

13.3.5.1.11 VIGAS (V38, V42, V43, V48, V49, V53, V56, V60, V61, V66, V67 E V71 (20x35cm))

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:			
Estado Limite Último:			
g_{F1} =	1,40	Obs: 8, V42, V43, V48, V49, V53, V56, V60, V61, V66, V67 E V71	ARMADURA TRAÇÃO
g_{F2} =	1,00		
Estado Limite de Utilização (Combinação Freqüente das Ações):			
g_{F1} =	1,00		

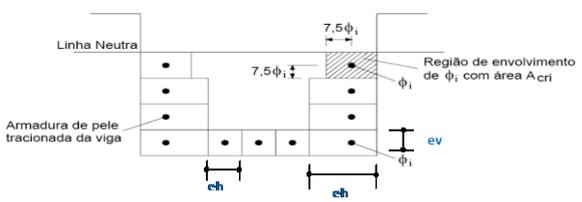
COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:			
γ_c =	1,40		
γ_s =	1,15		

ESFORÇOS SOLICITANTES			
N_k [t] =	6,28	Camadas para tração:	
V_k [t] =	0,00	<input checked="" type="checkbox"/> 1 camada	1
M_k [t.m] =	0,00	<input type="checkbox"/> 2 camadas	
V_{d1a} [t] =	0,000	<input type="checkbox"/> 3 camadas	
N_{d1a} [t] =	0,792		
M_{d1a} =	0,000		
M_{d2a} =	0,000		

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
f_{ct} (MPa) =	40	E_c (MPa) =	30105
f_{yk} (MPa) =	500	E_s (MPa) =	200000
		E_s/E_c =	6,6

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO			
b_{comp} (cm) =	20,0		
h (cm) =	35,0		
d' (cm) =	5,4		
d (cm) =	29,6		
c (cm) =	5,0		
f (mm) =	8,0		
$A_{s,ia}$ (cm ²) =	1,3	Calculada:	
A_s (cm ²) =	2,0	OK	5#8 c.4 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)			
$\sigma_{s,ia}$ (MPa) =	311		
e_h [mm] ou 15 ϕ (o menor) =	100,0		
e_v [mm] ou 15 ϕ (o menor) =	125,0		
ϕ (mm) =	8,0		
7.5 ϕ =	60,0		
η =	2,25		
f_{ctm} [MPa] =	3,5		
$\sigma_{s,c}$ [mm ²] =	12500,0		
ρ_{s1} =	0,0040		
w_k [mm] =	0,12		
Taxa por face [%] =	0,29%		



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a utilizar
I	$w_k < 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k < 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k < 0,30\text{mm}$	Freqüente
Iv	$w_k < 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k < 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)			
α_{v2} =	0,84		
f_{ctd} [MPa] =	1,75		
V_{k2} =	30,4	OK	
V_{c0} =	6,23		
V_c =	6,23		
V_{sw} =	0,0		
V_{k2} =	6,2	OK	
A_{sw} [cm ² /m] =	0,00		
$A_{sw,ia}$ [cm ² /m] =	2,81	Calculada:	
A_{sw} adotada [cm ² /m] =	2,81	#5 c.13	
ϕ (mm) =	5,0		
Esp. (cm) =	13		

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE			
V_{k1} [t] =	5,6		
ρ_{s1} [t/cm ²] =	0,0044		
k =	1,3		
σ_{cp} [t/cm ²] =	0,0126		
ρ_1 =	0,003		

Não precisa calcular armadura transversal!!

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:		
Estado Limite Último:		
g_{fg} =	1,40	Obs: 8, V42, V43, V48, V49, V53, V56, V60, V61, V66, V67 E V ARMADURA POSITIVA E NEGATIVA
g_{fg} =	1,00	
Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):		
g_{fg} =	1,00	

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:		
g_c =	1,40	
g_s =	1,15	

ESFORÇOS SOLICITANTES		
N_k [t] =	0,00	Camadas para tração: 1 camada 2 camada 3 camada
V_k [t] =	1,29	
M_k [t.m] =	1,02	
V_{adm} [t] =	1,806	
N_{adm} [t] =	0,000	
M_{adm} =	1,428	
$M_{adm\max}$ =	1,020	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
F_{ck} (MPa) =	40	E_c (MPa)	30105
F_{yk} (MPa) =	500	E_s [MPa]	200000
		E_s/E_c	6,6

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO		
$b_{comp.}$ (cm) =	20,0	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">As original</div> <div style="margin-left: 20px;"> Calculada: 2ø10 c.12 camadas (cm) = 1,0 </div> </div>
h (cm) =	35,0	
d' (cm) =	5,5	
d (cm) =	29,5	
c (cm) =	5,0	
f (mm) =	10,0	
$A_{s,iso}$ (cm ²) =	1,3	
A_s (cm ²) =	1,1	
	USAR MINIMA	

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)		
σ_{sm} (MPa) =	321	
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	100,0	
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	125,0	
ϕ (mm) =	10,0	
7.5ϕ	75,0	
η_1	2,25	
f_{ctm} [MPa]	3,5	
A_{cz} [mm ²]	12500,0	
ρ_{s1}	0,0063	
w_k [mm]	0,16	
taxa por face [%]	0,18%	

Classe de	Abertura máxima de	Combinação a utilizar
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Frequente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Frequente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Frequente
Iv	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Frequente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)		
α_{v2}	0,84	Calculada: ø5 c.13
f_{ctd} [MPa]	1,75	
V_{ed2}	38,2	
V_{co}	6,21	
V_c	6,21	
V_{sw}	0,0	
V_{ed3}	6,2	
A_{sw} [cm ² /m]	0,00	
$A_{sw,iso}$ [cm ² /m]	2,81	
$A_{sw\text{ calculada}}$ [cm ² /m]	2,81	
ϕ (mm) =	5,0	
E_{sp} (cm) =	13	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE		
V_{ed1} [t]	4,3	Não precisa calcular armadura transversal!!
α_{v1} [t/cm ²]	0,0044	
k	1,3	
α_{cp} [t/cm ²]	0,0000	
ρ_1	0,002	

V38, V42, V43, V48, V49, V53, V56, V60, V61, V66, V67 E V71 (20x35cm) (VERDE- TRANSV.)		
As, pos e neg	2ø10 c.12	2ø10
As, tração (ancoragem lateral)	5ø8 c.4	3ø8 (em cada face)
Asw	ø5 c.13	ø5 c. 13

13.3.5.1.12 VIGAS (V9 A V16/ V21 A V28 (20x35cm))

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:	
Estado Limite Último:	
$g_{FG} =$	1,40
$g_{FS} =$	1,00
Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):	
$g_{FG} =$	1,00

Obs: V9 A V16/ V21 A V28
ARMADURA POSITIVA E NEGATIVA

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
$\gamma_c =$	1,40
$\gamma_s =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES	
N_k [L] =	0,00
V_k [L] =	0,59
M_k [t.m] =	0,65
$V_{0,dir}$ [L] =	0,826
$M_{0,dir}$ [L] =	0,000
$M_{0,dir}$ =	0,910
$M_{0,max}$ =	0,650

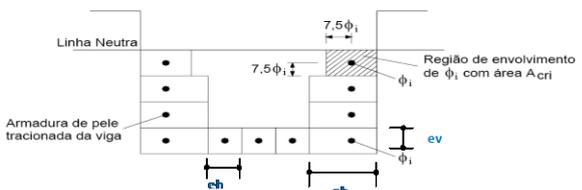
Camadas para tração: 1
 1 camada
 2 camadas
 3 camadas

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
F_{ck} (MPa) =	40	E_c (MPa)	30105
F_{yk} (MPa) =	500	E_s (MPa)	200000
		E_s/E_c	6,6

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRACÇÃO	
b_{conv} (cm) =	20,0
h (cm) =	35,0
d' (cm) =	5,5
d (cm) =	29,5
c (cm) =	5,0
f (mm) =	10,0
$A_{s,calc}$ (cm ²) =	1,3
A_s (cm ²) =	0,7

As original: As calculada: 2Ø10 c.12 camadas (cm) = 1,0
USAR MÍNIMA

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LÍMITE w_k)	
σ_{max} (MPa) =	319
eh [mm] ou 15Ø (o menor) =	100,0
ev [mm] ou 15Ø (o menor) =	125,0
Ø (mm) =	10,0
$7.5Ø$ =	75,0
n =	2,25
f_{ctm} [MPa] =	3,5
σ_{ex} [mm ³] =	12500,0
ρ_{s1} =	0,0063
w_k [mm] =	0,15
Taxa por face [%] =	0,18%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a utilizar
I	$w_k < 0,40mm$	Frequente
II	$w_k < 0,30mm$	Frequente
III	$w_k < 0,30mm$	Frequente
Iv	$w_k < 0,20mm$	Frequente
Estanqueidade	$w_k < 0,15mm$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)	
α_{s2}	0,84
f_{ctd} [MPa]	1,75
V_{k1}	38,2
V_{c0}	6,21
V_c	6,21
V_{sw}	0,0
V_{k2}	6,2
A_{sw} [cm ² /m]	0,00
$A_{sw,calc}$ [cm ² /m]	2,81
A_{sw} adotada [cm ² /m]	2,81
Ø (mm) =	5,0
Esp. (cm) =	13

OK
 Calculada: Ø5 c.13

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE	
V_{k1} [L]	4,3
ρ_{s1}	0,0044
k	1,3
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000
ρ_1	0,002

Não precisa calcular armadura transversal!!

