

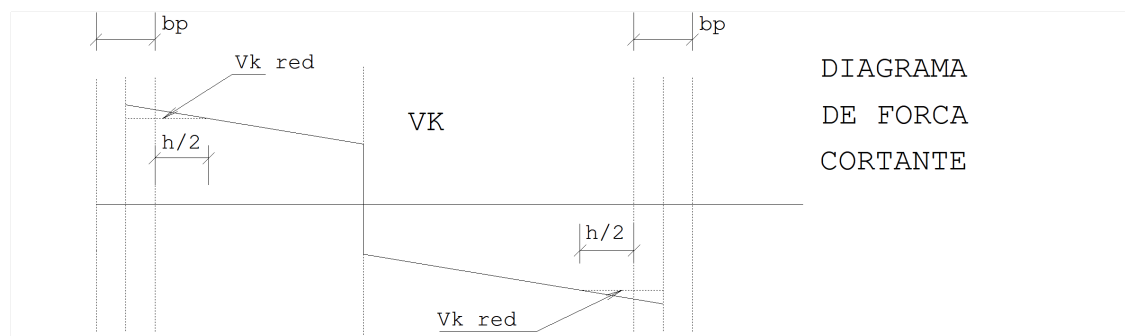
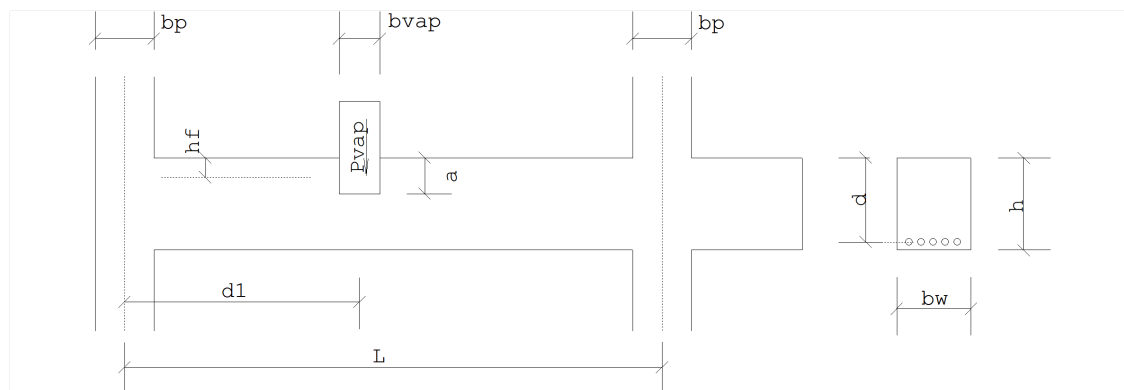
Cisalhamento

Introdução – cisalhamento

O dimensionamento e detalhamento ao cisalhamento é realizado para cada vão da viga independentemente, inclusive balanços. Assim o dimensionamento e / ou detalhamento de um vão não interfere no outro vão da viga.

No TQS-Vigas, são utilizados apenas estribos verticais para combater a força cortante. Não são utilizadas barras longitudinais dobradas.

Num determinado vão da viga, temos esquematicamente:



Nomenclaturas utilizadas

Para fins de compreensão das expressões que apresentaremos adiante usaremos as seguintes variáveis com o seu significado:

l	comprimento do vão
b_w	largura da viga
h	altura da viga

d	altura útil da viga
bvap	largura da viga que se apoia
Pvap	intensidade da carga da viga que se apoia
a	distância da face superior da viga suporte a face inferior da viga que apoia.
hf	espessura da laje
bp	largura do apoio
Asl	área da armadura longitudinal medida a distância 2h do apoio. Este valor é fixado como sendo $0.002bwd$
w	taxa geométrica da área de estribos
wd	tensão de cisalhamento
Ast/s	armadura de cisalhamento em cm^2/m
Asus	armadura de suspensão

Redução da força cortante nos extremos dos vãos

Como prescreve a NBR 6118, a força cortante próxima do apoio pode ser reduzida para efeitos de dimensionamento de armaduras.

Esta força cortante não é reduzida para cálculo e verificação de tensões.

Esta redução é realizada da seguinte forma:

Para cargas distribuídas: será considerada constante no trecho entre o apoio e a seção situada a distância $h/2$ da face do apoio.

Para cargas concentradas : se a carga estiver situada a uma distância a do ponto de apoio, seu valor poderá ser reduzido pelo fator $a/2h$.

No arquivo de critérios o projetista poderá selecionar se deseja ou não esta redução. Esta escolha pode também ser feita apenas para as cargas distribuídas.

Verificação de tensões

A verificação de tensões é realizada comparando-se a tensão máxima calculada

com a máxima permitida pela NBR 6118, item 5.3.1.2b. Neste cálculo, o valor de V_d é considerado sem a redução devido a proximidades das cargas nos apoios.

Quando ocorre a atuação simultânea de tensões de cisalhamento e torção, a verificação é realizada com o efeito combinado dos dois esforços.

Dimensionamento da armadura transversal

A armadura transversal será composta sempre por estribos verticais.

