



UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO  
INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
MECÁNICA DE LOS MEDIOS CONTINUOS.  
PLASTICIDAD

---

**TEMA 5.- "ROTURA PLASTICA"**

Se tiene una estructura de geometría, sección y materiales determinados, solicitada por un conjunto de acciones exteriores que dependen de un parámetro "P" que va aumentando su valor hasta que se alcanza el momento plástico en alguna sección.

En el instante en que  $M=M_p$  en una sección, dicha sección se transforma en una rótula plástica y no admite un momento mayor (aunque sigue aguantando  $M_p$ ).

"P" podrá seguir aumentando hasta que el número de rótulas plásticas formadas en la estructura sea tal que se haya formado un mecanismo (equilibrio imposible → agotamiento o colapso).

En este tipo de problemas NO se considera la influencia de los esfuerzos cortante y axil en la plastificación (FLEXIÓN PURA).

Hay dos métodos para resolver estos problemas:

- 1.- Método evolutivo.
- 2.- Principio de los trabajos virtuales.

**Método evolutivo**

Seguiremos los pasos siguientes:

- 1.- Resolvemos la viga por resistencia de materiales.
- 2.- Obtenemos la ley de momentos flectores en función de "P".
- 3.- Calculamos los momentos elásticos y plásticos de todas las secciones de la estructura (puede haber varias).

"P" menor tal que  $M=M_e$  en una sección → Plastifica la primera fibra.

"P".menor tal que  $M=M_p$  en una sección → Se forma la primera rótula.



UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO  
INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
MECÁNICA DE LOS MEDIOS CONTINUOS.  
PLASTICIDAD

4.- La estructura pierde un grado de hiperestatismo por rótula creada. Recalculamos la ley de momentos en función de  $\Delta P = P'$ , siendo la ley total de momentos la primera mas ésta última en función de  $P'$ .

$P'$  menor tal que  $M=M_p$  en una segunda sección  $\rightarrow$  2ª rótula plástica.

$$P_{total} = P + P'$$

5.- Continuamos de la misma forma hasta obtener un mecanismo.

Este método nos proporciona el valor del parámetro " $P$ " que origina la formación de cada una de las rótulas hasta el colapso, así como el orden en que se forman.

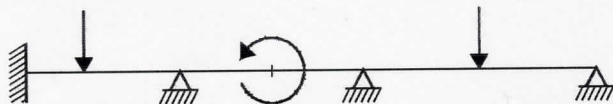
### Principio de los Trabajos Virtuales

Analiza directamente los posibles mecanismos de rotura, no nos permite determinar cargas intermedias.

Buscaremos todos los mecanismos posibles que se puedan formar de acuerdo con los siguientes aspectos y obtendremos al parámetro " $P$ " en cada uno de ellos.

#### 1.- Tipos de rotura posibles:

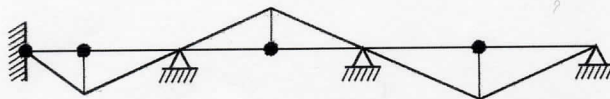
##### a) Rotura completa:



$$N^{\circ} \text{ Rótulas} = G.H.+1$$

En este caso  $G.H.=3$

Rotulas para mecanismo: 4

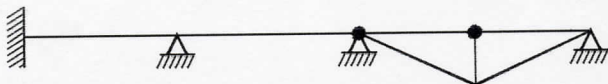




UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO  
INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
MECÁNICA DE LOS MEDIOS CONTINUOS.  
PLASTICIDAD

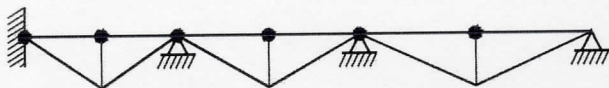
b) Rotura local

Solo colapsa una parte de la estructura.



$N^{\circ} \text{ Rótulas} < G.H.+1$

c) Rotura hipercompleta



$N^{\circ} \text{ Rótulas} > G.H.+1$

2.- Secciones donde se pueden producir rótulas

- Bajo cargas o momentos puntuales.
- En alguna sección bajo cargas uniformemente repartidas.
- En esquinas (pórticos)
- En empotramientos.
- En apoyos intermedios (vigas continuas)

3.- Mecanismo real

Será aquel que se produzca para el mínimo valor de "P".

Aplicamos el principio de los trabajos virtuales igualando el trabajo de las fuerzas exteriores al de las fuerzas interiores y obtenemos "P".

Para que "P" sea mínima (mecanismo real de colapso)

$W_{ext}(f(P))$  deberá ser máximo, para ello deberán trabajar todas las cargas exteriores posibles.





UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO  
INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
MECÁNICA DE LOS MEDIOS CONTINUOS.  
PLASTICIDAD

---

$W_{int}$  deberá ser mínimo, para ello deberán formarse el menor número de rótulas posible (la rotura hipercompleta se descarta)

4.- Comprobación

Obtenida " $P$ ", si efectivamente es el mecanismo real de colapso, la ley de momentos flectores en el instante del agotamiento no superará el momento plástico en ninguna sección.