V9 A V16/ V21 A V28 (20x35cm) (VERDE- LONG.)		
As, pos e neg	2Ø10 c.12	2Ø10
Asw	Ø5 c.13	Ø5 c. 13

13.3.5.1.13 VIGAS (V17 A V20, V41, V50, V59, V68 (20x45cm))

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:	
Estado Limite Último:	
g_{fg} =	1,40
g_{fg} =	1,00
Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):	
g_{fg} =	1,00

Obs: V17 A V20, V41, V50, V59, V68
ARMADURA TRAÇÃO

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:	
g_c =	1,40
g_s =	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES	
N_k [t] =	2,13
V_k [t] =	0,00
M_k [t.m] =	0,00
$N_{k,dia}$ [t] =	0,000
$N_{k,max}$ [t] =	2,982
$M_{k,dia}$ =	0,000
$M_{k,max}$ =	0,000

Camadas para tração: 1

1 camada
 2 camada
 3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
f_{ck} (MPa) =	40	E_c (MPa)	30105
f_{yk} (MPa) =	500	E_s [MPa]	200000
		E_s/E_c	6,6

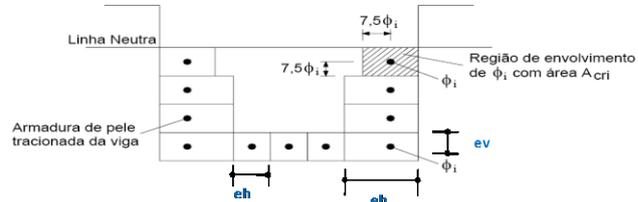
PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO	
b_{comp} (cm) =	20,0
h (cm) =	45,0
d' (cm) =	5,3
d (cm) =	39,7
c (cm) =	5,0
f (mm) =	6,3
$A_{s,mín}$ (cm ²) =	1,6
A_s (cm ²) =	0,7

As original

Calculada: 6ø6,3 e.3 camadas (cm) = 1,0

USAR MÍNIMA

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)	
σ_{max} (MPa) =	132
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	100,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	125,0
ϕ (mm) =	6,3
7.5ϕ	47,3
n_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	3,5
σ_{ct} [mm ²]	12500,0
ρ_{s1}	0,0025
w_k [mm]	0,02
taxa por face [%]	0,18%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a utilizar
I	$w_k < 0,40\text{mm}$	Frequente
II	$w_k < 0,30\text{mm}$	Frequente
III	$w_k < 0,30\text{mm}$	Frequente
Iv	$w_k < 0,20\text{mm}$	Frequente
Estanqueidade	$w_k < 0,15\text{mm}$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)	
α_2	0,84
f_{ctd} [MPa]	1,75
V_{rd2}	51,4
V_{co}	8,35
V_c	8,35
V_{sw}	0,0
V_{rd2}	8,4
A_{sw} [cm ² /m]	0,00
$A_{s,mín}$ [cm ² /m]	2,81
$A_{s,calculada}$ [cm ² /m]	2,81
ϕ (mm) =	5,0
E_{sp} (cm) =	13

OK

Calculada: ø5 e.13

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE	
V_{rd1} [t]	5,7
λ [t/cm ²]	0,0044
k	1,2
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0033
ρ_1	0,002

Não precisa calcular armadura transversal!!

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$g_{fg} = 1,40$
 $g_{fs} = 1,00$

Obs: V17 A V20, V41, V50, V59, V68
ARMADURA POSITIVA

Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):

$g_{fg} = 1,00$

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

$\gamma_c = 1,40$
 $\gamma_s = 1,15$

ESFORÇOS SOLICITANTES

$N_k [t] = 0,00$
 $V_k [t] = 5,90$
 $M_k [t.m] = 3,12$
 $v_{d1} [t] = 8,260$
 $N_{d1} [t] = 0,000$
 $M_{d1} = 4,368$
 $M_{d1max} = 3,120$

Camadas para tração: 1
1 camada
2 camadas
3 camadas

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

$f_{ck} [MPa] = 40$ $E_c [MPa] = 30105$ $E_s/E_c = 6,6$
 $f_{yk} [MPa] = 500$ $E_s [MPa] = 200000$

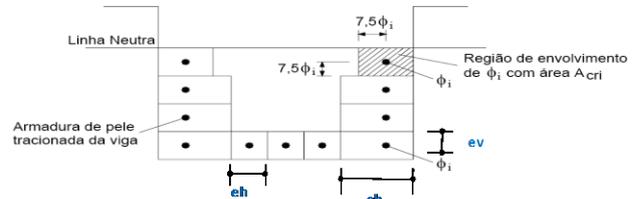
PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRACÇÃO

$b_{comp} [cm] = 20,0$
 $h [cm] = 45,0$
 $d' [cm] = 5,8$
 $d [cm] = 39,2$
 $c [cm] = 5,0$
 $f [mm] = 16,0$
 $A_{smin} [cm^2] = 1,6$
 $A_s [cm^2] = 3,0$

As original
Calculada:
2#16 c.13 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

$\sigma_{max} [MPa] = 285$
 $eh [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} = 100,0$
 $ev [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} = 125,0$
 $\phi [mm] = 16,0$
 $7,5\phi = 120,0$
 $n = 2,25$
 $f_{ctm} [MPa] = 3,5$
 $A_{ce} [mm^2] = 12500,0$
 $\rho_{rel} = 0,0161$
 $w_k [mm] = 0,20$
taxa por face [%] = 0,34%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a utilizar
I	$w_k \leq 0,40mm$	Frequente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
Iv	$w_k \leq 0,20mm$	Frequente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha_{v2} = 0,84$
 $f_{ctd} [MPa] = 1,75$
 $v_{d2} = 50,8$ OK
 $v_{c0} = 8,25$
 $v_c = 8,25$
 $v_{s0} = 0,0$
 $v_{d3} = 8,3$ OK
 $A_{sv} [cm^2/m] = 0,01$
 $A_{svmin} [cm^2/m] = 2,81$
 $A_{sv} \text{ adotada} [cm^2/m] = 2,81$ calculada: #5 c.13
 $\phi [mm] = 5,0$
 $Esp. [cm] = 13$

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

$v_{d1} [t] = 5,5$
 $v_{d1} [t/cm^2] = 0,0044$
 $k = 1,2$
 $\sigma_{cp} [t/cm^2] = 0,0000$
 $\rho_1 = 0,003$

Calcular armadura transversal!!!

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$g_{fs} = 1,40$
 $g_{fs} = 1,00$

Estado Limite de Utilização (Combinação Freqüente das Ações):

$g_{fs} = 1,00$

Obs: V17 A V20, V41, V50, V59, V68
ARMADURA NEGATIVA

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

$g_c = 1,40$
 $g_s = 1,15$

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t] = 0,00
 V_k [t] = 6,47
 M_k [t.m] = 0,55
 W_{Diam} [t] = 9,058
 W_{Ediam} [t] = 0,000
 M_{Diam} = 0,770
 $M_{Mastacação}$ = 0,550

Camadas para tração:
 1 camada
 2 camadas
 3 camadas

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

f_{ck} (MPa) = 40
 f_{yk} (MPa) = 500
 E_c (MPa) = 30105
 E_s (MPa) = 200000
 E_s/E_c = 6,6

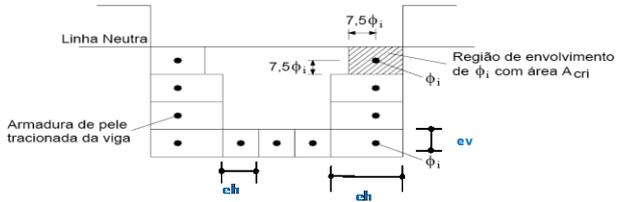
PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRACÇÃO

b_{comp} (cm) = 20,0
 h (cm) = 45,0
 d' (cm) = 5,6
 d (cm) = 39,4
 c (cm) = 5,0
 f (mm) = 12,5
 $A_{s,calc}$ (cm²) = 1,6
 A_s (cm²) = 0,5 **USAR MÍNIMA** 2#12,5 c.15 camadas (cm) = 1,0

As original

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} (MPa) = 317
 e_h [mm] ou 15ϕ (o menor) = 100,0
 e_v [mm] ou 15ϕ (o menor) = 125,0
 ϕ (mm) = 12,5
 7.5ϕ = 93,8
 n = 2,25
 f_{ctm} [MPa] = 3,5
 A_{cr} [mm²] = 12500,0
 ρ_{cr} = 0,0098
 w_k [mm] = 0,19
 taxa por face [%] = 0,18%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a utilizar
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

α_{v2} = 0,84
 f_{ctd} [MPa] = 1,75
 v_{v2} = 51,0 **OK**
 v_{c0} = 8,29
 v_c = 8,14
 v_{v0} = 0,9
 v_{v03} = 9,1 **OK**
 A_{sv} [cm²/m] = 0,60
 $A_{sv,calc}$ [cm²/m] = 2,81 **Calculada:**
 $A_{sv,adotada}$ [cm²/m] = 2,81 **#5 c.13**
 ϕ (mm) = 5,0
 E_{sp} (cm) = 13

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

v_{v01} [t] = 5,3
 v_{v01} [t/cm²] = 0,0044
 k = 1,2
 σ_{cp} [t/cm²] = 0,0000
 ρ_1 = 0,002

Calcular armadura transversal!!!

V17 A V20, V41, V50, V59, V68 (20x45cm) (VERDE- APOIO CRV)

As, pos	2#16 c.13	2#16
As, neg	2#12,5 c.15	2#12,5
As,tração (ancoragem lateral)	6#6,3 c.3	3#6,3 (em cada face)
Asw	#5 c.13	#5 c. 13

13.4 RESUMO

Resumo de Armaduras

Fissuração, esp maximo 15fi

	Calculado	Adotado
PAR. 03 E 11 (ESP = 30CM) ARM. HORIZONTAL As	10ø16 c.10	ø16 c.10
PAR. 03 E 11 (ESP = 30CM) ARM. VERTICAL As	9ø12,5 c.11	ø12,5 c.11
PAR. 03 E 11 (ESP = 30CM) ARM. TEMPERATURA (NO TOPO) As	6ø20	6ø20
PAR. 15 E 19 (ESP = 30CM) ARM. HORIZONTAL As	9ø16 c.11	ø16 c.10**
PAR. 15 E 19 (ESP = 30CM) ARM. VERTICAL As	6ø12,5 c.16	ø12,5 c.11**
PAR. 15 E 19 (ESP = 30CM) ARM. TEMPERATURA (NO TOPO) As	6ø20	6ø20
PAR. 17 (ESP = 30CM) ARM. HORIZONTAL As	ø16 c.12*	ø16 c.10**
PAR. 17 (ESP = 30CM) ARM. VERTICAL As	9ø12,5 c.11	ø12,5 c.11
PAR. 17 (ESP = 30CM) ARM. TEMPERATURA (NO TOPO) As	6ø20	6ø20
PAR. 01,02, 04 A 09, 10,12 A 14, 16, 18,20,21 (ESP = 15CM) ARM. HORIZONTAL As	ø6,3 c.9	ø6,3 c.9
PAR. 01,02, 04 A 09, 10,12 A 14, 16, 18,20,21 (ESP = 15CM) ARM. VERTICAL As	ø6,3 c.9	ø6,3 c.9
PAR.22 A 27 (ESP = 20CM) ARM. HORIZONTAL As	ø8 c.14	ø8 c.12
PAR.22 A 27 (ESP = 20CM) ARM. VERTICAL As	ø8 c.14	ø8 c.12
PAR. 28 E 29 ARM. HORIZONTAL As	8ø8 c.14	ø8 c.12
PAR. 28 E 29 ARM. VERTICAL As	8ø8 c.14	ø8 c.12

