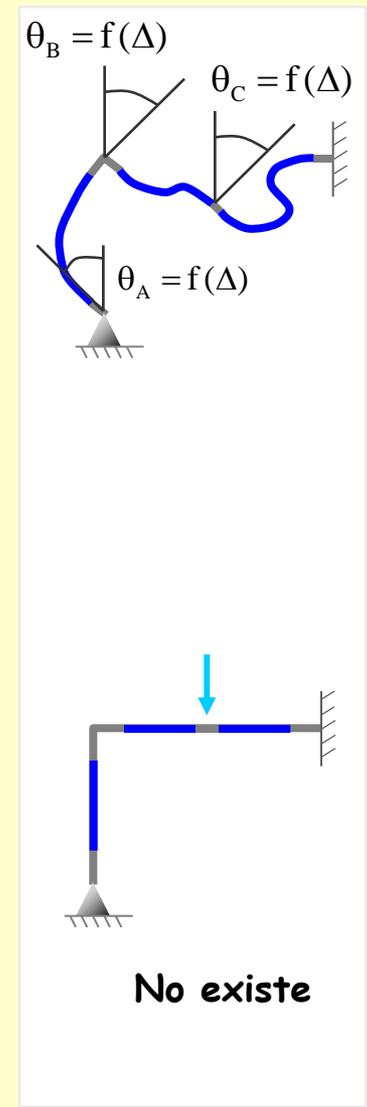
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

(La estructura tiene un único desplazamiento independiente. Se obtiene de manera aproximada)

+

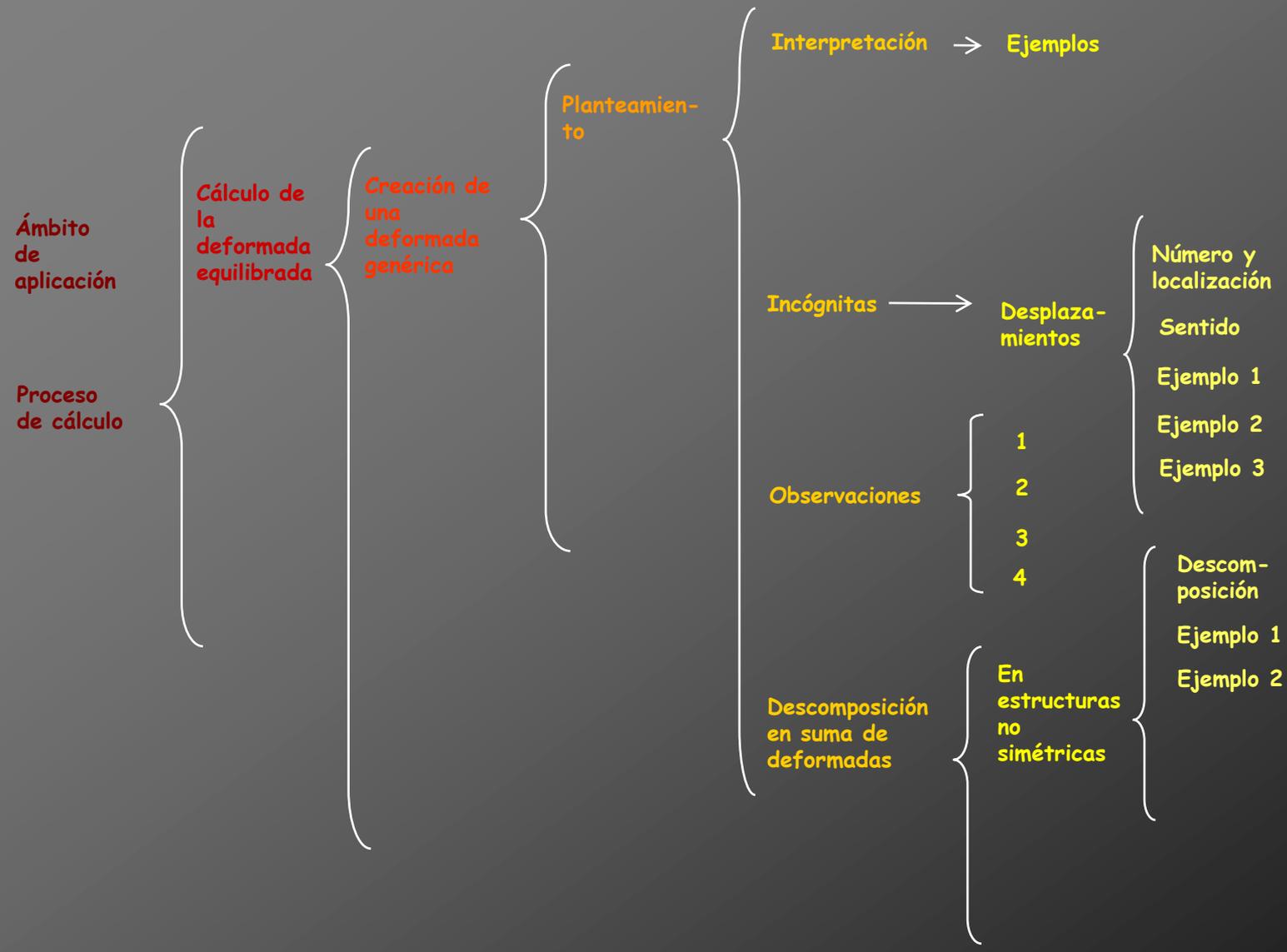
**Deformada por las acciones exteriores sin permitir los desplazamientos de los nudos**

(La carga exterior está aplicada en un nudo y no existe deformada)



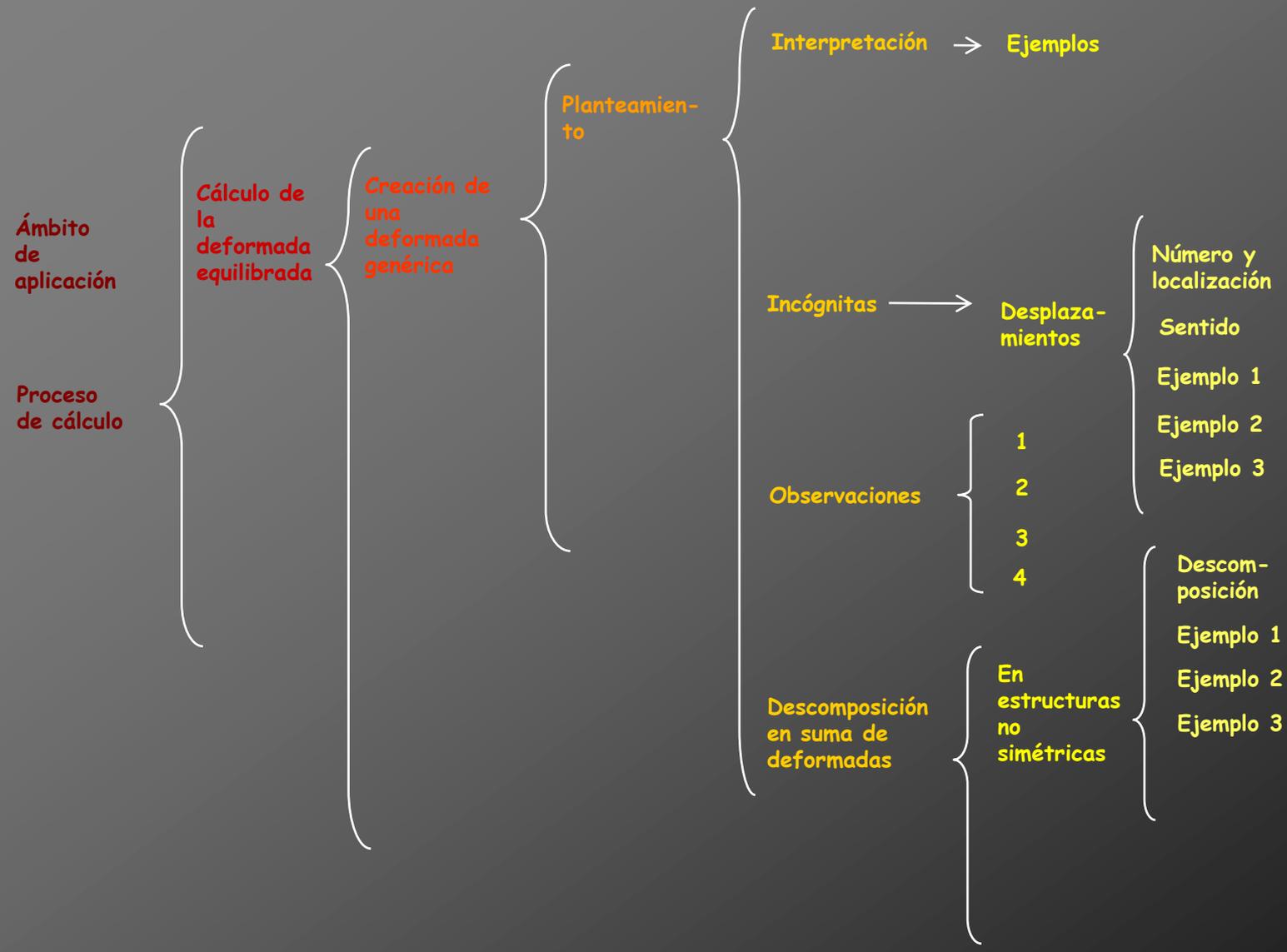


# Método de Cross





# Método de Cross

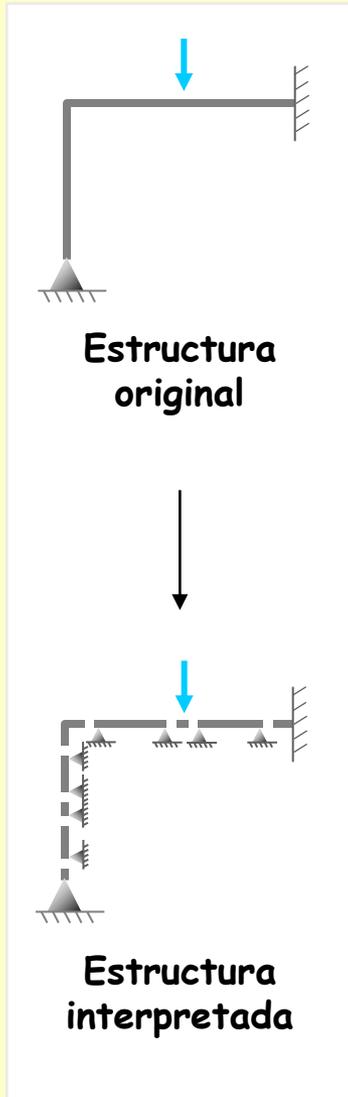




## Ejemplo 3

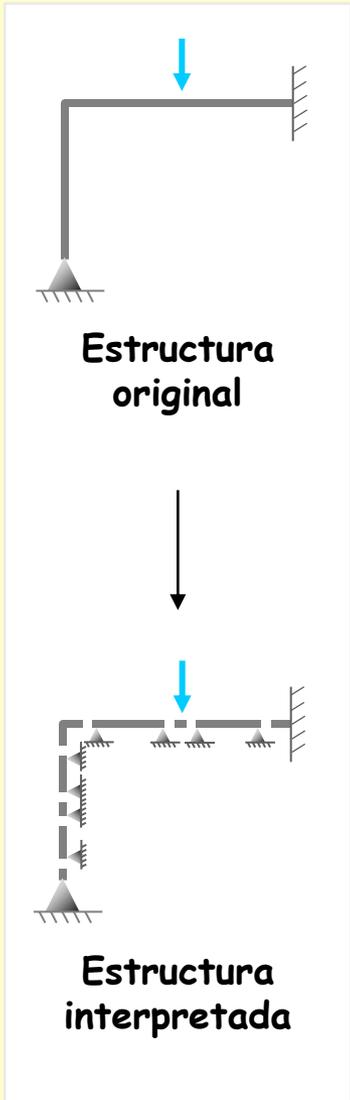


## Ejemplo 3

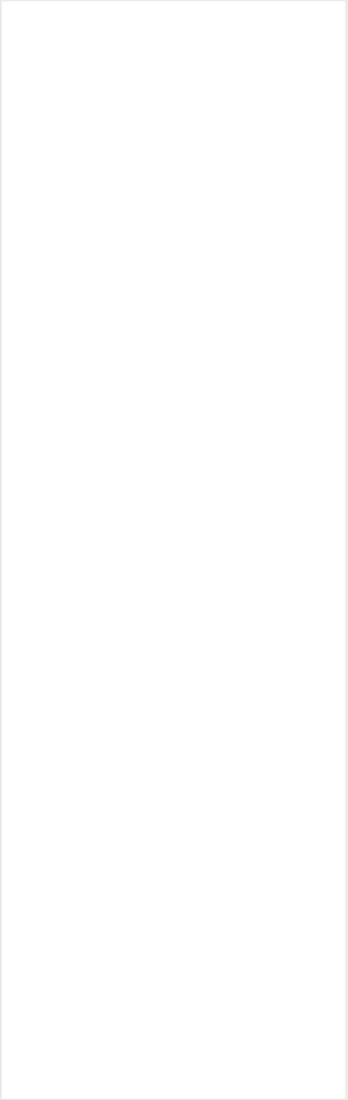




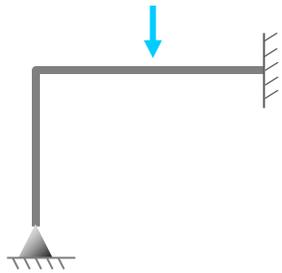
# Ejemplo 3



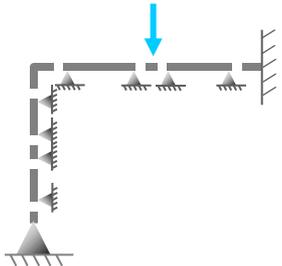
Deformada por los desplazamientos totales de los nudos



## Ejemplo 3



**Estructura original**



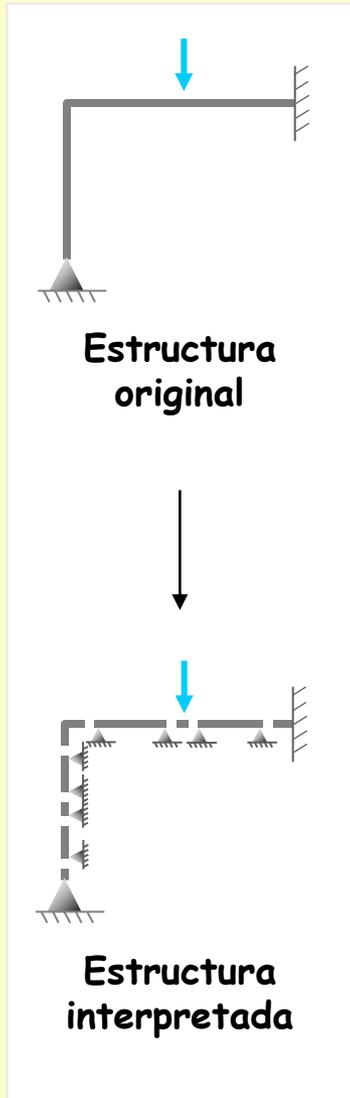
**Estructura interpretada**

**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

(La estructura tiene dos desplazamientos independientes. La deformada de cada desplazamiento se obtiene de manera aproximada)

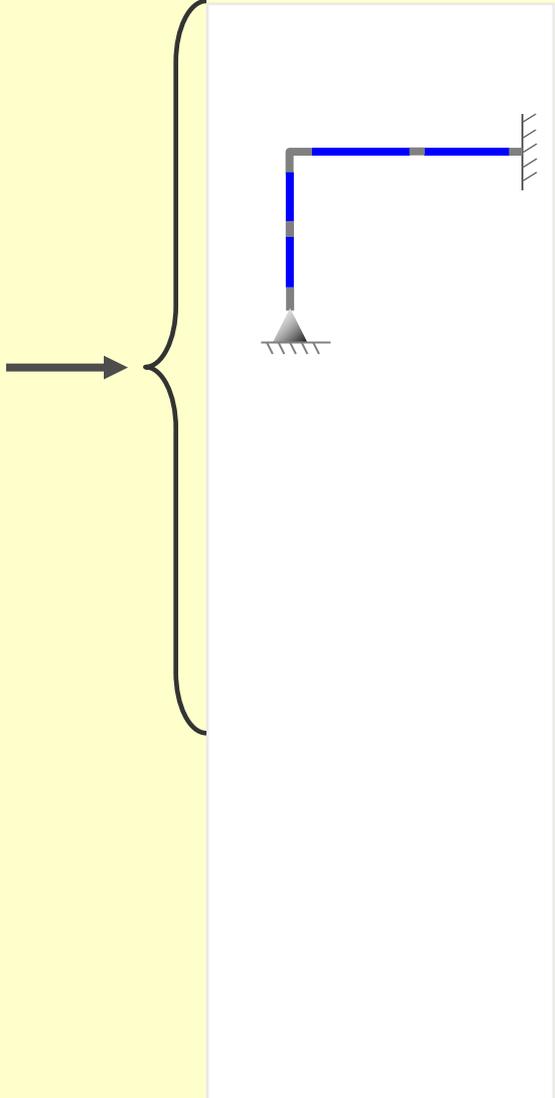


# Ejemplo 3



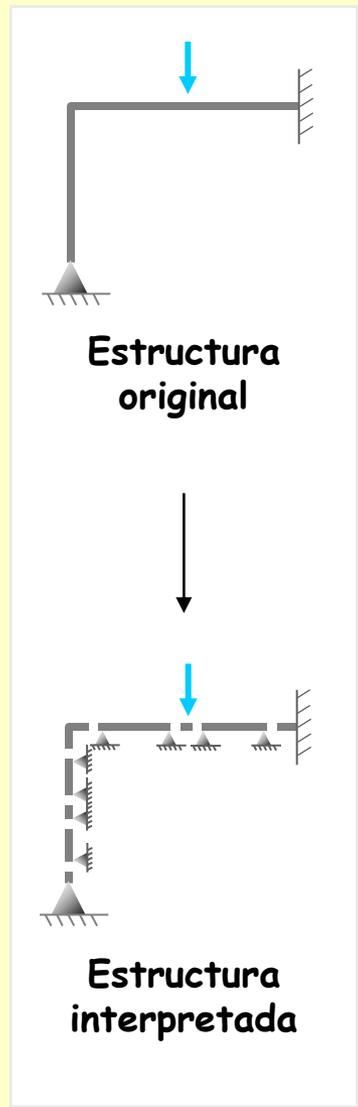
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

(La estructura tiene dos desplazamientos independientes. La deformada de cada desplazamiento se obtiene de manera aproximada)



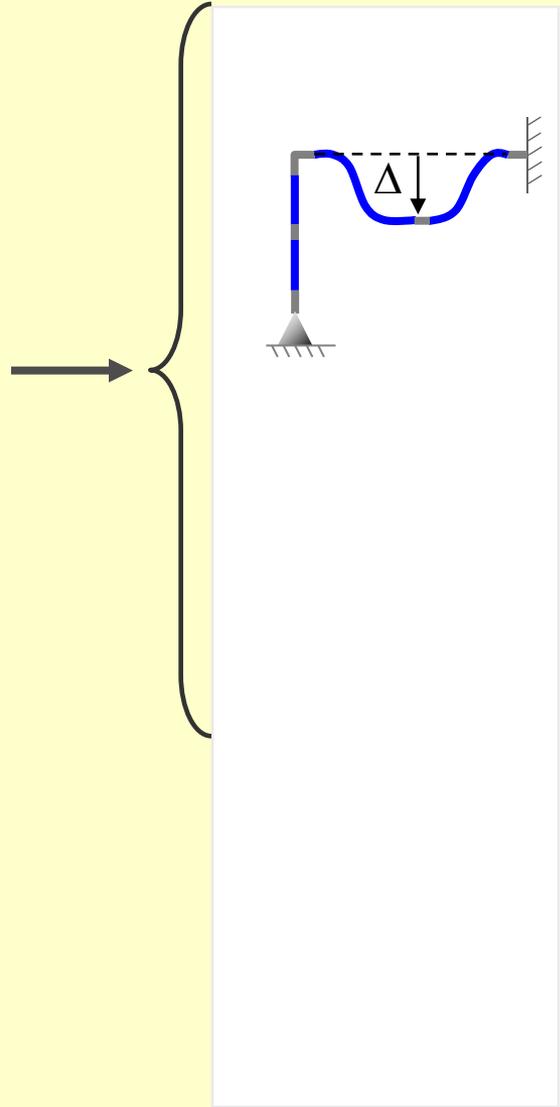


# Ejemplo 3



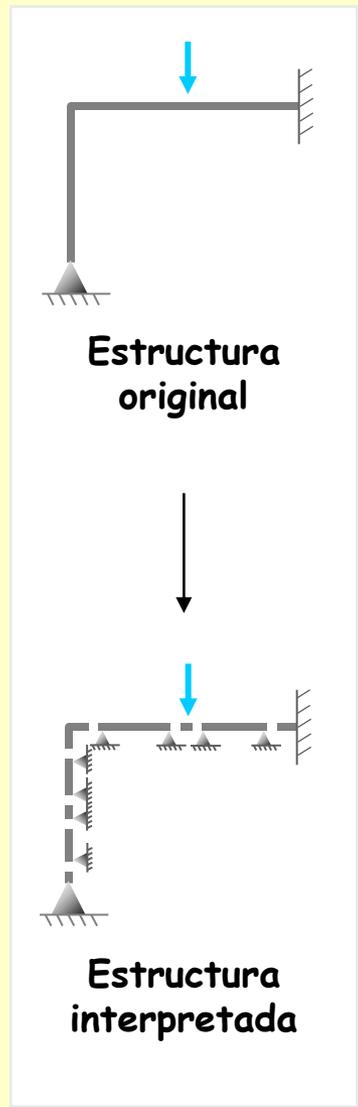
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

(La estructura tiene dos desplazamientos independientes. La deformada de cada desplazamiento se obtiene de manera aproximada)



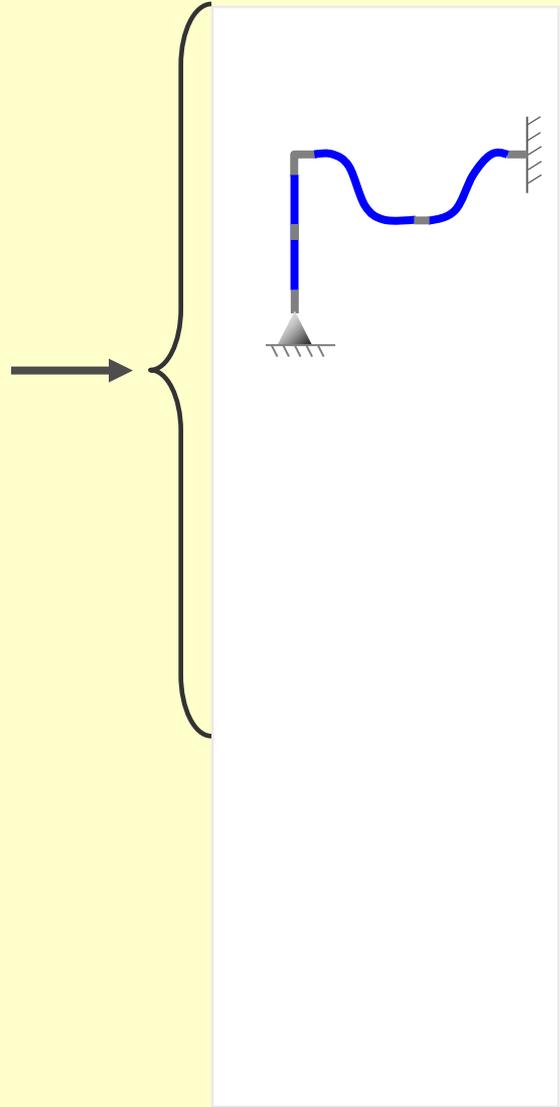


# Ejemplo 3



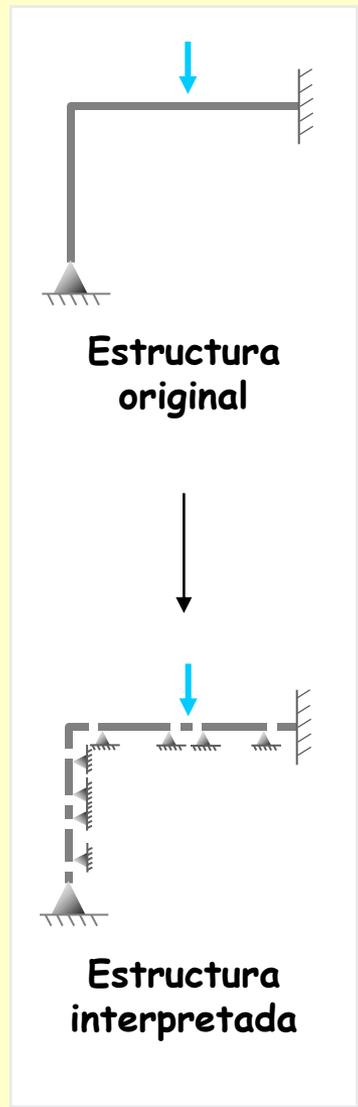
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

(La estructura tiene dos desplazamientos independientes. La deformada de cada desplazamiento se obtiene de manera aproximada)



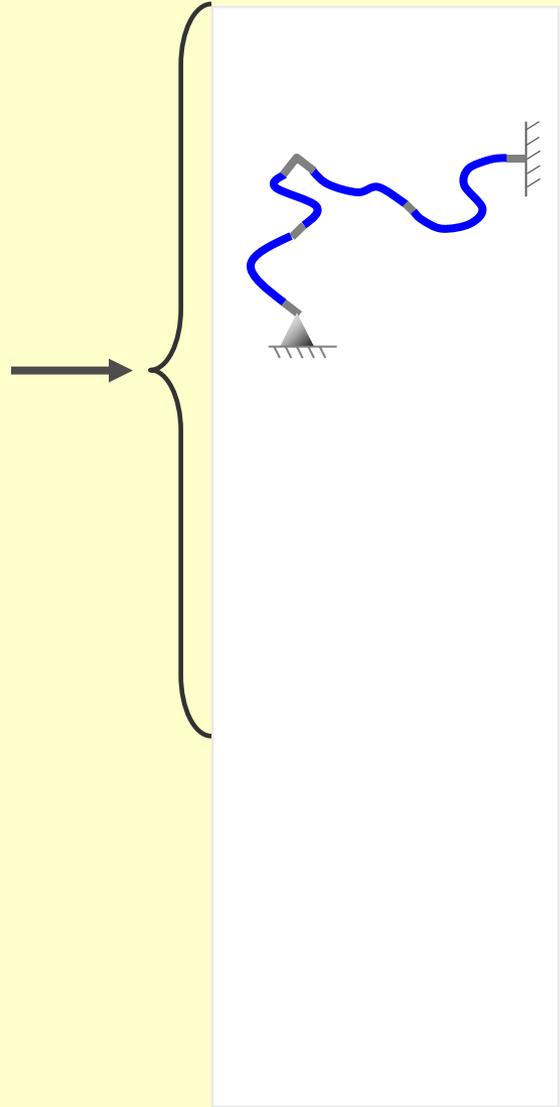


# Ejemplo 3



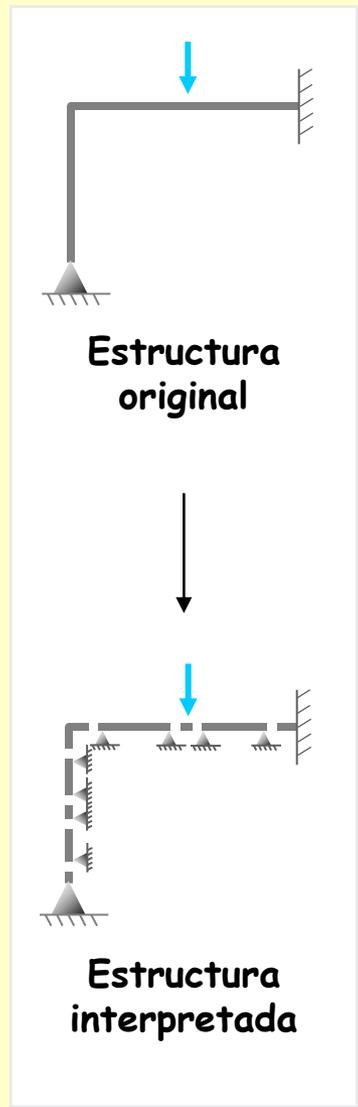
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

(La estructura tiene dos desplazamientos independientes. La deformada de cada desplazamiento se obtiene de manera aproximada)





# Ejemplo 3



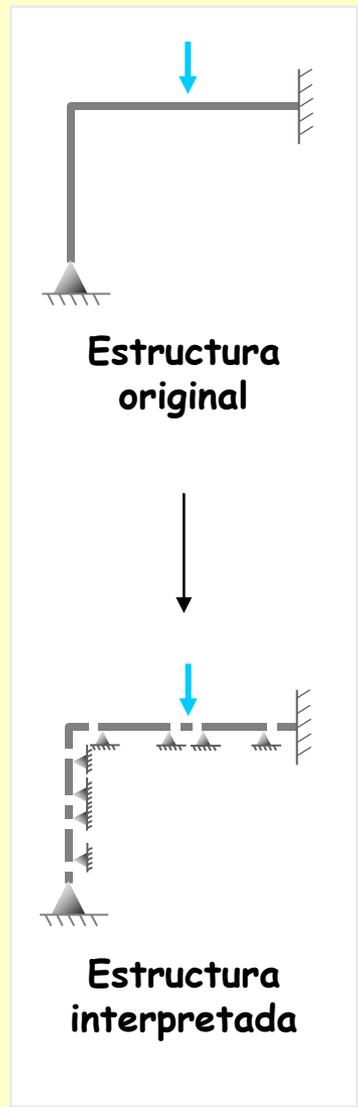
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

(La estructura tiene dos desplazamientos independientes. La deformada de cada desplazamiento se obtiene de manera aproximada)



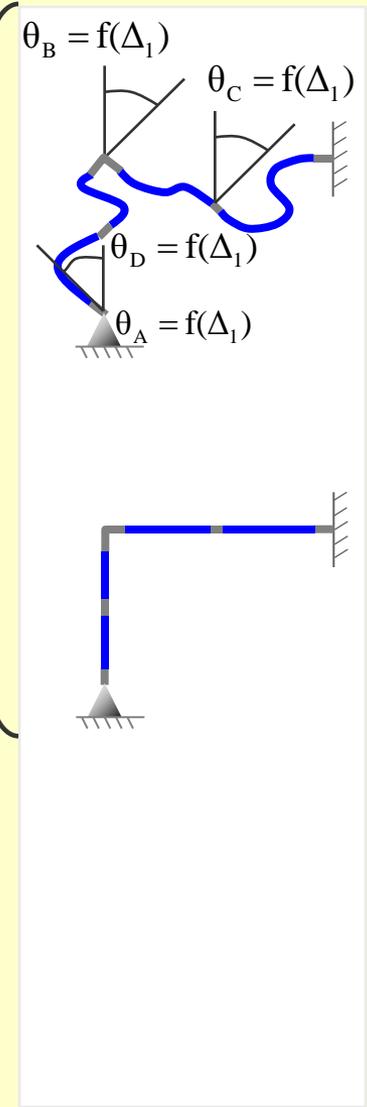


# Ejemplo 3



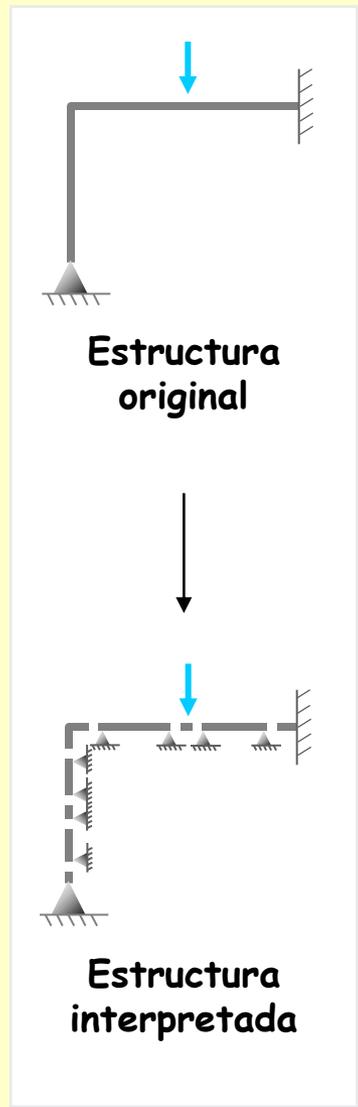
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

(La estructura tiene dos desplazamientos independientes. La deformada de cada desplazamiento se obtiene de manera aproximada)



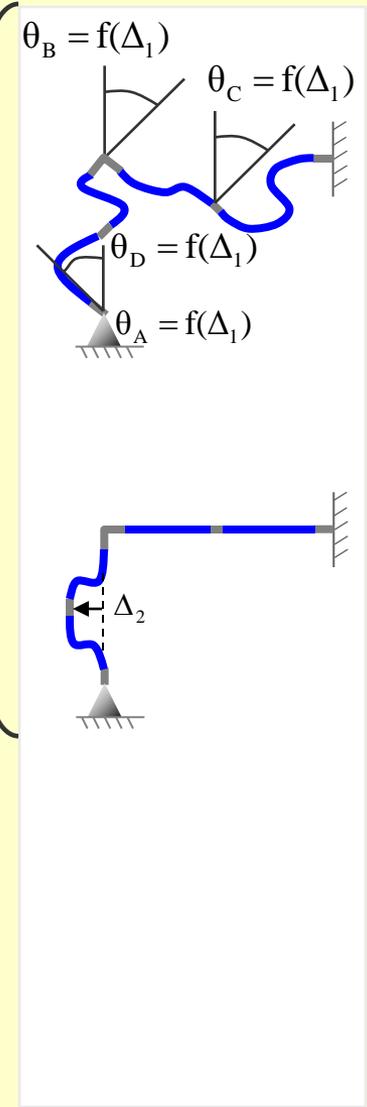


# Ejemplo 3



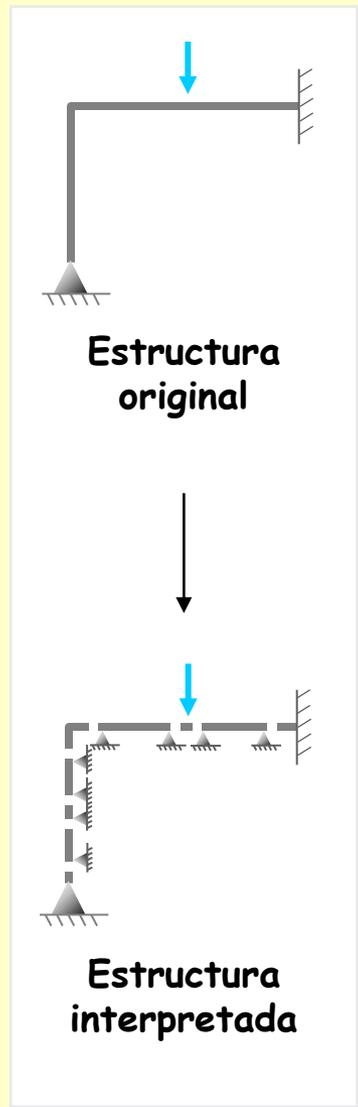
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

(La estructura tiene dos desplazamientos independientes. La deformada de cada desplazamiento se obtiene de manera aproximada)



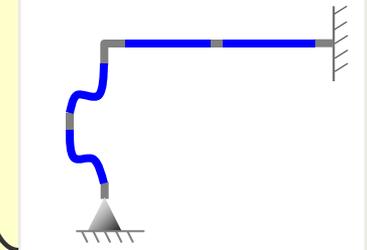
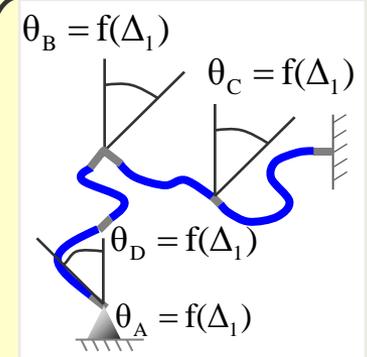


# Ejemplo 3



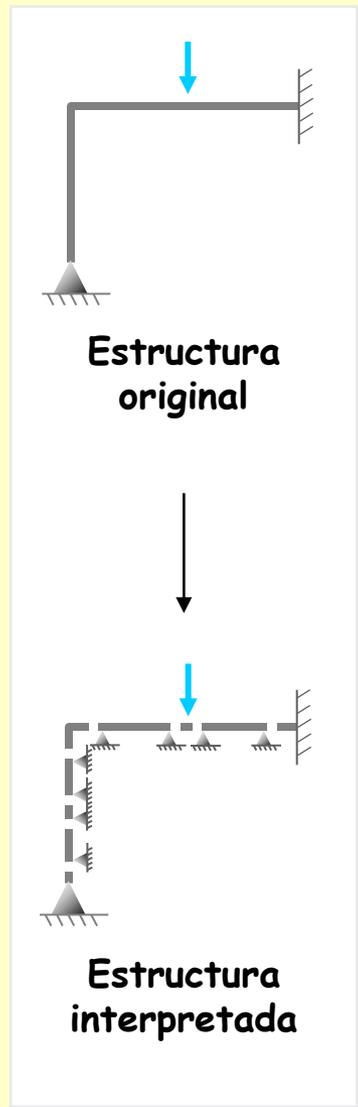
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

(La estructura tiene dos desplazamientos independientes. La deformada de cada desplazamiento se obtiene de manera aproximada)



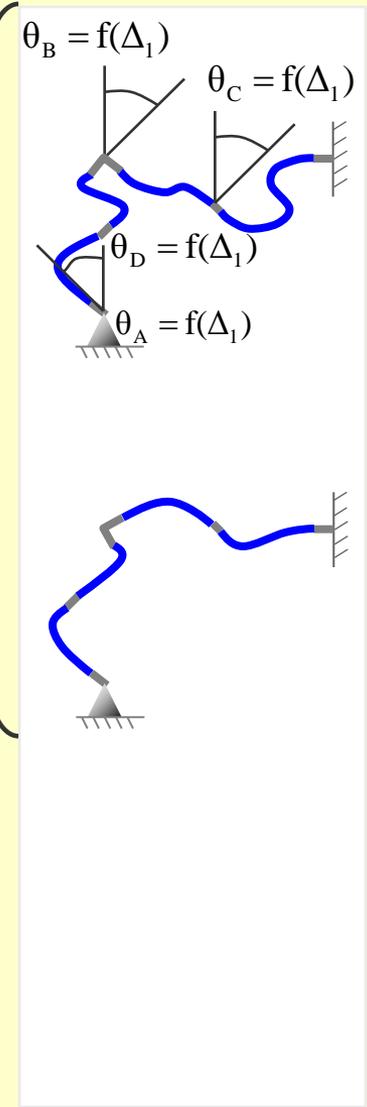


# Ejemplo 3



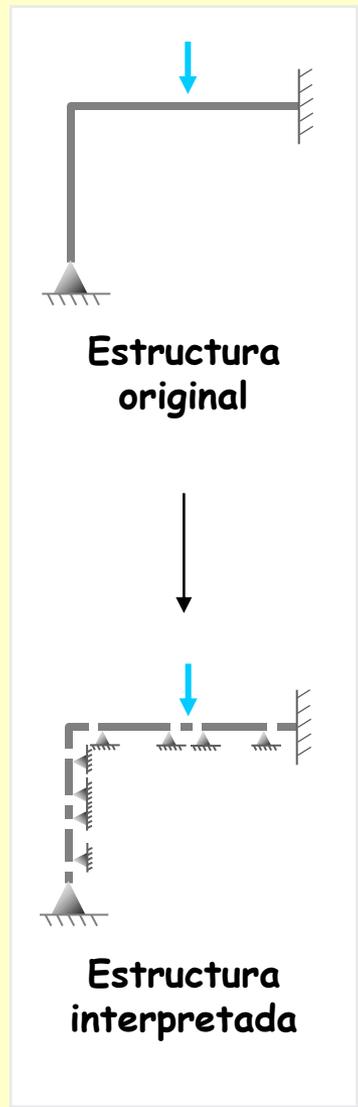
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

(La estructura tiene dos desplazamientos independientes. La deformada de cada desplazamiento se obtiene de manera aproximada)



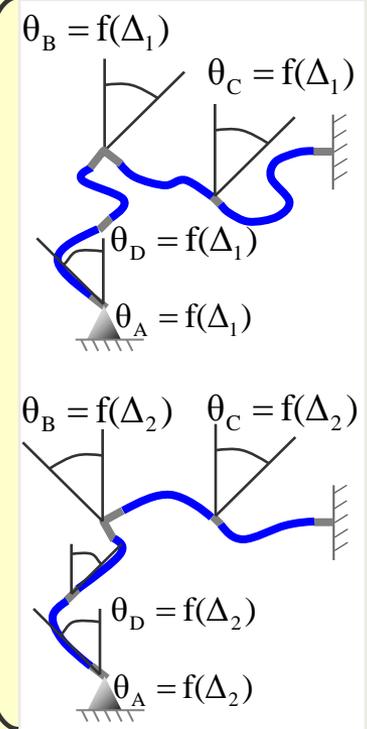


# Ejemplo 3



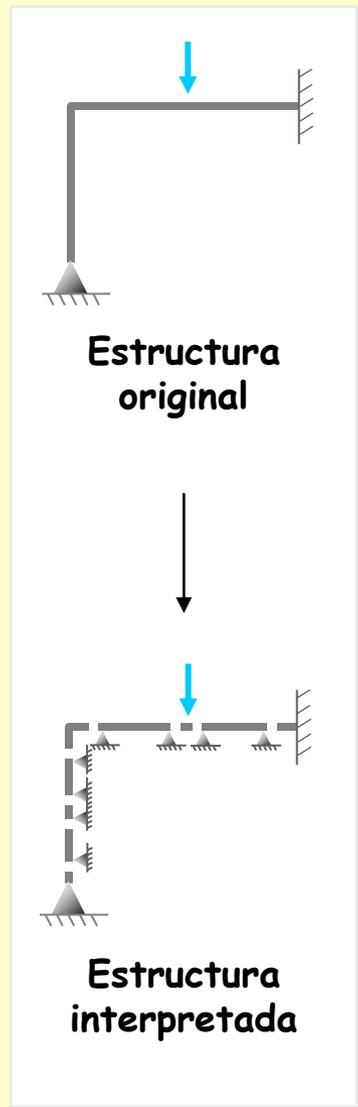
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