Cálculo de c

Temos duas modalidades para o cálculo de c :

Conforme NBR 6118 : Fazemos sempre $\lambda = 0.002$, portanto $\lambda = 1$
 f_{ck} em mpa

Conforme anexo da NBR 7197
 f_{ck} em mpa

Limitação da inclinação da biela de compressão

Se $c > 0.575 w_d$ então $c = 0.575 w_d$

ou, dependendo de critério adotado:

Se $c > 0.431 w_d$ então $c = 0.431 w_d$

Armadura transversal

(área / comprimento)

Armadura mínima: ou

A adoção do valor da taxa de armadura mínima depende de critério do arquivo de critérios de projeto.

Para vigas com largura maior que 60 cm, 2 ramos de estribos, este é o limite para consideração de armadura mínima.
Para vigas com largura maior que a altura, este valor da altura é o limite para o cálculo da armadura mínima.

Armadura de suspensão

A armadura de suspensão é calculada para as vigas ou cargas concentradas que chegam na viga suporte.

As cargas concentradas são classificadas como cargas importantes ou não. Cargas importantes são aquelas onde uma ou as duas situações abaixo ocorrem:

Armadura de suspensão é maior que a armadura transversal de cisalhamento.

O valor de a é maior ou igual a h , isto é a carga está pendurada.

Para cada carga importante, é calculada a armadura de suspensão como abaixo:

Fazendo c_f o comprimento da faixa de influência para a armadura de suspensão como sendo:

$$c_f = b_{vap} + d$$

F_{sus} = carga que se apoia, temos:

para $a \leq h$

para $a > h$

para $a > h$ também é calculada uma armadura para pendurar a carga concentrada além da armadura de suspensão calculada acima. Esta armadura para pendurar a carga é definida como abaixo:

Na determinação do valor final da armadura transversal podemos, neste caso de armadura de suspensão calculada, considerar dois casos:

A armadura transversal devido a força cortante é somada a armadura de suspensão.

É adotado o maior valor entre a armadura devido a força cortante e a armadura de suspensão.

Um critério (K66) do arquivo de critérios governa a adoção de qualquer um dos casos acima.

Seleção de faixas de estribos constantes

Os estribos detalhados no vão podem não possuir a mesma bitola e, quase sempre, não possuir o mesmo espaçamento. Assim, temos uma grande variação de soluções possíveis para o trio final de bitola - espaçamento - número de ramos.

Ao longo do vão, os estribos são representados por faixas ou trechos do vão onde o trio bitola - espaçamento -

número de ramos é constante.

Para determinação destas faixas ao longo do vão o seguinte procedimento é adotado:

Desconta-se do comprimento do vão, as dimensões dos pilares extremos e denominamos de comprimento efetivo para armação.

Divide-se este comprimento efetivo em um certo número de divisões conforme critérios fornecidos pelo projetista.

Na região onde ocorre a presença de uma carga importante, é criada uma nova faixa para detalhamento.

Eliminam-se as incompatibilidades físicas entre estas novas faixas assim determinadas e chega-se a configuração final de faixas para detalhamento.

Para cada faixa selecionada, as armaduras finais adotadas são as correspondentes aos máximos valores calculados ao longo de toda a faixa.

Em função de critérios de projeto, estas faixas podem assumir valores maiores ou menores permitindo assim, o controle do número de faixas para detalhamento.

Detalhamento das armaduras

Para cada faixa selecionada, em função da armadura transversal calculada, o programa determina o espaçamento necessário e o número de ramos escolhido para as três bitolas selecionadas no arquivo de critérios.

Para a seleção da bitola mais recomendada, o programa obedece a regras e diretrizes definidas conforme o arquivo de critérios (espaçamentos mais próximos a espaçamentos desejados).

Em função também de critérios, o programa pode selecionar um única bitola por vão.

Os espaçamentos calculados são aproximados para os valores de espaçamentos desejados definidos pelo projetista.

O espaçamento máximo por vão é definido como sendo $d/2$ ou $h/2$ dependendo do critério selecionado tendo por valor limite 30 cm. O espaçamento mínimo é definido como um critério pelo projetista.

Quando não é encontrada solução para o trio máxima bitola - mínimo espaçamento - número de ramos para as três bitolas originalmente selecionadas, o programa recorre a outros valores de bitolas maiores definidas na tabela de bitolas admitidas para o cisalhamento. Quando a máxima bitola desta tabela não fornece uma solução possível, o programa adota arbitrariamente como bitola de cisalhamento 50 mm apenas para efeitos de não interromper o detalhamento.

Apresentação de resultados

Relatório completo é emitido com as informações obtidas neste processo de dimensionamento e detalhamento. As

informações abaixo são impressas:

Força cortante original

Força cortante reduzida

Faixas de estribos

Tensões atuantes por faixa

Tensões admissíveis

Armadura transversal calculada

Armadura de suspensão

Armadura de tirante

Espaçamentos e número de ramos para as 3 bitolas selecionadas

Espaçamento e bitola selecionada para a faixa

No TQS-Vigas - Manual de Exemplos apresentamos relatório completo contendo, a título ilustrativo, as informações acima.