FUNDO 03 (ESP = 35CM) AMBAS AS DIREÇÕES		
As	9ø16 c.11	ø16 c.11
LAJE 01 E 02 (ESP = 20CM) AMBAS AS DIREÇÕES		
As	ø8 c.14	ø8 c.12
LAJE 03 A 07 (ESP = 20CM) AMBAS AS DIREÇÕES		
As	8ø8 c.14	ø8 c.12
LAJE 08 E 09 (ESP = 20CM) AMBAS AS DIREÇÕES		
As	8ø8 c.14	ø8 c.12
TAMPA (ESP = 20CM) AMBAS AS DIREÇÕES		
As	9ø10 c.12	ø10 c.11**
ESCADA (ESP = 15CM) AMBAS AS DIREÇÕES		
As	9ø6,3 c.11	ø6,3 c.11
V39,V40,V45,V46,V51, V52, V57 E V58 (20x140cm) (CYAN)		
As, pos	4ø16 c.5	4ø16 (2 camadas)
As, neg	3ø16 c.16	3ø16 (2 camadas)
As,tração (ancoragem lateral)	10ø8 c.2	5ø8 (em cada face)
Asw	ø5 c.13	ø5 c. 13
V9 A V16/ V21 A V28 (20x35cm) (VERDE- LONG.)		
As, pos e neg	2ø10 c.12	2ø10
Asw	ø5 c.13	ø5 c. 13
V38, V42, V43, V48,V49, V53, V56, V60, V61, V66, V67 E V71 (20x35cm) (VERDE- TRANSV.)		
As, pos e neg	2ø10 c.12	2ø10
As,tração (ancoragem lateral)	5ø8 c.4	3ø8 (em cada face)
Asw	ø5 c.13	ø5 c. 13
V17 A V20, V41, V50, V59, V68 (20x45cm) (VERDE- APOIO CRV)		
As, pos	2ø16 c.13	2ø16
As, neg	2ø12,5 c.15	2ø12,5
As,tração (ancoragem lateral)	6ø6,3 c.3	3ø6,3 (em cada face)
Asw	ø5 c.13	ø5 c. 13
V1 A V8, V29 A V36, V37, V44 A V47, V54, V55, V62 A V65 E V72 (20x45cm) (AMARELO - CALHA)		
As, pos e neg	2ø10	2ø10
Asw	ø5 c. 16	ø5 c. 16
PILARES		
As	4ø10	4ø10
Asw	ø5 c. 12	ø5 c. 12

* Adotada armadura por retração conforme planilha específica

14 LEITO DE SECAGEM

14.1 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

A seguir está relacionada a planta utilizada como referência para o desenvolvimento do projeto estrutural:

- 20_SES_Conj.Palmeiras_ETE_Leito de Secagem 01_01-02 R3
- 21_SES_Conj.Palmeiras_ETE_Leito de Secagem 02_01-02 R3
-

14.2 MATERIAIS / PARÂMETROS

Para a estrutura foram especificadas, de forma a garantir adequada proteção à armadura, a Classe de Agressividade Ambiental III cujas características são descritas na NBR 6118 e a seguir:

- Resistência característica do concreto $f_{ck} = 30 \text{ Mpa}$;
- Cobrimento da armadura:
 - 5.0 cm: Faces de paredes e lajes
- Aço CA-50;
- Aço CA-60;

14.3 DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO

São muitas as maneiras de relacionar os números de SPT obtidos na sondagem à percussão com a resistência do solo. Aqui devido a estrutura apresentar carga baixa no solo utilizaremos fórmulas empíricas expeditas:

$$\sigma_{adm} = \frac{N}{5}$$

Onde o valor N é o número do SPT. Todos os resultados têm como unidade o Kgf/cm^2 , adotou-se para o cálculo o N_{spt} do nível de implantação, portanto, como consequência do estudo geotécnico segue imagem abaixo.

LOCAÇÃO DE SONDAGENS			
PT	COORDENADAS – ELEVAÇÕES		
	NORTE	ESTE	EL.
SP-01	9574759.48	552236.72	--

σ_{max} [kg/cm ²]	2,84
Nspt (na implantação)	15
σ_{adm} [kg/cm ²]	3,00
Cota Implantação [m]	9,41

Figura 14.1 – Dimensionamento Geotécnico

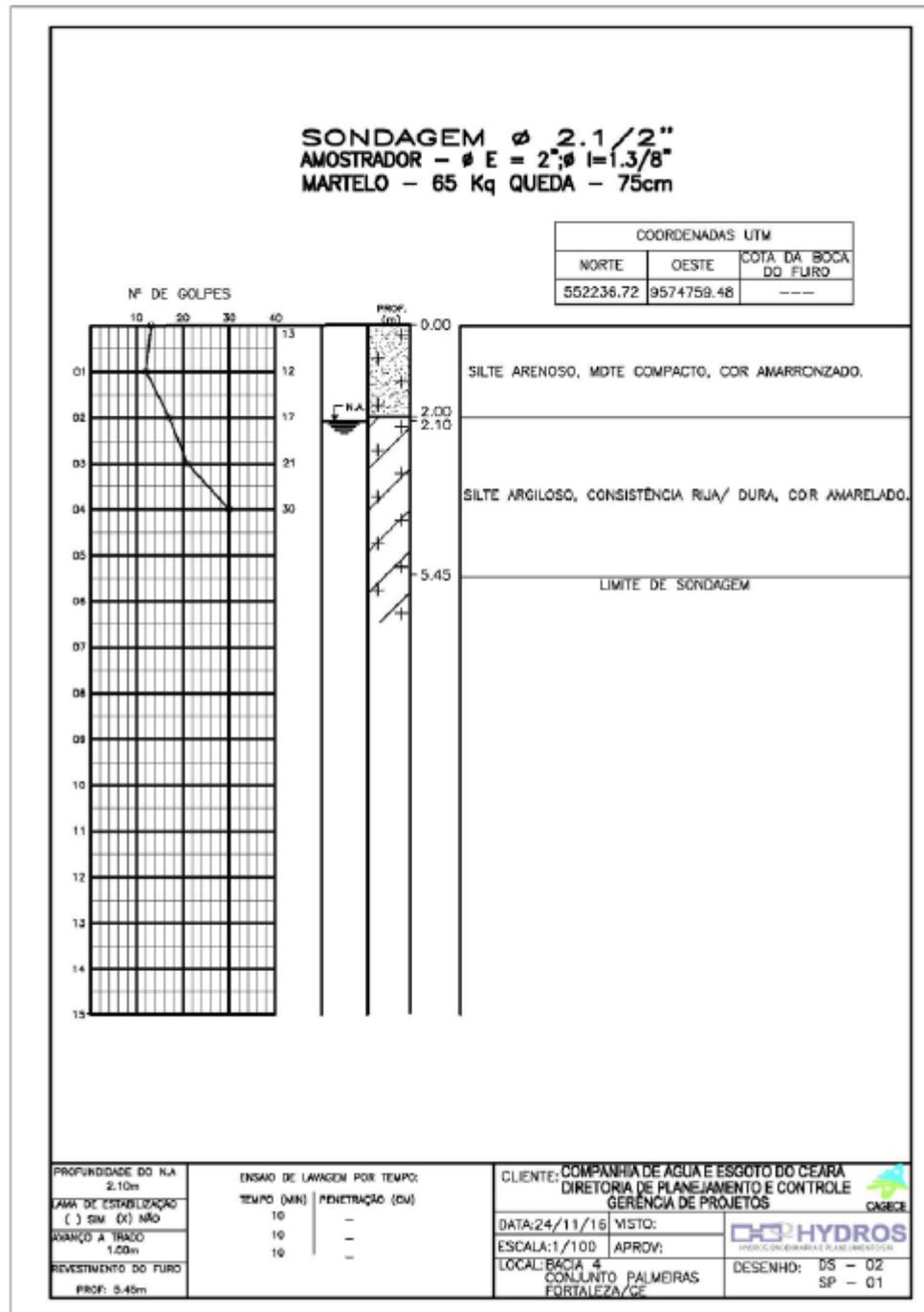


Figura 14.2 – Sondagem utilizada

14.4 GEOMETRIA DA ESTRUTURA, CARREGAMENTOS E VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL

14.4.1 GEOMETRIA DA ESTRUTURA

As figuras a seguir apresentam informações globais da geometria da estrutura projetada apenas com o intuito de identificação da estrutura. Detalhes da geometria podem ser encontrados nas plantas de referência e de forma da estrutura de concreto.

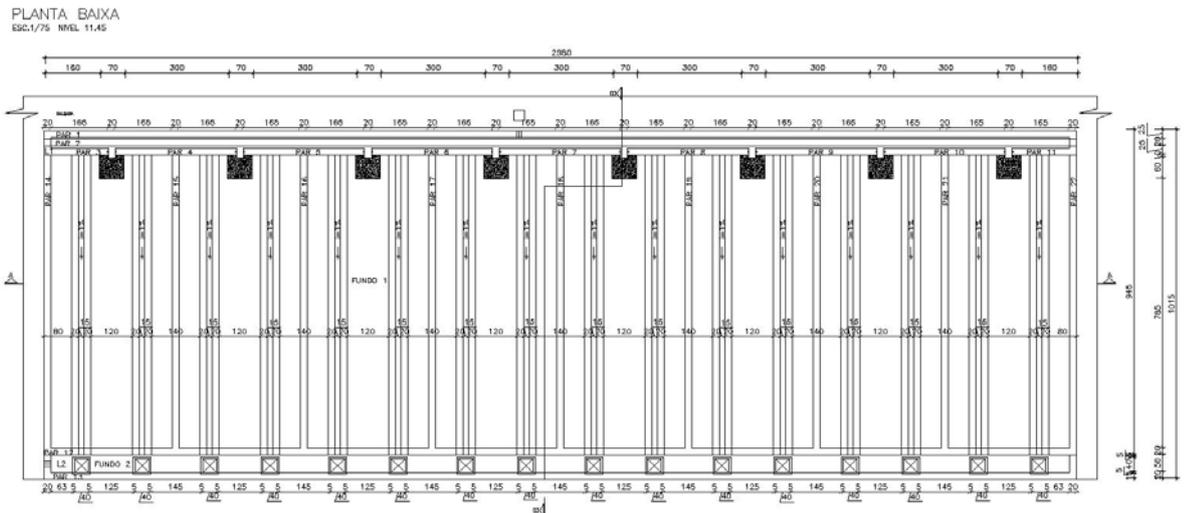


Figura 14.3 – Planta Baixa

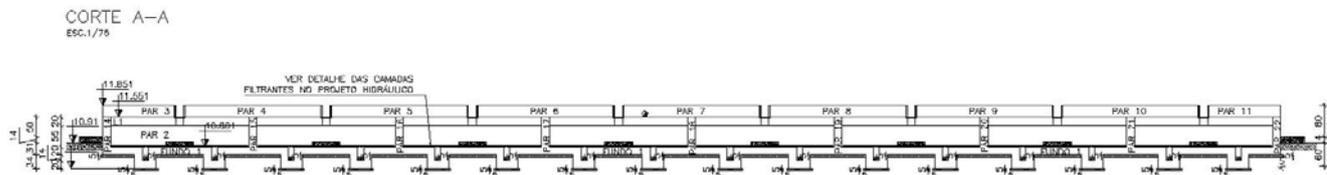


Figura 14.4 – Corte.

