FMJtool © v.2019 - Mário Marcelo Lemes Duarte

VERIFICAÇÃO DO ESTADO LIMITE DE SERVIÇO DE DEFORMAÇÃO - ELS-DEF - NBR 6118:2014

CONCRETO				
f_{ck}	**25**	MPa		resistência característica à compressão do concreto
f_{ctm}	2,565	MPa	$SE(f_{ck}<=50;0,3f_{ck}^{2/3};2,12\cdot LN(1+0,11f_{ck}))$	resistência média à tração do concreto
α	**1,5**		1,2(seção T ou duplo T);1,3(seção I ou T invertido);1,5(seção retangular)	parâmetro α
f_{ct}	2,565	MPa	f_{ctm}	resistência à tração direta do concreto
E_{ci}	28	GPa	$SE(f_{ck}<=50;5600RAIZ(f_{ck});21500(f_{ck}/10+1,25)^{1/3})/1000$	módulo de deformação tangente inicial do concreto
α_i	0,863		$MÍNIMO(0,8+0,2f_{ck}/80;1)$	parâmetro α_i
E_{cs}	24	GPa	$ARRED(\alpha_i E_{ci};0)$	módulo de deformação secante do concreto
AÇO				
f_{yk}	**500**	MPa		resistência característica de escoamento do aço
E_s	210	GPa		módulo de elasticidade do aço
α_e	8,75		E_s/E_{cs}	razão E_s/E_{cs}
SEÇÃO TRANSVERSAL				
b	**14**	cm		largura da seção
h	**60**	cm		altura da seção
d''	**5,0**	cm		distância entre o eixo da armadura de tração e a face mais tracionada da seção
d'	**5,0**	cm		distância entre o eixo da armadura de compressão e a face mais comprimida da seção
d	55	cm		altura útil da seção
ARMADURA LONGITUDINAL DE TRAÇÃO E DE COMPRESSÃO				
A_s	**2,00**	cm^2		área de aço da armadura longitudinal de tração
ρ	0,259%		$A_s/(bd)$	taxa geométrica de armadura tracionada
A_s'	**0,00**	cm^2		área de aço da armadura longitudinal de compressão
ρ'	0,000%		$A'_s/(bd)$	taxa geométrica de armadura comprimida
MOMENTO FLETOR QUASE PERMANENTE E MOMENTO DE FISSURAÇÃO				
M_{QP}	**32,83**	kNm		momento fletor para combinação quase permanente de ações ($G+\psi_2 Q$)
M_r	32,32	kNm	$\alpha W_c f_{ctf}$	momento de fissuração da seção
M_r/M_{QP}	0,984		M_r/M_{QP}	razão M_r/M_{QP}
seção	**FISSURADA**		$SE(M_r/M_{QP}<=1;"FISSURADA";"NÃO FISSURADA")$	seção FISSURADA ou NÃO FISSURADA
PROPRIEDADES DA SEÇÃO DE CONCRETO (SEÇÃO BRUTA)				
A_c	840	cm^2	bh	área da seção transversal
x_c	30,00	cm	h/2	profundidade da linha neutra da seção bruta de concreto
I_c	252000	cm^4	$bh^3/12$	momento de inércia da seção bruta de concreto
y_t	30,00	cm	$h-x_c$	distância do centróide da seção à borda tracionada
W_c	8400	cm^3	I_c/y_t	módulo resistente da seção em relação à borda tracionada
PROPRIEDADES DA SEÇÃO NO ESTÁDIO 2 (SEÇÃO FISSURADA)				
a_1	7,00	cm	0,5b	coeficiente a_1 da equação do 2º grau
a_2	17,47	cm^2	$\alpha_e A_s+(\alpha_e-1)A_s'$	coeficiente a_2 da equação do 2º grau
a_3	-960,7	cm^3	$-\alpha_e A_s d-(\alpha_e-1)A_s' d'$	coeficiente a_3 da equação do 2º grau
x_2	10,53	cm	$(-a_2+raiz(a_2^2-4a_1a_3))/(2a_1)$	profundidade da linha neutra no estádio 2
I_2	39993	cm^4	$bx_2^3/3+\alpha_e A_s(d-x_2)^2+(\alpha_e-1)A_s'(x_2-d')^2$	momento de inércia da seção no estádio 2
I_2/I_c	0,16		I_2/I_c	razão I_2/I_c
MOMENTO DE INÉRCIA EFETIVO				
I_e	242191	cm^4	$SE(seção="FISSURADA";(M_r/M_{QP})^3 I_c+(1-(M_r/M_{QP})^3)I_2;I_c)$	momento de inércia efetivo da seção (fórmula de BRANSON)
I_e/I_c	0,96		I_e/I_c	razão I_e/I_c
FLECHA ELÁSTICA				
$f_{elástica}$	**1,86**	mm		flecha elástica calculada com seção bruta de concreto e E_{cs}
FLECHA IMEDIATA				
$f_{imediata}$	**1,93**	mm	$f_{elástica}(I_c/I_e)$	componente imediata da flecha total
FLECHA DIFERIDA				
t	70,0	meses		tempo em que se deseja calcular a flecha total
t_o	**1,0**	mês		tempo em que a estrutura entra em carga
ξ	2,000		$0,68(0,996^t)t^{0,32}$	função ξ no tempo t
ξ_o	0,677		$0,68(0,996^{to})t_o^{0,32}$	função ξ no tempo t_o
α_f	1,323		$(\xi-\xi_o)/(1+50\rho')$	coeficiente que leva em conta a fluência do concreto
$f_{diferida}$	**2,56**	mm	$\alpha_f f_{imediata}$	componente diferida da flecha total
FLECHA TOTAL				
C_{flecha} mm	**0,00**			contraflecha
$C_{f,lim}$ mm	**16,37**			contraflecha limite
f_{total}	**4,49**	mm	$f_{imediata}+f_{diferida}.c_{flecha}$	flecha total
VERIFICAÇÃO DO ESTADO LIMITE DE SERVIÇO DE DEFORMAÇÃO				
a	**5,73**	m		comprimento do vão
f_{limite}	**22,92**	mm	a/250	flecha limite
f_{total}/f_{limite}	**0,196**	✔	f_{total}/f_{limite}	razão f_{total}/f_{limite}