ALVARO F. M. AZEVEDO

Betão Armado (REBAP / RSA)

Apoio às aulas práticas da disciplina "Betão Armado"

5º ano da Licenciatura em Engenharia Civil

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - Portugal

147 páginas, Julho 1985

 $BA \frac{1984/85}{Ahmo Azeredo}$ $Força \rightarrow \begin{cases} 1K_{8f} = 9.8 \text{ N} \\ = 0.102 \text{ Ksf} \end{cases} \left(9.8 = 1 \times 9.8\right)$ 1KN - 102 Ksf1KN = 102 Ksf Tensão) 1 Pa = 1 N/m² 1MPa = 10.2 Ksf/cm2 (de resistencia deformação excenira (frequizos de equilibrio (desliza/, derrube) Estados (clapso) limites fendilhação (largura de fendar) Le utiliza cas (prejuizos deformação (aspedo visual; corrosar)

Accom

K-> valor cara deristico 6-> acces permanente Q-> 11 maria vel

8 = 1.5 (coef. de segurança duma accas perm. c/sfii To desfarriand) 8 = 1.0 (ii ii ii ii ii ii ii ii favoră nel) 8 = 1.5 (ii ii ii ii ii ii non. ii desfarrianel)

Accois variaiveis com efeito favoraivel mas devem figuras

V *S , rator reduzido (de combinação)

Para o catalon de Rd: -Propiedades des materiais

Clane	Procles with con	Provide
B 15	15	12
820	20	16
B 25	25	20
B 3 0	30	25
B 35	35	30
вчо	40	3 5
B 45	45	40
B.50	50	45
B 5 5	55	50

fex (compressão)
convite vador vador stico
(MPa)

an 28 dias

Idade de bila:	3	7	14	28	90	360	00
Coef de endure ci/	0.40	0.65	0.85	1.00	1.20	1.35	1.45

Tensas de rotura à Pracças simples

Clare do	B15	B 20	825	830	835	Вчо	B45	B 50	BII
fet.	1.6	1.9	2.2	3. 5	2. 8	3.1	3. 4	3.7	4.0
fetk	1.2	1. 4	1.6	1.8	2.0	7.2	2.4	2.6	2, 8

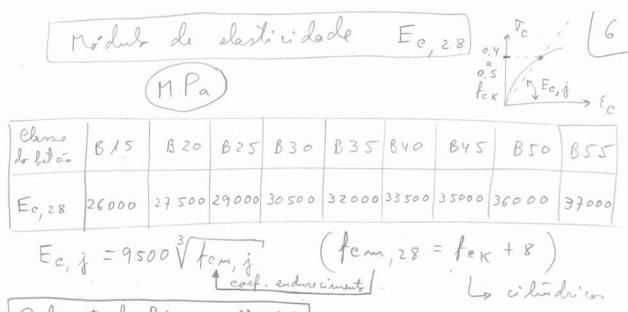
fet media concrete traccas

concrete Iracca:

fet_m = 0.30 fek (Ex. B15: 0.30x12^{4/3}=1.6)

fet k = 0.7 x fetm (Ex. B15: 0.7 x 1.6 ~1.2)

Tensão de rotura à traccoi na flexas: life de sur l'entres pelo coeficiente:



Coeficiente de Poisson D=0.2

$$f_{ed} = \frac{1.5}{1.5}$$

$$f_{ed} = \frac{f_{eK}}{1.5}$$

$$f_{ed} = \frac{f_{eK}}{1.5}$$

d > design (de calcula)

$$fetd = \frac{fetk}{1.5}$$

Classe La Lita	B 15	BZO	B25	B30	B35	B40	B 45	B50	B 55
Fed	8.0	10.7	13.3	16.7	20,0	53.3	26,7	30.0	33.3
fetd	0.80	0,93	1.07	1.20	1.33	1.47	1.60	1.73	1.87

Vc 1	P Te = (0.85 fed)	(Ec-250 E2) x1000
85 fed	para les en conta a diminuica	classo 0.85 fcd
	de tensão de stura	B15 6.8 B20 9.1 B25 11.3
	sujeit o polongada/ at enson elevadas	B30 14.2 B35 17.0 B40 19.8
0.002	0.0035 Ec	B 45 22.7 B 50 25.5 B 55 28.3

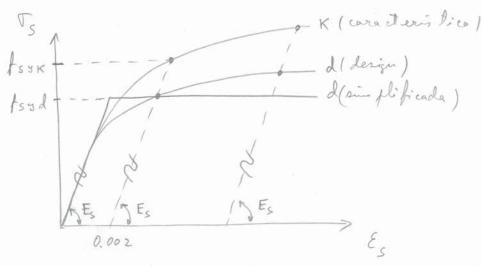
(s > steel (a co)
y -> yjeld (cedencia)
K -> cara deris ti co
d -> design (de cal mbr)
n -> última (rotura) tsyd = tsyk

(MPa) tsyd FSYK Classe FSMK 360 204 A235 235. 348 400 AYOO 460 500 435 550 A 500

8 = 1.15

Ts N	•.
fsyd bezt	
(-3.5 %.) -0.0035	
	0.010 (10%.) Es
tssed	
	fsyed = - fsyd
E SOS MP	

Es=200000 MPa



ts 0.2 d = fsyd. fso.2 k = fsyk

Flexas simples e composta (calcula à rolura)

Hitates:

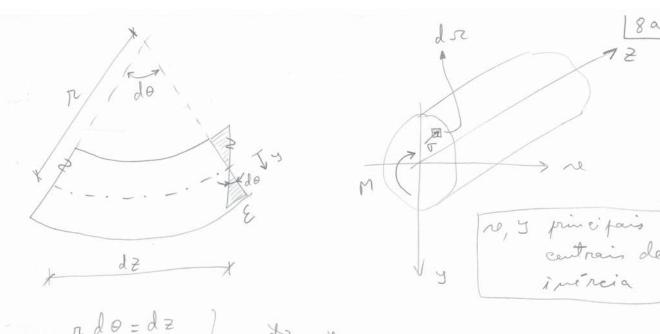
-> sección planes -> ledão mão resiste à Pracção

-> relações tensões - extensões reforidas al ras

-> E max = 3.5%. excepts com secção toda comprimida em que desce até 21/1.

_	Ecl
	3 4
la (+ of al)	2./
(x 0 y	
	ϵ_{c_2}
	· Cc 2

$\mathcal{E}_{c_1} = 0$	0.0035 - 3 Ecz
- +	1.
Eer	Ec 1 - adimensionais
0	0.0035 (encurtamentos
0.001	0.00275
0.002	0.002



$$n d\theta = dz$$

$$d\theta = \mathcal{E} dz/y$$

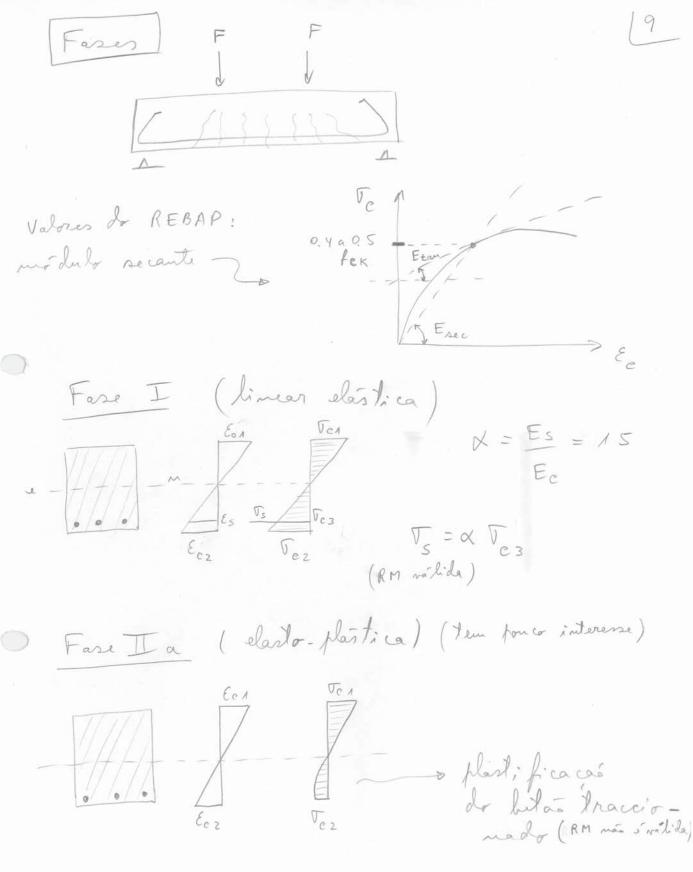
$$n \mathcal{E} \frac{dz}{y} = dz = \mathcal{E} = \frac{y}{n}$$

$$\int_{\Omega} E \mathcal{E} d\Omega = \int_{\Omega} \frac{E^{y}}{n} d\Omega = \frac{E}{n} \int_{\Omega} y d\Omega = 0$$

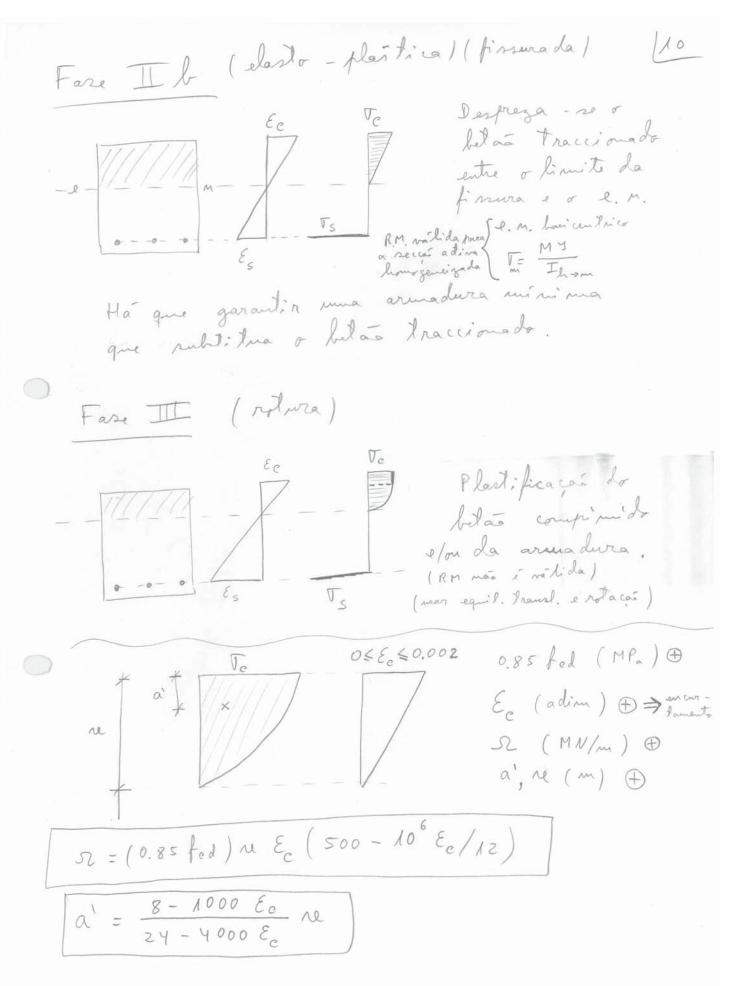
$$\int_{\Omega} E \mathcal{E} y d\Omega = \int_{\Omega} E \frac{y^{2}}{n} d\Omega = \frac{E}{n} \int_{\Omega} y^{2} d\Omega = M$$

$$\int_{\Omega} y dx = 0 =$$
 eixo mentro baricentrico
$$\left(\frac{1}{\pi} = \frac{M}{EI}\right)$$

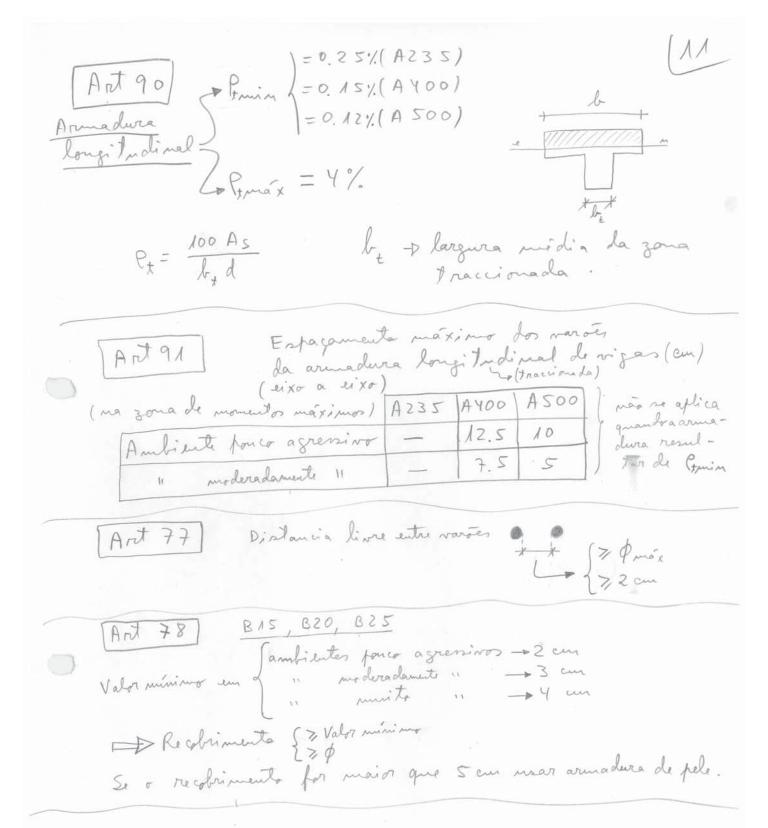
$$\Gamma = EE = E \frac{\pi}{\pi} = E \Im \frac{M}{EI} \Rightarrow \left(\Gamma = \frac{M \Im}{I}\right)$$

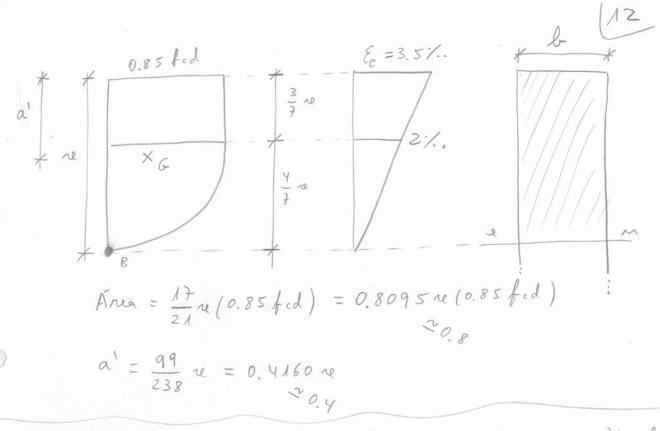


Vai dar - re una notura frágil do bitas com a 1º finsura.



.





MB Mreal = 0. 8095 Ne(0. 85 fed) (Ne-0.4160 Ne) = 0. 4.727 Ne (0.85 fed)

Diagrama 10 redangular com 0.85 fed => M = 0.8 re (0.85 fed) (re-0.40) = 0.48 re 2 (0.85 fed) (imregurança)

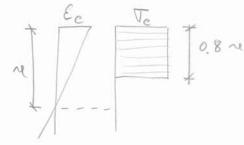
Diagrama

re d'angular com 0.95 x 0.85 fed = 0.8 fed => M = 0.456 re² (0.85 fed)

(regurança)

No bloco redangular de l'ensois usar sempre 0.8 fcd excepto quando a secção for de largura constante e romper pelo betão, caso em que se pode usar 0.85 fcd.

Em qualquer caro:

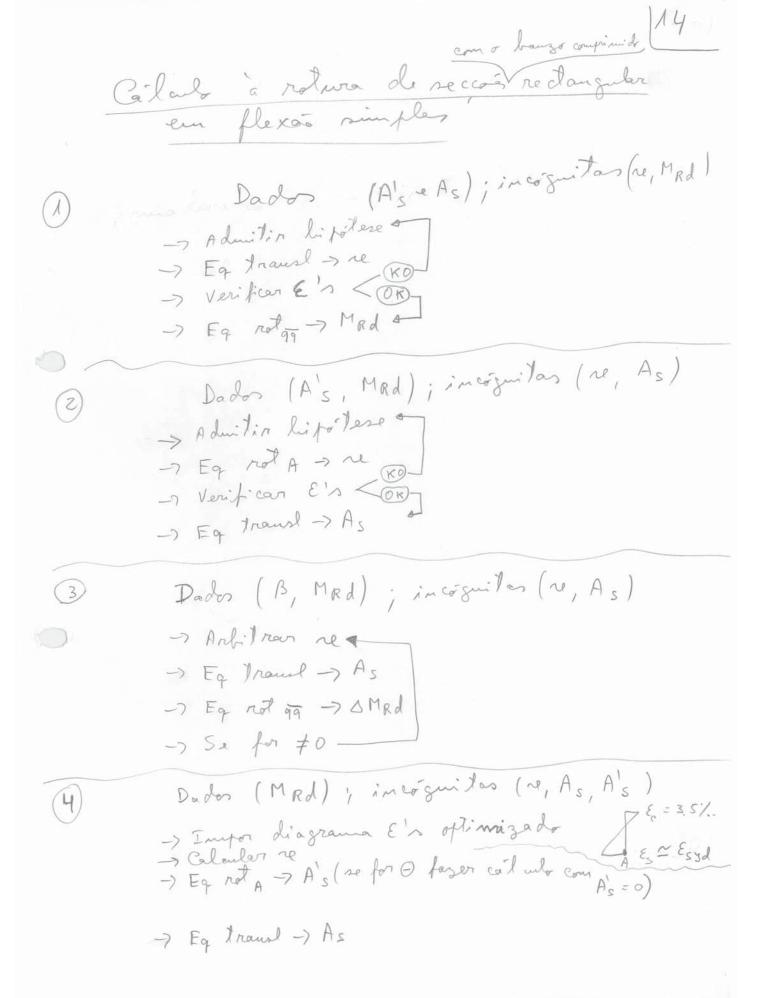


2/. 3.5% 10%. Essl

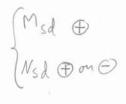
Apuadora comprimida tode

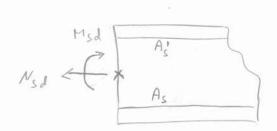
estar en regime éléstico ou plantico conforme

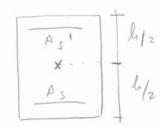
Es e Esyd



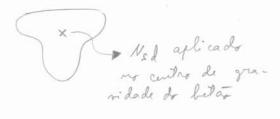
Dados (As, As); incognilas (re, Med) (14a) Hipotuse os reture pelo hetão, aço plast (ambor) Fo + Fo' = Fo 17 re (0.85 fed) b + food A's = food As $ne = \frac{f_{syd}(A_s - A_s')}{\frac{1}{24}(0.85f_{cd}) f} = \sqrt{ne} = \frac{21 f_{syd}(A_s - A_s')}{17(0.85f_{cd}) f}$ Dados (A's, MRd); incognitas (Ne, As) Hipotese > rolura helo hilas; a colores plantificado (vér figura acima) Fe = 17 re (0.85 fid) & Ze = d - 99 re Fs'= fs&d As' Z'= d- Kd = (1-K)d EM => Fe Zc + Fs Zs' = MRd 17 re (0.85 fed) b (d-99 re) + fs3d A's (1-K)d = MRd $\frac{17}{21} \times \left(1 - \frac{99}{238} \times\right) + \frac{\pi'(1-\kappa)}{100} = \frac{m}{100} = 0$ $\frac{33}{98}x^2 - \frac{17}{21}x + \left(\frac{M - N'(1-K)}{100}\right) = 0$ $\alpha = \frac{\alpha}{3} = 1.20202 - 0.17233 \sqrt{48.65320 - m + \pi^{1}(1 - \kappa)}$



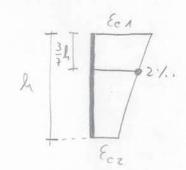


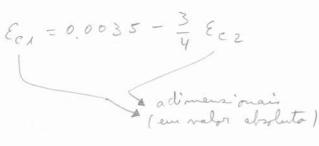


→ Secções planas → Betar mão resiste à Tracças → Relações V-E de REBAP → Es max = 10%.

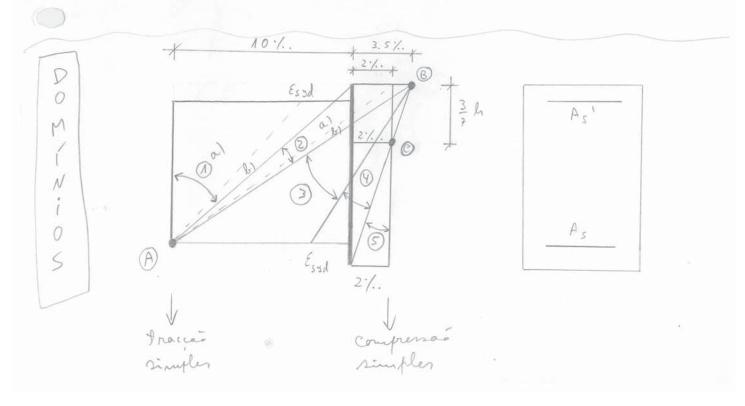


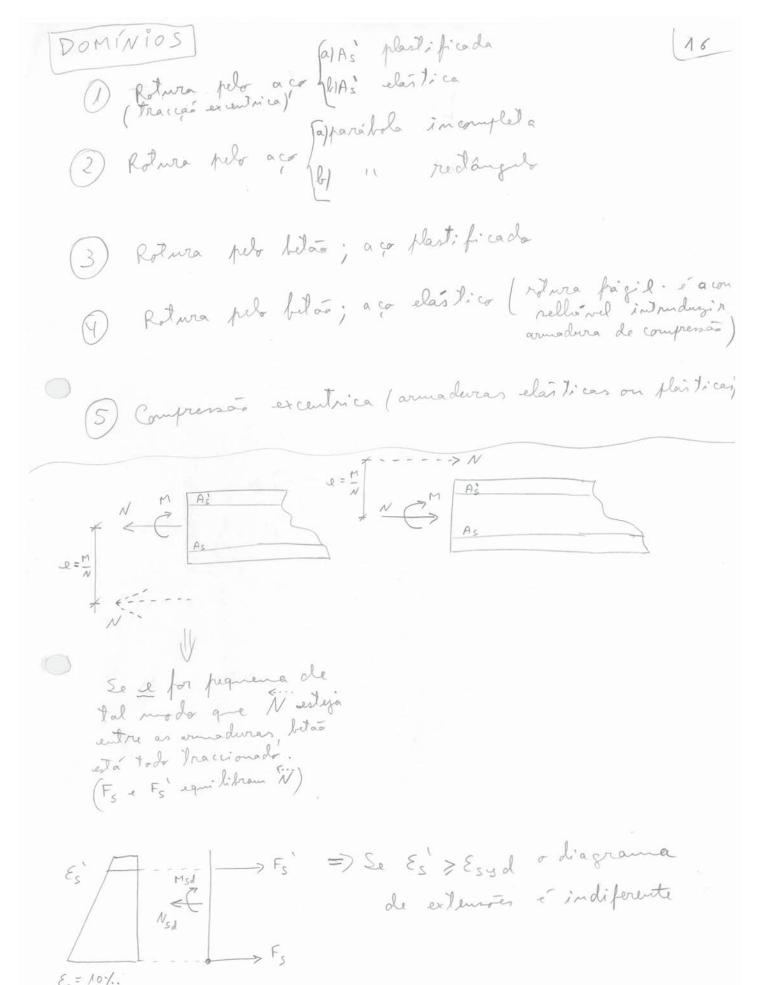
-> E = 3.5% excepto quando a secças estivos toda comprimida:

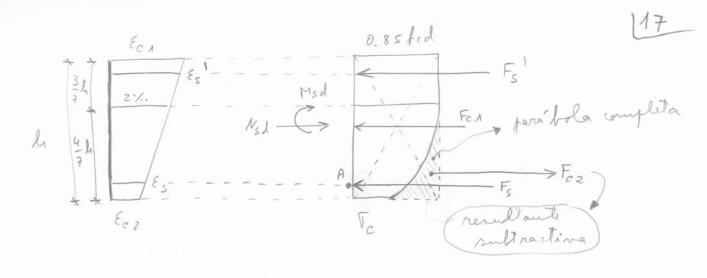




No limite (compressão simples) Es= Ez= 2%.







$$|N_{Sd} = F_{S} + F_{S}' + F_{PN} - F_{PZ}$$

$$|M_{A}| |M_{Sd} + N_{Sd} \ge_{N} = F_{S}' \ge_{S}' + F_{PN} \ge_{PN} - F_{PZ} \ge_{PZ}$$

$$|M_{A}| |M_{Sd} + N_{Sd} \ge_{N} = F_{S}' \ge_{S}' + F_{PN} \ge_{PN} - F_{PZ} \ge_{PZ}$$

$$|M_{A}| |M_{Sd} + N_{Sd} \ge_{N} = F_{S}' \ge_{S}' + F_{PN} \ge_{PN} - F_{PZ} \ge_{PZ}$$

$$|M_{A}| |M_{Sd} + N_{Sd} \ge_{N} = F_{S}' \ge_{S}' + F_{PN} \ge_{PN} - F_{PZ} \ge_{PZ}$$

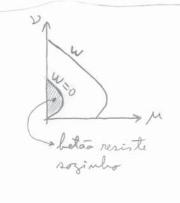
$$|M_{A}| |M_{Sd} + N_{Sd} \ge_{N} = F_{S}' \ge_{S}' + F_{PN} \ge_{PN} - F_{PN} \ge_{PN}$$

$$|M_{A}| |M_{Sd} + N_{Sd} \ge_{N} = F_{S}' \ge_{S}' + F_{PN} \ge_{PN} - F_{PN} \ge_{PN}$$

$$\frac{ABACOS}{ABACOS} = \frac{ABACOS}{comp.} = \frac{ABACOS}{w = const}$$

$$\frac{ABACOS}{w = const}$$

$$\frac{e}{a} = const$$



$$M = \frac{MRd}{b l^2 fed}$$

$$V = \frac{NRd}{b l k fed}$$

$$M = \frac{MRd}{b l^2 fed}$$

$$W = \frac{As}{b l} \frac{fs3d}{fed}$$

$$V = \frac{NRd}{b l}$$

$$A_s = Area Volal (A+A')$$

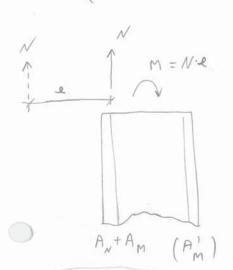
$$\mu, \nu \rightarrow \omega$$

$$\mu, \omega \rightarrow \nu \{ \nu_{z}^{\prime} \}$$

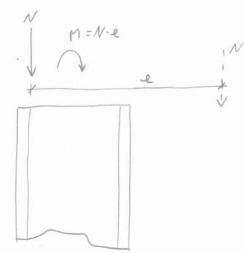
$$\nu, \omega \rightarrow \mu$$

Nalgumas zonas, ammentes D for diminum w

Flexas composta com tracças



AN = N/tsad AM, Am a calculador em flexão



Comparar com o célulo habitual

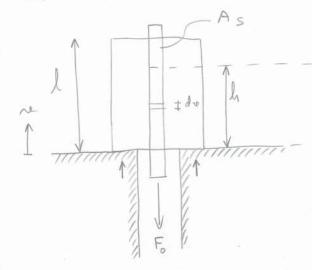
ART 52 Flexão desviada

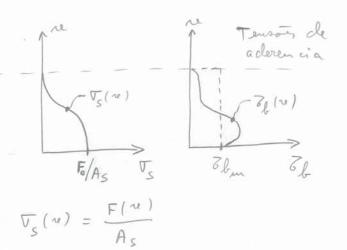
- M. resist. em flex. desviada comporta com NRd

