

# DE1

Carrera de Arquitectura  
Facultad de Ingeniería  
Universidad Nacional de Cuyo

## DISEÑO ESTRUCTURAL I

# COMPONENTES FLEXIONADOS HORMIGON ARMADO

Daniel VIDELA



UNCUYO  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE  
INGENIERÍA

# HORMIGON ARMADO – REGLAMENTACIÓN – CODIGOS.

Los Reglamentos a considerar son:

## CIRSOC 101-2005:

“Reglamento argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño, para edificios y otras estructuras”.

## CIRSOC 201-2005:

“Reglamento argentino de estructuras de hormigón”.

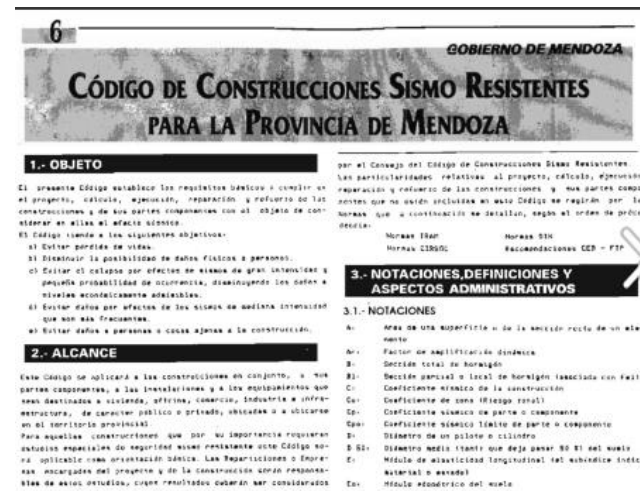
## INPRES-CIRSOC 103 PARTE I-2013:

## INPRES-CIRSOC 103 PARTE II-2005:

“Reglamento argentino para construcciones sismorresistentes – construcciones de hormigón”.

## Código de Construcciones Sismorresistentes de Mza'87.

(Aún vigente en la provincia de Mza.)



# HORMIGON ARMADO - RESISTENCIA

El dimensionamiento en Hormigón Armado, difiere un poco de los de Acero F24 y Madera, debido a que existen ahora, **dos materiales trabajando en conjunto** y uno de ellos sólo resiste a compresión.

**Verificación a Flexión: Hormigón Armado**, se deben cumplir dos condiciones:

- **Rigidez**: controlada por relaciones de esbeltez, tanto para vigas como para losas. Implica que **se mantenga dentro de ciertos límites la deformación**, que van a producir las cargas al actuar sobre la estructura.
- **Resistencia**: obliga a que no se superen las **capacidades resistentes** del material, y que no se produzca la **Rotura** en ninguna sección.
- **Falla por compresión del hormigón** ( $f'_c$ : tensión característica).
- **Falla por tracción del acero** ( $f_y$ : tensión de fluencia)

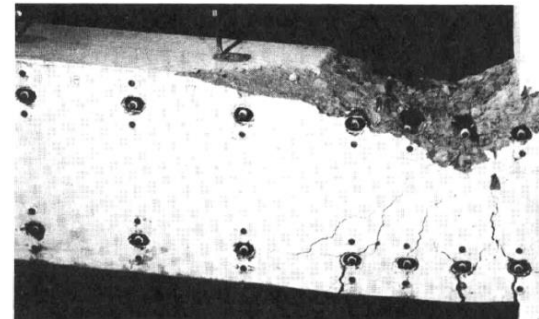


Fig.3.18

Falla dúctil de una viga de hormigón armado con fluencia de armadura en tracción .

# HORMIGON ARMADO - RESISTENCIA

Parámetro fundamental para la **dosificación**.

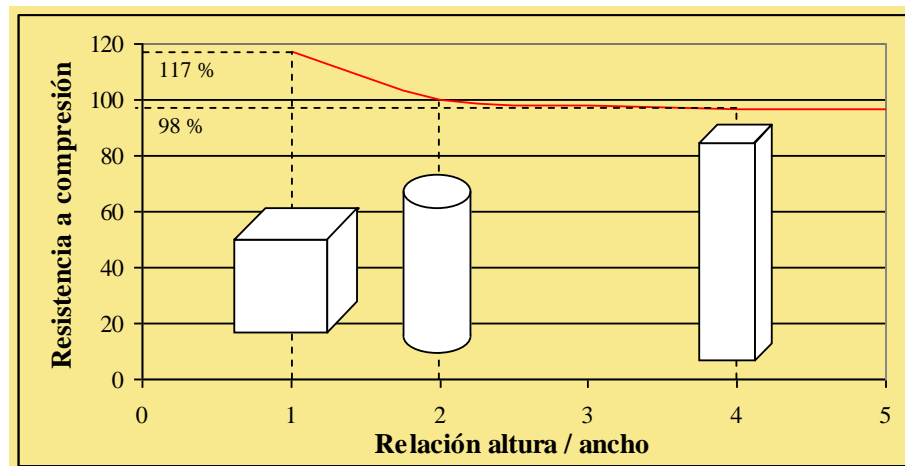
Ensayos → probetas normalizadas → **resistencia compresión: 28 días**.

## CONDICION DE RESISTENCIA:

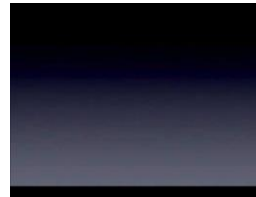
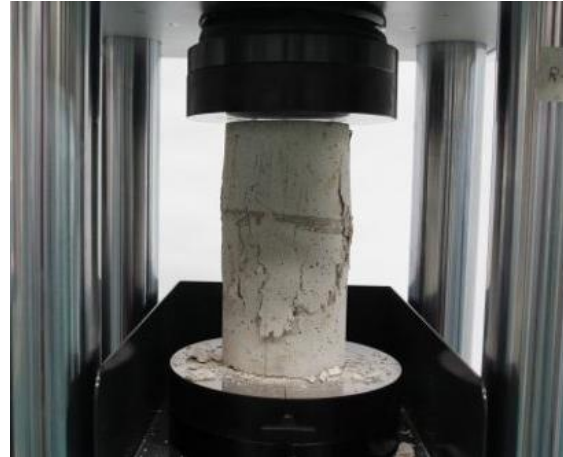
RESISTENCIA CARACTERISTICA (**f'c**) → Valor igualado o superado como mínimo, por el 95% probetas ensayadas.

## DESIGNACION:

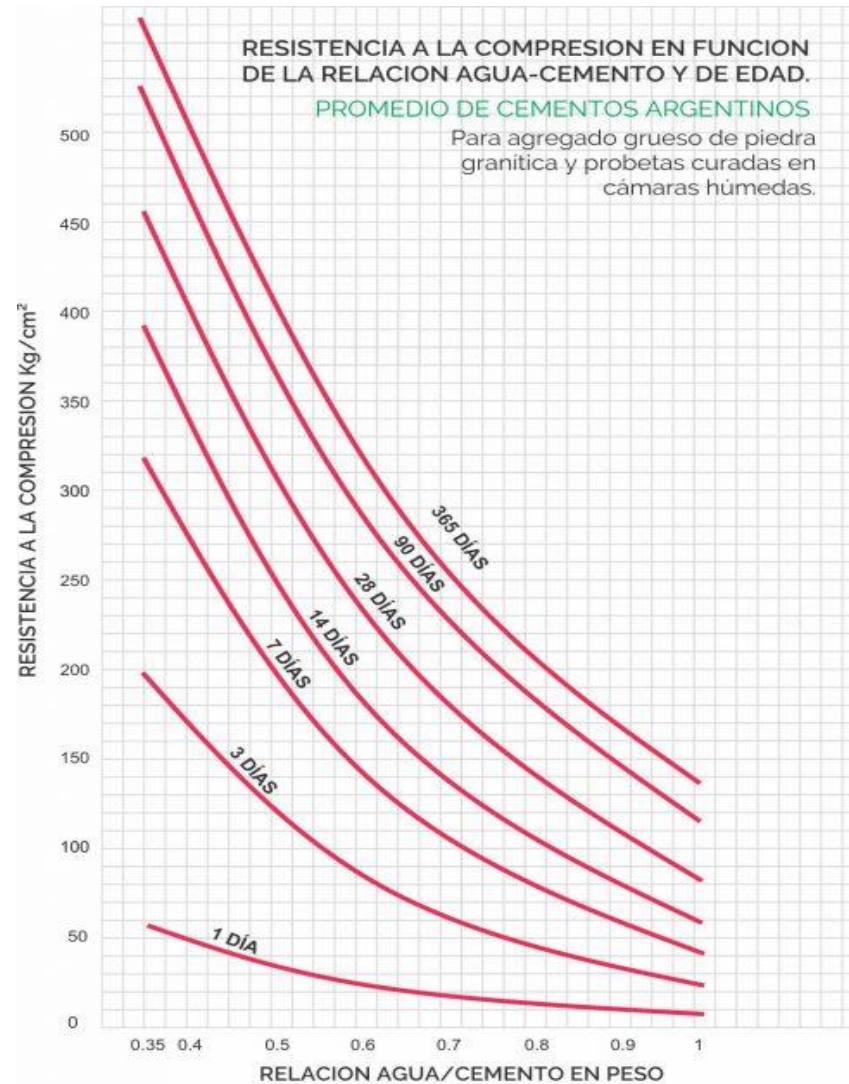
**H20** → **f'c = 20 Mpa = 200 kg/cm<sup>2</sup>**.