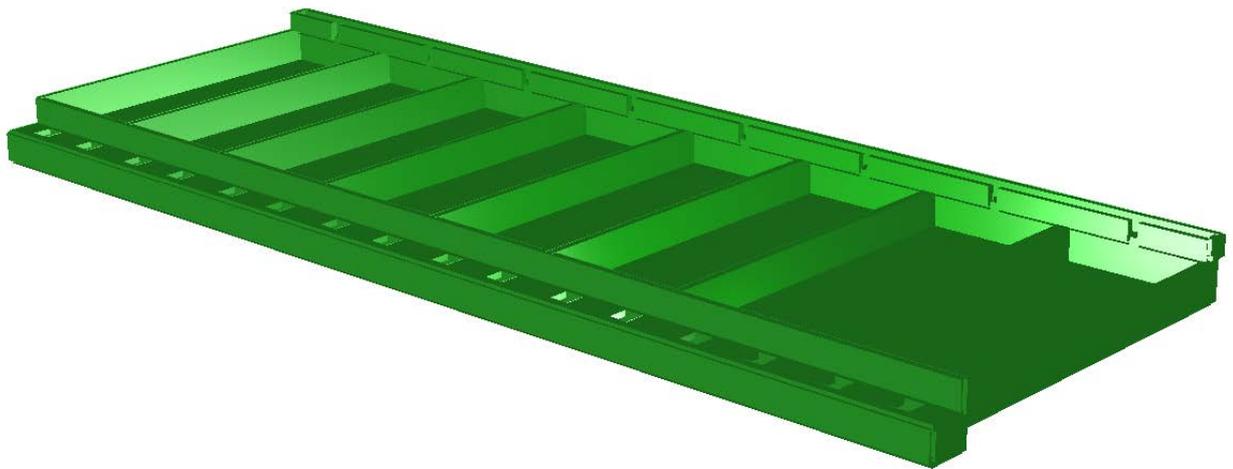


Figura 14.5 – Perspectiva STRAP

14.4.2 MODELO CÁLCULO

Todas as estruturas aqui representadas foram analisadas através da modelagem em elementos finitos usando o programa de análise, STRAP. No Strap, podemos modelar usando elementos de barras, placas ou sólidos quando necessários indicando dimensões dos elementos finitos, propriedades dos materiais, geometria da estrutura e condições de contorno. A figura a seguir apresenta o modelo de elementos finitos utilizados assim como as condições de contorno utilizadas.

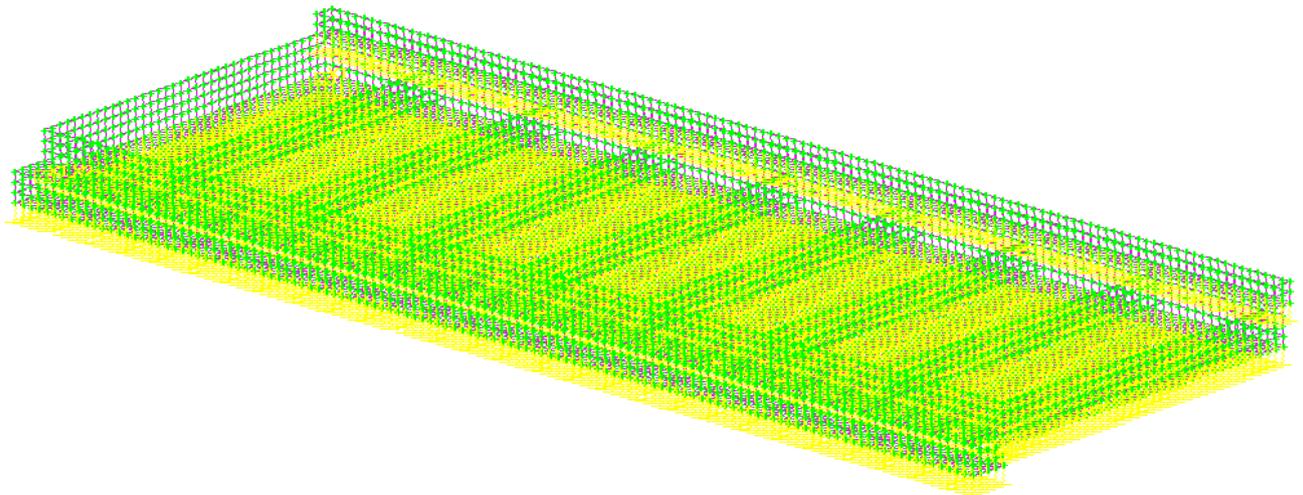


Figura 14.6 – Modelo em Elementos Finitos

14.4.3 CARREGAMENTOS

A tabela a seguir apresenta os carregamentos e os valores adotados para o modelo retirados do software:

LOAD CASES LIST		
<i>no.</i>	<i>no. in results</i>	<i>name</i>
1	1	PESO PROPRIO
2	2	SOLO NA ABA
3	3	EMPUXO SOLO
4	4	CELULA A1
5	5	CELULA B1
6	6	CELULA C1
7	7	CELULA D1
8	8	CELULA E1
9	9	CELULA F1
10	10	CELULA G1
11	11	CELULA H1
12	12	TODAS CELULAS
13	13	CÉLULA A2
14	14	CÉLULA A-1
15	15	SC

LOAD CASES LIST		
<i>no.</i>	<i>no. in results</i>	<i>name</i>
16	16	COBERTURA

22. O peso próprio é determinado automaticamente pelo programa através da multiplicação do peso específico do concreto armado e espessura do elemento estrutural plano (paredes e lajes);

23. O empuxo de água é determinado em função da lâmina d'água presente na caixa.

14.4.4 COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTOS

A lista a seguir apresenta a combinação dos carregamentos utilizada com coeficientes 1,0. Os coeficientes de majoração e de combinação serão inclusos nas próprias planilhas de cálculo.

COMBINATIONS TABLE	
<i>Comb</i>	
1	1 * 1.00
2	1 * 1.00 + 3 * 1.00
3	1 * 1.00 + 3 * 1.00 + 4 * 1.00
4	1 * 1.00 + 3 * 1.00 + 5 * 1.00
5	1 * 1.00 + 3 * 1.00 + 6 * 1.00
6	1 * 1.00 + 3 * 1.00 + 7 * 1.00
7	1 * 1.00 + 3 * 1.00 + 8 * 1.00
8	1 * 1.00 + 3 * 1.00 + 9 * 1.00
9	1 * 1.00 + 3 * 1.00 + 10 * 1.00
10	1 * 1.00 + 3 * 1.00 + 11 * 1.00
11	1 * 1.00 + 3 * 1.00 + 13 * 1.00
12	1 * 1.00 + 3 * 1.00 + 14 * 1.00
13	1 * 1.00 + 3 * 1.00 + 12 * 1.00
14	1 * 1.00 + 3 * 1.00 + 15 * 1.00
15	1 * 1.00 + 3 * 1.00
16	1 * 1.00 + 3 * 1.00 + 12 * 1.00 + 15 * 1.00
17	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 4 * 1.00
18	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 5 * 1.00

19	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 6 * 1.00
1*1.00+	
20	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 7 * 1.00
1*1.00+	
21	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 8 * 1.00
1*1.00+	
22	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 9 * 1.00
1*1.00+	
23	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 10 * 1.00
1*1.00+	
24	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 11 * 1.00
1*1.00+	
25	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 13 * 1.00
1*1.00+	
26	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 14 * 1.00
1*1.00+	
27	1 * 1.00 + 4 * 1.00
1*1.00+	
28	1 * 1.00 + 5 * 1.00
1*1.00+	
29	1 * 1.00 + 6 * 1.00
1*1.00+	
30	1 * 1.00 + 7 * 1.00
1*1.00+	
31	1 * 1.00 + 8 * 1.00

COMBINATIONS TABLE	
<i>Comb</i>	
1*1.00+ 32	1 * 1.00 + 9 * 1.00
1*1.00+ 33	1 * 1.00 + 10 * 1.00
1*1.00+ 34	1 * 1.00 + 11 * 1.00
1*1.00+ 35	1 * 1.00 + 13 * 1.00
1*1.00+ 36	1 * 1.00 + 14 * 1.00
37	1 * 1.00 + 12 * 1.00
1*1.00+ 38	1 * 1.00 + 4 * 1.00
1*1.00+ 39	1 * 1.00 + 5 * 1.00
1*1.00+ 40	1 * 1.00 + 6 * 1.00
1*1.00+ 41	1 * 1.00 + 7 * 1.00
1*1.00+ 42	1 * 1.00 + 8 * 1.00
1*1.00+ 43	1 * 1.00 + 9 * 1.00
1*1.00+ 44	1 * 1.00 + 10 * 1.00
1*1.00+ 45	1 * 1.00 + 11 * 1.00
1*1.00+ 46	1 * 1.00 + 13 *
1*1.00+ 47	1 * 1.00 + 14 * 1.00
48	1 * 1.00 + 12 * 1.00 + 15 * 1.00
1*1.00+ 49	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 4 * 1.00
1*1.00+ 50	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 5 * 1.00
1*1.00+ 51	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 6 * 1.00
1*1.00+ 52	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 7 * 1.00
1*1.00+ 53	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 8 * 1.00
1*1.00+ 54	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 9 * 1.00
1*1.00+ 55	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 10 * 1.00
1*1.00+ 56	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 11 * 1.00
1*1.00+ 57	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 13 * 1.00
1*1.00+ 58	1 * 1.00 + 15 * 1.00 + 14 * 1.00

Coeficientes de minoração são utilizados para os materiais empregados e relação em módulos de elasticidade para cálculo de fissuração:

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS/□

$g_c =$	1.4	E_s/E_c fissuração =	15
$g_s =$	1.15	E_s/E_c fadiga =	10

14.4.4.1 VERIFICAÇÃO SEGUNDO A NBR 6118 (Estado Limite Último)

Para a verificação da ruptura dos elementos estruturais utiliza-se a formulação proposta pela ABNT NBR 8681 (2003).

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} F_{gik} + \gamma_q F_{q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} F_{qjk} \quad (14.1)$$

Devido o caráter de ocorrência “permanente” das cargas variáveis como, por exemplo, água, tomou-se para o ELU o coeficiente 1,4 para todas as ações sem a utilização dos fatores redutores de combinação.

14.4.4.2 VERIFICAÇÃO SEGUNDO A NBR 6118 (Estado Limite de Utilização)

A NBR 6118 (2003) sugere que a verificação para a fissuração seja feita pela Combinação Frequente das Ações.

$$F_{d,ser} = \sum_{i=1}^m F_{gik} + \psi_1 F_{q1k} + \sum_{j=2}^m \psi_{2j} F_{qjk} \quad (14.2)$$

Devido o caráter de ocorrência “permanente” das cargas variáveis como, por exemplo, água, tomou-se para o ELS o coeficiente 1,0 para todas as ações sem a utilização dos fatores redutores de combinação.

14.4.5 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA

14.4.5.1 ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA

São apresentados a seguir alguns dos esforços que devem ser analisados para a estrutura em questão. Será apresentado o dimensionamento dos elementos principais da estrutura.