Se cois redangulares com arm. igneis nes 4 faces => x=1.2

Em seral => x = 1.0

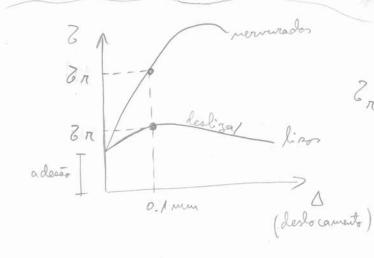
M. resist. em flex. plane comporta com o mesmo NRd Ensais de avrancamento



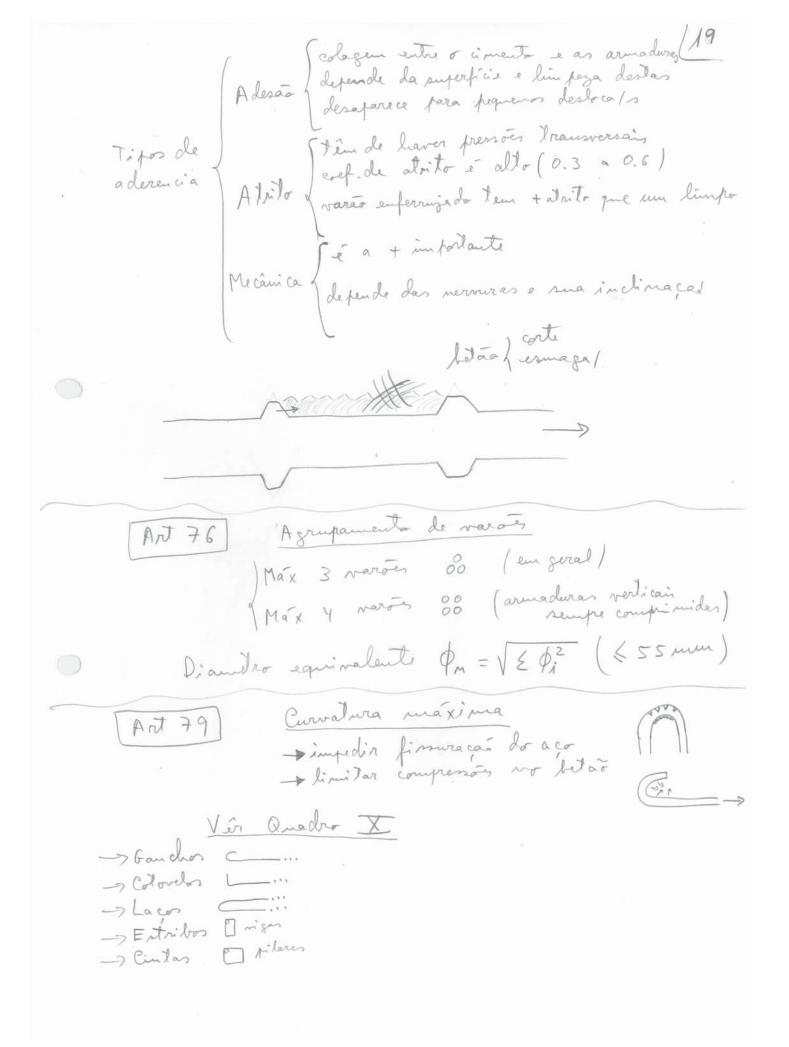


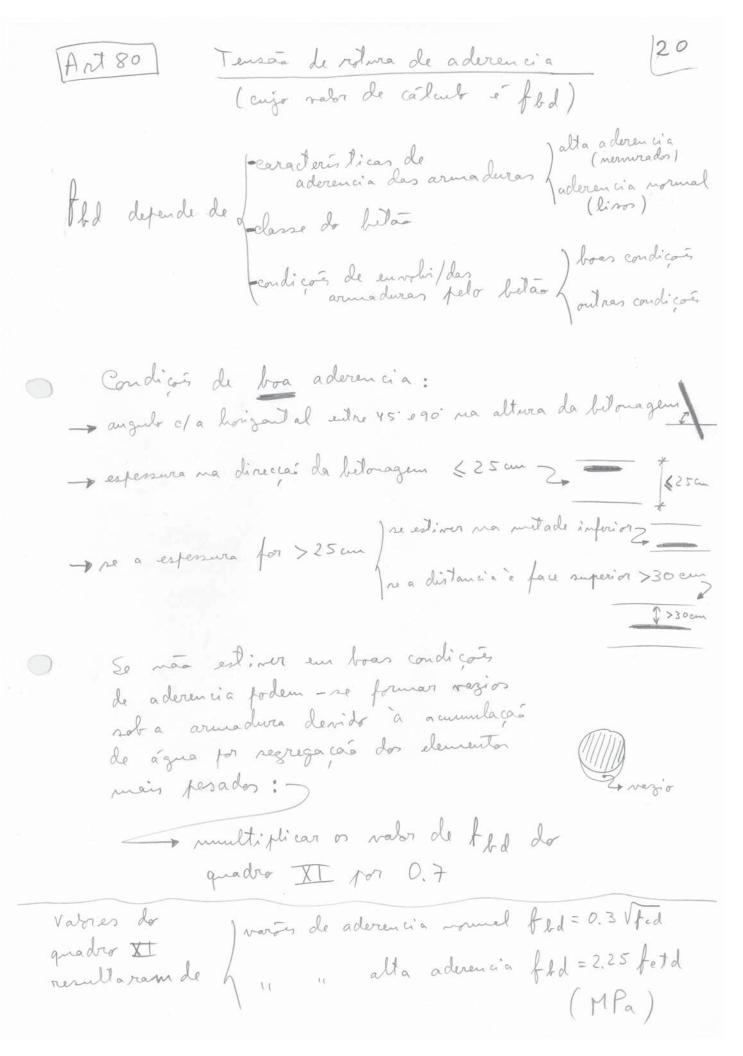
$$\begin{cases} dF = 3 \mu dn \\ dF = A s dT s \end{cases}$$

$$3 \beta = \frac{A s}{\mu} \frac{dT_s}{ds}$$





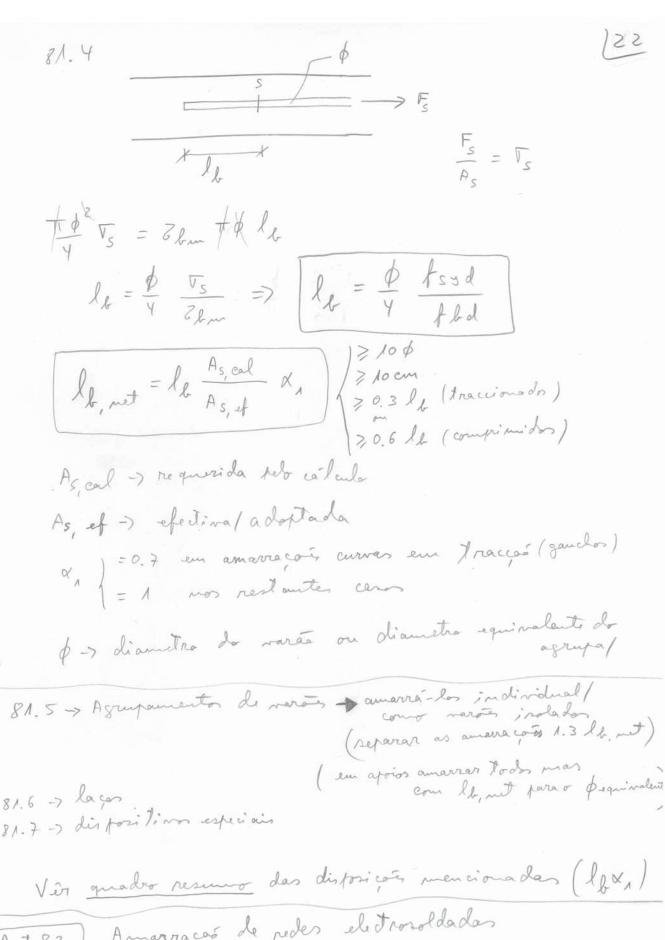




Armadura de cintagem i dispensa da quando:

- s varois traccionados com compressão transveral

- distancia grande à face do elevento ou a outros varois



Art 82) Amarração de redes eletrosoldadas -amarrações retas 235 cm em n varos transversais

Armaduras fordadura ordinarias distoritivos especiais

Em zonas sujeidas a Husots fonco elevadas

84.2 a) Necessidade de: J'Eanchos (como ma amarração)

(b) Varies) raccionados - lb, 0 = d2 lb, met } 20 cm lb, 0 Varies) comprimidos - robretorição de troços reidos lb,0 = lb

c) varois enendados na mesma secias: Traccionados & Yodos -> \$ < 16 (alla aderencia) 1/2 As -> \$ > 16 (11 11 1/2 As -> \$ 2 16 (aderencia normal) 1/4 As -7 \$ 7,16 ("1

Distancia entre pontos medios dos emendos > 1.5 le, o

Comprimidos os todos na mesma seccaó 84.3 <u>Tirantes</u> $\begin{cases} \phi \le 16 \\ e \le 1.5\% \end{cases}$ le so $\begin{cases} \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \\ \frac{1}{4} \le 1.5\% \end{cases}$ Para calado de lb,o, lb, net em més condiços

Cintas em toda a emenda a 4 pemendado

84.4 - Agrupals Emender varao a varao Pontos medios da emenda afailados 1.3 lb, o 84.5 -> Lacos 84.6 -> Soldadura (so de aços con soldabilidade) Secraí do marão na zona da emenda -> 80%.

Apt 85) Emendes de redes electrosoldades

FENDILHAÇÃO

ART 65

Estados limites de milização deformação (estática, compais)

de milização deformação (sensação de regurança)

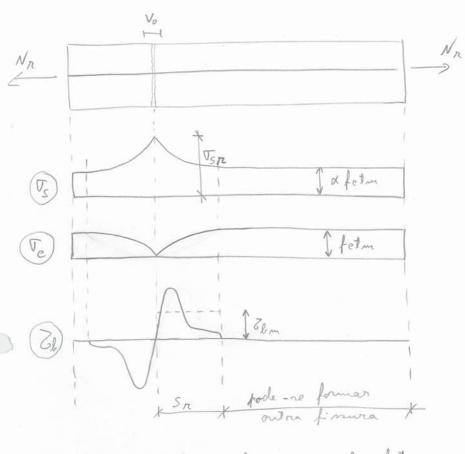
Combinações preves — set lim de unito curta durações frequentes — set lim de curta durações prevenentes - set lim de longa durações (8 f. 7 m milários) (4 apropriados)

Regime linear elestios:

 $\overline{V_e} = \frac{N}{A_e + \alpha A_s} = \frac{N}{A_{h \to e}}$

 $x = \frac{E_S}{E_C} = 15$

Nn = fetm Al > e



Snow u = fetu Ae => Sn = Ae fitu

entre finuras (no apor so sique To = fotal) Sn -> distancia minima (por (25 n, fet m mar é alm gids ma xima 1.

entre elas, mas se podendo formar ai uma nova fenda)

La distância média entre fendas esta entre estes 2 palmes Apos estabilizació da fendilhacaí:

 $S_{nm} = \left(\frac{1}{2} v_o\right) + S_n + \left(\kappa_s \left(e_s\right)\right)$ (a despressional) experimental

 $K^{V}(G'z) = 5\left(G + \frac{VO}{z}\right)$

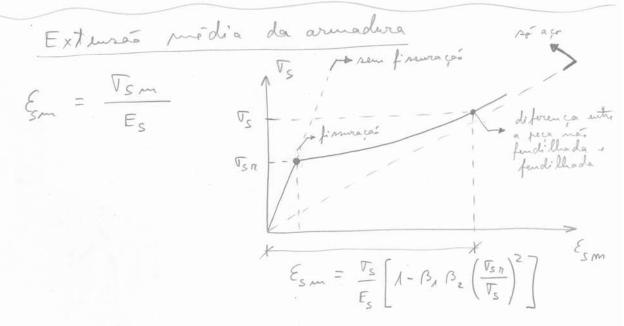
tetm = M, (farametro que depende da aderência açor beter)
36m

 $\frac{Ae}{m} = \frac{As}{m\pi\phi e_n} = \frac{\lambda_1\pi\phi^2}{4\lambda_1\pi\phi e_n} = \frac{1}{4}\frac{\phi}{e_n} = \frac{M}{2}\frac{\phi}{e_n} \qquad \left(\frac{P_n}{P_n} = \frac{As}{Ac}\right)$

$$M_z$$
 > depende do diagrama de tensoes

 $M_z = 0.25 \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{2\epsilon_1}$
 $\left(M_z = 0.25 \text{ para fraccai fura}\right)$

$$S_{nm} = 2\left(c + \frac{s}{10}\right) + \eta_1 \eta_2 \frac{\phi}{\rho_n}$$



Vs -> calculada em secció fendilhada. para o esforço resultante da combinaças

TSR > calculada em seccai fendilhada

para σ esforço qui provoca σ imicio da fendilhaçai;
esto esforço provoca Te = fitm em seccai non fendilhada

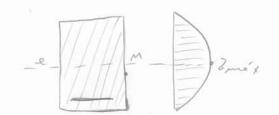
β, > = 1 (nerrorado); = 0.5 (lino)

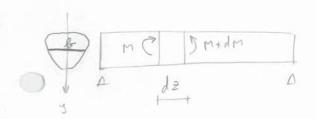
β₂ > = 0.5 (comb. freq. on quare perm.); = 1 (comb. raras)

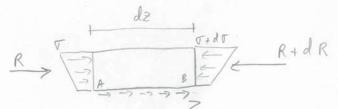
 $\mathcal{E}_{sm} > 0.4 \frac{\Gamma_s}{E_s}$

[ART 67] Ambienter 11 pouco agressivos (lumidade baixa) 21 {moderada/ agressivos (humidade elevada on presença temporaisia de agentes coreosiros) 3) muito agressivos (concentraços habitual de agentes corrosivos) [ART 68] w = 0.2 mm Comb. frequentes W = 0. 1 mm 3) Coul. rares WK = 1.7 Srm Esm & W Definicas de Pn = As/Ae, r redugida? As > à rea de armadura
Ac, n > à rea de betas traccionado envolvente de armadura ¿ areas de influencia de cada varas considerando para cada: AC, 1 / redângulo centrado no marão de lado < 15 p La destro do contomo da sección mão sobrejão a reas contiguas - Idalmente na zona Traccionada

1 - não firswado

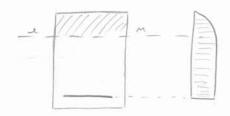


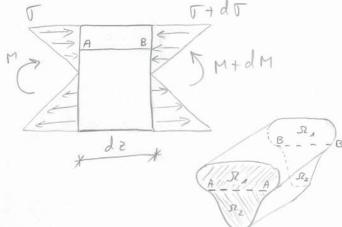




$$R = \int_{S_{n}} \nabla dx$$

$$R + dR = \int_{S_{n}} (\nabla + d\tau) dx$$





$$= \int dR = \int_{\Omega_{\Lambda}} dT dR = \int_{\Omega_{\Lambda}} \frac{5}{I} dM dR$$

Emáx para Si máximo (se t mão variar)

(ao minel do e.m.)

$$R = \int_{S_{1}} \nabla dx = \int_{S_{2}} \frac{M9}{I} dx = \frac{M}{I} S$$

Para Smax:

Para sección redangulares:

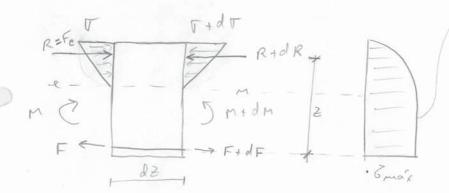
$$\frac{1}{S} = \frac{h^3}{12} = \frac{2}{3} h = 2$$

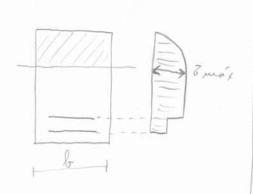
$$\frac{h(h_{12})^2}{2}$$

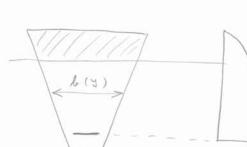
Betao armodo finurado (fase Ib)

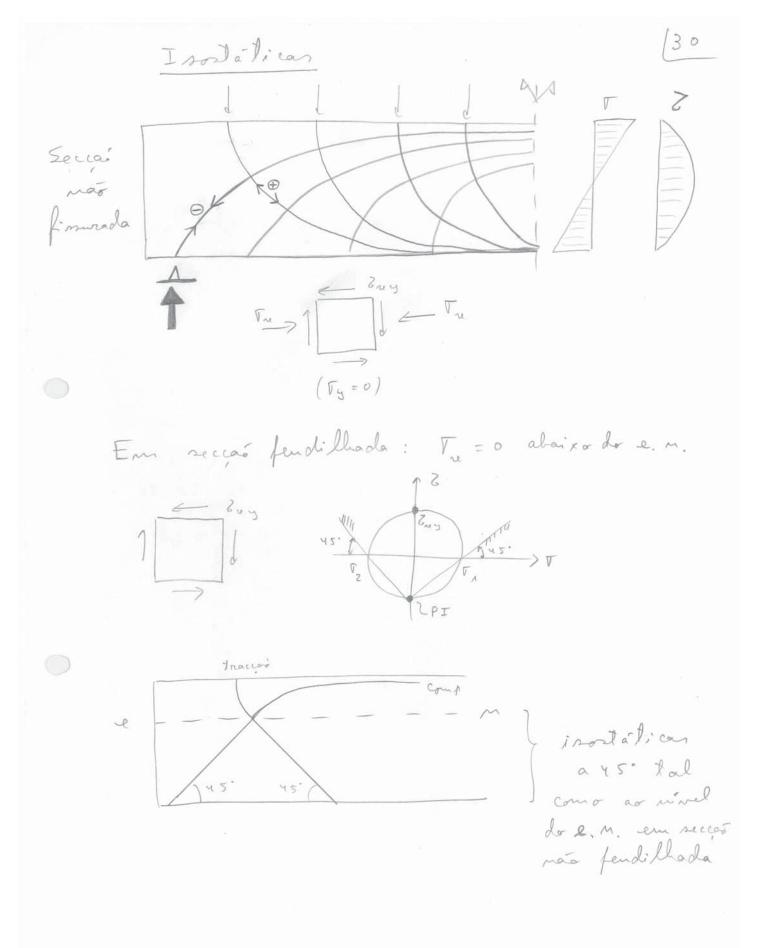
Considerar a secció adina

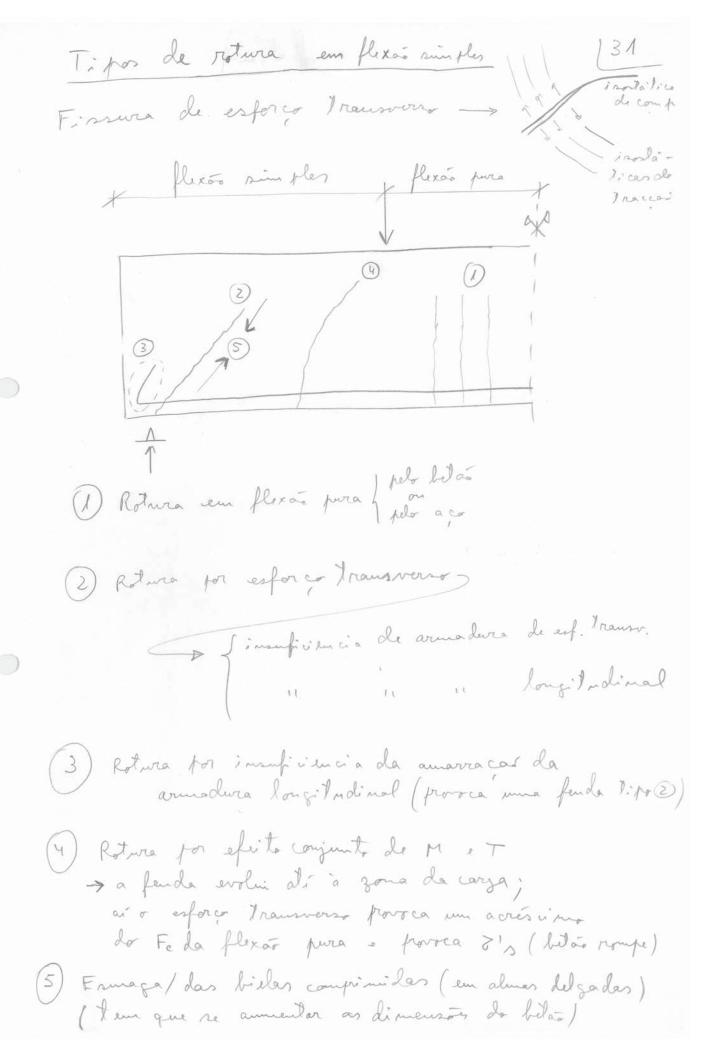
constante porque do

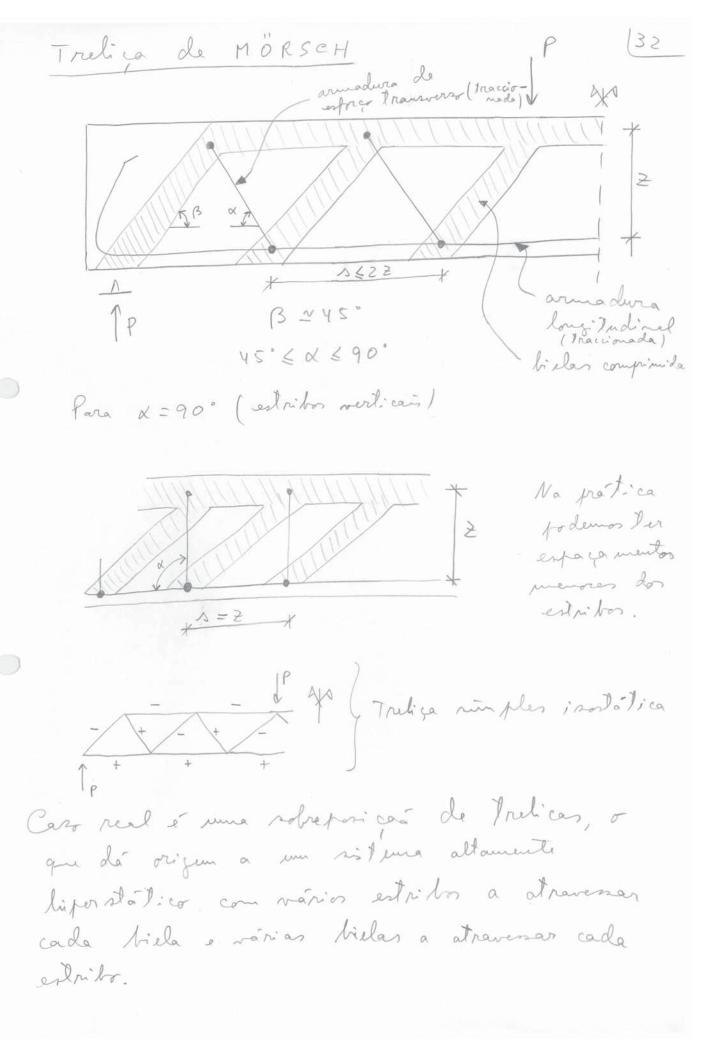




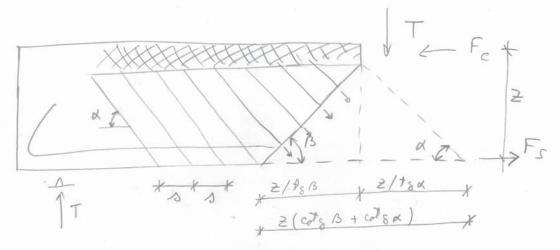








Resistência ao esfreo transvers das armoduras transversais



Número de númeis de armadura que atraversam a fende $\rightarrow M = \frac{2}{3} (cot g x + cot g B)$

Em fase de retura temos foyd em Indas as armaduras transversais

M fsyd Asw. send = T = Vwd

Vwd = Asw fsyd = send (cds x + cds B)

Para B = 45°

Vud = 2 Asw fsyd (1+cd8x) senx
Paria 2 = 0.9 d

Vwd = 0.9d Asu food (1+cdsd) send (= REBAP)

Extribor vorticais ($\alpha = 90$) $V_{wd} = 0.9 d$ $A_{SW} f_{SS} d$ $V_{arger} indimador (<math>\alpha = 45$) $A_{SW} f_{SS} d$ $A_{SW} f_{SW} f_{SS} d$ $A_{SW} f_{SW} f_{$

Para ZLS & 27 comiderar S=22

porque a fenda pode ser so intersedada por um mivel de varões, não se podendo considerar valores médios:

 $\sqrt{vd} = 2 \frac{A_{SW}}{22} f_{SY} d_{VZ} = \frac{A_{SW}}{\sqrt{z}} f_{SY} d_{VZ}$

Se as fendas tiverem uma inclinação inferior a 45°, como por vezes avoitece ma prática, estamos pelo lado da segurança (mais varões a atraversa-la)

Para se forman a treliça: $\Delta \leq 2 (1+cdgx)$ $d = 90 = \Delta \leq 2$ $d = 90 = \Delta \leq 2$

· VRd = Ved + Vwd

-> (deside ar bango superior sor inclinado e B<45)

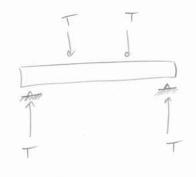
-> (deside ar bango superior sor inclinado e B<45)

-> (existe uma contribuição do betas na resist ar T)

(armadura
Inausvernal)

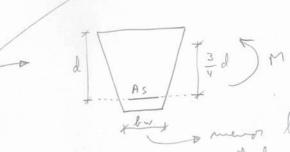
Solit
Ved

Firsuraca



Ved = Z, bud

Clans	B15	B20	
GA(MPa)	0.50	0.60	



portados a partir da armadura trac.

