

Curso: HORMIGÓN ESTRUCTURAL 1

Práctico 11 Método de los Estados Límites

Agustín Vidal (avidal@fing.edu.uy)

1^{er} Semestre - 2024

Universidad de la República - Uruguay



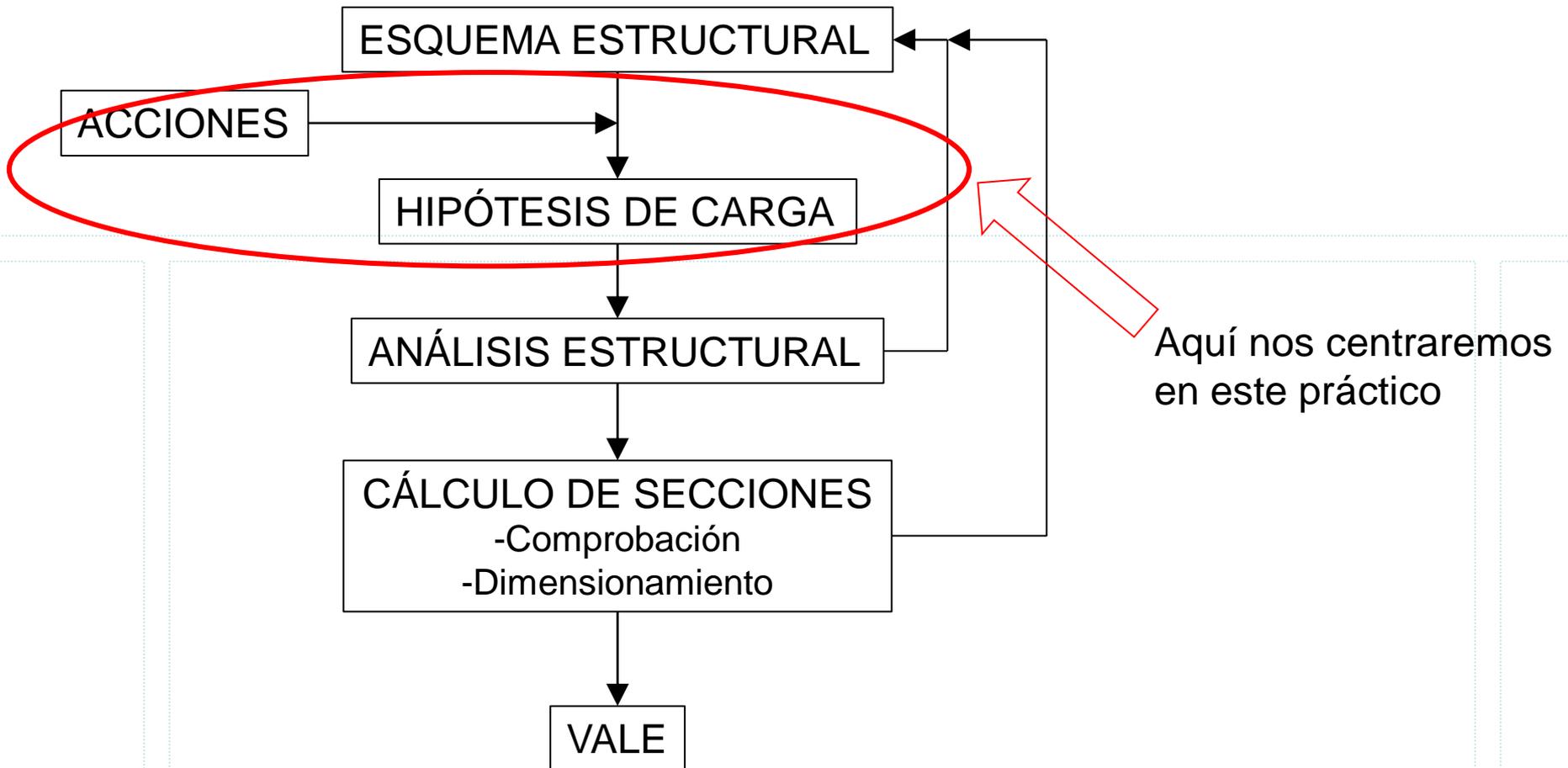
UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

Objetivos

- **Repaso del proceso de diseño de una estructura**
- **Introducción a los Estados Límites**
- **Ejemplo de aplicación en ELU**

Práctico 11

- ¿Cómo es el proceso de diseño de una estructura?



• Método de los Estados Límites:

- Se establecen criterios de seguridad con los cuales se **pretende reducir** a un valor suficientemente bajo la **probabilidad**, siempre existente, de que sea alcanzado por la estructura o por parte de ella uno o más de los estados límites.
- Definimos a los Estados Límites a aquellos estados o situaciones de la estructura tales que **al ser rebasados colocan a la estructura o a parte de ella fuera de servicio**; es decir, que la estructura deja de reunir las condiciones de seguridad, funcionalidad y durabilidad con las que fue proyectada.

