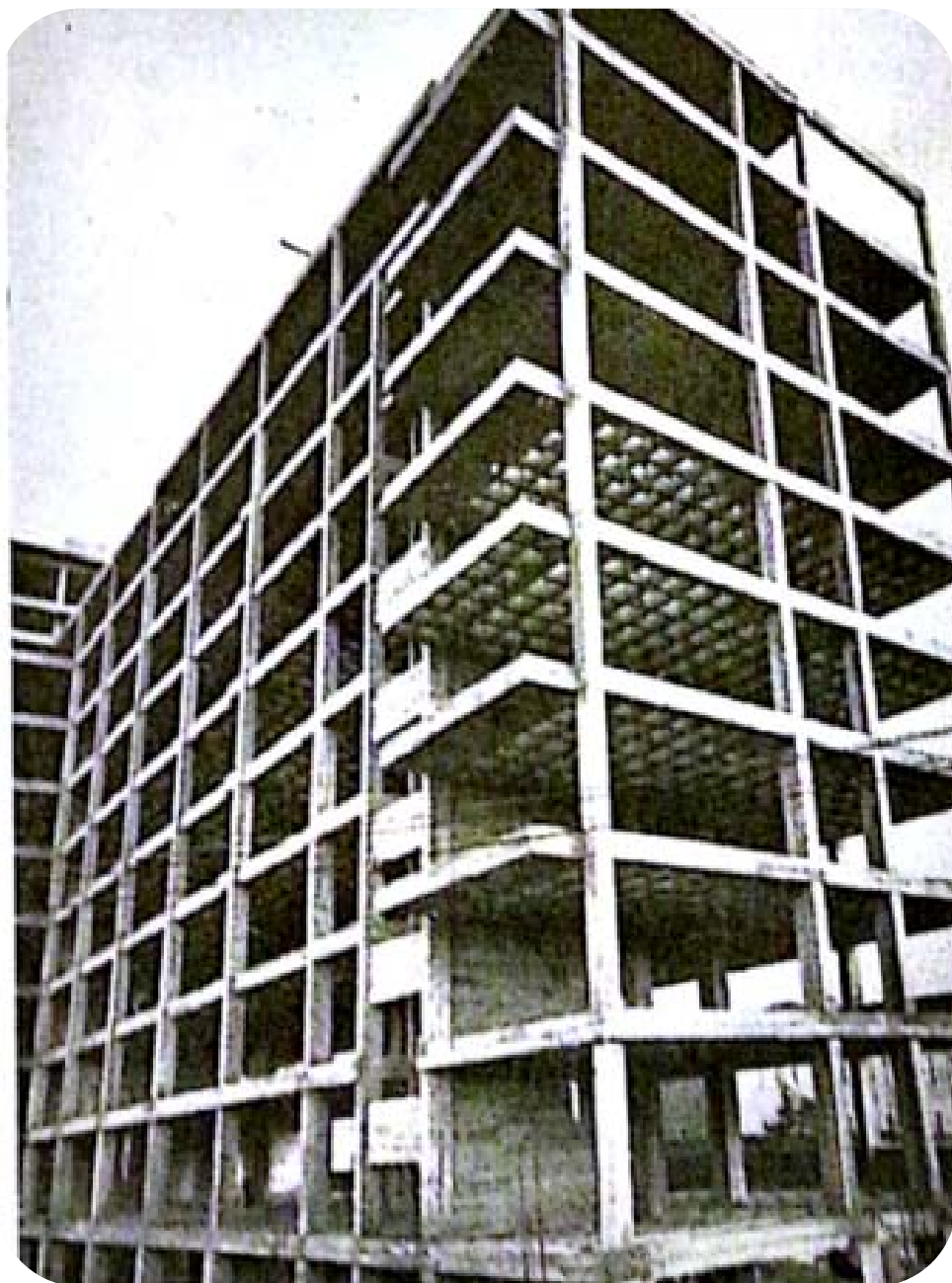


ESTRUCTURAS 2A

TABLAS Y FORMULAS



Edificio Nader – Revista Proa N° 24



1 UNIDADES

Unidades del sistema metrico legal argentino (SI.ME.L.A.)		
Basicas		
Magnitud	Unidad	Simbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Derivadas		
Magnitud	Unidad	Simbolo
Superficie	metro cuadrado	m ²
Volumen	metro cubico	m ³
Densidad	kg por m ³	kg/m ³
Velocidad	metro por segundo	m/s
Aceleracion	metro por s ²	m/s ²
Fuerza	Newton	N = kg*m/s ²
Presion	Megapascal	Mpa = N/mm ²

Unidades del sistema tecnico		
Basicas		
Magnitud	Unidad	Simbolo
Longitud	metro	m
Peso o Fuerza	kilogramo	kg o kgf
Tiempo	segundo	s
Derivadas		
Magnitud	Unidad	Simbolo
Superficie	metro cuadrado	m ²
Volumen	metro cubico	m ³
Densidad	kg por m ³	kg/m ³
Velocidad	metro por segundo	m/s
Aceleracion	metro por s ²	m/s ²
Masa	Unidad tencina de masa	U.T.M. = Peso/aceleracion
Presion	Fuerza sobre superficie	Kg/m ² , kg/cm ² , t/m ² , etc.