→ Em lages sem armadure de esforço Transverso, multiplica os rabores de Vcd por [C=0.6(1.6-d]] (>0.6)

La em metros

-> N. flexas comporta com Traccas, se o e. m. estimon fora da secção, Ved = 0 VRd < 72 by d

(por causa do esma gamento das bislas) anado VII (36

Clane of	B15	820	Γ
7 (MPa)	2.4	3, 2	
02 /			

Procedimento de calculo em vigas (flexão simples)

Calcular a tensão de referencia $3 = \frac{V_S d}{b_W d}$

Se Bod & Bo Delacar estribos mínimos para exitar a rotura frágil

Se Bod > Bz modificar dimensors de piça de BA

Se 6, < 65 = 2 dimensionar armadura transversal
para Vwd = Vsd - Vcd

Vsd Ved

Ved

Ved

(+ varing a 45') minimor

que wham Vwd

Entritos pesistem a Tuos dois sentidos Eprévivel usar apuas
estribos. Embora se pona
gastar + armadura, poupa-re muito en mão de obra.
A lim dimo os ensaios
mostram que são mais
eficases propre cintam os
banzos trac. e comp.
Podem-se distribuis melhos
mo compimento em que são
mecessários, atraversan do asim
mais fendas.

Quando se usarem varoes a 45°, deren - re colocar estribos para uma fracças aprecionel de T. Na obra os varoes a 45° goral/são mal cobrados. $\begin{cases} Z_{x} = 0.6 & f. 1d \\ Z_{z} = 0.3 & f. d \end{cases}$

Distancia entre 2 rams { ¿d

conse utivos do

mesmo estribo { ¿60 cm

 $P_{W} = \frac{100 \text{ Asw}}{f_{W} \text{ s ren a}} \begin{cases} \ge 0.16 & (A235) \\ \ge 0.10 & (A400) \\ \ge 0.08 & (A500) \end{cases}$ Asw -> a'nea dos rainios ramos de um mirel de estribos

multiplicar Pw por Vsd = 3sd 3, byd = 3sd

94.3 Estaca/de (Kz 60.166) 5 60.9 d (S 30 cm

 $K_z = \frac{V_{sd}}{Z_2 l_w d} = \frac{Z_{sd}}{Z_2}$ $\begin{cases} 0.166 < K_z \le 0.666 \\ 0.5 \le 2.5 \text{ cm} \end{cases}$

Kz>0.666

Para 45'62 290'

Multiplican valores autoriores de s por (1+ col 8 d)
maiting
mantendo o limite Vole 30 cm [1,2]

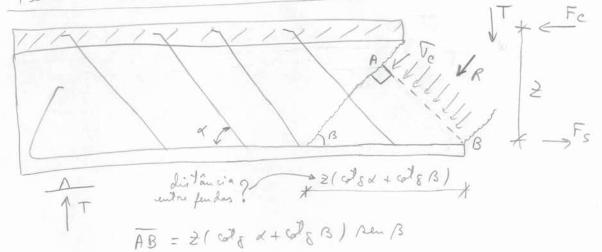
94.4 Varies inclinados:

- dispo - los simelrica/
- nos os colocas perto das faces

s < 0.9 d (1+ cds x)

(mitade deste valor grando Kz > 0.666)

Tensão justalada nas bieles compinuides



T T T

 $\begin{cases}
E = \frac{R}{AB} = \frac{T}{AB} = \frac{$

$$\begin{cases} d = 45^{\circ} = \end{cases} T_{c} = \frac{T}{\ell z} = Z_{méy} \left(\underset{noo \text{ conditiona}}{\text{conditiona}} \right)$$

x = 90° =) Te = 2T = 23 max =) Gmax ~ 3 med = 0.5 Te.

0.5 60.3 conficiente de segurança adicimal devido a:

-) Bielas não estão sujeitas a compressão sun ples mas sim a flexas composta

-> Na realidade B < 45° o que provoca um aumento de Te

Enforce de tracció ma armadura: - odiferença entre o sen valge ma lipôtese de as fendes seren verticais ou inclinadas.

in climadas

Como s é muito pequeno o ponto de aflicação de R i a 2/2

duras de T)

Eq de momentos em 0:

$$F_{s} \times Z + T \times c_{s}^{2} \times x \times \frac{2}{2} - T(a + \frac{2}{2} c_{s}^{2} \times B) = 0$$

$$F_{s} = \frac{T \alpha + T \frac{2}{2} \omega T_{s} \beta - T \frac{2}{2} \omega T_{s} \omega}{2} = \frac{T}{2} \left[\alpha + \frac{2}{2} (\omega T_{s} \beta - \omega T_{s} \omega) \right]$$

$$F_{s} = \frac{T}{2} (\alpha + \alpha_{s})$$

Se as fendas forsen verticais:

(de cellège)

$$F_s = \frac{M}{2} = \frac{Ta}{2}$$

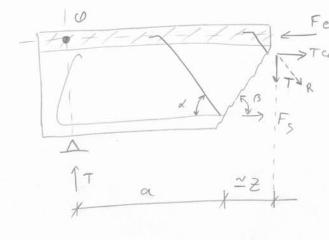
Na realidade, a armadura em A tem de resistina mua friça Fs que terrica/ or ocorreria em B.

Diagrama ripado

Ha que destocar horizontal/ o diagrama dos MSd/z de al

Na prélica podemos ter valores grandes de s e a hipótese de Restar a E tode não ser verdadeira. Hipôtese mais desfavrairel:

141



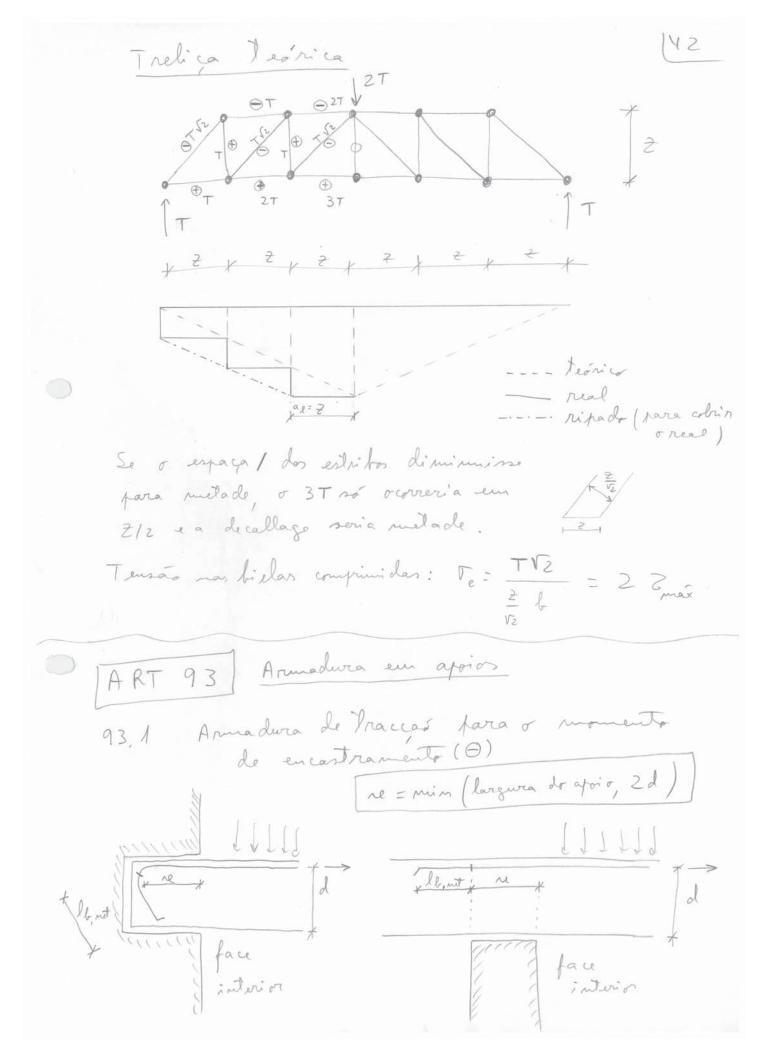
Estudando conveniente/ este equilibrio Periamos que somas Z à decallage

 $d = 45^{\circ} =) \alpha_{\ell} = \frac{2}{2}$ $d = 90 =) \alpha_{\ell} = 2$

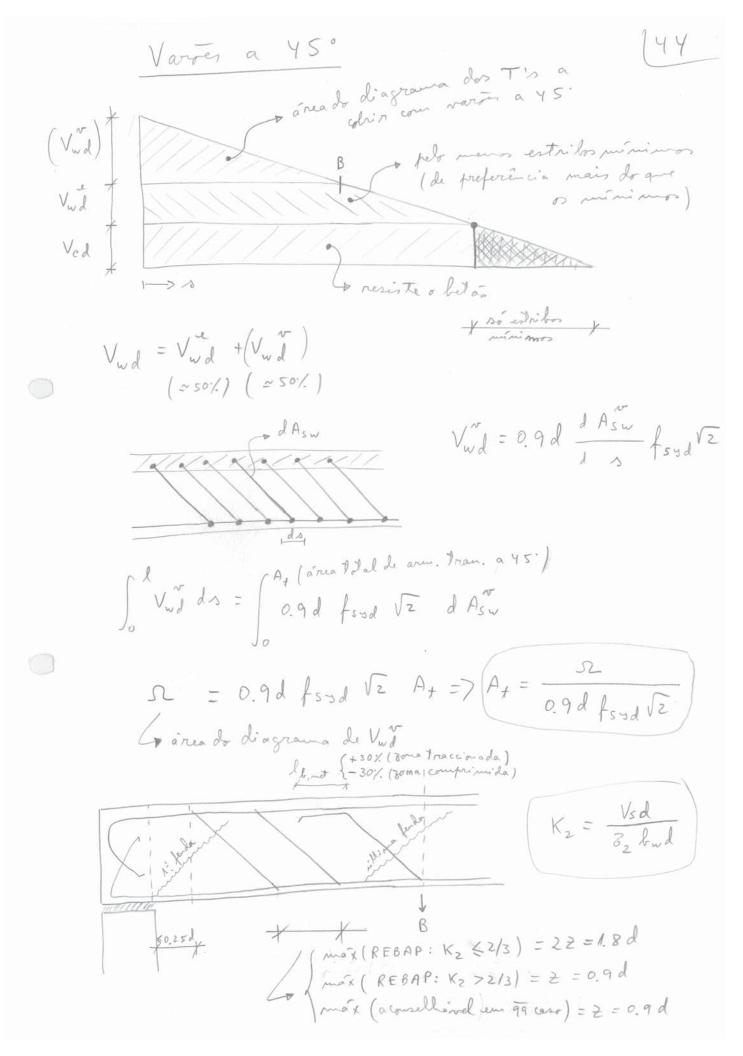
No REBAP para $K_2 = \frac{V_{Sd}}{Z_2 \text{ bud}} \le 0.666 / a_p = 0.75d \left(\frac{\text{estribor verticain}}{\text{various a 45}} \right)$ (ART 9Z) $a_1 = 0.5d \left(\frac{\text{various a 45}}{\text{various a 45}} \right)$

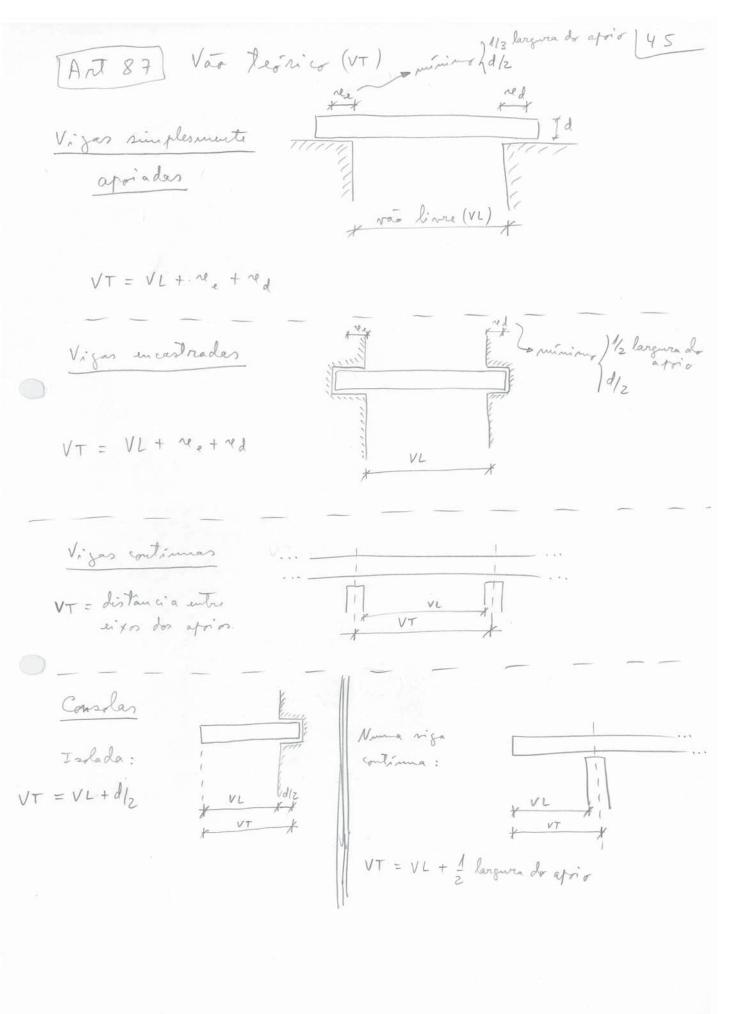
Para K₂>0.666 sultrain a estes valores 0.25 d porque emo temos mais armadura transversal aproximamo-nos do 1: caso (R D 2/2)

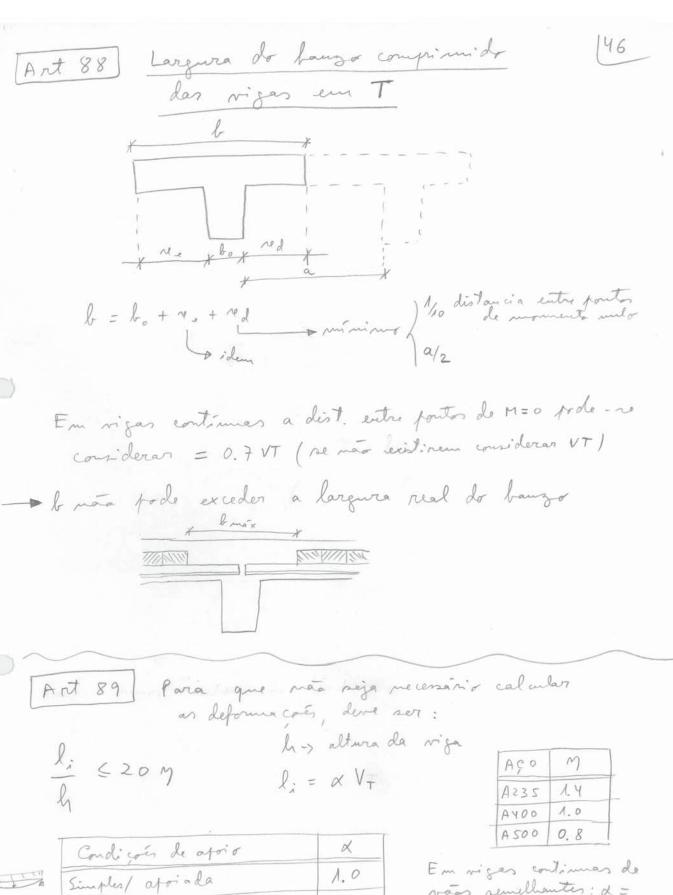
A decallage mão-feida os momentos mais vinos, apenas obiga a dispensar mais tarde os varos da armadura longitordinal.



Prolongamento da armadura 932 de Pracção do vão Aprio directos Thent for menos of da armadura máx de Pracças face interior além do momentos Em A a armadura tem de resistir Va Fs = Vsd (le, net de acordo com Fo no porto A) As, cal = Fs/fs 3d (ou devido ao momento) It, net = 3 dr indicado no Art 81 (quadro) Para varois apenas se considera o minimo de 10 \$ a considerer como esforço Transverso máximo o volor à fau interior de apris



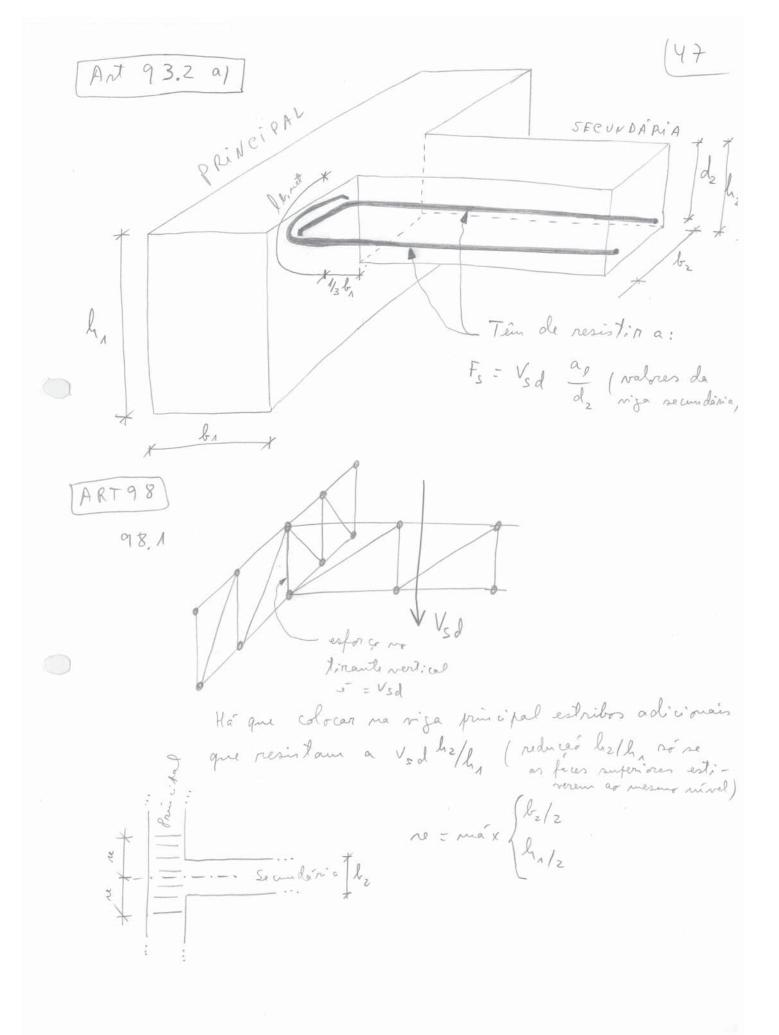




	Condições de apoir	×
1	Simples/ afriada	1.0
	Dupla/ en castrada	0.6
THE PERSON NAMED IN THE PE	Apriado de un lador, encastrada mo	0_8
ALL LIE	Em consola (aprio sem notação)	2.4

vaas remilliantes: d =

D 0.8 D 0.6 D 0.6 D 0.8 D



Asw estaçamenta.

A armadura de nuna eventual laje

† ransversal pade ser mada (sem

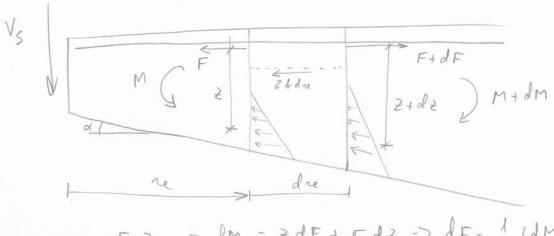
avisina) fara este fin.

Friça resante/m = 2. b = $\frac{\sqrt{5d}}{\ln_4 + R_2}$ = $\frac{As}{s}$ fsyd (1+ cols d) sen d 2, regra dan

costuran

(Art 74)

Deducai de efito de Resal (Sebarda BA 150



$$18 \alpha = \frac{d^2}{du}$$

$$Z f dne = dF = \frac{1}{2} (dm - F dz)$$

$$2b = \frac{1}{2}\left(\frac{dm}{du} - F\frac{dz}{dv}\right) = \frac{1}{2}\left(V_s - F + S\alpha\right)$$

$$Z = \frac{V_s - \frac{M}{2} + 8 \, d}{1 + 2}$$
 Vs Resalt

o efecto de Resal annewtera

Vaos intermédios de vigas com muitos tramos (50 a)

 $p_t = h_G + h_Q$ (valores carateristics) Combinações $\begin{cases} 1.5 \, p_t & \text{em todos os travos} \\ 1.5 \, p_t & \text{i.o.} \, h_G & \text{alternatos} \end{cases}$

$$\frac{(1.5 + 1 - h_G)/2}{11111} = \frac{(1.5 - \kappa) h_f/2}{11111} = \frac{h_G = \kappa h_f}{h_Q = (1 - \kappa) h_f}$$

$$M^{\Theta} = \frac{1.5 + K}{2} \frac{h_{1} l^{2}}{12} = (1.5 + K) \frac{h_{1} l^{2}}{24}$$

$$M^{\Theta} = \frac{1.5 + K}{2} \frac{h_{1} l^{2}}{12} = (1.5 + K) \frac{h_{1} l^{2}}{24} = (3 - K) h_{1} l^{2}$$

$$M \stackrel{\bigoplus}{=} \frac{1.5 + \kappa}{2} = \frac{1.5 + \kappa}{24} + \frac{1.5 - \kappa}{2} = \frac{h_f l^2}{8} = (3 - \kappa) \frac{h_f l^2}{24}$$

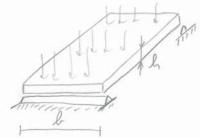
$$M_{min}^{\bigoplus} = \frac{1.5 + K}{2} \frac{h_{f} l^{2}}{24} - \frac{1.5 - K}{2} \frac{h_{f} l^{2}}{8} = (2 k - 1.5) \frac{h_{f} l^{2}}{24}$$

K →	0	0.25	0.50	0.75	1.0
MΘ	16.0	13.7	12.0	10.7	9.6
Mex	8.0	8.7	9.6	10.7	12.0
M &	-16.0	-24.0	-48.0	00	48.0

p + vels cara deristica valores de coloulo



ART 100



Considera - se uma laje se b > 5 h

[ART 101] Var terrier (como mes niges > ANT 87) (lajes continuas => entre eixos dos aprios)

ART 102 Espessora mínima

102.1 5 cm (terraços mão acessíveis) 7 cm (em gerel se as cargas forem distribuídas)

10, 12, 15 cm (se houver cergas concentradas)

102.2 Disterna da merificação da deformação

li = x V

como mes riças para
lajes armades numa direcção

como mes

ART 104] Armadure principal minima (como mas nigas)

Ex: (min = 0.15 (A400) > Art 90

ART 105 Estaça / mãx. dos veroes da arm. princital
105.1 $\Delta \begin{cases} \leq 1.5 \text{ h} \\ \leq 35 \text{ cm} \end{cases}$

105.2 Dobro do art. 91 / A400 => 2×12.5 (dis pensa da verificação da largura das fendas)

La só na zona de Mmáx

ART 106

Interrupções da arm. principal Armadura nos apoios (como mas migas AN 92 e 93)

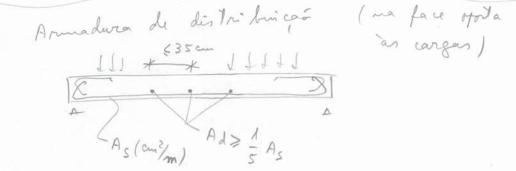
Diforenças: → prolongar { la arm. no vac até as afrio

CAD MINISTER OF THE PARTY OF TH

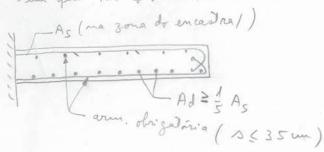
mas lejes s/ arm. de esf. Tran. ag = 1.5 d

ART 108

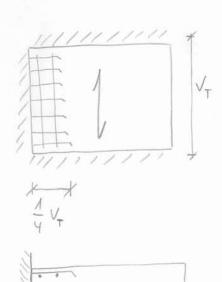
108.1



Nas zonas em que apenas seja imposta arm. numa direcção tem que se colocar também uma Ad.



108.2



Apunadura no apoio não considerado deve resistir ao momento aí desenvolido.

ART 53.2 b) | Em lajer, se Vod & Ved

maa i me cessaria arm. de est. Yran.

So que meste caso: Ved = 8, by d.C

(8=0.75) *8 = MXI = armadura para 8x MTOT = Mp 1

		Meron	M apo's redistrib.
>	TOT		Sx MTOT
	*1	Mxx	8 × MTOT
	×2	М,,	M _{X2}

460	As
T	F = food A
2 /	
1 B	
Δ	

Mp=Fs = fsgd Z As)

~	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
-					

Carsa 1 21	×	×	×	×	×
Xahez 1	×	*	×		×
Ladrez ?		X		×	

Me confinic=25

107 LAJES MARICAS Armadura de esforco Transverso

anando Vsd > Ved respeitar a percentagem minima de arun. Fran. em nigas

Podem-se usar varos inclinados na arus, min

Quando $K_2 = \frac{V_S d}{Z_2 b_w d} \leq 0.333$ folem-se usar so varoes inclinadas $\lambda = 1$ m

: varoes inc. + estribos

Lypels mens % min

107.2

V +. 2

Na direcca; do vão

estritos verticais -> 0.6 d

arm. Iran.