Práctico 11

1er Semestre 2024 Agustín Vidal Curso: Hormigón Estructural 1

5

• Existen 3 Estados Límites:

1) Estado Límite Último 2) Estado Límite de Servicio 3) Estado Límite de Durabilidad



¿Preguntas hasta ahora?



Ejemplo:

La ménsula de la Figura 1 se encuentra sometida a su peso propio (q_{pp}), una carga uniformemente distribuida ($q_{sc,1}$) y a una carga directa ($F_{sc,2}$) que puede ser de tracción o compresión. Las sobrecargas de uso son de origen distinto.

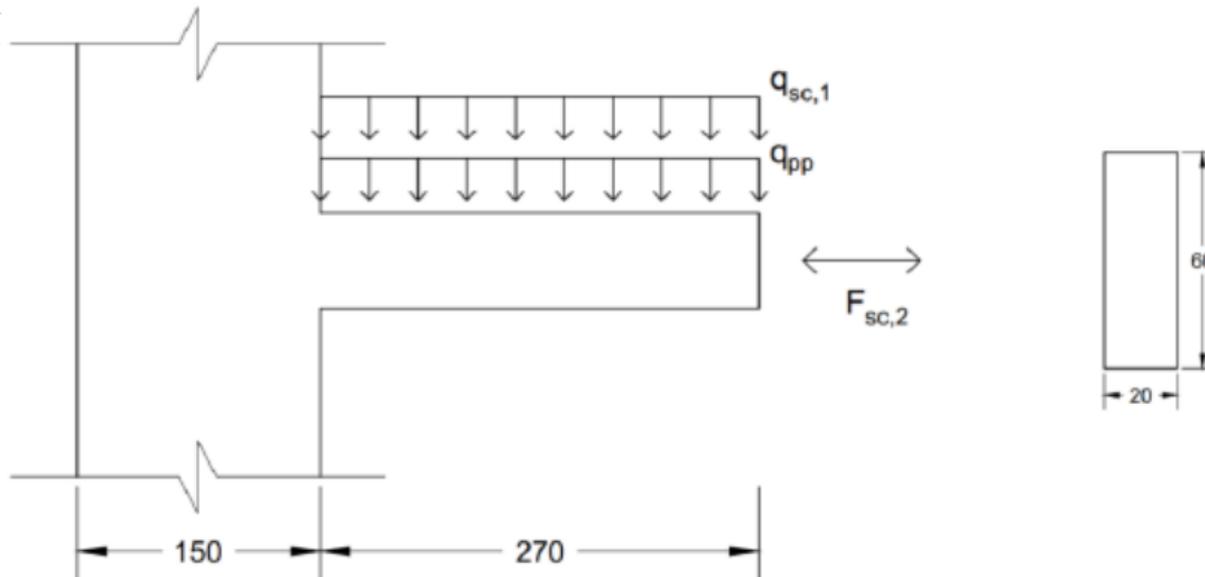
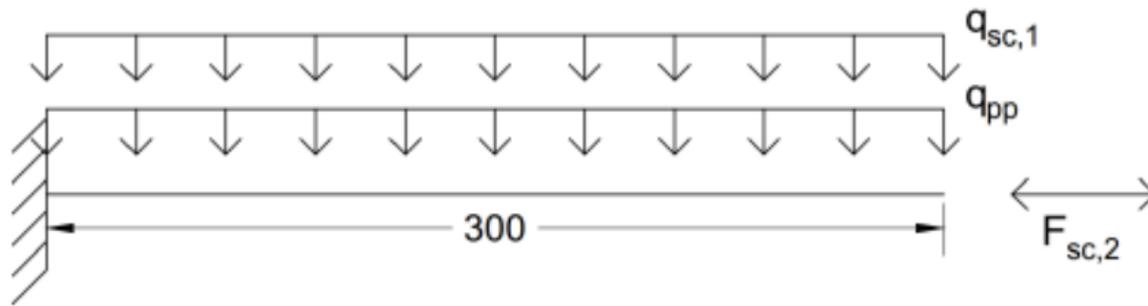


Figura 1: Esquema del ejemplo. Medidas en cm.

Esquema de cálculo:



- $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- $r_m = 5 \text{ cm}$

- $q_{pp} = 0,2 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \times 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
- $q_{sc,1} = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
- $F_{sc,2} = \pm 25 \text{ kN}$

- $M_{pp} = \frac{q_{pp} l^2}{2}$
- $M_{sc,1} = \frac{q_{sc,1} l^2}{2}$
- $N_{sc,2} = \pm F_{sc,2}$

Práctico 11

La combinación de acciones para situaciones permanentes y transitorias en ELU:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

¿Qué valor tendrá γ ? Depende de cada acción.

Solicitud	Efecto	γ	Valor
$N_{sc,2}$	Desfavorable	γ_Q	1.5
	Favorable	γ_Q	0.0
$M_{sc,1}$	Desfavorable	γ_Q	1.5
	Favorable	γ_Q	0.0
M_{pp}	Desfavorable	γ_G	1.35
	Favorable	γ_G	1.0

Dado que las sobrecargas 1 y 2 son de distinto origen, se deben considerar las combinaciones donde actúa solo una, solo la otra, o ambas en simultaneo, y para eso utilizar cuando corresponda, el coeficiente de simultaneidad será $\psi_0 = 0,7$.

