

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
MESTRADO EM CONSTRUÇÃO METÁLICA

ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE EDIFÍCIOS  
HORIZONTAIS DE PERFIS LEVES

por  
Hisashi Inoue

orientado por  
Prof. Geraldo Donizetti de Paula, M.Sc  
e  
Prof. Antônio Maria Claret de Gouvêia, D.Sc

CONVÊNIO USIMINAS/ESCOLA DE MINAS/FUNDAÇÃO GORCEIX

Inoue, Hisashi  
159a Análise e dimensionamento de  
edifícios  
horizontais de perfis leves. / Hisashi  
Inoue. -  
Ouro Preto, 1998  
259 p

Dissertação. Escola de Minas -  
Universidade  
Federal de Ouro Preto, 1998.  
Orientador: Prof. Dr. Antônio Maria  
Claret de  
Gouvêia.  
Co-orientador: Prof. M.Sc. Geraldo  
Donizetti  
de Paula.

1.Estrutura metálica. 2. Perfis de  
chapa  
dobrada. I. Título.

ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE EDIFÍCIOS  
HORIZONTAIS DE PERFIS LEVES

Hisashi Inoue

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA CIVIL DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA  
DE MINAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM  
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA CIVIL, NA ÁREA DE ESTRUTURAS

Aprovada por:

Antônio Maria Claret de Gouvêia, D.Sc  
Presidente, Orientador, EM/UFOP

Geraldo Donizetti de Paula, M.Sc  
Co-Orientador, EM/UFOP

Francisco Carlos Rodrigues, D.Sc  
EE/UFMG

Ernani Carlos de Araújo, D.Sc  
EM/UFOP

Ouro Preto - MG - Brasil

janeiro 1998

*Aos meus pais, irmãos e amigos*



## **AGRADECIMENTOS**

Aos Professores Antônio Maria Claret de Gouvêia e Geraldo Donizetti de Paula, pela orientação o curso.

À Tigrada, pela convivência e amizade durante o período de Mestrado.

Aos ex e atuais republicanos da República dos Deuses, pela convivência e amizade.

Aos colegas do Mestrado, pela amizade.

Aos Professores da Graduação e do Mestrado, pelos ensinamentos.

Aos funcionários Willian Ferreira Silva e Adão Geraldo Gomes, do Laboratório de Computação da Escola de Minas, pela colaboração.

À Escola de Minas, que, há mais de um século, tem se dedicado a formação de profissionais

À Norma Terezinha Sá de Bressan e aos demais funcionários da Escola de Minas, que contribuíram direta ou indiretamente para a minha formação.

À Usiminas, pelo apoio dado ao curso de Mestrado em Construção Metálica.

## RESUMO

Este trabalho descreve a implementação dos subsistemas de geometria da treliça plana, geometria e propriedades dos perfis de aço conformados a frio, cargas do vento, determinação do diâmetro do tirante da terça, escolha automática da espessura da telha de aço, gerador de dados para Sap90, determinação da resistência nominal do perfil de aço conformado a frio e dimensionamento dentro do sistema computacional para análise de galpões de perfis leves - SGPL (Um pré-processador e um pós-processador para projeto de treliças planas de aço conformado a frio). A linguagem utilizada na programação é o visual basic. Descreve-se a estrutura dos diversos módulos que compõem os subsistemas, apresentando exemplos de aplicação prática.

## ABSTRACT

This work describes the computational implementation of the sub-systems Geometry and Cross Sectional Properties, Wind Loads and Design in the Computational System for Analysis and Design of Light Weight Industrial Buildings called SGPL. The computational language used is the Visual Basic. The structure of several modules of these sub-systems is described. Worked examples are presented.

## ÍNDICE

LISTA DE SIMBOLOS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	vii

### CAPÍTULO 1

1. Generalidades.....	01
2. Objetivos.....	03
3. Estrutura do SGPL.....	03
4. Programas existentes.....	05
5. Linguagem adotada.....	06

### CAPÍTULO 2

1. Galpões.....	11
2. Cobertura.....	15
3. Terça e tirantes.....	18
4. Treliça plana.....	26

### CAPÍTULO 3

1. Programa SGPL.....	29
2. Subsistema dados gerais da obra.....	31
3. Subsistema propriedades geométricas dos perfis.....	35
4. Subsistema ação do vento.....	37
5. Subsistema cobertura.....	44
6. Subsistema dimensionamento.....	46
7. Subsistema visualização na tela.....	47
8. Subsistema impressão.....	51

### CAPÍTULO 4

1. Cálculo da resistência nominal de perfil de chapa conformada a frio.....	53
1.1 Exemplo numérico.....	53
1.2 Resistência à tração - $\phi_t T_n$ .....	55
1.3 Resistência à carga de compressão concentrada.....	55

1.3.1	Determinação de $\phi_t P_{no}$ .....	55
1.3.2	Determinação de $\phi_t P_n$ .....	59
1.4	Flexão em torno do eixo y com a tração do enrijecedor.....	62
1.4.1	Determinação de $\phi_b M_{ny}$ baseado no início de escoamento.....	62
1.4.2	Determinação de $\phi_b M_{ny}$ baseada na flambagem lateral.....	65
1.5	Flexão em torno do eixo y com a compressão do enrijecedor.....	69
1.5.1	Determinação de $\phi_b M_{ny}$ baseada no início de escoamento.....	69
1.5.2	Determinação de $\phi_b M_{ny}$ baseada na flambagem lateral.....	72
1.6	Flexão em torno do eixo x.....	76
1.6.1	Determinação de $\phi_b M_{nx}$ , baseada no início de escoamento.....	76
1.6.2	Determinação de $\phi_b M_{nx}$ baseada na flambagem lateral.....	81
1.7	Resistência ao cisalhamento.....	85
1.7.1	Carga aplicada paralela ao eixo y.....	85
1.7.2	Carga aplicada paralela ao eixo x.....	86