Na direcca trans-) ambos 1.5 d (<60 em)

Apunadura nos bordos livres

[ART 112] Lajes nerroradas em 1 on 2 direcções

Cofragem des conferences productions (Kainer)

recultancias cofragem perdides (blocos de letas leve (1.2. 4 TONG)

flocos de leca

flocos ocos de cimento

Junto ass après deve haves maciçaments

[ART 113] Var terrico > como mas lajes maciças

Espessura mínima -> l; <30 m (vor lezes macicas)

114.2 Em lajer armadas muna so direcças

colocar tarugos plargura > 5 cm

distancia entre eixos < 10 h

altera > 0.8 h

Fortenure mínime | s/ Alors de cofragen | 5 cm | incorporados | 5 cm | da lajeta | c/ " " | dist. entre faces | de novembres > 50 cm + 4 cm | " " | (50 cm + 3 cm) | s lover carges concentradas annestas estas esperares

Respeilar o Documento de Homologação do LNEC

Caraderisticas peso próprio maximo de serviço principais de serviço transverso méximo de serviço armadura de distribuição (AZ35) (Ad)

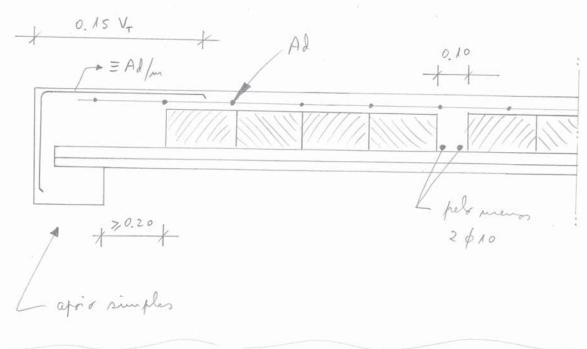
Armadura de distribuiçai: colocar na camada de compressa, perpendicular/

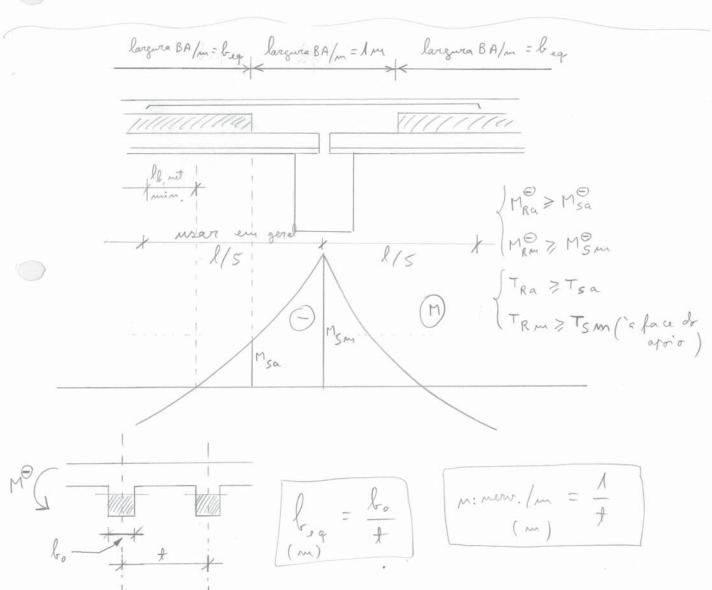
Se re usar outre classe de aço multiplicar o valor de Ad do D.H. 100 235 ou 235 500

Para li >, 23 cm : Ad = 1 anadro (7, 1.13 cm²/m)

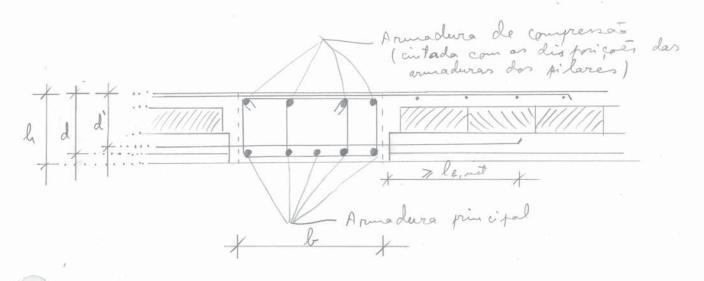
Tarugos: | espaçamento < 2 m As/m = 1/Ad > armadura dos tarugos imediata/aima das rigdas anador

Tomás Tra





Viças embelidas em lajes



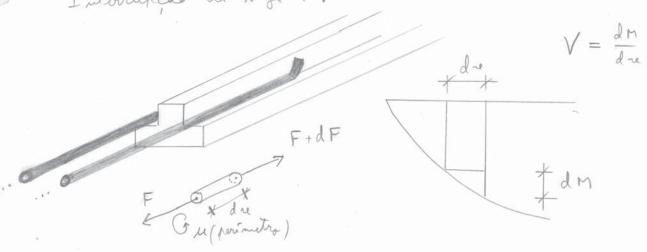
m económico: 35 a 45

É económico des armadera de comprensas para m > 40.

. -> Em geral d'é fixo (conhecida a esfessura da laje)

-> Pré-dimensiona-re a largura b

Interrupção da visola:



$$dF = \frac{dM}{2}$$

2 = 0.9 d' Le correspondente aos varoes que substituem a vistala

Equilibrio do elemento de harra:

E recensión fager a vorificação local da aderencia sempre que les grandes variações do esforco na armaderra por unidade de com-primento Exmomento grande (= est. Tran. grande.

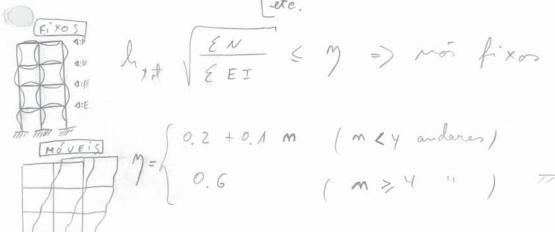
Alim desta verificaças é necessarios respectar o comprimente de amarraças e a resistência da armadura à Pracçai.

ART 58

Estruturas | mør fixos (quando ha grande rigidez relativa/
a destocats horizontais)
nør møreis (11 nær 11 11 11 ")

Esta risidez i (aixas de escadas
conferida por: {

paredes resistentes de contraventa/
portios
pileres
etc.



E EI → rigidez a flexas na direcce: considerada em faso na fendilhada

ART 59 Exhibiting l = lo compriments de en convadura lo = lo rais de giracais lo = lo lo = 0.7 lo =

No fixon:
$$y = Min \begin{cases} 0.7 + 0.05 (x_1 + x_2) \le 1 \\ 0.85 + 0.05 d_{min} \le 1 \end{cases}$$

$$\alpha_{\lambda} = \frac{\left(\frac{EI}{L}\right)_{L} + \left(\frac{EI}{L}\right)_{d}}{\left(\frac{EI}{L}\right)_{a} + \left(\frac{EI}{L}\right)_{c}} \rightarrow risen \qquad \alpha_{\lambda} = \frac{\left(\frac{EI}{L}\right)_{d} + \left(\frac{EI}{L}\right)_{g}}{\left(\frac{EI}{L}\right)_{a} + \left(\frac{EI}{L}\right)_{f}}$$

(Xmin = Min (X1, X2))

Pilares ligados

d = 1 (" par ci'al + sapetas)

10 (articulação)

Msd Nsd

Em estruturas de mos fixos estradas cada pilas inoladas.

En estrutures de mos moveis la que comi derar a instabilidade do conjunto e caro esta mas seja de temer pode-re considerar cada pilar i solado com a esbeltiza midia desse andar (capacidade peristente prao pode exceder a do caro dos mos fixos)

Verificar com un cálculo à rotura em flexas composta (cade una das direcções) e as 2 simultanes/ distanciand se a seccai crilica de cada direccas for em secços Na seccai critica { Nsd = Msd+Nsd (ea + ez + ee) } acident al 2: orden A merificação mon 2 direcções i feila com uma expressõe amáloga a da flexas composta desviada. Distensa da verificaça: à encurradura $\begin{array}{c|c}
 & \frac{ns\ell}{N_sd} \geqslant 3.5 \, \text{l} & (\lambda \leq 70) \\
\hline
 & \frac{m_sd}{N_sd} \geqslant 3.5 \, \text{l} & \frac{\lambda}{70} & (\lambda > 70)
\end{array}$ A 635 (moi moineis)

A 635 (moi moineis)

A 650-15 Msd, b (moi fixa)

Noi moiner =) seccor vilicas extremilles do pilar Not fixos =) Msd = max {

Pou D

Inesuro

inal

contribion a+b $|Msd,a| \ge |Msd,e|$ 6.3 Excentricidades adicionais a c'dental (imperfeico es geométrices on deficiente avaliação da porição da resultante) e 2 - de 2: orden (devida à deformação do pilar) ec + de fluencia (amento da deformação o/o tempo) $- la = \frac{l_0}{300} > 2 cm$ $-2e_2 = \frac{1}{\pi} \frac{l_0^2}{l_0^2} \left(\frac{1}{\pi} = \frac{5}{2} \frac{10^{-3}}{9} \right) \left(\frac{9}{9} = \frac{0.4 \text{ fcd Ac}}{\text{Ncd}} \leq 1 \right)$ NSS cargas formamentes

 $N_{\rm E} = \frac{10 \, \mathrm{E}_{\mathrm{c}, 28} \, \mathrm{I}_{\mathrm{c}}}{0^2}$

Não considerar ec se:

Msd = 2.0 h m \ \ 70

ARTGY) max = 140

Distorições construtivas dos filares

ART 120

120.1 Dimensão mínima -> 20 cm

120.2 \ mex = 140

Distincas pilar - viga:

e < 2 h =) pilar

ARTAZA

Armadura long Tudinal 121.1 P= 100 Ast Pmin= A235 > 0.8% Aug - 0.6% A500 > 0.6%

Se a secção de bitas for suficiente tara

resistin a solicitação, aflicar as % is alrás a

ma secção homotitica de bitas estrita/ necessaria.

Real (secção fitinia) (manter tudo o que for relativo a encurvadura)

Neste carr e em relação
à secção reel do pilar - Prim = A400 - 0.3 %.

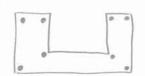
121.2

Priax = 8%

Reste las mesmo em zones de emendas for sobrejonicai.

Número primino de varoes: 121.3

1 em cada canto -



secção in ular => 6 marãos



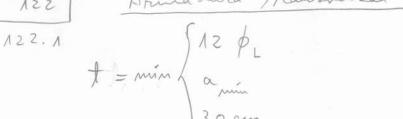
Diâmetra minimo | A235 -> \$ 12 A400 -> \$ 10 A500 -> \$ 10

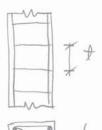
121.4



a < 40 cm => minimo de 1 vorão em cada canto

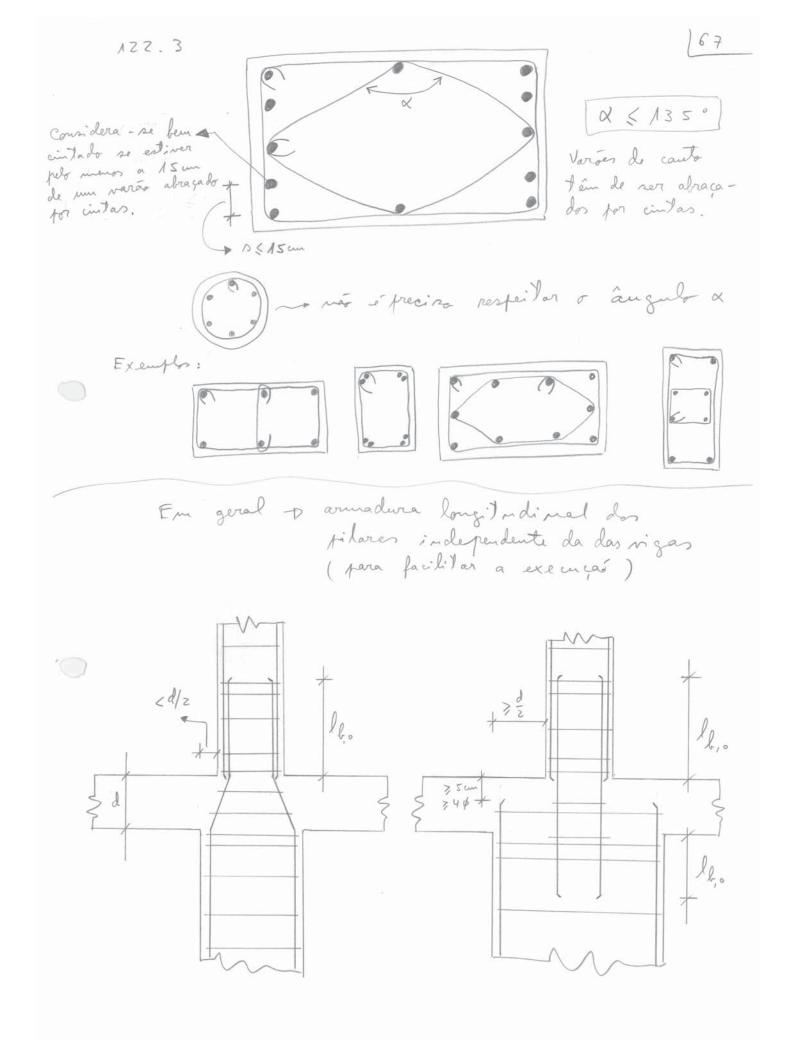
Armadura Transversal





122.2

O; ametro minimo das cintas



Pri-dimensionamento (momestos pequenos):

Nsd ~ fed

			VADRO rimento ne		Pil		2			= \[\]	Fre : l
	Ander D:			l KA		m (= 7)	1 1	1		₽	r Va:
	Ns d Ms	Nos 1	Msd, b		. 17			ec#	0		P _{tot}
	Andar	V		* (Nó) Nó) Msdre						t	
	4: pino		Cima Interm. Baixo		L (CRM,)						
Em as sec	geral, est	nder Cim Int Bai	em fla ermidia	exão d	esniada						

Secçai critica - momentos de 1º e 2º ordem } para cada Secçai mão critica - momentos de 1º ordem } direcçais

Cima Mix (1:)

Mix (1:+2:)

Timber (1:+2:) - Mequir

Mix (1:)

Mix (1:)

Mix (1:)

Mix (1:)

Mix (1:)

Mix (1:)

$$D = \frac{NRd}{bh fcd}$$

$$MRdu$$

$$Mu = \frac{MRdu}{bh^2 fcd}$$

$$MRdu$$

$$Mu = \frac{MRdu}{bh^2 fcd}$$

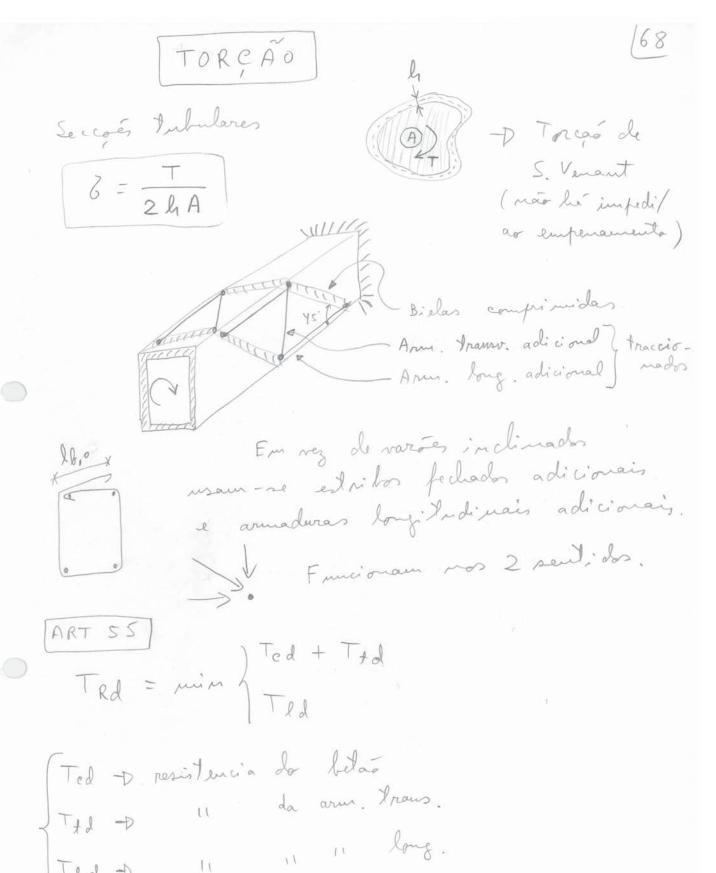
$$MRdu$$

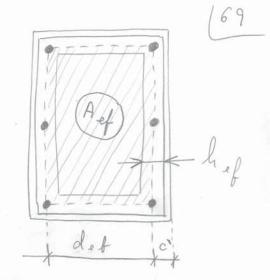
$$Mu = \frac{MRdu}{bh^2 fcd}$$

$$Mu = \frac{Mu}{bh^2 f$$

W = As food Comprense axial:

NRd = 0.85 food Ae + food As





det o diámetro do maior circulo que pode ser inscrito na linho o tracejado

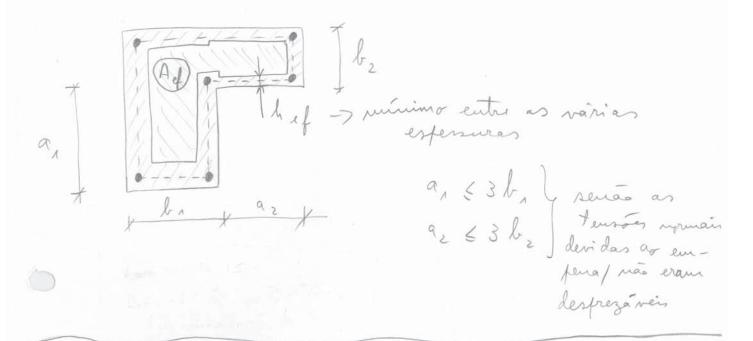
$$T_{td} = 2 A_{sf} \frac{A_{st}}{s} f_{syd}$$

Ast -D area de cada estribo de torção (Ex: l'estribo \$\phi 6 => Ast = A(1\$\phi 6))

S p afastal dos estritos de torças

Asl » area total da arm. long. de triças Met » perimetro da linha a traceja do

Secções formadas por redangulos



ART 56

Associação da Porção e/ outros esforços

Traé + flexar simples ou comforda:

- estudar in dependentemente

- somar as armaduras de cada esforço

Træd + enforço transverso: =)

- et udar in defen dentemente.

- dividir a resistência de betas pelo Ved e Ted

- somer as armaduras de cada esforço

$$Z_{V} = \frac{V_{Sd}}{l_{V}d}$$

$$Z_{T} = \frac{T_{Sd}}{2 l_{A}A_{A}f}$$

$$V_{ed} = 3_{A} \left(\frac{Z_{V}}{Z_{V} + Z_{T}}\right) l_{V}d$$

$$T_{ed} = 2 \mathcal{E}_{A} \left(\frac{Z_{T}}{Z_{V} + Z_{T}}\right) l_{V}d$$

$$V_{ed} = 3_{A} l_{V}d$$

$$V_{ed} = 3_{A} l_{V}d$$

$$V_{ed} = \frac{Z_{V}}{Z_{V} + Z_{T}} V_{Sd} \otimes \mathcal{E}$$

$$V_{ed} = 2_{A} l_{V}d$$

$$V_{ed} = \frac{Z_{V}}{Z_{V} + Z_{T}} V_{Sd} \otimes \mathcal{E}$$

$$V_{ed} = 2_{A} l_{V}d$$

$$V_{ed} = \frac{Z_{V}}{Z_{V} + Z_{T}} V_{Sd} \otimes \mathcal{E}$$

$$V_{ed} = 2_{A} l_{V}d$$

$$V_{ed} = \frac{Z_{V}}{Z_{V} + Z_{T}} V_{Sd} \otimes \mathcal{E}$$

$$V_{ed} = 2_{A} l_{V}d$$

$$V_{ed} = \frac{Z_{V}}{Z_{V} + Z_{T}} V_{Sd} \otimes \mathcal{E}$$

$$V_{ed} = 2_{A} l_{V}d$$

$$V_{ed} = 2_{A} l_{V}d$$

$$V_{ed} = 2_{A} l_{V}d$$

$$V_{ed} = \frac{Z_{V}}{Z_{V} + Z_{T}} V_{Sd} \otimes \mathcal{E}$$

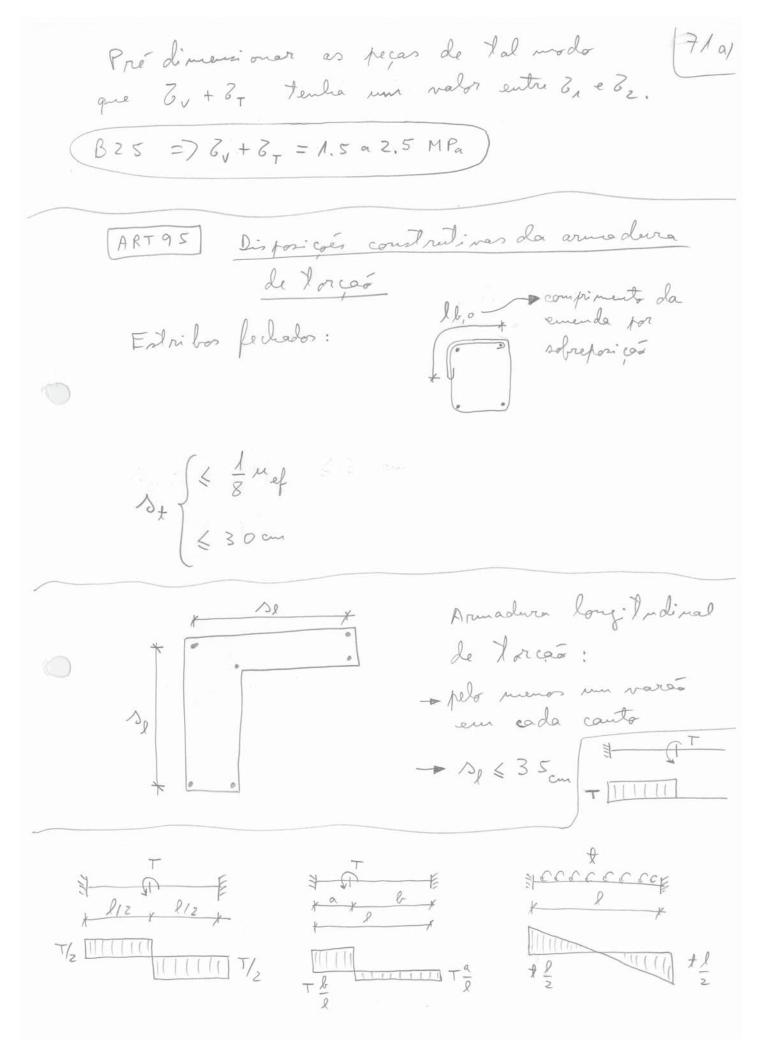
$$V_{ed} = 2_{A} l_{V}d$$

$$V_{ed} = 2_{A} l_{$$

(arm. Tran. min.) - ART.94

Dimensionar arm. Long. e tram.

para Ve T



[ART 72]

Limitar deform. for funcionamento peredes

equipals

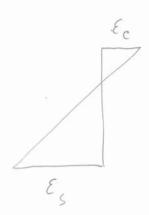
renação de regurança dos utilizadores Verificação em relação a um estado limite de utilização: Em geral: flecha ≤ € (combinação frequentes)

Se a def. afeder paredes diminórias e a fendilha-ção destas mão for contrariada: flecha < 1.5 cm

Pode haver interesse en conhecer com n'éjor as def. para impor contra flechas durante a construção.

Verificaçai da def. dispensada se / l/h E... (lajer mac.) (Art 102; 1/h & ... (lajer ali 8.) (ANT 113,

[ART 73] Considerar litar finniado para te> fetim Def: a longo prazo => considerar efeitor da retraccas e fluência



Currotura =
$$\frac{1}{\pi} = \frac{\xi_s - \xi_c}{d}$$
 (along $a/=) \xi \oplus)$

Ee → Ee, e + Ece (t, t.) + Ees (t, t.) Le elastica luencia retracca (over) (shrimkage)

Es v considerar contribuições do betão entre fendas (Esm)

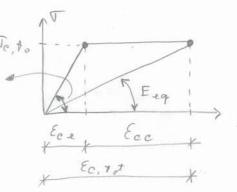
[Amexo I] (REBAP)

Quantifica a retraccei e fluiencia

-Fluencia sob leusa constante:

$$\mathcal{E}_{cc}(t,t_0) = \nabla_{c,t_0} \frac{\varphi_c(t,t_0)}{\mathsf{E}'_{c,28}}$$

 $\boxed{E_{eq} = \frac{\nabla_{c, t_o}}{\mathcal{E}_{c, t_d}}}$ E_{e, t_o}



E'e,28

$$\mathcal{E}_{e,\uparrow,\uparrow}(\uparrow,\uparrow,\circ) = \frac{\nabla_{e,\uparrow,\circ}}{\mathsf{E}_{e,\uparrow,\circ}^{\prime}} + \nabla_{e,\uparrow,\circ} \frac{\varphi_{e}(\uparrow,\downarrow,\circ)}{\mathsf{E}_{e,28}^{\prime}} = 1$$

Pode-re aflicar o principio da sobrejosiças dos efeitos as extensões de fluencia.

Tensas varianel => Considerar a lei de variação da aflicação da carga como um número finito de incrementos.

Acumular a fluencia de cada incre/.

Se re considerar E'e, t = E'e, $t_0 = E'_{e,28}$

$$\mathcal{E}_{e,tot}(t,t_o) = \frac{\nabla_{e,t}}{E'_{e,z}} + \frac{\nabla_{e,t} + \nabla_{e,t_o}}{2} \frac{\mathcal{I}_{e}(t,t_o)}{E'_{e,z}}$$

Para Vc, t = Vc, to (terrão constante)

$$\mathcal{E}_{c,t}t = \frac{\nabla_{e,t}}{E_{e,28}} + \nabla_{e,t} \frac{\Psi_{e}(t,t_{o})}{E_{c,28}}$$

Po (t, to) - p quant: ficado no anexo I (REBAP)

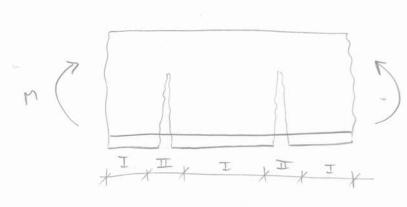
(Art.17) Ee, j = 9500 \$\fem, j\$ (modulo de elasticil seconte fare \$\tau_e = 0.4 a 0.5 fe k)

(MPa)

La provetes vi lindricas (MPa)

E'e, j = 1.25 Ee, j

Lo modulo de danti cill inicial



Zona das fendas

Sona das fendas

Está na fase II b

(estado II)

A risidez (EI) e a curvatura variam de recyaé para recçaé.

