

# mCalcPerfis 2008

Cálculo de Vigas e Colunas mistas aço-concreto

Apresentamos o mais novo lançamento da família **mCalc**: o programa **mCalcPerfis**.

O **mCalcPerfis** é uma calculadora de perfis de aço, que roda independente de qualquer programa, assumindo uma função de calculadora de perfis, onde se pode verificar perfis obtendo-se as resistências de cálculo a compressão/tração, cortante (em duas direções) e flexão (em torno dos dois eixos principais de inércia).

Além disto, o **mCalcPerfis**, roda integrado aos programas **mCalc**, **mCalc3D**, SAP 2000 e WMix e TQS (sendo que as versões que rodam com estes dois últimos, são distribuídas pela TQS Informática) sendo o módulo de **Dimensionamento** destes programas.

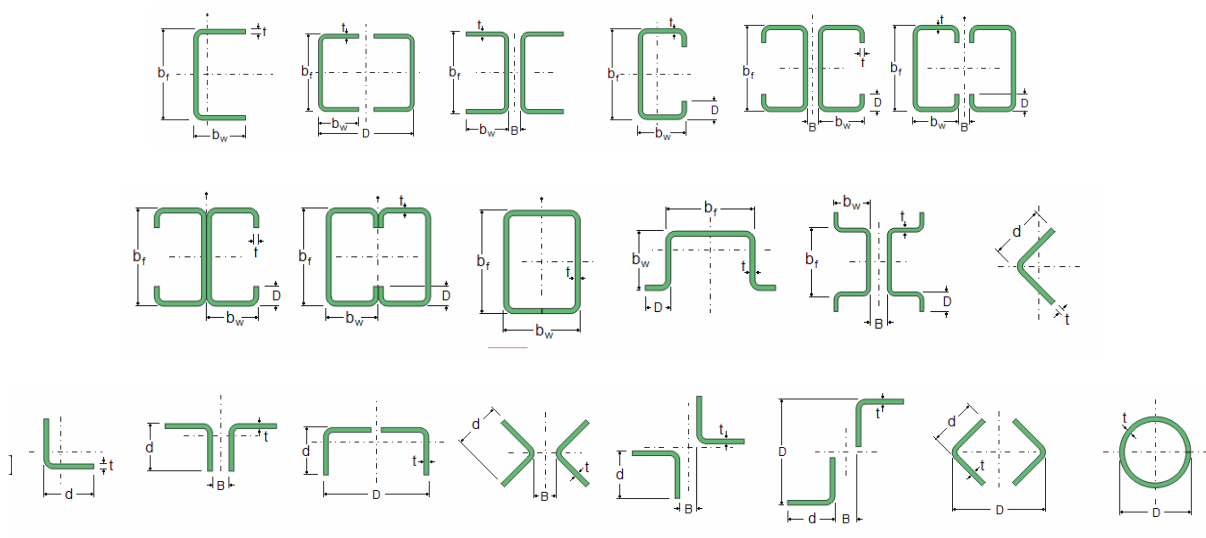
O **mCalcPerfis** possui as seguintes características, indispensáveis para a obtenção de aumento de produtividade :

