

## **UNIDAD DIDÁCTICA IV**

### **ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL HORMIGÓN**

#### **PRETENSADO**

### **LECCIÓN 17**

#### **EFFECTOS ESTRUCTURALES DEL**

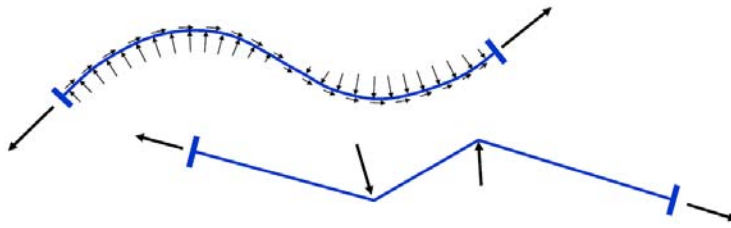
#### **PRETENSADO**

**(Art. 20.3 EHE-08)**

1. EQUILIBRIO DEL CABLE
2. EQUILIBRIO DEL HORMIGÓN
3. ESFUERZOS DEBIDOS AL PRETENSADO
4. TRAZADO CONCORDANTE
5. EJEMPLOS

## 1. EQUILIBRIO DEL CABLE

- **Cable en tracción con una forma determinada**



- **Sistema de fuerzas de resultante nula**
  - **Fuerza de pretensado:** Tracción tangente al cable en cada punto
  - **Fuerzas de desviación:**
    - Concentradas
    - Distribuidas:
      - ❖ Normales: reacciones
      - ❖ Tangenciales: por rozamiento o adherencia
  - **Fuerzas en los anclajes:**
    - por apoyo: placas
    - por adherencia: longitud de transferencia
- **Equilibrio diferencial del cable**

A partir del equilibrio diferencial del cable se puede demostrar que:

- 1) las fuerzas de desviación distribuidas normales al cable ( $q$ ) tienen la expresión

$$q = P / r$$

siendo  $P$  la fuerza de pretensado y  $r$  el radio del arco diferencial del cable ( $1/r$  es la curvatura del cable), y

- 2) las fuerzas de desviación distribuidas tangenciales al cable ( $t$ ) tienen la expresión

$$t = - dP / ds$$

siendo  $dP$  el diferencial o variación del pretensado a lo largo del diferencial de arco y  $ds$  la longitud del diferencial de arco.

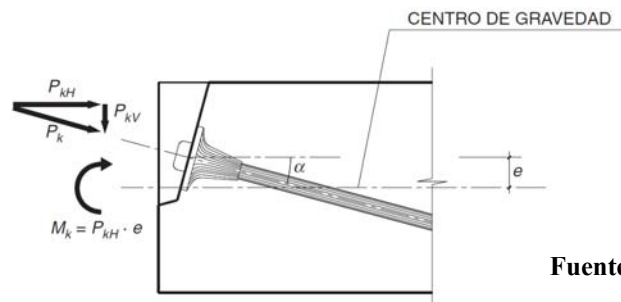
## 2. EQUILIBRIO DEL HORMIGÓN

- **Elementos en contacto con el hormigón**
  - **cable:** sistema de fuerzas de resultante nula
  - **apoyos:** coacciones exteriores → Las reacciones forman un sistema nulo
- **Estructuras isostáticas** → reacciones nulas
- **Estructuras hiperestáticas** → reacciones NO nulas

## 3. ESFUERZOS DEBIDOS AL PRETENSADO

- **Esfuerzos isostáticos:** esfuerzos debidos sólo al sistema de fuerzas del cable

Por ejemplo, en la sección del anclaje estos esfuerzos son:



Fuente: EHE-08, 2011

$$P_{k,H} = P_k \cos \alpha$$

$$P_{k,V} = P_k \operatorname{sen} \alpha$$

$$M_k = P_{k,H} e$$

donde:

- $\alpha$  ángulo que forma el trazado del pretensado respecto de la directriz del elemento, en el anclaje
- $P_k$  fuerza de pretensado en el cable
- $e$  excentricidad del cable respecto del centro de gravedad de la sección

- **Esfuerzos hiperestáticos:** los debidos a las reacciones producidas por el pretensado
- **Hipótesis y simplificaciones de cálculo**
  - Comportamiento elástico y lineal de la estructura
  - Fuerza de pretensado constante

- Si hay varios cables se trabaja con el trazado medio
- Si  $\alpha$  es pequeño (vigas):  $\cos\alpha \approx 1$  y  $\sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha$
- Se puede usar las características de la sección bruta
- **Método de cálculo**
  - Se aplica el sistema de fuerzas del cable sobre el hormigón como si fueran fuerzas exteriores
  - Se realiza el cálculo de la estructura y sus reacciones y se obtienen los diagramas de esfuerzos isostáticos e hiperestáticos, siendo la suma de ambos los esfuerzos totales producidos por el pretensado
- **Consideraciones sobre la posible disipación de los momentos hiperestáticos ( $M_H$ ):**
  - Los  $M_H$  constituyen una sollicitación que debe ser considerada también en E.L.U.
  - Al provenir esta sollicitación de un problema de compatibilidad de deformaciones puede que, tras un estado de cargas que provoque plastificación en ciertas secciones, los  $M_H$  puedan disiparse/redistribuirse (no hay consenso normativo).
  - Cuidado: Esta simplificación, en vigas continuas, puede ser segura en secciones de tramos con  $M(+)$ , pero insegura en las de tramos con  $M(-)$

#### **4. TRAZADO CONCORDANTE**

- **Definición:** Aquél que no produce reacciones (no produce esfuerzos hiperestáticos)
- **Propiedades:**
  - La suma de dos trazados concordantes es concordante
  - Como la carga y las reacciones sobre una estructura constituye un sistema de fuerzas de resultante nula compatible con las coacciones de apoyo, el cable deducido de este sistema de fuerzas es concordante
- **Obtención:**
  - Elección de un trazado cualquiera  $e_{o1}(x)$
  - Cálculo de los esfuerzos totales debidos a este trazado

$$M(x) = Pe_{o1}(x) + M_H(x)$$

- Un trazado concordante  $e_{o2}(x)$  proporciona  $M(x) = P \cdot e_{o2}(x) \rightarrow$  Corrección del trazado, igualando las dos expresiones de  $M(x)$ :

$$e_{o2}(x) = \frac{M(x)}{P} = e_{o1}(x) + \frac{M_H(x)}{P}$$

¡Ojo! El trazado obtenido podría ser irrealizable por salirse de la sección

## **5. EJEMPLOS**

- **Ejemplo 1:** Viga continua de dos vanos de 10 m de luz (Bonet *et al*, 2011)
- **Ejemplo 2:** Viga isostática de 25 m de luz (Marí *et al*, 1999)

Se desarrollan en las clases prácticas de ejercicios de la asignatura.