Os seus valores médios estas entre as situações peça toda mo estado I e peça toda mo estado I.

$$\frac{1}{T_{m}} = (1-3) \frac{1}{T_{\pm}} + 3 \frac{1}{T_{\pm}}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{M}{EI}$$

$$\frac{1}{(EI)_{m}} = (1-2) \frac{1}{(EI)_{I}} + 3 \frac{1}{(EI)_{T}}$$

(3 p % da peça que está no estado II)

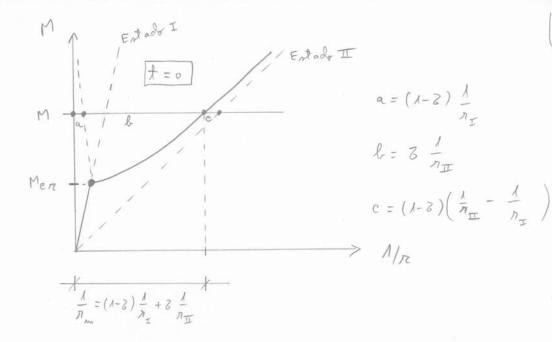
Flexas simples $\overline{G} = 1 - \beta_{\Lambda} \beta_{2} \left(\frac{MeR}{M}\right)^{2}$ Ant 7 o (REBAP)

Ment momento de financias (em fase I provoca ma temão de Traccas = fetm)

Manda momento instalado

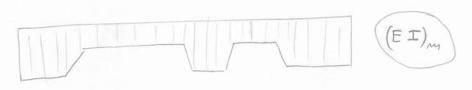
(M < Men => 3=0)

Esforço axial de compressão reduz as fleches.



C > contribuição do betão entre fendas







Na prélica dividir a viça em mintervalor a fazer uma integração municia.

mitodo bilinear (despreyando a retraccas) (7)
→ flecha é proforcional à flecha elastica Mentina → Coeficientes tiram-se de àbacos Mentina
D' Calcular a flecha elastica ac ma seccas determinant
Determinar os coeficientes: Proeficiente de fluencia (anexo I - REBAP) Kan Kan Kan Kan Kan - la la da
Ks1, Ks2, Ky1, Ky2 -D abacos que defendem de: $X = \frac{Es}{E_{cm}} = \frac{Es}{E_{e,28}} \qquad P = \frac{A_s}{ld} \qquad (X \cdot P)$
d/2 $d'/2$ $e'/e = B$
Considerar (X.4) ~ 0.8 × 2.5 = 2.0
3 Calcular flecha mo estado I

-) (3) (alular flecha mor estador I $t=0 \Rightarrow a_1 = Ks_1 a_c$ $t=t=0 a_1 = Ks_1 (1+K\phi_1 \times \psi) a_c$
 - (4) Calcular fleche mor estado II $t=0 \Rightarrow \alpha_2 = K_{S2} \alpha_C$ $t=t=0 \alpha_2 = K_{S2} (1+K_{Q2} \times 1) \alpha_C$
- (5) Calcular or momente de finsuraçai Men

 Men = We x fetm

 Lo modulo de flexas do bitas não finsurado

Calcular o momento M instalado ma seccas determinante.

-6 Calcular σ coeficiente de repardição \mathcal{E} $\mathcal{E} = 1 - B, B_2 \frac{Mer}{M} \left(= 0 \text{ para } M \in Mer \right)$

Vêr B1 = \ 0.5 (armadura de alta aderencia)

Ant 70

(REBAP) $\beta_2 = \begin{cases} 1.0 \text{ (combinações raras)} \text{ (on fara } t=0\text{) 1: cargar} \\ 0.5 \text{ (emb. freq. e quese ferm.)} \text{ (on fara } t=t\text{) cargar} \\ \text{on de longa} \\ \text{duraçes} \end{cases}$

(7) Cal who da flecha $a = (1-3) a_1 + 3 a_2 \rightarrow \text{Cal when para} \begin{cases} t=0 \\ t=t \end{cases}$

Mitodo dos conficientes globais

- 1) Calcular a flecha clástica a me secção determinante
- Determinar or coeficientes. Ko, Kt, M. A bacos dependem de:

$$(\alpha, \beta)$$
 (β_2) $(M_{ND}) = \frac{M_{CR}}{M}$ $(\beta'/\rho) = \beta$

 $f=0\Rightarrow a=K_0a_e$ $f=f=\Rightarrow a=MK_fa_e$

$$\mathcal{E}_{e, \uparrow, f}\left(\uparrow, \uparrow_{o}\right) = \frac{\overline{V}_{e, her}}{\overline{E}_{e, 28}^{\prime}} + \frac{\overline{V}_{e, vor}}{\overline{E}_{e, \uparrow}^{\prime}} + \overline{V}_{e, her} \frac{\overline{\Psi}_{e}(\uparrow, \uparrow_{o})}{\overline{E}_{e, 28}^{\prime}}$$

$$E_{eq} = \frac{\nabla_{e,tot}}{\varepsilon_{e,per}(1+\Psi_{e}(t,t))} = \frac{\nabla_{e,per}(1+\Psi_{e}(t,t))}{\nabla_{e,per}(1+\Psi_{e}(t,t))} + \frac{\nabla_{e,per}}{\varepsilon_{e,per}}$$

$$= \frac{\nabla_{e,per}(1+\Psi_{e}(t,t))}{\varepsilon_{e,per}} + \frac{\nabla_{e,per}}{\varepsilon_{e,per}}$$

$$= \frac{\nabla_{e,per}(1+\Psi_{e}(t,t))}{\varepsilon_{e,per}} + \frac{\nabla_{e,per}}{\varepsilon_{e,per}}$$

$$= \frac{\nabla_{e,per}(1+\Psi_{e}(t,t))}{\varepsilon_{e,per}} + \frac{\nabla_{e,per}}{\varepsilon_{e,per}}$$

$$= \frac{\nabla_{e,per}(1+\Psi_{e}(t,t))}{\varepsilon_{e,per}} + \frac{\nabla_{e,per}}{\varepsilon_{e,per}} + \frac$$

$$E = \frac{1 + \chi_1}{1 + \chi_1(t,t_0)} + \frac{\chi_1}{E'_{c,2}}$$

$$= \frac{1 + \chi_1(t,t_0)}{E'_{c,2}} + \frac{\chi_1}{E'_{c,t}}$$

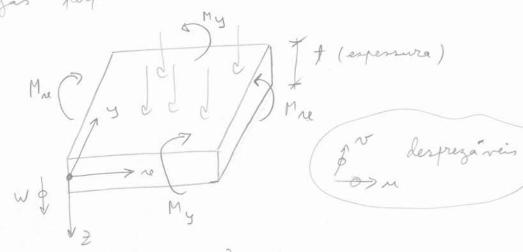
Sé cargas perm. =>
$$\alpha_1 = 0$$
 => $E_{eq} = \frac{E_{c,28}}{1 + P_{c}(t,t_0)}$

LAJES

- Uma das dimensões muito menos que as outras duas.

- Superficie média plana

-> Cargas perpendiculares a ela



$$M_{u} = -D \left(\frac{\partial^{2} u}{\partial u^{2}} + D \frac{\partial^{2} u}{\partial y^{2}} \right)$$

$$M_{y} = -D \left(\frac{\partial^{2} u}{\partial y^{2}} + D \frac{\partial^{2} u}{\partial u^{2}} \right)$$

$$D = \frac{15(1-n_5)}{E + 3}$$

Lajer armadas muna sø direcca: (sø Mre)

Deformada e c'hindrica (independente de y)

(
$$\frac{\partial w}{\partial z} = 0$$
)

$$M_{x} = -D \frac{\partial^{2} w}{\partial w^{2}}$$

$$M_{y} = -D \frac{\partial^{2} w}{\partial w^{2}}$$

$$M_{y} = -D \frac{\partial^{2} w}{\partial w^{2}}$$

$$= D = 0.2 = \frac{1}{5} = D M_{y} = \frac{1}{5} M_{x} = \frac{1}{5} M$$

$$\int_{A} z = \frac{E z}{1 - \nu_{z}} \left(\frac{\partial_{z} v}{\partial u_{z}} + \nu \frac{\partial_{z} v}{\partial y_{z}} \right)$$

$$\int_{A} z = \frac{E z}{1 - \nu_{z}} \left(\frac{\partial_{z} v}{\partial y_{z}} + \nu \frac{\partial_{z} v}{\partial y_{z}} \right)$$

Lajes armadas numa direcçaí

(considerando) = 0 pelo lado da segurança)

(=> My = 0 (coloca-se pelo menos \(\frac{1}{5} A_5 \)

=> Mre maior

Mre = $-D \frac{\partial^2 w}{\partial u^2} = -\frac{E f^3}{12} w'' = -EI w''$ (eincide com a feria des rigas $y'' = -\frac{M}{EI}$)

l'odemos considerer una leje armada numa direcças como várias vijas de 1m de largura.

 $\nabla_{re} = -E \ge w'' = -E \ge \left(-\frac{M_{re}}{EI}\right) = \frac{M_{re}}{I} \ge \frac{1}{2}$ (também coincide com a Vegria des riges)

Lajes armadas em 2 direcções (apriadas vos bordos continuamente)

Metodos de Diforenças finitas (progrusado hojo em dia)

Cal culo Elementos finitas (so com compitados)

Linhas de retura (calculo plastico) (carga última)

Tabelas ARI on CRAMY on MBA (que redistribuiçai)

Montrya (elasticas) (» rarianel)

2) difere de tabela para tabela (se se juder excolher & N = 0) Ha tabeles que das velores ja com redistribuições Centram em limbra de conta com a disposiças habitual des armadures e regreem a processos Titos de apoio sim plesmente apoiado simo simo plesmente apoiado simo plesm sun plificados) Tabelas de Montoya: ly o var menor Valores para varias relacões l'y/le Lajes apoiadas em 3 ou em 4 bridos analquer que seja o momenta: M = K x 0.001 x q x l, Mre to momento contido num plano // re mr. Amsto myt for veges is to a as contration

Mre + mo/ @ max

my +0 - mo/ 1 no meio do painel

Com estas splicitações admite-se que mas ha rotações mos bordos re os vaos forem farecidos. (0.8 \ l_1/l_2 \ l.25)

P.

→ Oltim -re os M máx

A existência dos 4 tipos de aprios (O, O, O, O) (84) taz com que hajam bordos adjacentes com momentos diferentes:



Ha que dis 1 si buir o momento desequi librado pelos 2 vaos proporcional/à sua rigidez. (tipo milodo de Cross) (mar simplificaçai dos 314)

Catalo de M max e min:

P,	Pz	PA
Pz	PA	P2
P.	Pz	PA
P.	PA	P2

			et :
P ₃	P3	P ₃	
P3	P3	Ρ3	(
P ₃	P ₃	P3	
P.	Ρ,	P,	

+14	-14	714
- P4	+ P4	- P4
+Py	-P4	+Py
- P.	+P4	- Py
	-	-Py +Py

multiflicar esforços de "Indo P, " por P3 P

Podemos fazer uma ideia da evoluças

de diagrama de momentos ma faixa

central de mun painel:

Ma Pret Mat | Mat |

A Mat | Mat | Mat | Mat |

A Mat | Mat | Mat | Mat |

A Mat | Mat | Mat | Mat | Mat |

A Mat | Mat | Mat | Mat | Mat | Mat |

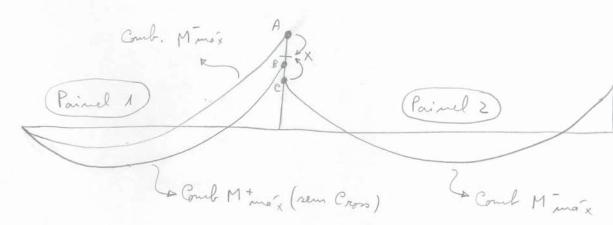
A Mat | Mat | Mat | Mat | Mat | Mat |

A Mat | Mat | Mat | Mat | Mat | Mat | Mat |

A Mat | Mat |

A Mat | Mat |

p ~ ...



Se o toto X passar abaixo do porto B temos

de agravar o Mtmox no painel 1 (on colorar amadura
negativa que ratisfaça o porto B).

Só há porigo de isto a contecer no painel cujo

Minax diminui ao fazer a distribuição do Cross.

Verificação do enforço Transverso

1: verificação h = h + 1Se homor proflemes

2: verificação h = hTentos

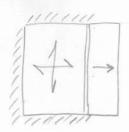
Tentos

Ten

- -D Isolar or paineis
- -> Continuidade => encestra/ Painel extremo => aprio simples
- Doltim -se os momentos iniciais de Cross
- Distribuir os momentos deseguilibrados proporcional/ as rigidezes.
- De Covigin or restantes momentos do painel somando-lles os momentos grasfondentes a requisita policitação:

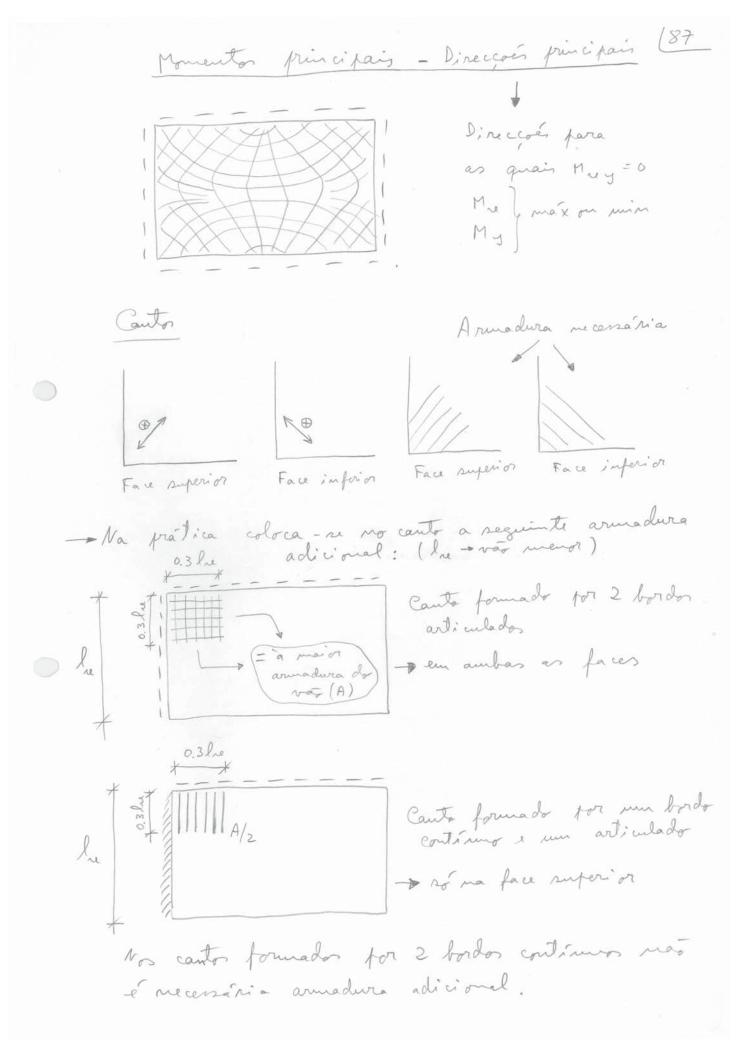
da distribuição do Cross

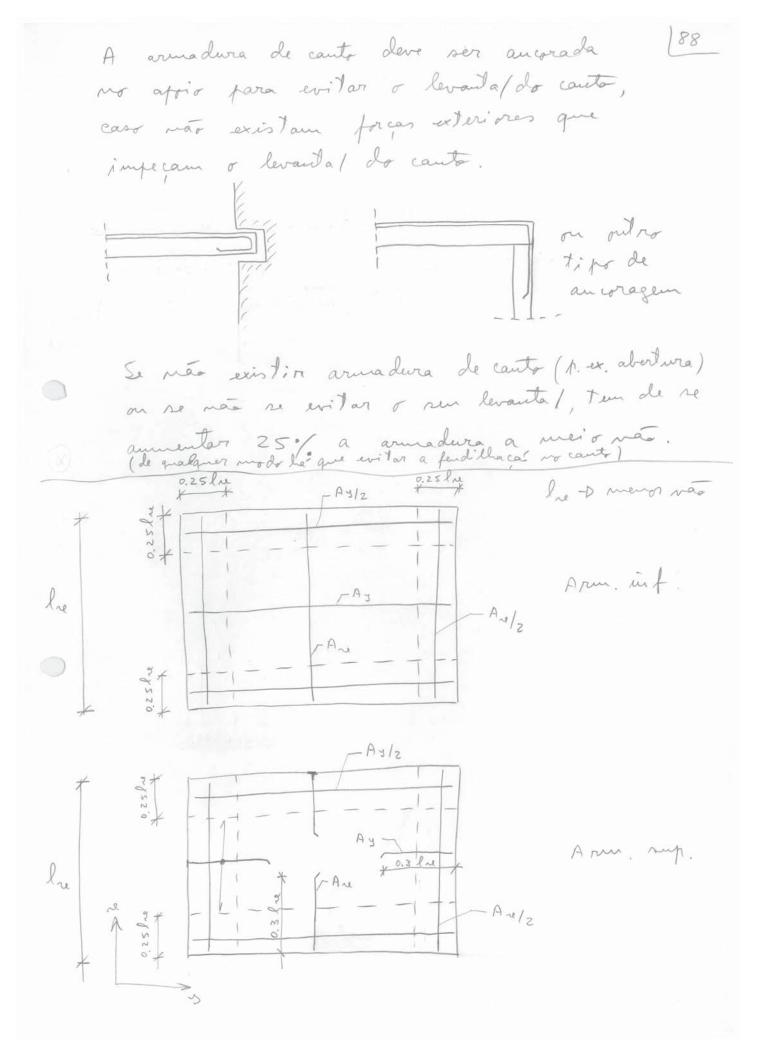
Estas tobelas são aflicáreis à accas de paineis em consola:



Se o momento da consola for remellante ao de encastramento mão la retaças do bordo.

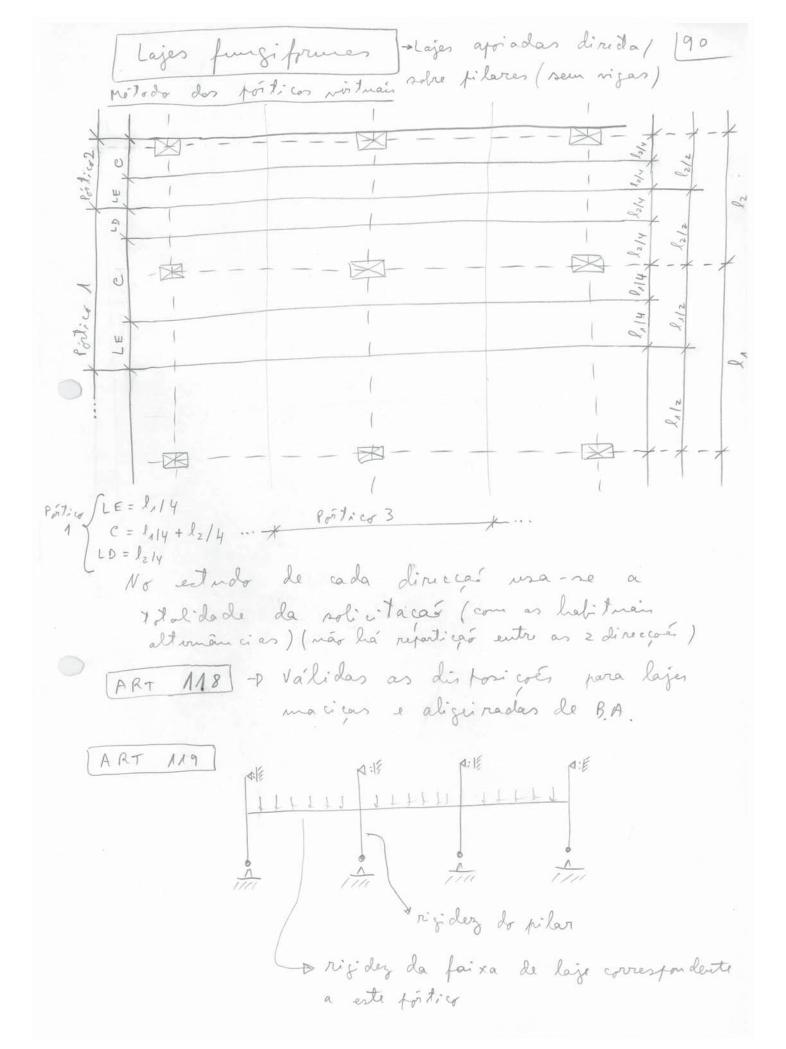
Se o momento da consola for pequeno é de desprezar (pelo lado da segurança)

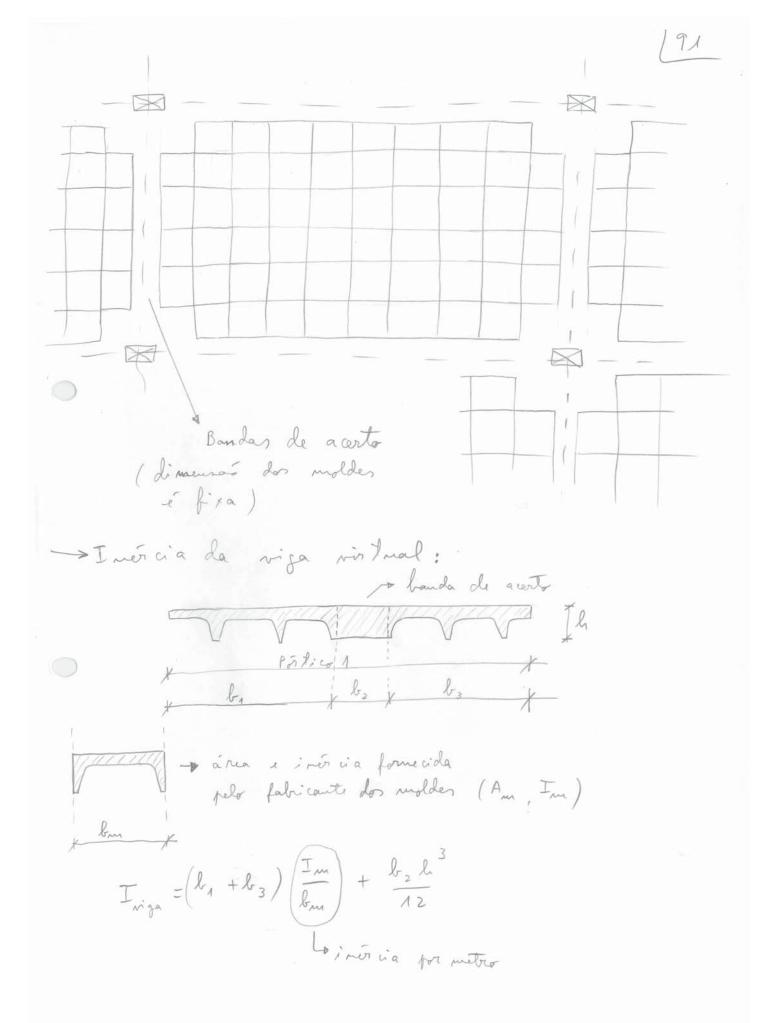




lmax > 2 lmin fras vale a pena armar em 2 direccoès basta armar segundo o vão menor

Momento em bordo descontino - vér Manuel de B.A. (autiso)





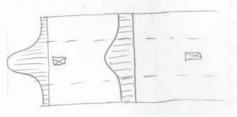
192

Para accoés horizontais considerar metada da inércia da viça (deficiente ligaças de uma viça muito larga a mu pilar estreito)

Distribuição dos momentos pelas bandas:

	C	LE + LD
M D	55%	45 %
MΘ	75%	25 %

Distribuição Transversel dos mols



LE LD (proporcionalments as respectives largures)

Se a riga nintual de un portico extremo se apriar lateral/ numa parede ou riga de altura 71.5 h => considerar na faixa central da riga virtual M/4

O metodo dos fósticos vistuais é valido para:

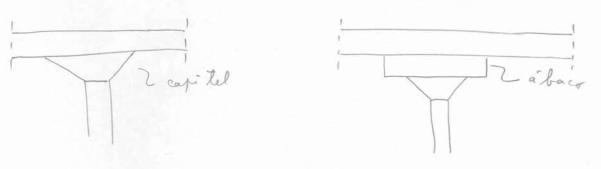
- predominância de cargas distribuidas
- sisteme regular de poities oils gonais

En leges fun of formes aligeirades a zona mocica robre os filares "deve" ter em flanta dimensors covrespondentes à intersecció das faixas cartrais dos poiticos vistuais que ai se oraçam.

Vaos mas 2 direcções derem sor semelhentes para que os esforços sejam da mesma ordem de grandeza e para que se justifique Ver uma leje armada em 2 direcções.

As lajes fungiformes macicas têm grandes problemas de punçoa/ porque podem ser mais finas e são muito pesadas em relaças às alizeiradas.

Se houver problemas de puiçoa/, usar:



Pungamento

Forma de rotura complexa.

Ainda mão existe uma tegria a ceitainel.

Pouco estordado principal/se houver momento na cabeça do pilar e armadura específica de principa/.

Dere -re evilar a armadura especifica de punçoa!:

Recover a) > annente da espensura da laje

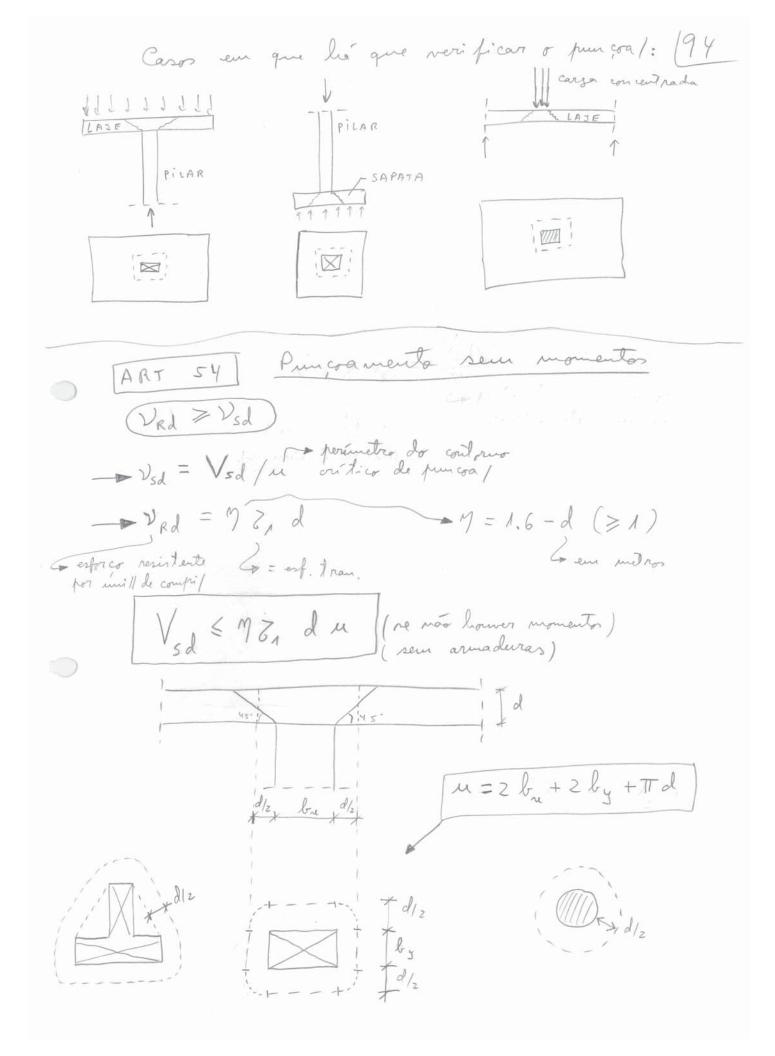
Recover a) > 11 das dimensões la pilar

das armeduras de flexão da laje (vêr CPIII)

pré esferça da laje

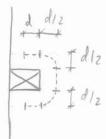
capital (B.A.