## CAPÍTULO 5

1.	Cálculo da construção de um galpão	
1.1	Dados gerais.....	87
1.2	Características geométricas da construção.....	88
1.3	Cargas adotadas.....	90
1.3.1	Carga permanente.....	90
1.3.2	Sobrecarga na cobertura.....	90
1.3.3	Ação do vento.....	90
1.4	Escolha da telha.....	97
1.5	Tirante.....	100
1.5.1	Determinação das cargas.....	100
1.5.2	Determinação do diâmetro do tirante.....	102
1.5.3	Cálculo do peso do tirante em $m^2$ .....	106
1.6	Verificação da combinação da flexão e do	

cisalhamento da terça.....	109
1.6.1 Flexão em torno do eixo y, com um tirante.....	109
1.6.2 Flexão em torno do eixo x sem a mão <i>francesa</i> .....	112
1.7 Verificação da combinação da flexão e do cisalhamento da treliça.....	114

## **CAPÍTULO 6**

1. Conclusões.....	118
2. sugestões.....	118

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	120
---------------------------------	-----

APÊNDICES.....	122
----------------	-----

## LISTA DE SÍMBOLOS

A	área da seção transversal
$A_e$	área da seção efetiva
B	largura efetiva de um elemento comprimido
$b_e$	largura efetiva de um elemento
$C_b$	coeficiente de flexão dependente do gradiente de momento
$C_{mx}, C_{my}$	coeficiente dos momentos de extremidades na fórmula de interação
$C_s$	coeficiente de flambagem lateral por torção
$C_w$	constante de empenamento da seção transversal
$C_1, C_2$	coeficientes definidos na figura II-8
D	comprimento definido na figura 11-8
d	altura da seção, figura 11-8
$d_s$	comprimento efetivo reduzido da borda enrijecedora
$d_s'$	comprimento efetivo da borda enrijecedora
E	módulo de elasticidade do aço
$F_e$	tensão de flambagem elástica
$F_n$	tensão nominal de flambagem
$f_u$	limite de resistência à tração
$f_y$	tensão limite de escoamento
$f_1, f_2$	tensões na alma
$f_3$	tensão na borda de enrijecedora
G	módulo de elasticidade transversal
h	comprimento da parte plana da alma
$I_x, I_y$	momentos de inércia da seção completa em relação aos eixos principais
J	constante de torção de St. Venant
k	coeficiente de flambagem
$k_x, k_y$	coeficiente de flambagem em relação aos eixos principais
$k_v$	coeficiente de flambagem para o esforço cortante
L	vão livre de vigas
$L_x, L_y$	comprimentos destravados em relação aos eixos principais

$L_t$	comprimento destravado considerando a torção
$M_c$	momento crítico
$M_e$	momento crítico elástico
$M_n$	resistência nominal
$M_{nx}, M_{ny}$	resistências nominais à flexão em relação aos eixos centrais
$M_{nxx}, M_{nyy}$	resistências nominais à flexão em relação aos eixos centrais
$M_u$	momento fletor atuante
$M_{ux}, M_{uy}$	momentos fletores atuantes em relação aos eixos principais
$M_y$	momento que causa a máxima deformação $e_y$
$M_1$	menor momento de extremidade de uma barra
$M_2$	maior momento de extremidade de uma barra
$m$	distância do centro de cisalhamento de uma viga U ao plano médio de sua alma
$N$	comprimento de suporte de uma carga
$P_e$	$\pi^2 EI_b / (K_b L_b)^2$
$P_n$	resistência à esforços axiais de barras
$P_u$	força axial atuante
$r$	raio interno do perfil
$r$	raio de giração da seção transversal total
$r_x, r_y$	raios de giração transversal em relação aos eixos principais
$S$	$1.28 \sqrt{E/f}$
$S_c$	módulo elástico da seção efetiva calculada com base na tensão $M_c/S_f$ na fibra extrema comprimida
$S_e$	módulo elástico da seção efetiva calculada com base na tensão $f_y$ na fibra extrema
$S_f$	módulo elástico da seção bruta para a fibra extrema comprimida
$t$	espessura da parede de perfil
$V_n$	resistência nominal à força cortante
$V_u$	força cortante atuante
$W$	comprimento de plano de um elemento excluindo o raio interno e a espessura do perfil



$x_0$	distância do centro de gravidade ao centro de cisalhamento ao longo do eixo x
$1/\alpha_{nx}$	fator de segurança, eixo em torno de x
$1/\alpha_{ny}$	fator de segurança, eixo em torno de y
$\beta$	coeficiente
$\theta$	ângulo entre a alma e a superfície de apoio
$\sigma_{ex}$	$\pi^2 E / (k_x L_x / r_x)^2$
$\sigma_{ey}$	$\pi^2 E / (k_y L_y / r_y)^2$
$\sigma_t$	tensão de flambagem por torção
$\rho$	fator de redução
$\lambda$	índice de esbeltez
$\phi$	$f_2 / f_1$
$\phi$	fator de resistência
$\phi_b$	fator de resistência para a flexão
$\phi_c$	fator de resistência para compressão simples
$\phi_t$	fator de resistência para tração simples
$\phi_v$	fator de resistência para esforços cortante