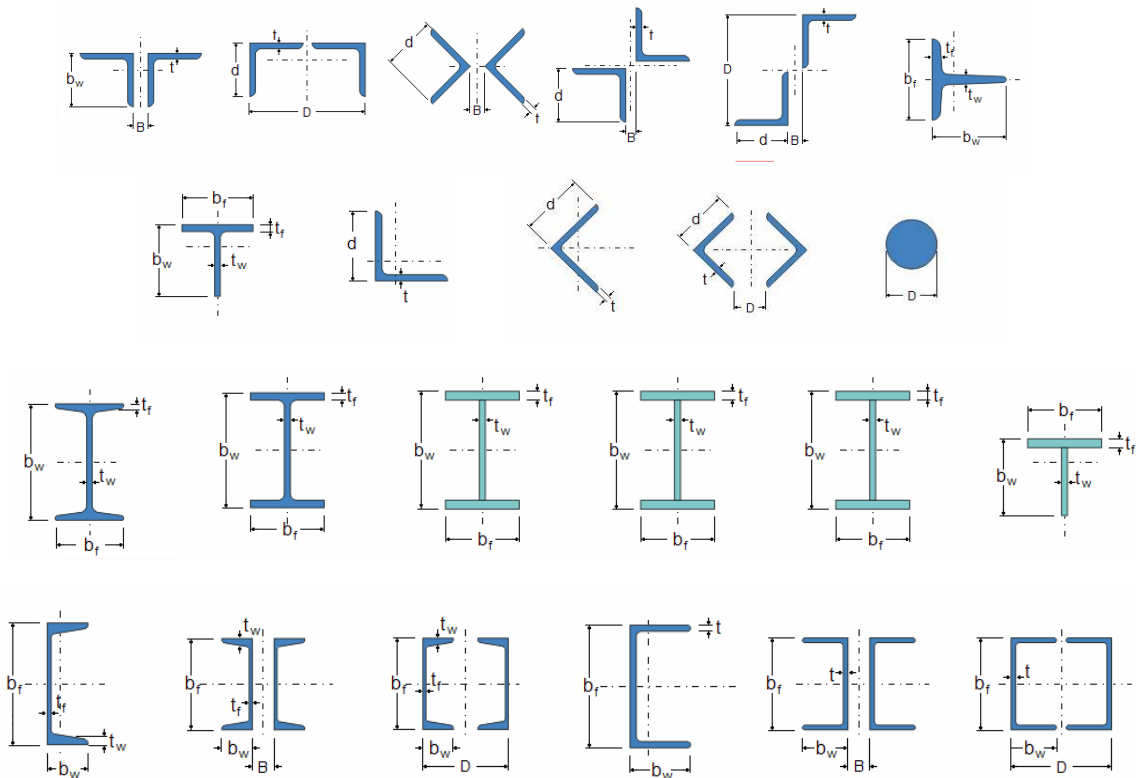
- Entrada de dados amigável e interativa
- Uso de perfis laminados, soldados e perfis formados a frio
- Procedimentos de cálculo de acordo com as normas NBR 8800:2008 e NBR 14762:2001
- Programa sensitivo: depois que o tipo de perfil for escolhido o programa, sem nenhuma informação adicional, opta pela norma adequada ao seu tipo (formado a frio ou laminado/soldado).
- Gera um relatório detalhado em padrão RTF

## PERFIS DISPONÍVEIS NO **mCalcPerfis**

O programa permite a verificação de 19 tipos de perfis formados a frio e 23 tipos de perfis laminados e soldados.

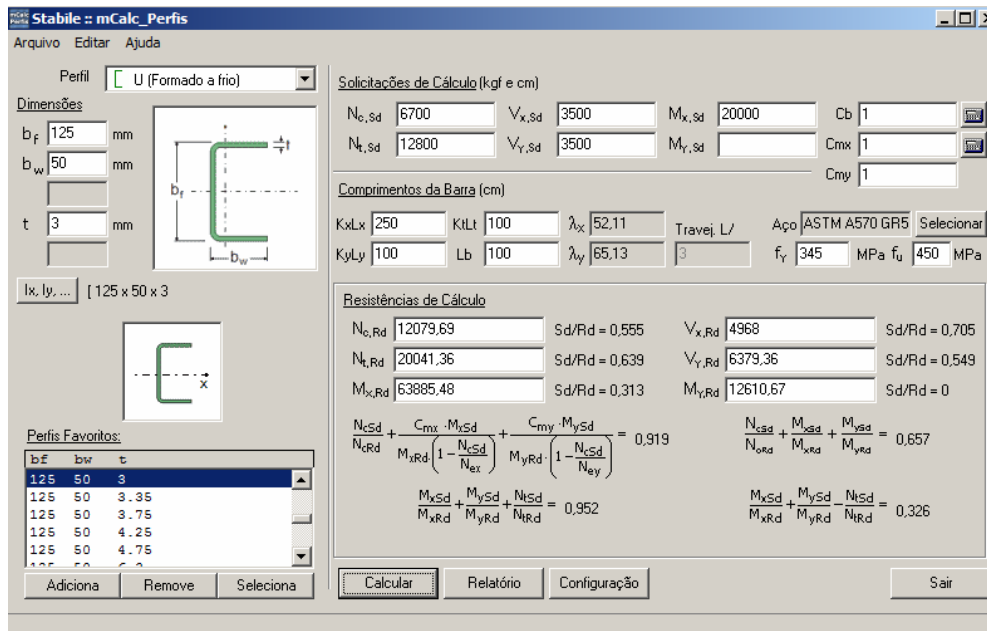
Perfis formados a frio:






**OPERANDO COM O  mCalcPerfis**

Ao se carregar o programa surge a tela abaixo.