14.4.5.1.1 PAREDES EXTERNAS (MENOR DIM.)

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:																					
Estado Limite Último:																					
g^{FO} =	1,40	Obs:	PAR. EXTERNAS MENOR DIM. ARM. VERTICAL																		
q^{FO} =	1,00																				
Estado Limite de Utilização (Combinação Freqüente das Ações):																					
g^{FU} =	1,00																				
COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:																					
γ^c =	1,40																				
γ^s =	1,15																				
ESFORÇOS SOLICITANTES																					
N^k [t] =	0,00	Camadas para tração: 1 camada 2 camada 3 camada	1																		
V^k [t] =	0,20																				
M^k [t.m] =	0,03																				
$V^{0,1m}$ [t] =	0,200																				
$M^{0,1m}$ [t] =	0,000																				
$M^{0,2m}$ =	0,042																				
$M^{0,3m}$ =	0,030																				
PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:																					
f_{ck} [MPa] =	30	E_c [MPa] =	26072																		
f_{yk} [MPa] =	500	E_s [MPa] =	200000																		
		E_s/E_c =	7,7																		
PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRACÇÃO																					
b^{eff} [cm] =	100,0	As original																			
h [cm] =	20,0	Calculada:																			
d^* [cm] =	5,3	SAR MINIMO 10#6,3 c.10																			
d [cm] =	14,7	camadas (cm) = 1,0																			
c [cm] =	5,0																				
I [mm] =	5,3																				
A^{eff} [cm ²] =	3,0																				
A_s [cm ²] =	0,1																				
ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)																					
σ_{st} [MPa] =	102																				
e_h [mm] ou 15phi (o menor)	110,0																				
e_v [mm] ou 15phi (o menor)	120,0																				
ϕ [mm] =	6,3																				
7.5ϕ	47,3																				
n^2	2,25																				
f_{ctm} [MPa]	2,9	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Classe de</th> <th>Abertura máxima de</th> <th>Combinação a</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>$w^k < 0,4\text{mm}$</td> <td>Freqüente</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>$w^k < 0,3\text{mm}$</td> <td>Freqüente</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>$w^k < 0,3\text{mm}$</td> <td>Freqüente</td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>$w^k < 0,2\text{mm}$</td> <td>Freqüente</td> </tr> <tr> <td>Estanqueidade</td> <td>$w^k < 0,15\text{mm}$</td> <td>Freqüente</td> </tr> </tbody> </table>		Classe de	Abertura máxima de	Combinação a	I	$w^k < 0,4\text{mm}$	Freqüente	II	$w^k < 0,3\text{mm}$	Freqüente	III	$w^k < 0,3\text{mm}$	Freqüente	IV	$w^k < 0,2\text{mm}$	Freqüente	Estanqueidade	$w^k < 0,15\text{mm}$	Freqüente
Classe de	Abertura máxima de			Combinação a																	
I	$w^k < 0,4\text{mm}$			Freqüente																	
II	$w^k < 0,3\text{mm}$			Freqüente																	
III	$w^k < 0,3\text{mm}$	Freqüente																			
IV	$w^k < 0,2\text{mm}$	Freqüente																			
Estanqueidade	$w^k < 0,15\text{mm}$	Freqüente																			
λ_{ctm} [mm ⁻¹]	13200,0																				
ρ_{st}	0,0029																				
w_k [mm]	0,01																				
taxa por face [%]	0,15%																				
ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)		RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE																			
α_{cr}	0,88	$V^{0,1m}$ [t]	9,7																		
f_{ctd} [MPa]	1,45	λ_{ctd} [mm ⁻¹]	0,0036																		
$V^{0,2m}$	74,8	k	1,5																		
$V^{0,0}$	12,76	σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000																		
V^c	12,76	ρ_1	0,002																		
$V^{0,1m}$	0,0	<div style="border: 1px solid red; padding: 5px; color: red; text-align: center;"> Não precisa calcular armadura transversal!!! </div>																			
$V^{0,2m}$	12,8																				
A_{st} [cm ² /m]	0,00																				
$A_{st}^{0,1m}$ [cm ² /m]	11,59																				
$A_{st}^{0,2m}$ [cm ² /m]	11,59	Calculada: #5 c.3																			
ϕ [mm] =	5,0																				
E_{sp} [cm] =	3																				

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

g_{fg} =	1,40
g_{fg} =	1,00

Obs: PAR. EXTERNAS MENOR DIM.
ARM. HORIZONTAL

Estado Limite de Utilização (Combinação Freqüente das Ações):

g_{fg} =	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

g_c =	1,40
g_r =	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	0,74
M_k [t.m] =	0,25
V_{edim} [t] =	1,036
N_{edim} [t] =	0,000
M_{edim} =	0,350
M_{max} =	0,250

Camadas para tração:

- 1 camada
- 2 camadas
- 3 camadas

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

F_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa)	26072	E_s/E_c	7,7
F_{yk} (MPa) =	500	E_s (MPa)	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	20,0
d' (cm) =	5,6
d (cm) =	14,4
c (cm) =	5,0
f (mm) =	12,5
$A_{s,io}$ (cm ²) =	3,0
A_s (cm ²) =	0,6

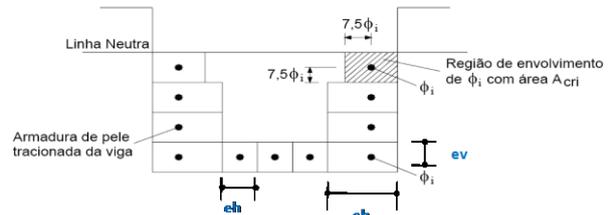
As original

Calculada:

3#12,5 c. 40 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} (MPa) =	259
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	100,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	150,0
ϕ (mm) =	12,5
7.5ϕ	93,8
η_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{ce} [mm ²]	15000,0
ρ_{s1}	0,0082
w_k [mm]	0,15
taxa por face [%]	0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Frequente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Frequente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Frequente
Iv	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Frequente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha + 2$	0,88	
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{rd2}	73,2	OK
V_{ed}	12,49	
V_c	12,49	
V_{sw}	0,0	
V_{rd3}	12,5	OK
A_{sv} [cm ² /m]	0,00	
$A_{s,io}$ [cm ² /m]	11,59	Calculada:
A_{sv} adotada [cm ² /m]	11,59	#5 c. 3
ϕ (mm) =	5,0	
Esp. (cm) =	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{rd1} [t]	9,5	Não precisa calcular armadura transversal!!
V_{rd1} [t/cm ²]	0,0036	
k	1,5	
ρ_1	0,002	

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

$$A_s = f_{ct,ef} A_{c,ef} / \sigma_s$$

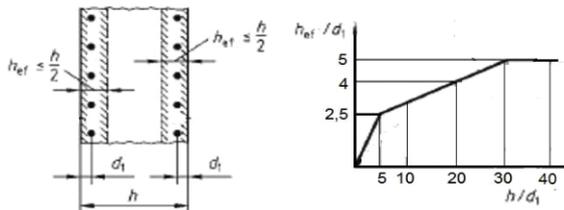
Valor mínimo (DIN):

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm²), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm²);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.


Dados de entrada:

fck [MPa]	30	$f_{ct,ef}$ [MPa]	3,00	<input type="radio"/> Caso 1 <input checked="" type="radio"/> Caso 2 <input type="radio"/> Caso 3	2
d1 [cm]	5,1	σ_s [MPa]	259		
h [cm]	20,0	$A_{ct}/face$	1000		
wk [mm]	0,15	f _{yk} [MPa]	500		
Ø [mm]	12,5	f _{ct,m} [MPa]	2,90		

Determinação de As:

h/d1 [cm]	3,9063
N° [cm]	1,95
h _{ef} [cm]	10
As [cm ² /m]	11,58
esp [cm]	10

Determinação de As min:

Para tração pura:	
K =	0,8
As [cm ² /m]	4,80

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s [cm^2/m] = 9,3$$

Armadura adotada para fundo:

	Calculado	Adotado
PAR. EXTERNAS MENOR DIM. (e=20cm) ARM VERTICAL POSITIVA E NEGATIVA		
As	10Ø6,3 c.10	Ø6,3 c.9
PAR. EXTERNAS MENOR DIM. (e=20cm) ARM HORIZONTAL POSITIVA E NEGATIVA		
As	3Ø12,5 c.40	Ø12,5 c.10*

14.4.5.1.2 PAREDES EXTERNAS (MENOR DIM.)

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:		
Estado Limite Último:		
g_{fg} =	1,40	Obs: PAR. EXTERNAS MAIOR DIM. ARM. HORIZONTAL
g_{fg} =	1,00	
Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:		
g_{fg} =	1,00	

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:		
g_c =	1,40	
g_s =	1,15	

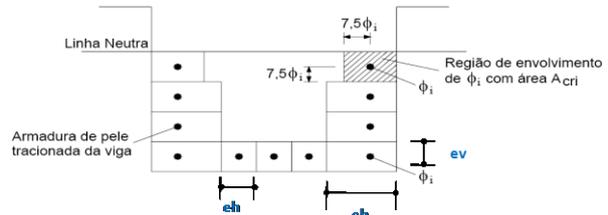
ESFORÇOS SOLICITANTES		
N_k [t] =	0,00	Camadas para tração: 1
V_k [t] =	0,46	1 camada
M_k [t.m] =	0,12	2 camada
V_{edim} [t] =	0,644	3 camada
N_{edim} [t] =	0,000	
M_{edim} =	0,168	
$M_{D_{max\text{tensões}}}$ =	0,120	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
F_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa)	26072
F_{yk} (MPa) =	500	E_s [MPa]	200000
		E_s/E_c	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO		
$b_{comp.}$ (cm) =	100,0	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>As original</div> <div>Calculada:</div> </div> <p>ASAR MINIMIZ 3ø12,5 c. 40 camadas (cm) = 1,0</p>
h (cm) =	20,0	
d' (cm) =	5,6	
d (cm) =	14,4	
c (cm) =	5,0	
f (mm) =	12,5	
$A_{s\text{min}}$ (cm ²) =	3,0	
A_s (cm ²) =	0,3	

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} (MPa) =	211
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	100,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	150,0
ϕ (mm) =	12,5
7.5ϕ	93,8
η_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	15000,0
ρ_1	0,0082
w_k [mm]	0,10
taxa por face [%]	0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
Iv	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

α_2	0,88	
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{ed2}	73,2	OK
V_{co}	12,49	
V_c	12,49	
V_{sw}	0,0	
V_{sd}	12,5	OK
A_{sv} [cm ² /m]	0,00	
$A_{sv\text{min}}$ [cm ² /m]	11,59	Calculada:
$A_{sv\text{adotada}}$ [cm ² /m]	11,59	ø5 c. 3
ϕ (mm) =	5,0	
Esp. (cm) =	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{ed1} [t]	9,5	Não precisa calcular armadura transversal!!
ρ_1 [t/cm ²]	0,0036	
k	1,5	
ρ_{cp} [t/cm ²]	0,0000	
ρ_1	0,002	