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Estrutura do sistema SGPL.....	04
Figura 1.2	Ferramentas vendidas (%) para cliente/ servidor em 1995.....	07
Figura 1.3	Janela simplificada do Visual Basic 3.0.....	08
Figura 1.4	Caixa de ferramenta do Visual Basic 3.0.....	08
Figura 1.5	Janela com objetos.....	09
Figura 1.6	Exemplo de sub-rotina.....	10
Figura 2.1	Perspectiva de um galpão leve.....	12
Figura 2.2	Seção transversal de um galpão.....	13
Figura 2.3	Elevação lateral de um galpão.....	13
Figura 2.4	Plano do banzo inferior.....	14
Figura 2.5	Plano das terças.....	14
Figura 2.6	Tipos de perfis para terças.....	19
Figura 2.7	Treliças "Z" e "U" apoiadas sobre banzo superior .....	20
Figura 2.8	Detalhe da mão francesa .....	20
Figura 2.9	Detalhe do tirante da cobertura.....	21
Figura 2.10	Terça com apoios intermediários mudando de posição.....	21
Figura 2.11	Terça com dois apoios.....	22
Figura 2.12	Terça com três apoios.....	23
Figura 2.13	Terça com quatro apoios eqüidistantes.....	24
Figura 2.14	Terça com quatro apoios, apoios extremos eqüidistantes.....	25
Figura 2.15	Treliças planas.....	27
Figura 3.1	Menu principal do programa SGPL.....	29
Figura 3.2	Lista de comandos do programa SGPL.....	30
Figura 3.3	Tipos de coberturas.....	32
Figura 3.4	Dados da obra.....	32
Figura 3.5	Dados da treliça e construção.....	33
Figura 3.6	Rampa máxima.....	33
Figura 3.7	Combinação de carga.....	34
Figura 3.8	Propriedades físicas do material.....	34

Figura 3.9	Dados referentes à terça e ao tirante.....	35
Figura 3.10	Janela para seleção de perfil.....	36
Figura 3.11	Caixa de diálogo da unidade de medida.....	36
Figura 3.12	Janela com perfil padronizado.....	37
Figura 3.13	Propriedades geométricas de perfil.....	37
Figura 3.14	Tela de apresentação do subrotina ação do vento.....	38
Figura 3.15	Dados da obra.....	39
Figura 3.16	Dimensões da construção.....	39
Figura 3.17	Coefficiente de pressão interna.....	40
Figura 3.18	Velocidade característica do vento.....	41
Figura 3.19	Isopleta.....	41
Figura 3.20	Velocidade característica e pressão dinâmica	42
Figura 3.21	Coefficiente de pressão da parede externa....	43
Figura 3.22	Coefficiente de pressão da cobertura.....	43
Figura 3.23	Dados da cobertura.....	45
Figura 3.24	Seqüência de numeração dos nós e das barras e rótulas.....	47
Figura 3.25	Geometria da treliça.....	48
Figura 3.26	Banzo superior.....	48
Figura 3.27	Banzo inferior.....	49
Figura 3.28	Tirantes.....	49
Figura 3.29	Verificação da interação da treliça.....	50
Figura 3.30	Janela de impressão.....	52
Figura 4.1	Perfil U enrijecido comprimido.....	55
Figura 4.2	Flexão em torno de eixo $y$ , com o enrijecedor tracionado.....	62
Figura 4.3	Compressão não-uniforme da alma.....	63
Figura 4.4	Flexão em torno de $y$ com o enrijecedor comprimido.....	69
Figura 4.5	Compressão não-uniforme da alma.....	70
Figura 4.6	Flexão em torno do eixo $y$ .....	76
Figura 4.7	Compressão não-uniforme da alma.....	79
Figura 5.1	Seção transversal típica de galpão .....	88
Figura 5.2	Plano da cobertura.....	89
Figura 5.3	Pressão dinâmica.....	92
Figura 5.4	Ação do vento em construção retangular.....	93

Figura 5.5	Coeficientes de pressão e de forma externos para telhados.....	94
Figura 5.6	Seções para vento com $\alpha=90^\circ$ .....	95
Figura 5.7	Coeficiente de pressão interna.....	95
Figura 5.8	Superposição dos coeficientes externos e internos.....	96
Figura 5.9	Carga de vento na seção transversal.....	96
Figura 5.10	Carga aplicada sobre a telha.....	97
Figura 5.11	Decomposição das forças em relação aos eixos x e y.....	98
Figura 5.12	Carga atuante na terça.....	100
Figura 5.13	Cobertura com um tirante.....	103
Figura 5.14	Cobertura com dois tirantes.....	105
Figura 5.15	Diagrama de momento e esforço cortante para terça com três apoios.....	109
Figura 5.16	Diagrama de momento e esforço cortante para terça com dois apoios.....	112
Figura 5.17	Treliça plana triangular com numeração de barras, nós e rótulas.....	114
Figura 5.18	Verificação da equação de interação caso 1..	115
Figura 5.19	Verificação da equação de interação caso 2..	115
Figura 5.20	Verificação da equação de interação caso 3..	116
Figura 5.21	Verificação da equação de interação caso 4..	116
Figura 5.22	Verificação da equação de interação caso 5..	117