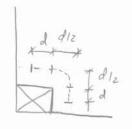
metaliso



Perto do bordo:

195





Se existinem excentricidades (momentos):

VRd > Vsd

$$> V_{Sd} = \frac{V_{Sd}}{m} \left(1 + 1.5 \frac{|e_n| + |e_y|}{\sqrt{k_n! k_y!}} \right)$$

diz ba diz the diz they

tre, to Dexcentricidades da corga de punçoa/ Vsd.

Esta verificação deve ser feite para as 2 direcções dos posticos vistuais.

O perimitro de punçoa/ mão pode estar numa zona de esforço transversor elevado, mem ma proximidade de outres cargas concentradas, mem ma proximil de abenturas (REBAP) (ART. 54) Pilar alongado: --- resistencia por punçoa/ 11 est Iran

Armaduras de punçoa/

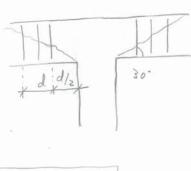
Limite maximo Vsd & 1.6 DRd

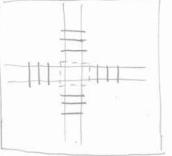
Armaduras de punçoa / tem de resistir a 3 Vsd:

VRd = 4 Asp food send 6350 MPa

De preferência armadura vertical (x = 90°)

Vin ART MO Varies long tradinais e estribo menticais fechados.





Combinação fundamental em que a acção de base é o sismo.

Sd = E SGik + 8q SEK + E Y2j SQjK - restantes accor variations

5 - Desforce solicitante

G - pormanente

Q + varianel

- s mimo (earth quake)

K + valor cara deristico

8g → coef. de negurança relativo a accorés variancia (=1.5)

Y - coef. de redução

Quantificação da accas dos sis mos

- Creficiente de sismici dade (x

0.7 0.5

- Coeficiente sismico de reforência (Bo)

Depende de tipo de terreno:

I > rijo.

II > médios

II > moles

Depende da frequência própria fundamental f 98 Proticos = 12/m M D mi de pisos acima do terreno mistas pritis-parede + f= 16/m le paltura acima do 5% paredes - + = 6 b/h

	0	0
T; to de levrero	frequencia f (Hz)	β.
-	0.5 & f < 5.6	0.1717
I	t > 5.6	0.40
	0.5 6 8 6 4.0	0.20 17
1	f 7, 4.0	0.40
	0.5 & f < 2.0	0.23VF
	f 7, 2.0	0.32

- Coeficiente de comportamento (9) - definido nos regulamentos dos materiais la co 7 MOVO REAE

ART 33 REBAP

Estrutures de dudi l'dade melhorada (11 11 extra)

(+ Cap XII REBAP)

	Normal	Melhorada
Portico	2,5	3.5
orlico-parede	2.0	2.5
Parede	1.5	2.0

199

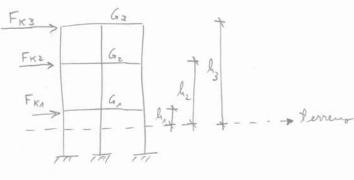
$$\beta = \beta_0 \frac{\chi}{\gamma}$$
 $(\geq 0.04 \chi)$

Forces estatices

$$F_{Ki} = \beta l_i, G_i = \frac{\tilde{\xi}_i}{\tilde{\xi}_i} \int_{G_i} G_i$$

n p n: de pisos acima do tureno

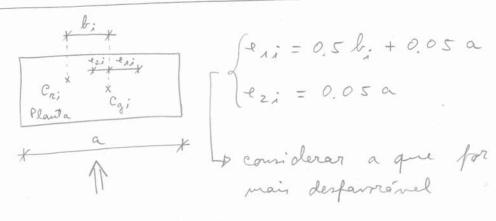
F => Planta Planta



6. + valor característis das cargas permanentes +
+ valor quase permanente das cargas variaveis

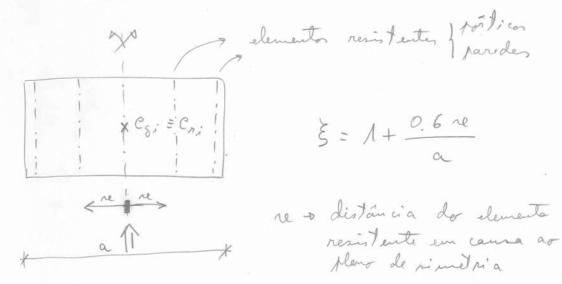
Valor quese formamente = 42 QK

Excentricidade mínima



Cgi + centro de massa do piro; Cri + centro de rigidez do piro;

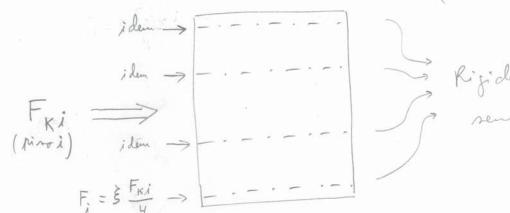
Estrutura similaica:

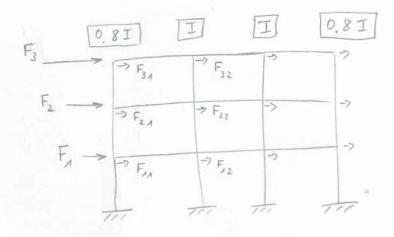


multiplicar os efectos das forças estáticas em cada elemento resistente por E

Prédimensionamento para accoés horizontais (101

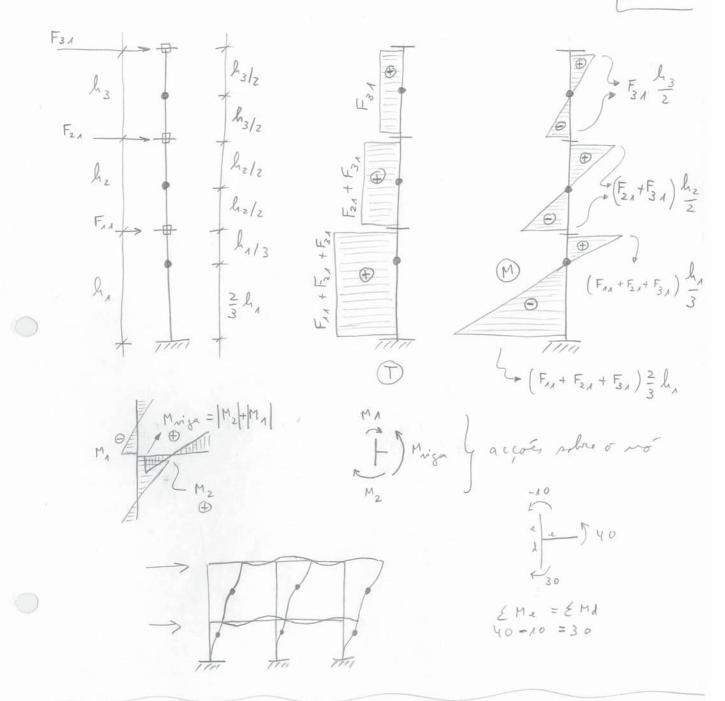
(Frentes)





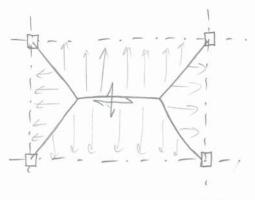
$$F_{11} = \frac{0.8 \text{ I}}{0.8 \text{ I} + \text{I} + \text{I} + 0.8 \text{I}} = \frac{0.8}{3.6} \cdot F_1 = \frac{4}{18} \cdot F_1$$

$$F_{12} = \frac{I}{3.6I} F_{1} = \frac{5}{18} F_{1}$$

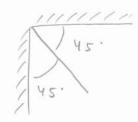


Calcular porticos para: $\begin{cases} 1.5(G+Q) \\ G+0.6Q+1.5E \end{cases}$

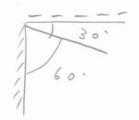
Garageus públicas => 42 = 0.6

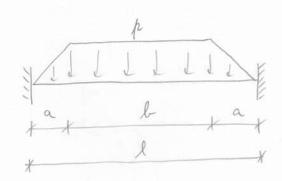








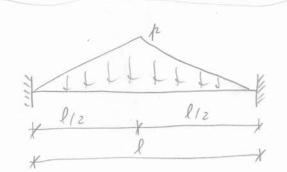




$$R_{e} = R_{d} = \frac{h}{2} (l-a)$$

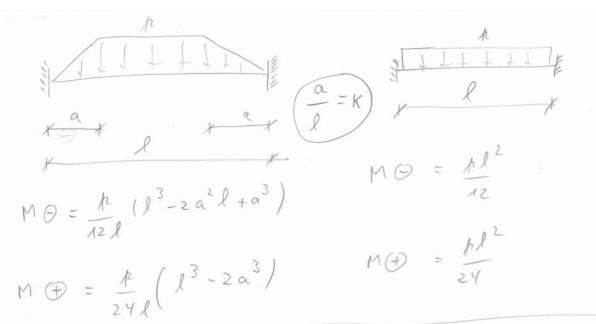
$$M_{e} = Md = \frac{h}{12l} (l^{3} - 2a^{2}l + a^{3})$$

$$M_{max}^{+} = \frac{h}{24l} (l^{3} - 2a^{3})$$



$$R_e = R_d = \frac{pl}{y}$$

$$M_{e} = Md = \frac{5 h l^{2}}{96}$$



$$\Lambda_{m} = \Lambda_{+} \left(\Lambda - 2 \kappa^{3} \right)$$

$$M = \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\frac{3}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

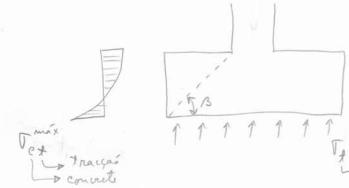
$$M = \frac{h^2}{8}$$

103 a)

$$h_{+}\left(\frac{1^{2}}{8}-\frac{a^{2}}{6}\right)=h_{+}\left(\frac{1}{8}-\frac{\kappa^{2}}{6}\right)=h_{+}\left(\frac{1}{8}-\frac{\kappa^{2}}{6}\right)=h_{+}=h_{+}\left(1-\frac{4}{5}\kappa^{2}\right)$$

		Valores de Pu/Pt				
$\kappa = \alpha/\ell$	10	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
H 9	1.00	0.98	0.93	0.85	0.74	0.63
# D	1.00	1.00	0.98	0.95	0.87	0.75
	1.00	0.99	0.95	0.88	0.79	0.67

-> Sapatas mão armadas



rem momento)

Blocos de fundaças

se hourer destiza/ *
(despezar en gerel)

Milodo de

Fröhlich

reser quando houver

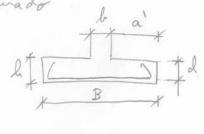
grandes excerdirills

Japalas de bélas armado

insidas

flexiveis Z life

reaccé de terrero mão é mifrane

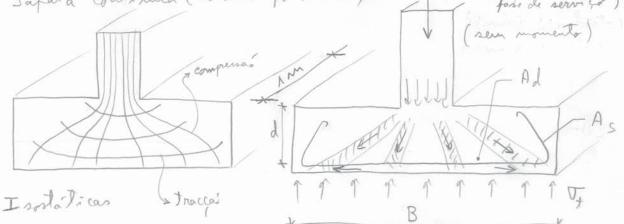


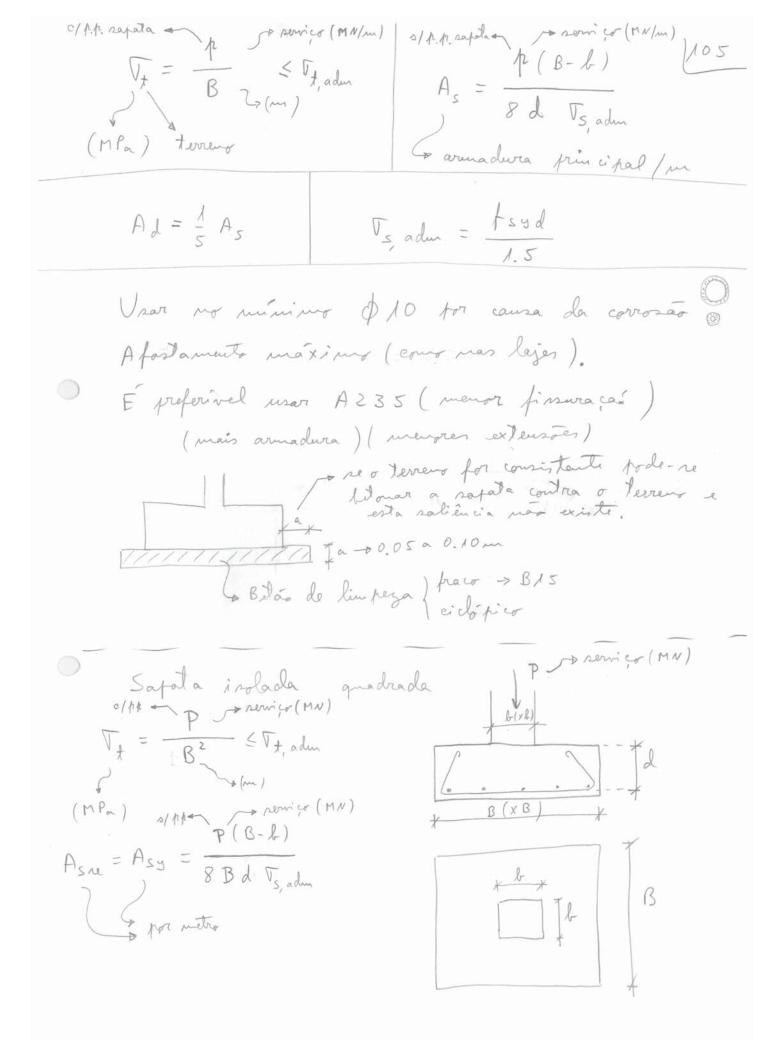
 $d \ge \frac{B - b}{4} = \frac{a'}{z}$ sapila risida

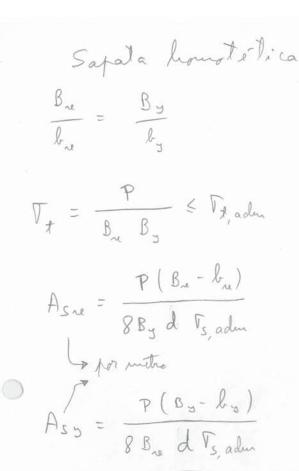
Cálculo de safatas risidas > Mitodo das bielas ou de Lebelle Safata continua (estado por metro)

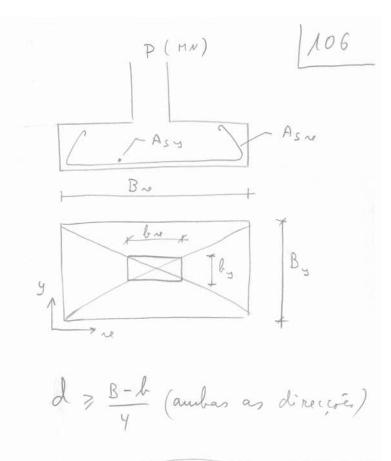
(quando mão ha momento)

(seus momento)



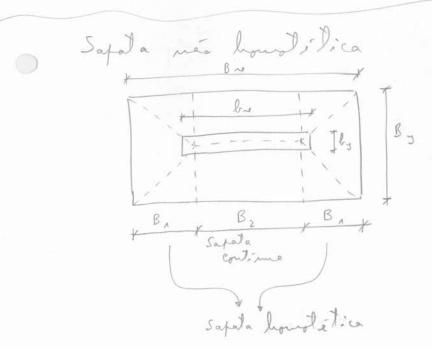


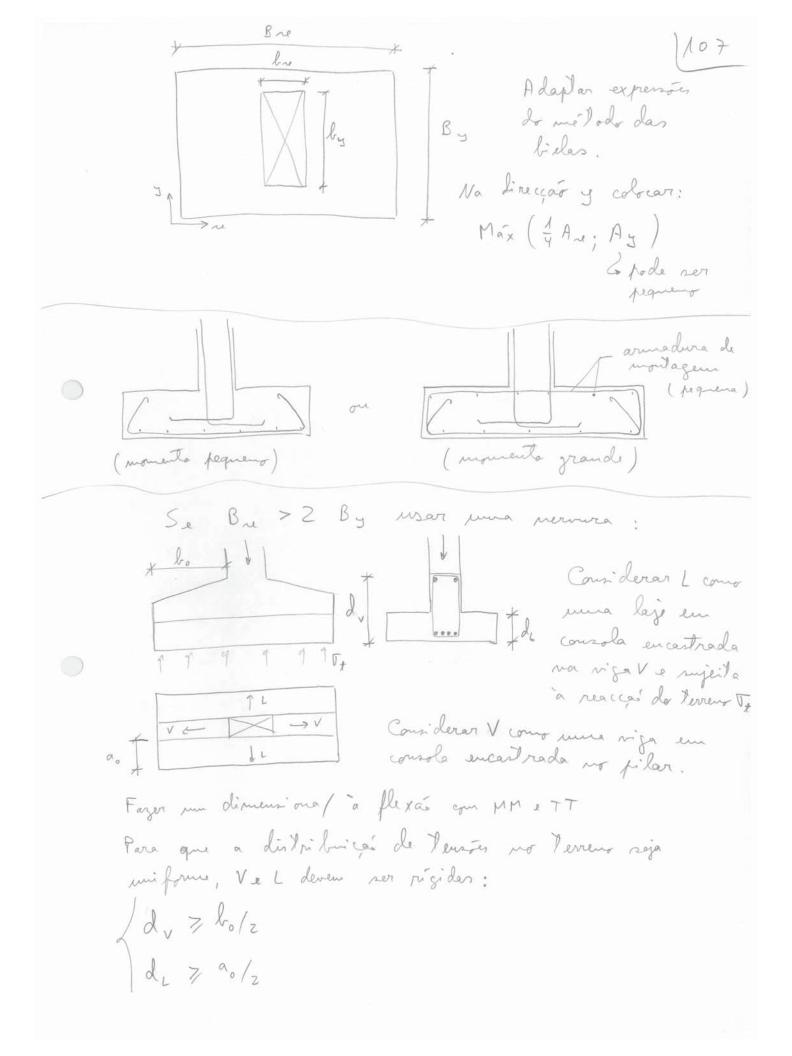


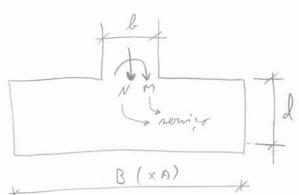


Valores económicos (habitnais) de d

B-b (d (B-b =) Za' (d (fara a direccas maior)

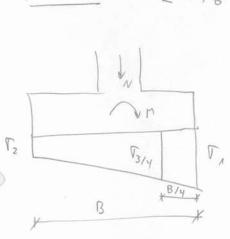






d 7 B-4

Normal / B > A



e & B/6 (resultante dentro do mideo centrel)

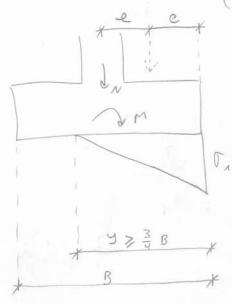
(safata l'oda compinida)

(resultante dentro do mideo centrel)

$$\overline{V}_{3/4} = \frac{N}{A \cdot B} - \frac{6M}{AB^2}$$
A, B (midros)

2: Carr e > B/6 (resultante fora do mideo (109 centra)

(só parte da sapada comprimida)



$$e = M/N$$

$$C = \frac{B}{2} - e$$

$$y = 3C \left(\frac{3}{4} \right)$$

$$N = \frac{1}{2} \nabla_{x} y A \Rightarrow \nabla_{x} = \frac{2N}{A \cdot y}$$

$$\nabla_{3/4} = \frac{3}{4} \nabla_{x} \leq \nabla_{4} \cdot \text{adm}$$

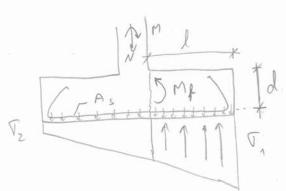
Calcula de arma duras:

Se
$$\overline{\Gamma}_1 - \overline{\Gamma}_2 \leq \overline{\Gamma}_{mid} \geq 7$$
 (for $\overline{\Gamma}_{mid} = \overline{\Gamma}_1 + \overline{\Gamma}_2$)

pode-re usar o milodo das bielas para uma carga p1 = A · B · T3/4

S. V. (3 V.

imaginar a rapala encastrada no filar e calcular a armadura para o nomento fleito Mf.



Na direcças perpendicular considerar uma tensa vo terrens constante = T3/4

Mf > momento fledor for metro (serviço) armadura por metro Ex: (para Tt = coust) $M_{t} = \frac{T_{t} l^{2}}{2} - \frac{0.024 h l^{2}}{2}$ (inclui reaccai ao f.f.(indin reacca's as p.fr.) Corte en vija large $7 \leq 2$ $\left(1 = \frac{B - b}{z}\right)$ TTT+ (B25=) 3, = 0.65 MPa) - service (c/ t.p.) u=2b,+2b,+Td Ded = 1.5 P remiço (sem pp sapala) [] Ils (descontar årea sob o come) DRd = 78, d considerar punçoa/excentriç -Sapala risida tem ponce probabili" de l'er problèmes de punçon/ e corte em v.l.

o momento atmar sempe no sentido feroránel.

Derem-se procurer dimensois que conduzam a uma lensois uniforme no terrero para a combinação mais frequente.

Calcular armaduras com os momentos flectores rupondo as abas encastradas no pilar.

Se M=0 e o pilor estirer encolado à meaçes: (caso mais vulgar).

A

s mé relucas

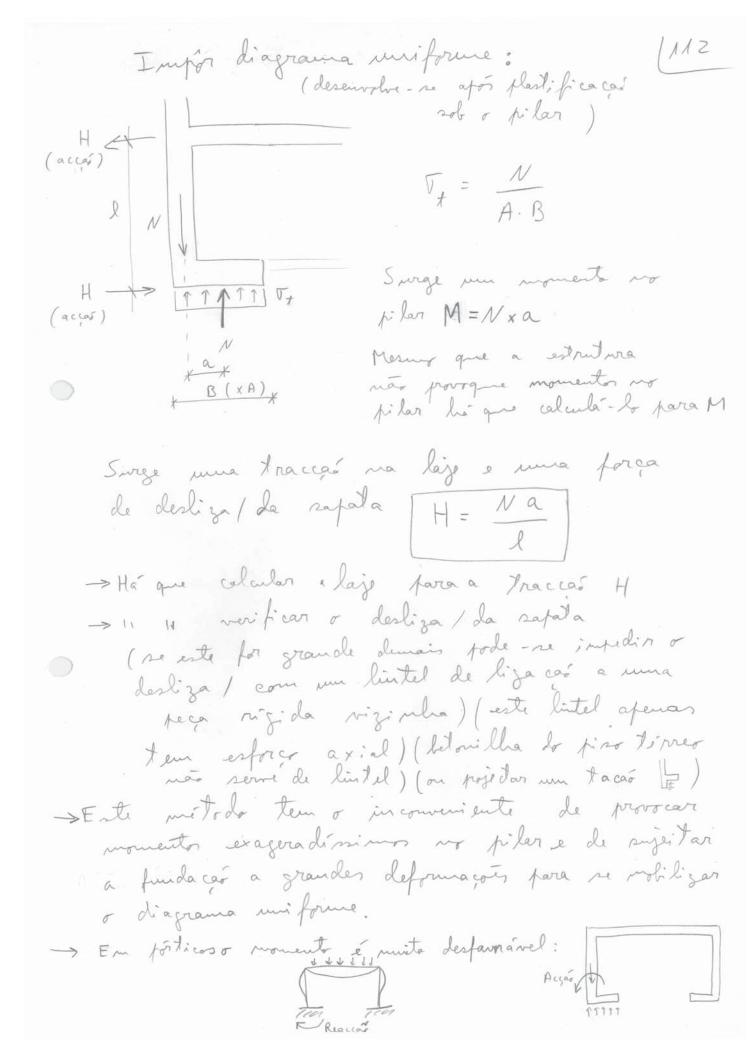
s a dimensão A tem de ser

muito grande e a sapala

deixa de ser rigida e equómica

s mão adiante a sapala ter

mua dimensão B maior que 3.a



Viga de equilíbrio (melhor solução) Vi ja de equilibrio $N_1 + N_2 = R_1 + R_2$ R, l = N, (l+b-a) armadura de S - amadura de S,

(ma direcças da viga a amadura da visa resiste ao momento > colocar armadura de distribuiças),

Promor um diagrams de Ty miforme

 $\begin{array}{c|c}
\uparrow \downarrow \\
\hline
\checkmark & \\
\hline
\checkmark & \\
\hline
\checkmark & \\
\hline$ THY TH TY 1 (F)

Sem permira
(sapida vinica)

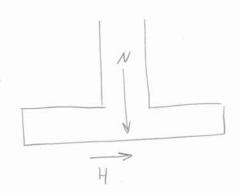
Vori ficar o corte em

niza larga e o

pur coamento

Pode - re admitir um di agrama trafesoidal se a safata for rigida e o sofo deforminal.