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

g_{fg} =	1,40
g_{fg} =	1,00

obs: PAR. EXTERNAS MAIOR DIM.
ARM. VERTICAL

Estado Limite de Utilização (Combinação Freqüente das Ações):

g_{fg} =	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

g_c =	1,40
g_r =	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	0,42
M_k [t.m] =	0,09
V_{Ddim} [t] =	0,588
N_{Ddim} [t] =	0,000
M_{Ddim} =	0,126
$M_{Dmaxextensão}$ =	0,090

Camadas para tração:

- 1 camada
- 2 camada
- 3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

f_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa)	26072	E_s/E_c	7,7
f_{yk} (MPa) =	500	E_s [MPa]	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRACÃO

$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	20,0
d' (cm) =	5,3
d (cm) =	14,7
c (cm) =	5,0
f (mm) =	6,3
A_{smin} (cm ²) =	3,0
A_s (cm ²) =	0,2

As original

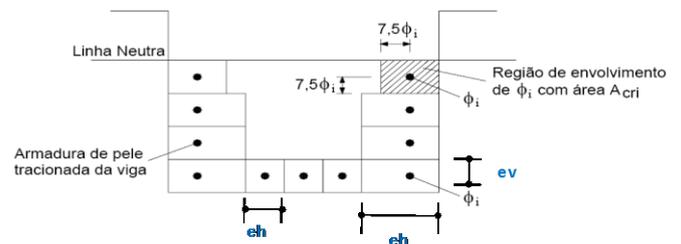
Calculada:

ASAR MINIMIZ 10#6,3 c.10

camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} (MPa) =	190
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	110,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	120,0
ϕ (mm) =	6,3
7.5ϕ	47,3
n_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	13200,0
σ_{r1}	0,0024
w_k [mm]	0,04
taxa por face [%]	0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k < 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k < 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k < 0,30\text{mm}$	Freqüente
IV	$w_k < 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k < 0,15\text{mm}$	Freqüente

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

$$A_s = f_{ct,ef} A_{c,ef} / \sigma_s$$

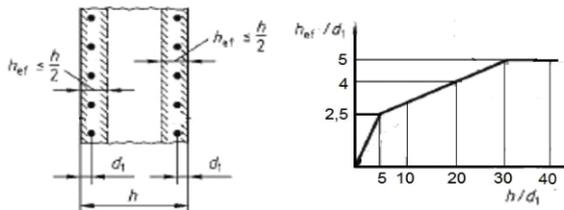
Valor mínimo (DIN):

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm²), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm²);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.


Dados de entrada:

fck [MPa]	30	$f_{ct,ef}$ [MPa]	3,00	<input type="checkbox"/> Caso 1 <input checked="" type="checkbox"/> Caso 2 <input type="checkbox"/> Caso 3	2
d1 [cm]	5,1	σ_s [MPa]	259		
h [cm]	20,0	Act/face	1000		
wk [mm]	0,15	fyk [MPa]	500		
ϕ [mm]	12,5	fct,m [MPa]	2,90		

Determinação de As:

h/d1 [cm]	3,9063
N° [cm]	1,95
hef [cm]	10
As [cm ² /m]	11,58
esp [cm]	10

Determinação de As min:

Para tração pura:	
K =	0,8
As [cm ² /m]	4,80

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 9,3$$

Armadura adotada para fundo:

PAR. EXTERNAS MAIOR DIM. (e=20cm) ARM VERTICAL POSITIVA E NEGATIVA		
As	10 ϕ 6,3 c.10	ϕ 6,3 c.9
PAR. EXTERNAS MAIOR DIM. (e=20cm) ARM HORIZONTAL POSITIVA E NEGATIVA		
As	3 ϕ 12,5 c.40	ϕ 12,5 c.10*

14.4.5.1.3 PAREDES INTERNAS

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$g^{\pm g} =$	1,40
$g^{\pm s} =$	1,00

Obs: PAR. INTERNAS
ARM. VERTICAL

Estado Limite de Utilização {Combinação Frequente das Ações}:

$g^{\pm g} =$	1,00
---------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

$g_s =$	1,40
$g_c =$	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	0,21
M_k [t.m] =	0,08
V_{adm} [t] =	0,294
N_{adm} [t] =	0,000
M_{adm} =	0,112
$M_{máximas}$ =	0,080

Camadas para tração:

- 1 camada
- 2 camadas
- 3 camadas

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

f_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa)	26072	E_s/E_c	7,7
f_{yk} (MPa) =	500	E_s [MPa]	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	20,0
d' (cm) =	5,3
d (cm) =	14,7
c (cm) =	5,0
f (mm) =	6,3
$A_{s,calc}$ (cm ²) =	3,0
A_s (cm ²) =	0,2

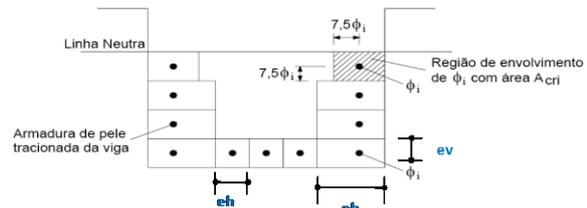
As original

Calculada:

ASAR MINIMA 10#6,3 c.10 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{st} (MPa) =	180
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	110,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	120,0
ϕ (mm) =	6,3
7.5ϕ	47,3
η_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{ez} [mm ²]	13200,0
ρ_{e1}	0,0024
w_k [mm]	0,04
taxa por face [%]	0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Frequente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Frequente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Frequente
Iv	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Frequente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

α^2	0,88	
f_{ctd} [MPa]	1,45	
v_{k12}	74,8	OK
v_{k0}	12,76	
v_c	12,76	
v_{s0}	0,0	
v_{k13}	12,8	OK
A_{s0} [cm ² /m]	0,00	
$A_{s,calc}$ [cm ² /m]	11,59	Calculada:
$A_{s,adotada}$ [cm ² /m]	11,59	#5 c.3
ϕ (mm) =	5,0	
Esp. (cm) =	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

v_{k11} [t]	9,7	Não precisa calcular armadura transversal!!
$v_{k11} / (t/cm^2)$	0,0036	
k	1,5	
$v_{k11} / (t/cm^2)$	0,0000	
ρ_1	0,002	

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

g_{fg} =	1,40
g_{fg} =	1,00

Obs: PAR. INTERNAS
ARM. HORIZONTAL

Estado Limite de Utilização (Combinação Freqüente das Ações):

g_{fg} =	1,00
------------	------

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

g_c =	1,40
g_s =	1,15

ESFORÇOS SOLICITANTES

N_k [t] =	0,00
V_k [t] =	0,35
M_k [t.m] =	0,10
V_{edim} [t] =	0,490
N_{edim} [t] =	0,000
M_{edim} =	0,140
M_{max} =	0,100

Camadas para tração:

- 1 camada
- 2 camadas
- 3 camadas

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

F_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa)	26072	E_s/E_c	7,7
F_{yk} (MPa) =	500	E_s (MPa)	200000		

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

$b_{comp.}$ (cm) =	100,0
h (cm) =	20,0
d' (cm) =	5,1
d (cm) =	14,9
c (cm) =	4,5
f (mm) =	12,5
A_{smin} (cm ²) =	3,0
A_s (cm ²) =	0,2

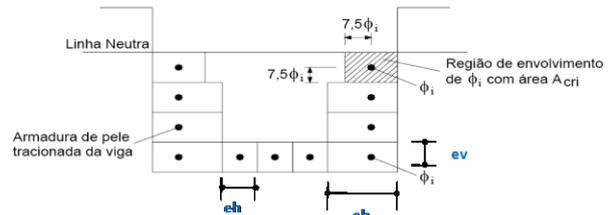
As original

Calculada:

3#12,5 c. 40 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} (MPa) =	199
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	100,0
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	150,0
ϕ (mm) =	12,5
7.5ϕ	93,8
η_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{ce} [mm ²]	15000,0
ρ_{s1}	0,0082
w_k [mm]	0,09
taxa por face [%]	0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Frequente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Frequente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Frequente
Iv	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Frequente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha+2$	0,88	
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{Rd2}	75,7	OK
V_{ed}	12,93	
V_c	12,93	
V_{sd}	0,0	
V_{Rd3}	12,9	OK
A_{sv} [cm ² /m]	0,00	
A_{svmin} [cm ² /m]	11,59	Calculada:
A_{sv} adotada [cm ² /m]	11,59	#5 c. 3
ϕ (mm) =	5,0	
Esp. (cm) =	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{Rd1} [t]	9,8	Não precisa calcular armadura transversal!!
V_{ed} [t]	0,0036	
k	1,5	
ρ_{p1}	0,002	

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

$$A_s = f_{ct,ef} A_{c,ef} / \sigma_s$$

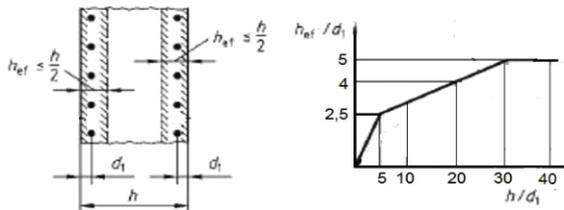
Valor mínimo (DIN):

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm^2), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm^2);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.


Dados de entrada:

fck [MPa]	30	$f_{ct,ef}$ [MPa]	3,00	<input type="radio"/> Caso 1 <input checked="" type="radio"/> Caso 2 <input type="radio"/> Caso 3	2
d1 [cm]	5,1	σ_s [MPa]	259		
h [cm]	20,0	Act/face	1000		
wk [mm]	0,15	fyk [MPa]	500		
ϕ [mm]	12,5	fct,m [MPa]	2,90		

Determinação de As:

h/d1 [cm]	3,9063
N° [cm]	1,95
hef [cm]	10
As [cm ² /m]	11,58
esp [cm]	10

Determinação de As min:

Para tração pura:	
K =	0,8
As [cm ² /m]	4,80

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 9,3$$

Armadura adotada para fundo:

PAR. INTERNAS (e=20cm)		
ARM VERTICAL POSITIVA E NEGATIVA		
As	10 ϕ 6,3 c.10	ϕ 6,3 c.9
PAR. INTERNAS (e=20cm)		
ARM HORIZONTAL POSITIVA E NEGATIVA		
As	3 ϕ 12,5 c.40	ϕ 12,5 c.10*

14.4.5.1.4 FUNDO

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$g_{fs} = 1,40$ $g_{fd} = 1,00$ Obs: FUNDO

Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):

$g_{fs} = 1,00$ AMBAS AS DIREÇÕES

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

$\gamma_c = 1,40$

$\gamma_s = 1,15$

ESFORÇOS SOLICITANTES

NA [t] = 0,00 Camadas para tração: 1

Vx [t] = 0,50 1 camada

Mx [t.m] = 0,21 2 camadas

Vydia [t] = 0,700 3 camadas

Nydia [t] = 0,000

Mydia = 0,294

M_{max} = 0,210

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

f_{ck} (MPa) = 30 E_c (MPa) = 26072 E_s/E_c = 7,7

f_{yk} (MPa) = 500 E_s [MPa] = 200000

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

b_{comp} (cm) = 100,0

h (cm) = 20,0

d' (cm) = 5,6

d (cm) = 14,4

c (cm) = 5,0

f (mm) = 12,5

$A_{s,iso}$ (cm²) = 3,0 Calculada:

A_s (cm²) = 0,5 $A_{s,REQ} = 3\phi 12,5$ c.40 camadas (cm) = 1,0

As original

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} (MPa) = 250

eh [mm] ou 15ϕ (o menor) = 110,0

ev [mm] ou 15ϕ (o menor) = 120,0

ϕ (mm) = 12,5

7.5ϕ = 93,8

n_1 = 2,25

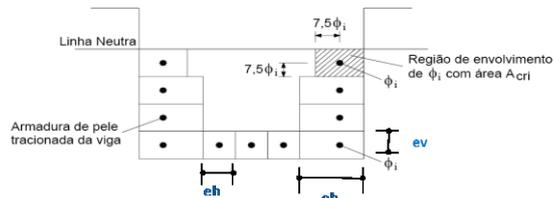
f_{ctm} [MPa] = 2,9

A_{cz} [mm²] = 13200,0

σ_{s1} = 0,0093

w_k [mm] = 0,14

Taxa por face [%] = 0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k < 0,40\text{mm}$	Frequente
II	$w_k < 0,30\text{mm}$	Frequente
III	$w_k < 0,30\text{mm}$	Frequente
Iv	$w_k < 0,20\text{mm}$	Frequente
Estanqueidade	$w_k < 0,15\text{mm}$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

α_{r2} = 0,88

f_{ctd} [MPa] = 1,45

v_{rd2} = 73,2 OK

v_{co} = 12,49

v_c = 12,49

v_{sw} = 0,0

v_{rd3} = 12,5 OK

A_{sv} [cm²/m] = 0,00

$A_{s,iso}$ [cm²/m] = 11,59 Calculada:

$A_{s,REQ}$ [cm²/m] = 11,59 $\phi 5$ c.3

ϕ (mm) = 5,0

Esp. (cm) = 3

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

v_{rd1} [t] = 9,5

v_{rd} [t] = 0,0036

k = 1,5

α_{cp} [t/cm²] = 0,0000

ρ_1 = 0,002

Não precisa calcular armadura transversal!!

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

$$A_s = f_{ct,ef} A_{c,ef} / \sigma_s$$

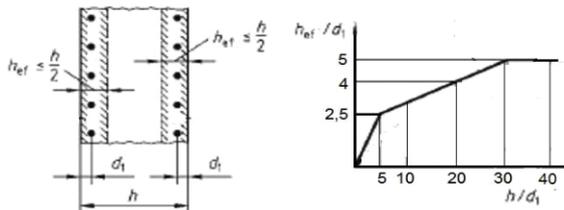
Valor mínimo (DIN):

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm^2), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm^2);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.


Dados de entrada:

f_{ck} [MPa]	30	$f_{ct,ef}$ [MPa]	3,00	<input type="checkbox"/> Caso 1 <input checked="" type="checkbox"/> Caso 2 <input type="checkbox"/> Caso 3	2
d_l [cm]	5,1	σ_s [MPa]	259		
h [cm]	20,0	$A_{ct}/face$	1000		
w_k [mm]	0,15	f_{yk} [MPa]	500		
ϕ [mm]	12,5	$f_{ct,m}$ [MPa]	2,90		

Determinação de A_s :

h/d_l [cm]	3,9063
N° [cm]	1,95
h_{ef} [cm]	10
A_s [cm^2/m]	11,58
esp [cm]	10

Determinação de A_s min:

Para tração pura:	
$K =$	0,8
A_s [cm^2/m]	4,80

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2/\text{m]} = \mathbf{9,3}$$

Armadura adotada para fundo:

FUNDO ($e=20cm$)

AMBAS AS DIREÇÕES

As 3 ϕ 12,5 c.40 ϕ 12,5 c.10*

14.4.5.1.5 PAREDES CALHA

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:		
Estado Limite Último:		
g_{fg} =	1,40	Obs: PAR. CALHA ARM. VERTICAL
g_{fg} =	1,00	
Estado Limite de Utilização {Combinação Freqüente das Ações}:		
g_{fg} =	1,00	

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:		
g_c =	1,40	
g_s =	1,15	

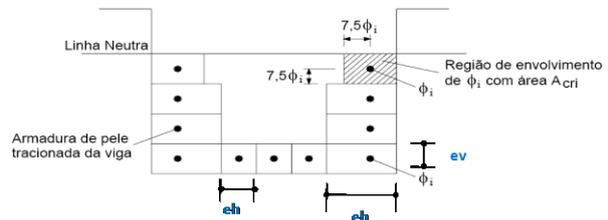
ESFORÇOS SOLICITANTES		
N_k [t] =	0,00	Camadas para tração: 1 camada 2 camada 3 camada
V_k [t] =	0,04	
M_k [t.m] =	0,02	
V_{Edim} [t] =	0,056	
N_{Edim} [t] =	0,000	
M_{Edim} =	0,028	
$M_{Dmaxcombosões}$ =	0,020	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
F_{ck} (MPa) =	30	E_c (MPa)	26072
F_{yk} (MPa) =	500	E_s [MPa]	200000
		E_s/E_c	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO		
$b_{comp.}$ (cm) =	100,0	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>As original</div> <div>Calculada:</div> </div> <p>ASAR MINIMA 10#6,3 c.10 camadas (cm) = 1,0</p>
h (cm) =	20,0	
d' (cm) =	5,3	
d (cm) =	14,7	
c (cm) =	5,0	
f (mm) =	6,3	
A_{smin} (cm ²) =	3,0	
A_s (cm ²) =	0,0	

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

σ_{max} (MPa) =	76
e_h [mm] ou 15ϕ (o menor)	94,5
e_v [mm] ou 15ϕ (o menor)	94,5
ϕ (mm) =	6,3
7.5ϕ	47,3
η_1	2,25
f_{ctm} [MPa]	2,9
A_{cr} [mm ²]	8930,3
ρ_{r1}	0,0035
w_k [mm]	0,01
taxa por face [%]	0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40\text{mm}$	Freqüente
II	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
III	$w_k \leq 0,30\text{mm}$	Freqüente
IV	$w_k \leq 0,20\text{mm}$	Freqüente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15\text{mm}$	Freqüente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

α_2	0,88	
f_{ctd} [MPa]	1,45	
V_{Ed2}	74,8	OK
V_{Ed}	12,76	
V_c	12,76	
V_{sw}	0,0	
V_{Ed3}	12,8	OK
A_{sv} [cm ² /m]	0,00	
A_{svmin} [cm ² /m]	11,59	Calculada:
A_{sv} adotada [cm ² /m]	11,59	#5 c.3
ϕ (mm) =	5,0	
Esp. (cm) =	3	

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

V_{Ed1} [t]	9,7	Não precisa calcular armadura transversal!!
ρ_1	0,0036	
k	1,5	
σ_{cp} [t/cm ²]	0,0000	
ρ_{l1}	0,002	

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$g_{fg} = 1,40$
 $g_{fg} = 1,00$

Obs: SAPATA
ARM. HORIZONTAL

Estado Limite de Utilização (Combinação Freqüente das Ações):

$g_{fg} = 1,00$

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:

$g_c = 1,40$
 $g_s = 1,15$

ESFORÇOS SOLICITANTES

$N_k [t] = 0,00$
 $V_k [t] = 0,04$
 $M_k [t.m] = 0,02$
 $V_{adm} [t] = 0,056$
 $N_{adm} [t] = 0,000$
 $M_{adm} = 0,028$
 $M_{max} = 0,020$

Camadas para tração:

1
1 camada
2 camada
3 camada

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:

$F_{ck} [MPa] = 30$ $E_c [MPa] = 26072$ $E_s/E_c = 7,7$
 $F_{yk} [MPa] = 500$ $E_s [MPa] = 200000$

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRAÇÃO

$b_{comp.} [cm] = 100,0$
 $h [cm] = 20,0$
 $d' [cm] = 5,6$
 $d [cm] = 14,4$
 $c [cm] = 5,0$
 $f [mm] = 12,5$
 $A_{s,io} [cm^2] = 3,0$
 $A_s [cm^2] = 0,0$

As original

Calculada:

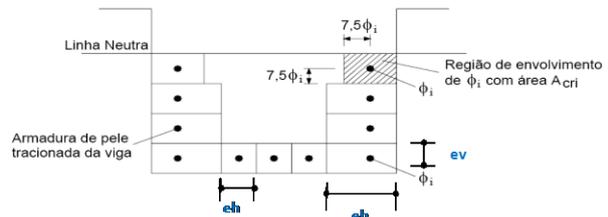
SAR MINIM# 3#12,5 c.40 camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)

$\sigma_{max} [MPa] = 74$
 $eh [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} = 100,0$
 $ev [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} = 100,0$
 $\phi [mm] = 12,5$
 $7.5\phi = 93,8$
 $\eta = 2,25$

$f_{ctm} [MPa] = 2,9$
 $A_{cz} [mm^2] = 10000,0$
 $\rho = 0,0123$

$w_k [mm] = 0,01$
taxa por face [%] = 0,15%



Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Frequente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
Iv	$w_k \leq 0,20mm$	Frequente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)

$\alpha + 2 = 0,88$
 $f_{ctd} [MPa] = 1,45$
 $V_{kd2} = 73,2$ OK
 $V_{ed} = 12,49$
 $V_c = 12,49$
 $V_{sd} = 0,0$
 $V_{kd3} = 12,5$ OK
 $A_{sv} [cm^2/m] = 0,00$
 $A_{s,sv,io} [cm^2/m] = 11,59$ Calculada:
 $A_{s,sv,adocada} [cm^2/m] = 11,59$ #5 c.3
 $\phi [mm] = 5,0$
Esp. (cm) = 3

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE

$V_{Rd1} [t] = 9,5$
 $\mu_{sd} [t/cm^2] = 0,0036$
 $k = 1,5$
 $\alpha_{cp} [t/cm^2] = 0,0000$
 $\rho_1 = 0,002$

Não precisa
calcular
armadura
transversal!!

Armadura de retração em peças espessas (DIN EN 1992-1-1:2011)

NBR 6118 2003 item 17.3.5.2.2 (valores mínimos para armadura de tração sob deformação impostas) e DIN EN 1992-1-1:2011

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

Expressão segundo a DIN:

$$A_s = f_{ct,ef} A_{c,ef} / \sigma_s$$

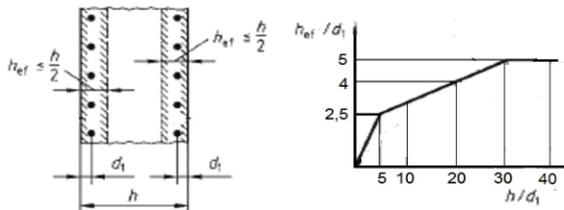
Valor mínimo (DIN):

$$A_s = k \cdot f_{ct,ef} \cdot A_{ct} / f_{yk}$$

* $A_{c,ef} = h_{ef} \cdot 100$ (em cm²), e $A_{ct} = 0,5 \cdot h \cdot 100$ (em cm²);

* h = espessura da peça;

* σ_s é a tensão admissível na armadura para limitação da abertura das fissuras.