## LISTA DE TABELAS

Tabela	1.1	Comparação de características de diversos materiais.....	02
Tabela	2.1	Classificação de galpões em $N/m^2$ .....	12
Tabela	2.2	Declividade de telhados em telhas de cerâmica.....	16
Tabela	2.3	Peso próprio das telhas de cerâmica.....	16
Tabela	2.4	Rampa de cobertura.....	17
Tabela	2.5	Características das telhas de fibrocimento.....	18
Tabela	2.6	Espaçamento entre pórticos.....	28
Tabela	3.1	Deslocamento dos nós da treliça.....	50
Tabela	3.2	Esforço nas barras da treliça plana.....	50
Tabela	3.3	Esforço nos tirantes.....	51
Tabela	3.4	Esforço na terça.....	51
Tabela	3.5	Deslocamento da terça.....	51
Figura	1.2	Ferramentas vendidas (%) para cliente/ servidor em 1995.....	07

# CAPÍTULO 1

---

## 1. GENERALIDADES

Podem-se utilizar estruturas de aço em substituição às estruturas de concreto ou madeira, levando-se em consideração alguns aspectos relevantes, como rapidez na fabricação e montagem; menor perda de material; a leveza das estruturas, que causam alívio nas fundações; a versatilidade na mudança da edificação; a limpeza na obra; a capacidade de vencer grandes vãos e a possibilidade de padronização e construção em série. A Tabela 1.1 apresenta a comparação de características de diversos materiais.

Quando se pretende ter maior qualidade e economia na obra, recomenda-se a utilização de aços especiais, como o "aço patinável", que apresenta possibilidade de uso do material aparente; alto desempenho contra a corrosão atmosférica; alta aderência às pinturas; boa soldabilidade; e facilidade de corte e dobra.

As construções que empregam estruturas metálicas de perfis em chapa conformados a frio são amplamente utilizadas nas regiões de intensa atividade agropecuária, mormente nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Nos grandes centros urbanos, o consumo desse tipo de estrutura para a construção de pequenas edificações, em geral para fins industriais e comerciais, também é muito elevado. Em conseqüência, a participação desse tipo de perfil no mercado de aço para construção civil é significativa.

**Tabela 1.1 - Comparação de características de diversos materiais**

	Aço	Alumínio 6351-T6 <sup>1</sup>	Madeira Peroba-Rosa <sup>2</sup>	Concreto
Peso específico $\gamma(\text{kg/m}^3)$	7850	2800	790	2200
Tensão limite $\sigma_{lim}(\text{N/cm}^2)$	24500	26000	2960	2000
Característica de peso $\frac{\gamma}{\sigma_{lim}} \left( \frac{l}{cm} \right)$	$3,20 \cdot 10^{-6}$	$1,08 \cdot 10^{-6}$	$2,67 \cdot 10^{-6}$	$11,0 \cdot 10^{-6}$
Característica de volume $\frac{l}{\sigma_{lim}} \left( \frac{cm}{N} \right)$	40,81	38,46	337,84	500,00
Módulo de elasticidade $\frac{N}{m^2}$	$2,1 \cdot 10^{11}$	$7,0 \cdot 10^{10}$	$1,1 \cdot 10^{10}$	$2,6 \cdot 10^{10}$

Em geral, as condições de fabricação de estruturas de perfis leves em regiões afastadas dos grandes centros urbanos, em face da escassez da mão-de-obra qualificada, comprometem muito a qualidade final da estrutura, levando freqüentemente a erros de dimensionamento e de montagem. Já na periferia dos grandes centros urbanos, o custo elevado da mão-de-obra especializada atua no mesmo sentido.

Para atender a demanda do mercado, decidiu-se criar um sistema computacional para análise e dimensionamento de estruturas de galpões de perfis leves - SGPL, visando otimizar, em sentido amplo, o projeto e a construção deste tipo de edificação. Este sistema computacional deve ter como

<sup>1</sup>LISBÔA, J.; revista Metalurgia & Materiais, novembro/dezembro de 1997, "O alumínio e suas aplicações estruturais"

<sup>2</sup>PFEIL, W.; Estruturas de madeira Rio do Janeiro: LTC,1985.

características principais portabilidade, para ser utilizado em ambientes computacionais comuns; baixo custo, para que possa ser distribuído para pequenos escritórios de projeto, muitos deles associados a pequenas fábricas; e permitir interação com o usuário, para possibilitar a consideração da grande variedade de arranjos estruturais e perfis usados nesse tipo de construção. Em face da amplitude dos temas abordados, o sistema envolve vários projetos de pesquisa. Este trabalho descreve os resultados de um projeto específico, que trata da construção de um software para pré e pós-processamento de projeto de treliças planas de aço conformado a frio.