	Para convertir	en	multiplicar por
Fuerza	N	kg	0,1
	kg	N	10
	kN	kg	100
	kg	kN	0,01
Tension	Mpa (N/mm ²)	Kg/cm ²	10
	Kg/cm ²	Mpa (N/mm ²)	0,1
	Kg/cm ²	Ton/m ²	10
	Ton/m ²	Kg/cm ²	0,1
Momento	tm	kgcm	100000
	kgcm	tm	0,00001
	kgm	kgcm	100
	kgcm	kgm	0,01
	kNm	kgm	100
	kgm	kNm	0,01
Carga lineal	kg/m	kg/cm	0,01
	kg/cm	kg/m	100

ATENCION!: Para su uso en examen, este apunte no debe contar con ningún tipo de anotaciones adicionales

2 SIMBOLOGÍA

A_v – Área de la armadura de corte de una sección en una separación s

a – Altura del bloque rectangular equivalente de tensiones de compresión

A_g – Área total bruta de la sección de hormigón (*largo · ancho*)

A_s – Área de la armadura longitudinal traccionada

$A_{s\ e}$ – Área de acero proporcionada por un estribo

b – Ancho de una sección rectangular

b_w – Ancho del alma de una sección en T o doble T, o diámetro de una sección circular

c – Distancia desde la fibra comprimida extrema al eje neutro

C – Esfuerzo de compresión

d – Altura útil de una sección (igual a la altura total, menos el recubrimiento de la armadura traccionada)

f'_c – Resistencia especificada a la compresión del hormigón

f_y – Tensión de fluencia especificada del acero

h – Altura total de una sección

k_a – Relación entre la altura del bloque rectangular equivalente de tensiones a y la altura útil d

k_z – Relación entre el brazo de palanca Z y la altura útil d

l – luz de cálculo

l_u – Longitud lateralmente no arriostrada

l_m – Luz promedio

M_N – Momento flector resistente nominal de una sección

M_U – Momento mayorado en una sección considerada (solicitud de cálculo)

P_U – Esfuerzo axial mayorado

q_U – Carga mayorada

r – Radio de giro de la sección transversal

s – Separación entre estribos

T – Esfuerzo de tracción

V_N – Resistencia nominal al corte de una sección

V_U – Esfuerzo de corte mayorado de una sección (solicitud de cálculo)

V_c – Resistencia nominal al corte proporcionada por el hormigón

V_s – Resistencia nominal al corte proporcionada por el acero

Z – Brazo de palanca

ρ – Cuantía de la armadura traccionada ($A_s/b \cdot d$)

ϕ – Factor de reducción de resistencia

ATENCIÓN!: Para su uso en examen, este apunte no debe contar con ningún tipo de anotaciones adicionales

3 PREDIMENSIONADO

VIGAS Y LOSAS MACIZAS O NERVURADAS EN UNA DIRECCION

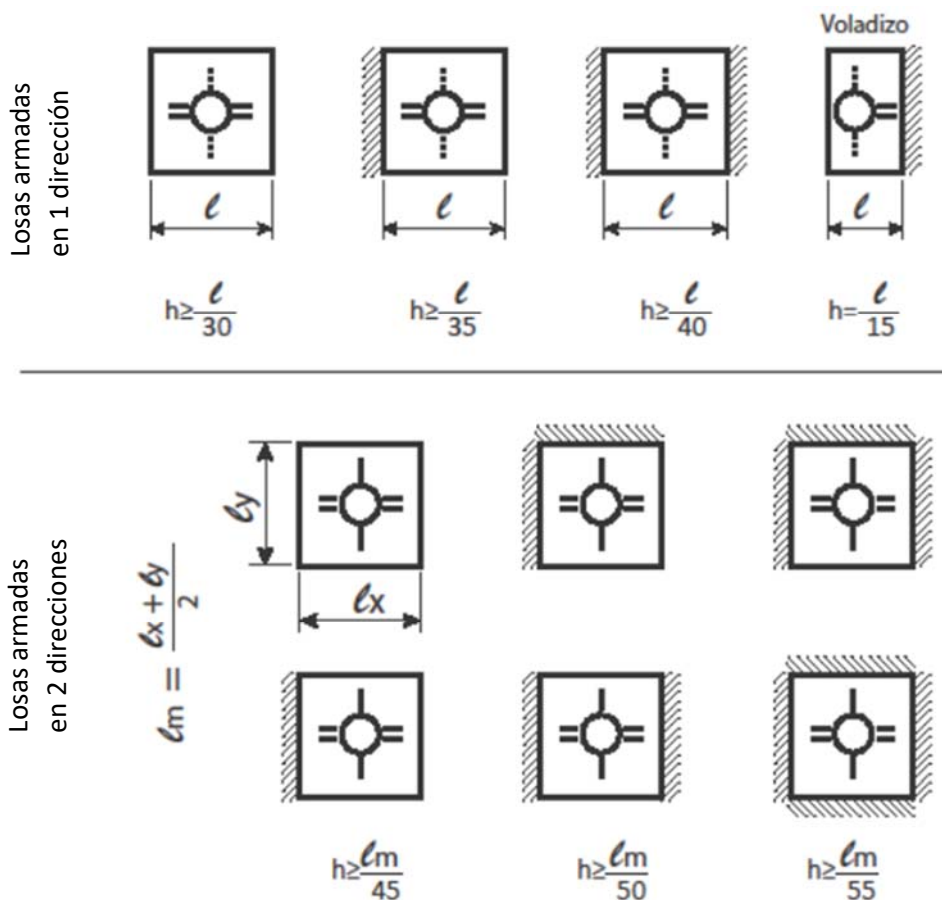
Espesores mínimos para vigas y losas macizas o nervuradas armadas en una dirección, que no soporten o estén vinculados a tabiques divisorios u otros elementos que puedan sufrir daños por grandes flechas (tabla 9.5.a CIRSOC 201:2005):