Verificação do destigamento



18B = H

& patrito interno (tura-Tura)

Y = = 3 4 + al nito bilas -

 $F + 8B \le + 84$ (F = 1.5)

service H & N +8 4

Se mão se verificar a segurança ao destizal:

-> projedar um lintel

-> projedar um lacas

-> mas adiante ammenter as dimensoes porque or angulo B é pratica (constante (N'annerta ligital devido ao annento do p.p. sapata)

-> mão contar com impulsos parsivos [] a mão ser que heja garantia de o tureno ser unito bou; a betonegen ser feila contra o terreno e o terreno munca ser removido durante Toda a vida da estrutura (caso dos blocos

-> noto contar com a betouille do piro tirres porque não la garantia de esta ter resistencia suficiente a aistir durante toda a vida da arm tur tra

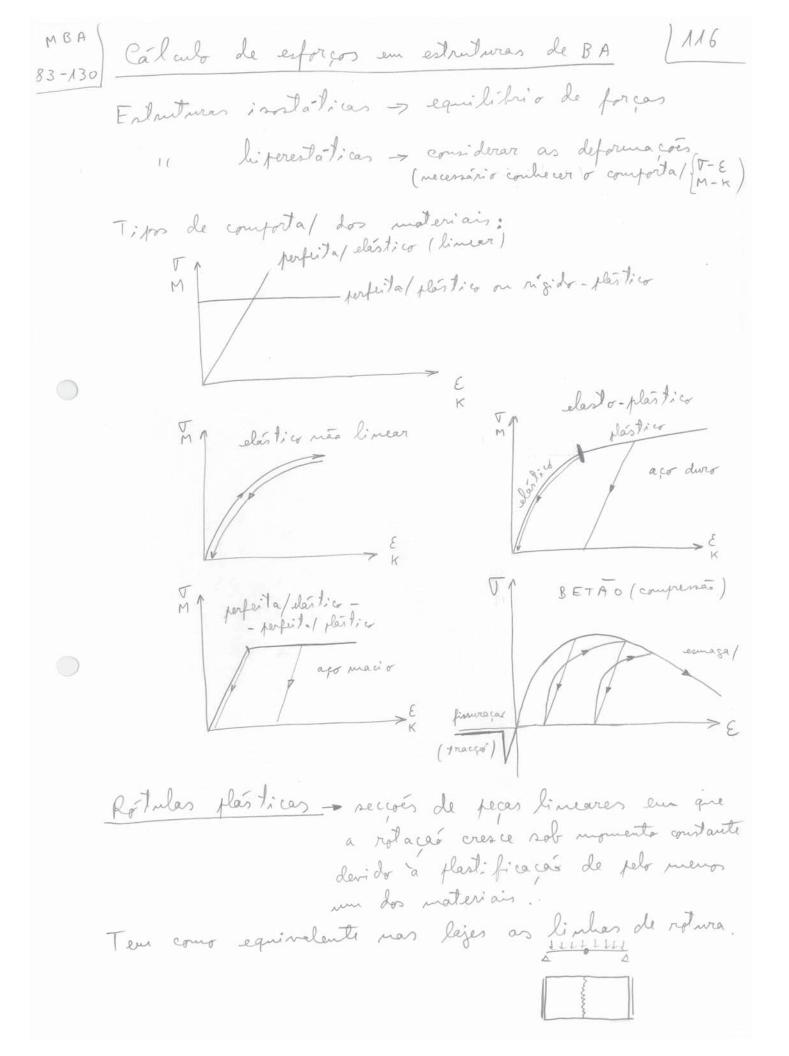
$$\begin{cases} e_{\infty} = M_{\infty}/N \\ e_{\beta} = M_{\beta}/N \end{cases}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\frac{B_{n}}{2}}} = \frac{N}{\sqrt{\frac{B_{n}}{2}}} = \frac{N}{\sqrt{\frac{B_{n}}{2}}}$$

$$\nabla_{t} = \frac{N}{\beta_{0}' \beta_{0}'} \leq \nabla_{t,adm}$$

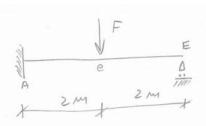
supondo cargo miforme em Poda a sapala = T,

$$T_{t} = \frac{N}{B_{x}B_{y}} \pm \frac{6M_{x}}{B_{x}B_{y}^{2}} \pm \frac{6M_{y}}{B_{x}^{2}B_{y}} + \frac{6M_{y}}{B_{x}^{2}B_{y}} \leq T_{t,adm}$$



Calarlo plantico Admite-se o require comportamento: Mp Rigido plantico Terema estation: A verdadeira rolicitação de rotura é a maior des solicitações que correspondem a un diagrama de nomentos estatica/ adminiment (verifica as equações de equilibrio e a condição M & M p em 1 o dos os pontos da est rutura) Verificação da solução: diagrama de motos final tem de provocar um mecanismo de rotura. Terrema cinematico: A verdadeine solicitaças de rdura é a menor das solicitações que se todem obter dispondo rotalas planticas em locais arbitrarios da estrutura e calculando a rolicitação que Corresponde ar mecanismo assim oriado. Verificação da solução: diagrama de motofinal ten de ser estatica/ admissivel. Terema da micidade: A major solicitação do terema estatico é igual à memor ralicitação do terma einema li co di mensional: La Cinemation La No Unividade A A Entatica define a posição define o diagrama de promentos estatica/ da ritula admi mineis





Calcular o (118 volor de F que conduz à ruina

- Milodo estatico:

$$\left(\leq M_B^{ol} \right) = 7 R_D = \frac{F + M_B}{3}$$
 $M_e = \frac{2}{3} \left(F + M_B \right)$

$$M_e = \frac{2}{3} (F + M_B)$$

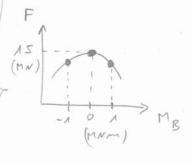
$$n_A = -\frac{2}{3}(F - 2n_B)$$

$$M_B = -1 =$$
 $M_C = \frac{2}{3}(F-1) = 10 = 7 = 16$
 $M_A = -\frac{2}{3}(F+2) = -10 =)(F = 13)$

$$M_B = 0 \Rightarrow \begin{cases} n_e = \frac{2}{3}F = 10 \Rightarrow F = 15 \\ M_A = -\frac{2}{3}F = -10 \Rightarrow F = 15 \end{cases}$$

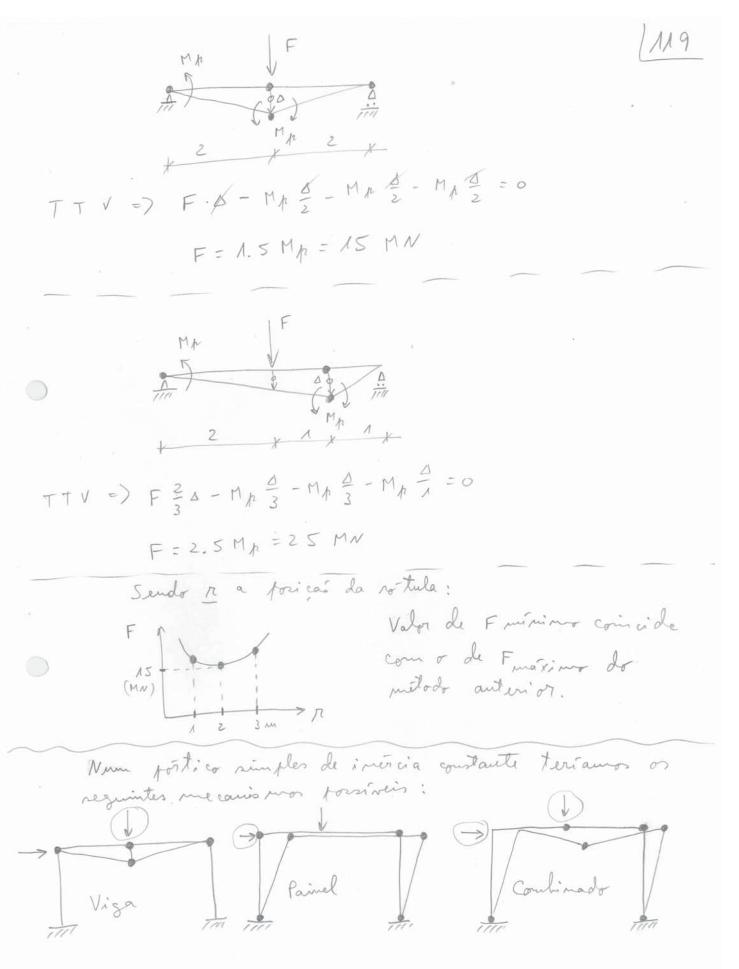
$$M_{B} = 1 \Rightarrow M_{e} = \frac{2}{3}(F+1) = 10 \Rightarrow F=14$$

$$M_{A} = -\frac{2}{3}(F-2) = -10 \Rightarrow F \Rightarrow 47$$



- Método cinematico:

$$\frac{1}{4}$$



- Para as cargas de service, o estudo limear elastico é satisfatorio.
- Na rotura es mas linearidades tornam-se importantes.

 Scalculo linear elestico resultados pelo lado da segurança
 Calculo plastico (a rotura) " " " " insegurança
- plastis se après plastificaças des secções existirem grandes paramares de cedência.
- Para que iste aconteça as secções devem estar armades com aço mació e a rotura deve dar-ne pelo aço.
- La rotura for tels bitas a capacidede de rolação da rotula plastica e pequena porque ocorre o esmaga/ do betas com perda definitima da sua resistência (é desferoirel mua % alta de annadura e um N de comp.)
- A existência de grandes %'s de armadura de comp. favorece a rolpera pela armadura de tracças.
 - No calculo plant; co a distribuiçai final dos esforços deve ser semelhante a do calculo elantico, para que não hejam grandes redistribuições incompativeis com a limitada capacill de volação dos notules plantices.
 - Estudos bastante rigorosos que entraram em limba de conta com todos estes parâmetros, formitiram chegar aos cofficientes de redistribuição do REBAP que são utilizados na prática do pojeto.

→ Se só existin uma combinação mão é (121 económico fazor grandes redistribuições.

- Redistribuição vole a pena se pouparmos armadura malgumas secções sem agravar as outras, devido à existencia de outras combinações.

- Grandes redistribuições forçades valum a pena em lajes pré fabricadas forque estas resistem bem a mis/s (há que evitar a fendilhaçai exagerada o nos afoirs)

ART49 Estrutures reticuladas

Fazer calous linear clastics

Se l'e 520 e pilores dispensados de verificação à en curvadura, multiplicar. Marix 107 5 a d

B[15,40] => 8 > 0.44 + 1.25 =

B[45,55] => 8 7 0.56 +1.25 mg

No fixos => 0.75 5 8 5 1

No moreis => 0.90 € 8 € 1

Ajustar restautes esforços de modo a resteitar as eque-ções de equilibrio estático.

Em grelhes, estrutiones estaciais e sempre que lejam mes barras torções de matureya hiperestativa dere ne redruja significativa/ a rigidez à Vorção, devido a fendilliação do bidoo. (10%)

ART 50 Lajes

Fazer calculo linear elastico



Pode-re aumentar ou d'uni mis momentes vos afoir no máximo 25%. Reajuster restantes momentos para haver equilibrio

Método das limbas de rotura (lejes)

- Aflicação do metodo cinemático as lajes.

-Dà cour carga de volvra valores y aos reais.

-Há que analisar exaustina/todas as lifoteses de mecanismos de rotura.

- Em vez de notrelas planticas existem linhas de rotura - sas linhes redas em que o momento à d'mante /m atingin o mo/ de plastificação / m

mp está sujeito as mesmas condições que mos porticos

Exemplo:

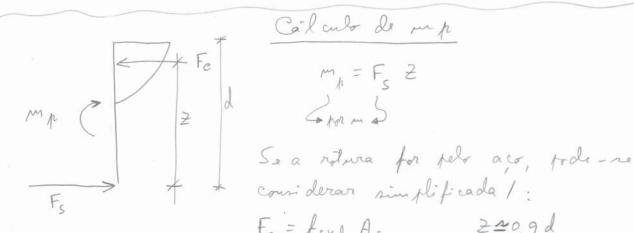
THHHHHHH y liz mp lizy

risido - plantico

on 2 = 2;

 $m_{\Lambda} = \frac{1}{8}$

- Enforço transverso e punçoa / têm de ser verificados pelos processos habituais



(de calculo) of MNM/m MN/m MN/m = MPa

Limba de rotura mão 1 à armadura { m (MNm/m)

$$\frac{1}{2} \log d = \frac{1}{2} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{2} \sum$$

$$m_L = \frac{M_{\perp} \cos x}{l \cos x} \Rightarrow M_L = M_{\perp} \cos^2 x$$

$$m_{+} = \frac{M_{p} sen \alpha}{l cor \alpha} = \sum_{m_{+}} m_{p} sen \alpha cor \alpha$$

X: linha de volura -> linha L'a armadura

m = mp, co 2 x, + m p co 2 x + ...

Se existin armadura em 2 direcções L's: $m_1 = m_{p_1} \cos^2 x + m_{p_2} \cos^2 (x + \frac{\pi}{2})$ $m_{p_3} \cos^2 x + m_{p_4} \cos^2 (x + \frac{\pi}{2})$

 $M_{L} = M_{p_{1}} \cos^{2} x + M_{p_{2}} \cos^{2} \left(x + \frac{T}{2}\right)$

 $m_L = m_{p,1} co^2 x + m_{p,2} seu^2 x$ Em lejes iso'tropas: $m_{p,1} = m_{p,2} = m_p = \sum_{m_L} m_p (seu^2 x + cos^2 x) = m_p$

Os esforços transversos e momento torrores existentes ao longo da linha de retura sar substituidos per extremils de linha de roture L's as plano da leje.

Objectivos Calcular o mp mínimo conhecido a solicitação

Mitodos (1) equilibrio estativo de cada painel entre linhas de rotura a ajois 2) TTV aplicado ao mecanismo de rotura

No metodo 1) intervieur recenaria/ as forças rodais 11 11 2/ o sen trabalho e mulo

É preferivel usar o método 21 porque mão se torna necessario calcular o valor des forças modais.

Se a leje tiver afenas um mecanismo de rotura basta aflicar o TTV a esse mecanismo.

Se o precenis mo de rotura for indeterminado à partida, escolhem-se q parâmetros recesarios à pua definição. Seguida/, pelo TTV, calcula-re a carga última Pou o mp em função desses parâmetros. Para conhecer o verdadeiro valor dos parâmetros e atendendo ao terrema cinematico:

 $\frac{\partial P}{\partial n_i} = 0$ ou $\frac{\partial m_{\mu}}{\partial n_i} = 0 \qquad (i = 1 \dots q)$

A B 45.7. B

eixos de rotaças com cidem com os apoios limetares, e parsam pelos apoios portuais; a limba de rotura dentre 2 paimeis parsa pela intersecças dos reus eixos de rotação.

Atendendo a simetria basta conhecer se para o me canis no ficar definido.

TTV => 3, =3;

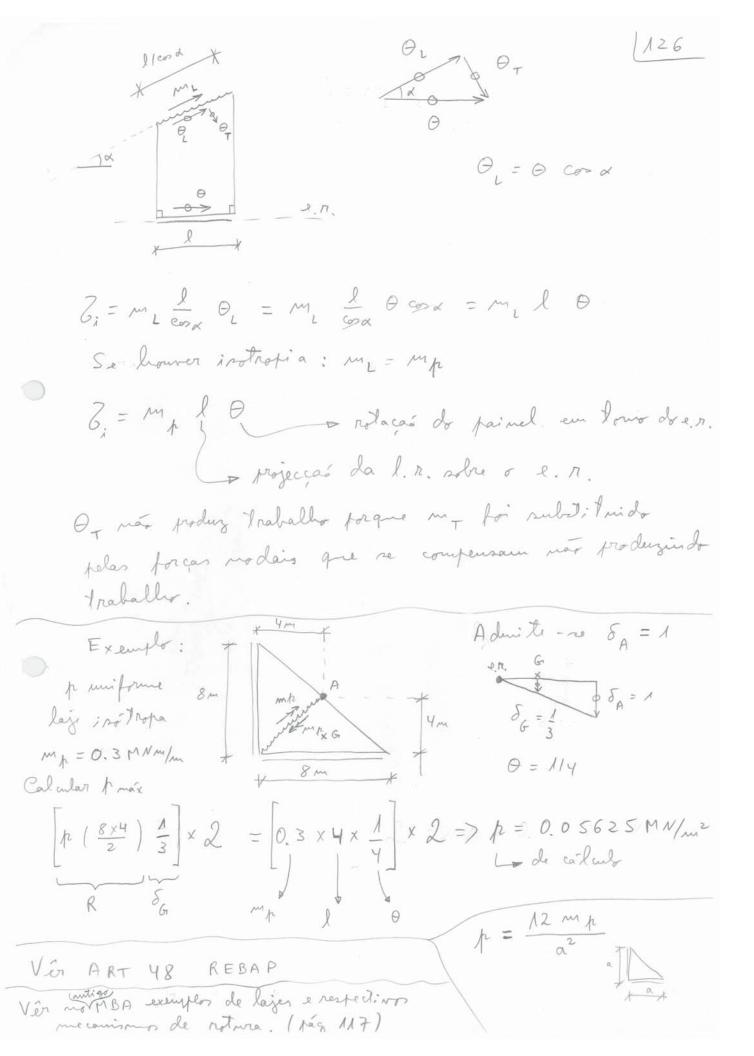
 $\frac{Z}{Z} \iint h \, \delta(x, y) \, dx \, dy + \underbrace{Z}_{j=1} F_{j} \, \delta_{j} = \underbrace{Z}_{m_{j} \times k} \, k \, \theta_{k}$ $R_{j} \, \delta_{G_{j}}$

resultante des desloca/ do centro de carges distribuides gravi// do painel (se no painel prome)

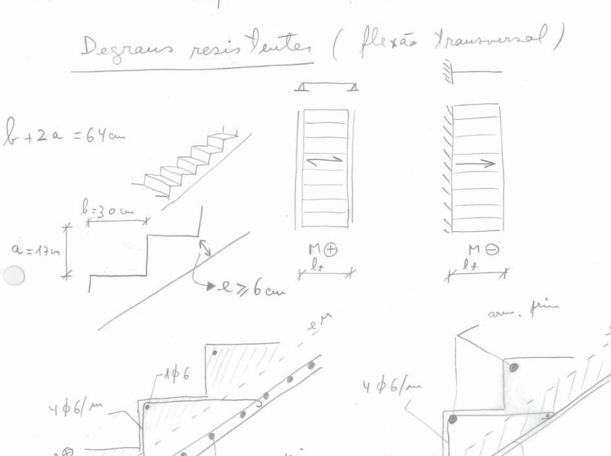
MpD minuro de paineis rigidos entre linhas de rotura e apoios

> MFD minurer de forças concen Yradas

Me de mimor de limber de rotura



Ver sebenta de Prof. Sarmento 108's 230-240

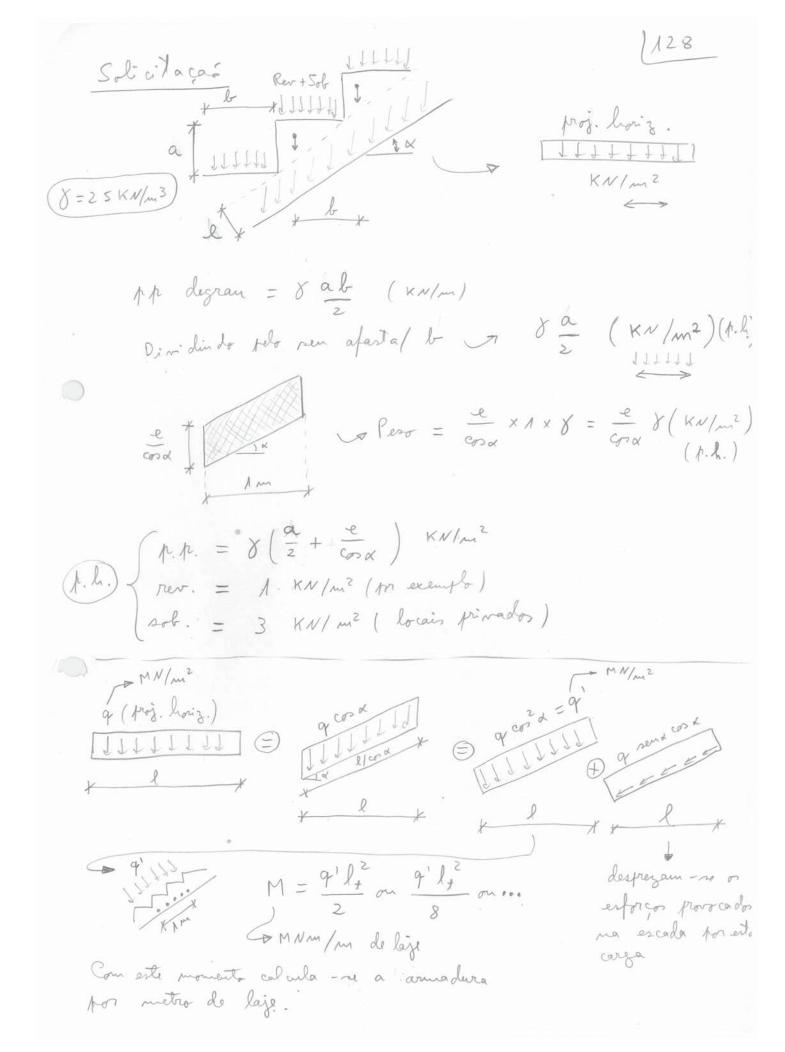


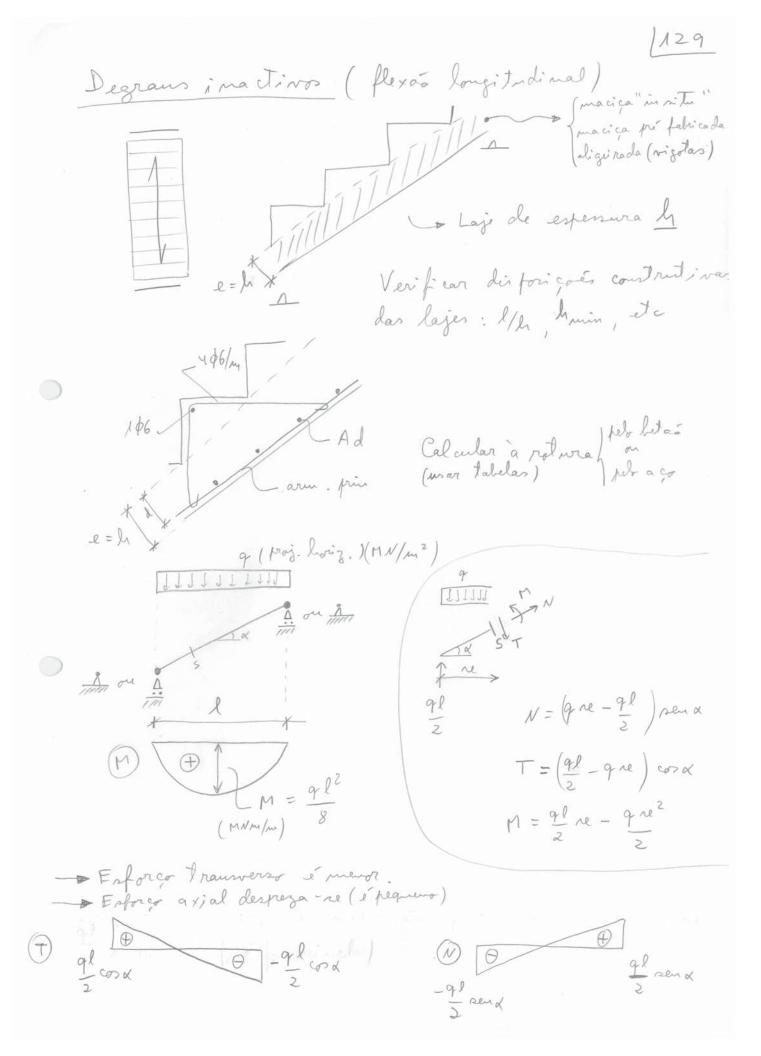
Verificer as disposições construtiones des lajes.

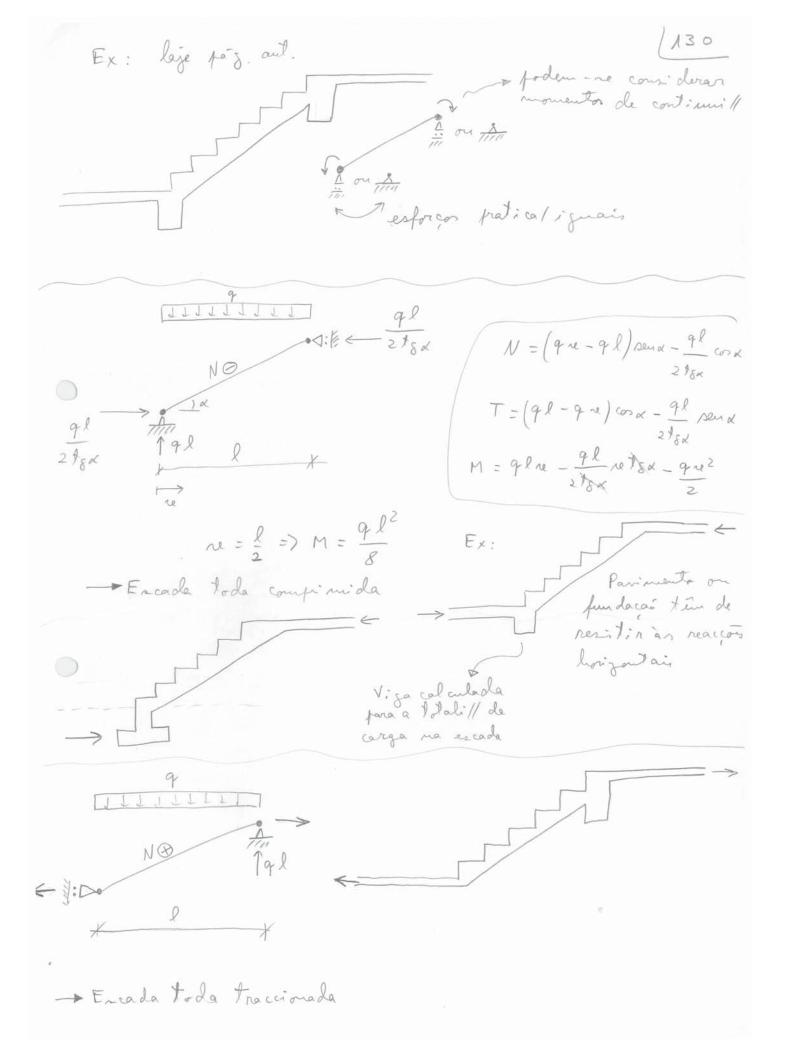
Para as dimensées habituais de escadas, o betao existente é suficiente havendo portante notura pelo aço.