El valor característico de las sollicitaciones antes presentadas es:

- $M_{pp} = 13,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
- $M_{SC,1} = 45 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
- $N_{SC,2} = \pm 25 \text{ kN}$

Práctico 11

Realizando un análisis tenemos:

- 5 y 7 pueden ser descartados ya que el caso 4 es más exigente.
- 4 puede ser descartada por 1.
- 8 y 9 se descartan mirando a 1 y 2 respectivamente.
- 3 y 6 pueden ser descartadas ya que son de menor magnitud que 2.

Caso	1	2	3	4	5	6	7	8	9
γ_G	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00
$CS_{sc,1}$	1.5	1.5x0.7	0.00	1.5	1.5	0.00	0.00	1.5	1.5x0.7
$CS_{sc,2}$	1.5x0.7	1.5	1.5	0.00	0.00	1.5	0.00	1.5x0.7	1.5
$M_{d,pp}$ [kNm]	18.23	18.23	18.23	18.23	13.5	13.50	18.23	13.5	13.5
$M_{d,sc1}$ [kNm]	67.50	47.25	0.00	67.50	67.50	0.00	0.00	67.50	47.25
$M_{d,T}$ [kNm]	85.73	65.48	18.23	85.73	81.00	13.50	18.23	81.00	60.75
N_d [kN]	±26.25	±37.50	±37.50	0.00	0.00	±37.50	0.00	±26.25	±37.50

Se debe verificar:

Comb.	1	2
M_{dt}	85.73	65.48
N_d	± 26.26	± 37.50

Directa de tracción:

Combinación 1:

$$\frac{M_d}{N_d} = 3,26 \text{ m} \Rightarrow \text{Ehlers}$$

$$M_{SU} = M_d - 0,25 \text{ m} \times N_d = 79,165 \text{ kNm}$$

$$\mu = 0,065 \Rightarrow \omega = 0,068 \Rightarrow A_{s,1} = 3,43 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,2} = \frac{N_d}{f_{yd}} = 0,60 \text{ cm}^2$$

$$A_s = A_{s,1} + A_{s,2} = 4,03 \text{ cm}^2$$

Se debe verificar:

Comb.	1	2
M_{dt}	85.73	65.48
N_d	± 26.26	± 37.50

Directa de tracción:

Combinación 2:

$$\frac{M_d}{N_d} = 1,75 \text{ m} \Rightarrow \text{Ehlers}$$

$$M_{SU} = M_d - 0,25 \text{ m} \times N_d = 56,105 \text{ kNm}$$

$$\mu = 0,046 \Rightarrow \omega = 0,047 \Rightarrow A_{s,1} = 2,40 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,2} = \frac{N_d}{f_{yd}} = 0,86 \text{ cm}^2$$

$$A_s = A_{s,1} + A_{s,2} = 3,26 \text{ cm}^2$$

Se debe verificar:

Comb.	1	2
M_{dt}	85.73	65.48
N_d	± 26.26	± 37.50

Se debería
verificar esbeltez
por efectos de
2do orden

Directa de compresión:

Combinación 1:

$$\frac{M_d}{N_d} = 3,26 \text{ m} \Rightarrow \text{Ehlers}$$

$$M_{SU} = M_d + 0,25 \text{ m} \times N_d = 92,295 \text{ kNm}$$

$$\mu = 0,076 \Rightarrow \omega = 0,079 \Rightarrow A_{s,1} = 4,02 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,2} = \frac{N_d}{f_{yd}} = 0,60 \text{ cm}^2$$

$$A_s = A_{s,1} - A_{s,2} = 3,42 \text{ cm}^2$$

Se debe verificar:

Comb.	1	2
M_{dt}	85.73	65.48
N_d	± 26.26	± 37.50

Se debería
verificar esbeltez
por efectos de
2do orden

Directa de compresión:

Combinación 2:

$$\frac{M_d}{N_d} = 1,75 \text{ m} \Rightarrow \text{Ehlers}$$

$$M_{SU} = M_d + 0,25 \text{ m} \times N_d = 74,855 \text{ kNm}$$

$$\mu = 0,062 \Rightarrow \omega = 0,064 \Rightarrow A_{s,1} = 3,23 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,2} = \frac{N_d}{f_{yd}} = 0,86 \text{ cm}^2$$

$$A_s = A_{s,1} - A_{s,2} = 2,37 \text{ cm}^2$$

Práctico 11

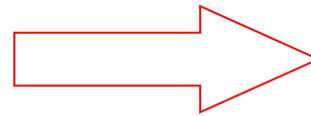
En resumen:

Combinación 1 - tracción: $4,03 \text{ cm}^2$

Combinación 2 - tracción: $3,26 \text{ cm}^2$

Combinación 1 - tracción: $3,42 \text{ cm}^2$

Combinación 1 - tracción: $2,37 \text{ cm}^2$



Dimensiono con $4,03 \text{ cm}^2$
 $\Rightarrow 4\phi 12 (4,52 \text{ cm}^2)$

This is the end