# HORMIGON ARMADO - RESISTENCIA



# HORMIGON ARMADO - RESISTENCIA



# HORMIGON ARMADO - RESISTENCIA

## Falla por compresión del hormigón:

- El H° alcanza la máxima deformación por compresión, del 0.3% (0.003).
- La resistencia a tracción es muy chica, **alrededor del 10% de la resistencia a compresión.**

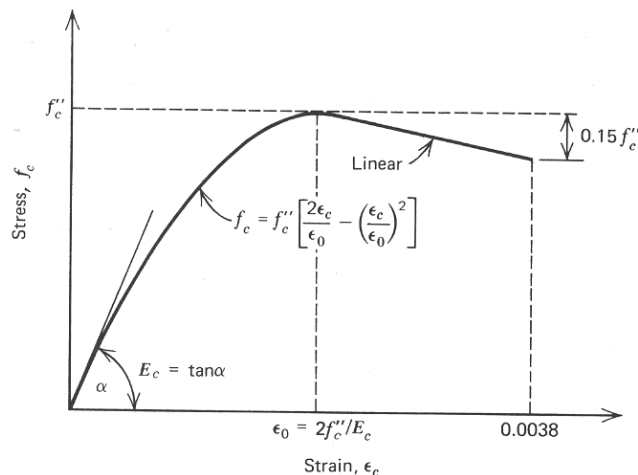


Fig. 2.7. Curva tensión - deformación idealizada para el comportamiento del hormigón en compresión.

## 8.5. MÓDULO DE ELASTICIDAD

8.5.1. El *módulo de elasticidad*  $E_c$  del hormigón de densidad normal se puede determinar con la siguiente expresión:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \quad (\text{en MPa})$$

# HORMIGON ARMADO - RESISTENCIA

## Resistencia de los Hormigones

Clase de hormigón	Resistencia especificada a compresión $f'_c$ (MPa)	A utilizar en hormigones
H - 15	15	simple
H - 20	20	simple y armados
H - 25	25	Simple, armados y pretensados
H - 30	30	
H - 35	35	
H - 40	40	
H - 45	45	
H - 50	50	
H - 60	60	

**CODIGO CIRSOC 201-2005**

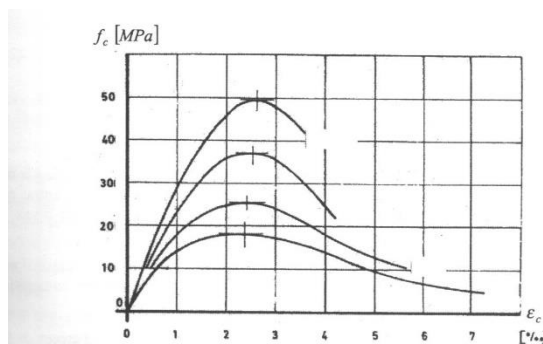


Figura 2.2: Curvas de tensión - deformación para probetas de hormigón en compresión

# HORMIGON ARMADO - RESISTENCIA

## Resistencia de los Aceros

Tabla 3.8. Barras de acero para armaduras de estructuras de hormigón

		Barras de acero		
Designación de las barras de acero		AL 220	ADN 420	ADN 420 S
Normas a las que responde		IRAM-IAS U 500-502-98	IRAM-IAS U 500-528-98	IRAM-IAS U 500-207-98
Conformación superficial		Lisa ( L )	Nervurada ( N )	Nervurada ( N )
Diámetro nominal ( d ) ( <sup>*</sup> )	mm	6 - 8 - 10 - 12 16 - 20 - 25	6 - 8 - 10 - 12 - 16 20 - 25 - 32 - 40	6 - 8 - 10 - 12 - 16 20 - 25 - 32 - 40
Tensión de fluencia característica ( <sup>**</sup> )	MPa	220	420	420
Resistencia a la tracción, característica ( <sup>**</sup> )	MPa	340	500	500
Alargamiento porcentual de rotura característico ( $A_{1g}$ )	%	18	12	12
Diámetro del mandril de doblado. Angulo de doblado 180°	mm	2 d	d ≤ 25 3,5 d d = 32 5,0 d d = 40 7,0 d	d ≤ 25 3,5 d d = 32 5,0 d d = 40 7,0 d

(<sup>\*</sup>) Las normas IRAM-IAS designan al diámetro nominal de la barra o alambre como d mientras que en este Reglamento se designan como d<sub>b</sub>  
(<sup>\*\*</sup>) Según se define en el Glosario

NOTA: Se deben modificar las normas IRAM que correspondan, adoptando una tensión característica definida para un nivel de aceptación del 95 % (p=0,95), con un nivel de confianza del 90 % (1-α = 0,90).

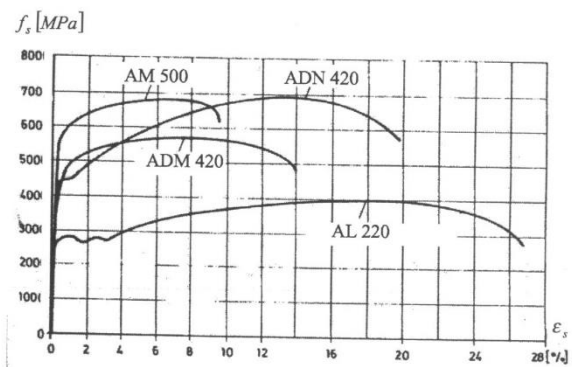


Figura 2.10: Relación tensión-deformación de los aceros para hormigón

# HORMIGON ARMADO – TABLAS DE ACERO

## Tabla Barras de Acero

Diám. nominal	Perim. nominal	Peso nominal	Peso por barra 1 2m	Secciones nominales / número de barras										Diám. mandril de doblado mínimo <sup>(1)</sup>
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
mm	cm	kg/m	kg	cm <sup>2</sup>										cm
6	1,88	0,222	2,66	0,28	0,56	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83	2,40 (4 d)
8	2,51	0,395	4,74	0,50	1,00	1,51	2,01	2,51	3,01	3,52	4,02	4,52	5,03	3,20 (4 d)
10	3,14	0,617	7,40	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85	4,00 (4 d)
12	3,77	0,888	10,7	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31	4,80 (4 d)
16	5,03	1,580	18,9	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11	6,40 (4 d)
20	6,28	2,470	29,6	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,84	21,99	25,14	28,27	31,42	14,00 (7 d)
25	7,85	3,850	46,2	4,91	9,82	14,73	19,64	24,55	29,46	34,37	39,28	44,19	49,10	17,50 (7 d)
32	10,10	6,310	75,7	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,26	56,30	64,34	72,38	80,42	22,40 (7 d)
40	12,60	9,860	118,3	12,57	25,13	37,70	50,26	62,83	75,40	87,96	100,53	113,12	125,66	-

<sup>(1)</sup>CIRSOC 201

### Forma de suministro

Presentación	Diámetros
Barras de 12 m	6 al 40
Cortado y Doblado	según planilla 6 al 40

### Identificación de las barras

Fronte



Dorso



Tensión de fluencia (MPa)

Diámetro nominal de la barra (mm)

### Requisitos que cumplen las barras de acero Acindar DNA-420<sup>®</sup>

Las barras de acero **Acindar DNA-420<sup>®</sup>**, poseen un límite de fluencia característico según norma IRAM-IAS U500-528, designación ADN 420.