(La estructura tiene dos desplazamientos independientes. La deformada de cada desplazamiento se obtiene de manera aproximada)





# Ejemplo 3

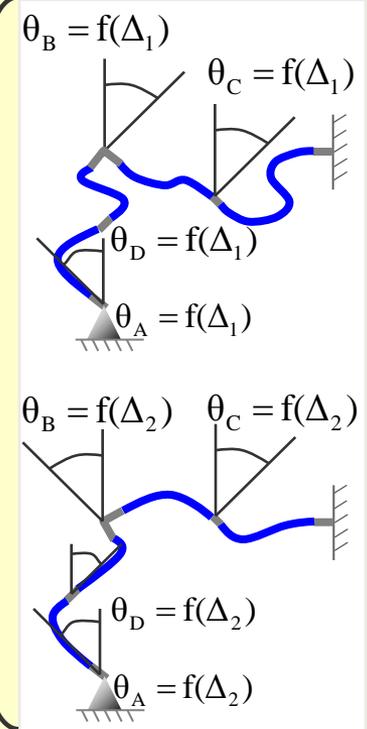


**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

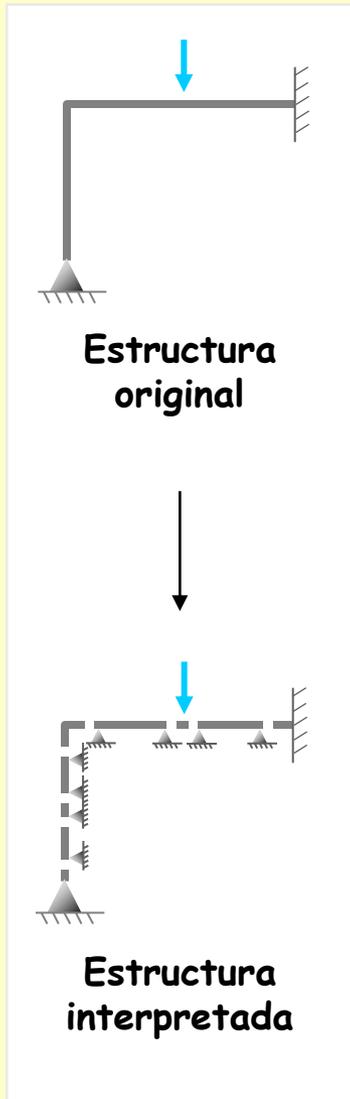
(La estructura tiene dos desplazamientos independientes. La deformada de cada desplazamiento se obtiene de manera aproximada)

+

**Deformada por las acciones exteriores sin permitir los desplazamientos de los nudos**



# Ejemplo 3



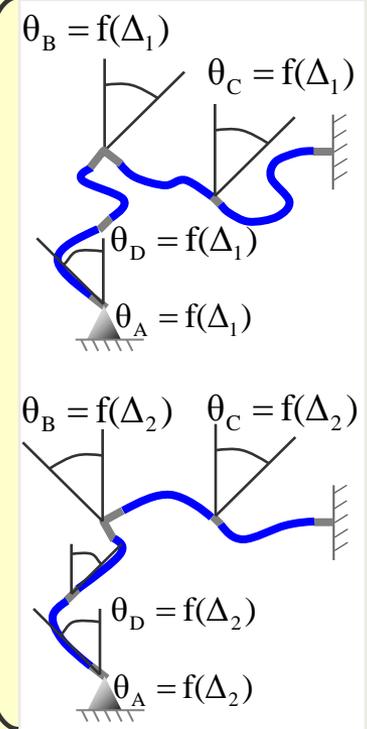
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

(La estructura tiene dos desplazamientos independientes. La deformada de cada desplazamiento se obtiene de manera aproximada)

+

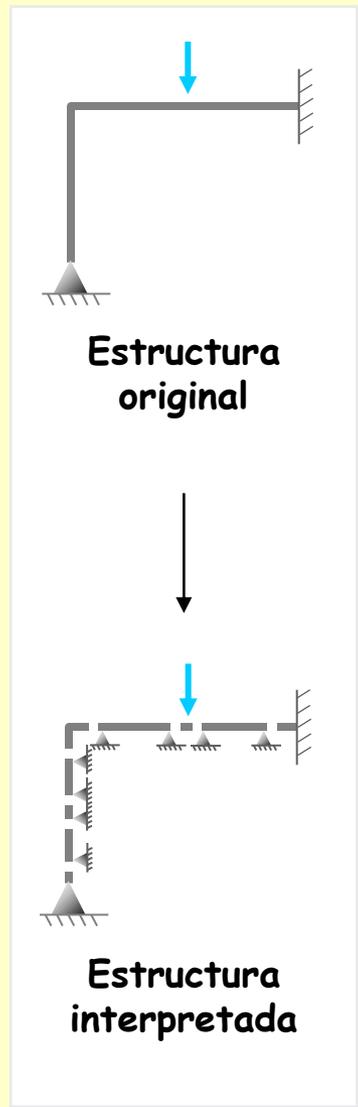
**Deformada por las acciones exteriores sin permitir los desplazamientos de los nudos**

(La carga exterior está aplicada en un nudo. No existe deformada)





# Ejemplo 3



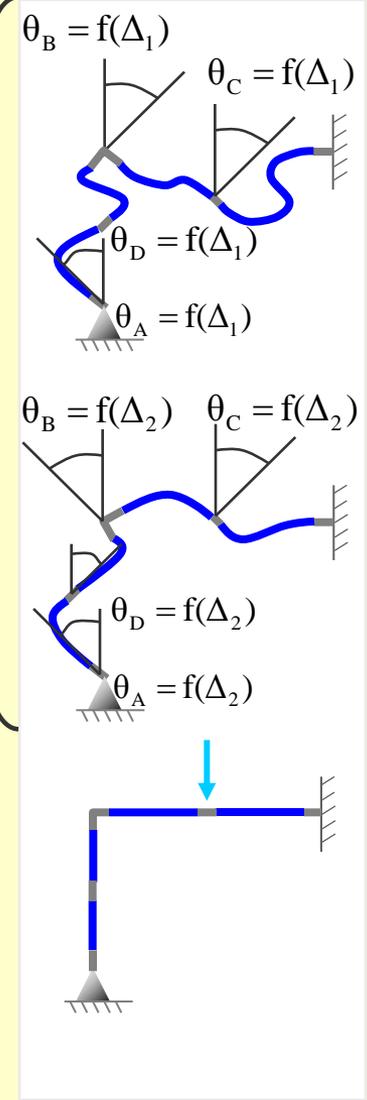
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

(La estructura tiene dos desplazamientos independientes. La deformada de cada desplazamiento se obtiene de manera aproximada)

+

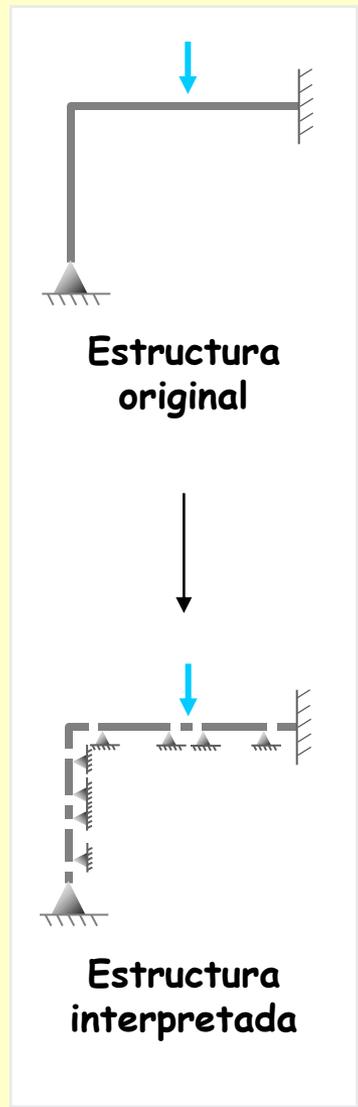
**Deformada por las acciones exteriores sin permitir los desplazamientos de los nudos**

(La carga exterior está aplicada en un nudo. No existe deformada)





# Ejemplo 3



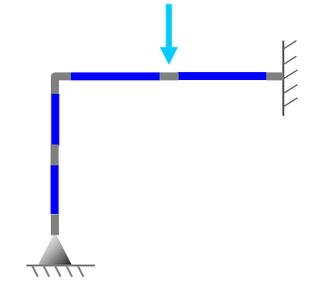
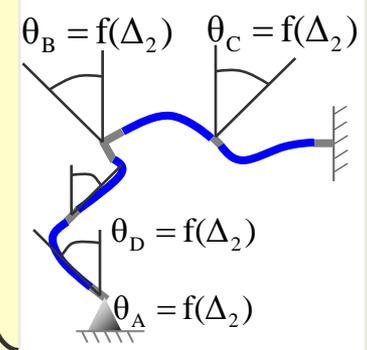
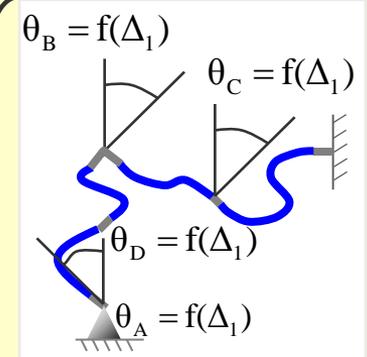
**Deformada por los desplazamientos totales de los nudos**

(La estructura tiene dos desplazamientos independientes. La deformada de cada desplazamiento se obtiene de manera aproximada)

+

**Deformada por las acciones exteriores sin permitir los desplazamientos de los nudos**

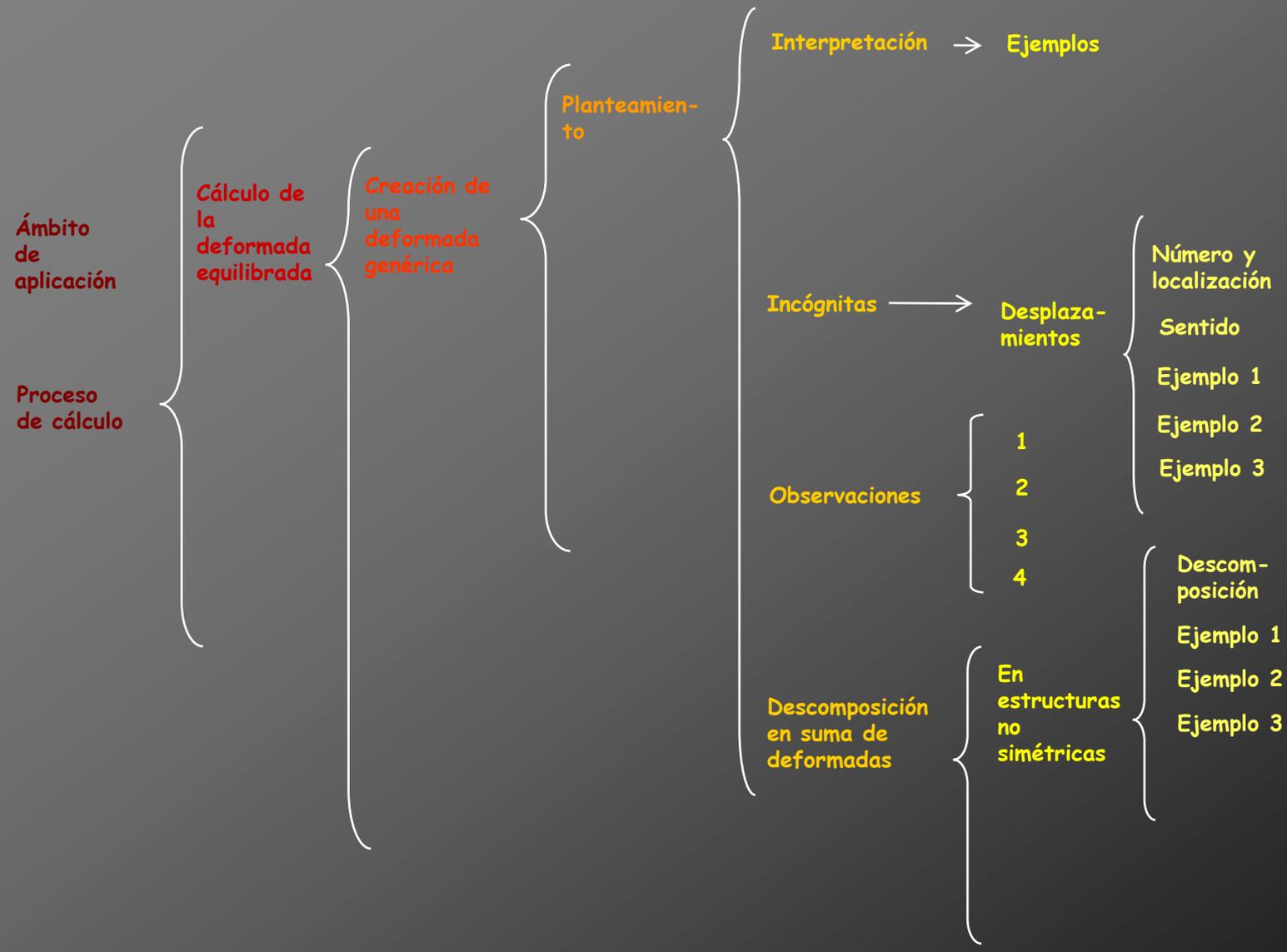
(La carga exterior está aplicada en un nudo. No existe deformada)



No existe

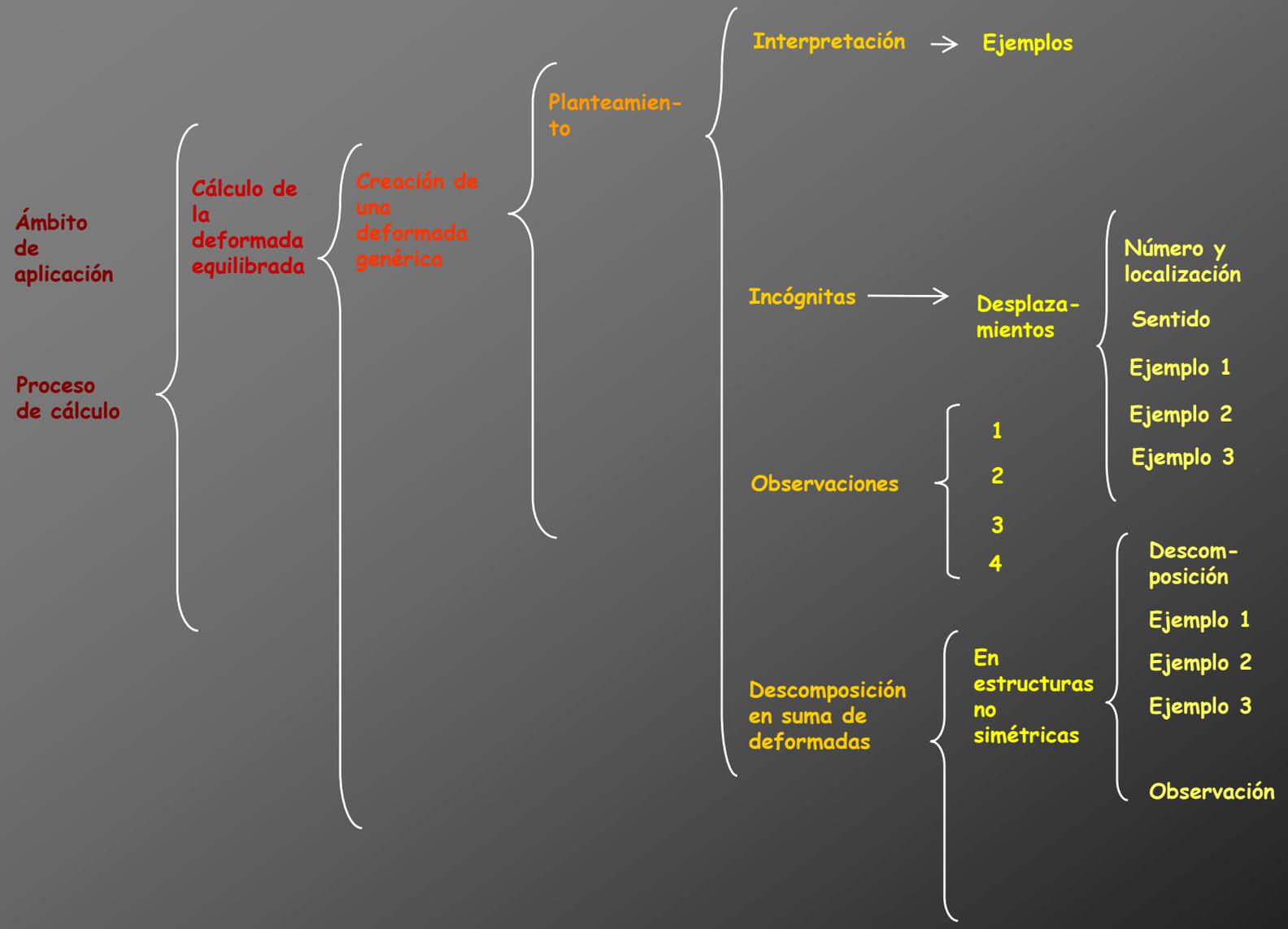


# Método de Cross





# Método de Cross





# Observación

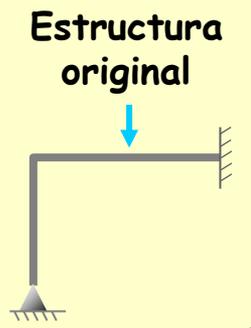


## Observación

**Cualquier planteamiento es correcto. Para resolver el problema manualmente, interesará el planteamiento que tenga menos incógnitas**



# Observación

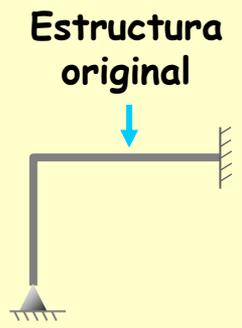


Cualquier planteamiento es correcto. Para resolver el problema manualmente, interesará el planteamiento que tenga menos incógnitas

		Interpretaciones de la estructura original		
Deformada	por desplazamiento			
	por cargas			



# Observación

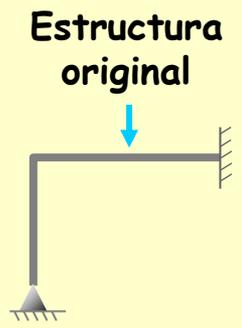


		Interpretaciones de la estructura original		
<b>Deformada</b>	<b>por desplazamiento</b>			
	<b>por cargas</b>			

Cualquier planteamiento es correcto. Para resolver el problema manualmente, interesará el planteamiento que tenga menos incógnitas



# Observación

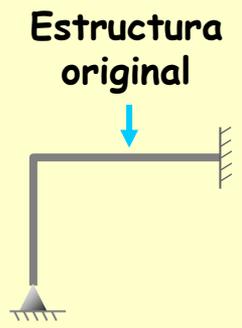


Cualquier planteamiento es correcto. Para resolver el problema manualmente, interesará el planteamiento que tenga menos incógnitas

		Interpretaciones de la estructura original		
Deformada	por desplazamiento			
	por cargas			



# Observación



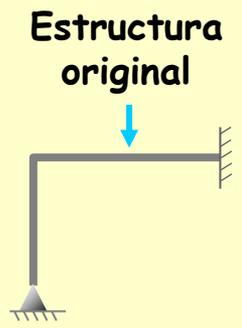
Cualquier planteamiento es correcto. Para resolver el problema manualmente, interesará el planteamiento que tenga menos incógnitas

		Interpretaciones de la estructura original	
Deformada	por desplazamiento		
	por cargas		

No existe



# Observación

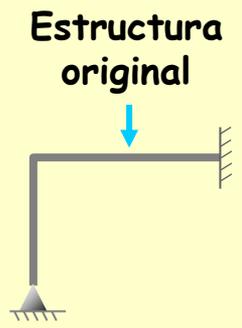


Cualquier planteamiento es correcto. Para resolver el problema manualmente, interesará el planteamiento que tenga menos incógnitas

		Interpretaciones de la estructura original		
Deformada	por desplazamiento	 No existe		
	por cargas			



# Observación

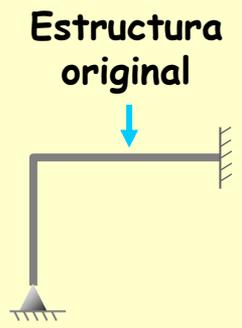


Cualquier planteamiento es correcto. Para resolver el problema manualmente, interesará el planteamiento que tenga menos incógnitas

		Interpretaciones de la estructura original		
Deformada	por desplazamiento		<p>No existe</p>	
	por cargas			



# Observación

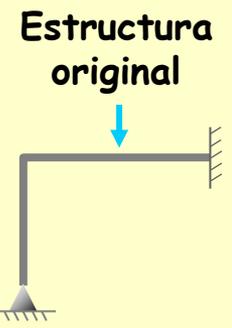


Cualquier planteamiento es correcto. Para resolver el problema manualmente, interesará el planteamiento que tenga menos incógnitas

		Interpretaciones de la estructura original		
<b>Deformada</b>	<b>por desplazamiento</b>	 <b>No existe</b>		
	<b>por cargas</b>			



# Observación



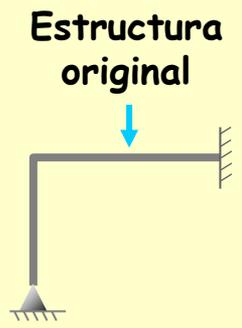
Cualquier planteamiento es correcto. Para resolver el problema manualmente, interesará el planteamiento que tenga menos incógnitas

## Interpretaciones de la estructura original

	Interpretaciones de la estructura original		
<b>Deformada</b>	<p>por desplazamiento</p> <p>No existe</p>		
	<p>por cargas</p>	<p>No existe</p>	



# Observación

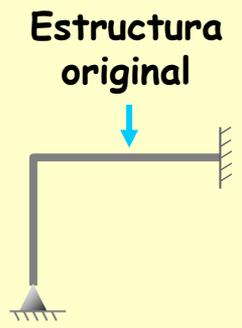


Cualquier planteamiento es correcto. Para resolver el problema manualmente, interesará el planteamiento que tenga menos incógnitas

		Interpretaciones de la estructura original		
<b>Deformada</b>	<b>por desplazamiento</b>		<p>No existe</p>	
	<b>por cargas</b>		<p>No existe</p>	



# Observación

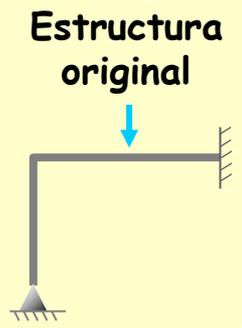


Cualquier planteamiento es correcto. Para resolver el problema manualmente, interesará el planteamiento que tenga menos incógnitas

		Interpretaciones de la estructura original		
<b>Deformada</b>	<b>por desplazamiento</b>	 <b>No existe</b>	 $\theta_A = f(\Delta)$ $\theta_B = f(\Delta)$ $\theta_C = f(\Delta)$	 $\theta_A = f(\Delta_1)$ $\theta_B = f(\Delta_1)$ $\theta_C = f(\Delta_1)$ $\theta_D = f(\Delta_1)$
	<b>por cargas</b>		 <b>No existe</b>	 $\theta_A = f(\Delta_2)$ $\theta_B = f(\Delta_2)$ $\theta_C = f(\Delta_2)$ $\theta_D = f(\Delta_2)$



# Observación



Cualquier planteamiento es correcto. Para resolver el problema manualmente, interesará el planteamiento que tenga menos incógnitas

		Interpretaciones de la estructura original		
<b>Deformada</b>	<b>por desplazamiento</b>			
	<b>por cargas</b>			

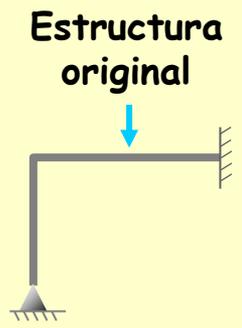
No existe

No existe

No existe



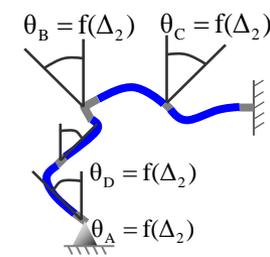
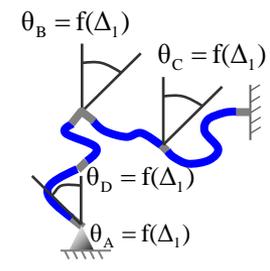
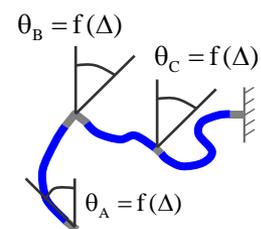
# Observación



En general el giro total de cada nudo se descompone en una suma de giros: uno por cada deformada parcial. En el caso analizado, esto sólo se produce en la interpretación 3

		Interpretaciones de la estructura original		
<b>Deformada</b>	<b>por desplazamiento</b>			$\theta_B = f(\Delta_1)$ $\theta_C = f(\Delta_1)$ $\theta_D = f(\Delta_1)$ $\theta_A = f(\Delta_1)$
	<b>por cargas</b>			

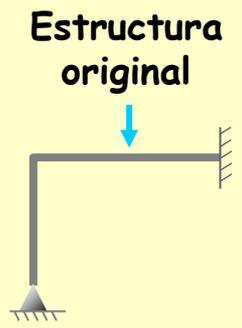
No existe



No existe

No existe

# Observación



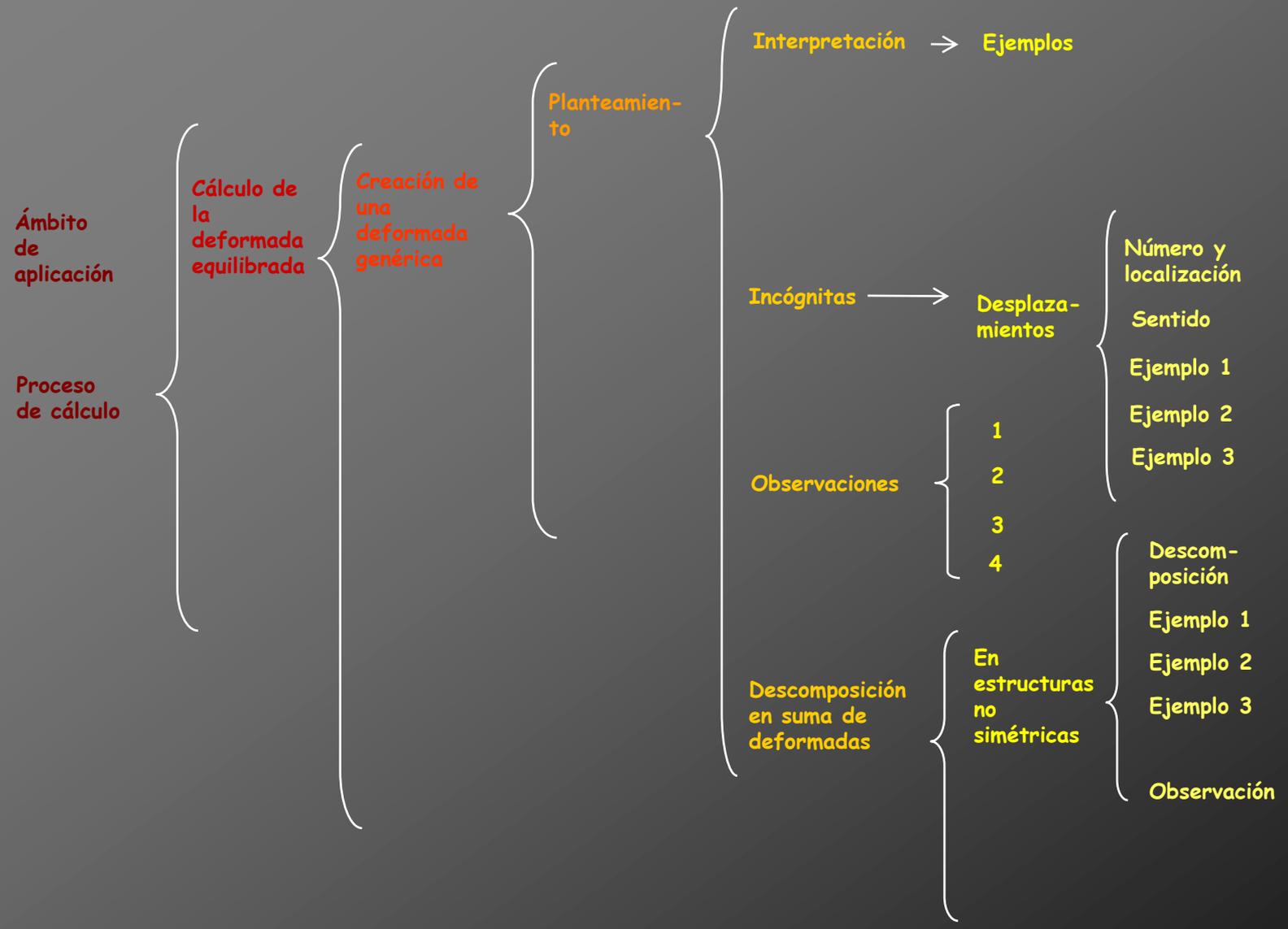
En general el giro total de cada nudo se descompone en una suma de giros: uno por cada deformada parcial. En el caso analizado, esto sólo se produce en la interpretación 3

## Interpretaciones de la estructura original

<b>Deformada por desplazamiento</b>			
	<p>No existe</p>		
<b>por cargas</b>		<p>No existe</p>	<p>No existe</p>

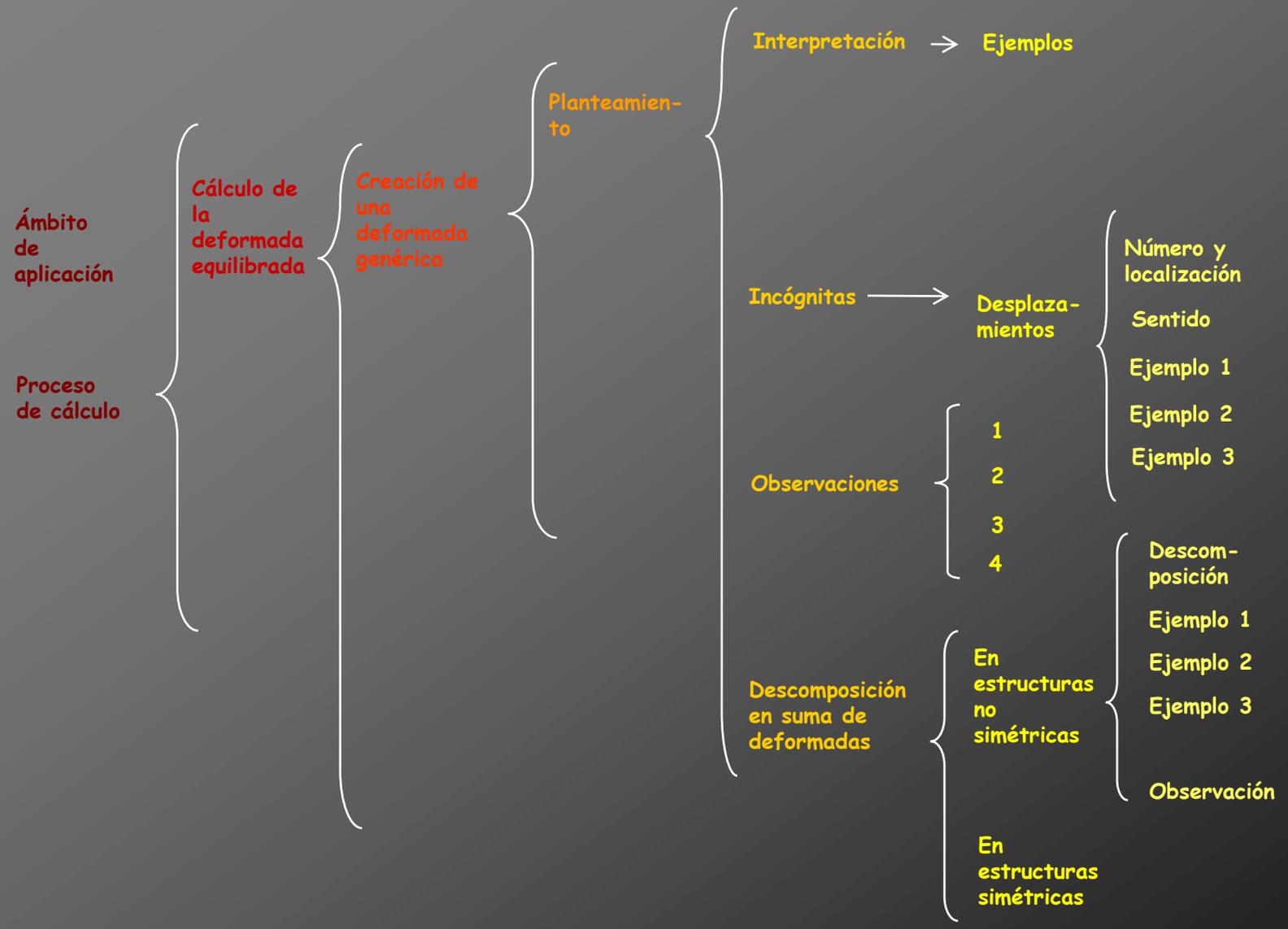


# Método de Cross



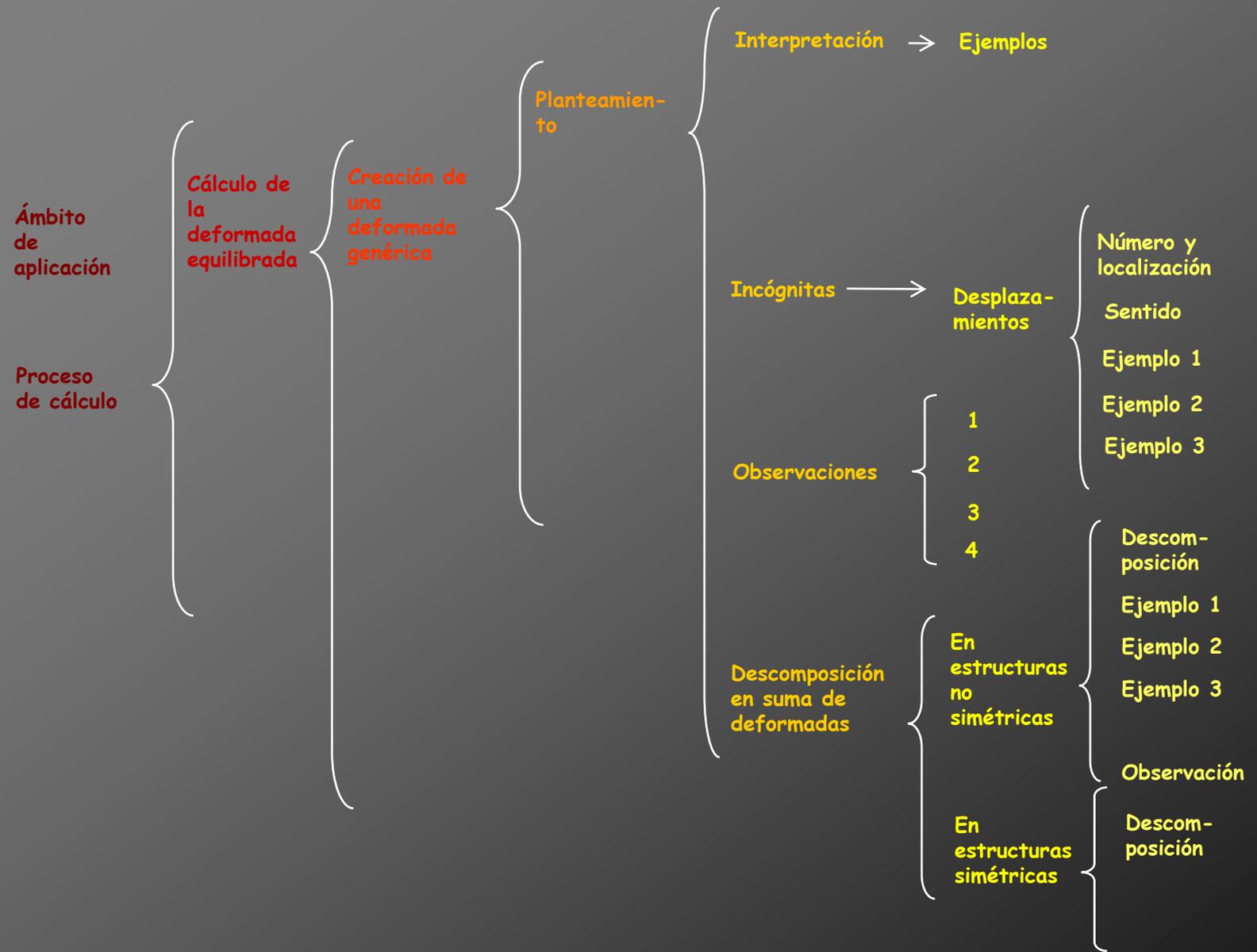


# Método de Cross





# Método de Cross





# Descomposición



## Descomposición

La deformada se interpreta como una suma de deformadas: las producidas por cada desplazamiento independiente y la debida a las acciones exteriores en los tramos



## Descomposición

La deformada se interpreta como una suma de deformadas: las producidas por cada desplazamiento independiente y la debida a las acciones exteriores en los tramos



La deformada por el desplazamiento debe ser simétrica



## Descomposición

La deformada se interpreta como una suma de deformadas: las producidas por cada desplazamiento independiente y la debida a las acciones exteriores en los tramos

La deformada por el desplazamiento debe ser simétrica

La deformada por los asientos debe ser simétrica



## Descomposición

La deformada se interpreta como una suma de deformadas: las producidas por cada desplazamiento independiente y la debida a las acciones exteriores en los tramos

La deformada por el desplazamiento debe ser simétrica

La deformada por los asientos debe ser simétrica

La deformada por las cargas debe ser simétrica



## Descomposición

La deformada se interpreta como una suma de deformadas: las producidas por cada desplazamiento independiente y la debida a las acciones exteriores en los tramos

La deformada por el desplazamiento debe ser simétrica

La deformada por los apoyos debe ser simétrica

La deformada por las cargas debe ser simétrica

Si la estructura tuviera un desplazamiento independiente, éste podría quedar invalidado por efecto de la simetría. Esta situación tendría lugar siempre que la deformada por dicho desplazamiento fuera asimétrica



## Descomposición

La deformada se interpreta como una suma de deformadas: las producidas por cada desplazamiento independiente y la debida a las acciones exteriores en los tramos

La deformada por el desplazamiento debe ser simétrica

La deformada por los asientos debe ser simétrica

La deformada por las cargas debe ser simétrica

Si la estructura tuviera un desplazamiento independiente, éste podría quedar invalidado por efecto de la simetría. Esta situación tendría lugar siempre que la deformada por dicho desplazamiento fuera asimétrica

Si existieran varios desplazamientos independientes, podría suceder que hubiera alguna relación entre ellos que garantizara la simetría de la deformada



## Descomposición

La deformada se interpreta como una suma de deformadas: las producidas por cada desplazamiento independiente y la debida a las acciones exteriores en los tramos

La deformada por el desplazamiento debe ser simétrica

La deformada por los asientos debe ser simétrica

La deformada por las cargas debe ser simétrica

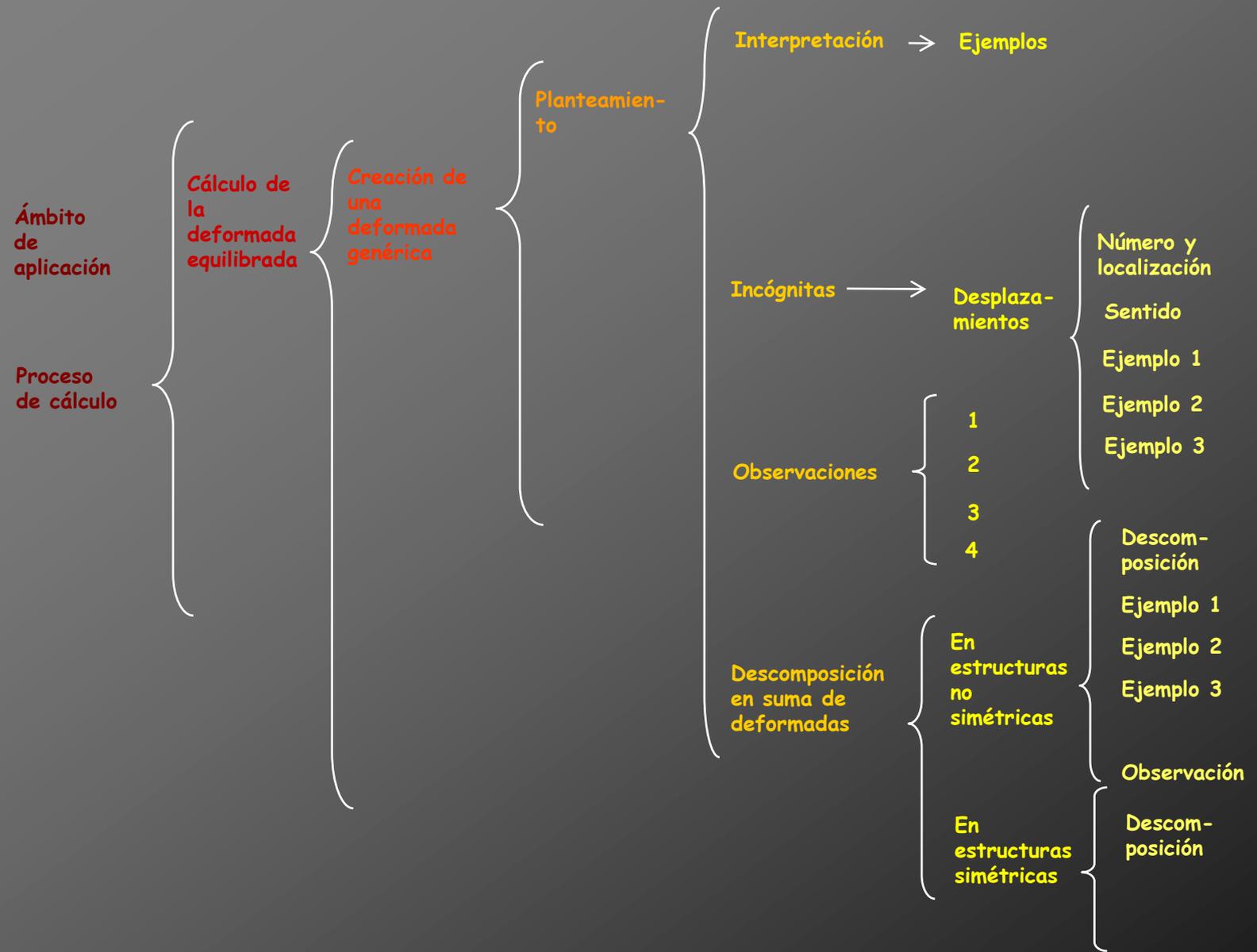
Si la estructura tuviera un desplazamiento independiente, éste podría quedar invalidado por efecto de la simetría. Esta situación tendría lugar siempre que la deformada por dicho desplazamiento fuera asimétrica