Dados de entrada:

fck [MPa]	30	$f_{ct,ef}$ [MPa]	3,00	<input type="checkbox"/> Caso 1 <input checked="" type="checkbox"/> Caso 2 <input type="checkbox"/> Caso 3	2
d1 [cm]	5,1	σ_s [MPa]	259		
h [cm]	20,0	Act/face	1000		
wk [mm]	0,15	fyk [MPa]	500		
ϕ [mm]	12,5	fct,m [MPa]	2,90		

Determinação de As:

h/d1 [cm]	3,9063
N° [cm]	1,95
hef [cm]	10
As [cm ² /m]	11,58
esp [cm]	10

Determinação de As min:

Para tração pura:	
K =	0,8
As [cm ² /m]	4,80

Expressão segundo NBR:

$$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

$$K_c = 1,0$$

$$A_s \text{ [cm}^2\text{/m]} = 9,3$$

Armadura adotada para fundo:

PAR. CALHA (e=20cm) ARM VERTICAL POSITIVA E NEGATIVA		
As	10 ϕ 6,3 c.10	ϕ 6,3 c.9
PAR. CALHA (e=20cm) ARM HORIZONTAL POSITIVA E NEGATIVA		
As	3 ϕ 12,5 c.40	ϕ 12,5 c.10*

14.4.5.1.6 FUNDO CALHA

CÁLCULO DE ARMADURA DE FLEXÃO, CORTANTE E VERIFICAÇÃO DE FISSURAÇÃO NBR 6118 (2014)

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:		
Estado Limite Último:		
$g^* =$	1,40	Obs: FUNDO CALHA AMBAS AS DIREÇÕES
$g^* =$	1,00	
Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):		
$g^* =$	1,00	

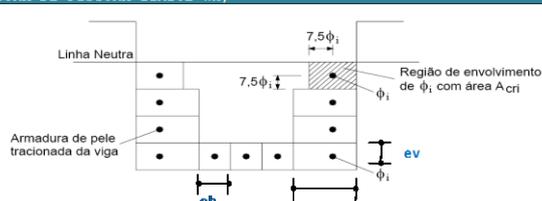
COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS:		
$\gamma_c =$	1,40	
$\gamma_s =$	1,15	

ESFORÇOS SOLICITANTES		
$N^* [t] =$	0,00	Camadas para tração:
$V^* [t] =$	0,04	1 camada
$M^* [t.m] =$	0,02	2 camada
$V_{max} [t] =$	0,056	3 camada
$M_{max} [t.m] =$	0,000	
$V_{max} [t] =$	0,028	
$M_{max} [t.m] =$	0,020	

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS:			
$f_{ck} [MPa] =$	30	$E_c [MPa] =$	26072
$f_{yk} [MPa] =$	500	$E_s [MPa] =$	200000
		$E_s/E_c =$	7,7

PROPRIEDADES DA SEÇÃO E ÁREA DE AÇO PARA FLEXÃO OU TRACÇÃO		
$b_{eff} [cm] =$	100,0	As original
$h [cm] =$	20,0	
$d' [cm] =$	5,3	
$d [cm] =$	14,7	
$c [cm] =$	5,0	
$f [mm] =$	6,3	
$A_{s,req} [cm^2] =$	3,0	
$A_s [cm^2] =$	0,0	

Calculada: **10ø6,3 c.10** camadas (cm) = 1,0

ELS - W (ABERTURA DE FISSURA LIMITE w_k)		
$\sigma_{s,adm} [MPa] =$	76	
$eh [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	100,0	
$ev [mm] \text{ ou } 15\phi \text{ (o menor)} =$	100,0	
$\phi [mm] =$	6,3	
$7,5\phi =$	47,3	
$n =$	2,25	
$f_{ctm} [MPa] =$	2,9	
$A_{cr} [mm^2] =$	10000,0	
$\sigma_{s1} =$	0,0031	
$w_k [mm] =$	0,01	
taxa por face [%]	0,15%	

Classe de	Abertura máxima de	Combinação a
I	$w_k \leq 0,40mm$	Frequente
II	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
III	$w_k \leq 0,30mm$	Frequente
Iv	$w_k \leq 0,20mm$	Frequente
Estanqueidade	$w_k \leq 0,15mm$	Frequente

ARMADURA TRANSVERSAL PARA VIGAS (t)		
$\alpha_1 =$	0,88	OK
$f_{ctd} [MPa] =$	1,45	
$V_{Rd2} =$	74,8	
$V_{c0} =$	12,76	
$V_c =$	12,76	
$V_{Rd1} =$	0,0	
$V_{Rd2} =$	12,8	
$A_{sv} [cm^2/m] =$	0,00	
$A_{sv,req} [cm^2/m] =$	11,59	
$A_{sv,adotada} [cm^2/m] =$	11,59	
$\phi [mm] =$	5,0	
$E_{sp} [cm] =$	3	

Calculada: **ø5 c.3**

RESISTÊNCIA DE LAJES AO CORTANTE		
$V_{Rd1} [t] =$	9,7	Não precisa calcular armadura transversal !!
$V_{Rd2} [t] =$	0,0036	
$k =$	1,5	
$\sigma_{cp} [t/cm^2] =$	0,0000	
$\rho_1 =$	0,002	

Armadura adotada para fundo:

FUNDO CALHA (e=20cm)		
AMBAS AS DIREÇÕES		
As	10ø6,3 c.10	ø6,3 c.9

14.5 RESUMO

Resumo de Armaduras

Fissuração, esp máximo 15fi

	Calculado	Adotado
PAR. EXTERNAS MENOR DIM. (e=20cm) ARM VERTICAL POSITIVA E NEGATIVA As	10ø6,3 c.10	ø6,3 c.9
PAR. EXTERNAS MENOR DIM. (e=20cm) ARM HORIZONTAL POSITIVA E NEGATIVA As	3ø12,5 c.40	ø12,5 c.10*
PAR. EXTERNAS MAIOR DIM. (e=20cm) ARM VERTICAL POSITIVA E NEGATIVA As	10ø6,3 c.10	ø6,3 c.9
PAR. EXTERNAS MAIOR DIM. (e=20cm) ARM HORIZONTAL POSITIVA E NEGATIVA As	3ø12,5 c.40	ø12,5 c.10*
PAR. INTERNAS (e=20cm) ARM VERTICAL POSITIVA E NEGATIVA As	10ø6,3 c.10	ø6,3 c.9
PAR. INTERNAS (e=20cm) ARM HORIZONTAL POSITIVA E NEGATIVA As	3ø12,5 c.40	ø12,5 c.10*
FUNDO (e=20cm) AMBAS AS DIREÇÕES As	3ø12,5 c.40	ø12,5 c.10*
PAR. CALHA (e=20cm) ARM VERTICAL POSITIVA E NEGATIVA As	10ø6,3 c.10	ø6,3 c.9
PAR. CALHA (e=20cm) ARM HORIZONTAL POSITIVA E NEGATIVA As	3ø12,5 c.40	ø12,5 c.10*
FUNDO CALHA (e=20cm) AMBAS AS DIREÇÕES As	10ø6,3 c.10	ø6,3 c.9

* Adotada armadura por retração conforme planilha específica

** Facilidade construtiva

15 ART



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-BA

ART OBRA / SERVIÇO
Nº BA20170017061

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia da Bahia

INICIAL
INDIVIDUAL

1. Responsável Técnico

DANIEL DE SOUZA MACHADO

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL, MESTRE EM ENGENHARIA DE ESTRUTURAS, DOUTOR EM ENGENHARIA CIVIL RNP: 050031910-3

2. Contratante

Contratante: HYDROS ENGENHARIA E PLANEJAMENTO S/A
AVENIDA TANCREDO NEVES, 274, BL-A, S/525

CPF/CNPJ: 13.937.479/0001-39
Nº: SN

Complemento:

Bairro: CAMINHO DAS ÁRVORES/CEI

Cidade: SALVADOR

UF: BA

CEP: 41820021

País: Brasil

Telefone: (71) 3272-8200

Email: comercial.hy@hydrosistem.com.br

Contrato: 035037300CGB018

Celebrado em: 01/01/2017

Valor: R\$ 32.000,00

Tipo de contratante: PESSOA JURIDICA DE DIREITO PRIVADO

Ação Institucional: NENHUMA - NAO OPTANTE

3. Dados da Obra/Serviço

Proprietário: COMPANHIA DE AGUA E ESGOTO DO CEARA CAGECE
AVENIDA LAURO VIEIRA CHAVES

CPF/CNPJ: 07.040.102/0001-57
Nº: 1030

Complemento:

Bairro: AEROPORTO

Cidade: FORTALEZA

UF: CE

CEP: 60422700

Telefone: (85) 3101-1789

Email:

Coordenadas Geográficas: Latitude: 0 Longitude: 0

Data de Início: 01/01/2017

Previsão de término: 22/02/2017

Finalidade: SEM DEFINIÇÃO

4. Atividade Técnica

12 - Execução

24 - Projeto > CREA-BA-1025 -> CONSTRUÇÃO CIVIL - CONSTRUÇÃO -> ESTRUTURAS E CONCRETOS -> #109 - ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

Quantidade

Unidade

3,00

un

24 - Projeto > CREA-BA-1025 -> CONSTRUÇÃO CIVIL - ATIVIDADES PROFISSIONAIS, CIENTÍFICAS E TÉCNICAS -> SERVIÇOS TÉCNICOS PROFISSIONAIS -> #177 - TANQUES OU RESERVATORIOS EM CONCRETO ARMADO

6,00

un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

ELABORAÇÃO DO PROJETO DE CÁLCULO ESTRUTURAL DO SES DO CONJUNTO PALMEIRA DAS SEGUINTE UNIDADES (1)EEE1 (2), EEE3 (3), EEE4 (4) CASA DO GERADOR EEE3, (5) CASA DO GER. EEE4 (6) CASA DO GERADOR (7) CX DIVISORA DE VAZÃO (8) 1(U)M UASB (9) 1(U)M LEITO DE SECAGEM, CONFORME CONTRATO COM A HYDROS Nº 035037300CGB018 PARA ATENDER CONTRATO 011/2014-PROJ-CAGECE.

6. Declarações

7. Entidade de Classe

ABENC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHEIROS CIVIS

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Souza, 16 de *fevereiro* de 2017
Local data

Daniel de Souza Machado
DANIEL DE SOUZA MACHADO - CPF: 897.171.475-15

Hydros Engenharia e Planejamento S/A
HYDROS ENGENHARIA E PLANEJAMENTO S/A - CNPJ: 13.937.479/0001-39

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: R\$ 214,82

Pago em: 13/02/2017

Nosso Número: 46754851