ELEMENTOS	ALTURA O ESPESOR MINIMO			
	Simplemente apoyados 	Con un extremo continuo 	Ambos extremos continuos 	En voladizo 
Losas macizas armadas en una dirección	Luz/20	Luz/24	Luz/28	Luz/10
Vigas o losas nervuradas en una dirección	Luz/16	Luz/18,5	Luz/21	Luz/8

LOSAS MACIZAS EN UNA O DOS DIRECCIONES

Nota:

- Espesor mínimo de losas macizas = 9 cm
- Válido para carga total de servicio entre 600 kg/m² y 800 kg/m²

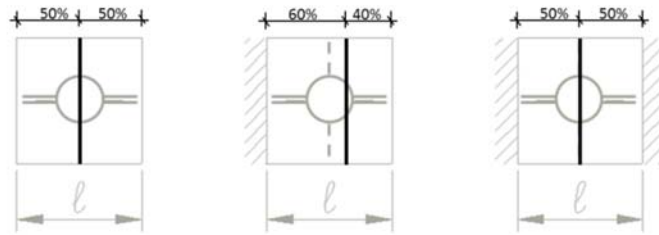


Para losas alivianadas incrementar la altura obtenida un 50%

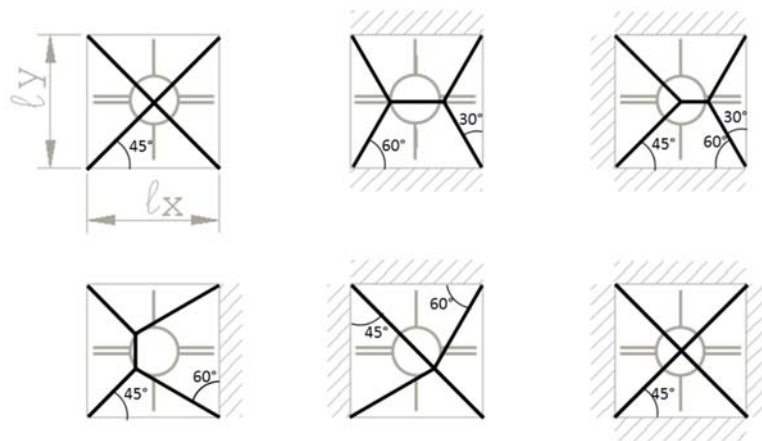
ATENCION!: Para su uso en examen, este apunte no debe contar con ningún tipo de anotaciones adicionales

DISTRIBUCION DE CARGAS DE LOSAS SOBRE BORDES DE APOYO

Líneas de rotura de losas armadas en una dirección (los lados rayados representan bordes continuos)



Líneas de rotura de losas armadas en dos direcciones (los lados rayados representan bordes continuos)



PREDIMENSIONADO DE COLUMNAS Y VERIFICACIÓN DE TABIQUES

Si utilizamos un acero ADN 420 y la cuantía mínima podemos obtener una tensión de referencia para cada tipo de hormigón. Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Tipo de hormigón	H20	H25	H30
Sección necesaria	$A_g = \frac{P_U}{109 \text{ kg/cm}^2}$	$A_g = \frac{P_U}{131 \text{ kg/cm}^2}$	$A_g = \frac{P_U}{153 \text{ kg/cm}^2}$

La dimensión mínima del lado de una columna debe ser ≥ 20 cm. En caso de columnas circulares zunchadas, el diámetro mínimo es de 30 cm. (art. 10.8 CIRSOC 201:2005)

En el caso de tabiques, su dimensión usualmente está definida por requerimientos arquitectónicos (dimensiones de circulaciones verticales) y resulta de mayor utilidad su verificación que su predimensionado. Para verificarlos, dividiendo su carga última por su sección, tenemos que obtener una tensión de trabajo menor a:

Tipo de hormigón	H20	H25	H30
Tensión máxima = $\frac{P_U}{A_g}$	90 kg/cm^2	113 kg/cm^2	135 kg/cm^2