## **2. OBJETIVO**

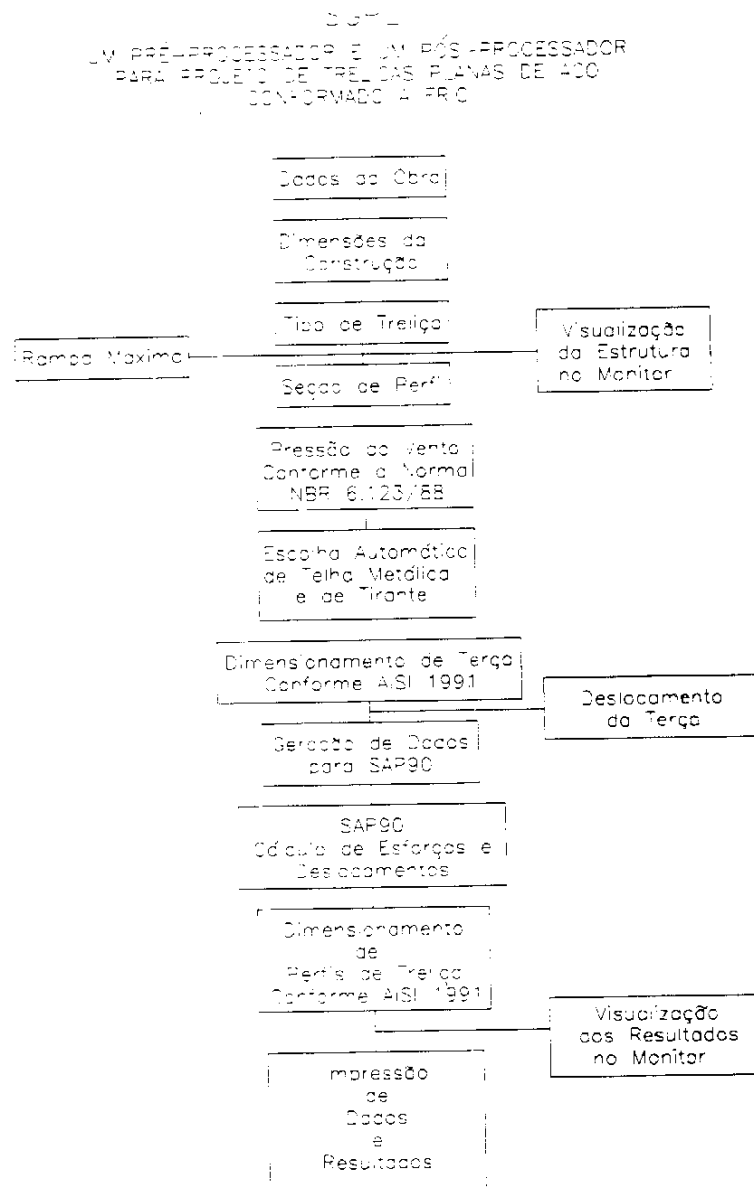
Este trabalho tem por objetivo desenvolver os subsistemas de pré e pós-processamento das estruturas de galpões de perfis leves - SGPL. O subsistema de pré-processamento consta dos módulos gerador da geometria da treliça plana e do tirante; verificador da rampa máxima da cobertura; gerador da geometria e propriedades físicas dos perfis de aço conformado a frio; gerador das cargas do vento; escolha automática do diâmetro do tirante da terça; escolha automática da espessura da telha de aço; e gerador de dados para sap90. O subsistema pós-processamento determina a resistência nominal do perfil de aço conformado a frio; verifica a equação de interação entre cisalhamento e flexo-torção; visualiza dados de entrada e cálculo, e determinar o sistema para imprimi-los.

## **3. ESTRUTURA DO SISTEMA SGPL**

A estrutura do sistema SGPL é apresentada na Figura 1.1. Consta dos seguintes subsistemas: geração de geometria da treliça plana; verificação da rampa máxima da cobertura; geometria e propriedades físicas dos perfis; cargas do vento;



escolha automática da espessura da telha e diâmetro do tirante; dimensionamento da terça, conforme AISI 1991; geração de dados para Sap90; dimensionamento de perfis da treliça, conforme AISI 1991; visualização dos resultados no monitor e impressão de dados e resultados de dimensionamento.



**Figura 1.1 - Estrutura do sistema SGPL.**

O sistema permite o dimensionamento de treliças planas trapezoidais, triangulares ou banzos paralelos (Capítulo 3, Figura 3.3).

Uma grande variedade de seções de perfis de aço conformado a frio é utilizada na construção civil, sendo mais comuns os perfis U, Z, L, Caixa e Cartola. No presente trabalho, serão determinadas as propriedades geométricas dos perfis citados, mas com ênfase apenas para as do perfil U enrijecido, que poderão ser utilizadas nas terças e na geração de treliças planas.

As cargas que atuam na estrutura de aço sem ponte rolante são as permanentes, acidentais, devidas ao vento e devidas à temperatura. Estas cargas podem atuar isoladamente ou em combinação umas com as outras. As cargas permanentes e acidentais são determinadas segundo a NBR6120. Na maioria das vezes, as causas de acidente como destelhamento ou colapso total da estrutura são as cargas do vento. Para coberturas com estrutura metálica, as cargas permanentes e acidentais podem ser relativamente pequenas em relação às do vento. Decidiu-se implementar software de cargas do vento em razão da importância desta carga nos cálculos da estrutura, para evitar acidente, e por ser trabalhosa para o cálculo manual.

Dimensionamento e verificação são pontos críticos e não há normas nacionais pelo LRFD. A tendência ao dimensionamento aproximado ('au sentiment') pode levar a duas situações desfavoráveis: subdimensionamento (risco de acidentes com prejuízo para o mercado) e superdimensionamento (custo elevado).

Otimização e detalhamento serão estudados no futuro, por serem de grande importância para a diminuição no custo da construção.

#### **4. PROGRAMAS EXISTENTES**

Os programas existentes no País sistematizam o cálculo, permitem o acesso de escritórios e fábricas simples às normas

mais atualizadas, melhoram a qualidade, a segurança e a economia. Porém, têm custo alto, o que não permite ampla divulgação no mercado. Para sua utilização, exigem mão-de-obra qualificada e, em geral, não prevêm a grande variedade de situações em que devem ser usados.

Existem também no mercado nacional, à disposição dos calculistas, alguns programas para a análise estrutural, sendo o Sap90 e o Ansys os mais conhecidos. Para análise e dimensionamento de estruturas, os mais comuns são o Robot Bat e o Cypecad.

