## TQSDocs

## Calculadora de Cisalhamento em Parede de Alvenaria Estrutural

A partir da Versão 17 do Alvest foram criadas as novas calculadoras para verificação gráfica de alvenaria estrutural. Na Comunidade-TQS já foram divulgadas algumas dicas sobre como utilizar a Calculadora de Tração nas Paredes e a Calculadora de Vergas e Lintéis (os links para essas mensagens na Biblioteca Digital-TQS seguem no final dessa mensagem).

Agora será abordado o uso da calculadora de cisalhamento.

Primeiramente, é importante descrever que normalmente a tensão de cisalhamento nas paredes acontece por esforço cortante horizontal. A tensão de cisalhamento é calculada pelas expressões destacadas abaixo:

Para alvenaria não armada:

$$\tau_{alv} = \frac{V_d}{b.h.k_{cis}}$$

Para alvenaria armada:

$$\tau_{alv} = \frac{V_d}{b.d.k_{cis}}$$

Onde:

Vd é esforço cortante horizontal de cálculo advindo das ações do vento.

b é a largura efetiva da seção transversal.

h é a altura da seção transversal.

d é a altura útil da seção.

 $k_{\rm cis}$  é um coeficiente para correção da espessura da seção.

O valor de  $k_{cis}$  é fornecido no arquivo de critérios de cálculo: "Alvest > Editar > Critérios > Critérios de Cálculo > Critérios Gerais > Redutor de área para cisalhamento -  $k_{cis}$ ". Em "Alvest > Editar > Critérios > Critérios de Cálculo > Armadura > Cisalhamento" é possível verificar qual o espaçamento de estribo definido:

Critérios de projeto de alvenaria estrutural	CAD/Alvest - Critérios	de Cálculo	
Desenho e Edição Gráfica	Brop. Fisicas   Cgelicien	les   Cargas Verticais   Cargas Horizontais Critérios Bereis Lab	ela de Relações   Argaduras
Fabricante(s) / Desenho	Espessura das paredes	para cálculo (cm)	
<u>P</u> ortas e Janelas	Pescentar altura d	e laje para pe-dweito de calculo; ○ Sim → 0 cm C Automático (Lajes comu	ns da planta)
<u>T</u> abela de cargas	Comprim, máx, p/ janela Tensão limite à tração (I Tensão limite ao cisalha	que pode ser desprezada (englobada) en cercas de inércias (cm) //n#) - Falv.t minima mento (ff/n#) - tau minima	125 20 15 ?
Cittérios de gelição gráfica de alvenarias	Redutor de área para ci	salhamento - kois hamento proporcional ao grauteamento	
Critérios de Cálculo	Pop. Físicas   Caeficien Armaduras (NBR 15	de Cálculo tes   Caggas Verticais   Cargas <u>H</u> orizontais   Citérios <u>G</u> esais   Iab 1961-1 e NBR 15812-1)	ela de Relações Amaduas
Critérios de projeto do edifício	- Subestrutura	Ferros verticais (tração)	
		Cisahamento	
		Espaçamento padrão entre estribos (cálculo preliminar)	40 cm

Figura 1 – Critérios de projeto de alvenaria estrutural.

De acordo com o Item 11.4 das normas NBR 15812-1:2010 e NBR 15961-1:2011, quando necessária, a armadura de cisalhamento paralela à direção de atuação da força cortante é determinada por:

$$A_{sw} = \frac{(V_d - V_a).s}{0.5.f_{yd}.d}$$

Onde:

A<sub>xw</sub> é a área de armadura de cisalhamento necessária.

s é o espaçamento da armadura de cisalhamento.

 $f_{vd}$  é a resistência de cálculo de escoamento da armadura.

d é a altura útil da seção analisada.

Vd é a força cortante de cálculo.

Força cortante absorvida pela alvenaria:  $V_a = f_{vd}.b.d$ 

Quando houver tensão de cisalhamento na subestrutura maior que a admissível, ao final do processamento do edifício é emitida uma mensagem de erro grave referente à "Cisalhamento em trecho de subestrutura", como pode ser visto na figura abaixo:



Figura 2 – Visualizador de Erros.

Observe que no próprio Visualizador de Erros é possível identificar o pavimento onde há subestruturas com tensão de cisalhamento excedida. Nesse caso, o pavimento em questão é o Térreo.

Inicialmente, é necessário localizar a região (subestrutura) onde o problema está acontecendo no pavimento indicado anteriormente (Térreo). Para isso, pode-se utilizar o Desenho de Envoltória de Prismas, acessado conforme mostra a figura abaixo:



Figura 3 – Acessando o Desenho de Envoltória de Prismas pelo Gerenciador (I).



Figura 4 – Acessando o Desenho de Envoltória de Prismas (II).

Especificamente no caso desse edifício, no pavimento Térreo todas as subestruturas possuem tensão de cisalhamento excedida. Porém, para efeito de exemplo, trabalharemos apenas com a subestrutura S1.

Observe abaixo que essa subestrutura (S1) tem cisalhamento acima do resistente, tanto na cerca de vento em X, como na cerca de vento em Y:



Figura 5 – Subestrutura S1.

Depois de identificar, pelo Desenho de Envoltória de Prismas, em qual(is) subestrutura(s) ocorre o problema, é possível verificar as tensões na subestrutura através do relatório Envoltória de carregamentos 'FP' nas subestrutura, que pode ser acessado em:

Sistemas Edificio Ferramentas Plotagen	Subert States	./
Critérico Patroartes Entrade Elexações Gritérico Patroartes Entrade Elexações Gritérico Patroartes Entrade de Paração	Processamento Global Cráfica Estructural Cráfica Estructural Cráfica Estructural Cráfica Estructural	Visualizator de Vertificação -
Editor	Protestar	Visuaktar
AAROD BED A DA Z 山田田 PA	- 4 A B 3 4 5 8 6 -	

Figura 6 – Acessando Relatórios de Verificação.