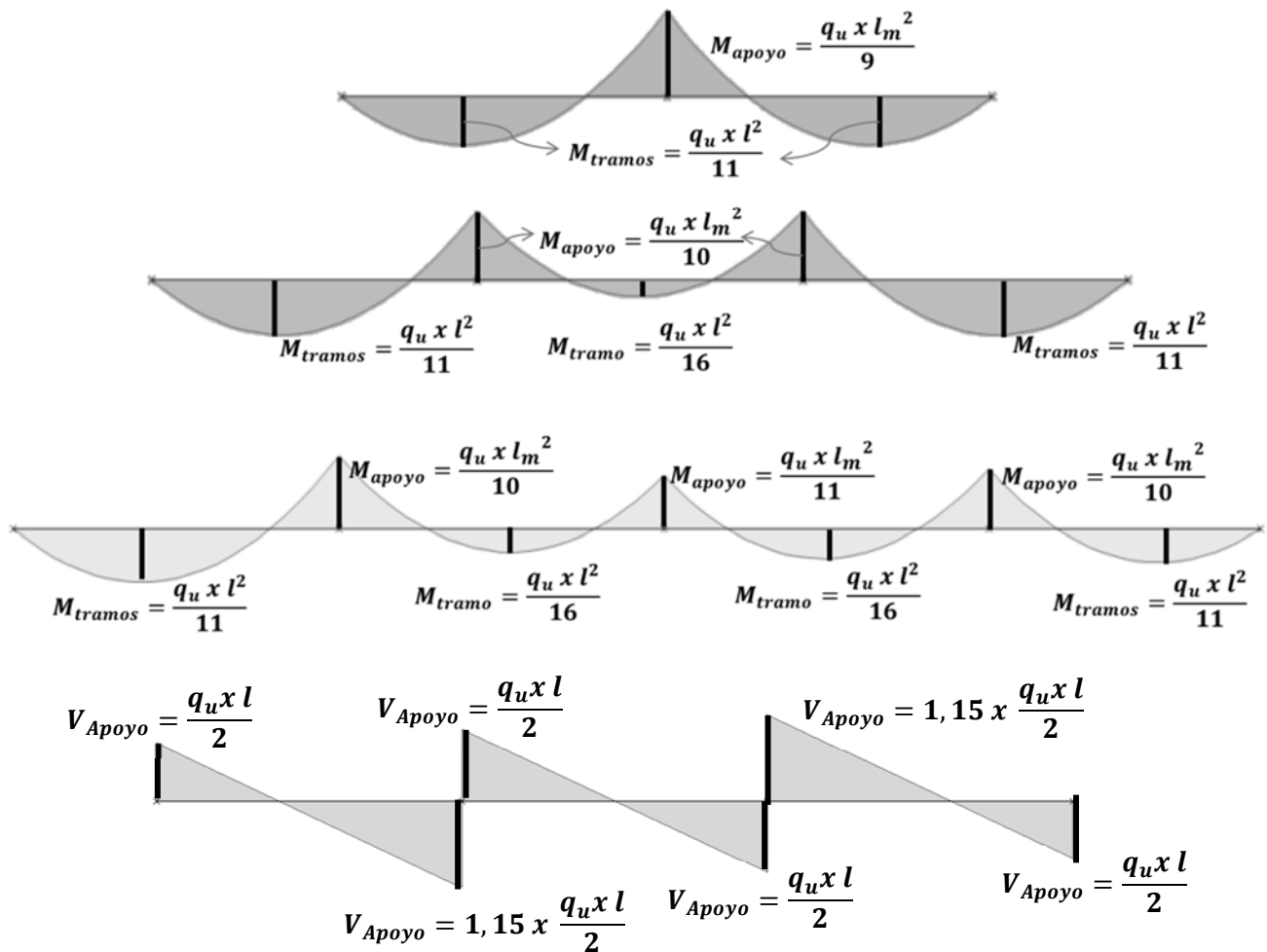
ATENCION!: Para su uso en examen, este apunte no debe contar con ningún tipo de anotaciones adicionales

4 ANÁLISIS DE SOLICITACIONES

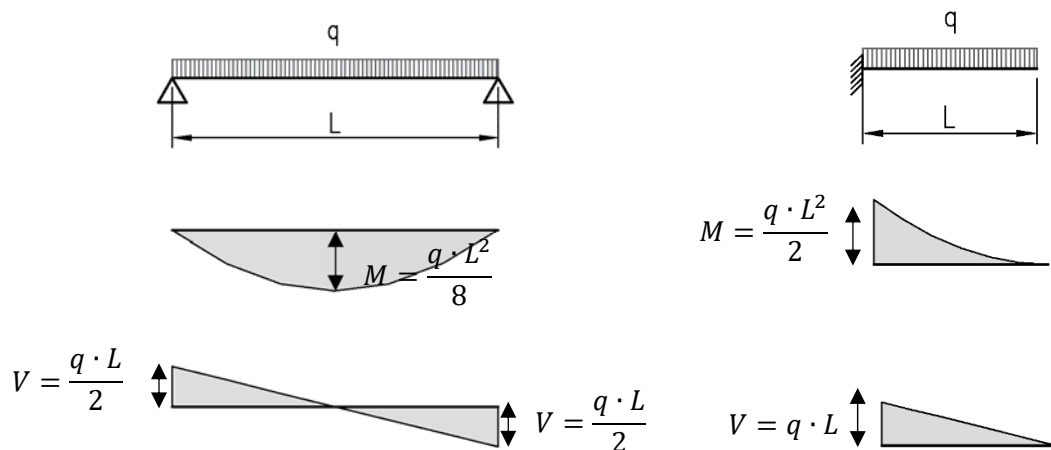
4.1 MÉTODO SIMPLIFICADO DE SOLICITACIONES

Se utilizan coeficientes para calcular los momentos y el esfuerzo de corte, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- 1.- Existen dos o más tramos sujetos a carga uniformemente repartida.
- 2.- La diferencia entre las luces de los tramos adyacentes debe ser menor o igual a 20%.
- 3.- La sobrecarga debe ser menor o igual que tres veces la carga permanente.
- 4.- Las barras deben ser prismáticas.
- 5.- Los momentos negativos se determinan con la luz promedio de las luces de los tramos adyacentes.