Si se requiere un acero de dureza natural con características especiales de soldabilidad, es posible suministrar acero Acindar ADN 420 S con dichas características, según norma IRAM-IAS U500-207.

Consultar por cantidades mínimas de fabricación.

### Propiedades mecánicas



# HORMIGON ARMADO - DISEÑO

## DISEÑO:

Se debe procurar que los materiales y el conjunto, **no lleguen a la rotura**.

Se consideran coeficientes de seguridad, que modifican las cargas de diseño o bien las tensiones de referencia.

La diferencia entre los valores, surge debido al tipo de rotura que se produciría en cada caso:

- **Rotura flexión:** dominada por **fluencia del acero**, rotura prolongada o con aviso (sección con poca armadura).
- **Rotura compresión:** falla por compresión  $H^o$ , **rotura frágil** o repentina (sección sobre armada).

# HORMIGON ARMADO - DISEÑO

## DISEÑO:

Verificación de la seguridad s/ **CIRSOC 201-2005**:

Resistencia de Diseño  $\geq$  Resistencia Requerida

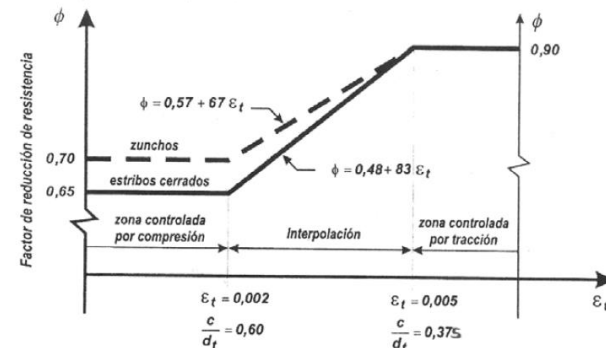
$$R_d = \phi \cdot R_n \geq R_r = R_u$$

$\phi$  : Factor de reducción de resistencia, que considera:

**Lo que puede resistir  $\geq$  Lo que debe resistir**

El coeficiente minoración de Resistencia tiene en cuenta:

- Incertidumbre en la determinación de las cargas y los cálculos de dimensionamiento.
- Importancia relativa de los elementos en la estructura y tipo de falla.
- Variaciones en la resistencia del material.
- Variaciones en las dimensiones.
- **Variaciones en la mano de obra.**

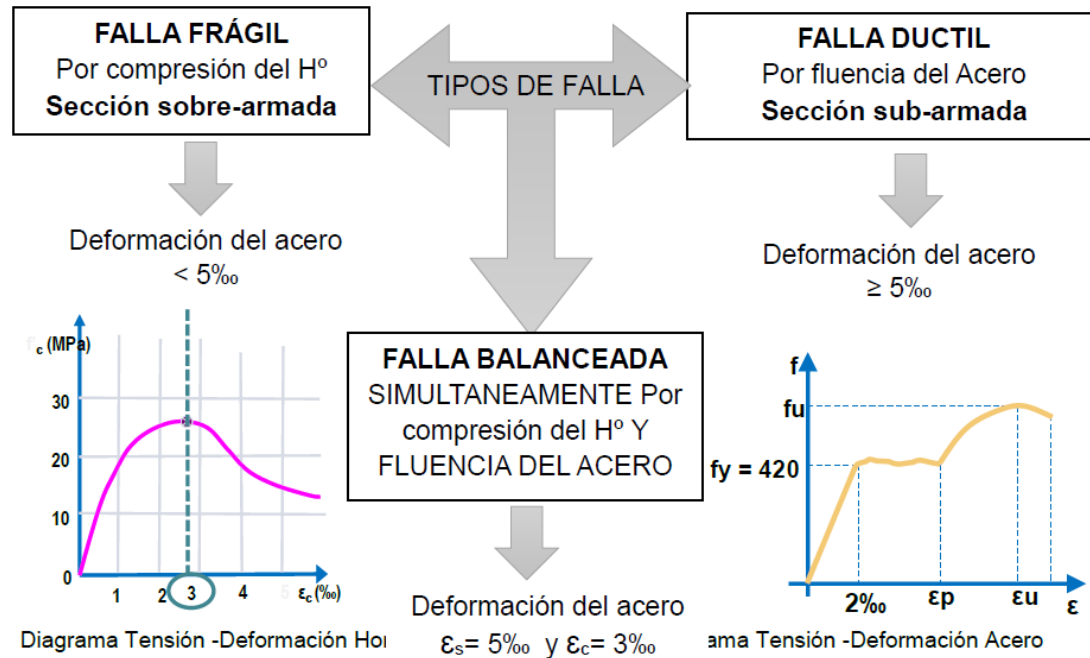


# HORMIGON ARMADO - DISEÑO

## DISEÑO:

Los estados límites de resistencia pueden producir en el hormigón armado, fallas de distintos tipos, según sean las deformaciones alcanzadas por los dos materiales que lo componen: hormigón y acero.

### 7-4.3. TIPOS DE FALLA ASOCIADOS A DISTINTOS ESTADOS LÍMITES DE RESISTENCIA

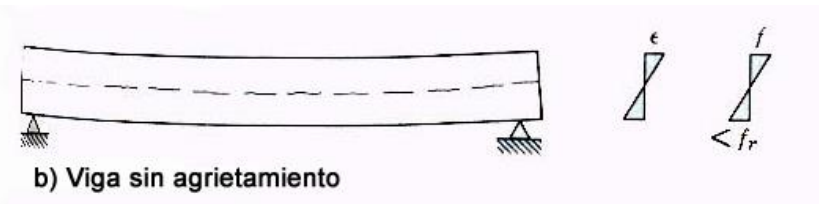
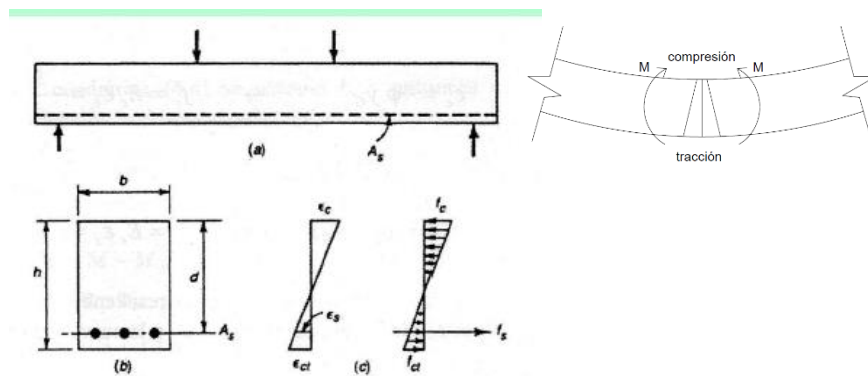
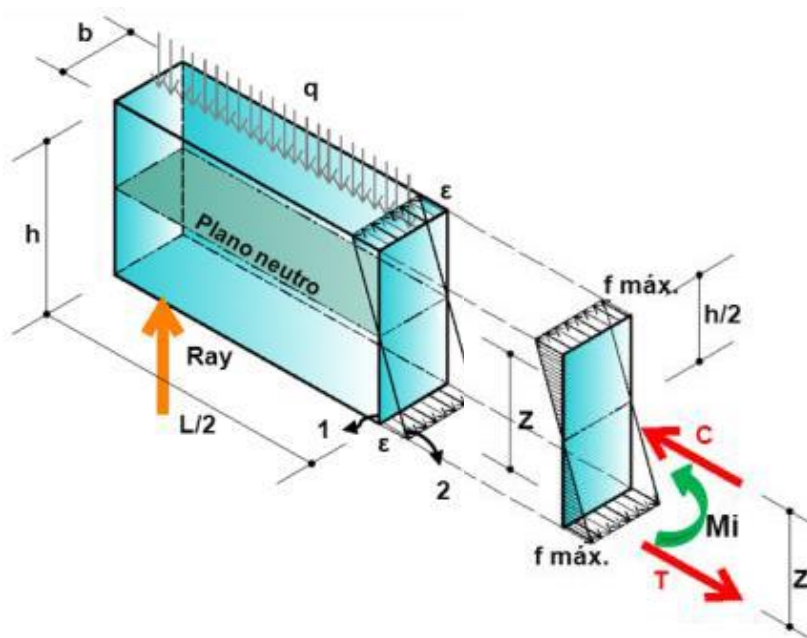


Libro de Estructuras 1B – Nuevas Normas CIRSOC – FAUDI – U.N.C.