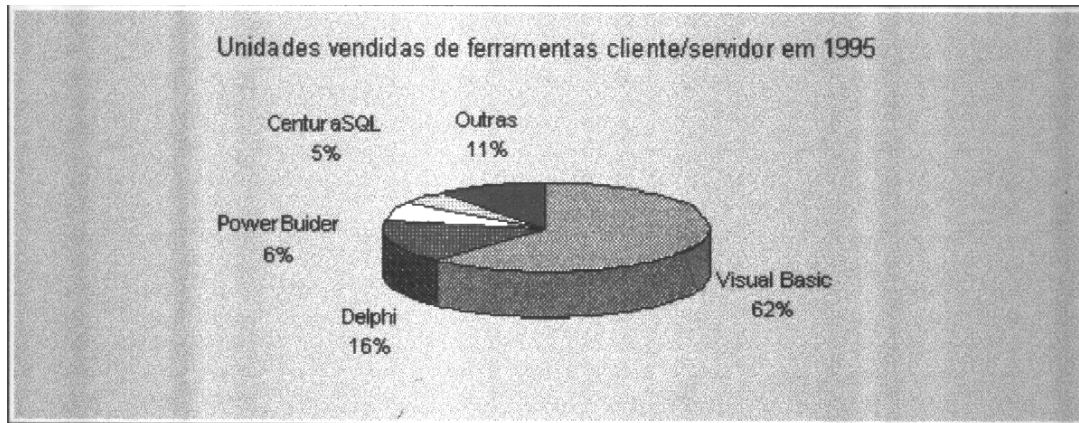
## **5. LINGUAGEM ADOTADA**

Os usuários do sistema operacional Windows da Microsoft trabalham em ambiente gráfico, simplificando o uso e o aprendizado de aplicativos. Com o Windows, há uma padronização dos aplicativos; os softwares constam basicamente de menus suspensos, botão de comando, caixa de verificação e botão de opção. O uso de aplicativos em ambiente gráfico simplificou o sistema para o usuário, mas, para os programadores, tornou-se trabalhoso e complexo, sendo necessário programar em linguagem C. Para simplificar a programação em ambiente gráfico, surgiram várias ferramentas de desenvolvimento, sendo as principais: Visual Basic, Delphi, PowerBuider, Windows(SQL), Visual Fospro, Visual Object, Visual C++, Symantec, Café e Visual Object Cobol.

A ferramenta-programação adotada na dissertação é o Visual Basic 3.0 da Microsoft, por ser uma ferramenta com o maior número de usuários<sup>3</sup> e uma das primeiras do mercado, Figura 1.2.

---

<sup>3</sup>Fonte: revista Informática, junho de 1996 'Um Veterano na Frente'



**Figura 1.2 - Ferramentas vendidas (%) para cliente/servidor em 1995.**

Como a linguagem da programação é baseada em linguagem Basic, a programação é relativamente fácil, pois é possível criar as interfaces do usuário na tela do computador. As interfaces são as janelas e os objetos. Janela é a área de exibição do aplicativo na tela; um programa pode ter mais de uma janela. Objetos são os itens que aparecem na janela, como menus suspensos, caixa de diálogo, botão de comando, barras de rolagem, caixa de verificação, e botão de opção. A Figura 1.3 mostra uma janela simplificada do Visual Basic 3.0. No lado esquerdo da tela, observa-se a caixa de ferramentas com um conjunto de objetos; no centro, a janela; do lado direito, a janela de propriedades. A Figura 1.4 mostra a caixa de ferramentas com os nomes dos objetos.