Momentos de empotramiento de vigas isostáticas



ATENCIÓN!: Para su uso en examen, este apunte no debe contar con ningún tipo de anotaciones adicionales

5 DIMENSIONADO

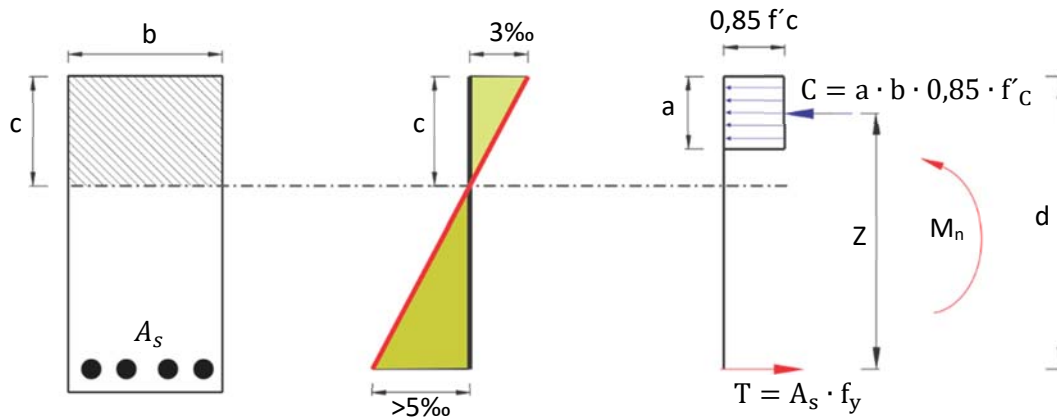
5.1 FLEXIÓN

Condición de resistencia:

$$M_N \cdot \phi \geq M_U$$

$$\phi = 0,9$$

Vigas o losas con armadura a tracción:



Predimensionado de sección de Hº:

$$d_{min} = \sqrt[2]{\frac{M_U}{0,205 \cdot f'_c \cdot b}}$$

$$b_{min} = \frac{M_U}{0,205 \cdot f'_c \cdot d^2}$$

Dimensionado de acero:

$$A_s = \frac{a \cdot b \cdot 0,85 \cdot f'_c}{f_y}$$

$$A_s = \frac{M_U}{f_y \cdot Z \cdot \phi}$$

$$a = k_a \cdot d$$

$$Z = d - \frac{a}{2}$$

$$k_a = 1 - \sqrt{1 - 2m_n}$$

$$Z = k_z \cdot d$$

$$m_n = \frac{M_U}{0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2 \cdot \phi}$$

Cuantías máximas y mínimas: (Para acero ADN 420 y hormigones $f'_c \leq 300 \text{ kg/cm}^2$)

$$A_s = \rho \cdot b \cdot h$$

VIGAS			
Cuantía ρ	H-20	H-25	H-30
Mínima	0,0033	0,0033	0,0033
Máxima	0,0129	0,0161	0,0194

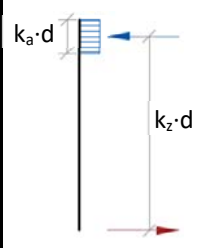
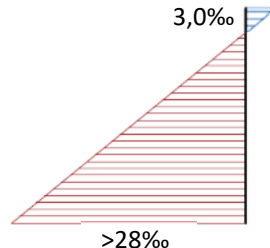
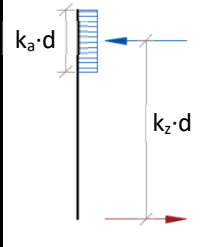
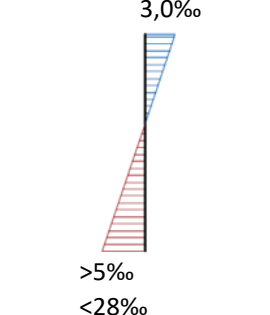
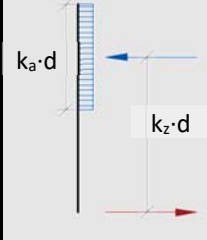
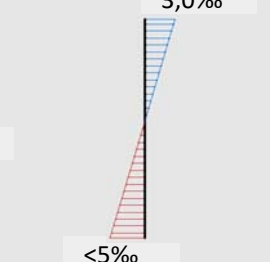
LOSAS MACIZAS (art. 10.5.4 CIRSOC 201:2005)			
Cuantía ρ	H-20	H-25	H-30
Mínima	0,0018	0,0018	0,0018
Máxima	0,0129	0,0161	0,0194

La longitud embebida l_e desde el punto de inflexión:

$$l_e \geq \begin{cases} d \\ 12 d_b \\ l_n/16 \end{cases}$$

ATENCIÓN!: Para su uso en examen, este apunte no debe contar con ningún tipo de anotaciones adicionales

TABLA DE DIMENSIONADO A FLEXIÓN

Diagrama de tensiones	Diagrama de deformaciones	Nivel de sollicitación	Altura de bloque comprimido	Brazo de palanca					
		$m_n = \frac{M_U}{0,85 \cdot f_c \cdot b \cdot d^2 \cdot \phi}$	$k_a = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot m_n}$	$k_z = 1 - \frac{k_a}{2}$					
		0,052	0,053	0,973	Colocar cuantía mínima	H30	H25		
		0,053	0,055	0,973					
		0,058	0,059	0,970					
		0,060	0,062	0,969					
		0,064	0,066	0,967					
		0,068	0,071	0,965					
		0,074	0,077	0,961					
		0,079	0,082	0,959	H20				
		0,084	0,088	0,956					
		0,093	0,098	0,951					
		0,105	0,111	0,945					
		0,114	0,121	0,939					
		0,125	0,134	0,933					
		0,139	0,150	0,925					
		0,156	0,170	0,915					
		0,177	0,196	0,902					
		0,190	0,213	0,894					
		0,205	0,232	0,884					
		0,222	0,255	0,873					
		0,232	0,268	0,866					
		0,238	0,276	0,862					
		0,243	0,283	0,858					
		0,249	0,291	0,854					
		0,255	0,300	0,850					
		0,261	0,309	0,845					
		0,268	0,319	0,841					
		0,269	0,320	0,840	Aumentar sección o colocar doble armadura				
		0,298	0,364	0,818					