Figura 7 – Acessando relatório de Envoltória de carregamentos 'FP' nas subestruturas.



Figura 8 – Relatório para verificação da Subestrutura S1.

Onde:

 $f_{d\,\,cis}$  é a tensão de cisalhamento de cálculo atuante na cerca de subestrutura.

 $f_{\rm nul}$  é a tensão de cisalhamento resistente de cálculo.

Se  $f_{cd\_cis} > f_{vd}$ , é necessário armar a subestrutura ao cisalhamento. No próprio relatório, é possível verificar a área de armadura necessária:

Cisalhamento	
RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO (fvd): 17.50 cf/m2	
CERCA EM X (1) fd_cis = 2.250 As_c:	is = .00
CERCA EM X (2) fd_cis = 18.453 As_c:	is = .11
CERCA EM Y (1) fd_cis = 28.286 As_c:	is = .41

Figura 9 – Resistência ao Cisalhamento.

Onde:

 $A_{s \ cis}$  é a área de armadura de cisalhamento necessária.

Existe uma Calculadora de Cisalhamento no Alvest que pode ser utilizada para verificação dessa área de armadura.Ela pode ser acessada através do ícone destacado abaixo - Verificação Gráfica de Alvenarias:

Sistemas Edificio Perramentas Piotagem	CAD Whent	Térreo - Alveraria en planta 🔹 🕐 •	2
Criterios Fasicantes Entrada Elevações Criterios Fasicantes da Pareidas de Pareidas de Corregamentos	Processamento Gobal	Construction Constendent Constendent Constendent Constendent Const	
Editar		Protestar Touskiar	

Figura 10 – Acessando Verificação Gráfica de Alvenarias.

Ao selecionar Verificação Gráfica de Alvenarias será aberta uma janela identificada por Verificação Gráfica de Subestruturas, Subconjuntos, Lintéis e Vergas à flexão composta oblíqua e cisalhamento, onde será necessário ①escolher a subestrutura a ser verificada, e se essa subestrutura será verificada para ② carregamento vertical, vento na direção X ou vento na direção Y:



Figura 11 – Escolhendo a subestrutura a verificar.

Para acessar a Calculadora para verificação de Cisalhamento:

TUDO	Vertical O Dr X @ Dr Y N <sup>1</sup> cr	eca 1 🔹 👔 Pio	priedades Grautes/Agos
Abetuax Selecione uma	Abenura - Tipox -	<b>B</b> 60 P	ropriedades Físicas
			PISO 1 .
			lok(If/nF) Ealv (If/nF)
	i.i.		140 • De1e00
	L.		5x(t/w/) Ea(t/w/)
			hum human
	2		lgk(K/m²) Eg(K/m²) 1960 (1961-600
	<u> </u>	5	Ymi(AM) Ymi(Graude) Ye
		12	12 [1.19
	E Contraction of the second se		
	-		
		- End	expax.
			Conhinesday
			Combinações
		NS	Combinações d(11) NSdx (kt.w) NSdy (kt.w) 0.00 0.00 0.0
		NS	Combineções dim MSdv (kt.m) 0.00 0.00 0.00
			Combinações       dm     N5de (M.w)     M5de (M.w)       0.00     0.00     0.0       0.00     0.00     0.0       Curvo de interação     12     12       NMx/My     Ventilizo     12



Figura 12 – Acessando a Calculadora para verificação de Cisalhamento.

Figura 13 – Verificação de Cisalhamento.

O campo c/ da calculadora apresentada acima se refere ao espaçamento do estribo em centímetros.

A área de armadura transversal apresentada no relatório Envoltória de carregamento 'FP' nas subestruturas é

calculada com base no espaçamento de estribos definido no arquivo de critérios, conforme mostrado no início dessa mensagem.

Se for definido na calculadora de verificação de cisalhamento, o mesmo espaçamento padrão definido nos critérios (mostrado no início da mensagem), a área de armadura para as combinações mais críticas deverá ser a mesma do que a apresentada anteriormente no relatório:

50: 1	Combinaç	;ões	
	COMB.	Vd (tf)	As (cm <sup>2</sup> )
	1	0,000	0,000
	2	7,484	0,066
fVk (tf/m²):  35,02	3	7,484	0,066
	4	2,236	0,000
Espessura: 14.00	5	2,236	0,000
Laborator (14,00	6	12,474	0,410
Altura útil (d): 266.5	7	12,474	0,410
Hand die fab. 1200,0	8	3,726	0,000
c/ 40	9	3,726	0,000
1400			
An (n):			
Calcular			
			ſ
			L
Aclonik			

Figura 14 – Verificação de Cisalhamento.

É importante deixar claro que, apesar do programa identificar a necessidade de armadura para cisalhamento, ele não detalha essa armadura. Sendo, portanto o detalhamento de responsabilidade do engenheiro.

## O Alvest não detalha a armadura de cisalhamento de forma automática.

Porém, na Entrada Gráfica existe uma Barra de Ferramentas de Armaduras com alguns recursos de desenho que podem ajudar o usuário a detalhar a armadura de cisalhamento:



Figura 15– Comandos da Entrada Gráfica.

Entretanto, o programa não faz nenhuma verificação quanto ao uso desses estribos. Tanto é que o usuário perceberá que ao lançar os estribos no Editor Gráfico e reprocessar o edifício, as mensagens de erro relativas à Cisalhamento continuarão aparecendo.