# HORMIGON ARMADO – ESTADOS DE TENSÓN Y DEFORMACIÓN

## ESTADO I – Estado Elástico

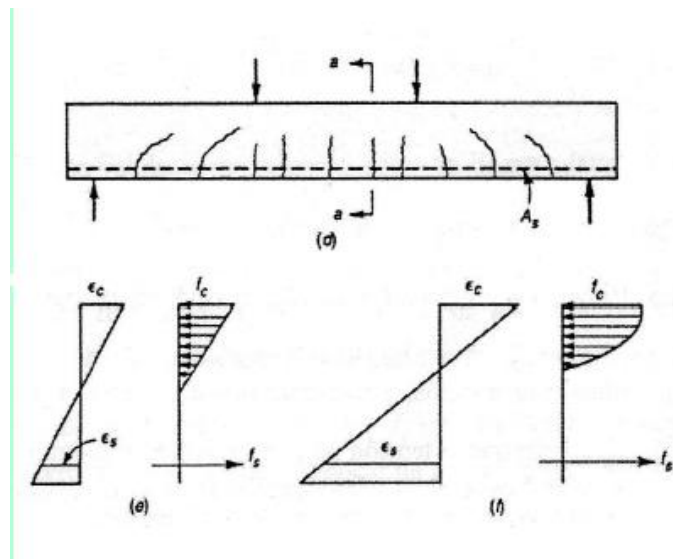
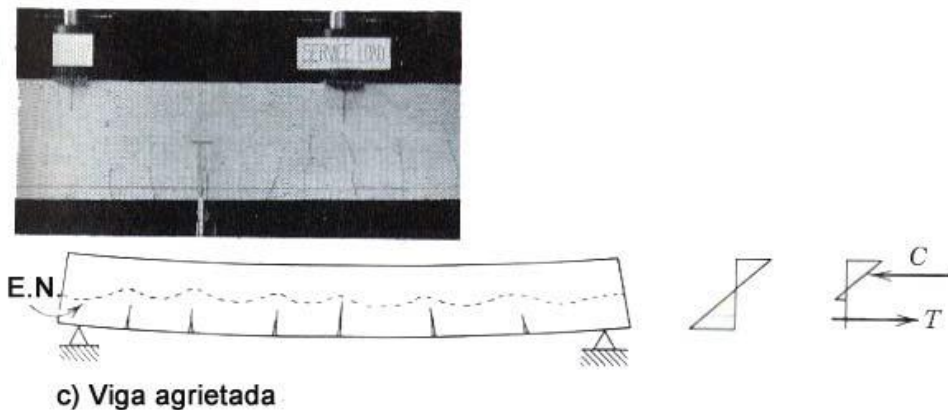
- Las secciones permanecen planas luego de la deformación.
- La deformación de una fibra es proporcional a su distancia al eje neutro.
- El  $A^\circ$  y  $H^\circ$ , en una misma fibra, sufren la misma deformación (**adherencia**).



# HORMIGON ARMADO – ESTADOS DE TENSÓN Y DEFORMACIÓN

## ESTADO II – Estado de Fisuración

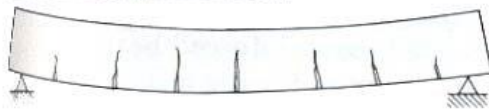
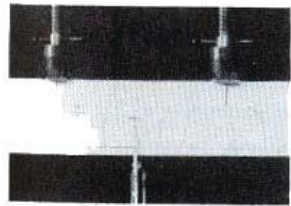
- Las tensiones aumentan, aparecen fisuras, éstas ascienden al plano neutro.
- El Hº no resiste a tracción, ese esfuerzo será transmitido totalmente por el Acero.



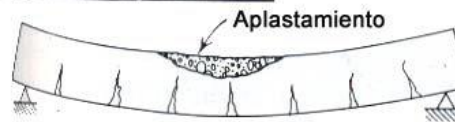
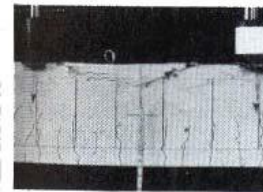
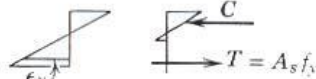
# HORMIGON ARMADO – ESTADOS DE TENSÓN Y DEFORMACIÓN

## ESTADO III – Estado Límite Último

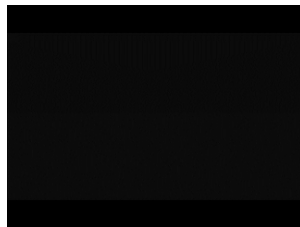
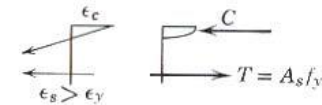
- Las tensiones aumentan, el H° sigue fisurado, el **acero alcanza la tensión de Fluencia**.
- El H° alcanza la máxima deformación por compresión (0.3%).
- Este estado, **es el fundamento del cálculo en E.L.U. (CIRSOC 201-2005)**.



d) Viga en fluencia



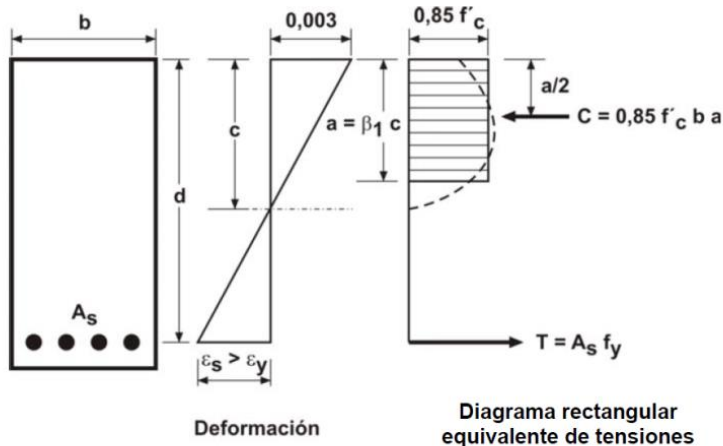
e) Falla de una viga



# HORMIGON ARMADO - DIMENSIONAMIENTO

## HIPÓTESIS DE DISEÑO

- Equilibrio Estático entre esfuerzos internos y externos  $M_{ext} = M_{int}$
- La máxima deformación del H° es  $\leq 0.003$ .
- No se considera la resistencia a tracción del H°.
- Consideración rotura dúctil\* (secciones controlados por tracción, def. acero  $> 0.005$ ).
- Se adopta una distribución uniforme de tensiones de compresión del H°, equivalente a una distribución real, de  $0.85 f'_c$ .



\* Siempre conviene optar por una mayor ductilidad, dado que se alcanza la rotura más lentamente que con un comportamiento frágil, ya que las fisuras por tracción, previas a la rotura por compresión del hormigón (estallido), **pre-avisar el colapso**.

Figura 10.2.7.1. Distribución rectangular equivalente de tensiones en el hormigón.