ATENCIÓN!: Para su uso en examen, este apunte no debe contar con ningún tipo de anotaciones adicionales

TABLA DE SECCIONES DE ACERO TOTALES SEGUN CANTIDAD Y DIAMETRO DE BARRAS

Diámetro	SECCIONES NOMINALES (cm ²)									
	Cantidad de barras									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6 mm	0,28	0,56	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83
8 mm	0,50	1,00	1,51	2,01	2,51	3,01	3,52	4,02	4,52	5,03
10 mm	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85
12 mm	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31
16 mm	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11
20 mm	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,84	21,99	25,14	28,27	31,42
25 mm	4,91	8,82	14,73	19,64	24,55	29,46	34,37	39,28	44,19	49,10

TABLA DE SECCIONES DE ACERO POR METRO, SEGUN SEPARACION Y DIAMETRO DE BARRAS

Diámetro	SECCIONES NOMINALES EN UN METRO DE ANCHO (cm ² /m)								
	Separación entre barras								
	10 cm	12 cm	15 cm	18 cm	20 cm	22 cm	25 cm	28 cm	30 cm
6 mm	2,83	2,36	1,88	1,57	1,41	1,29	1,13	1,01	0,94
8 mm	5,03	4,19	3,35	2,79	2,51	2,28	2,01	1,80	1,68
10 mm	7,85	6,54	5,24	4,36	3,93	3,57	3,14	2,80	2,62
12 mm	11,31	9,42	7,54	6,28	5,65	5,14	4,52	4,04	3,77
16 mm	20,11	16,76	13,40	11,17	10,05	9,14	8,04	7,18	6,70
20 mm	31,42	26,18	20,94	17,45	15,71	14,28	12,57	11,22	10,47

La separación de la armadura *s* debe ser:

$$s \leq \begin{cases} 2,5 \text{ veces el espesor de la losa} \\ 25 d_b \text{ de las barras} \\ 30 \text{ cm} \end{cases}$$

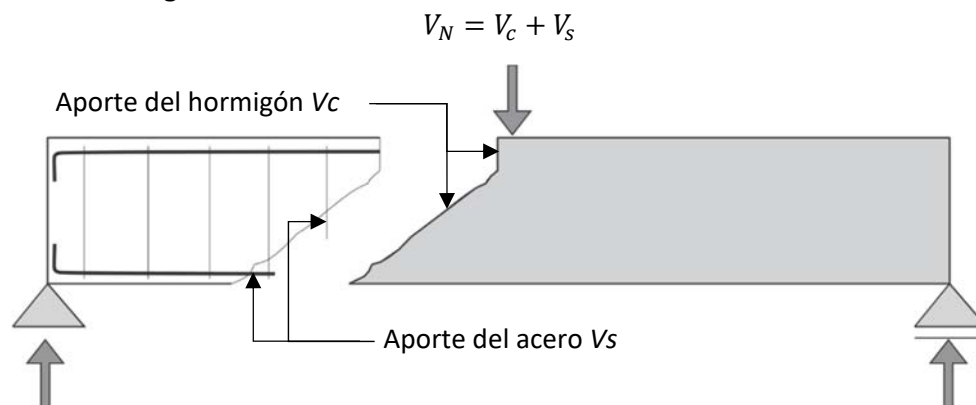
5.2 CORTE

Condición de resistencia:

$$V_N \cdot \phi \geq V_U$$

$$\phi = 0,75$$

Resistencia al corte del Hormigón Armado



Componentes de la resistencia al corte del hormigón armado

ATENCIÓN!: Para su uso en examen, este apunte no debe contar con ningún tipo de anotaciones adicionales

Verificación de capacidad máxima total de resistencia al corte en vigas (hormigón más acero)

$$\frac{5}{6} \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \cdot 0,75 \geq V_U \text{ (en Newton)}$$

(el valor de f'_c debe estar en Mpa (N/mm²))

Aporte a la resistencia proporcionada sólo por el hormigón en vigas (en Newton)

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

(el valor de f'_c debe estar en Mpa (N/mm²))

Sección de acero requerida por estribo para una separación determinada

$$A_{se} = \frac{(V_U - \phi \cdot V_c) \cdot s}{d \cdot f_y \cdot \phi}$$

Separación máxima de armadura de alma

$$\text{Si } V_U < 2 V_c \quad s \leq \begin{cases} d/2 \\ 40 \text{ cm} \end{cases}$$

$$\text{Si } V_U > 2 V_c \quad s \leq \begin{cases} d/4 \\ 20 \text{ cm} \end{cases}$$

Armadura mínima

Cuando el corte último es $V_U \geq \frac{\phi \cdot V_c}{2}$ es necesario colocar siempre armadura de corte, que como mínimo debe ser:

$$A_{vmin} = \frac{\sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot s}{16 f_y} \geq \frac{0,33 \cdot b_w \cdot s}{f_y}$$

(el valor de f'_c debe estar en Mpa (N/mm²))

SECCION DE ACERO APORTADA POR CADA ESTRIBO

Ramas	Diámetro			
	6	8	10	12
2	0,56 cm ²	1,00 cm ²	1,57 cm ²	2,26 cm ²
4	1,12 cm ²	2,00 cm ²	3,14 cm ²	4,52 cm ²

5.3 COMPRESION SIMPLE

REQUERIMIENTOS PARA BARRAS LONGITUDINALES

Cuantías mínimas

$$A_{st} \begin{cases} \geq 0,01 A_g \\ \leq 0,08 A_g \end{cases}$$

El número mínimo de barras longitudinales es de 4 para columnas rectangulares, 3 para columnas triangulares, y 6 para columnas zunchadas.