Seleciona-se o tipo do perfil e suas dimensões, seleciona-se o tipo de aço, declaram-se as solicitações de cálculo (opcional) e os comprimentos de flambagem da peça e pede-se para o programa determinar as resistências de cálculo do perfil escolhido.

O  mCalcPerfis determinará as resistências de cálculo de tração, compressão, cortante na direção dos eixos x e y e momento fletor em torno dos eixos x e y do perfil e comparará estas resistências com as solicitações de cálculo declaradas, exibindo a relação de performance do perfil

para cada solicitação.

Aço	fy (MPa)	fu (MPa)	Espessuras Disponíveis (mm)	Características
ASTM A36	250	400	2,0 - 150	Estrutural
ASTM A570 GR36	250	365	2,0 - 5,84	Estrutural
COS-AR-COR 400	250	380	2,0 - 100	Aço Patinável
A572-GR42	290	415	19 - 19	Estrutural
COS-CIVIL 300	300	400	150 - 150	Estrutural Especial
USI-SAC-300	300	400	12,7 - 12,7	Aço Patinável
COS-AR-COR 400 E	300	380	12,7 - 12,7	Aço Patinável
CSN-COR 420	300	420	6,3 - 6,3	Aço Patinável
COS-CIVIL 350	350	490	50,8 - 50,8	Estrutural Especial
ASTM A570 GR50	345	450	5,84 - 5,84	Estrutural
USI-SAC-350	350	485	12,7 - 12,7	Aço Patinável
A588	345	485	19 - 19	Estrutural
USI-LN 380	380	490	12,7 - 12,7	Estrutural Especial
COS-AR-COR 500	375	490	50,8 - 50,8	Aço Patinável
USER	-	-	-	Definido pelo usuário

fy: 345      fu: 450


OK      Cancelar

Com um clique, é possível configurar-se o tipo de aço a ser utilizado nas verificações, através da tabela a lado.

Ao verificar qualquer perfil, o O **mCalcPerfis** determinará suas características geométricas exibindo-as na janela abaixo:

Perfil Simples		Perfil Composto	
I <sub>x</sub> :	147,082 cm <sup>4</sup>	I <sub>x</sub> :	-
I <sub>y</sub> :	15,065 cm <sup>4</sup>	I <sub>y</sub> :	-
x <sub>g</sub> :	1,253 cm	x <sub>g</sub> :	-
y <sub>g</sub> :	6,25 cm	y <sub>g</sub> :	-
Área:	6,39 cm <sup>2</sup>	Área:	-
I <sub>t</sub> :	0,197 cm <sup>4</sup>	I <sub>t</sub> :	-
C <sub>w</sub> :	400,352 cm <sup>6</sup>	C <sub>w</sub> :	-
x <sub>0</sub> :	2,783 cm	x <sub>0</sub> :	-
y <sub>0</sub> :	0 cm	y <sub>0</sub> :	-
Peso:	5,016 kg/m	Peso:	-
r <sub>x</sub> :	4,798 cm	r <sub>x</sub> :	-
r <sub>y</sub> :	1,535 cm	r <sub>y</sub> :	-

OK

O relatório da verificação (memória de cálculo) do perfil será exibido pelo **mCalcPerfis** ao se clicar o botão 

**STABILE ENGENHARIA LTDA.**

**Cliente:** Stabile Engenharia Ltda.  
**Obra:** Folder do mCalcPerfis  
**Responsável:** P.R.

11/11/2008  
 17:49:58



**PERFIL U (FORMADO A FRIO)**

Perfil: [ 125 x 50 x 3  
 Aço: ASTM A570 GR50      fy = 345 MPa      fu = 450 MPa

**COMPRIMENTOS DA BARRA**  
 KxLx = 250 cm      KtLt = 100 cm  
 KyLy = 100 cm      Lb = 100 cm

**1. Cálculo da Tração**

C<sub>T</sub> = 1,00      Coeficiente de redução da área líquida

$$N_{tRd1} = \frac{A \cdot f_y}{1,10} = 20041,36 \text{ kgf} \quad \text{Resistência de escoamento}$$

$$N_{tRd2} = \frac{C_T \cdot A_n \cdot f_u}{1,35} = 21300,00 \text{ kgf} \quad \text{Resistência à ruptura}$$

$$N_{tRd} = 20041,36 \text{ kgf} \quad \text{Resistência à tração}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{N_{tSd}}{N_{tRd}} = 0,64 \leq 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 2. Cálculo da Compressão