# HORMIGON ARMADO - DIMENSIONAMIENTO

## FORMULA APROXIMADA A FLEXION

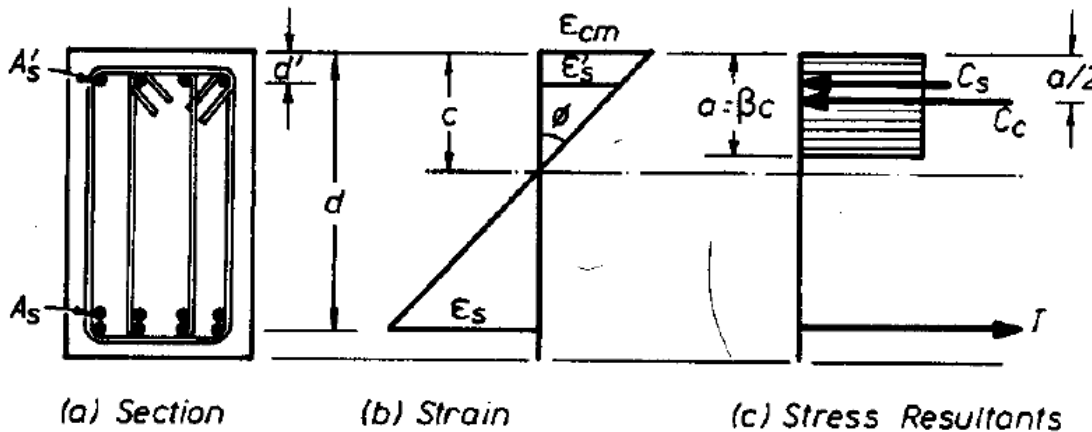
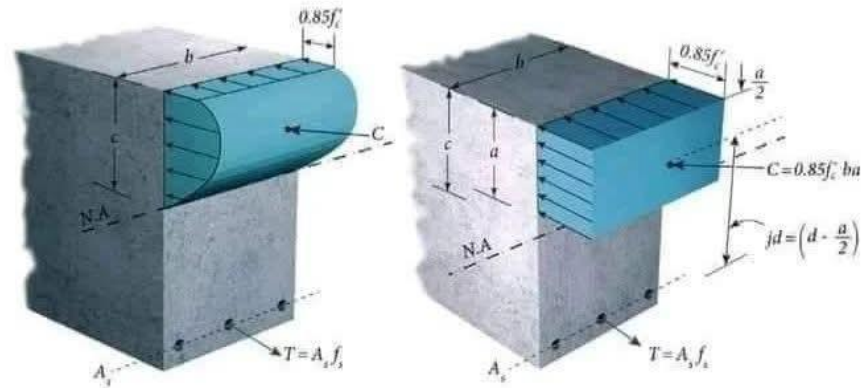
Mint > Mext

$$M_n = T (d - d') = A_s \cdot f_y \cdot (d - d') \geq M_u$$

$$M_d = \phi \cdot M_n \geq M_u$$

$$M_d = \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d - d') \geq M_u$$

$$A_s = M_u / [\phi \cdot f_y (d - d')]$$



**Fig. 3.16**  
Equilibrio de una sección de viga en el desarrollo de la resistencia a flexión.

# HORMIGON ARMADO - PREDIMENSIONAMIENTO

## PREDIMENSIONADO POR CONDICIÓN DE RIGIDEZ: LOSAS

Tabla 9.5.a) Altura o espesor mínimo de vigas no pretensadas o losas armadas en una dirección, para el caso en que no se realice un cálculo de las flechas

ELEMENTOS	ALTURA O ESPESOR MÍNIMO, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
	Elementos que no soporten o estén vinculados a tabiques divisorios u otro tipo de elementos susceptibles de sufrir daños por grandes flechas			
Losas macizas armadas en una dirección	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
Vigas o losas nervuradas en una dirección	$l/16$	$l/18,5$	$l/21$	$l/8$

La luz  $l$  se expresa en mm.  
 Los valores dados en esta tabla son para elementos de hormigón de peso normal ( $w_c = 2500 \text{ kg/m}^3$ ) y armadura con  $f_y = 420 \text{ MPa}$ .  
 Para otras condiciones, los valores se deben modificar como se indica a continuación:  
 a) Para hormigón liviano estructural con  $w_c$  comprendido entre  $1500$  y  $2000 \text{ kg/m}^3$ , los valores de la Tabla 9.5.a) se deben multiplicar por  $(1,65 - 0,0003 w_c)$ , valor que debe ser igual o mayor que **1,09**.  
 b) Para  $f_y \neq 420 \text{ MPa}$ , los valores de esta Tabla se deben multiplicar por la expresión  $(0,4 + f_y / 700)$ .

# HORMIGON ARMADO - PREDIMENSIONAMIENTO

## PREDIMENSIONADO POR CONDICIÓN DE RIGIDEZ: LOSAS

Sistema de losas en dos direcciones	$\alpha_m$	$\beta$	Mínimo h
Placa Plana	-	$\leq 2$	$l_n / 30$
Placa Plana con vigas de borde <sup>(1)</sup> (min h = 120 mm)	-	$\leq 2$	$l_n / 33$
Losa Plana <sup>(4)</sup>	-	$\leq 2$	$l_n / 33$
Losa Plana con vigas de borde <sup>(1)</sup> (min h = 100 mm)	-	$\leq 2$	$l_n / 36$
Losa en dos direcciones, apoyada en vigas <sup>(2)</sup>	$\leq 0,2$	$\leq 2$	$l_n / 30$
	1	1	$l_n / 33$
		2	$l_n / 36$
	$\geq 2$	1	$l_n / 37$
		2	$l_n / 44$
Losa en dos direcciones, apoyada en vigas <sup>(1,3)</sup>	$\leq 0,2$	$\leq 2$	$l_n / 33$
	1	1	$l_n / 36$
		2	$l_n / 40$
	$\geq 2$	1	$l_n / 41$
		2	$l_n / 49$
<sup>(1)</sup> Relación de rigidez losa-viga de borde $\alpha \geq 0,8$ (9.5.3.3). <sup>(2)</sup> Longitud del ábaco $\geq 1/3$ altura $\geq 1,25 h$ (13.3.7.1.) <sup>(3)</sup> Mínimo h = 120 mm para $\alpha_m \leq 2$ ; mínimo h = 90 mm para $\alpha_m > 2$ (9.5.3.3.)			

Tabla 9.5.3.4 del Reglamento: Espesores mínimos para sistema de losas en dos direcciones.

**LOSAS ARMADAS EN 2 DIRECCIONES:**

**$h \approx L_{min} / 40$**

# HORMIGON ARMADO - PREDIMENSIONAMIENTO

PREDIMENSIONADO POR CONDICIÓN DE RIGIDEZ: **VIGAS**

**VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS:  $h = L / 10$**

**VIGAS EN VOLADIZO:  $h = L / 8$**

## VIGAS DE EJE RECTO ISOSTÁTICAS

TABLAS DE  $M_0$  - R - f

TIPO DE VIGA Y CARGA ACTUANTE	REACCIONES DE VÍNCULO	$M_0$ max en $x_0$	FLECHA MÁX. en $x_1$
	$R_A = R_B = q \frac{L}{2}$	$\frac{q L^2}{8}$ $x_0 = \frac{L}{2}$	$f_{max} = \frac{5}{384} q \frac{L^4}{EI}$ $x_1 = \frac{L}{2}$
	$R_A = R_B = \frac{P}{2}$	$\frac{P L}{4}$ $x_0 = \frac{L}{2}$	$f_{max} = \frac{1}{48} \frac{P L^3}{EI}$ $x_1 = \frac{L}{2}$
	$R_A = P$	$P \cdot L$ $x_0 = 0$	$f_{max} = \frac{1}{3} \frac{P L^3}{EI}$ $x_1 = L$
	$R_A = q L$	$\frac{q L^2}{2}$ $x_0 = 0$	$f_{max} = \frac{1}{8} q \frac{L^4}{EI}$ $x_1 = L$

$f_{max} \leq f_{adm}$

$f_{adm} = L/300$  a  $L/500$

**Momento de Inercia Efectivo**

$I_{ef} = 0.5 \cdot I_x$

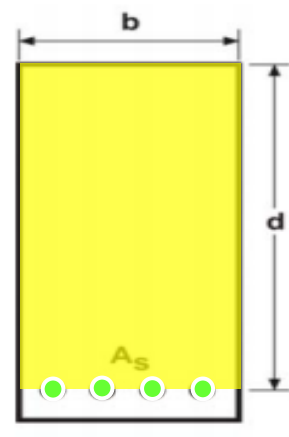
# HORMIGON ARMADO – DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS

Tabla 7.7.1. Recubrimientos mínimos para hormigón colocado en obra (no pretensado), para clases de exposición A1 y A2 (\*) (ver también artículo 7.7.5.)