El diámetro mínimo para barras longitudinales en columnas rectangulares es de 12mm.

ATENCION!: Para su uso en examen, este apunte no debe contar con ningún tipo de anotaciones adicionales

REQUERIMIENTOS PARA ESTRIBOS

Diámetro mínimo

Diámetro de barras longitudinales (mm)	Diámetro mínimo de estribos (mm)
12 mm y 16 mm	6
20 mm y 25 mm	8

Separación máxima

$$s \begin{cases} \leq 12 \text{ diámetros de la barra longitudinal} \\ \leq 48 \text{ diámetros de la barra de estribos} \\ \leq \text{dimension menor de la columna} \end{cases}$$

Aporte al corte del hormigón sometido a compresión:

Cuando el elemento está solicitado a compresión, como en el caso de columnas, la resistencia al corte aportada por el hormigón (en Newton) es:

$$V_c = \left(1 + \frac{P_u}{14 A_g} \right) \cdot \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

Donde:

V_c es el corte resistido por el hormigón, en N (para convertir a kg dividir por 10)

b_w es el ancho, en mm

d es la altura útil, en mm

f'_c es la resistencia característica del hormigón, en Mpa

P_u es el esfuerzo normal último, en N

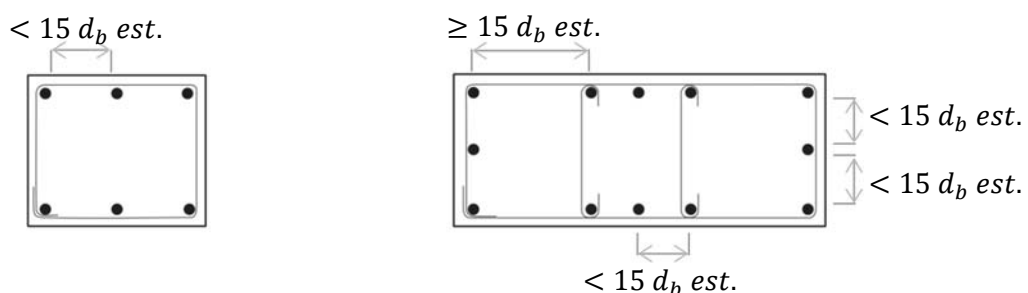
A_g es el área bruta de la sección de hormigón ($b_w \cdot h$), en mm²

Aporte a la resistencia proporcionada por estribos a 90°:

$$A_{s e} = \frac{(V_u - \phi \cdot V_c) \cdot s}{d \cdot f_y \cdot \phi}$$

Ganchos

Para brindar un correcto arriostramiento a todas las barras longitudinales, cada una de ellas debe tener un soporte proporcionado por la esquina de un estribo. Podrá haber barras no soportadas siempre que su distancia a una barra soportada sea menor que 15 diámetros del estribo, de no cumplirse esa condición, se debe incorporar un gancho a modo de arriostramiento



ATENCION!: Para su uso en examen, este apunte no debe contar con ningún tipo de anotaciones adicionales

5.4 FLEXOCOMPRESIÓN RECTA

VERIFICACIÓN DE ESBELTEZ:

$$\lambda = \frac{k \cdot l_u}{r}$$

Donde

λ Esbeltez de la pieza

k Factor de longitud efectiva =1

l_u Longitud lateralmente no arriostrada

r Radio de giro de la sección transversal:

Para secciones rectangulares: $r = 0,3 \cdot h$

Para secciones circulares: $r = 0,25 \cdot h$

Siendo h la dimensión del lado de la columna paralelo al plano sobre el cual se está evaluando la esbeltez.

Puede ignorarse el efecto de pandeo para esbelteces menores a:

$$\lambda \leq \begin{cases} 40 \\ 34 - 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \end{cases}$$

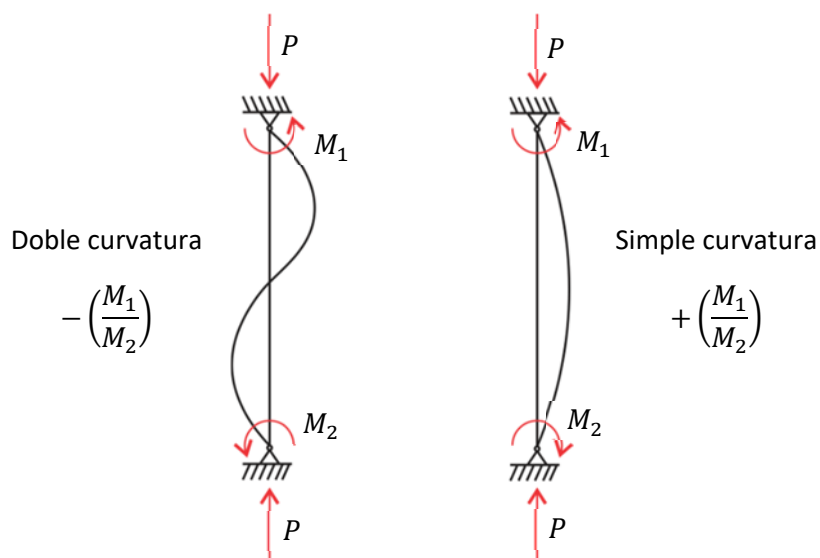
Donde

M_1 es el momento último en el extremo de la barra de menor valor

M_2 es el momento último en el extremo de la barra de mayor valor

$\left(\frac{M_1}{M_2} \right)$ debe ser positivo para columnas con deformada de simple curvatura y negativo para doble curvatura.