Si existieran varios desplazamientos independientes, podría suceder que hubiera alguna relación entre ellos que garantizara la simetría de la deformada

La consideración de la simetría puede ayudar a reducir el número de desplazamientos incógnita del problema

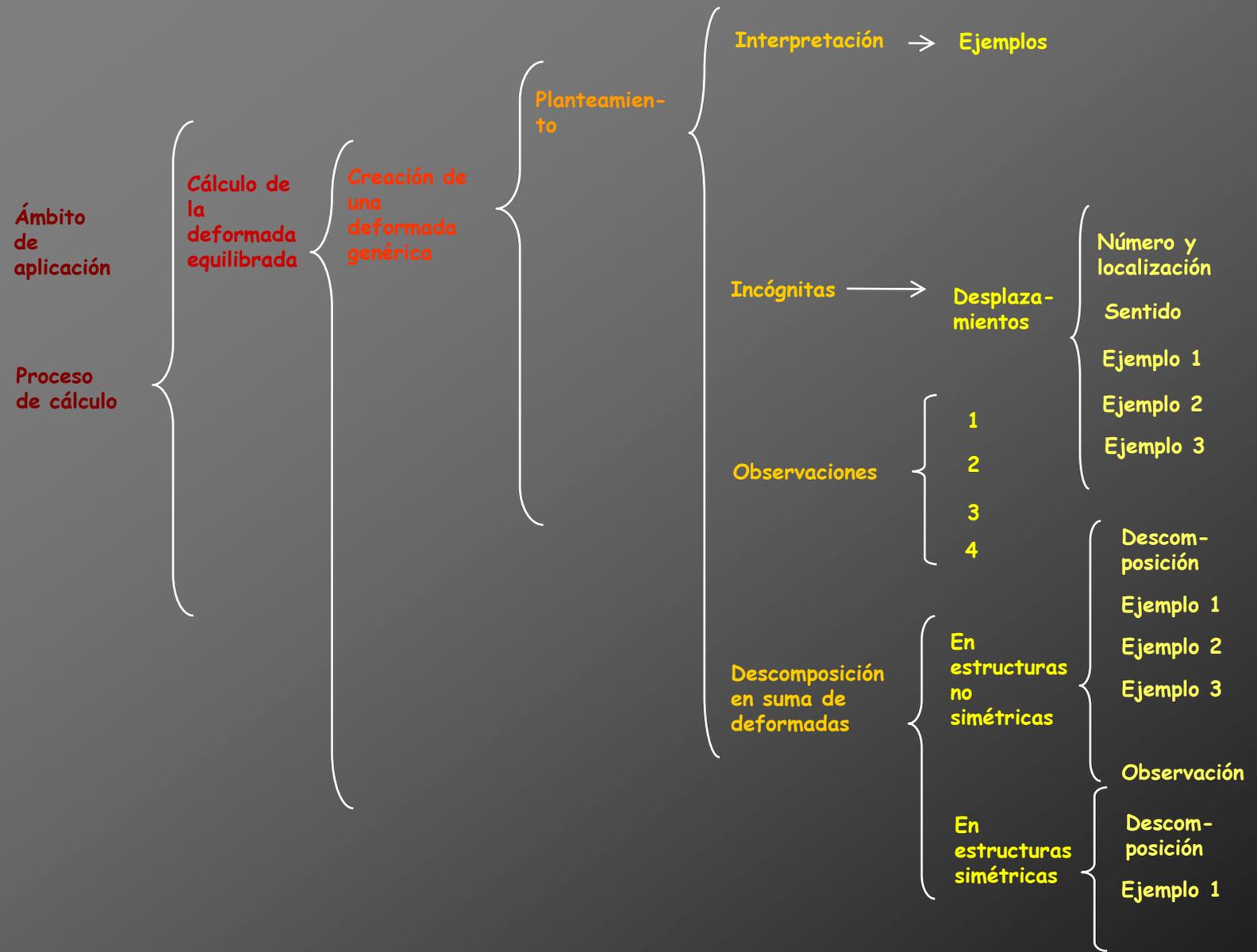


# Método de Cross





# Método de Cross

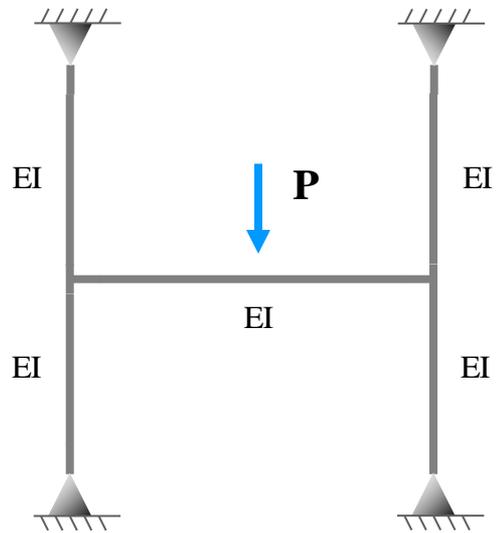




# Ejemplo 1

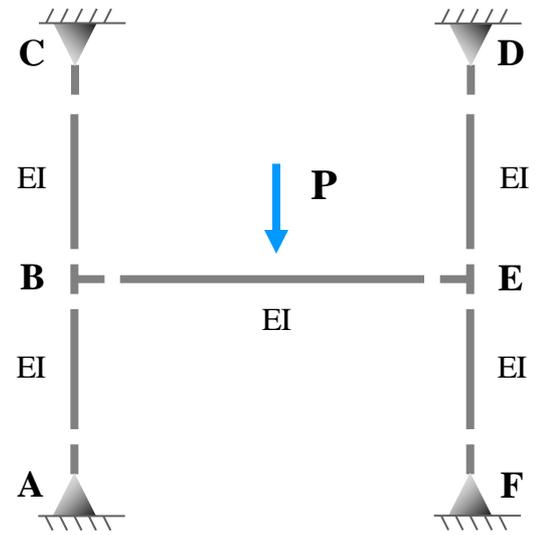


# Ejemplo 1





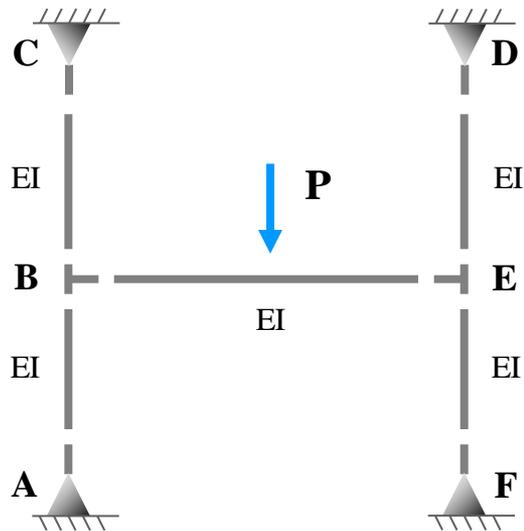
# Ejemplo 1



Interpretación de la estructura

## Ejemplo 1

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

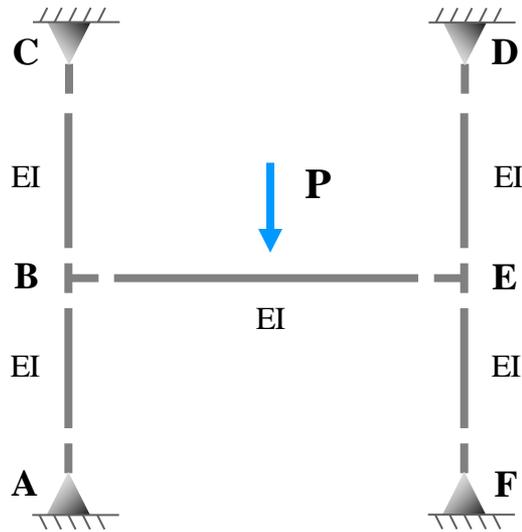


Interpretación de la estructura

# Ejemplo 1

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría



Interpretación de la estructura

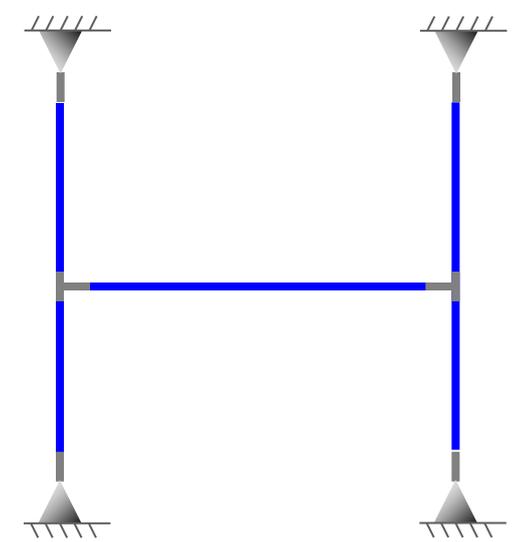
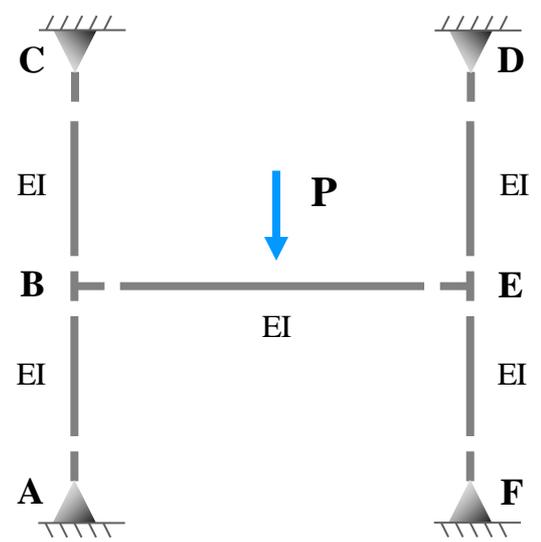


# Ejemplo 1

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - La producida por la carga P



Interpretación de la estructura

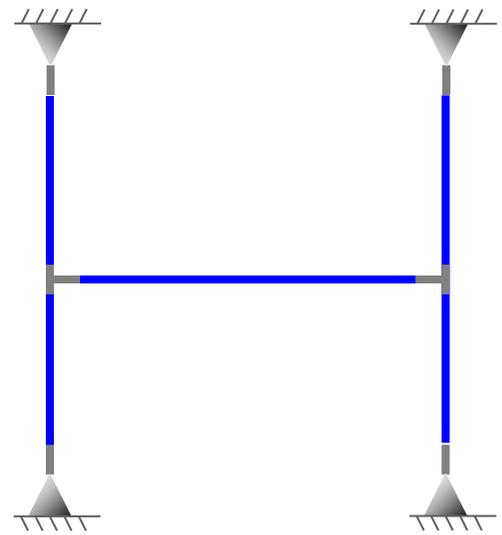
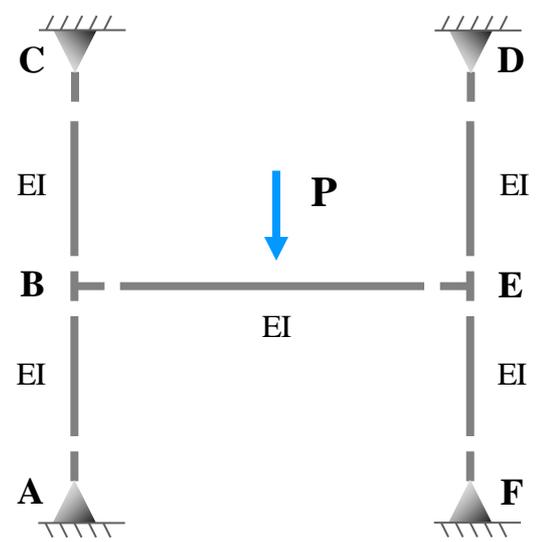


# Ejemplo 1

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - La producida por la carga P



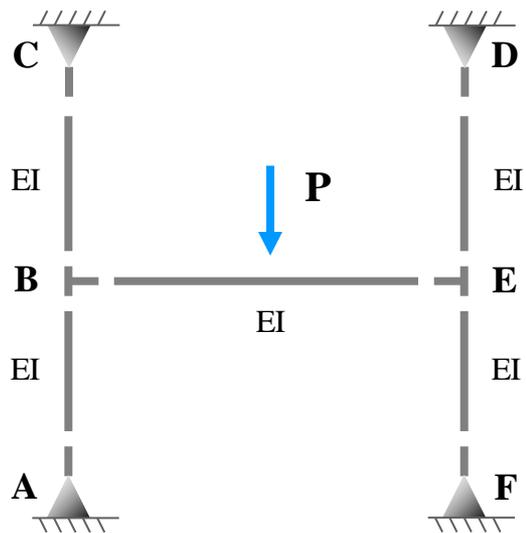
Interpretación de la estructura

# Ejemplo 1

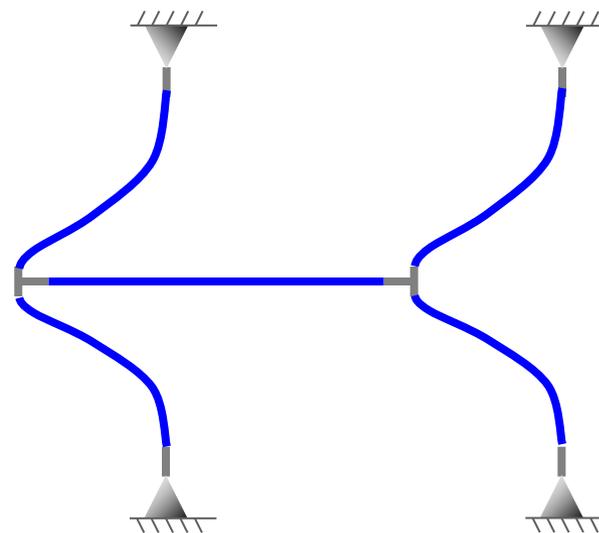
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - La producida por la carga  $P$



Interpretación de la estructura



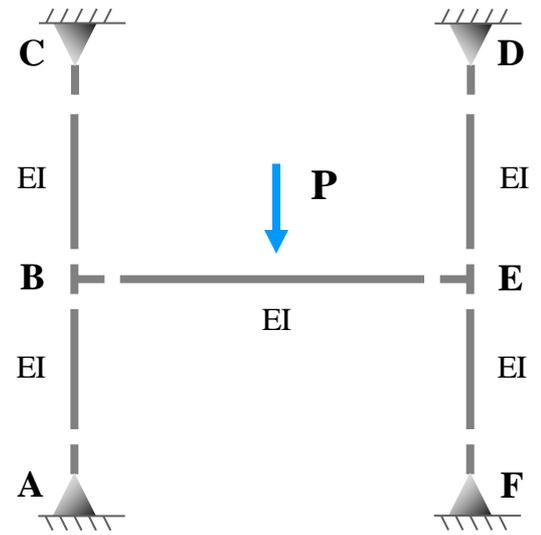


# Ejemplo 1

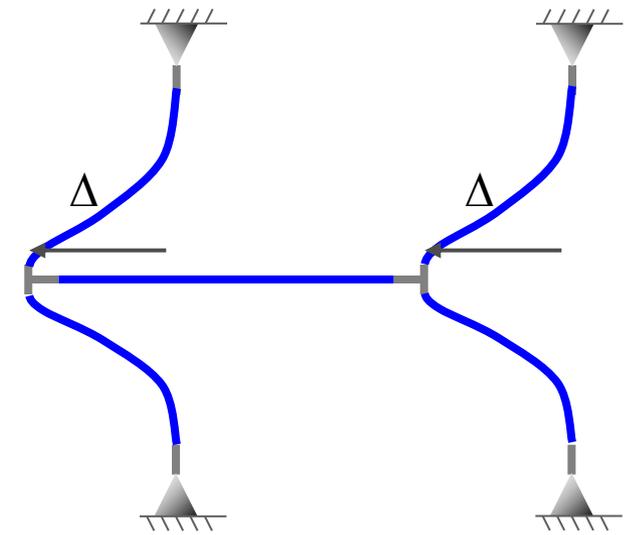
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - La producida por la carga P



Interpretación de la estructura

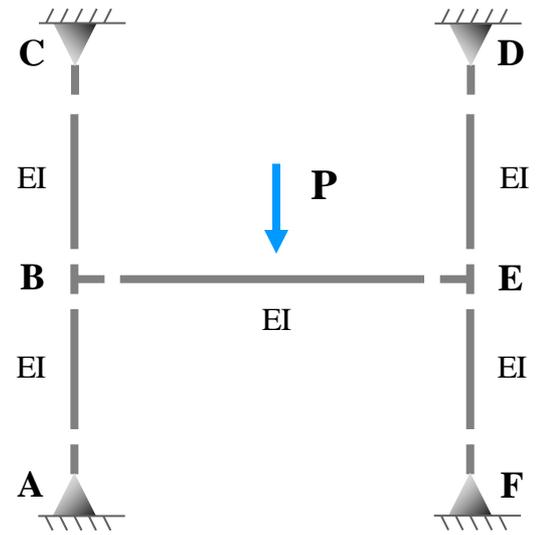


# Ejemplo 1

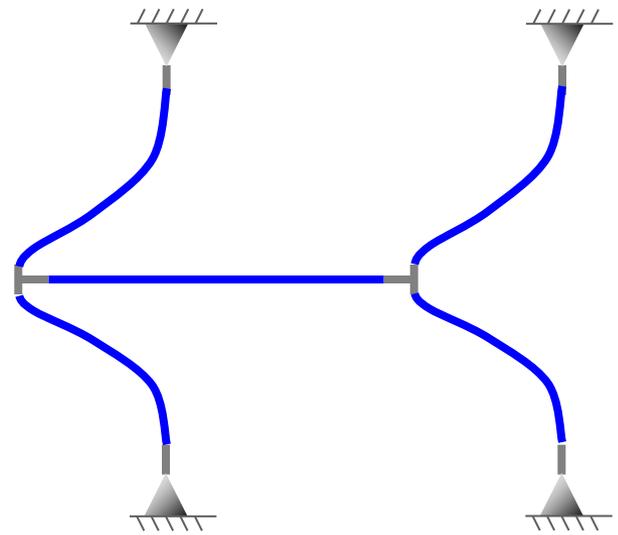
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - La producida por la carga P



Interpretación de la estructura

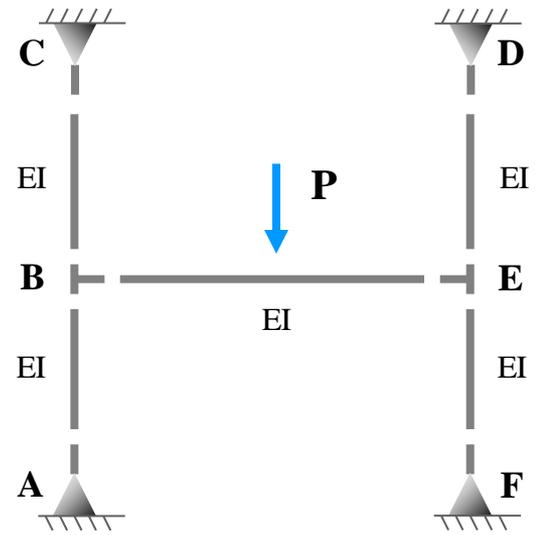


# Ejemplo 1

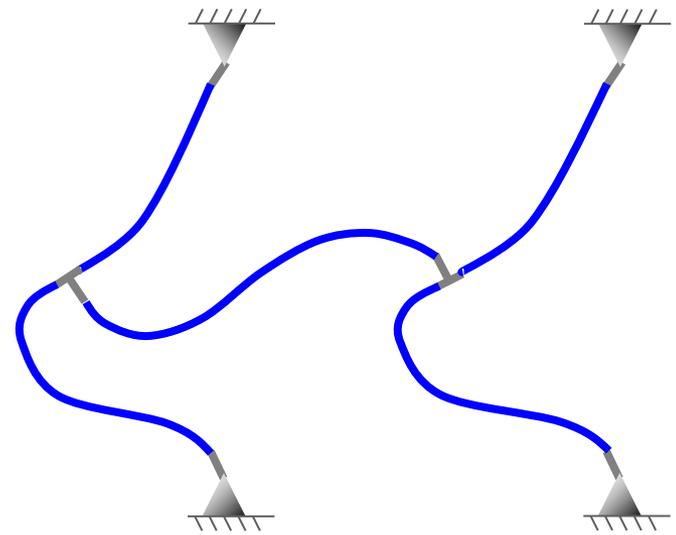
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - La producida por la carga P



Interpretación de la estructura



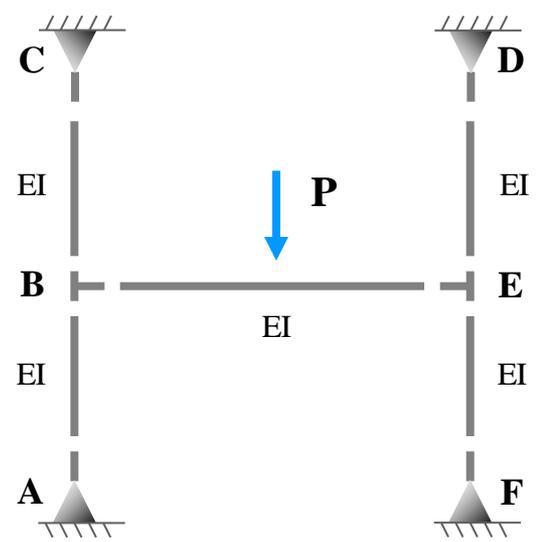


# Ejemplo 1

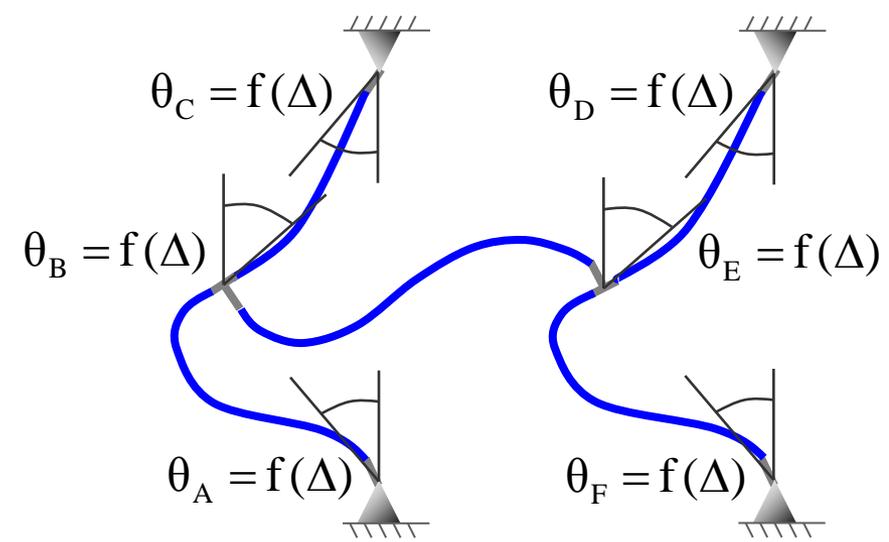
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - La producida por la carga P



Interpretación de la estructura



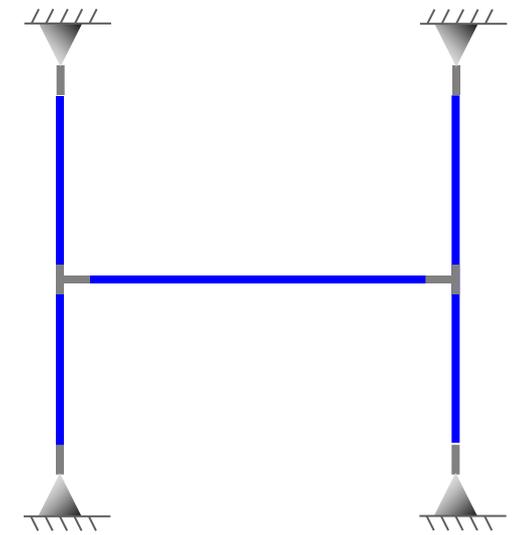
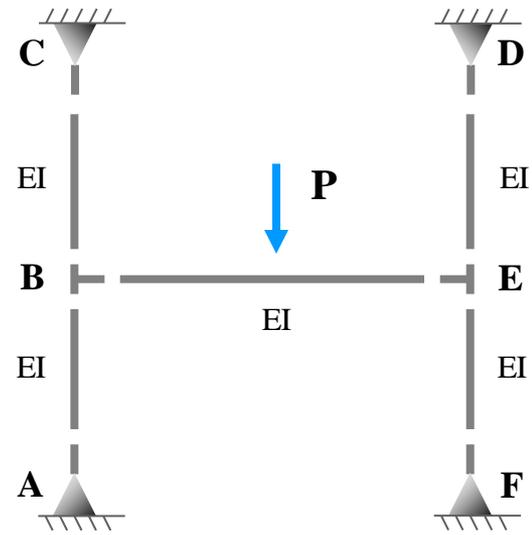


# Ejemplo 1

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - La producida por la carga P



Interpretación de la estructura

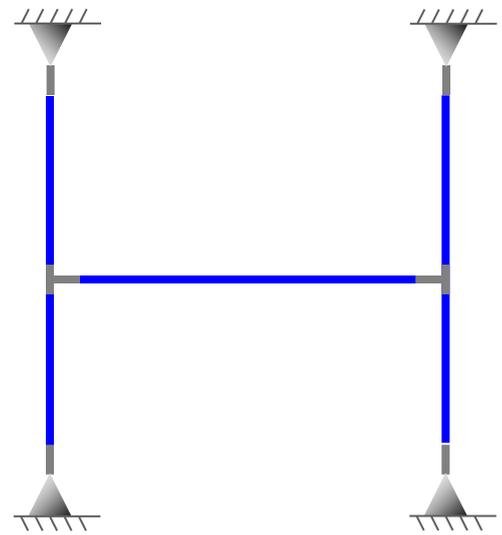
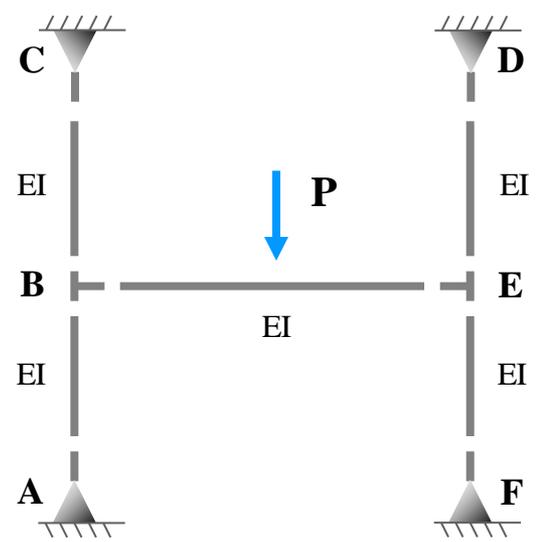


# Ejemplo 1

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - ➔ • La producida por la carga P



Interpretación de la estructura

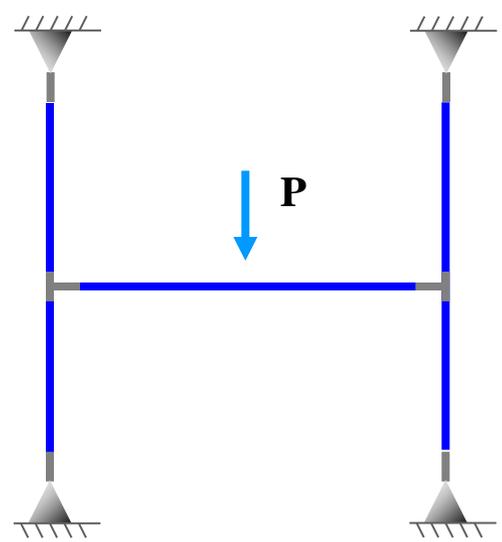
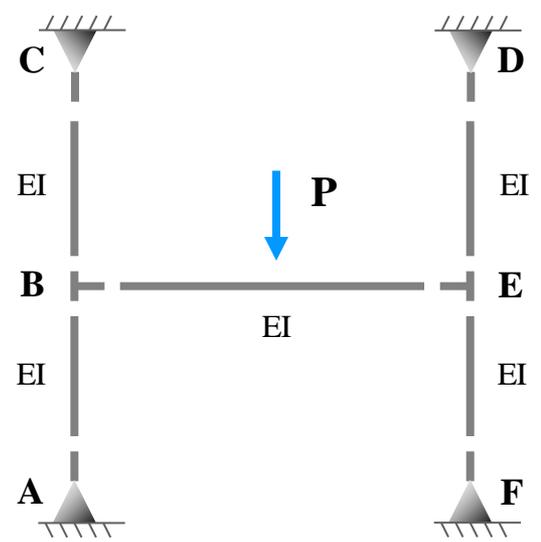


# Ejemplo 1

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - ➔ • La producida por la carga P



Interpretación de la estructura

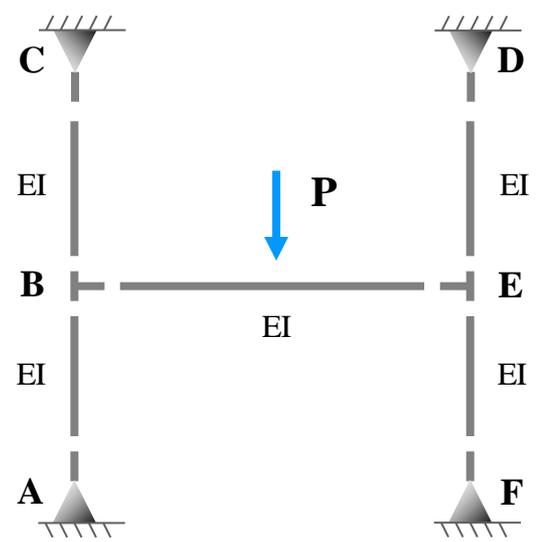


# Ejemplo 1

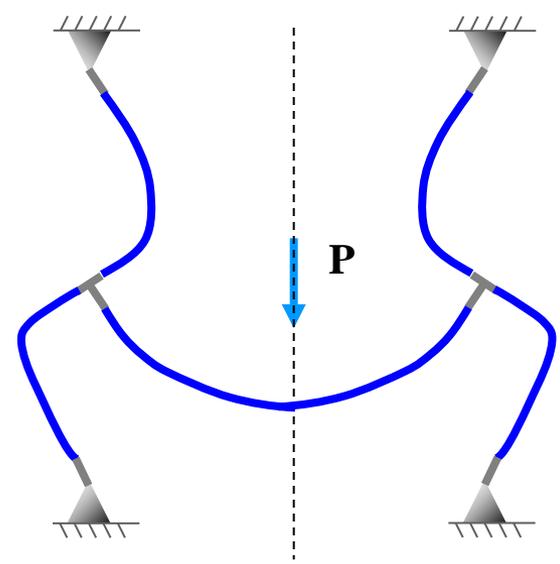
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - ➔ • La producida por la carga P



Interpretación de la estructura



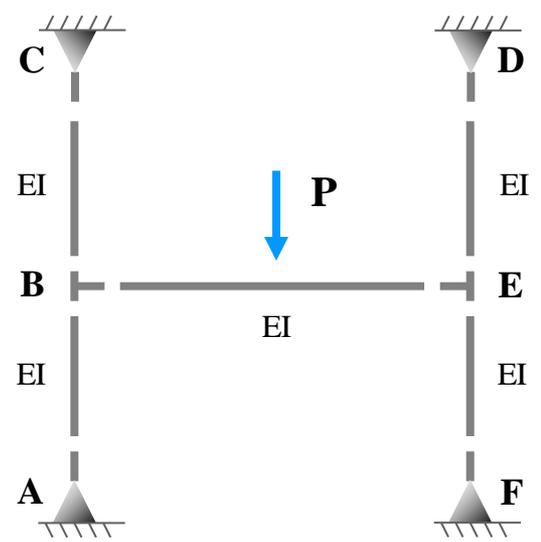


# Ejemplo 1

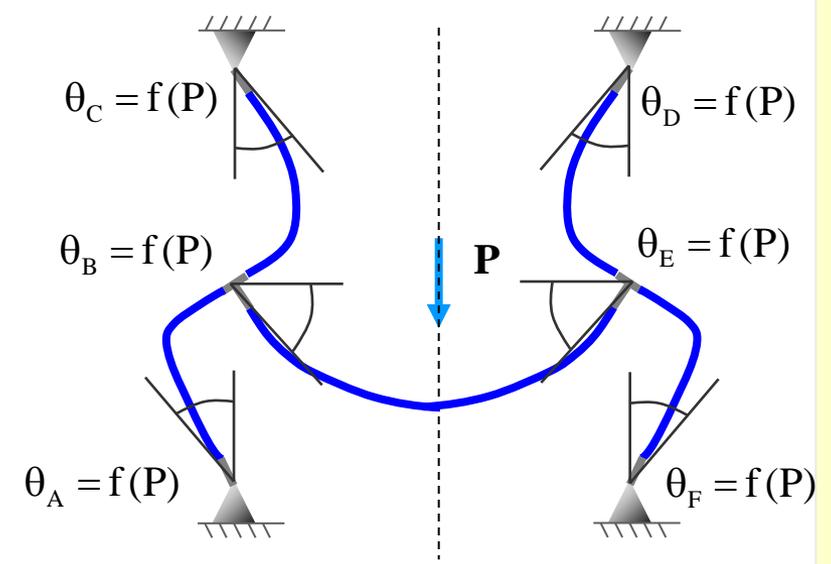
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - ➔ • La producida por la carga P



Interpretación de la estructura

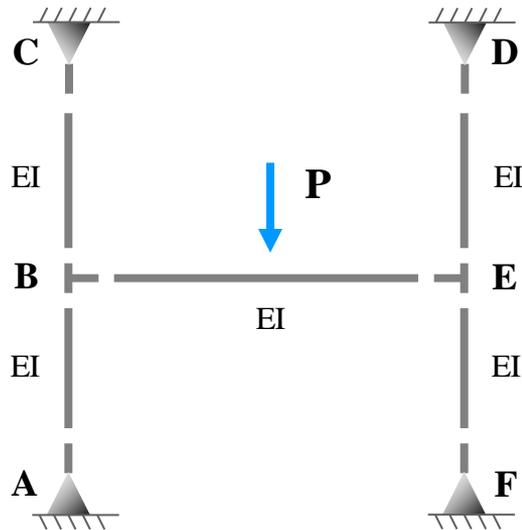




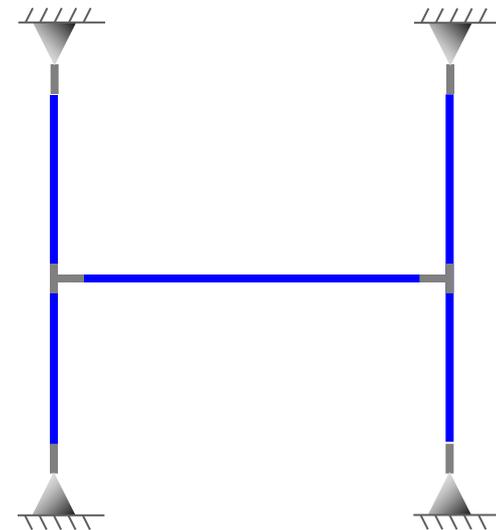
# Ejemplo 1

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría



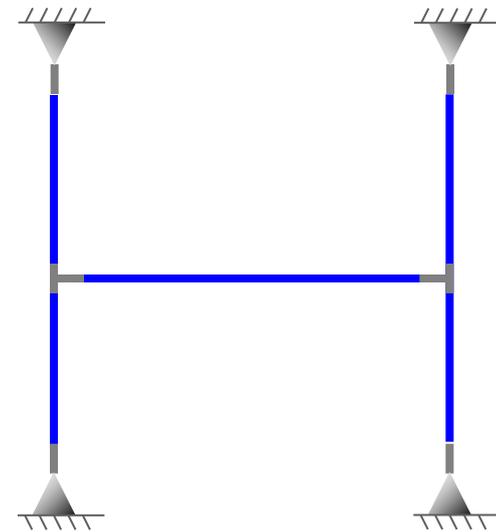
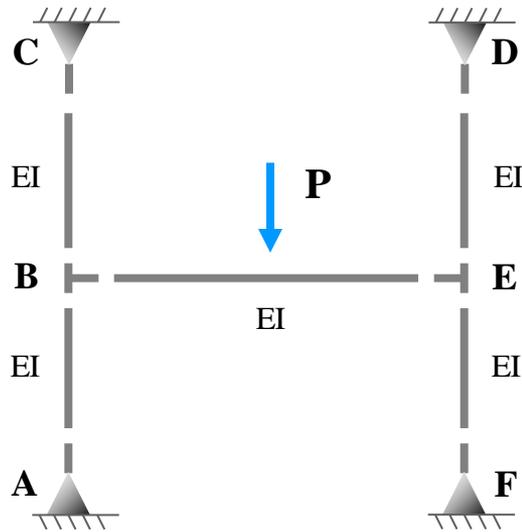
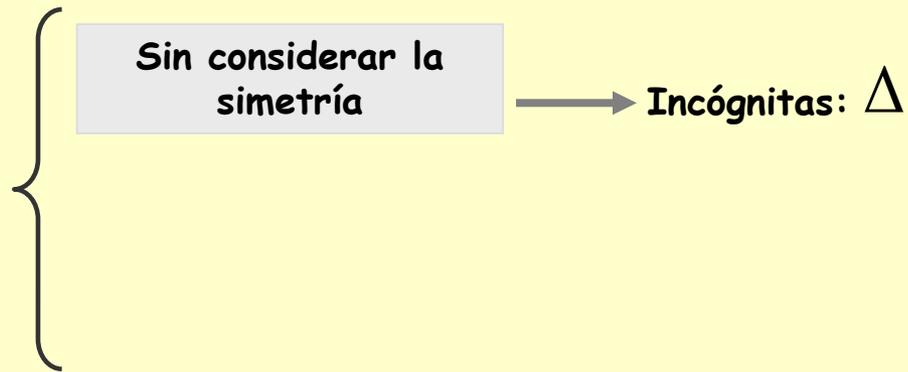
Interpretación de la estructura





# Ejemplo 1

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

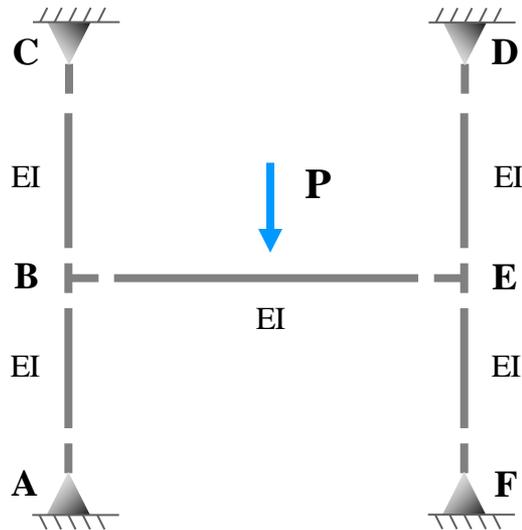
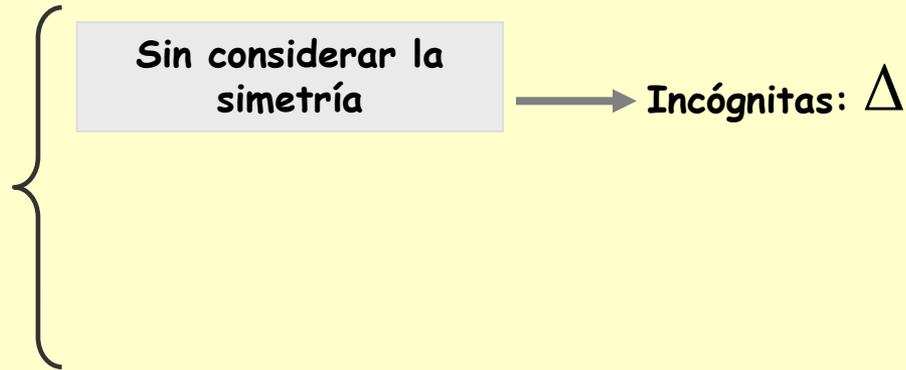


Interpretación de la estructura

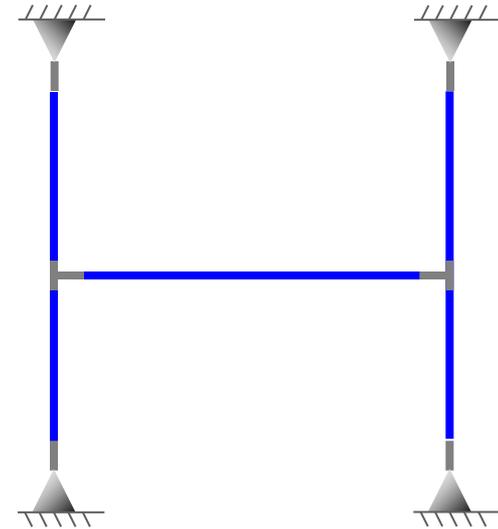


## Ejemplo 1

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:



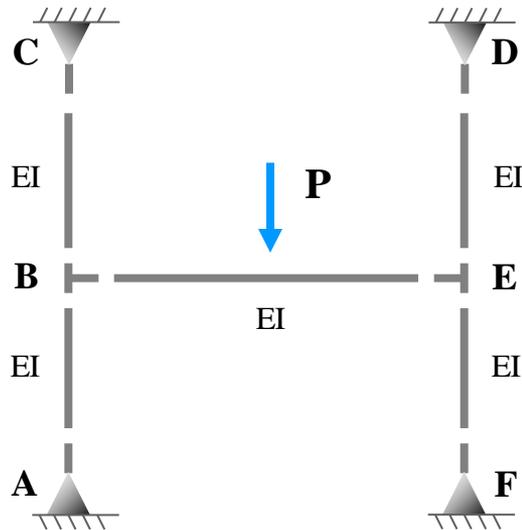
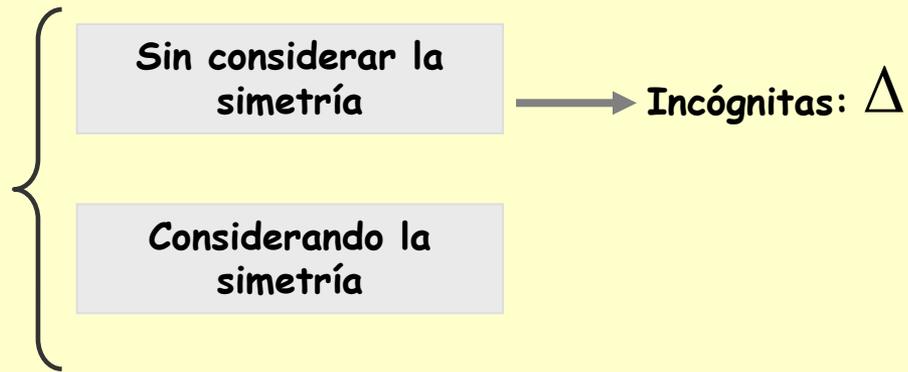
Interpretación de la estructura



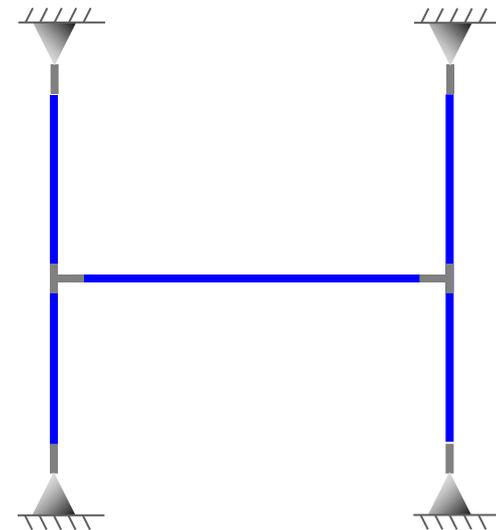


# Ejemplo 1

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:



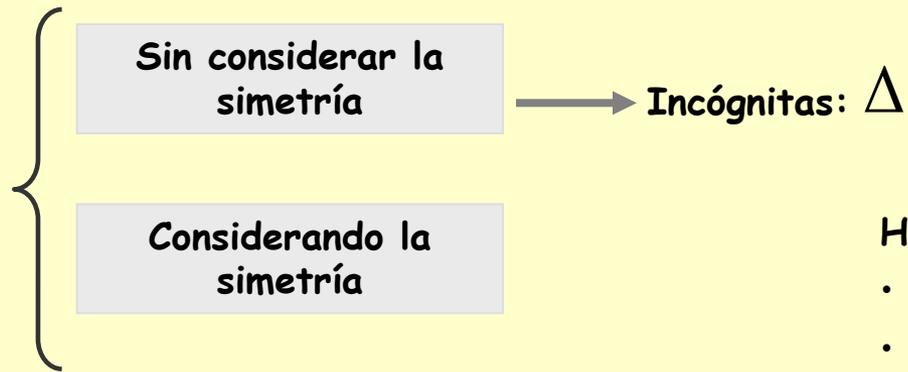
Interpretación de la estructura



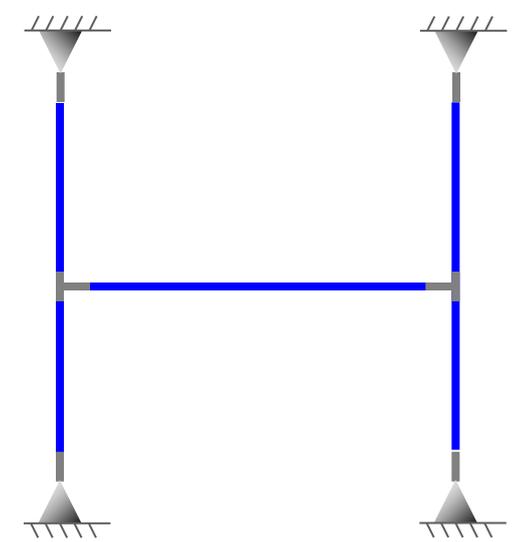
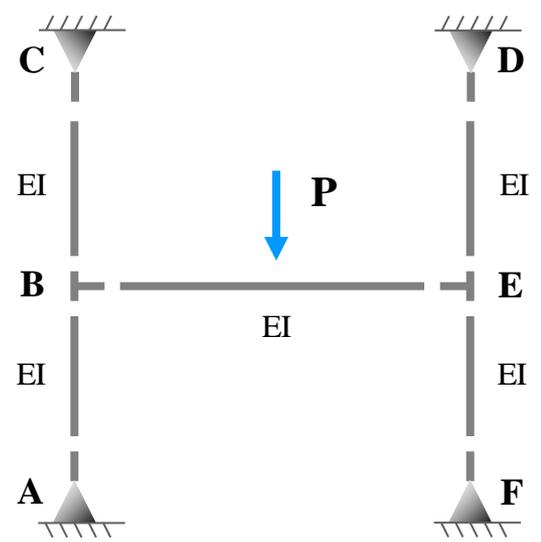


# Ejemplo 1

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:



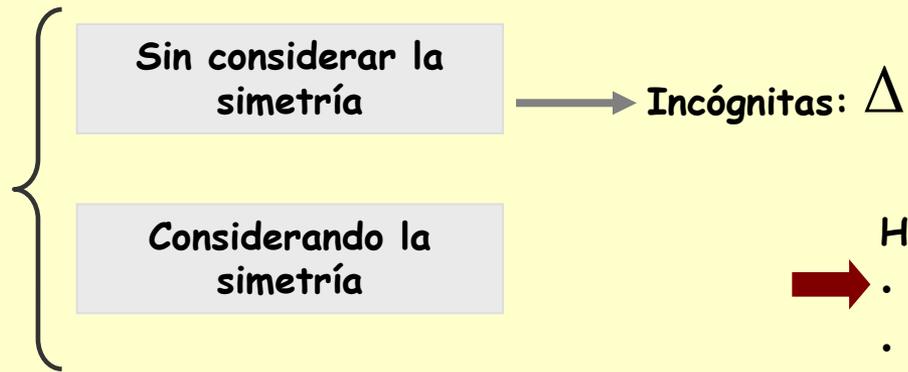
- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - La producida por la carga P



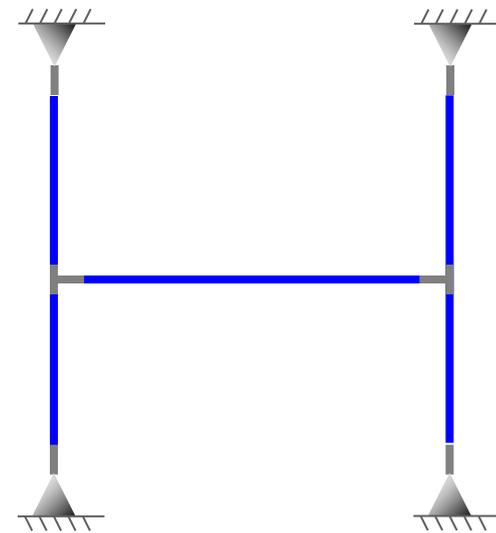
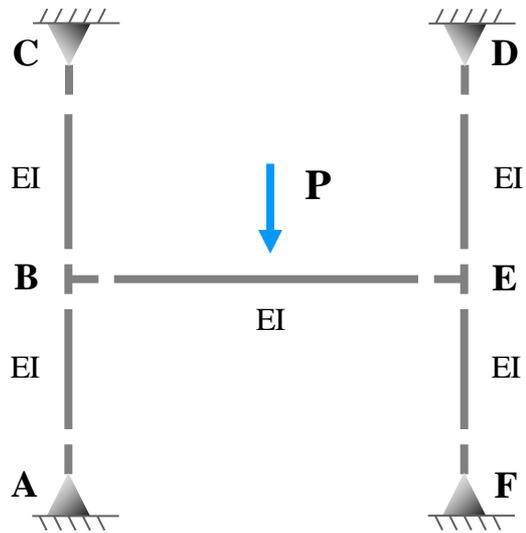
Interpretación de la estructura

# Ejemplo 1

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:



- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - La producida por la carga P

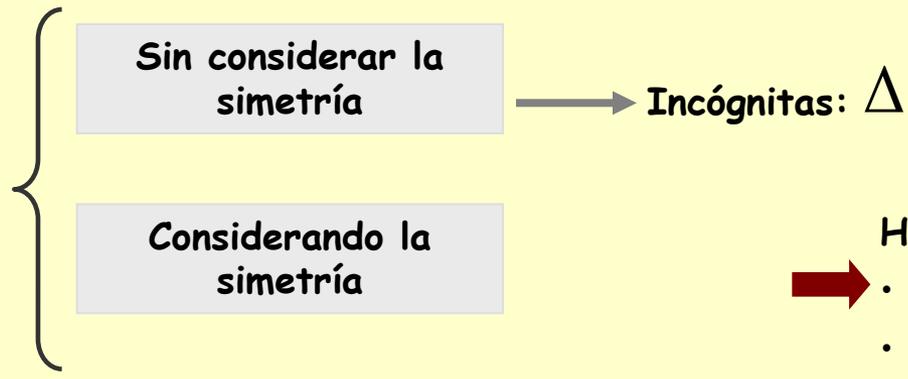


Interpretación de la estructura

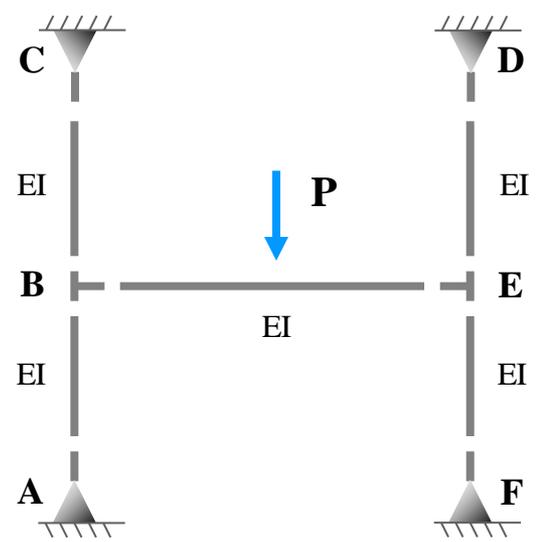


# Ejemplo 1

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:



- La producida por el desplazamiento
- La producida por la carga P

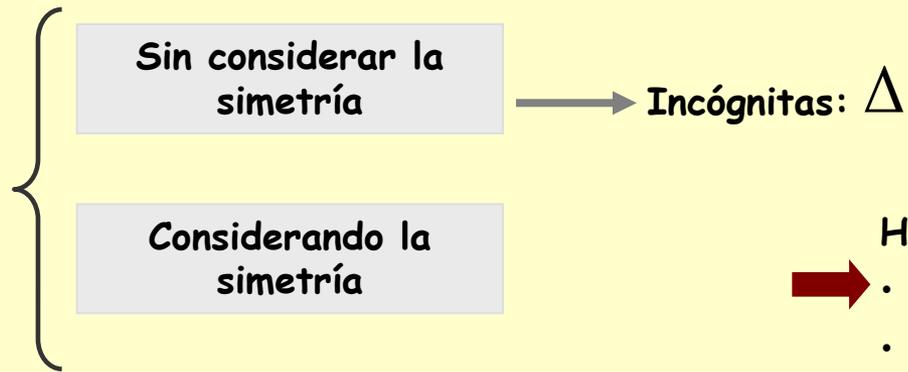


Interpretación de la estructura

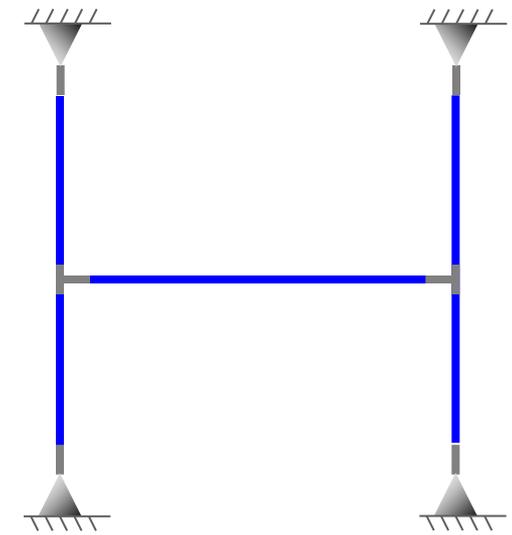
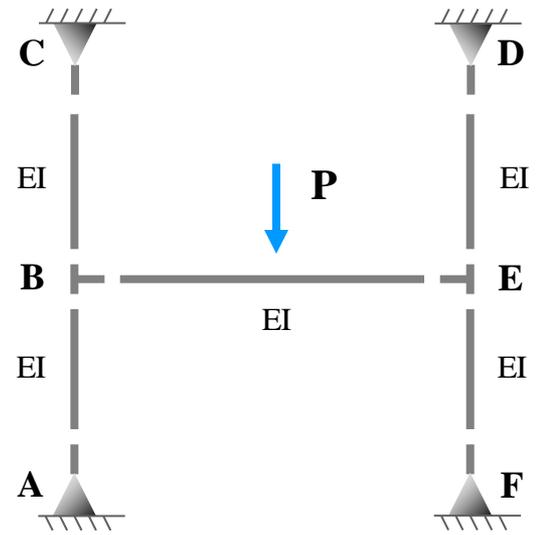


# Ejemplo 1

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:



- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - La producida por la carga P

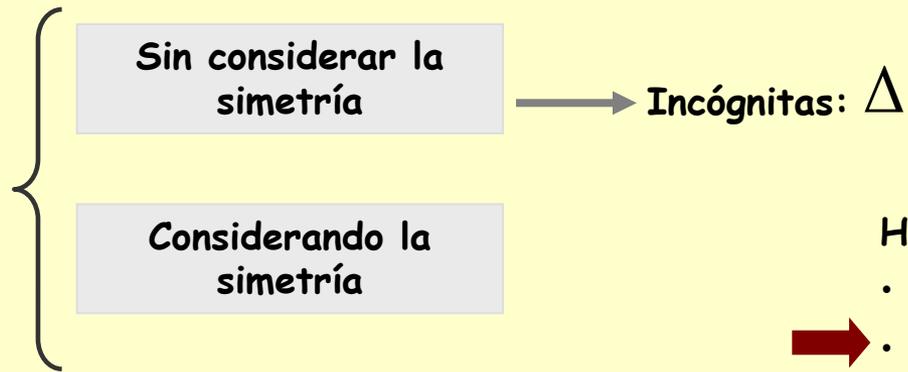


Interpretación de la estructura

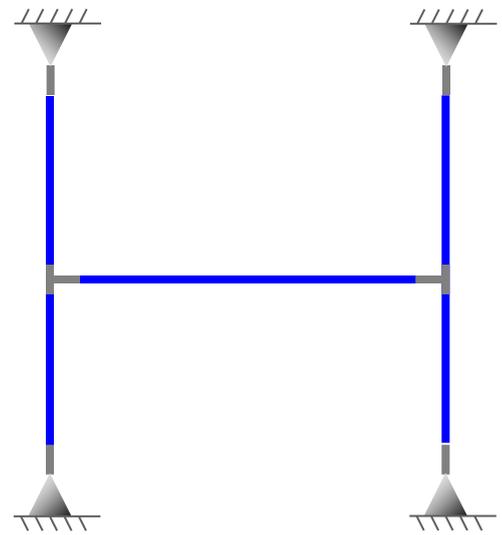
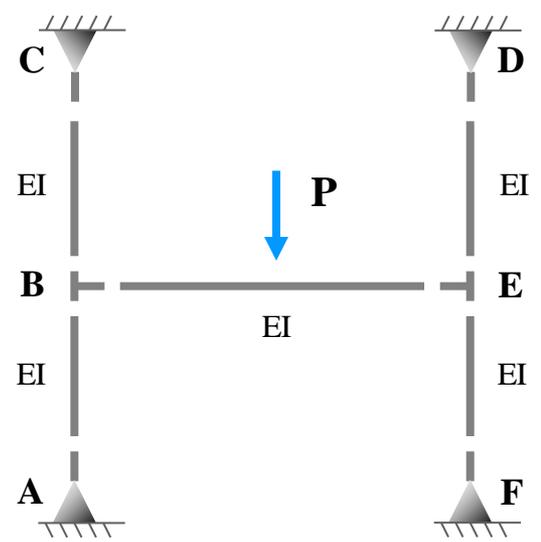


# Ejemplo 1

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:



- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - La producida por la carga P

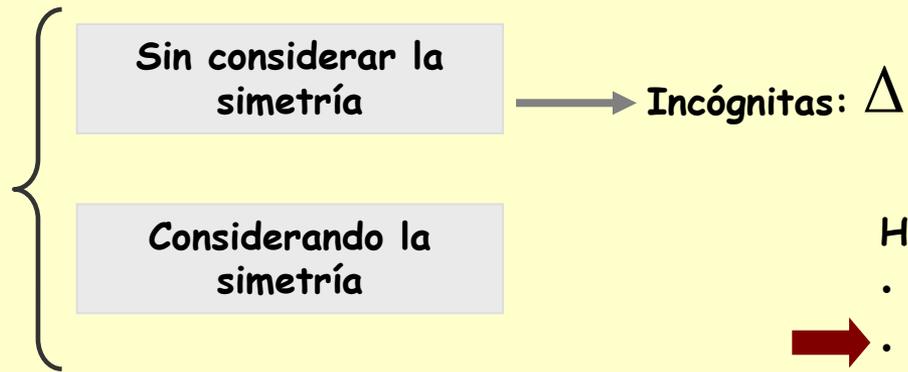


Interpretación de la estructura

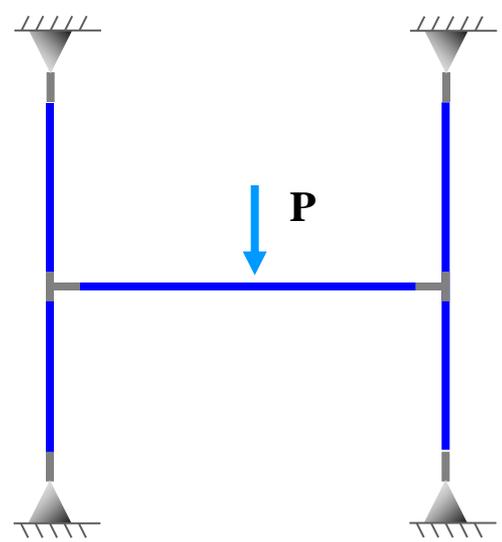
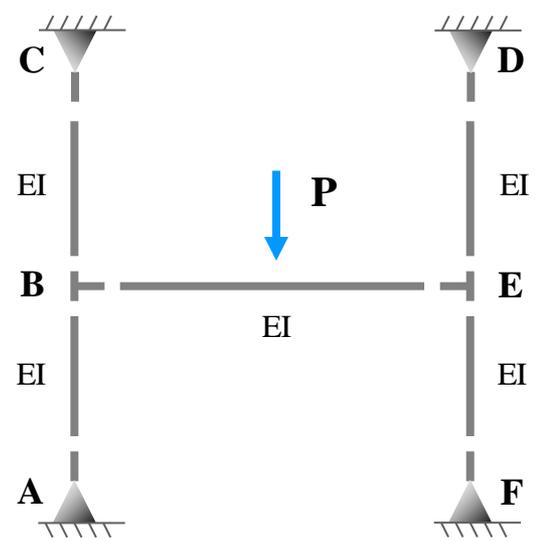


# Ejemplo 1

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:



- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - La producida por la carga P

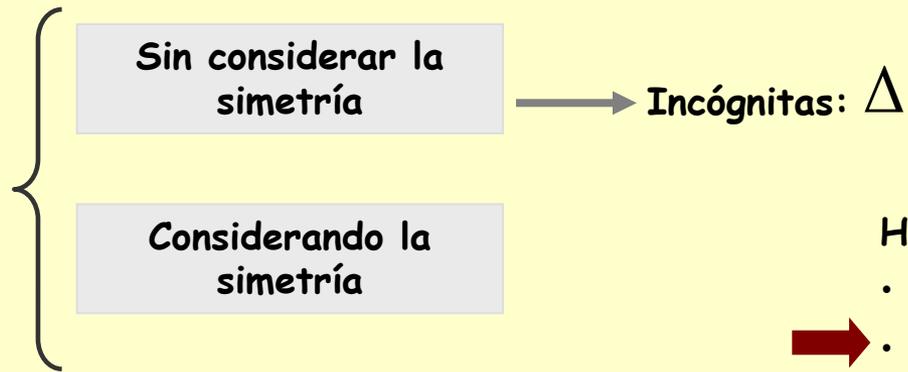


Interpretación de la estructura

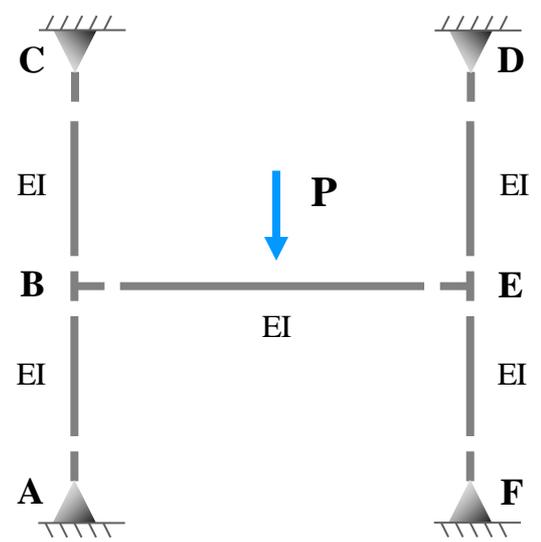


# Ejemplo 1

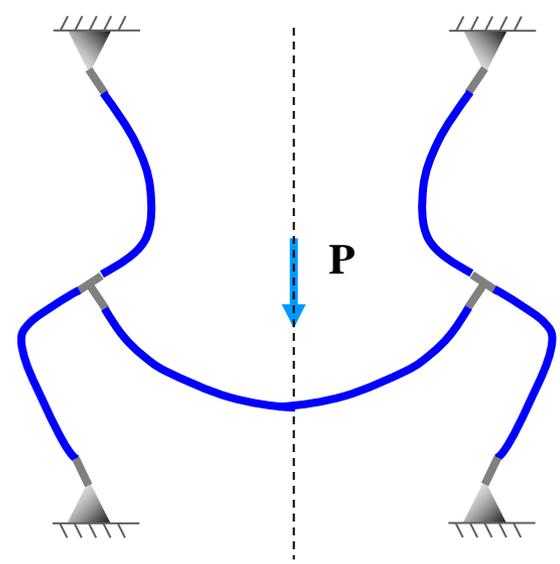
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:



- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - La producida por la carga P



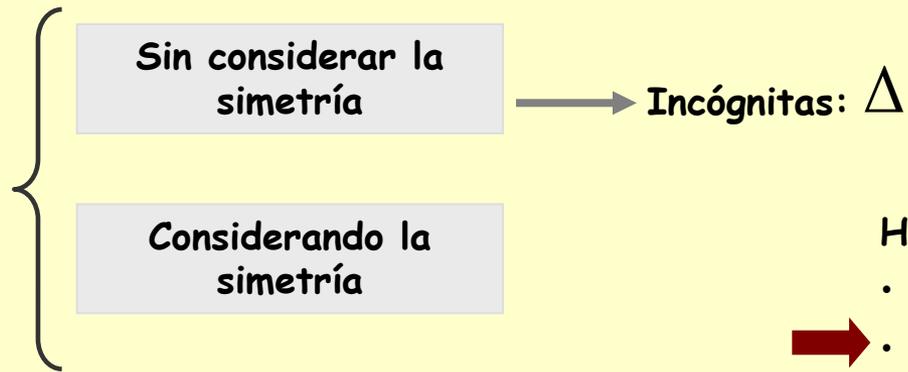
Interpretación de la estructura



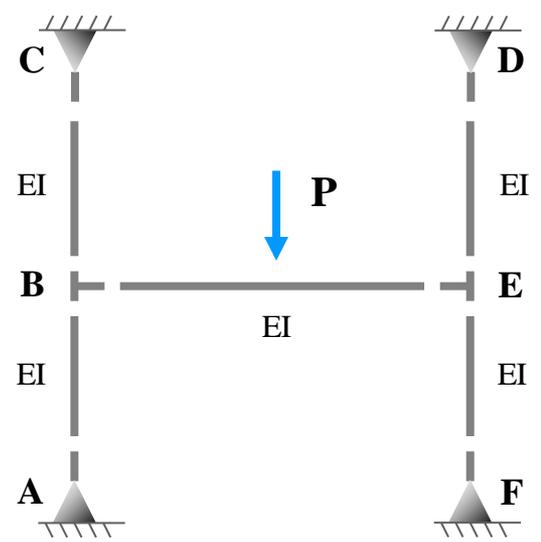


# Ejemplo 1

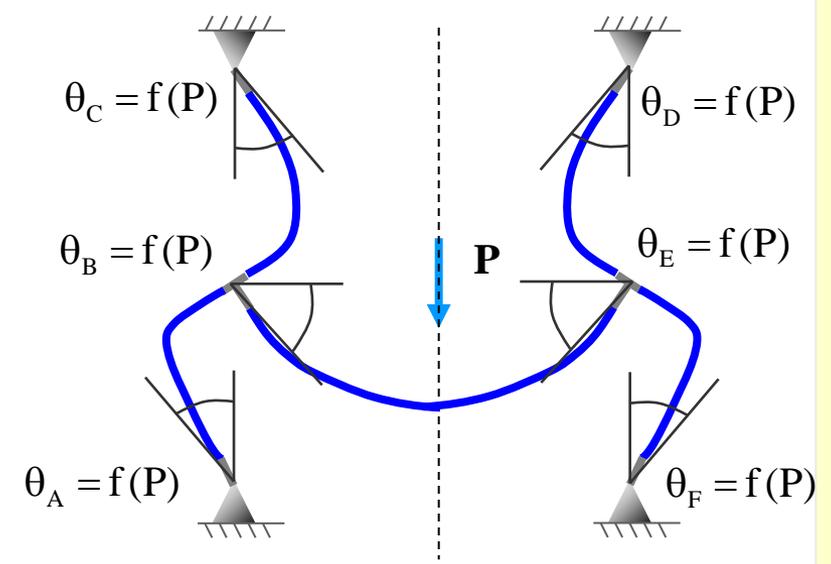
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:



- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento
  - ➔ • La producida por la carga P



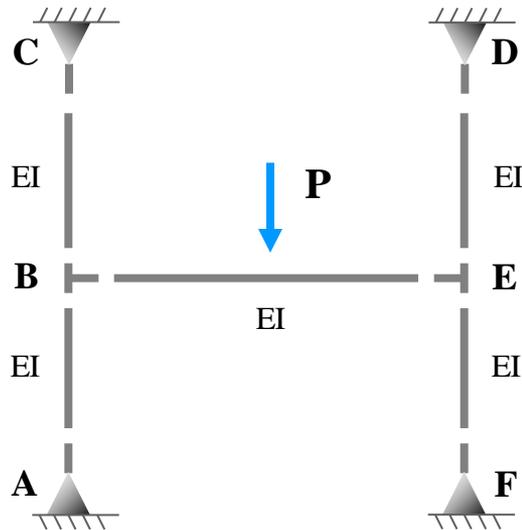
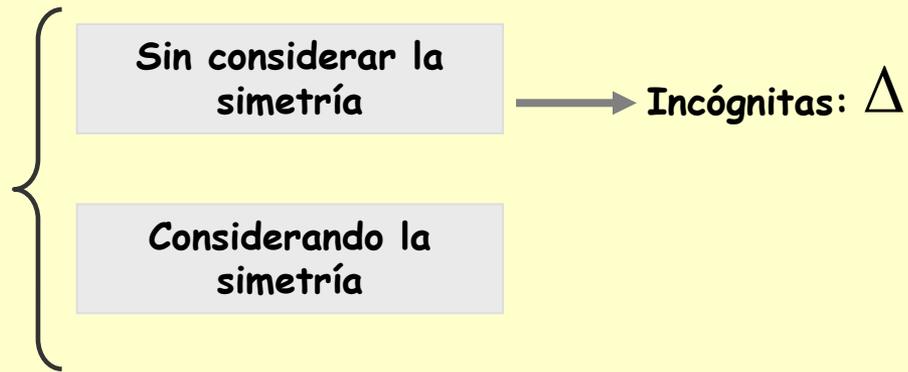
Interpretación de la estructura



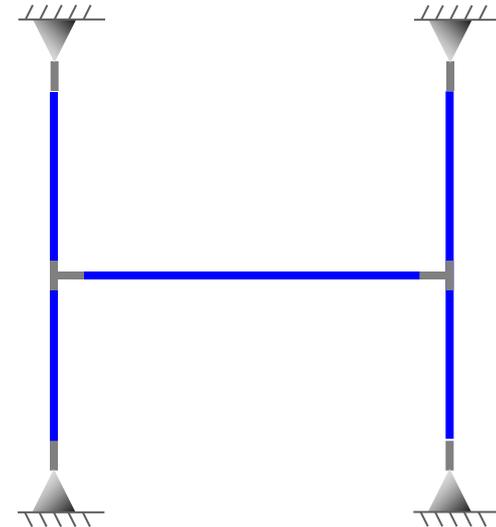


# Ejemplo 1

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:



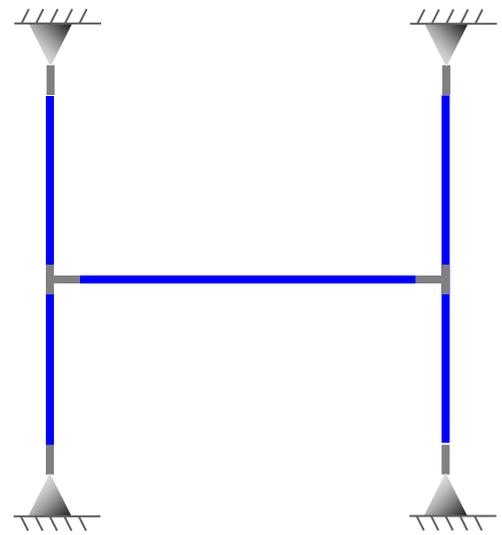
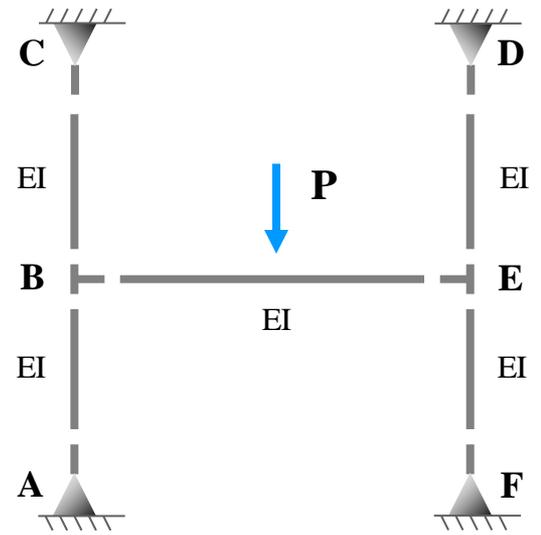
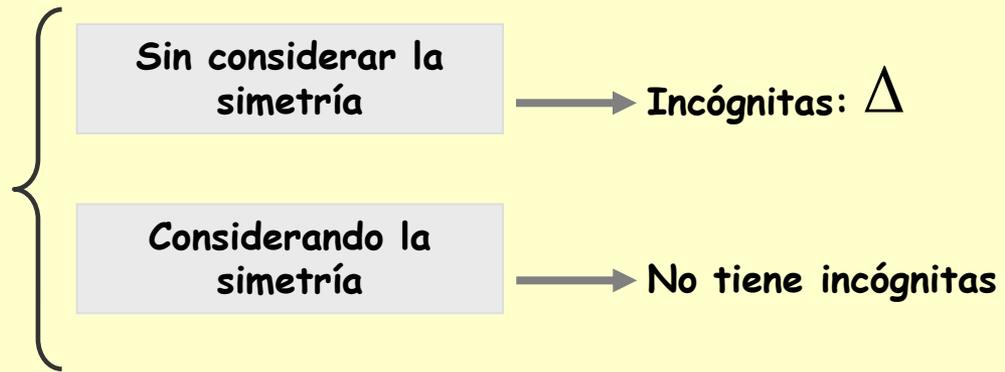
Interpretación de la estructura





# Ejemplo 1

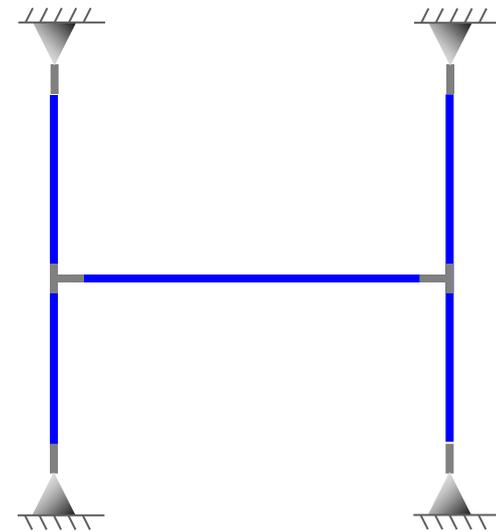
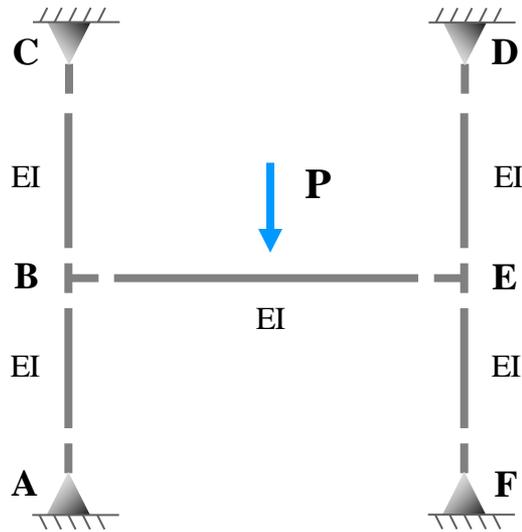
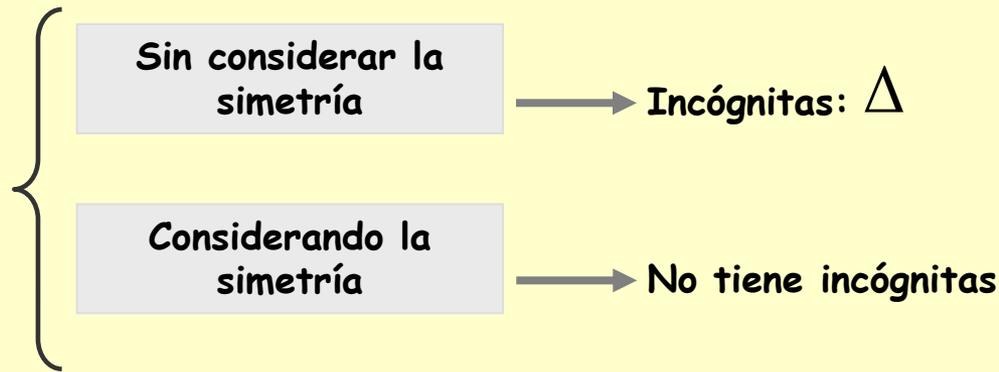
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:



Interpretación de la estructura

# Ejemplo 1

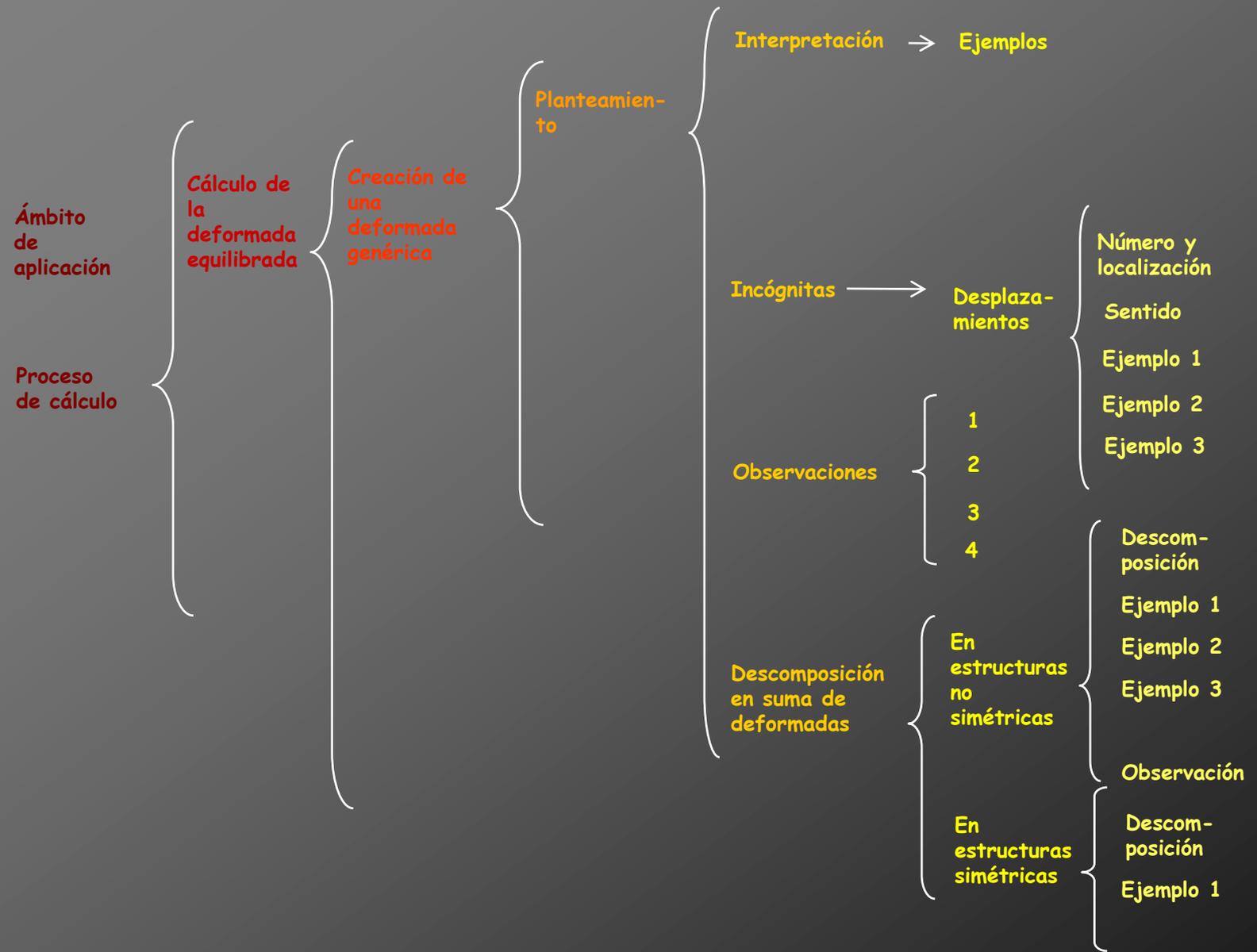
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:



Interpretación de la estructura



# Método de Cross



Número y localización

Sentido

Ejemplo 1

Ejemplo 2

Ejemplo 3

Descomposición

Ejemplo 1

Ejemplo 2

Ejemplo 3

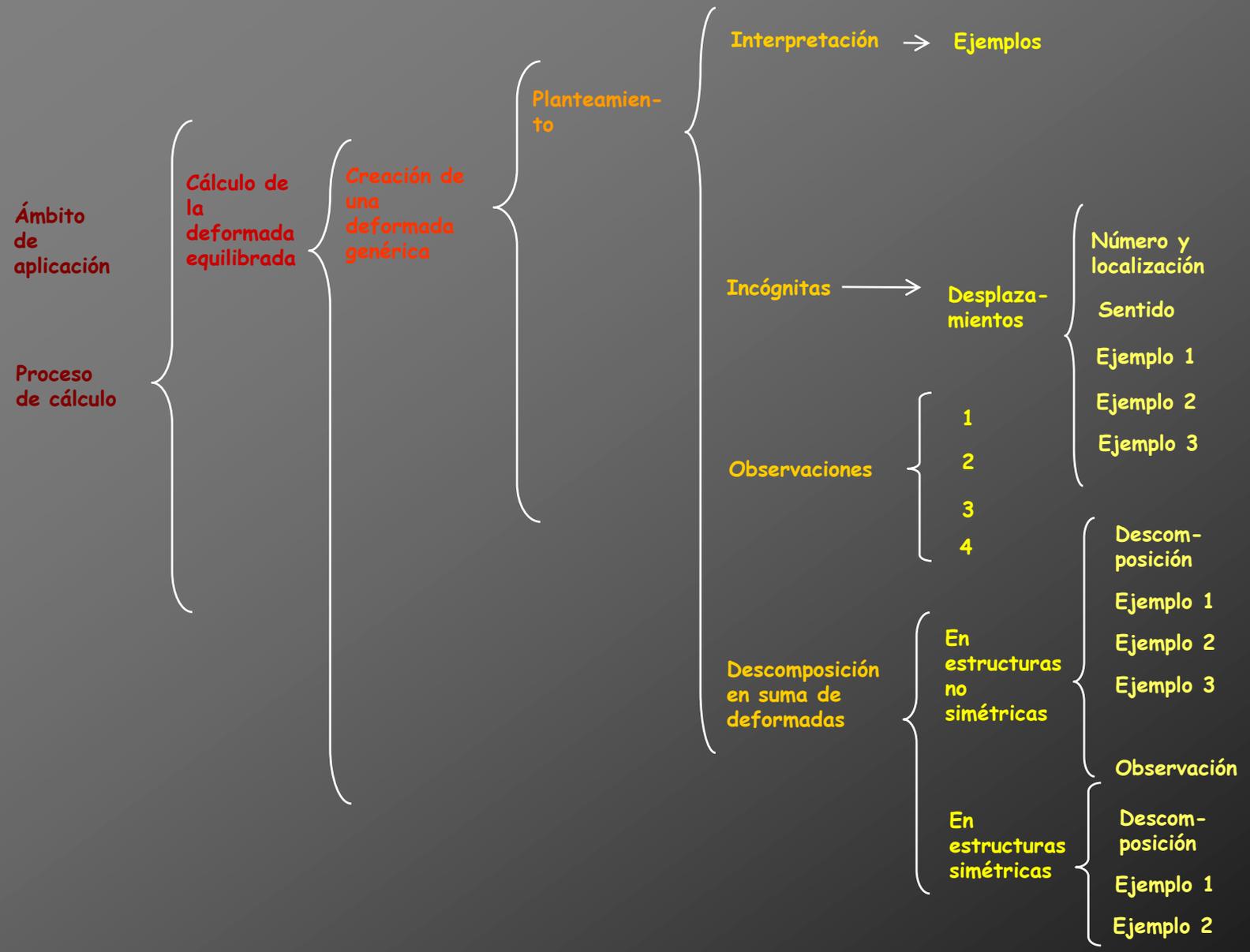
Observación

Descomposición

Ejemplo 1



# Método de Cross

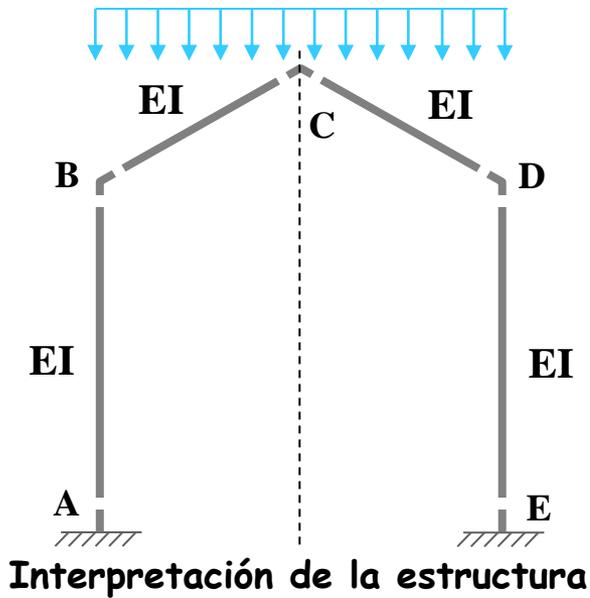




## Ejemplo 2

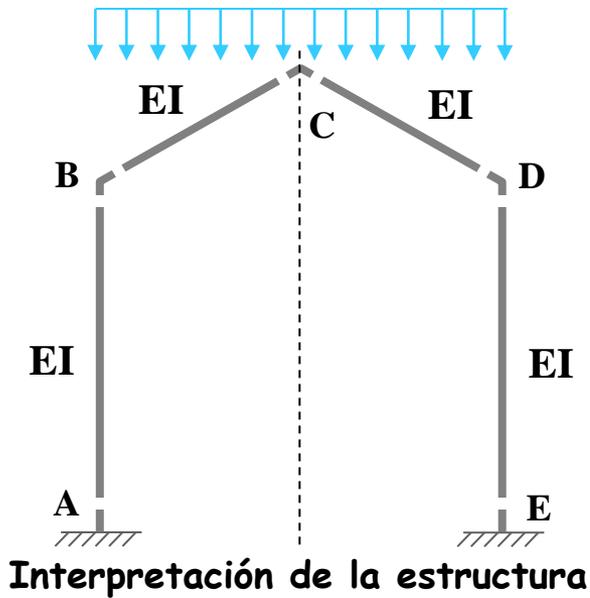


## Ejemplo 2



## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

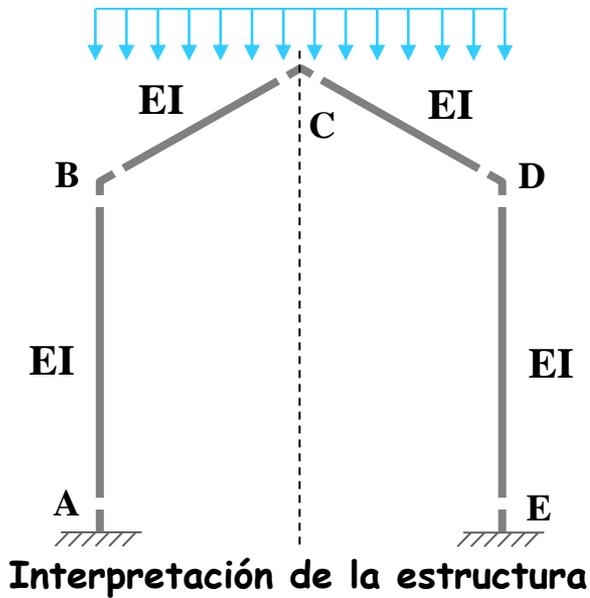




## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

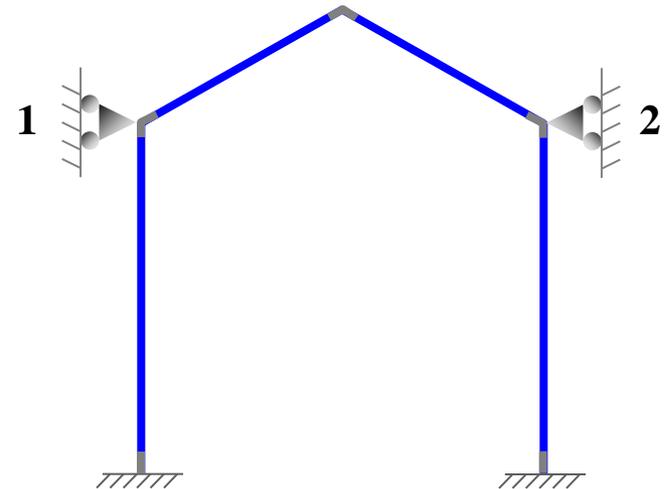
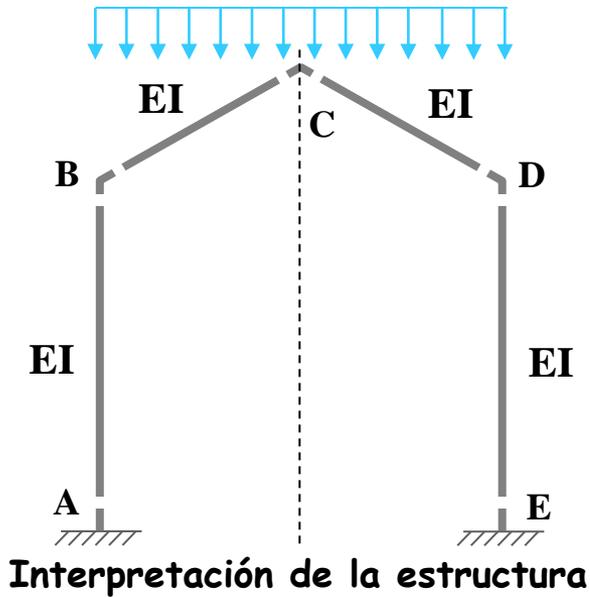
Sin considerar la simetría



## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría





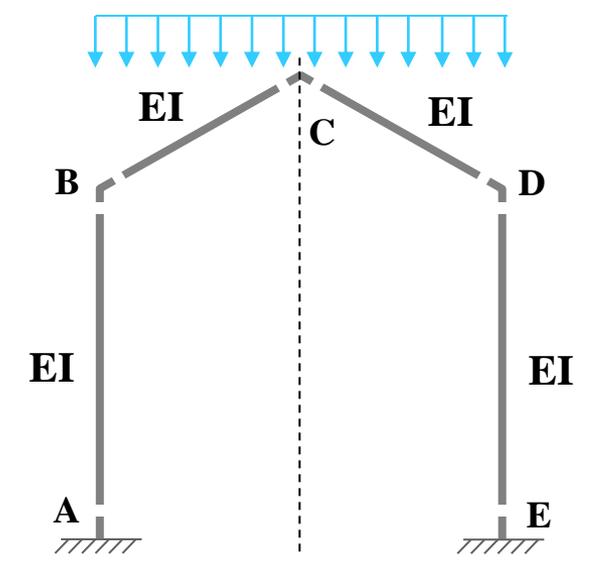
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

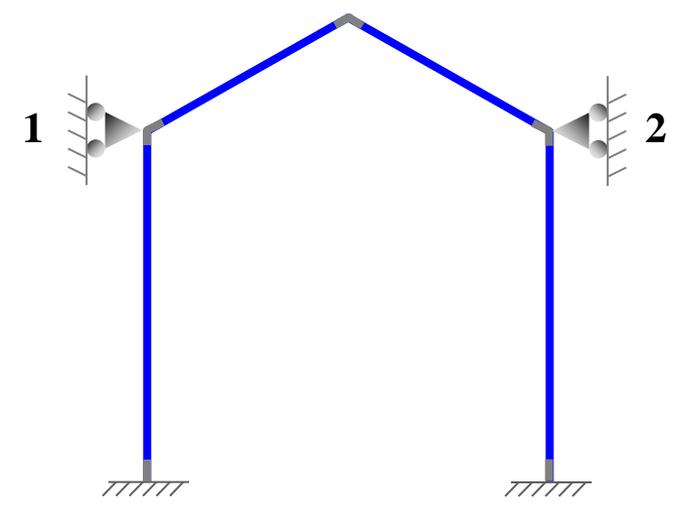
Sin considerar la simetría

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento 1
- La producida por el desplazamiento 2
- La producida por la carga  $q$



Interpretación de la estructura



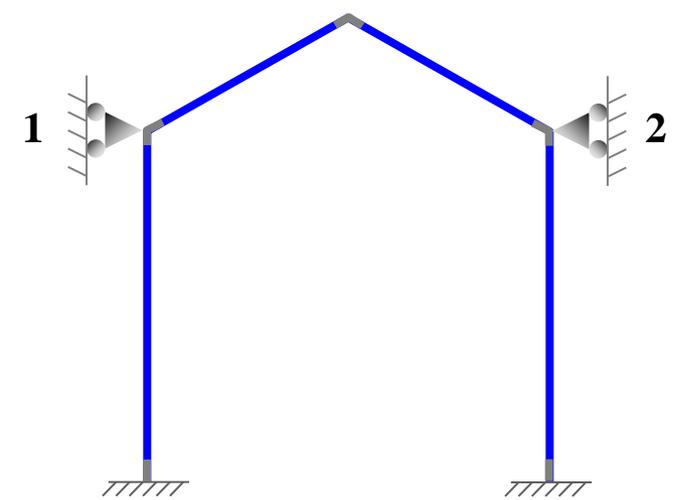
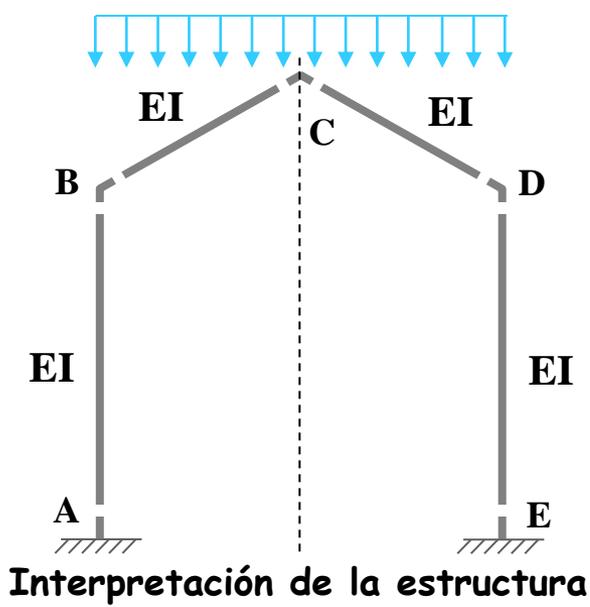


## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$



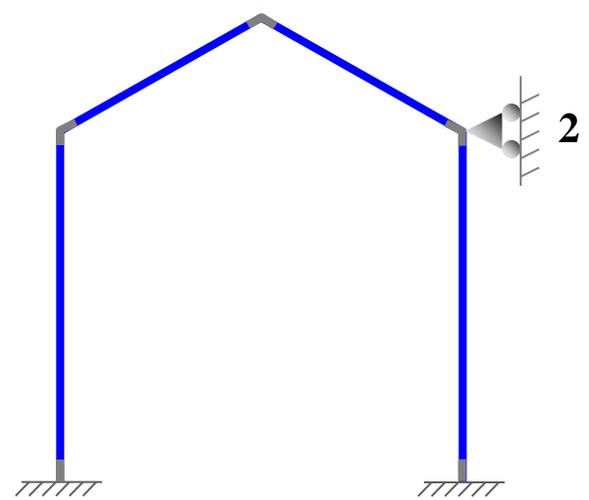
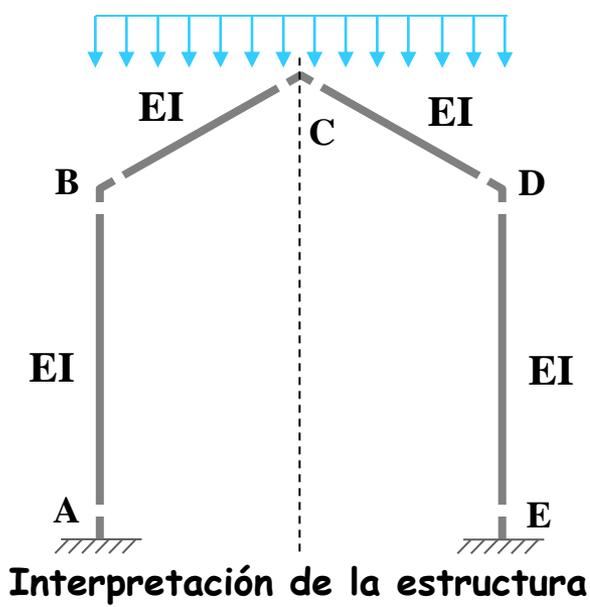


## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$



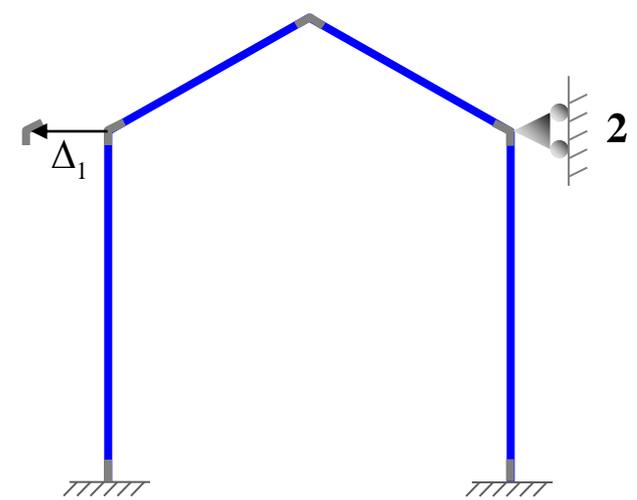
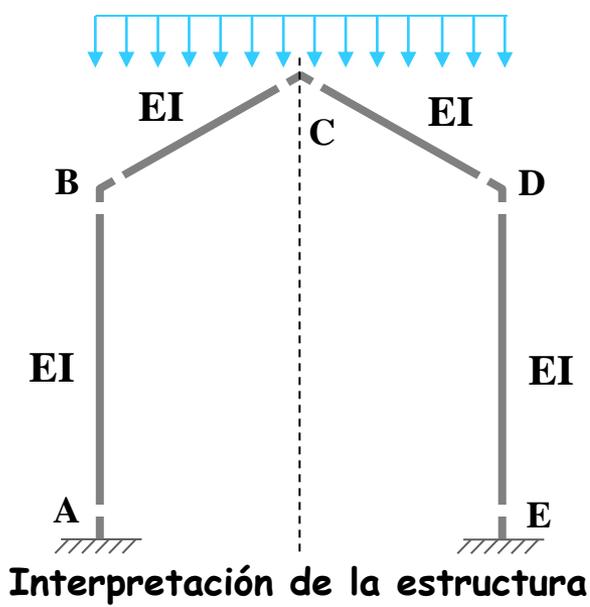


## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$



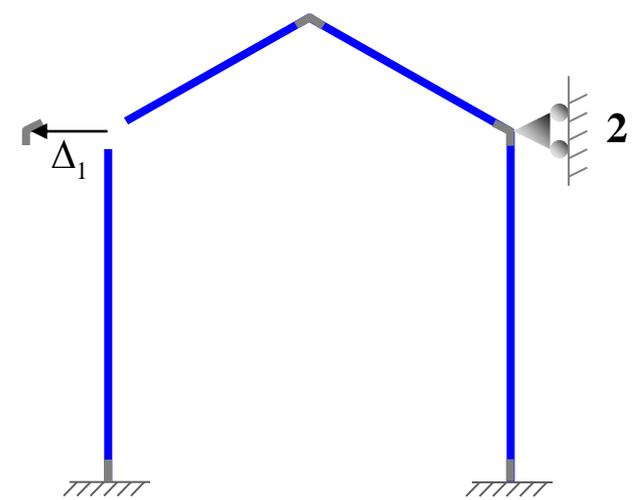
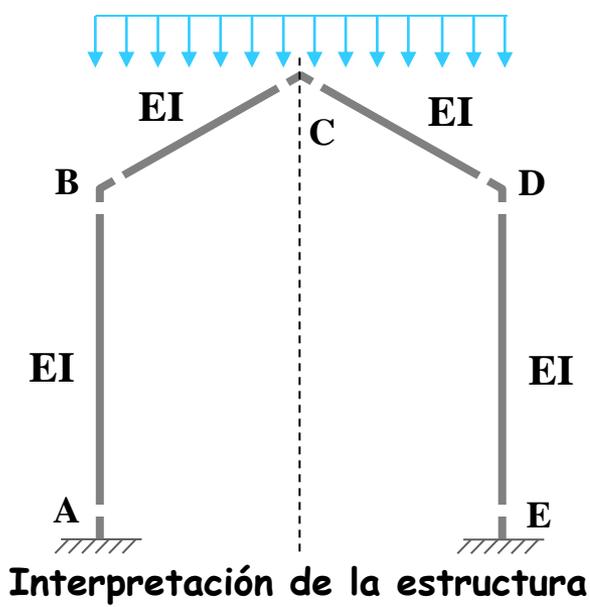


## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$



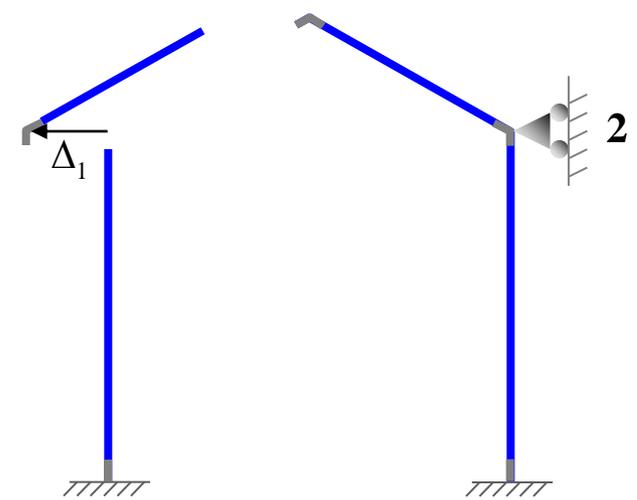
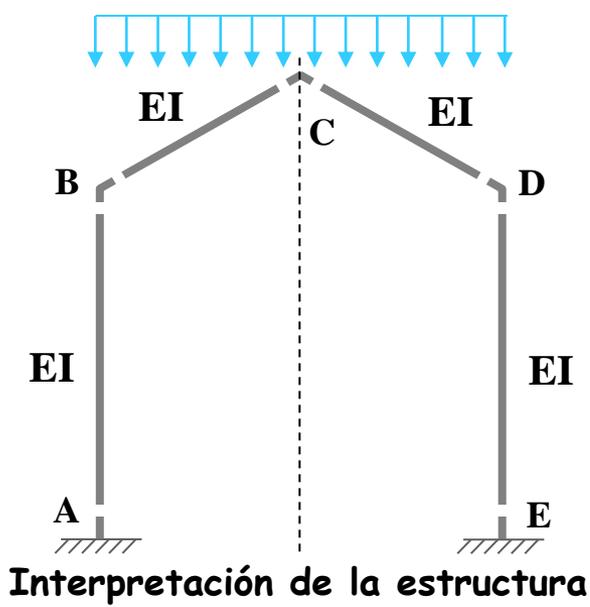


## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$



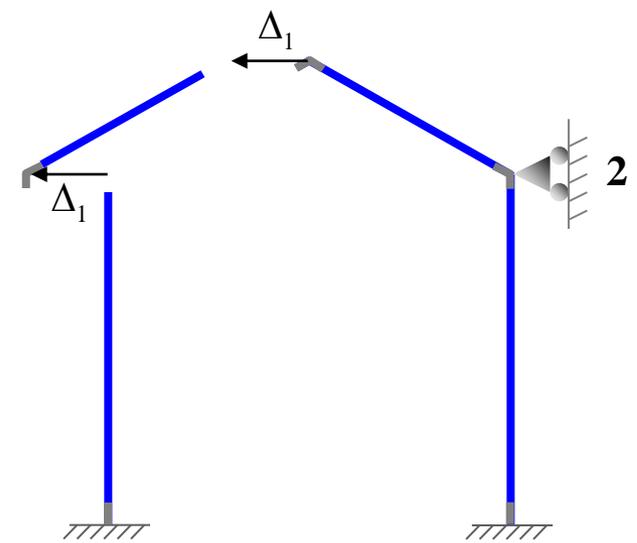
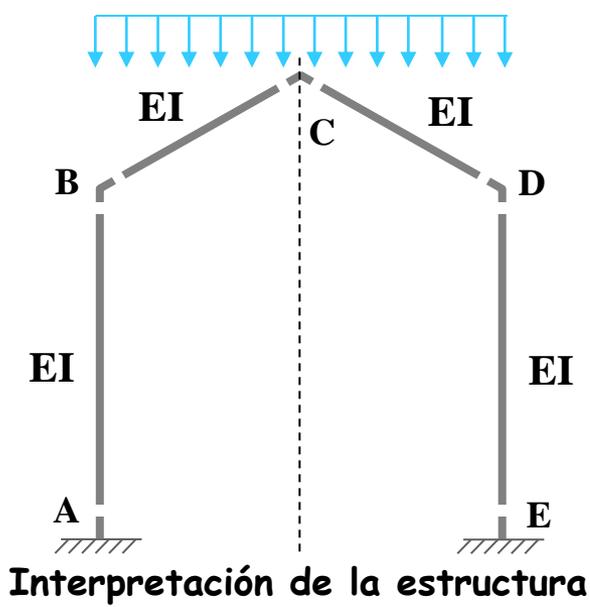


## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$



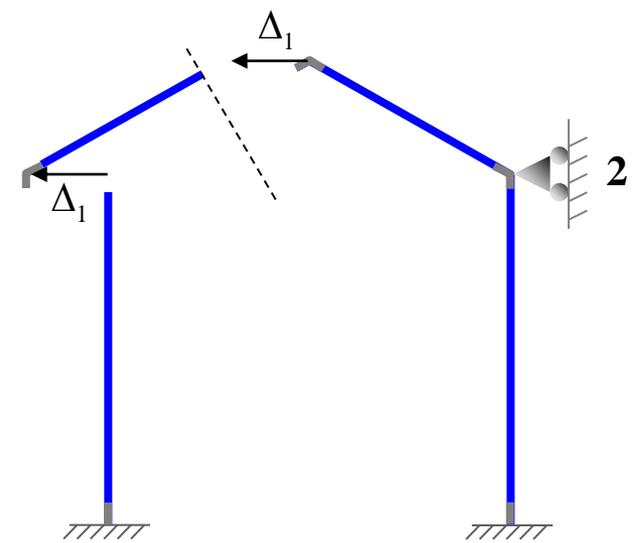
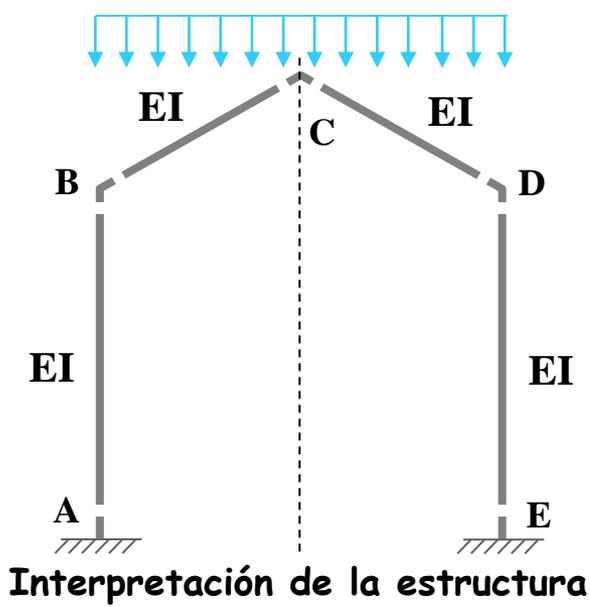


## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$



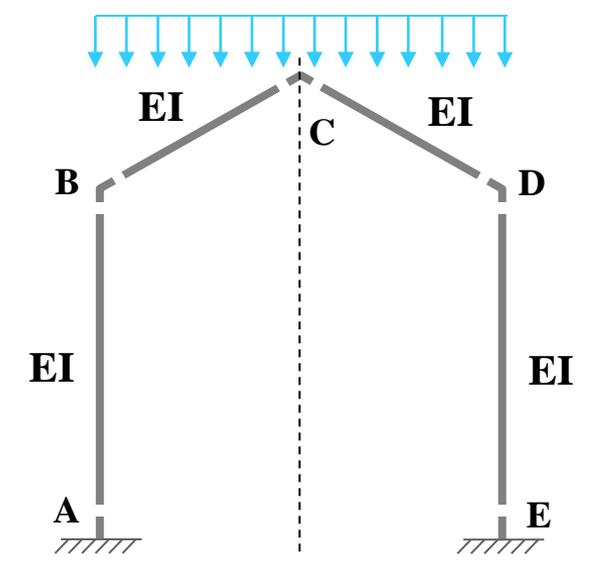


# Ejemplo 2

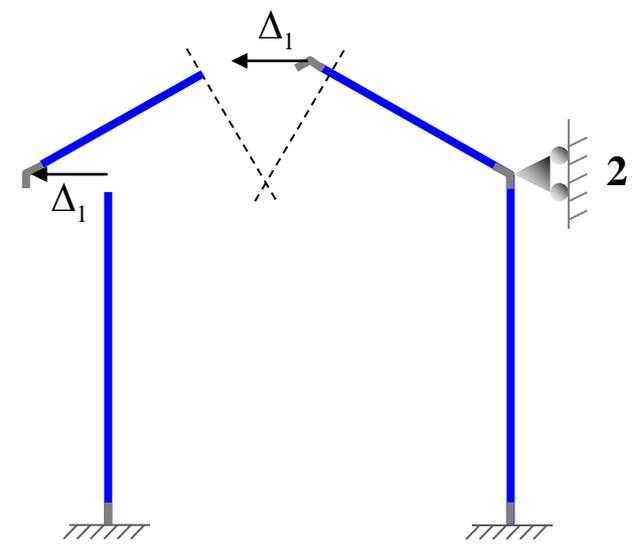
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$



Interpretación de la estructura



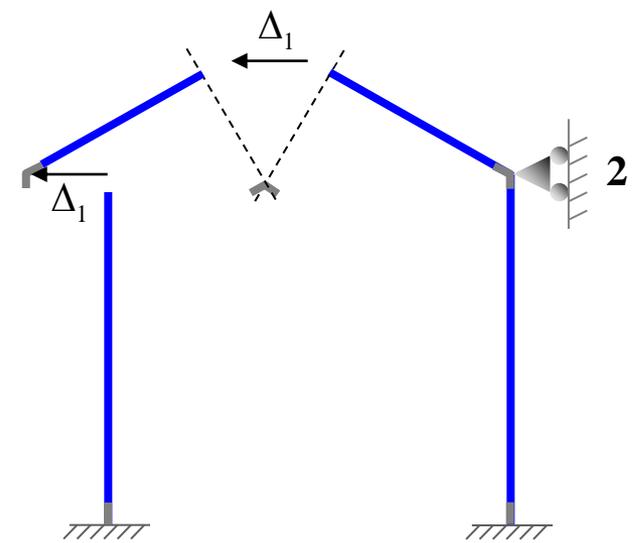
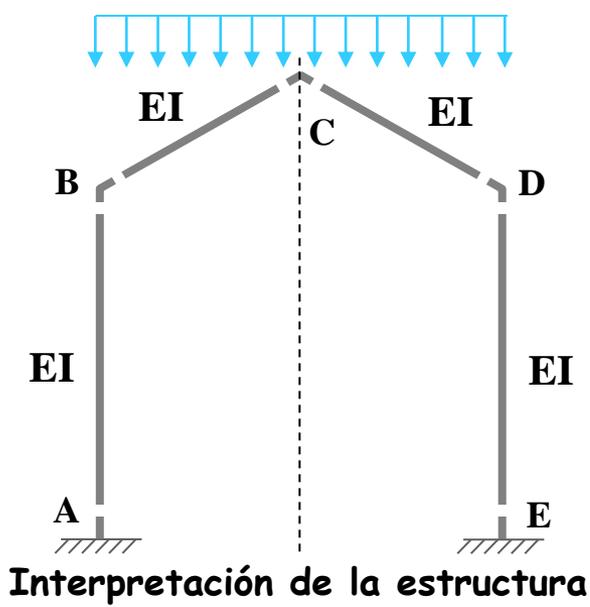


## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$



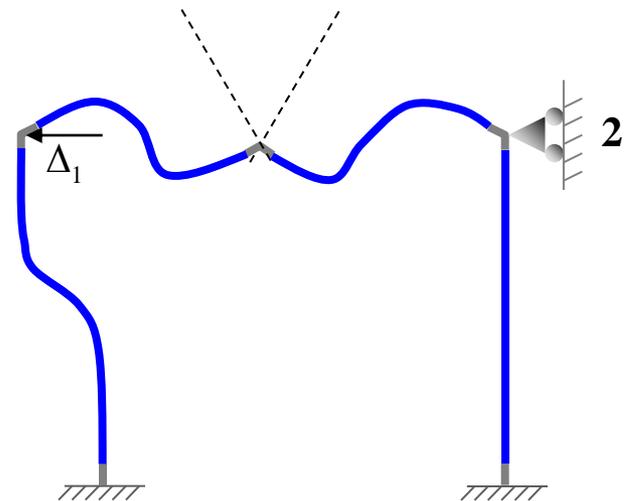
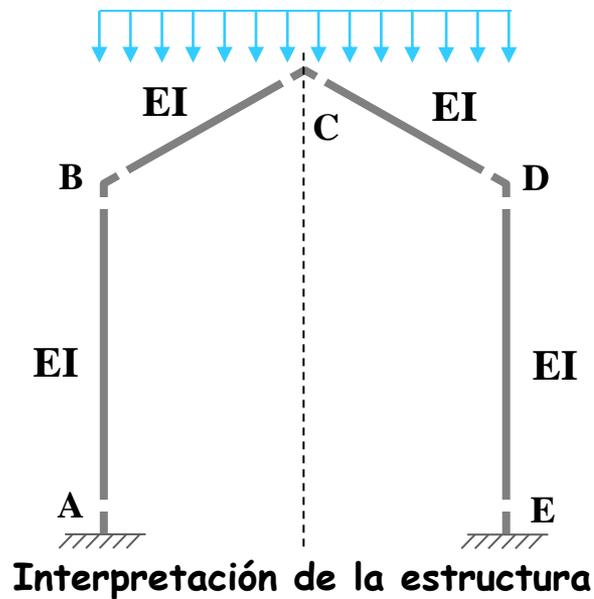
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento 1
- La producida por el desplazamiento 2
- La producida por la carga  $q$



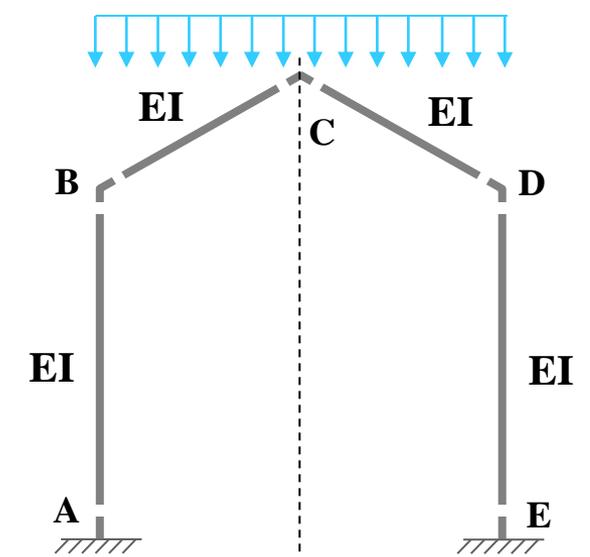


## Ejemplo 2

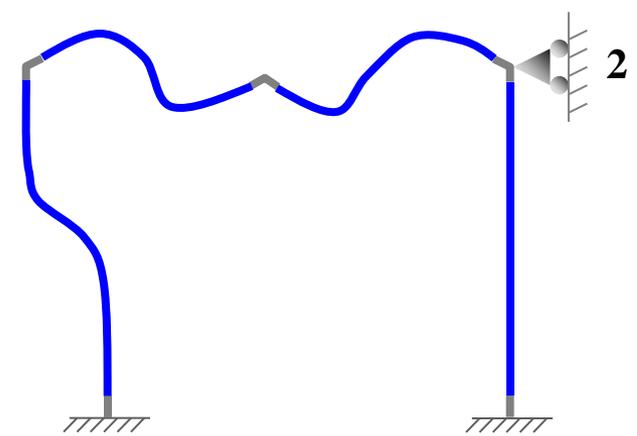
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$



Interpretación de la estructura





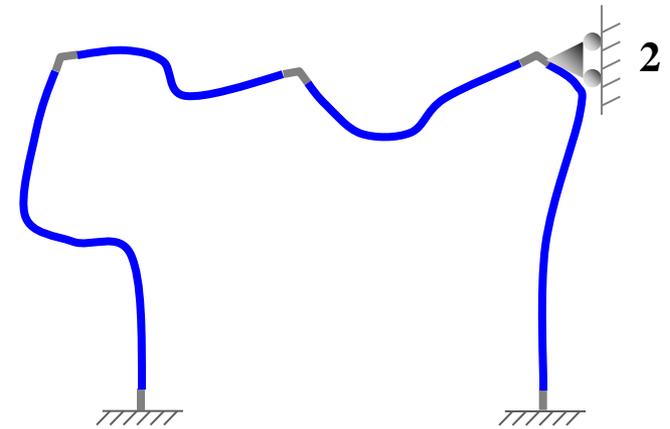
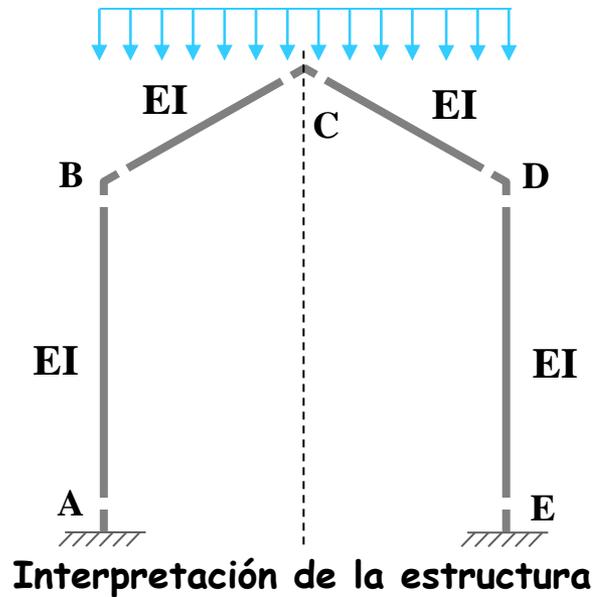
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento 1
- La producida por el desplazamiento 2
- La producida por la carga  $q$



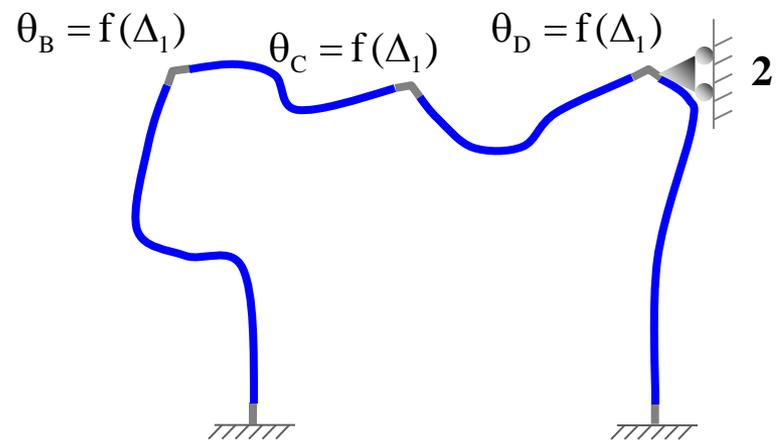
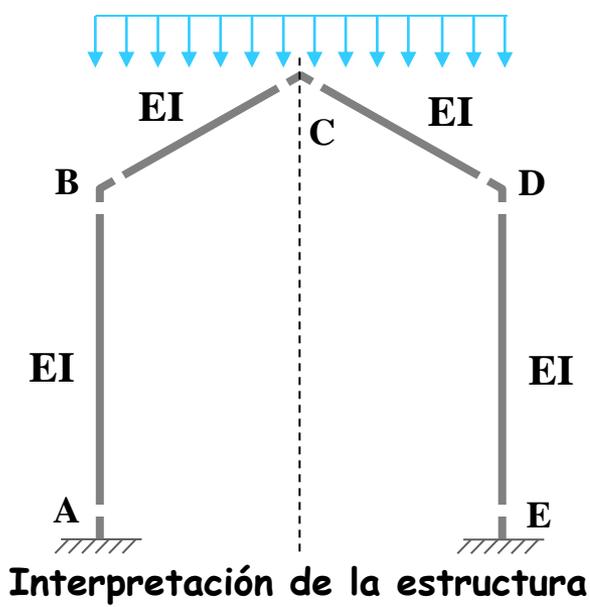


## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$





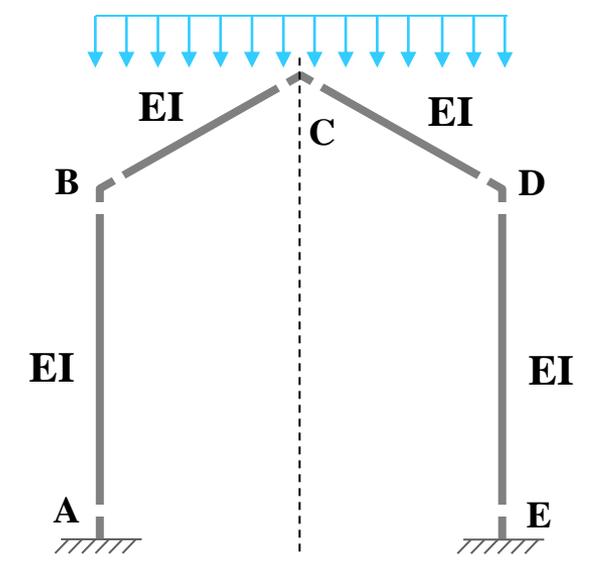
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

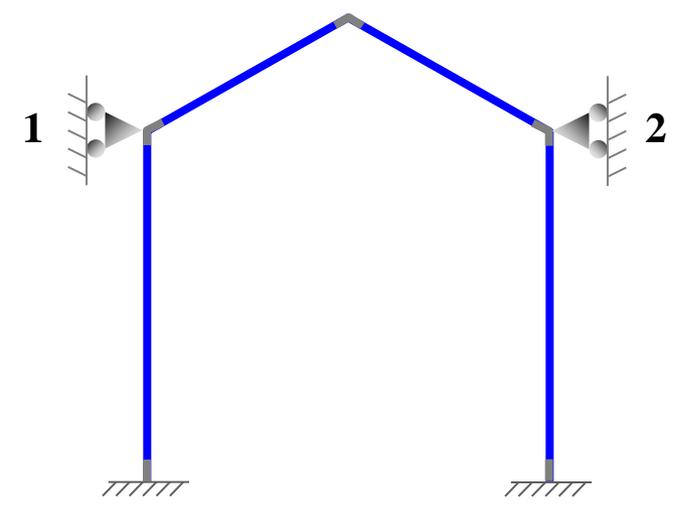
Sin considerar la simetría

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento 1
- La producida por el desplazamiento 2
- La producida por la carga  $q$