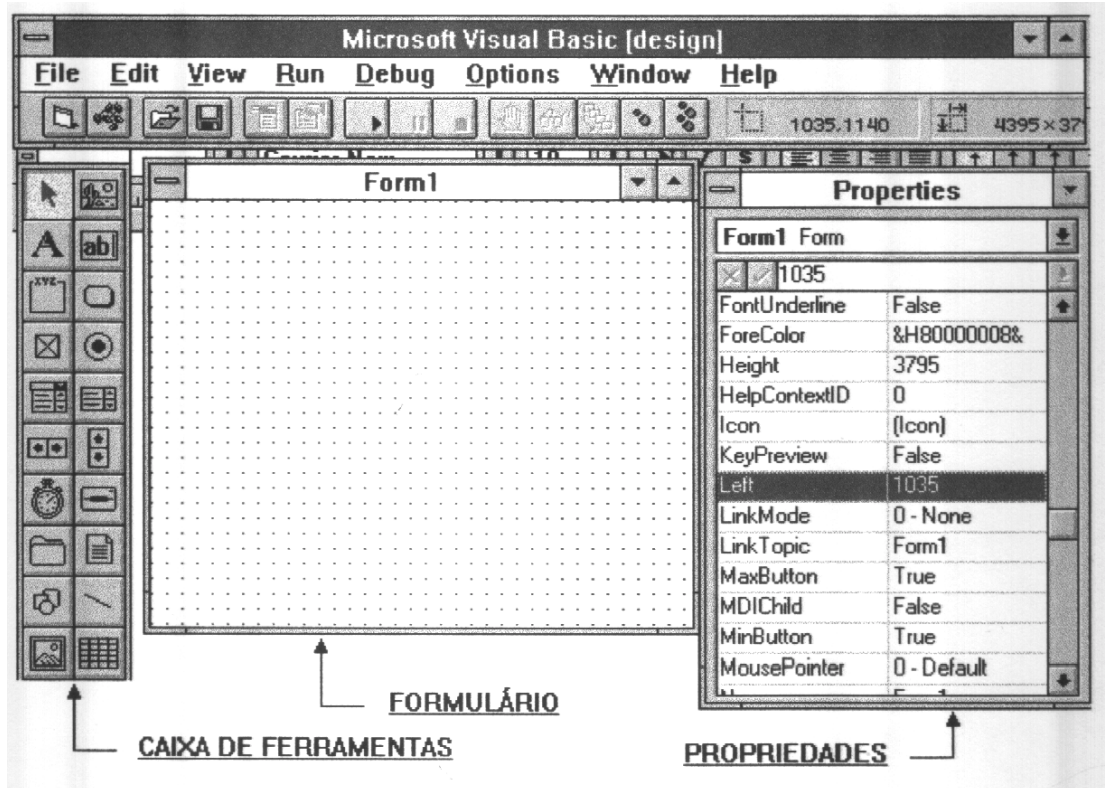


Figura 1.3 - Janela simplificada do Visual Basic 3.0.

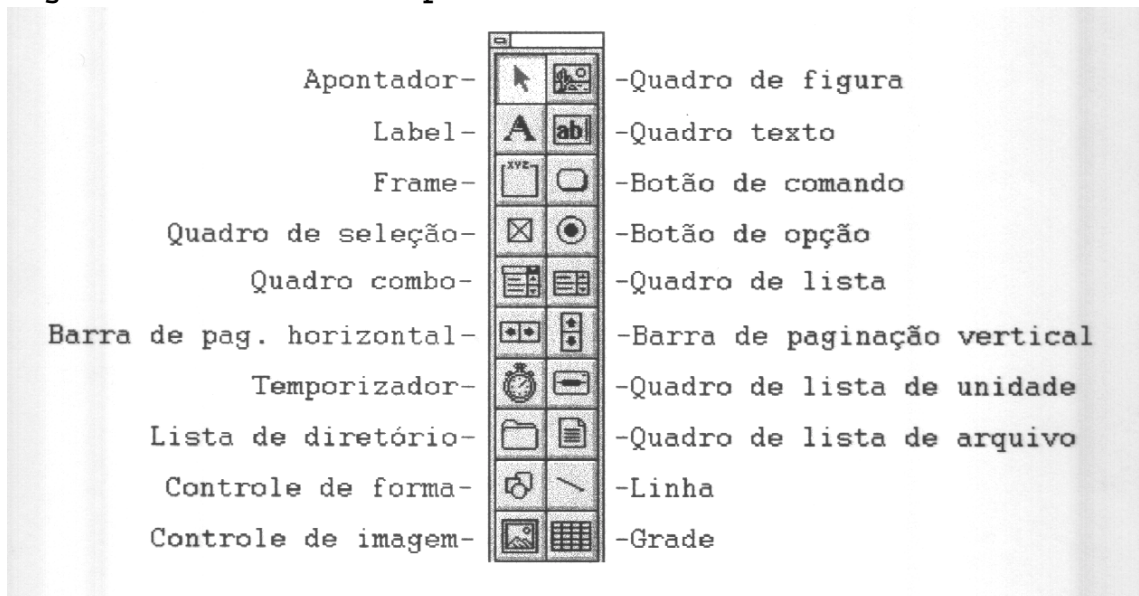


Figura 1.4 - Caixa de ferramenta do Visual Basic 3.0.

A programação pode ser dividida em três passos principais:

- Desenhar a(s) janela(s) que se deseja usar;
- Adaptar as propriedades de botões, quadros de texto etc.;

- Escrever o código para evento.

As propriedades específicas de formulário e objeto são definidas na janela propriedades, que são cor, nome, tamanho, posição do objeto na tela etc. A Figura 1.5 apresenta exemplo de uma interface.

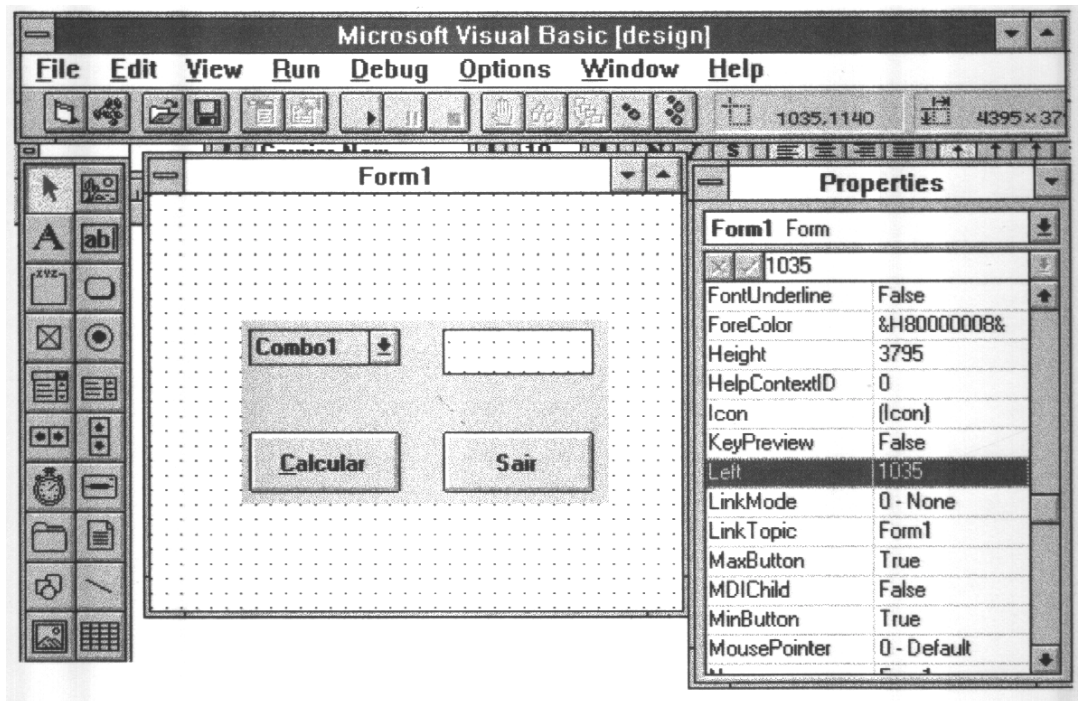


Figura 1.5 - Janela com objetos.