Los momentos considerados deben ser los pertenecientes al plano sobre el cual se está evaluando la esbeltez.



DIMENSIONADO A FLEXOCOMPRESIÓN:

La capacidad resistente a flexocompresión de una columna surge de una interacción entre el esfuerzo normal y momento flector.

$$P_N \cdot \phi \geq P_U$$

$$M_N \cdot \phi \geq M_U$$

La interacción simultánea de estos dos esfuerzos nos da una curva de capacidad resistente de una columna, para cada valor de cuantía colocada. Estas curvas se grafican en un diagrama de interacción, según la geometría de la columna, la ubicación de las barras de acero y la resistencia del hormigón utilizado.

Valores normalizados de normal y momento para el uso de diagramas de interacción:

Eje de abscisas con valor de momento flector reducido: $\frac{\phi \cdot M_N}{b \cdot h^2}$

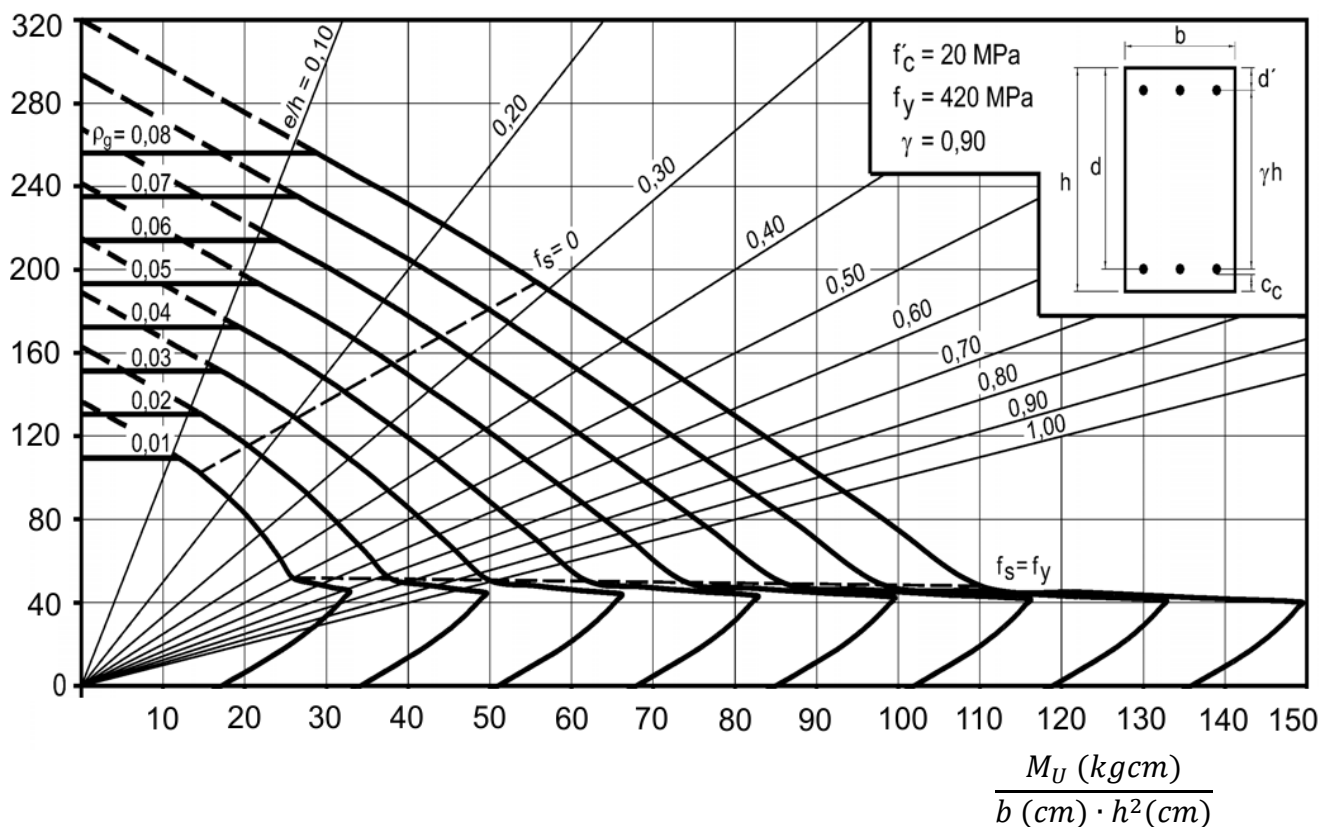
Eje de ordenadas con valor de esfuerzo normal reducido: $\frac{\phi \cdot P_N}{b \cdot h}$

DIAGRAMA DE INTERACCION

Diagrama de interacción de la resistencia de secciones rectangulares con barras en las caras extremas.

$f'_c = 20 \text{ MPa}$ y $\gamma = 0,90$.

$$\frac{P_U \text{ (kg)}}{b \text{ (cm)} \cdot h \text{ (cm)}}$$



ATENCION!: Para su uso en examen, este apunte no debe contar con ningún tipo de anotaciones adicionales