	Condición	Recubrimiento mínimo en mm
(a)	<input type="checkbox"/> Hormigón colocado en la base de las fundaciones, en contacto con la capa de hormigón de limpieza (El recubrimiento indicado NO incluye el espesor de la capa de limpieza, indicado en el artículo 5.6.2.1.)	50
(b)	Hormigón en contacto vertical con el suelo o expuesto al aire libre <input type="checkbox"/> para barras con $d_b > 16 \text{ mm}$ <input type="checkbox"/> para barras y alambres con $d_b \leq 16 \text{ mm}$	35 30
(c)	Hormigón no expuesto al aire libre ni en contacto con el suelo: <i>Losas, tabiques, nervaduras:</i>	30 20 pero $\geq d_b$
	<input type="checkbox"/> para barras con $d_b > 32 \text{ mm}$ <input type="checkbox"/> para barras y alambres con $d_b \leq 32 \text{ mm}$	
	<i>Vigas, columnas:</i>	pero $\geq 20$ y $\leq 40$ 20 40
	<input type="checkbox"/> para armadura principal	
<input type="checkbox"/> para estribos abiertos y estribos cerrados <input type="checkbox"/> para zunchos en espiral		
	<i>Cáscaras y placas plegadas:</i>	20 15
	<input type="checkbox"/> para barras con $d_b > 16 \text{ mm}$ <input type="checkbox"/> para barras y alambres con $d_b \leq 16 \text{ mm}$	
(*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para las clases de exposición A3, Q1 y C1 (ver Tabla 2.1.), los valores dados en esta Tabla se deben incrementar un 30 %</li> <li>Para las clases de exposición CL, M1, M2, M3, C2, Q2 y Q3 (ver Tabla 2.1.), los valores dados en esta Tabla se deben incrementar un 50 %.</li> </ul>	

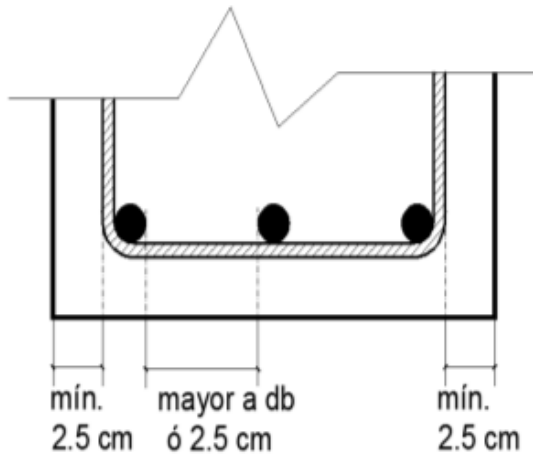
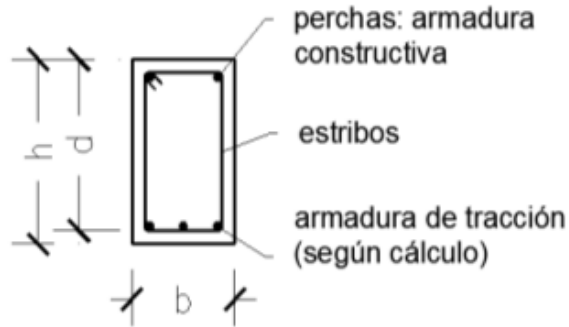
- Recubrimientos Mínimos.
- Cuantías Mínimas: relación entre Área de armadura y la sección total o útil del hormigón.
- Losas:  $\rho \text{ min } > 0.18\% (b \cdot h)$
- Vigas:  $\rho \text{ min } > 0.33\% (b \cdot d)$
- Separaciones Mínimas.

$$s_r \begin{cases} \leq 2,5 \text{ veces el espesor del tabique o de la losa} \\ \leq 25 d_b \text{ de la barra o alambre de menor diámetro} \\ \leq 300 \text{ mm} \end{cases}$$

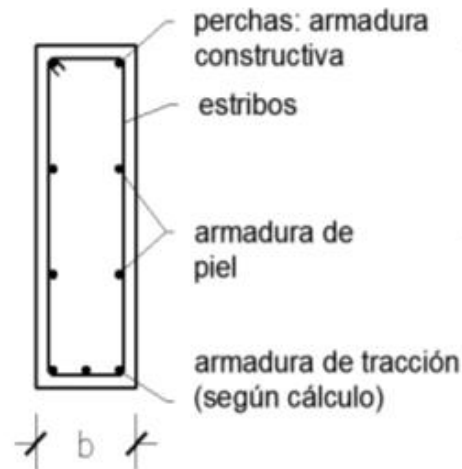
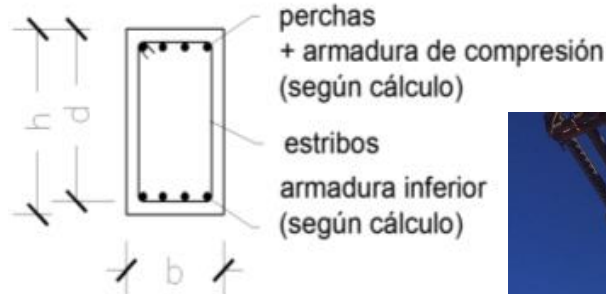


# HORMIGON ARMADO – DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS

## Armadura Simple



## Armadura Doble

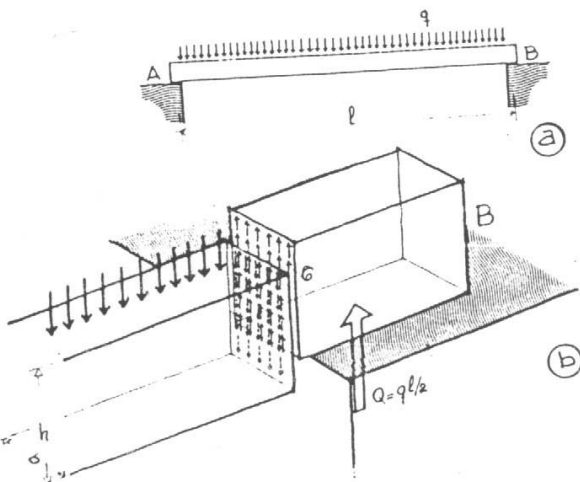


# HORMIGON ARMADO – VERIFICACION AL CORTE

- Acción de cargas exteriores, se manifiestan en la viga produciéndose un descenso respecto del plano de apoyo.
- Se origina un trabajo interno de flexión.
- Paralelamente aparece trabajo por esfuerzos tangenciales: esfuerzo de corte (V).