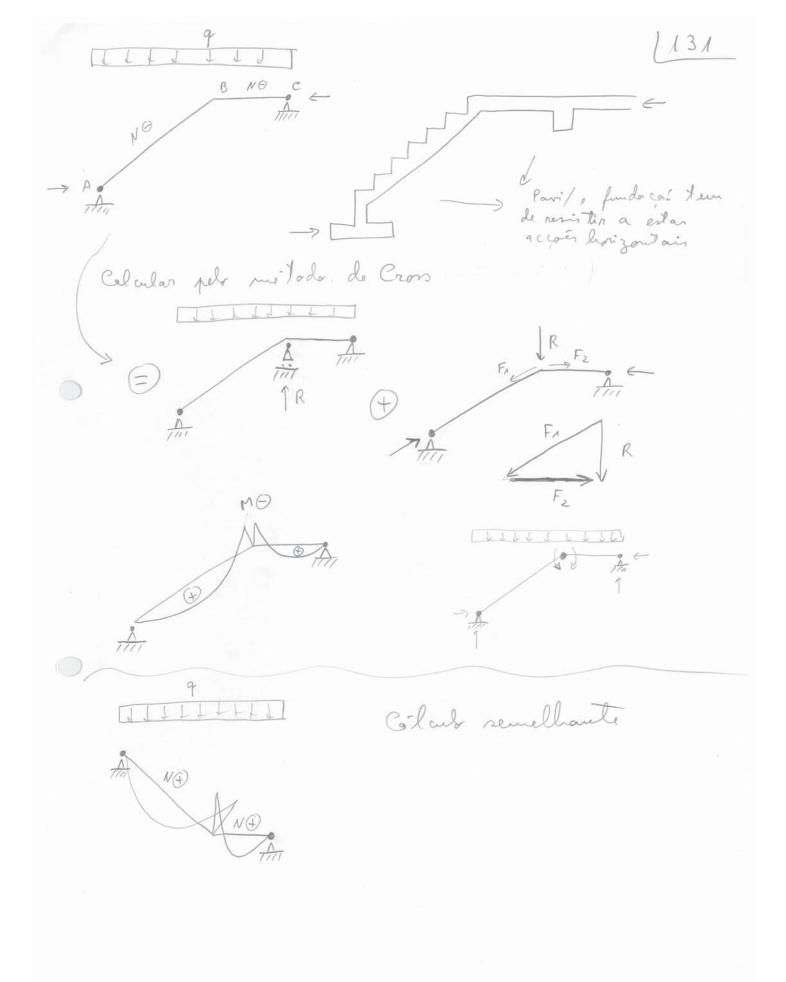
$$F_s = \frac{M}{2}$$

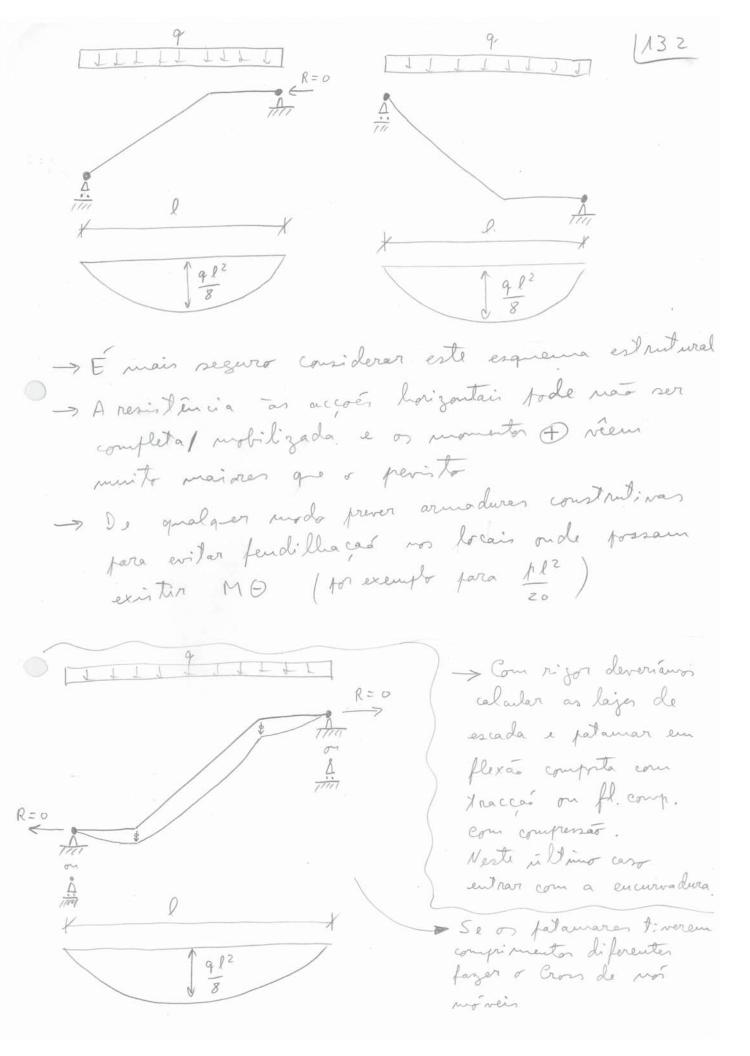
Se houver sperige de esmage/de bélés (grandes vões on cargas) fazer o cál uls orgânis da secços (com o bloss de tensor retangular no caso do M 1)

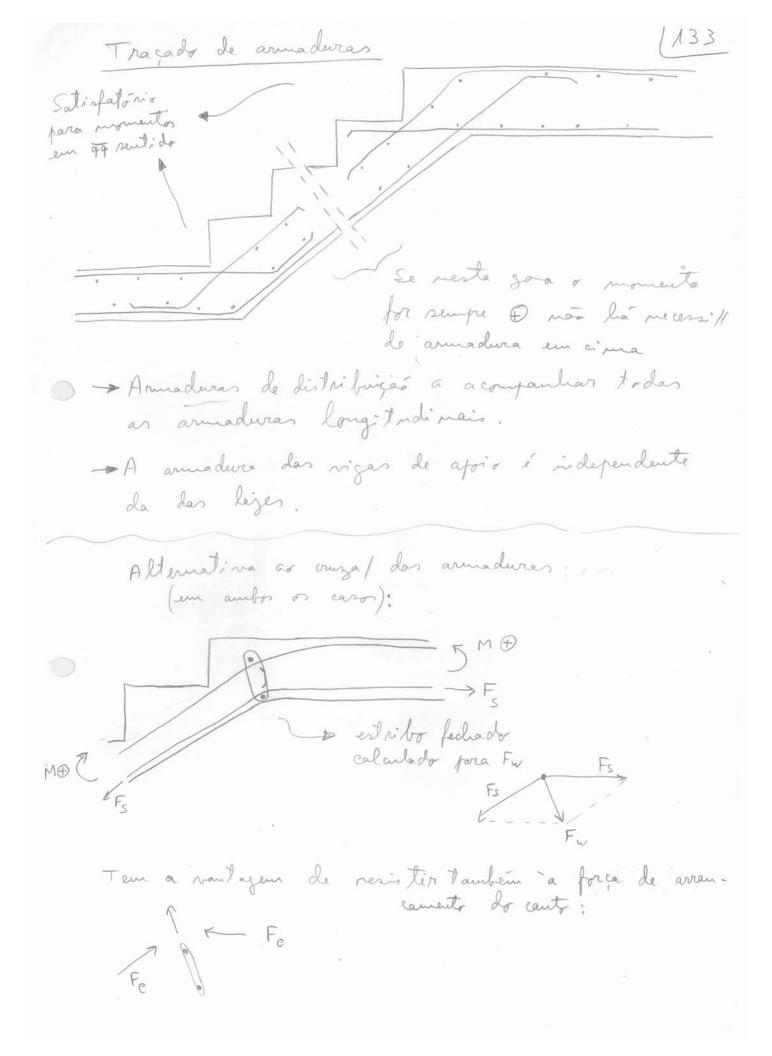


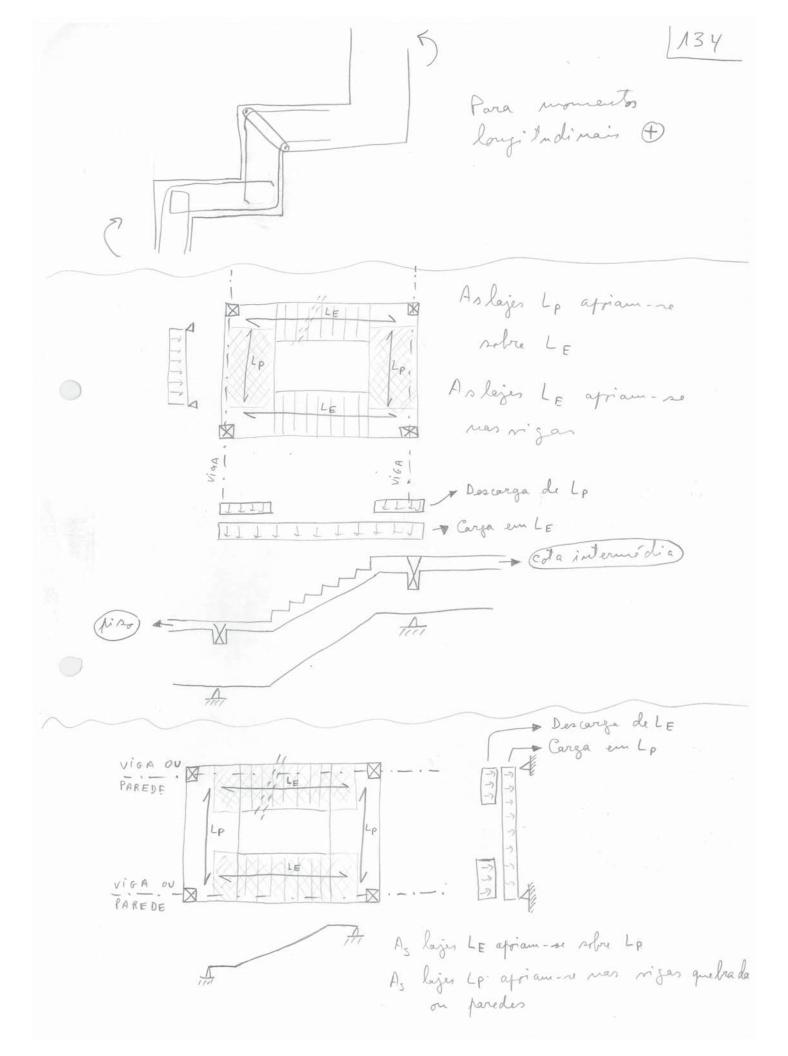






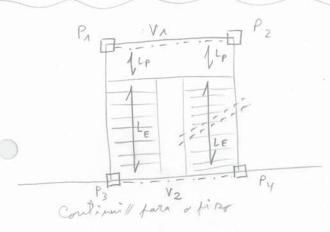


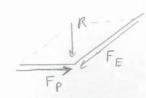




→ Estas soluções também podem ser usades caso hajam paredes resistentes.

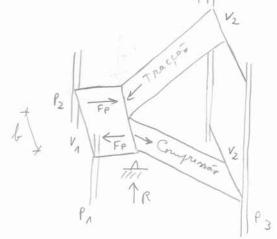
→ Se mår se prever flexa transversal de leje LE deve-se desliga-la da parede lateral.







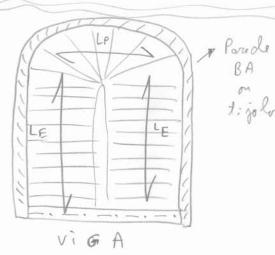
A providando os esforços de membrana mas lajes:



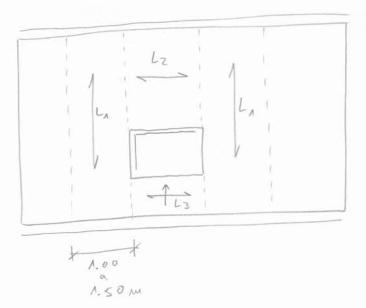
→ Accas mes lejes vai queso toda para as vijes V2.

mais elaborado fodiamos até dispensar P, e P,

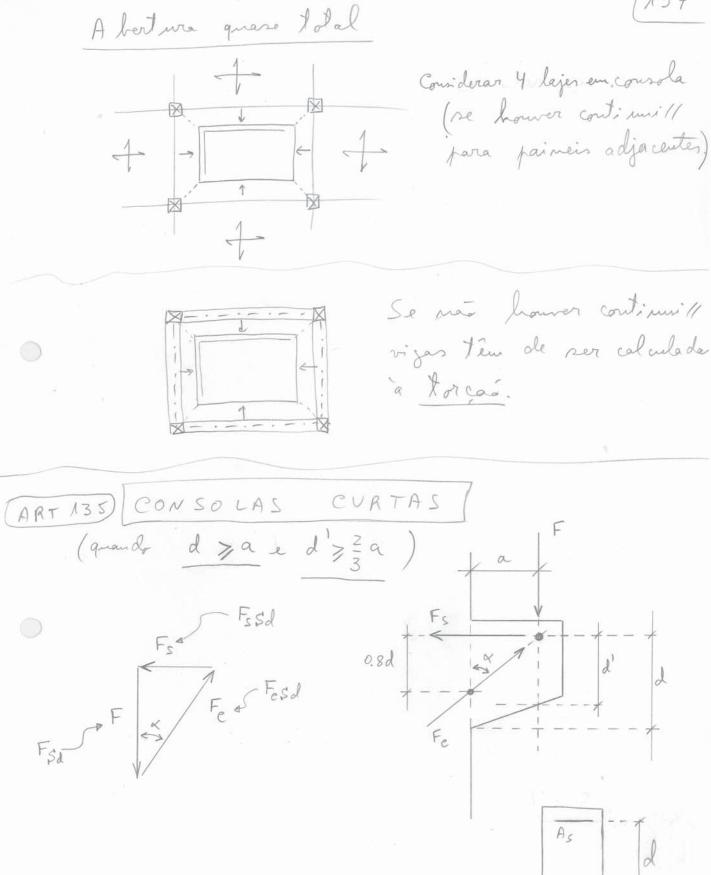
No polamas actua um momento no sen plano = F. b



Abortura grande (dimenso, > 1/5)



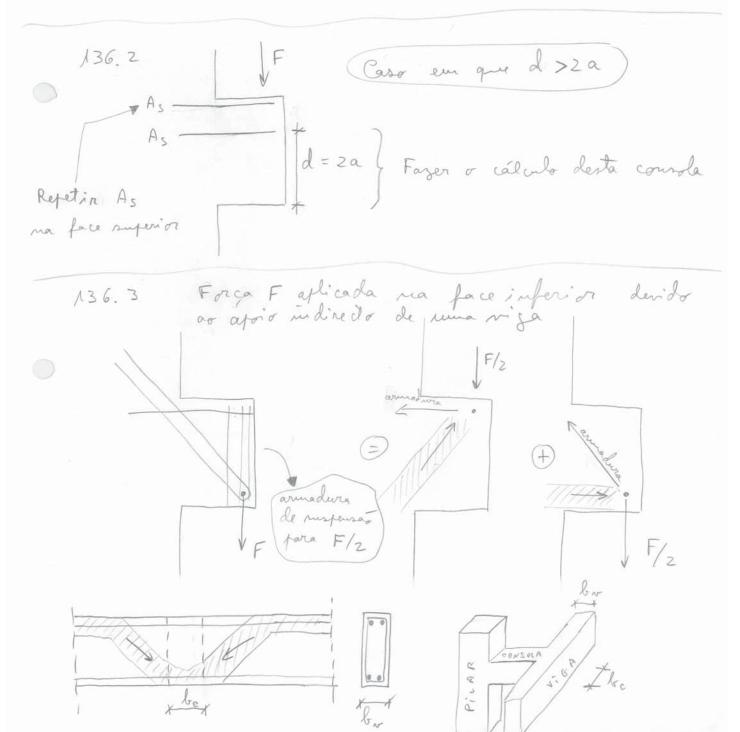
- Lz afria-re em L, - L3 apria - so em 3 bordos. - Em Lz mai vale a pena considerar aprir mr 3: bordo -Ly é mua faixa de laje ou vija embehida, que alem da cerga proprio recebe accoès de Lz . L 3

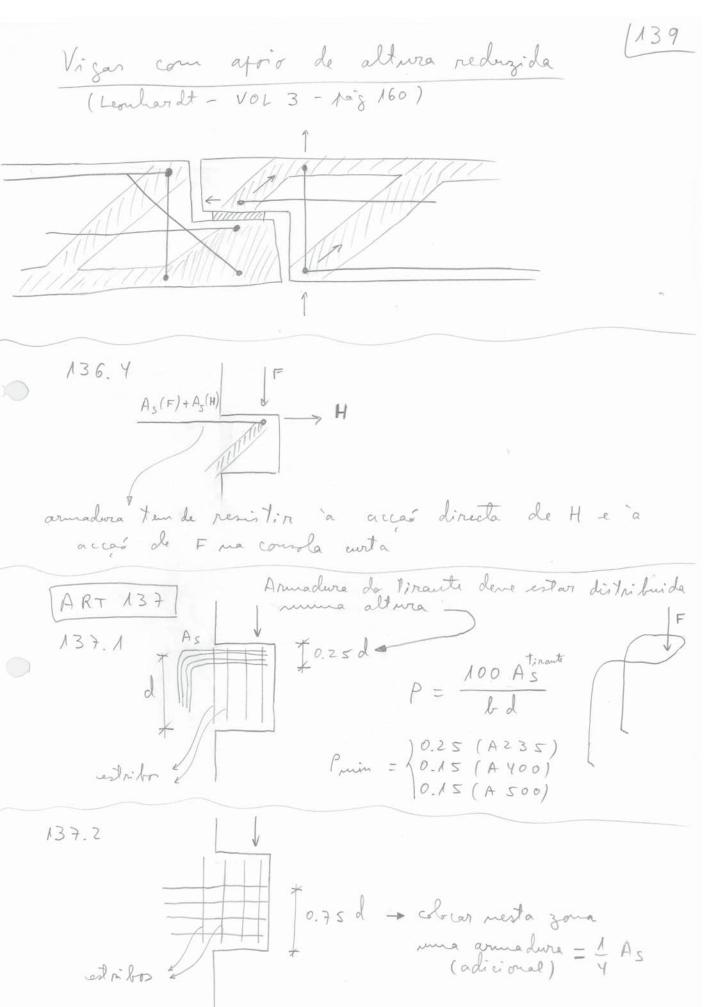


[ART 136]

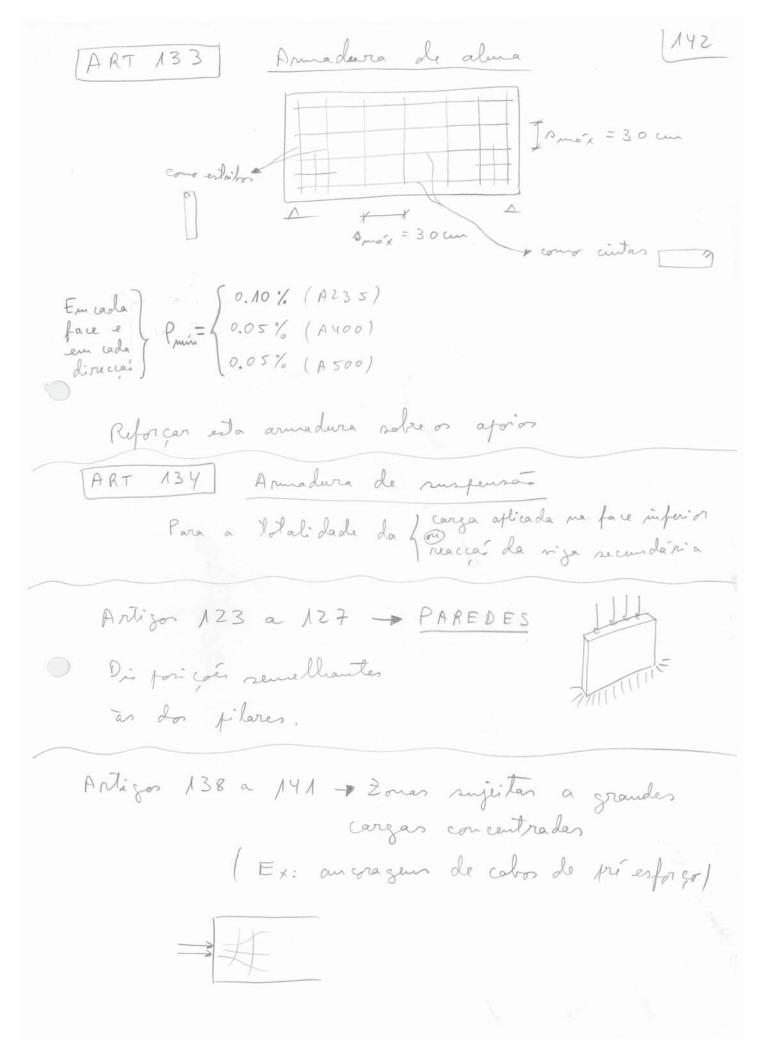
Armadora horizontal
do linante - As = Ford
ford

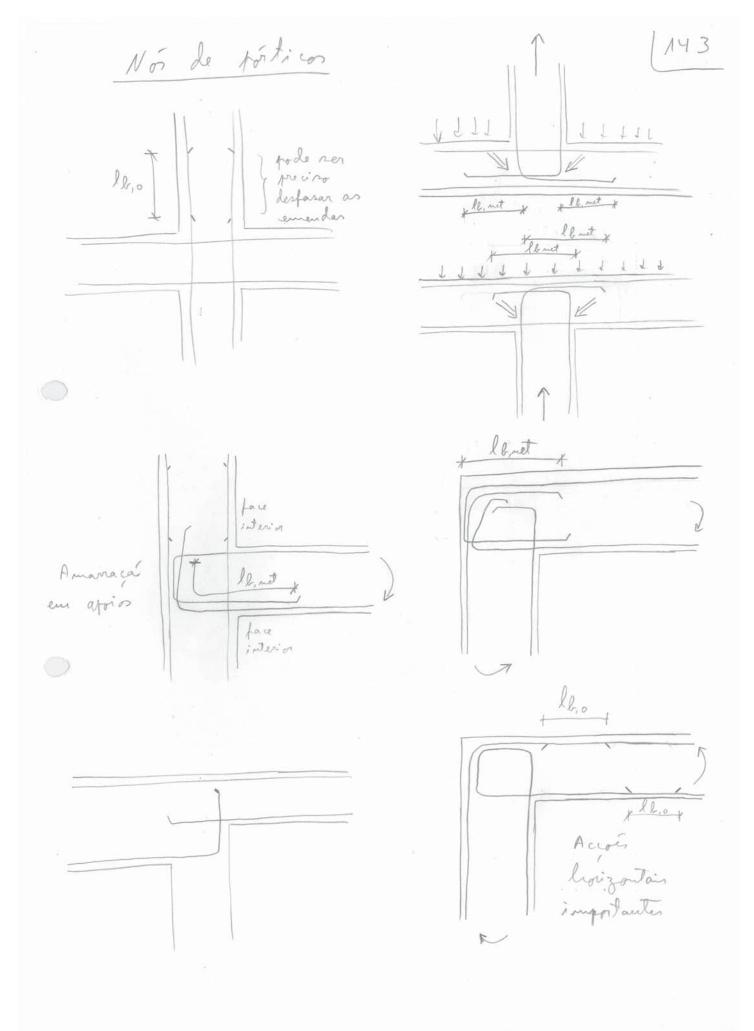
Fosd $\leq \frac{1}{2} z_2 b d$ vier est. Yran.





VIGAS - PAREDE l=V_T > var teo'n'co V_L > var line 2.0 vijas simples/ apriadas Consideram-re
riges paredes
semple que: $\frac{V_{+}}{l_{1}}$ < 3.0 11 11 (11; intermédios)
1.0 vijas em consola ART 129] $V_{T} = minimer h 1.15 V_{L}$ b 7 10 cm 130) Calcula da armadura principal As = Msd Frad Z Z - braço do binário (definido no artigo em funcas do tipo de vigo, l o lí) Em rijas esteltas (le pequeno) la que usar montantes de rigidez principal/ sobre os aprios para evitar problemas de instabilidade. Para evitar o bambea/ deve-se veificar { l/b <60 on 25





Art 20 - Zonemento do território

Zona A - Ando menos o que pertence (regiões normais) à zona B

Zone B - (faira costeira com 5 Km de largura aliterativo a 600 m Açones e madeira exportas)

Art 21 - Rugosidade do mos

Rugoridade de lite I -> interior de zones urbanas (alta =) accas do vento menos)

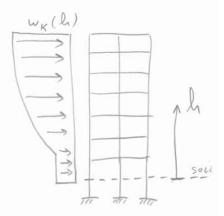
Rugoridade de li po II - zonas rurais e periferia (baixa =) accas do rento maios) de zonas surbanas

Art 24 - Pressão dinâmica do vento WK (KN/m²) -> defende da altura

Ver Fig 1 para a Zona A (rugoridades tipo I . II)

WK (3000 B) = 1.2 WK (3000 A)

24.3 -> valores de 4. 4, e 42 (0.4 on 0.6)(0.2) (0.0)



Coeficientes de forma (coeficientes de pressão Ep)

penos nomal prenos dinamica do vento (valo cara terístico) (KN/m²)

(volgo cara deristico)
(KN/m²)

F = SywA

força exercida elemento (m²)

(valor caraderistic)

(XN/m²) 22222

Vento pode admar em qualquer direcció (considerar 2 direccois principais ortogonais)

(aflica-re a elementos isolados)

Spe (coeficiente de pressa exterior)

[146]

Spe (defende da forma da estrutura e da direccó do rento)

Spi (coeficiente de pressa interior)

(depende da permeabilidade da estrutura rela
li namente a direccó em que sofra o mento) Valores definidos no Amexo I em função de iminueros parâmedros No auligo regulamento:
(X<15.):
0.8

2 (±0.3) =>0.5

Accas da neve RSA

Art 26 - Considerar a neve ró nalguns concelhos e só quando a altitude for 7,200 m

Art 27 - SK = M: Sok coeficiente de forma (Amero II, Carga distribuida em proj. horiz. (KN/m²)

> Sox = 1 (h-50)
>
> Jo local
>
> altitude Vem metros arredondada as centeres

 $27.2 \rightarrow \Psi_{0}, \Psi_{1} = \Psi_{2}$ (0.6) (0.3) (0.0)

Maros de suporte Verificação da estabilidade Equilibrio exterior { destizamento Resistência interior - calculo organico das secços BA p=KaS p= Ka & G Muros tim de ser drenados