Interpretación de la estructura



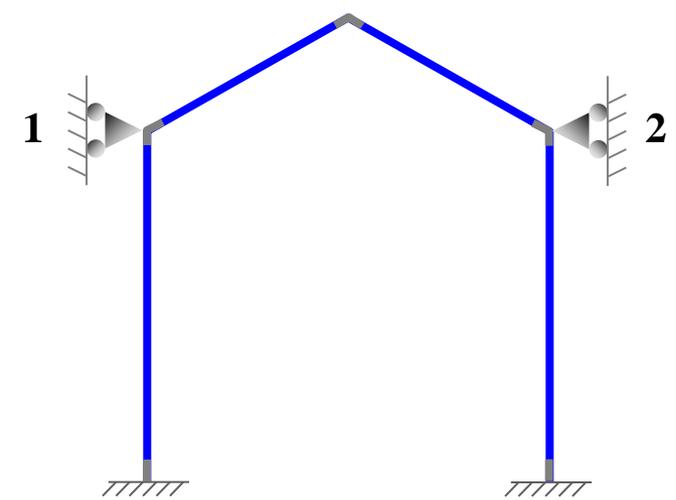
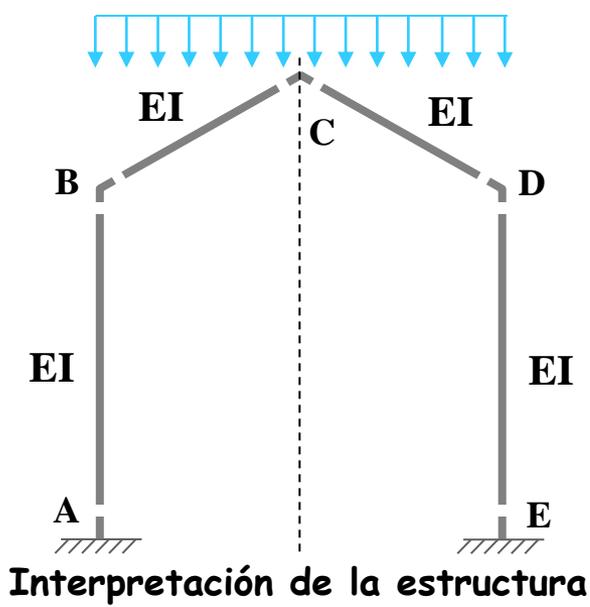


## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$



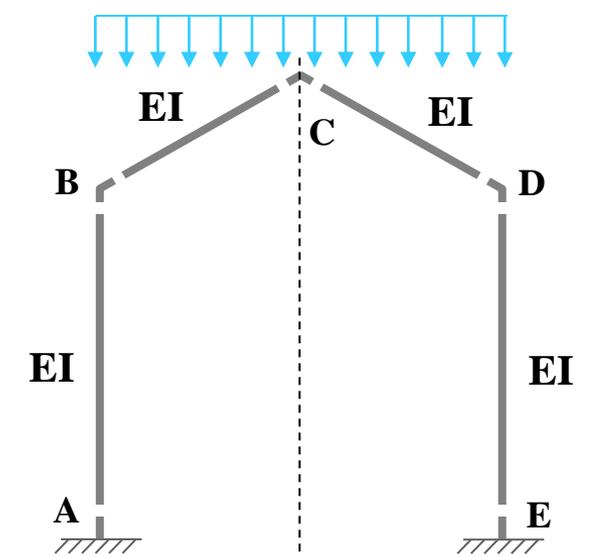


## Ejemplo 2

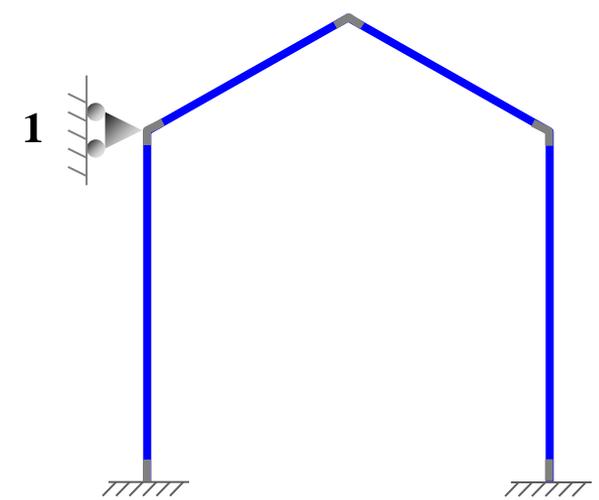
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$



Interpretación de la estructura



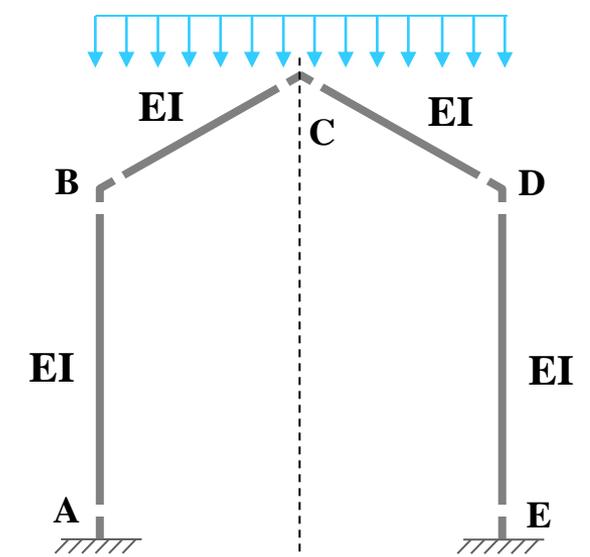


## Ejemplo 2

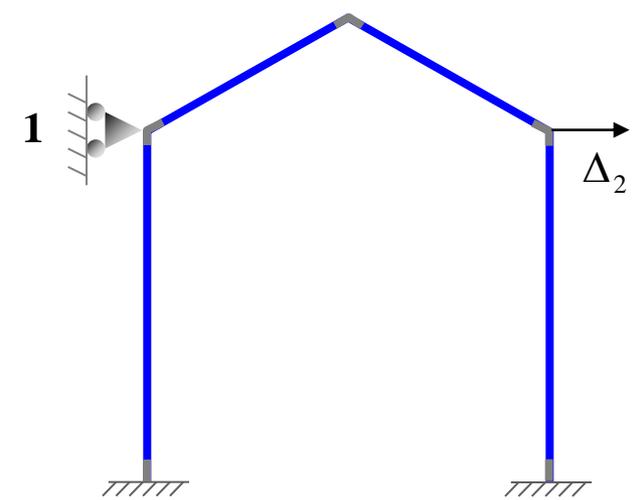
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$



Interpretación de la estructura





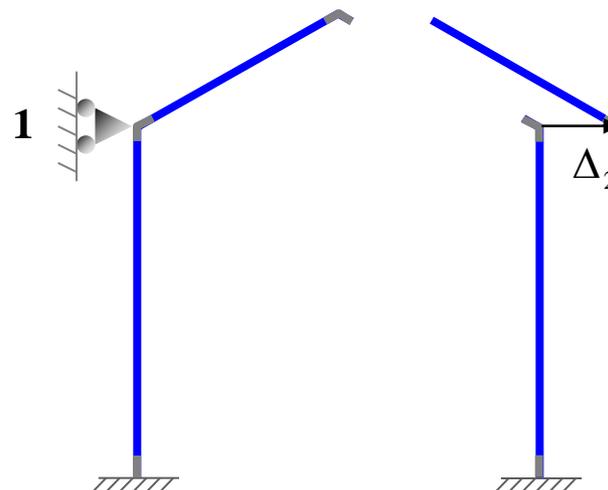
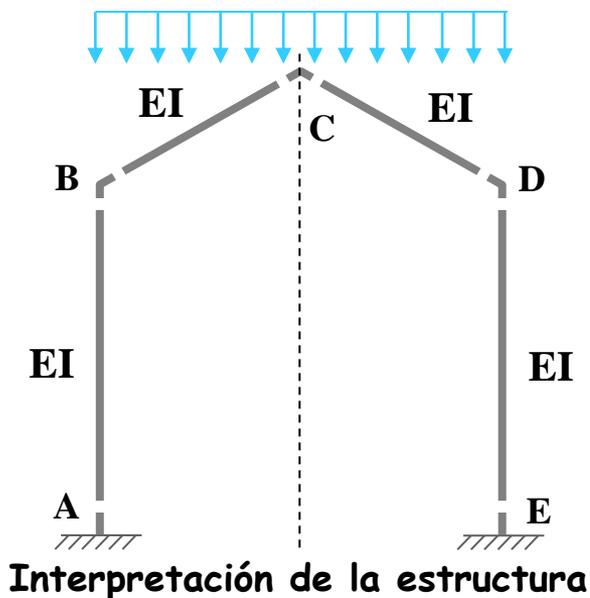
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento 1
- La producida por el desplazamiento 2
- La producida por la carga  $q$





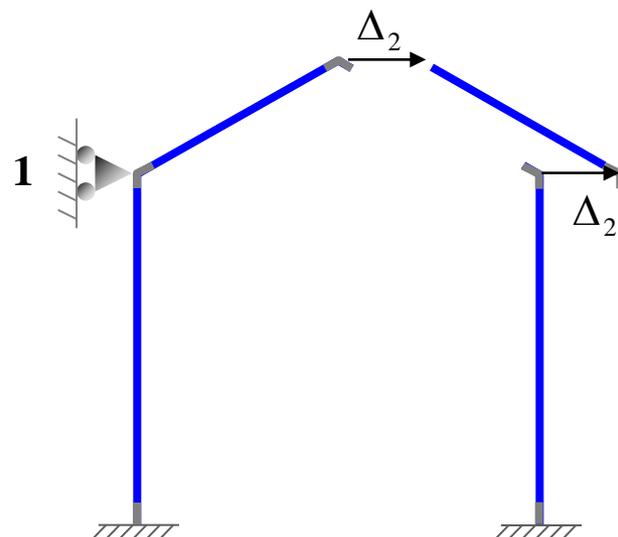
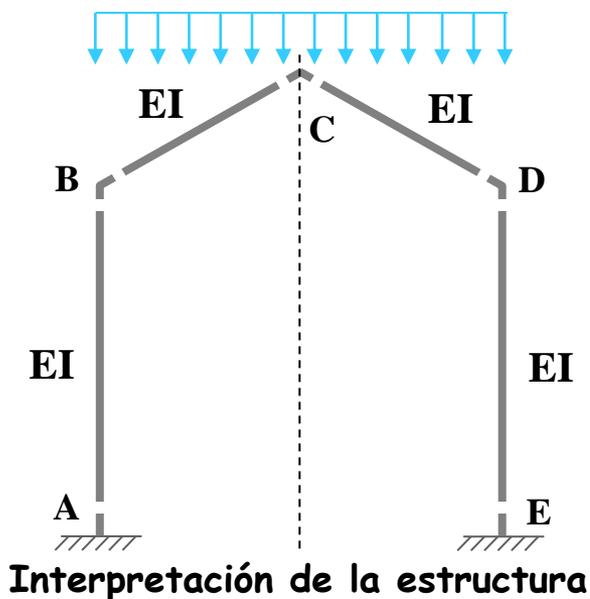
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento 1
- La producida por el desplazamiento 2
- La producida por la carga  $q$



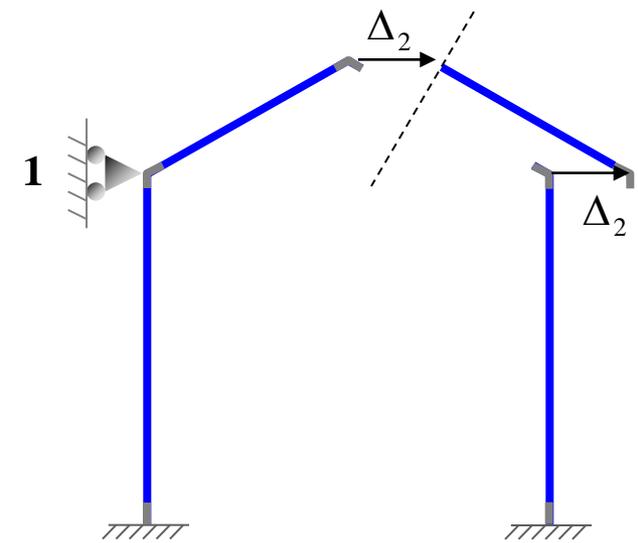
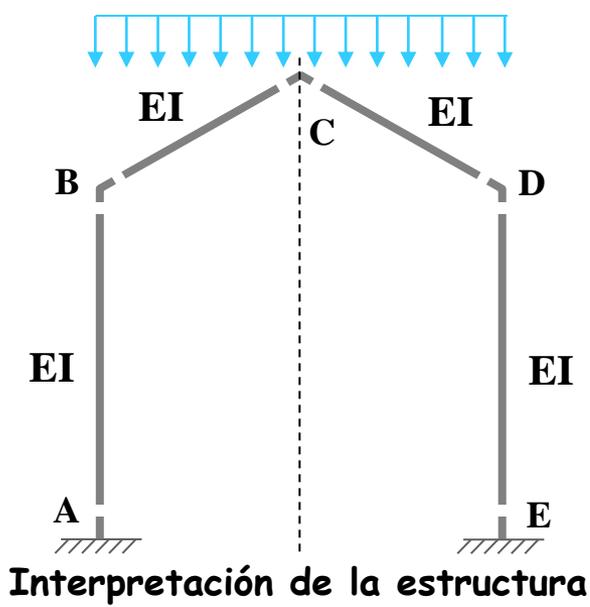


## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$





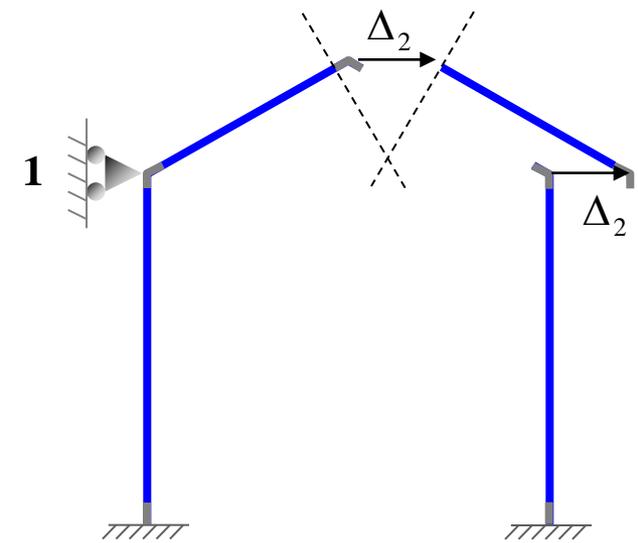
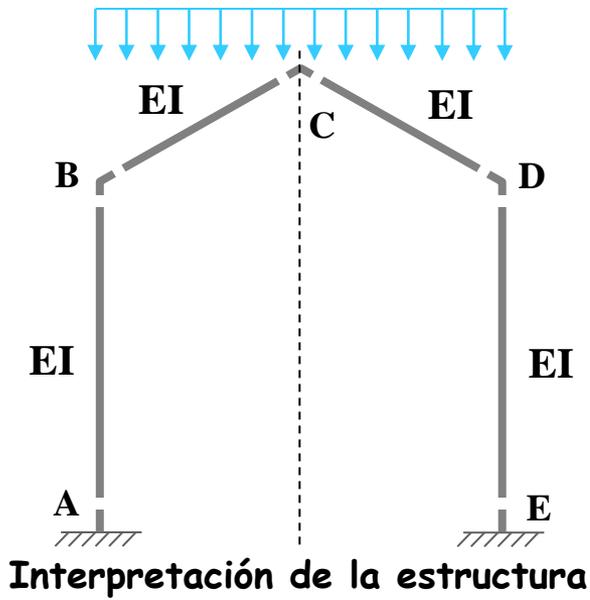
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento 1
- La producida por el desplazamiento 2
- La producida por la carga  $q$



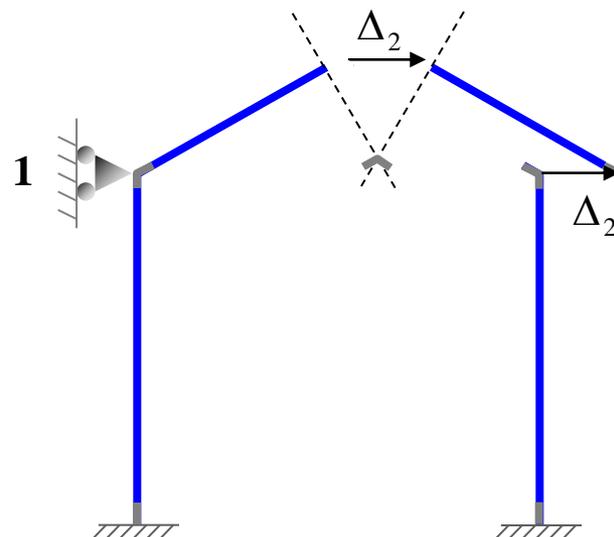
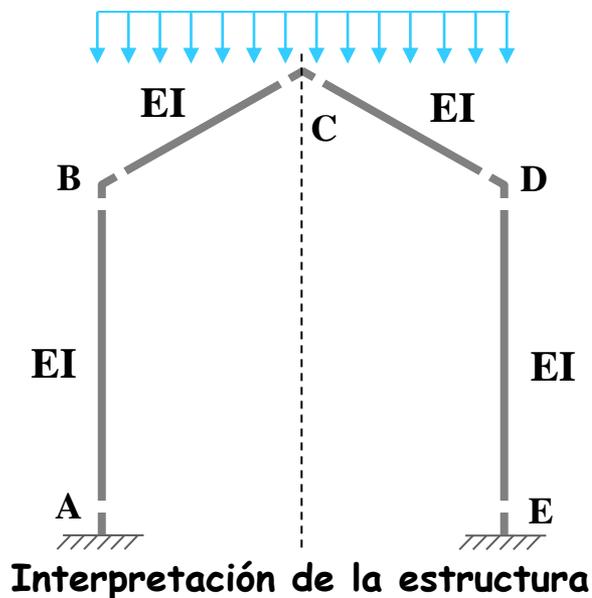
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento 1
- La producida por el desplazamiento 2
- La producida por la carga  $q$



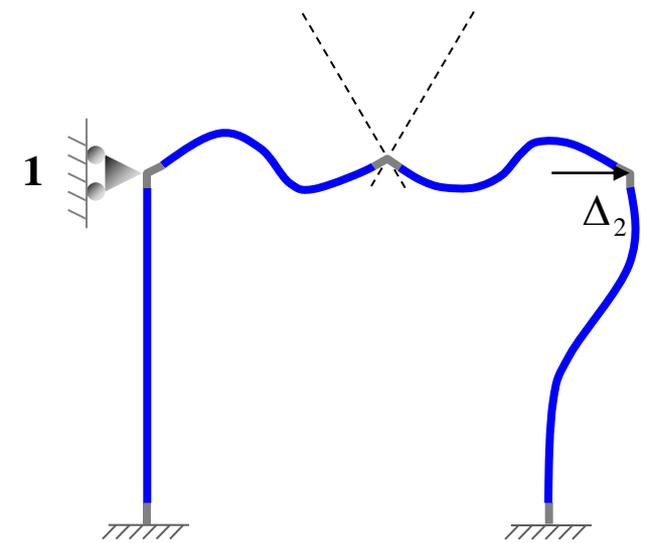
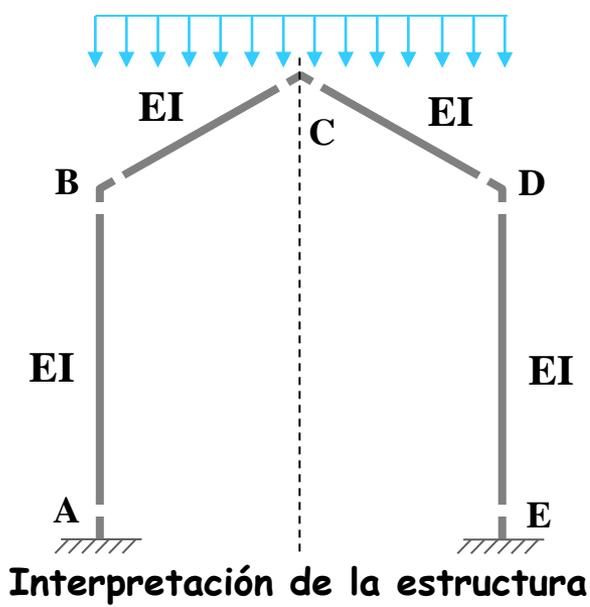


## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$



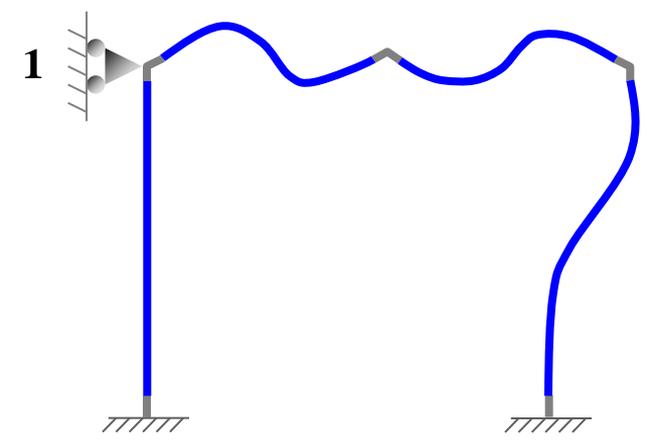
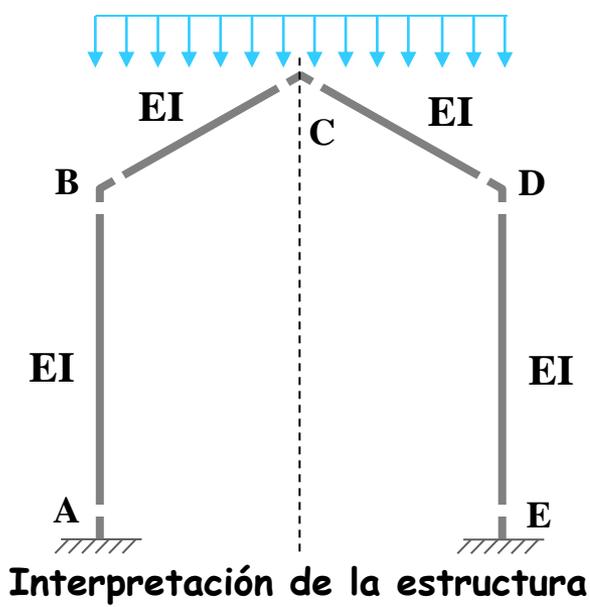


## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$



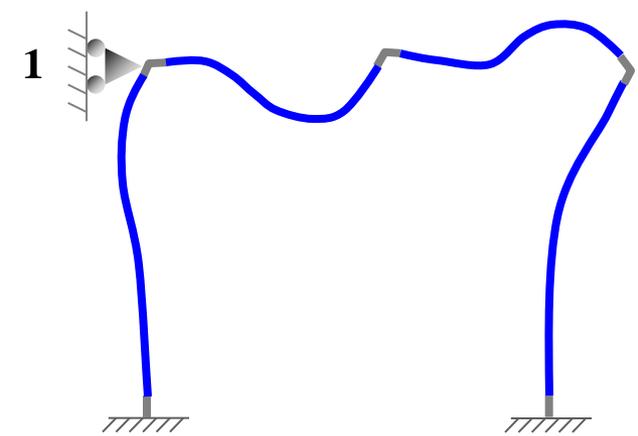
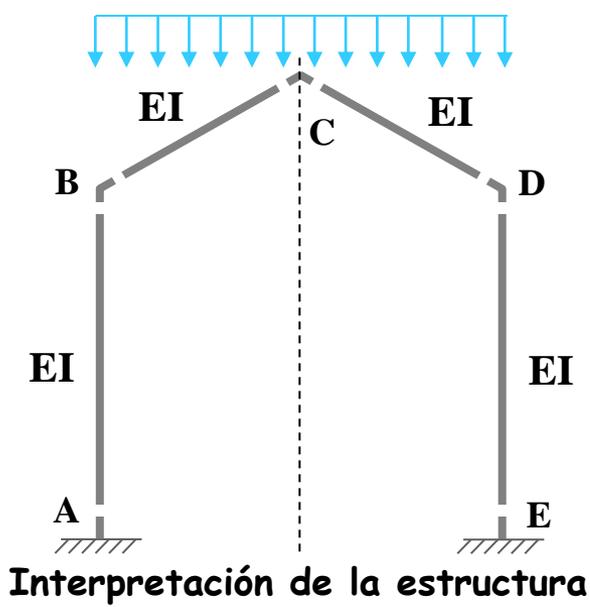


## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$



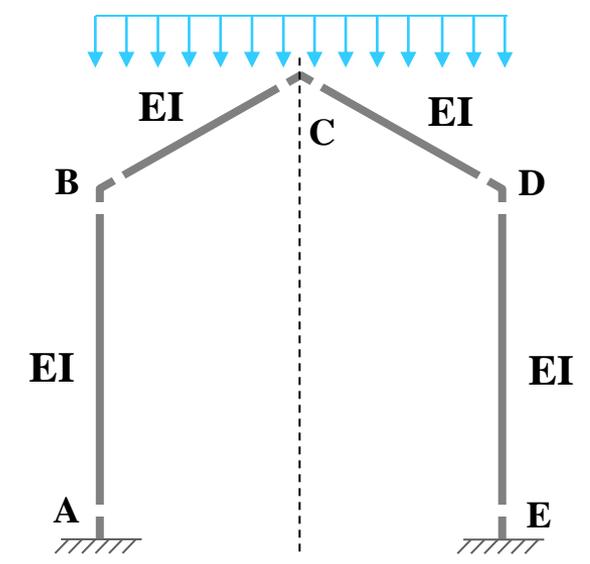


## Ejemplo 2

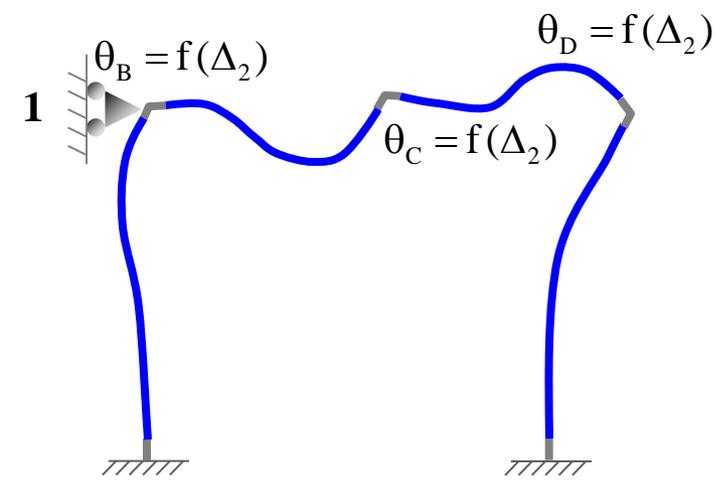
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - La producida por la carga  $q$



Interpretación de la estructura





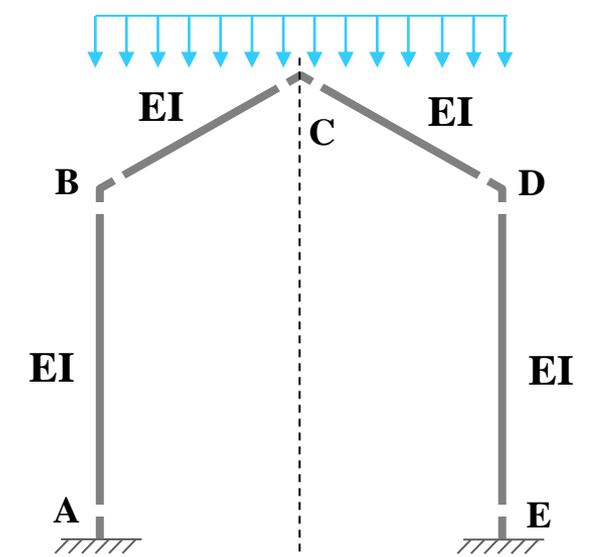
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

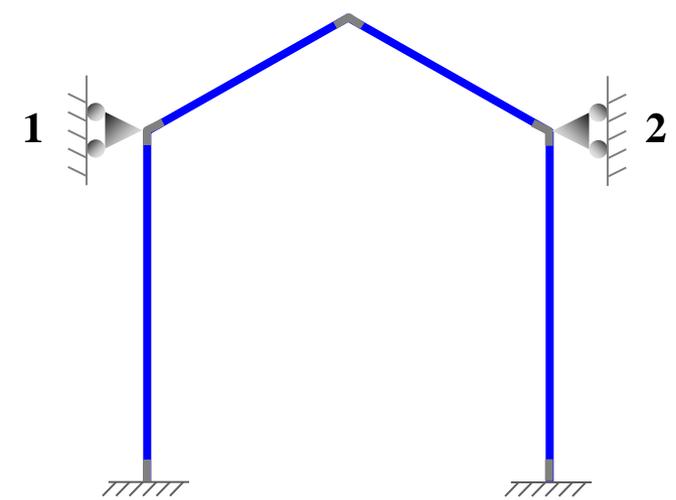
Sin considerar la simetría

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento 1
- La producida por el desplazamiento 2
- La producida por la carga  $q$



Interpretación de la estructura



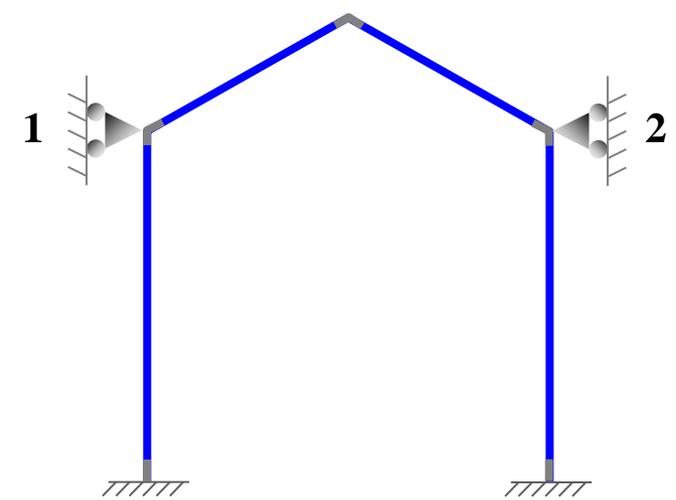
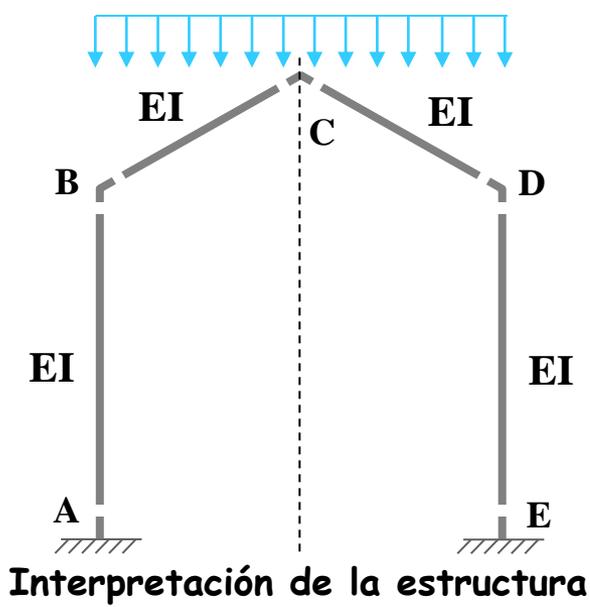


## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - ➔ • La producida por la carga  $q$



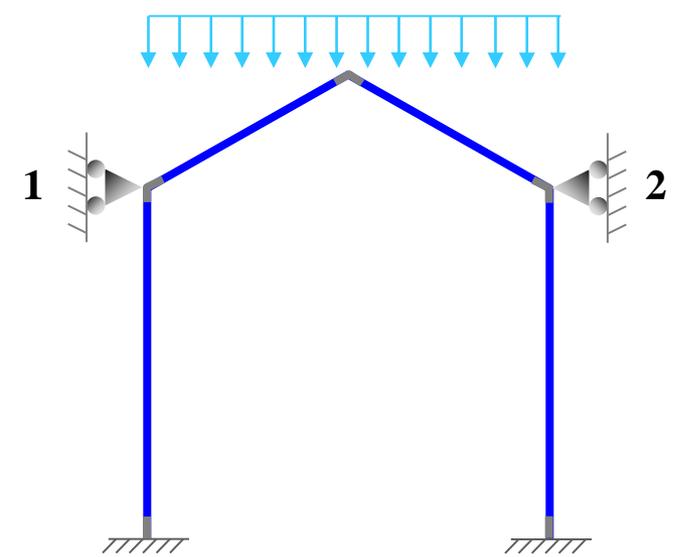
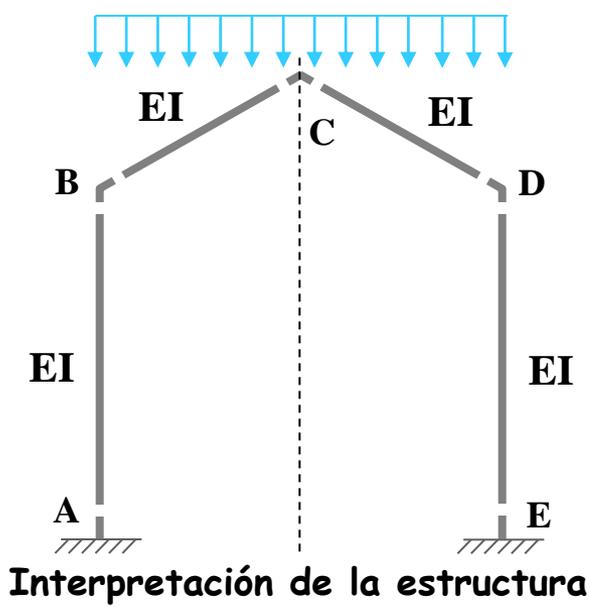


## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - ➔ • La producida por la carga  $q$





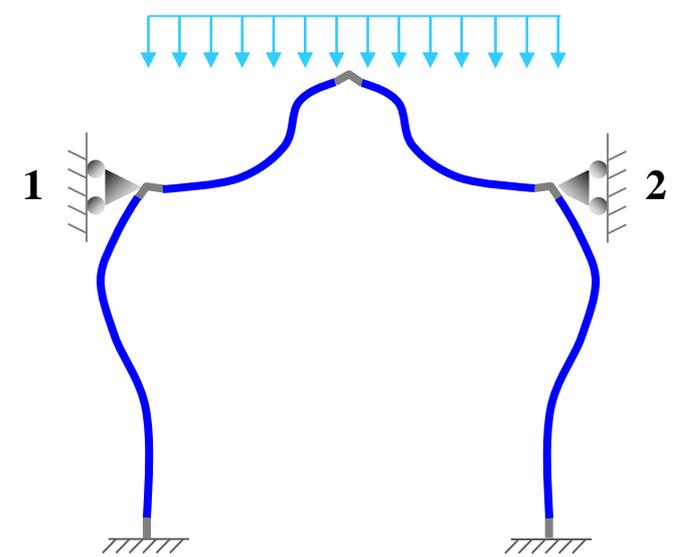
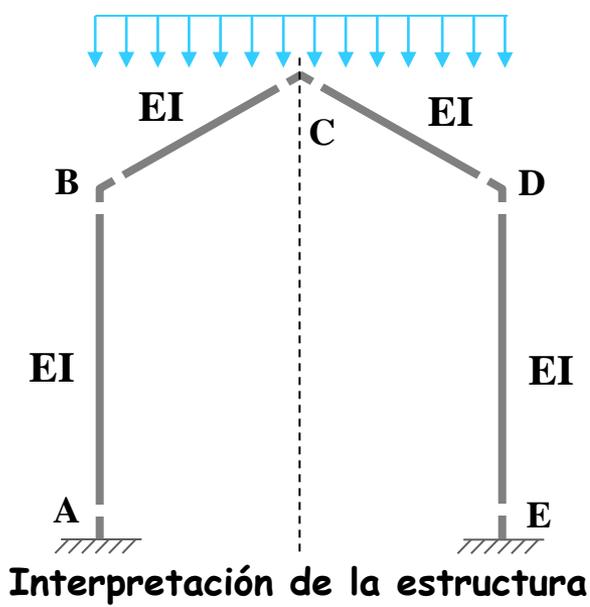
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento 1
- La producida por el desplazamiento 2
- ➔ • La producida por la carga  $q$



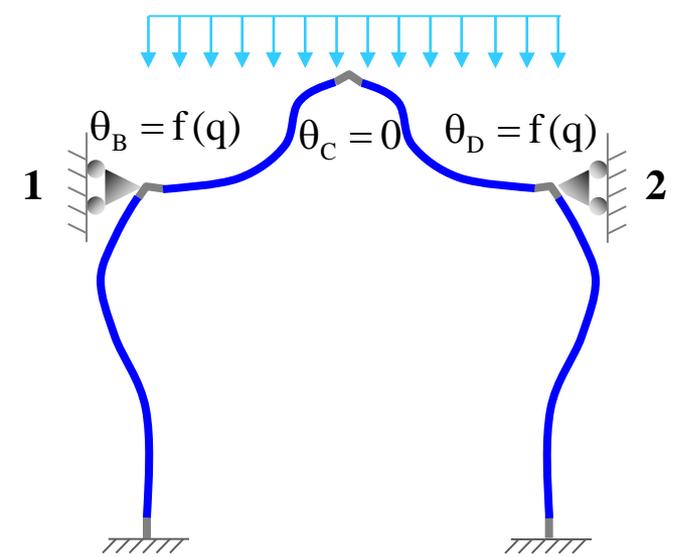
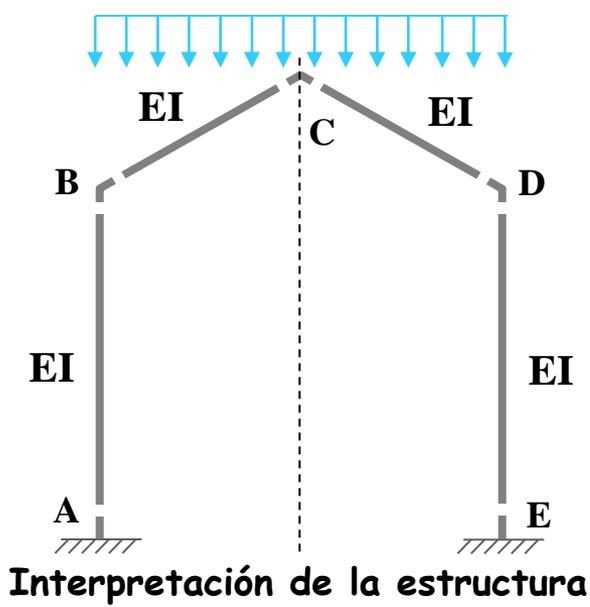


# Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento 1
  - La producida por el desplazamiento 2
  - ➔ • La producida por la carga  $q$



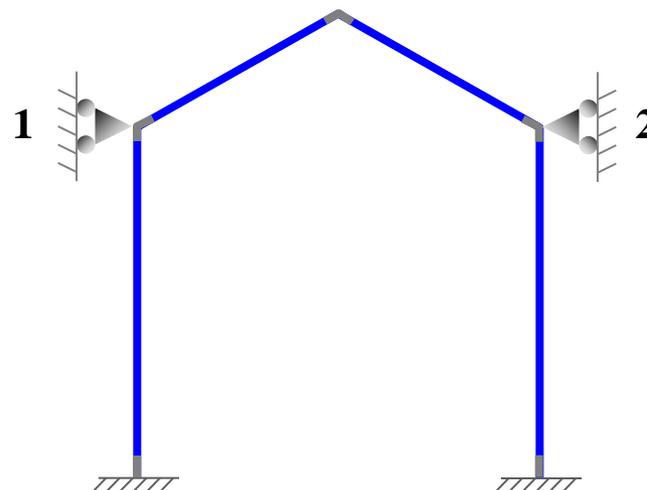
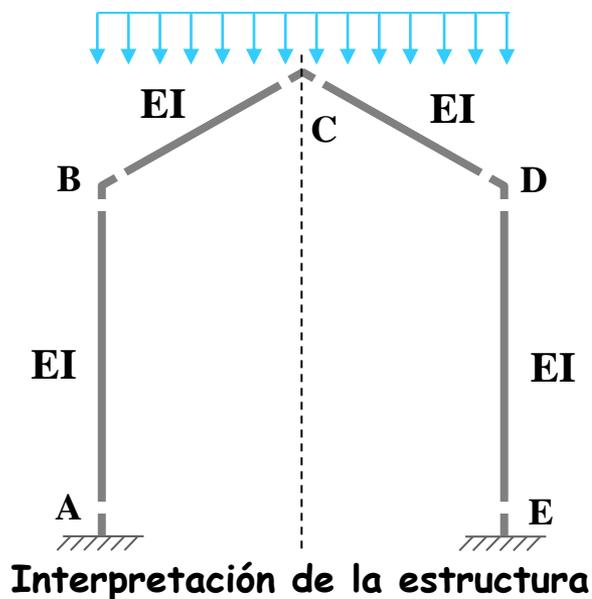
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

Sin considerar la simetría

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento 1
- La producida por el desplazamiento 2
- La producida por la carga  $q$

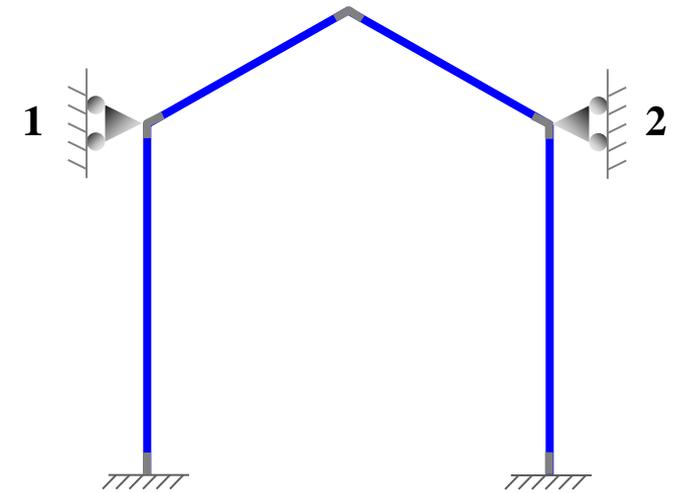
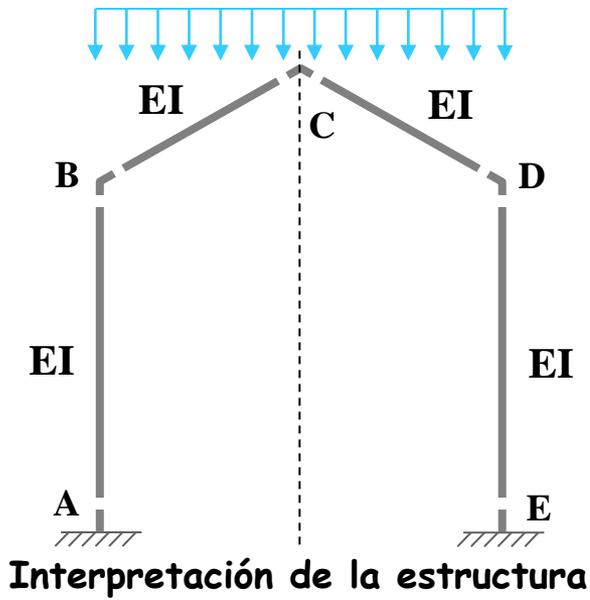




## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

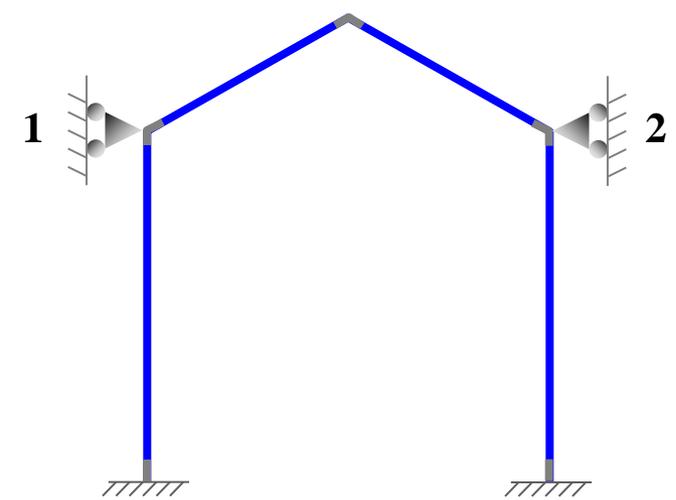
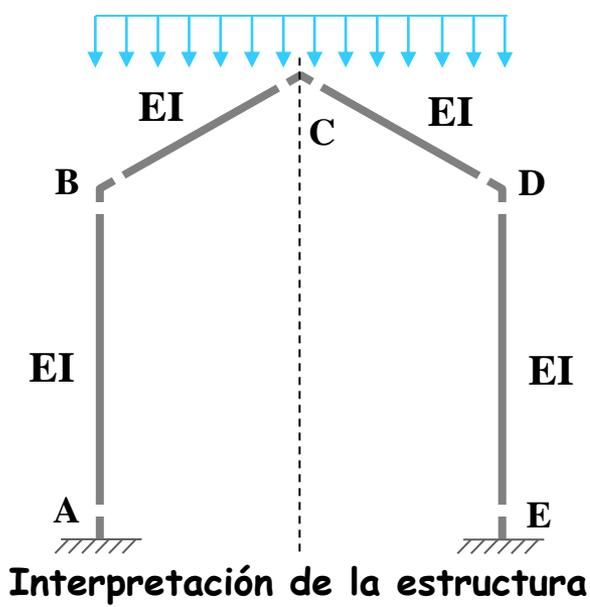
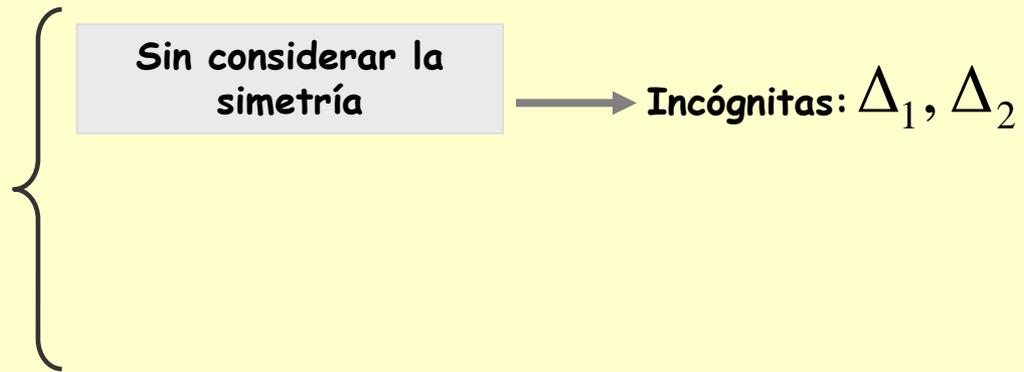
Sin considerar la simetría





## Ejemplo 2

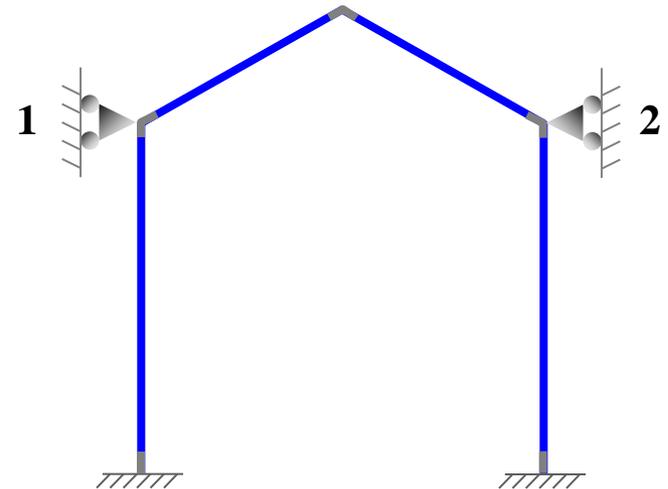
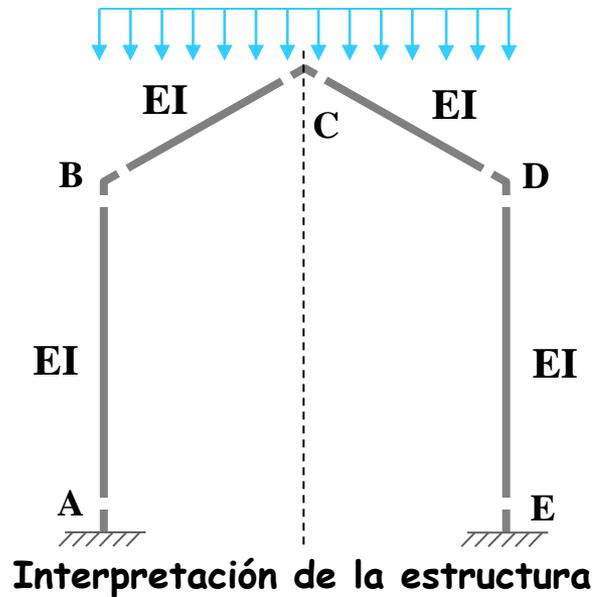
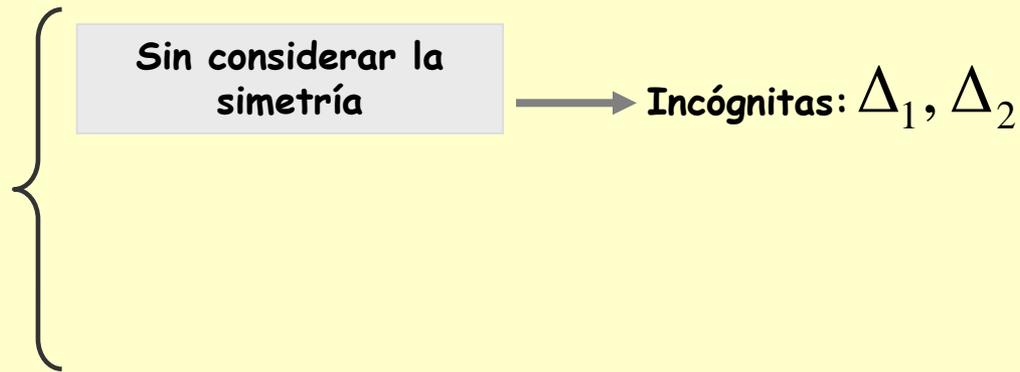
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:





## Ejemplo 2

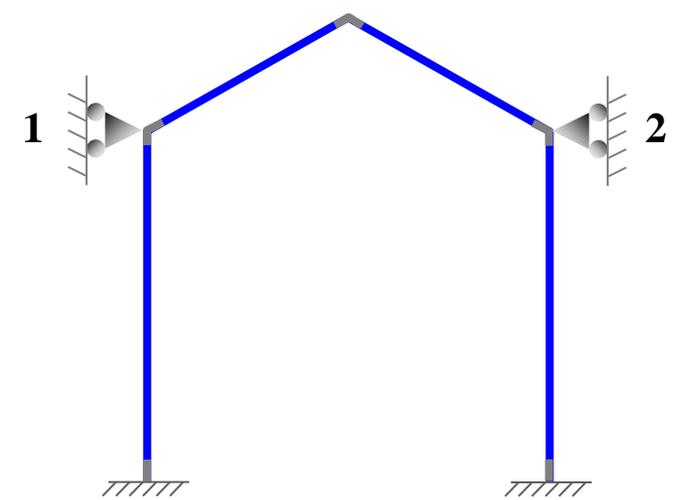
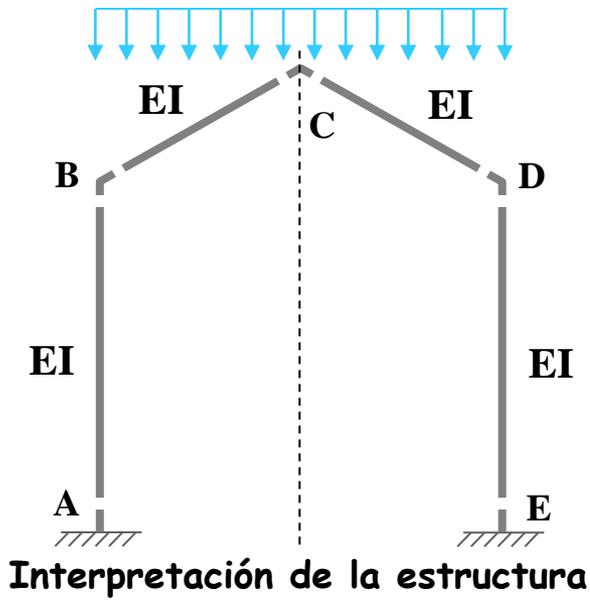
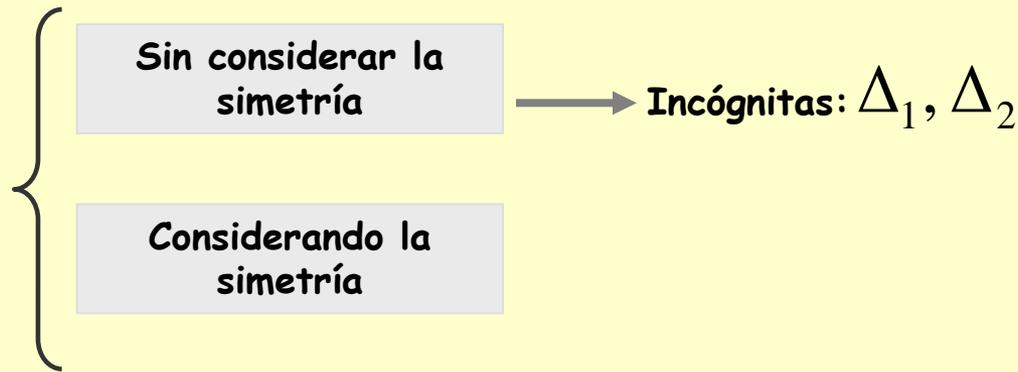
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:





## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:





## Ejemplo 2

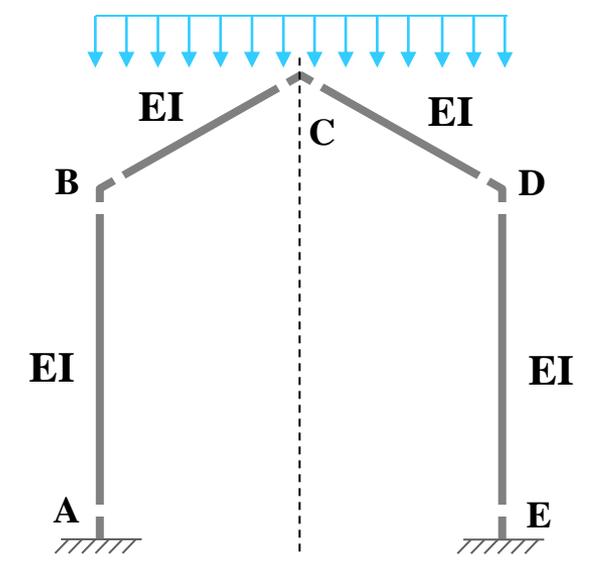
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

- Sin considerar la simetría
- Considerando la simetría

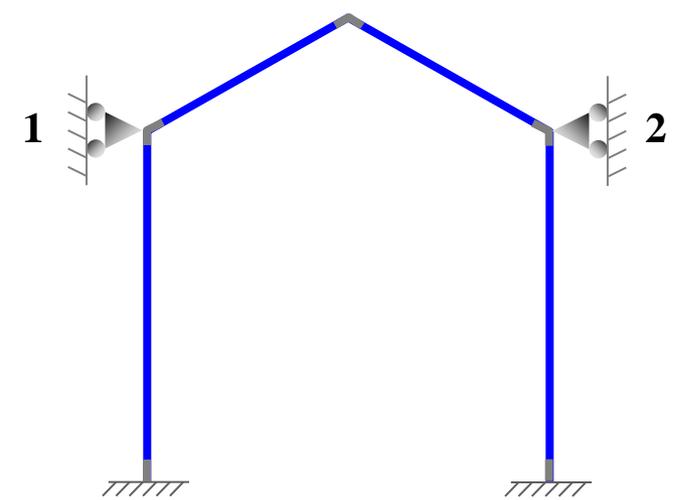
Incógnitas:  $\Delta_1, \Delta_2$

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento (tiene que respetar la simetría)
- La producida por la carga  $q$



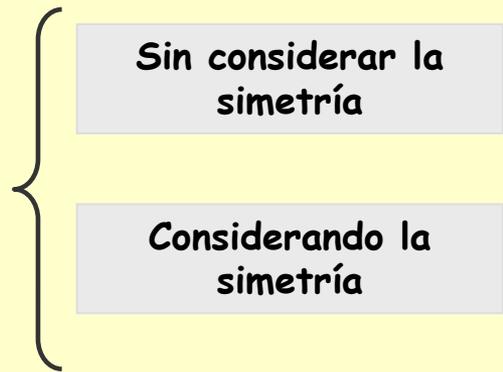
Interpretación de la estructura





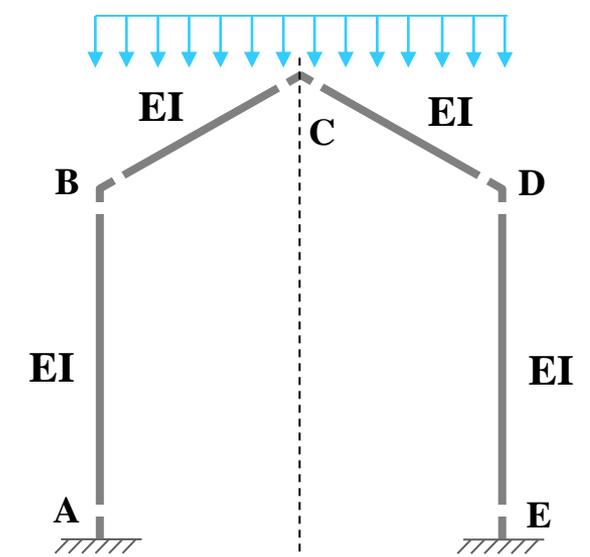
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

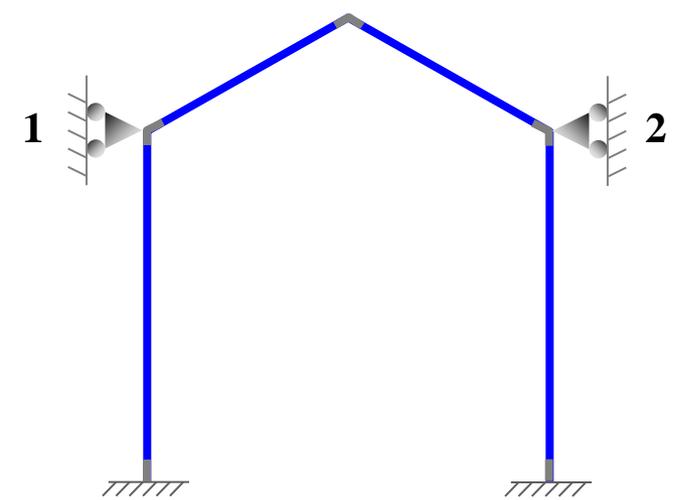


Incógnitas:  $\Delta_1, \Delta_2$

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento (tiene que respetar la simetría)
  - La producida por la carga  $q$



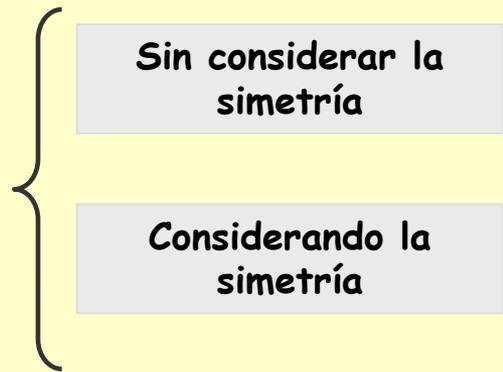
Interpretación de la estructura





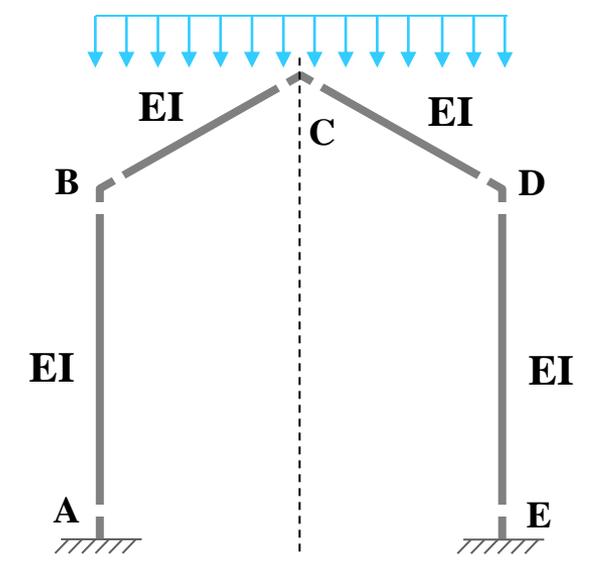
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

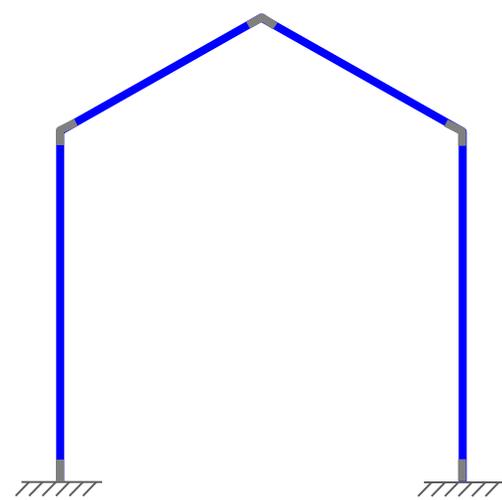


Incógnitas:  $\Delta_1, \Delta_2$

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento (tiene que respetar la simetría)
  - La producida por la carga  $q$



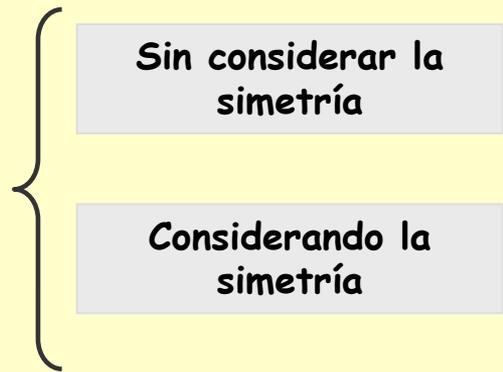
Interpretación de la estructura





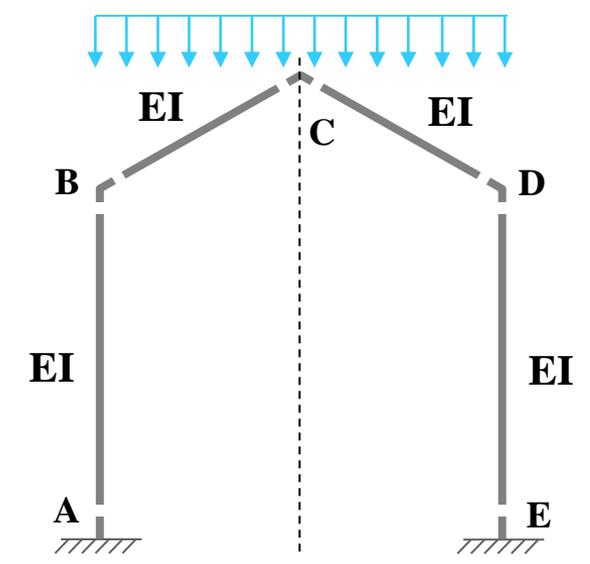
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

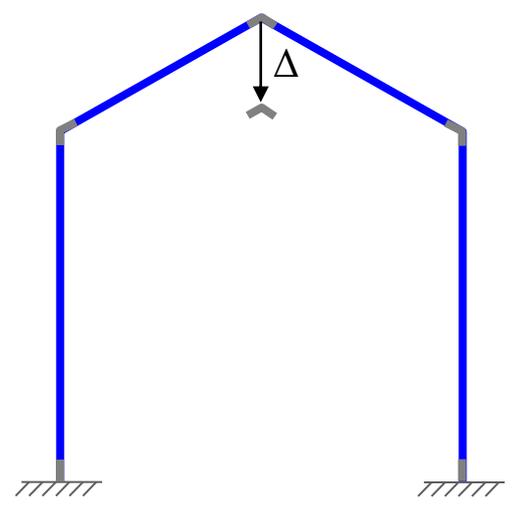


Incógnitas:  $\Delta_1, \Delta_2$

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento (tiene que respetar la simetría)
  - La producida por la carga  $q$



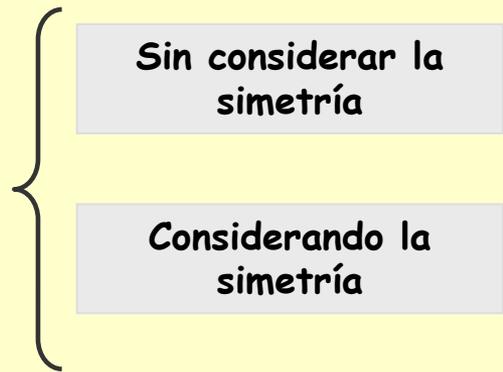
Interpretación de la estructura





## Ejemplo 2

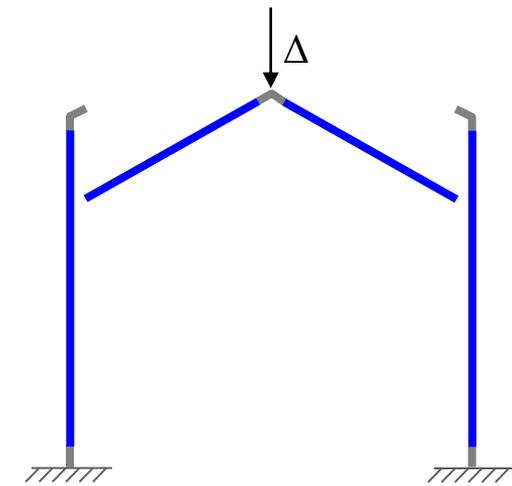
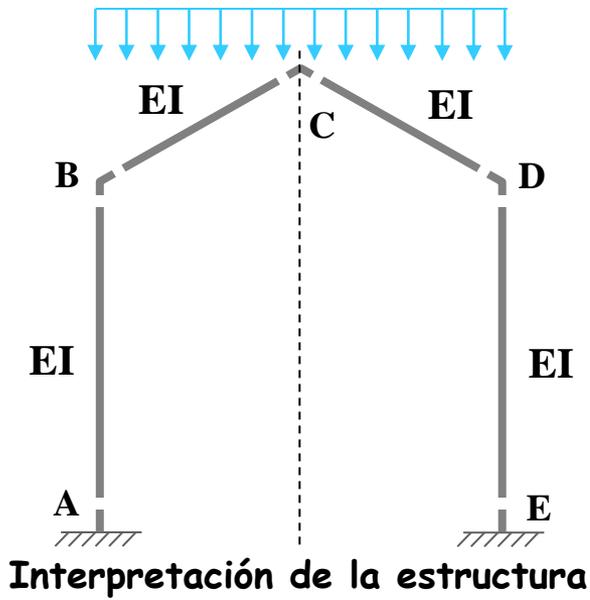
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:



→ Incógnitas:  $\Delta_1, \Delta_2$

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento (tiene que respetar la simetría)
- La producida por la carga  $q$





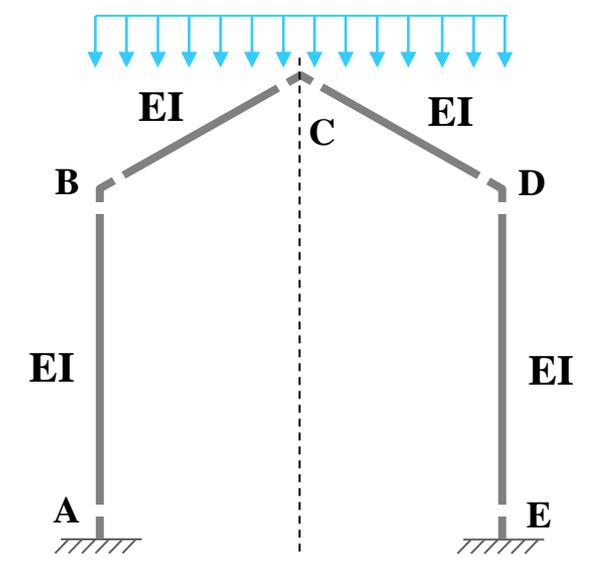
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

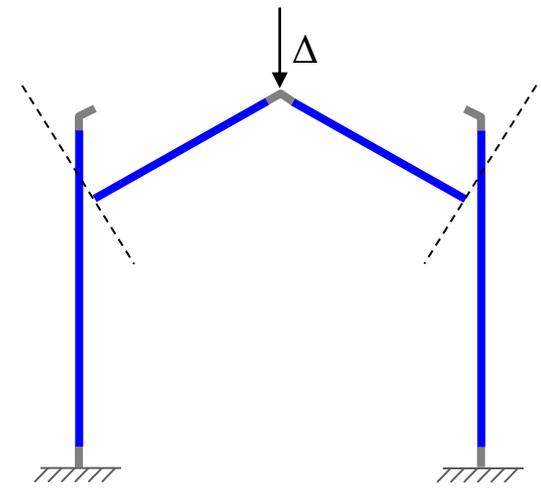
- Sin considerar la simetría
- Considerando la simetría

Incógnitas:  $\Delta_1, \Delta_2$

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento (tiene que respetar la simetría)
  - La producida por la carga  $q$



Interpretación de la estructura





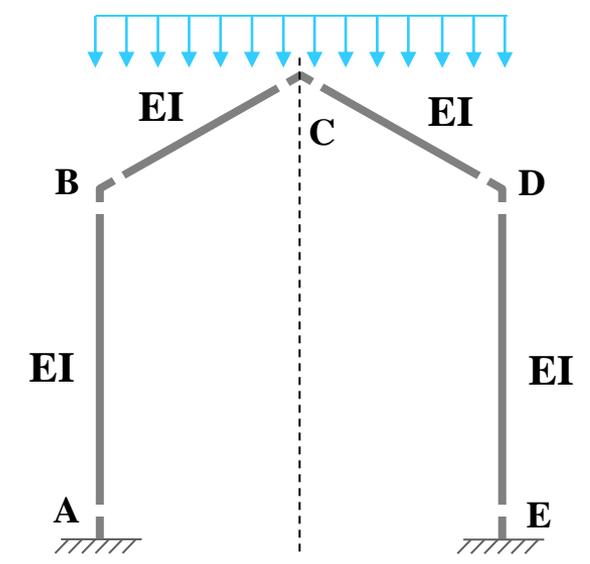
# Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

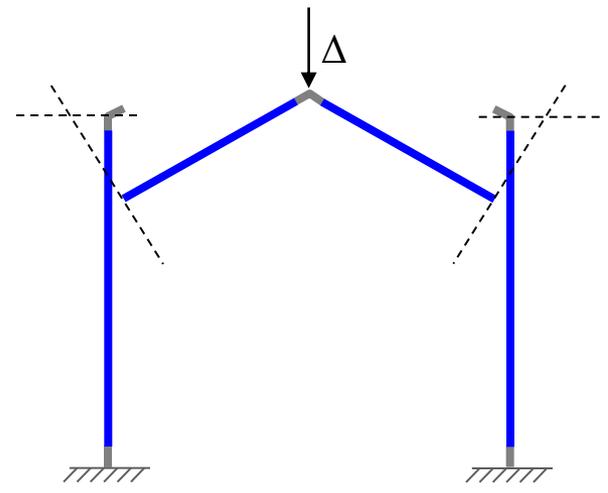
- Sin considerar la simetría
- Considerando la simetría

Incógnitas:  $\Delta_1, \Delta_2$

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento (tiene que respetar la simetría)
  - La producida por la carga  $q$



Interpretación de la estructura





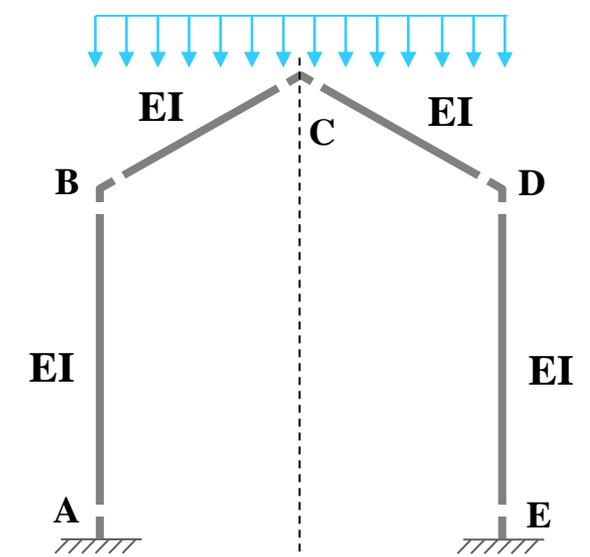
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

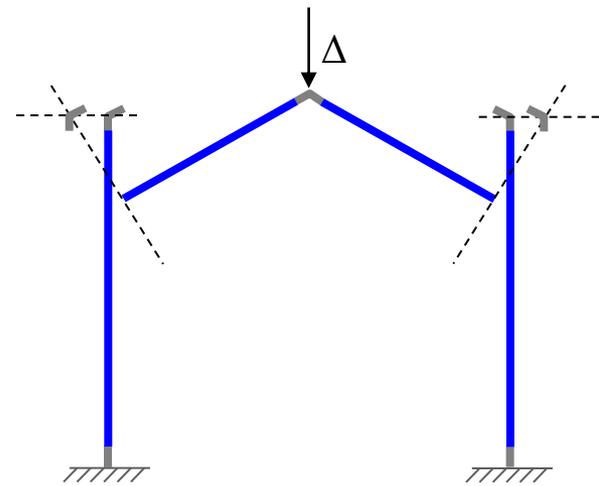
- Sin considerar la simetría
- Considerando la simetría

Incógnitas:  $\Delta_1, \Delta_2$

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento (tiene que respetar la simetría)
  - La producida por la carga  $q$



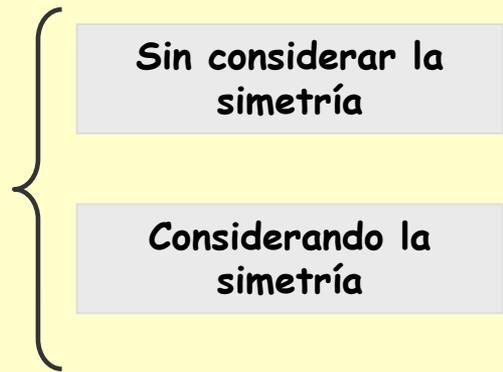
Interpretación de la estructura





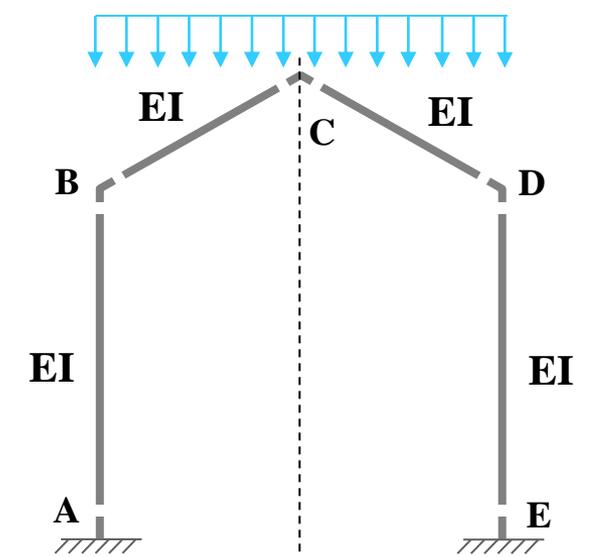
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

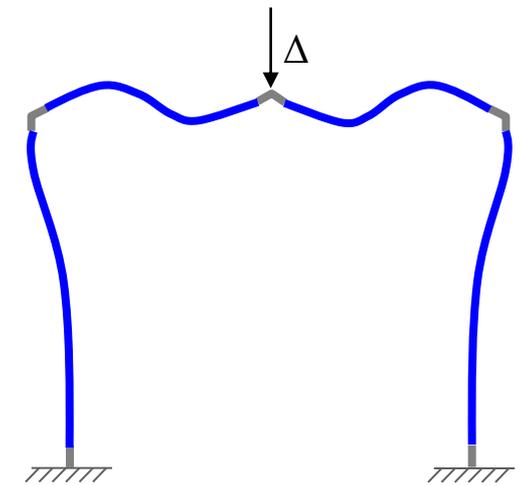


Incógnitas:  $\Delta_1, \Delta_2$

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento (tiene que respetar la simetría)
  - La producida por la carga  $q$

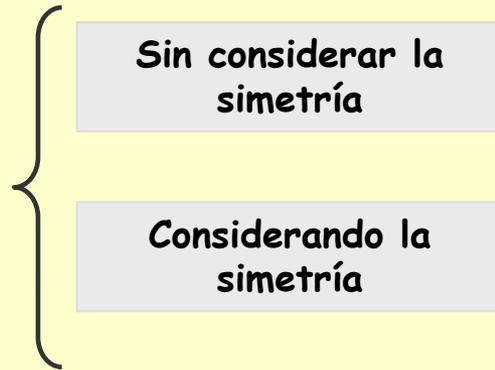


Interpretación de la estructura



## Ejemplo 2

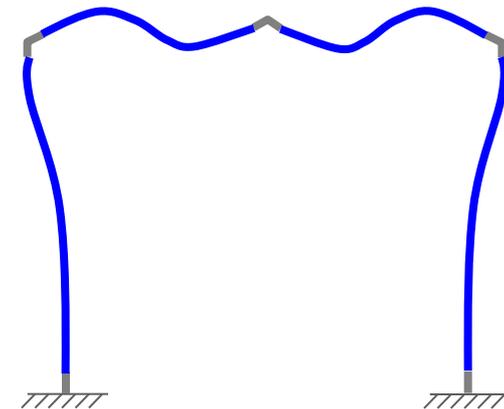
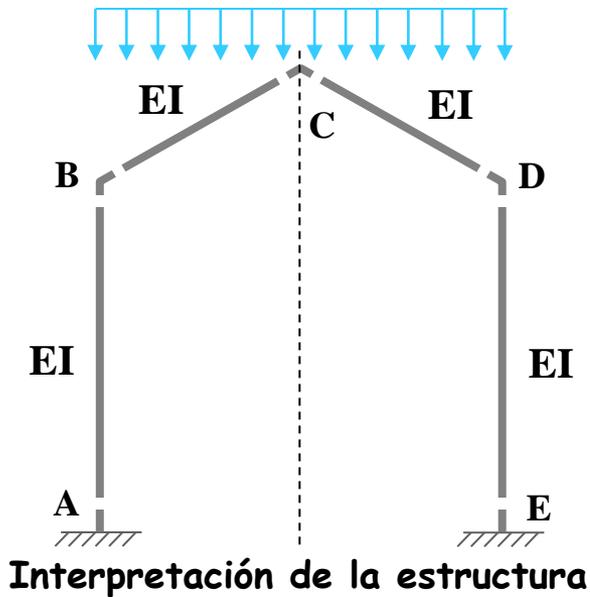
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:



Incógnitas:  $\Delta_1, \Delta_2$

Hipótesis de deformada:

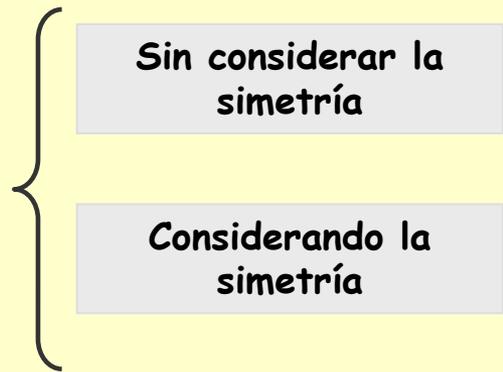
- La producida por el desplazamiento (tiene que respetar la simetría)
- La producida por la carga  $q$





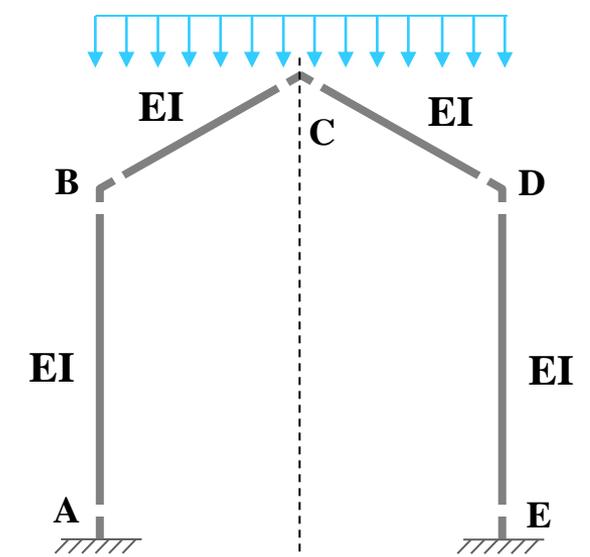
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

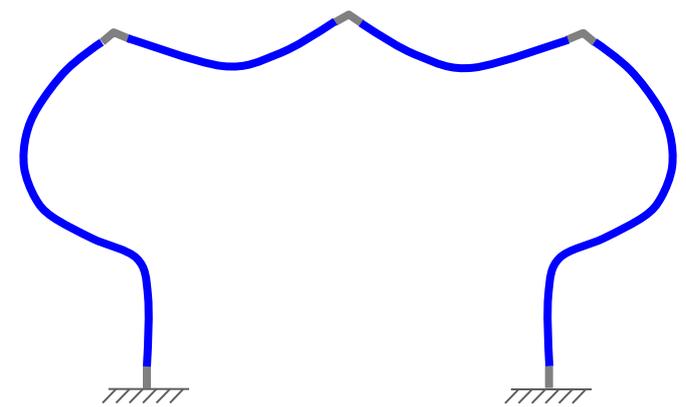


Incógnitas:  $\Delta_1, \Delta_2$

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento (tiene que respetar la simetría)
  - La producida por la carga  $q$



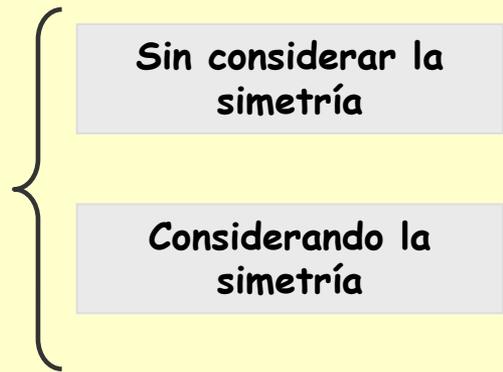
Interpretación de la estructura





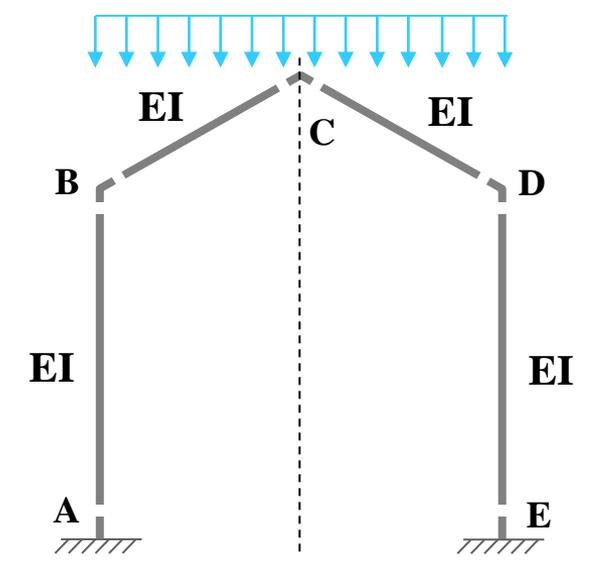
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

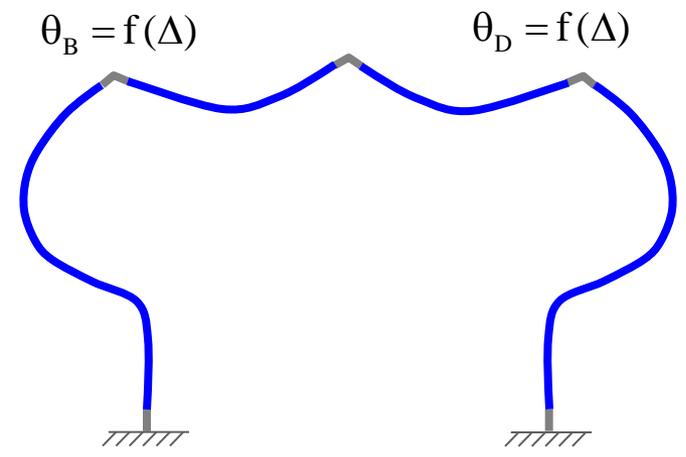


Incógnitas:  $\Delta_1, \Delta_2$

- Hipótesis de deformada:
- La producida por el desplazamiento (tiene que respetar la simetría)
  - La producida por la carga  $q$