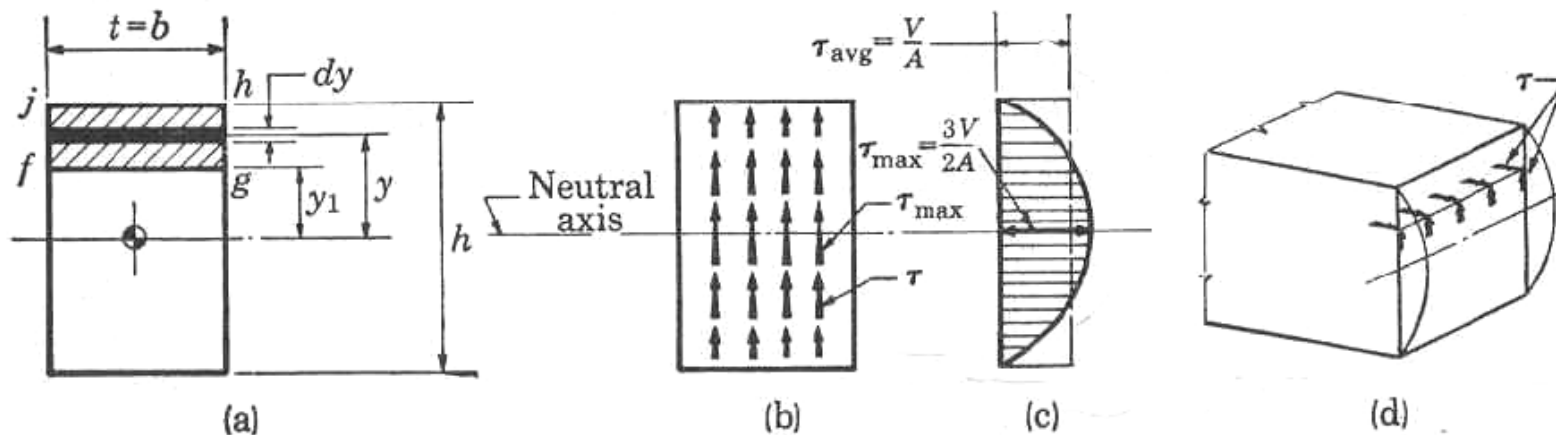
$$v = V / (b \cdot d)$$

$$[1 \text{ Mpa} = 10 \text{ kg/cm}^2]$$



# HORMIGON ARMADO – VERIFICACION AL CORTE

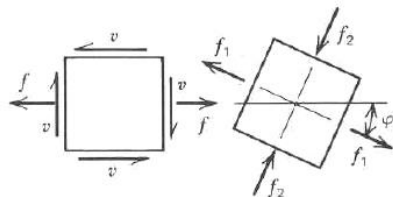
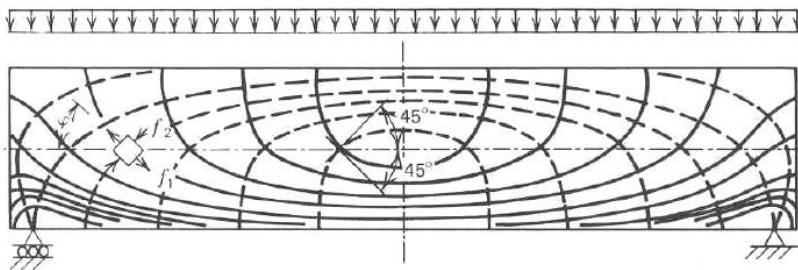
- Este valor se obtiene muy cerca del apoyo.
- El valor máximo del esfuerzo rasante, se da en plano del eje neutro
- Se trata de un problema de tensiones principales de tracción y compresión.



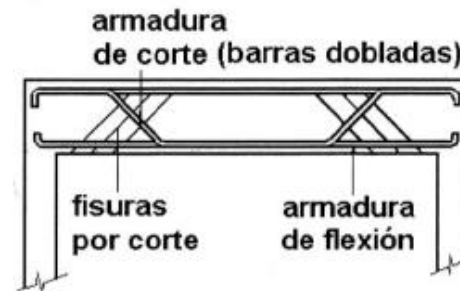
**Fig. 6.13** Distribución de tensiones de corte en la sección transversal.

# HORMIGON ARMADO – VERIFICACION AL CORTE

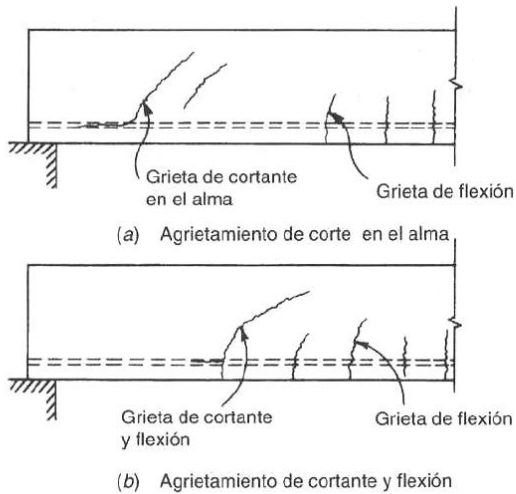
- Las trayectorias de las líneas isostáticas de tracción, siguen la forma del diagrama de momentos flectores.
- En el apoyo se producirán grietas a 45°.
- La forma de evitarlas es la disposición de armadura, siguiendo las líneas de tracción o el empleo de estribos (90°).



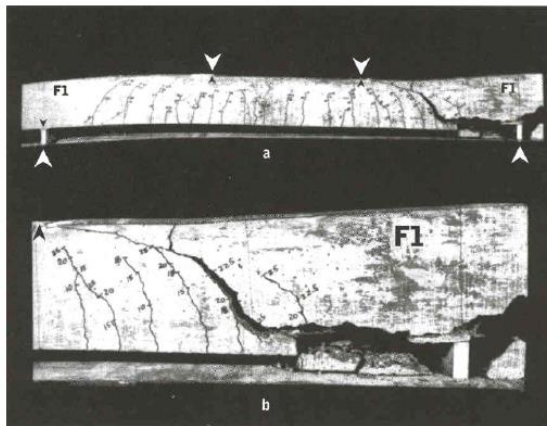
**Fig. 6.11** Trayectorias de las tensiones principales en una viga de material homogéneo e isótropo. Tensiones axiales y de corte en el elemento diferencial



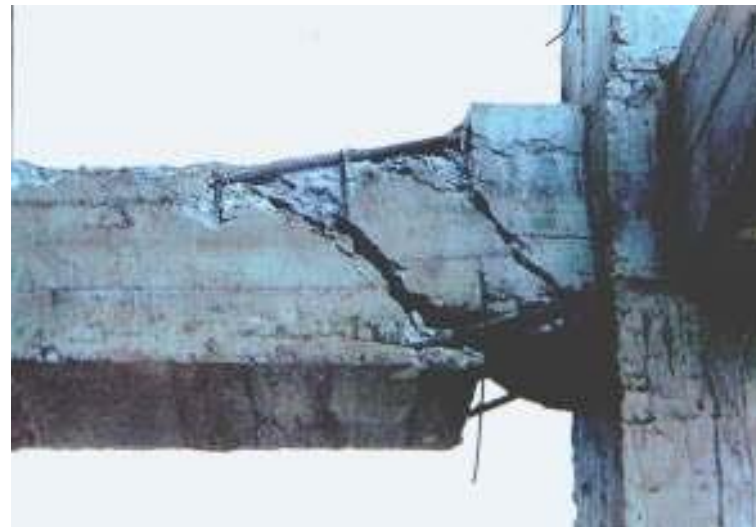
# HORMIGON ARMADO – VERIFICACION AL CORTE



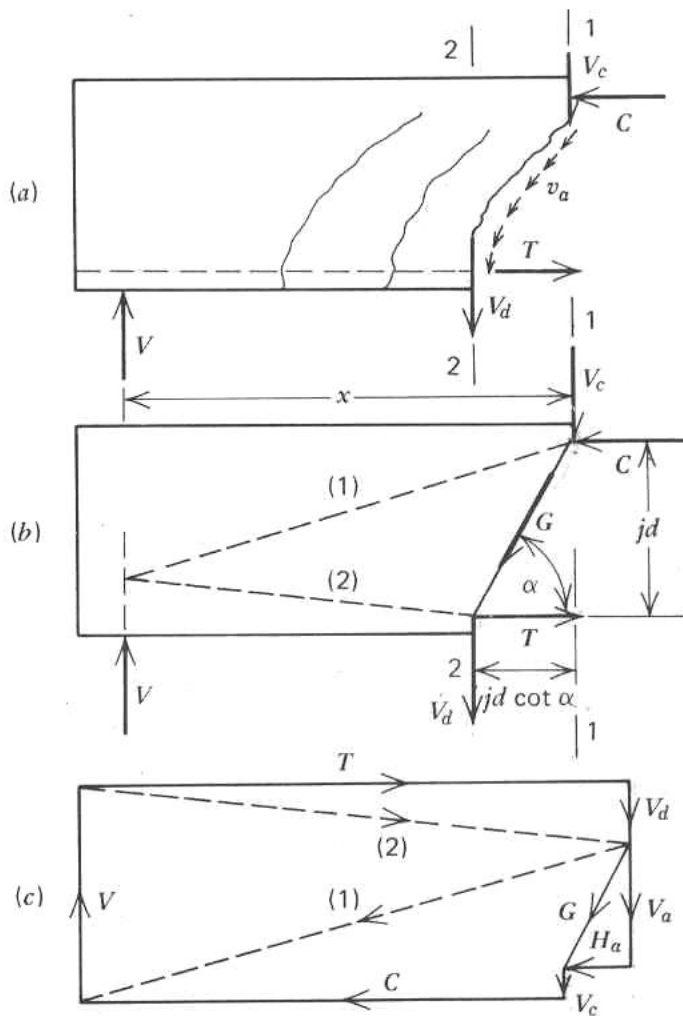
**Fig. 6.18** Distintos tipos de fisuras que aparecen en vigas de hormigón armado según ubicación y combinación de esfuerzos



**Fig. 6.21** Falla de corte de una viga de hormigón armado. (a) vista global y (b) vista cercana al apoyo



# HORMIGON ARMADO – VERIFICACION AL CORTE



La fuerza de corte total  $V$ , es resistida por la combinación de:

- Una **fuerza de Corte  $V_c$** , que se desarrolla a través de la zona de compresión.
- Una **fuerza de dovela o pasador  $V_d$** , que la armadura longitudinal transmite a través de la fisura.
- La componente vertical  $V_a$ , que es la resultante de **los esfuerzos de corte inclinados  $V_a$** , que se transmiten por las caras de las fisuras, por la interacción entre las partículas de los agregados.