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{(K_x \cdot L_x)^2} = 47613,94 \text{ kgf}$$

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(K_y \cdot L_y)^2} = 30480,05 \text{ kgf}$$

$$N_{et} = \frac{1}{r_o^2} \cdot \left[ \frac{\pi^2 \cdot E \cdot C_w}{(K_t \cdot L_t)^2} + G \cdot I_t \right] = 29155,10 \text{ kgf}$$

$$H = 1 - \frac{x_o^2}{r_o^2} = 0,77$$

$$N_{ext} = \frac{N_{ex} + N_{et}}{2 \cdot H} \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot N_{ex} \cdot N_{et} \cdot H}{(N_{ex} + N_{et})^2}} \right] = 23678,29 \text{ kgf}$$

$$N_e = 23678,29 \text{ kgf}$$

$$\lambda_o = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_e}} = 0,96$$

$$\alpha = 0,34$$

$$\beta = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_o - 0,2) + \lambda_o^2] = 1,10$$

$$\rho = \frac{1}{\beta + \sqrt{\beta^2 - \lambda_o^2}} = 0,62$$

a) Cálculo da resistência à compressão devido à flambagem global

$$A_{ef}^{FG} = 6,22 \text{ cm}^2 \quad \text{Área efetiva devido à flambagem global}$$

$$N_{cRd}^{FG} = \frac{\rho \cdot A_{ef}^{FG} \cdot f_y}{1,10} = 12079,69 \text{ kgf} \quad \text{Resistência à compressão devido à flambagem global}$$

b) Cálculo da resistência à compressão devido à flambagem local

$$A_{ef}^{FL} = 5,51 \text{ cm}^2 \quad \text{Área efetiva devido à flambagem local}$$

$$N_{cRd}^{FL} = \frac{A_{ef}^{FL} \cdot f_y}{1,10} = 17286,12 \text{ kgf} \quad \text{Resistência à compressão devido à flambagem local}$$

$$N_{cRd} = 12079,69 \text{ kgf} \quad \text{Força normal resistente de cálculo à compressão}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{N_{cSd}}{N_{cRd}} = 0,55 \leq 1,00 \quad \text{OK!}$$

### 3. Cálculo da Resistência à Flexão - eixo X

#### 3.1. Cálculo do momento resistente devido ao início do escoamento efetivo

$$A_{ef} = 6,13 \text{ cm}^2 \quad \text{Área efetiva da seção}$$

$$I_{xef} = 137,23 \text{ cm}^4 \quad \text{Momento de inércia efetivo da seção em relação ao eixo X}$$

$$d = 0,26 \text{ cm} \quad \text{Rebaixamento total do eixo baricêntrico}$$

$$Y_{G \text{ final}} = Y_G + d = 6,51 \text{ cm} \quad \text{Posição final do eixo baricêntrico}$$

$$I_G = I_{xef} - A_{ef} \cdot d^2 = 136,81 \text{ cm}^4 \quad \text{Momento de inércia efetivo da seção em relação ao eixo baricêntrico}$$

$$W_{ef} = \frac{I_G}{Y_{G \text{ final}}} = 21,00 \text{ cm}^3 \quad \text{Módulo elástico efetivo}$$

$$M_{Rdx}^{FL} = \frac{W_{ef} \cdot f_y}{1,10} = 65875,39 \text{ kgf.cm} \quad \text{Resistência de cálculo à flexão para o início do escoamento}$$

#### 3.2. Cálculo do momento resistente devido ao estado limite Flambagem Lateral com Torção

$$C_b = 1,00 \quad \text{Coeficiente de equivalência de momento na flexão}$$

$$M_e = C_b \cdot r_o \cdot \sqrt{N_{ey} \cdot N_{et}} = 171310,66 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento fletor de flambagem lateral com torção}$$

$$W_c = 23,53 \text{ cm}^3 \quad \text{Módulo de resistência elástico da seção bruta em relação à fibra comprimida}$$

$$\lambda_o = \sqrt{\frac{W_c \cdot f_y}{M_e}} = 0,69$$

$$0,6 < \lambda_o < 1,336 \quad \text{então} \quad P_{FLT} = 1,11 \cdot (1 - 0,278 \cdot \lambda_o^2)$$

$$P_{FLT} = 0,96 \quad \text{Fator de redução associado à flambagem lateral com torção}$$