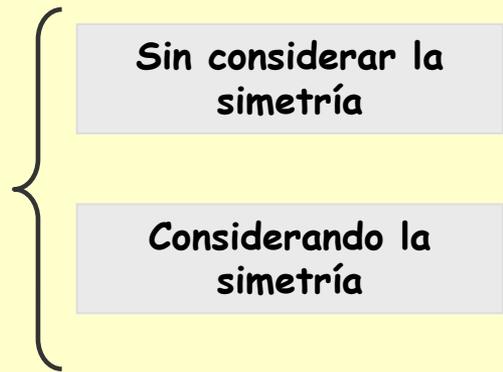
Interpretación de la estructura





## Ejemplo 2

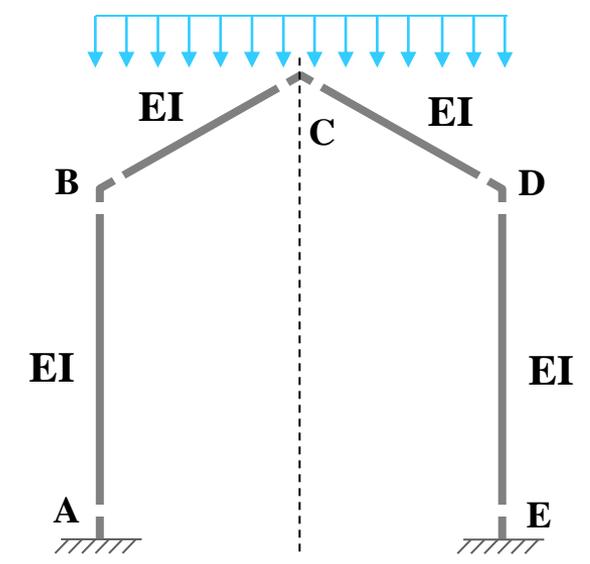
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:



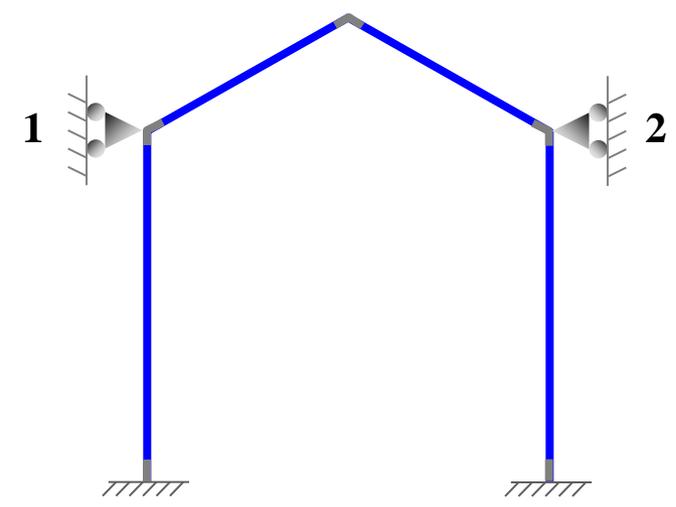
Incógnitas:  $\Delta_1, \Delta_2$

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento (tiene que respetar la simetría)
- La producida por la carga  $q$



Interpretación de la estructura





## Ejemplo 2

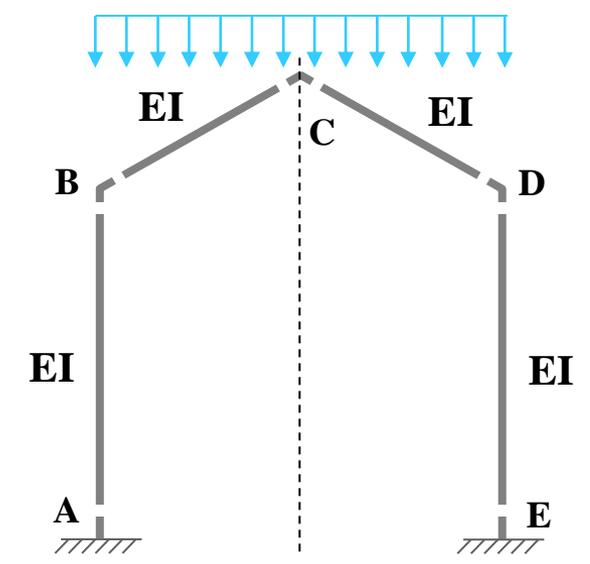
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

- Sin considerar la simetría
- Considerando la simetría

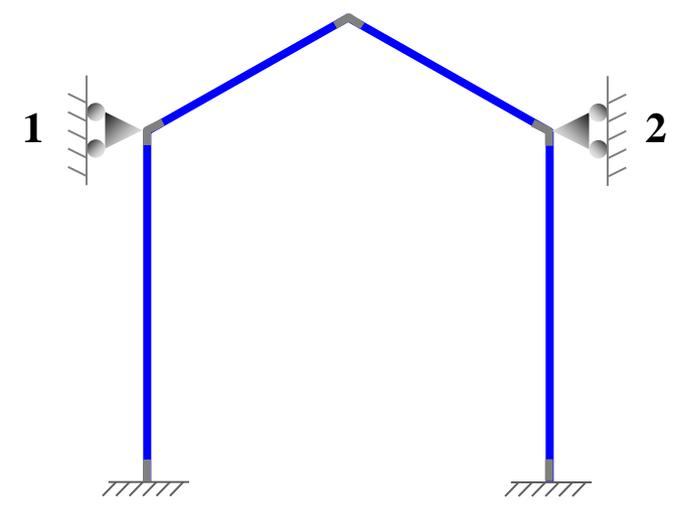
Incógnitas:  $\Delta_1, \Delta_2$

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento (tiene que respetar la simetría)
- ➔ • La producida por la carga  $q$



Interpretación de la estructura





## Ejemplo 2

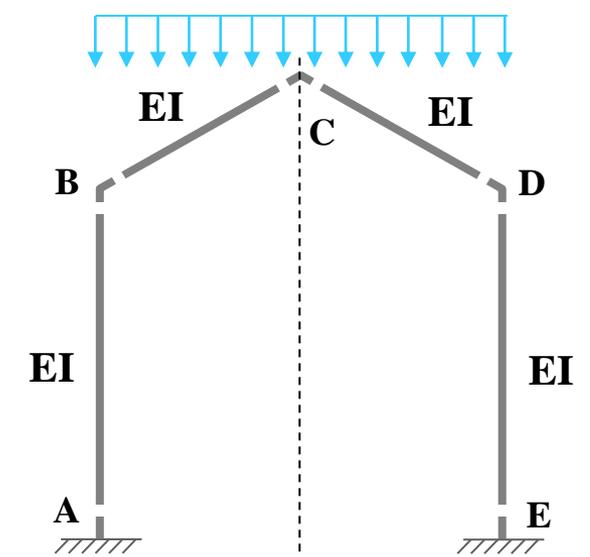
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

- Sin considerar la simetría
- Considerando la simetría

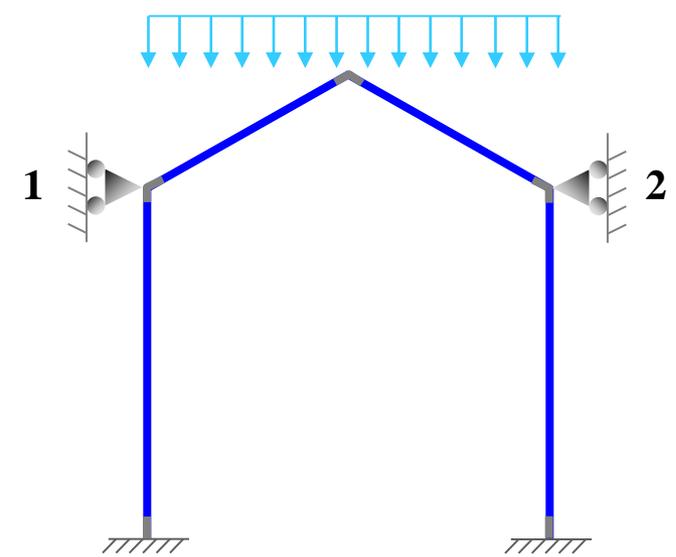
Incógnitas:  $\Delta_1, \Delta_2$

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento (tiene que respetar la simetría)
- ➔ • La producida por la carga  $q$



Interpretación de la estructura





## Ejemplo 2

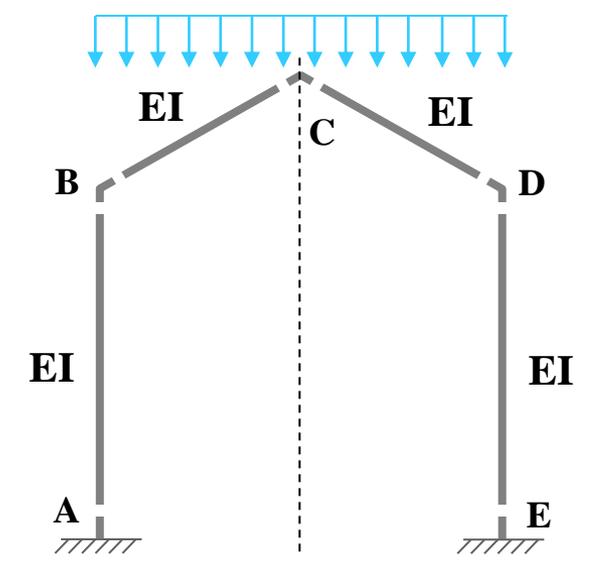
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

- Sin considerar la simetría
- Considerando la simetría

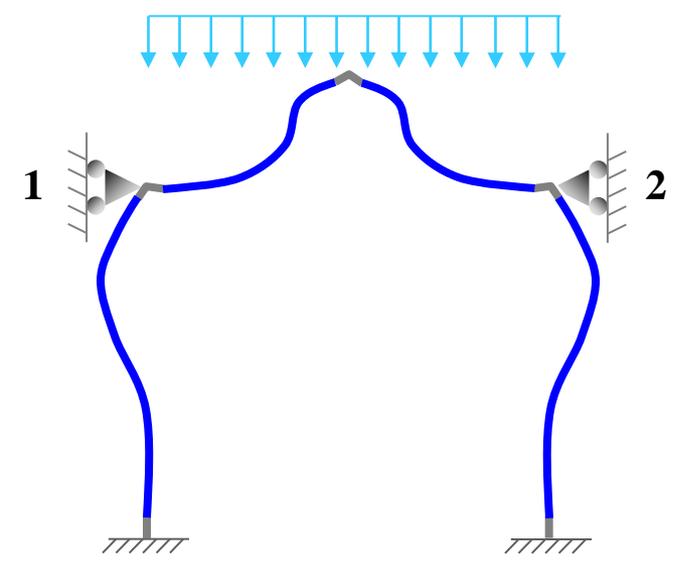
Incógnitas:  $\Delta_1, \Delta_2$

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento (tiene que respetar la simetría)
- ➔ • La producida por la carga  $q$



Interpretación de la estructura





# Ejemplo 2

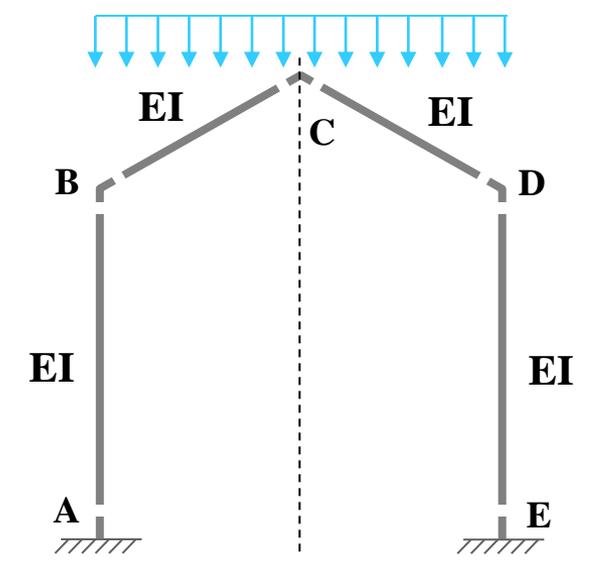
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

- Sin considerar la simetría
- Considerando la simetría

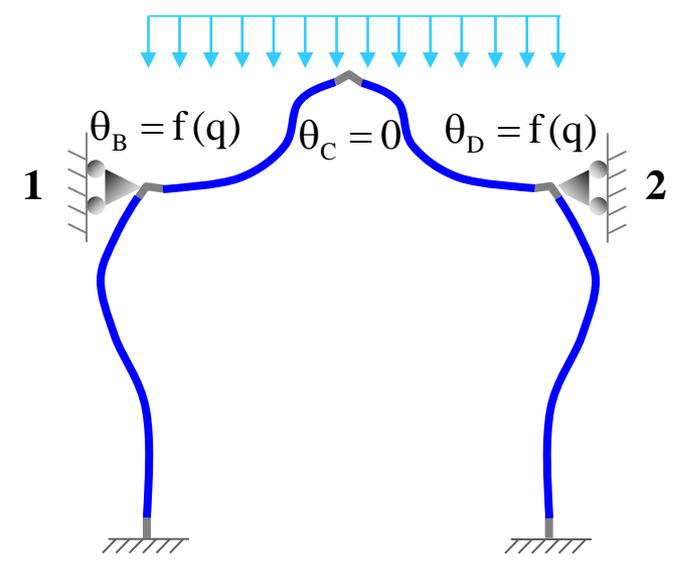
Incógnitas:  $\Delta_1, \Delta_2$

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento (tiene que respetar la simetría)
- La producida por la carga  $q$



Interpretación de la estructura





## Ejemplo 2

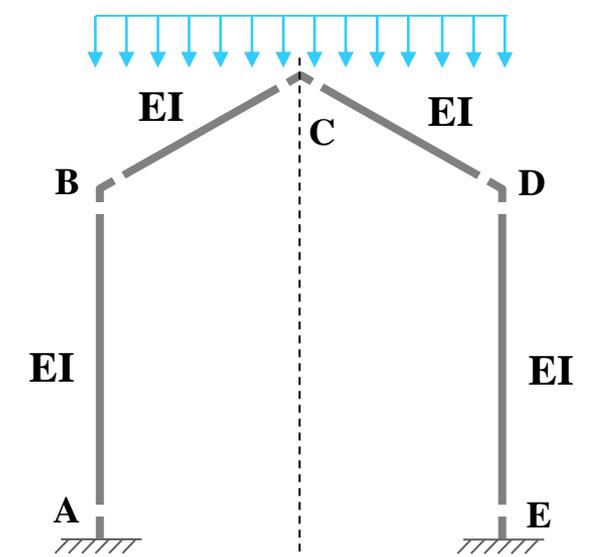
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:

- Sin considerar la simetría
- Considerando la simetría

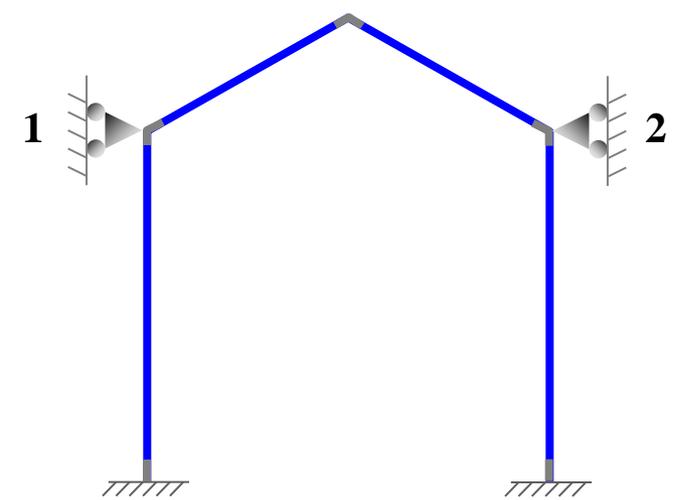
Incógnitas:  $\Delta_1, \Delta_2$

Hipótesis de deformada:

- La producida por el desplazamiento (tiene que respetar la simetría)
- La producida por la carga  $q$



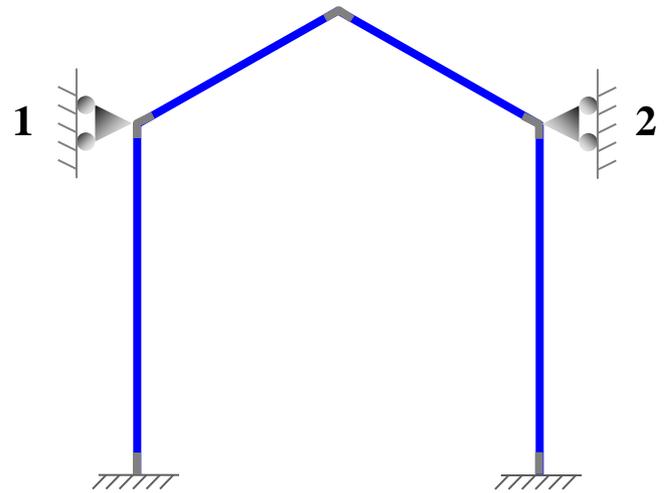
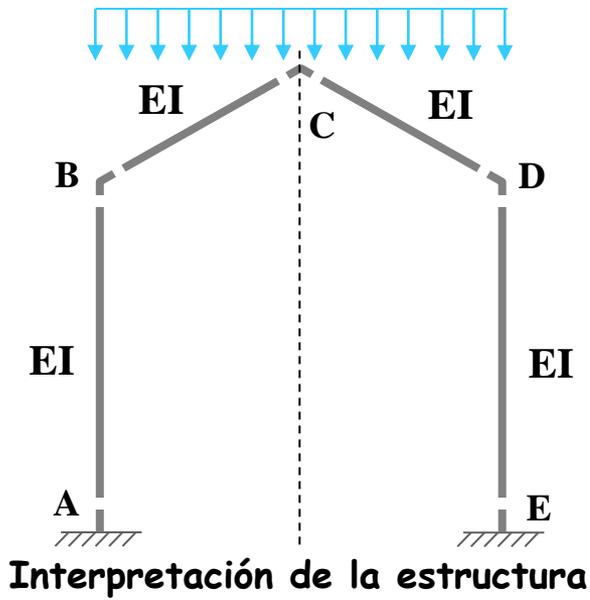
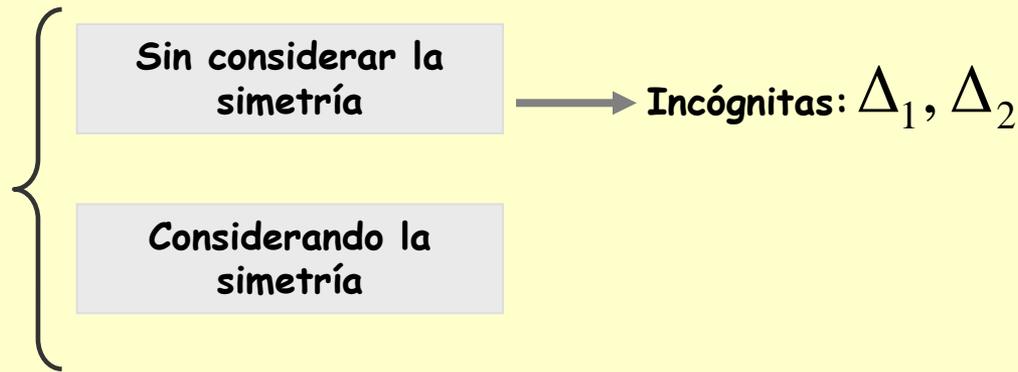
Interpretación de la estructura





## Ejemplo 2

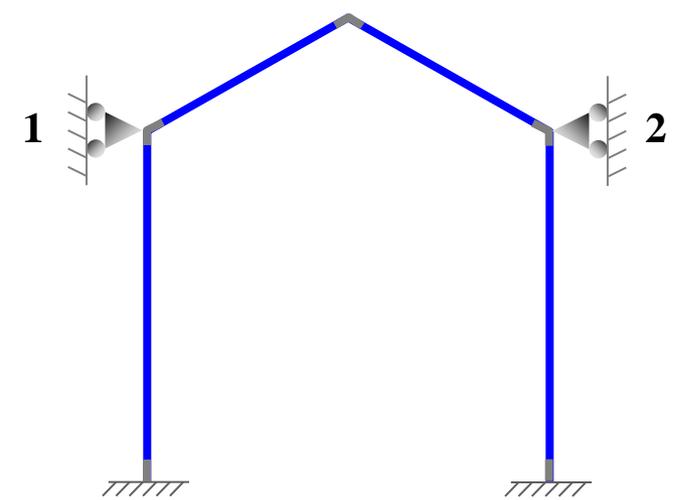
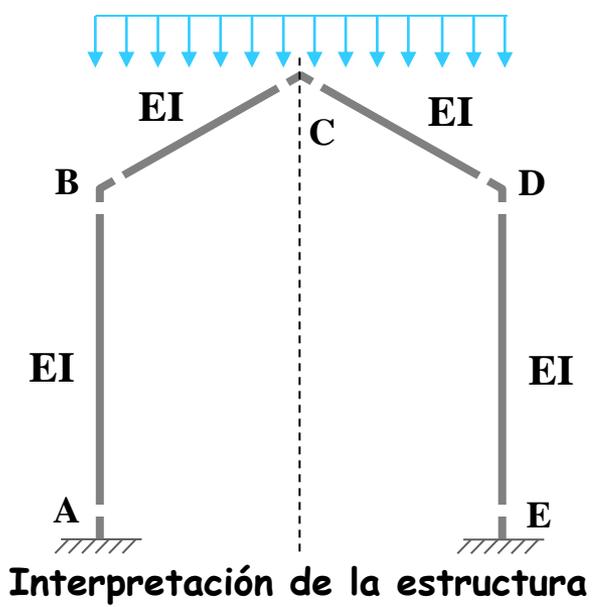
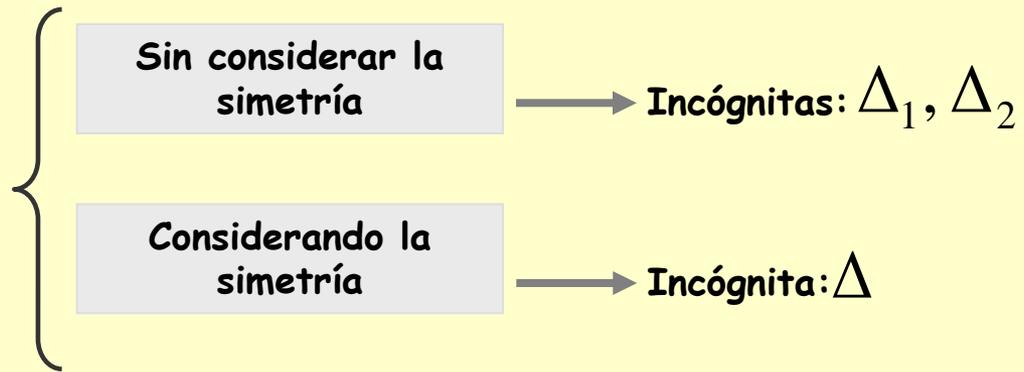
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:





## Ejemplo 2

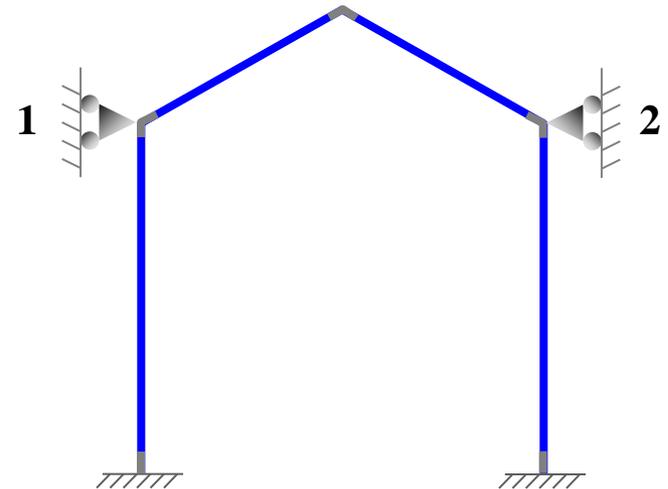
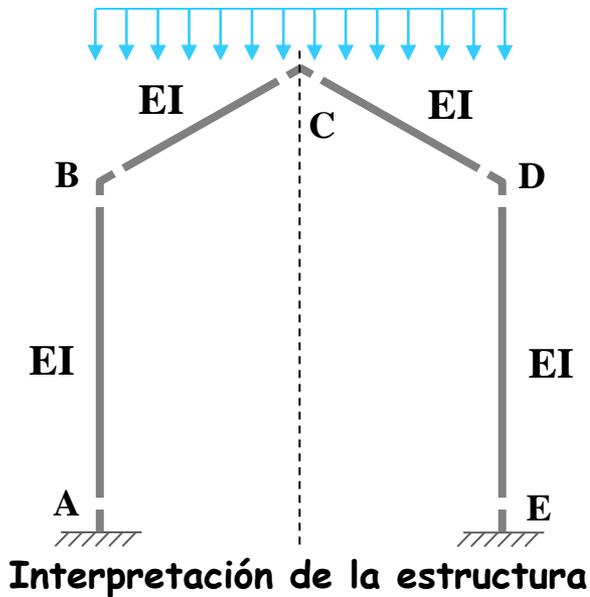
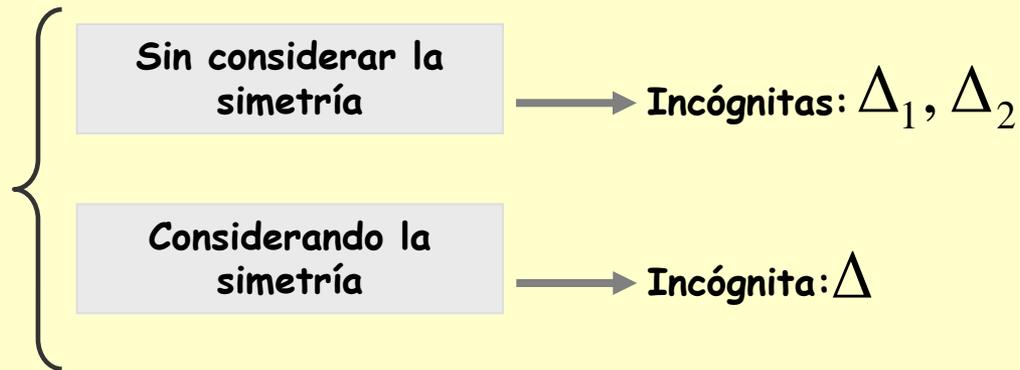
Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:





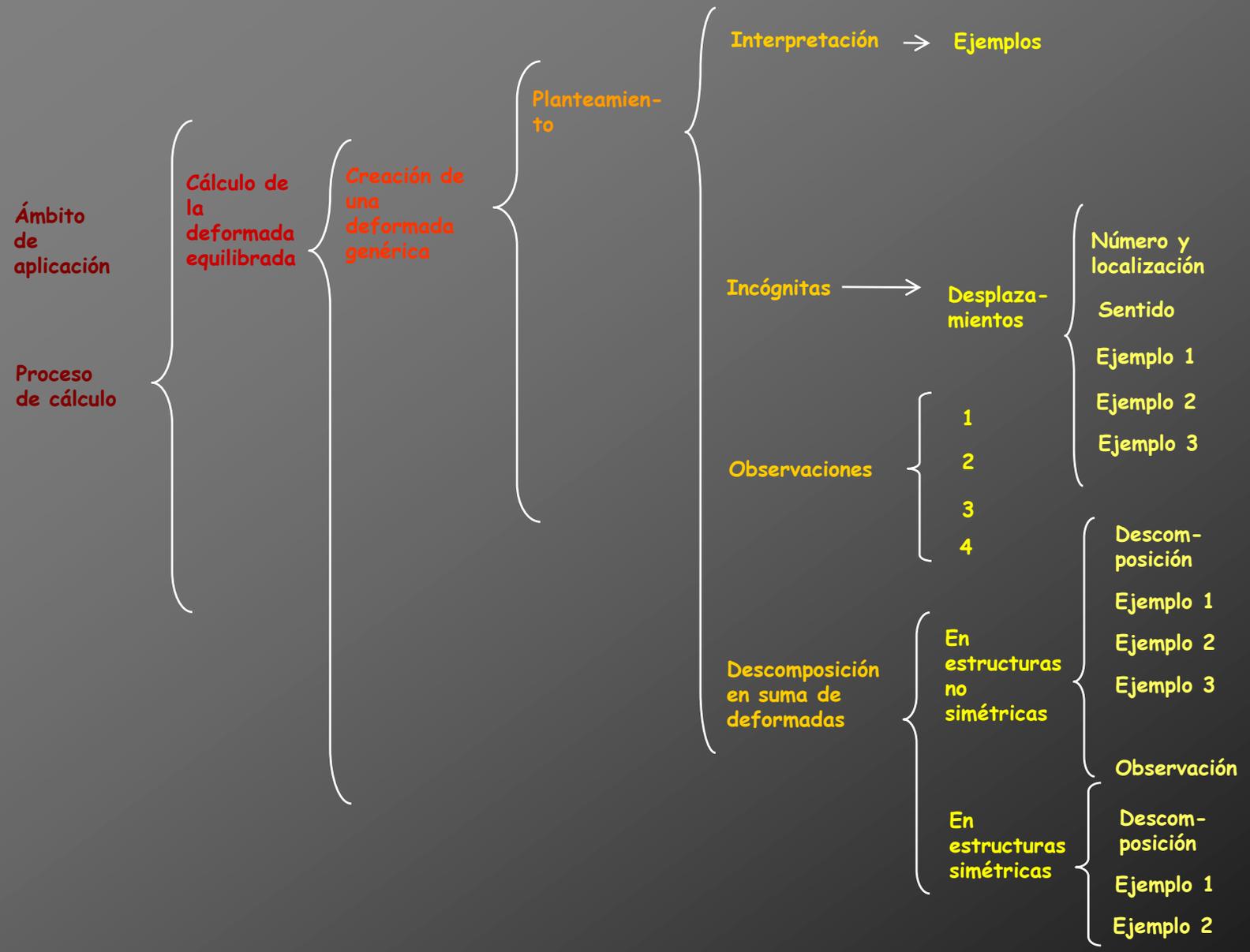
## Ejemplo 2

Se va a plantear la resolución del ejercicio de dos maneras:





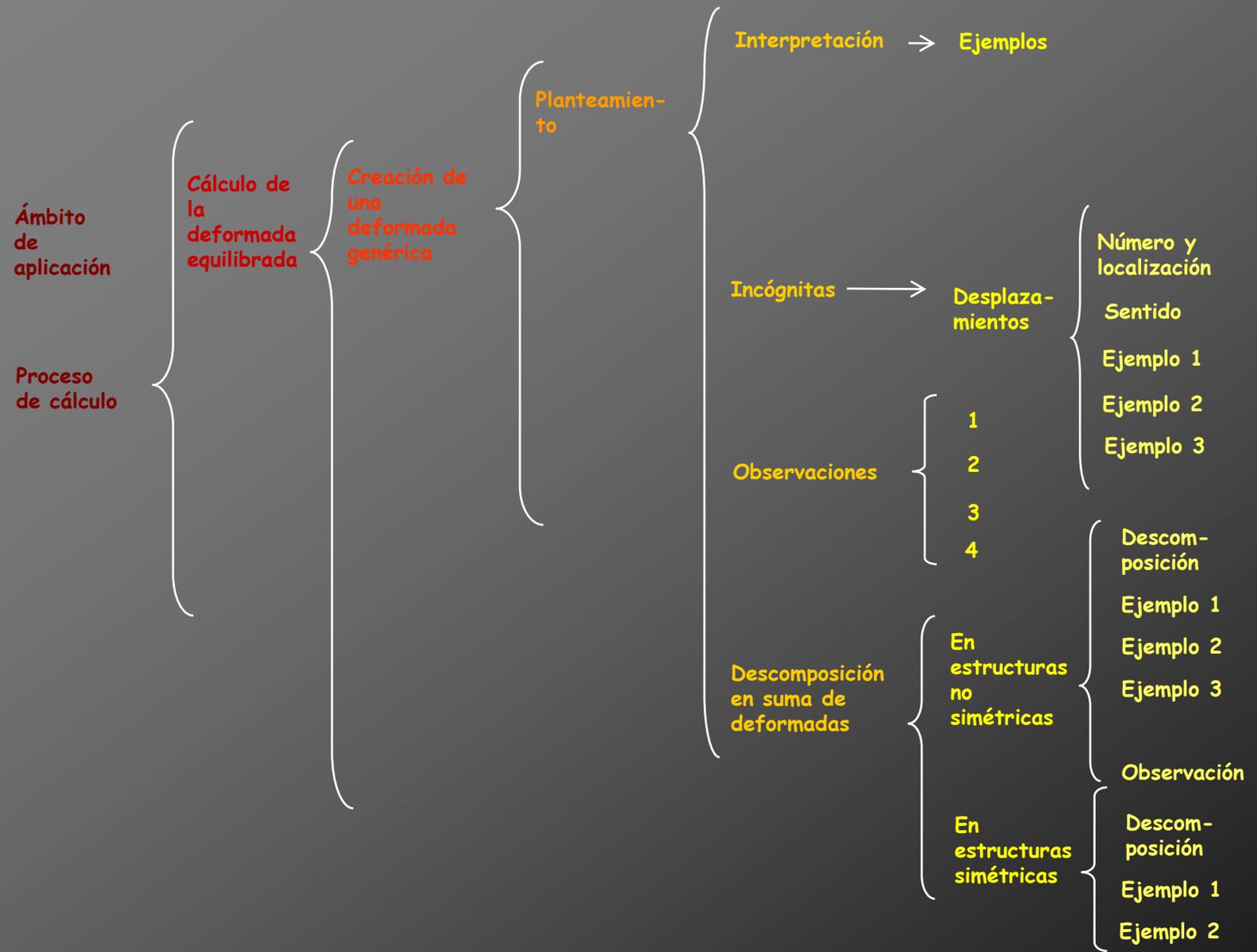
# Método de Cross





# Método de Cross

Índice





# Anexos



## Proceso

**1- Convertir la estructura que se analiza en una indesplazable fijando los desplazamientos de todos los nudos movibles con el mínimo número de restricciones, que llamaremos topes. Cada tope evita el movimiento de un nudo en una dirección del plano de la estructura y se representa en forma de un apoyo deslizando. Para disponer adecuadamente estos topes en la estructura, puede procederse de la siguiente forma:**



## Proceso

**1- Convertir la estructura que se analiza en una indesplazable fijando los desplazamientos de todos los nudos movibles con el mínimo número de restricciones, que llamaremos topes. Cada tope evita el movimiento de un nudo en una dirección del plano de la estructura y se representa en forma de un apoyo deslizando. Para disponer adecuadamente estos topes en la estructura, puede procederse de la siguiente forma:**

**1.1- Proponer el desplazamiento de un nudo A movible que esté próximo a los apoyos fijos de la estructura**



## Proceso

**1- Convertir la estructura que se analiza en una indesplazable fijando los desplazamientos de todos los nudos móviles con el mínimo número de restricciones, que llamaremos topes. Cada tope evita el movimiento de un nudo en una dirección del plano de la estructura y se representa en forma de un apoyo deslizando. Para disponer adecuadamente estos topes en la estructura, puede procederse de la siguiente forma:**

**1.1- Proponer el desplazamiento de un nudo A móvil que esté próximo a los apoyos fijos de la estructura**

**1.2- Realizar el movimiento de los nudos restantes en función del movimiento de A utilizando la técnica de los diagramas de Williot**



## Proceso

**1- Convertir la estructura que se analiza en una indesplazable fijando los desplazamientos de todos los nudos movibles con el mínimo número de restricciones, que llamaremos topes. Cada tope evita el movimiento de un nudo en una dirección del plano de la estructura y se representa en forma de un apoyo deslizando. Para disponer adecuadamente estos topes en la estructura, puede procederse de la siguiente forma:**

**1.1- Proponer el desplazamiento de un nudo A movible que esté próximo a los apoyos fijos de la estructura**

**1.2- Realizar el movimiento de los nudos restantes en función del movimiento de A utilizando la técnica de los diagramas de Williot**

**1.3- Cuando no se pueda calcular el movimiento de algún nudo, impedir con un "tope" el movimiento propuesto de A. De esta manera se reduce el número de los nudos desplazables de la estructura**



## Proceso

**1- Convertir la estructura que se analiza en una indesplazable fijando los desplazamientos de todos los nudos movibles con el mínimo número de restricciones, que llamaremos topes. Cada tope evita el movimiento de un nudo en una dirección del plano de la estructura y se representa en forma de un apoyo deslizando. Para disponer adecuadamente estos topes en la estructura, puede procederse de la siguiente forma:**

**Repetir los pasos 1.1 y 1.2 proponiendo una nueva hipótesis de desplazamiento para otro nudo B que se encuentre próximo a A. Si no se puede definir la posición de algún otro nudo, fijar con otro "tope" el movimiento de B y repetir los pasos 1.1 y 1.2 planteando el desplazamiento de un nuevo nudo C próximo al segundo tope. De esta manera se van limitando los desplazamientos de todos los nudos de la estructura. Llega un momento en el que se pueden dibujar los desplazamientos de los nudos restantes. En esta situación, colocando un último "tope" en el último nudo que hemos propuesto desplazar, se consigue limitar totalmente los movimientos de todos los nudos de la estructura con el mínimo número de topes**



## Proceso

**1- Convertir la estructura que se analiza en una indesplazable fijando los desplazamientos de todos los nudos movibles con el mínimo número de restricciones, que llamaremos topes. Cada tope evita el movimiento de un nudo en una dirección del plano de la estructura y se representa en forma de un apoyo deslizando. Para disponer adecuadamente estos topes en la estructura, puede procederse de la siguiente forma:**

**Repetir los pasos 1.1 y 1.2 proponiendo una nueva hipótesis de desplazamiento para otro nudo B que se encuentre próximo a A. Si no se puede definir la posición de algún otro nudo, fijar con otro "tope" el movimiento de B y repetir los pasos 1.1 y 1.2 planteando el desplazamiento de un nuevo nudo C próximo al segundo tope. De esta manera se van limitando los desplazamientos de todos los nudos de la estructura. Llega un momento en el que se pueden dibujar los desplazamientos de los nudos restantes. En esta situación, colocando un último "tope" en el último nudo que hemos propuesto desplazar, se consigue limitar totalmente los movimientos de todos los nudos de la estructura con el mínimo número de topes**

**2- Una vez fijados todos los nudos con los topes, el número de desplazamientos independientes coincidirá con el número de topes colocados en el modelo. Para conocer cada uno de estos desplazamientos se realizarán los siguientes pasos:**



## Proceso

**1- Convertir la estructura que se analiza en una indesplazable fijando los desplazamientos de todos los nudos movibles con el mínimo número de restricciones, que llamaremos topes. Cada tope evita el movimiento de un nudo en una dirección del plano de la estructura y se representa en forma de un apoyo deslizando. Para disponer adecuadamente estos topes en la estructura, puede procederse de la siguiente forma:**

**Repetir los pasos 1.1 y 1.2 proponiendo una nueva hipótesis de desplazamiento para otro nudo B que se encuentre próximo a A. Si no se puede definir la posición de algún otro nudo, fijar con otro "tope" el movimiento de B y repetir los pasos 1.1 y 1.2 planteando el desplazamiento de un nuevo nudo C próximo al segundo tope. De esta manera se van limitando los desplazamientos de todos los nudos de la estructura. Llega un momento en el que se pueden dibujar los desplazamientos de los nudos restantes. En esta situación, colocando un último "tope" en el último nudo que hemos propuesto desplazar, se consigue limitar totalmente los movimientos de todos los nudos de la estructura con el mínimo número de topes**

**2- Una vez fijados todos los nudos con los topes, el número de desplazamientos independientes coincidirá con el número de topes colocados en el modelo. Para conocer cada uno de estos desplazamientos se realizarán los siguientes pasos:**

- 2.1- Eliminar un tope y plantear una hipótesis de desplazamiento tipo 1**
- 2.2- Colocar nuevamente el tope eliminado**
- 2.3- Eliminar otro tope y plantear otro desplazamiento tipo 1**
- 2.4- Colocar nuevamente el tope eliminado**
- 2.5- etc**



## Proceso

1- Convertir la estructura que se analiza en una indesplazable fijando los desplazamientos de todos los nudos movibles con el mínimo número de restricciones, que llamaremos topes. Cada tope evita el movimiento de un nudo en una dirección del plano de la estructura y se representa en forma de un apoyo deslizando. Para disponer adecuadamente estos topes en la estructura, puede procederse de la siguiente forma:

Repetir los pasos 1.1 y 1.2 proponiendo una nueva hipótesis de desplazamiento para otro nudo B que se encuentre próximo a A. Si no se puede definir la posición de algún otro nudo, fijar con otro "tope" el movimiento de B y repetir los pasos 1.1 y 1.2 planteando el desplazamiento de un nuevo nudo C próximo al segundo tope. De esta manera se van limitando los desplazamientos de todos los nudos de la estructura. Llega un momento en el que se pueden dibujar los desplazamientos de los nudos restantes. En esta situación, colocando un último "tope" en el último nudo que hemos propuesto desplazar, se consigue limitar totalmente los movimientos de todos los nudos de la estructura con el mínimo número de topes

2- Una vez fijados todos los nudos con los topes, el número de desplazamientos independientes coincidirá con el número de topes colocados en el modelo. Para conocer cada uno de estos desplazamientos se realizarán los siguientes pasos:

- 2.1- Eliminar un tope y plantear una hipótesis de desplazamiento tipo 1
- 2.2- Colocar nuevamente el tope eliminado
- 2.3- Eliminar otro tope y plantear otro desplazamiento tipo 1
- 2.4- Colocar nuevamente el tope eliminado
- 2.5- etc

Pulsar para  
volver