De este polígono de fuerzas se observa que el equilibrio para cargas verticales, se puede expresar como:

$$V = V_c + V_a + V_d$$

# HORMIGON ARMADO – VERIFICACION AL CORTE

## DISEÑO DE VIGAS AL CORTE CON ARMADURA DEL ALMA (CIRSOC 201- 2005)

- Completar diseño y detalle a flexión.
- Evaluar la fuerza de corte demanda última  $V_u$ , según análisis estructural directo.
- Para evaluar la resistencia al corte, aportada por el hormigón (que dependa solamente de la geometría de la sección y de la resistencia del hormigón):  

$$V_c = 1/6 \cdot v (f'c) \cdot b \cdot d$$
 se limita la resistencia a  $v f'c = 8\text{MPa}$
- Los elementos estructurales de hormigón armado, sometidos a esfuerzos de corte, deberán verificar la condición resistente dada por:  

$$V_d = \phi \cdot V_n \geq V_u$$
 siendo  $V_n = V_u / \phi$      $\phi = 0.75$
- El corte nominal se obtiene como suma de aportes hormigón  $V_c$  y acero  $V_s$ .  

$$V_n = V_c + V_s$$
- Por lo tanto el esfuerzo que debe ser resistido por los estribos será:  

$$V_s = V_n - V_c$$

# HORMIGON ARMADO – VERIFICACION AL CORTE

## DISEÑO DE VIGAS AL CORTE CON ARMADURA DEL ALMA (CIRSOC 201- 2005)

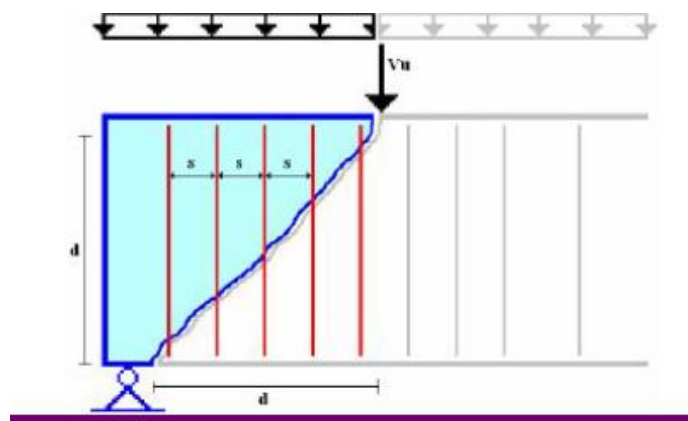
- Es conveniente que la falla estructural ocurra por flexión, antes que alcance el límite de la resistencia al corte (falla frágil y no tiene previo aviso).
- Para evitar la falla de la biela comprimida, se debe cumplir que:

$$V_s \leq 2/3 \cdot v (f'c) \cdot b \cdot d$$

- **Si esto no se cumple, se debe aumentar la sección de hormigón o mejorar el tipo de hormigón.**

- El proceso de cálculo consiste en una iteración, se adopta un diámetro y separación y se hace las verificaciones reglamentarias:

$$V_s = A_v \cdot f_y \cdot n^\circ = A_v \cdot f_y \cdot d / s$$



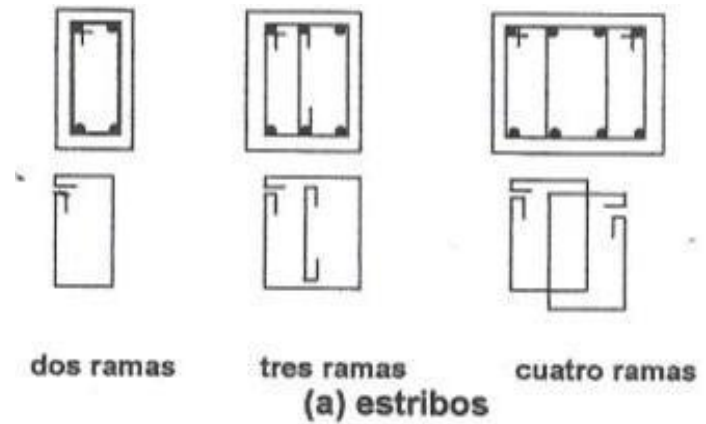
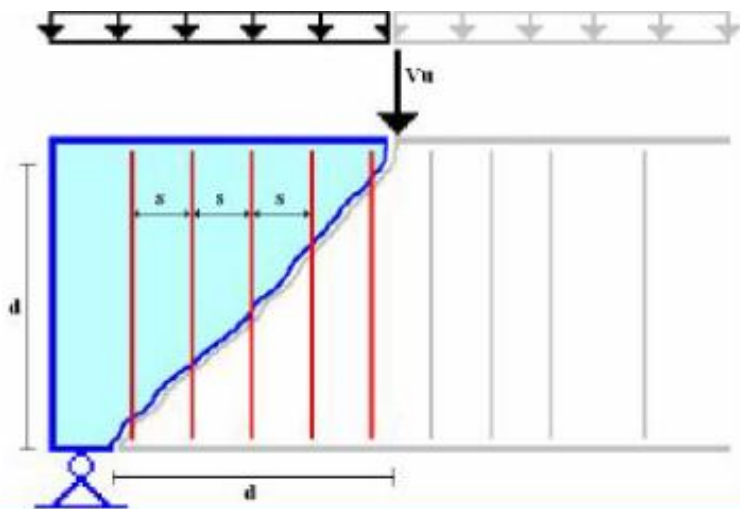
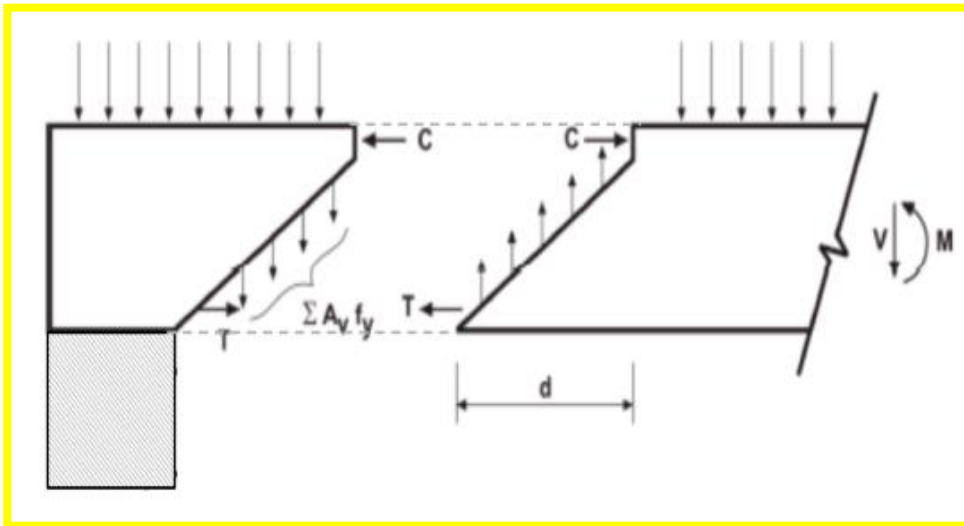
$A_v = n \cdot A_{v1}$ : área de acero contenida en un plano de estribado.

$n$ : número de ramas ( $n = 2$  para estribos simples)

$A_{v1}$ : área de una de las ramas del estribo.

$s$ : separación entre planos de estribado, medida sobre el eje del elemento.

# HORMIGON ARMADO – VERIFICACION AL CORTE



# HORMIGON ARMADO – VERIFICACION AL CORTE

## DISPOCIONES REGLAMENTARIAS:

- $A_{vmin} = 0.33 \cdot b \cdot s / f_y$  (para  $f'_c < 30 \text{ Mpa}$ )
- Proceder al detalle correcto de los estribos (**diámetro mínimo de estribos: 6mm**).
- Separación :  $s \leq d/2$  ó  $s \leq 400 \text{ mm}$
- Si  $V_s \geq 1/3 \cdot (v f'_c) \cdot b \cdot d$ , **las separaciones se reducen a la mitad.**