Cálculo de  $W_{cef}$  na tensão  $\sigma = P_{FLT} \cdot f_y = 3324,95 \text{ kgf/cm}^2$

$A_{ef} = 6,14 \text{ cm}^2$  Área efetiva da seção

$I_{xef} = 137,75 \text{ cm}^4$  Momento de inércia efetivo da seção em relação ao eixo X

$d = 0,25 \text{ cm}$  Rebaixamento total do eixo baricêntrico

$Y_{G \text{ final}} = Y_G + d = 6,50 \text{ cm}$  Posição final do eixo baricêntrico

$I_G = I_{xef} - A_{ef} \cdot d^2 = 137,36 \text{ cm}^4$  Momento de inércia efetivo da seção em relação ao eixo baricêntrico

$W_{cef} = \frac{I_G}{Y_{G \text{ final}}} = 21,14 \text{ cm}^3$  Módulo elástico efetivo

$M_{Rdx}^{FLT} = \frac{P_{FLT} \cdot W_{cef} \cdot f_y}{1,10} = 63885,48 \text{ kgf.cm}$  Resistência de cálculo à flexão para o estado limite FLT

$M_{Rdx} = 63885,48 \text{ kgf.cm}$  Resistência de cálculo à flexão em relação ao eixo X

$\frac{SOLIC.}{RESIST.} = \frac{M_{xSd}}{M_{xRd}} = 0,31 \leq 1,00$  OK!

#### 4. Cálculo da Resistência à Flexão - eixo Y

$A_{ef} = 5,51 \text{ cm}^2$  Área efetiva da seção

$I_{yef} = 15,06 \text{ cm}^4$  Momento de inércia efetivo da seção em relação ao eixo Y

$d = 2,49 \text{ cm}$  Rebaixamento total do eixo baricêntrico

$X_{G \text{ final}} = X_G + d = 3,75 \text{ cm}$  Posição final do eixo baricêntrico

$I_G = I_{yef} - A_{ef} \cdot d^2 = 15,06 \text{ cm}^4$  Momento de inércia efetivo da seção em relação ao eixo baricêntrico

$W_{ef} = \frac{I_G}{X_{G \text{ final}}} = 4,02 \text{ cm}^3$  Módulo elástico efetivo

$M_{Rdy} = \frac{W_{ef} \cdot f_y}{1,10} = 12610,67 \text{ kgf.cm}$  Resistência de cálculo à flexão em relação ao eixo Y

$\frac{SOLIC.}{RESIST.} = \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} = 0,00 \leq 1,00$  OK!

#### 5. Cálculo da Resistência ao cortante - eixo X

$$\lambda = \frac{h}{t} = 14,67 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$k_v = 5,34 \quad \text{Coeficiente de flambagem local por cisalhamento}$$

$$\lambda_p = 1,08 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 60,84 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para plastificação}$$

$$\lambda_r = 1,40 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 78,86 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para para início de escoamento}$$

$$V_{Rd} = \frac{0,6 \cdot h \cdot t \cdot f_y}{1,10}$$

$\lambda \leq \lambda_p$  então

$$V_{Rdx} = 4968,00 \text{ kgf} \quad \text{Resistência ao esforço cortante em relação ao eixo X}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{V_{xSd}}{V_{xRd}} = 0,70 \leq 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 6. Cálculo da Resistência ao cortante - eixo Y

$$\lambda = \frac{h}{t} = 37,67 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$k_v = 5,34 \quad \text{Coeficiente de flambagem local por cisalhamento}$$

$$\lambda_p = 1,08 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 60,84 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para plastificação}$$

$$\lambda_r = 1,40 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 78,86 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para para início de escoamento}$$

$$V_{Rd} = \frac{0,6 \cdot h \cdot t \cdot f_y}{1,10}$$

$\lambda \leq \lambda_p$  então

$$V_{Rdy} = 6379,36 \text{ kgf} \quad \text{Resistência ao esforço cortante em relação ao eixo X}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{V_{ySd}}{V_{yRd}} = 0,55 \leq 1,00 \quad \text{OK!}$$