Em cada objeto da interface, quando se clica ou arrasta o mouse, aperta uma tecla etc., pode-se iniciar o processamento de uma sub-rotina. A Figura 1.6 ilustra esta operação: clica-se o botão "Calcular" que têm o nome "Command1" definido na janela propriedades, e inicia-se a sub-rotina `Command1_Click`.



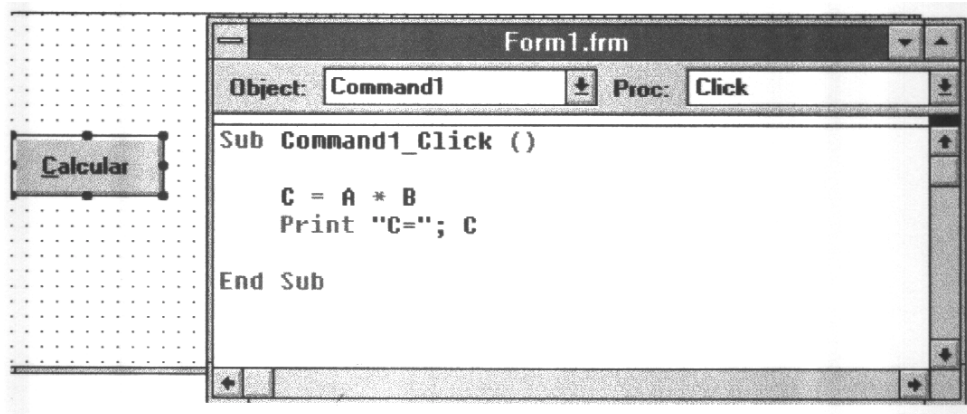


Figura 1.6 - Exemplo de sub-rotina.

## **CAPÍTULO 2**

---

### **1. GALPÕES**

Os galpões são geralmente construções de um pavimento, como fábricas, depósitos, ginásios esportivos, aviários, silos graneleiros horizontais, garagens, hangares, oficinas etc.

Para se fazer o projeto de um galpão, devem ser analisados os seguintes elementos: locação e dimensão dos equipamentos, circulação, movimentação de cargas, iluminação, aeração, e topografia do terreno.

As construções de galpões podem ser em vão simples ou múltiplos, dependendo do comprimento do vão a ser coberto e da conveniência de se terem pilares internamente.

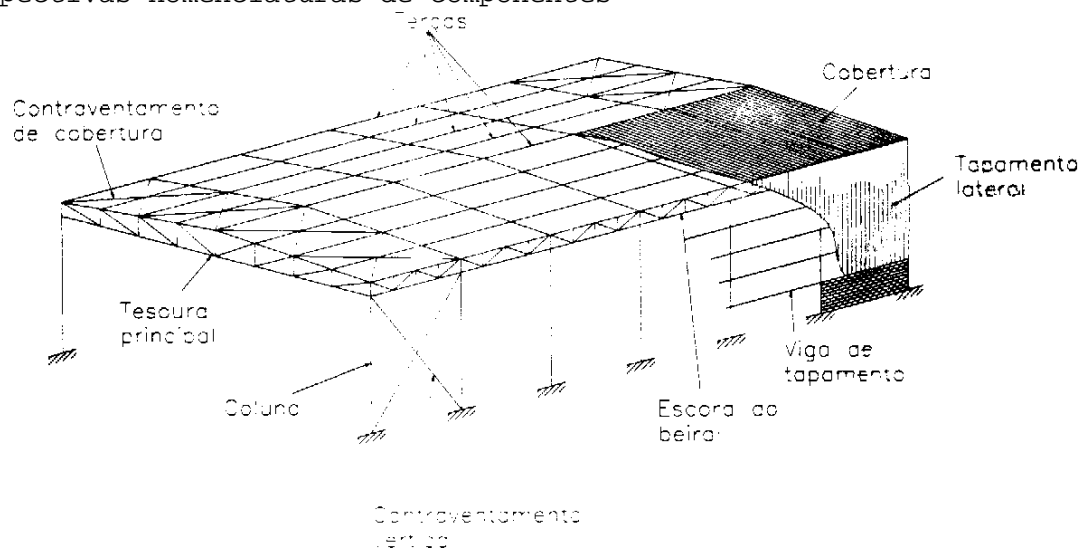
A classificação do tipo de galpão pode ser feita quanto ao peso da estrutura, conforme a Tabela 2.1.



**Tabela 2.1 - Classificação de galpões<sup>1</sup> em N/m<sup>2</sup>**

Elementos da estrutura de aço	Classificação				
	muito leve	leve	médio	pesado	muito pesado
Cobertura:					
Tesouras, vigas secundárias, terças, lanternins, contraventamento, tirantes, vigas, pórticos etc.	50 a 100	100 a 200	200 a 300	300 a 600	400 a 800
Parte inferior:					
Pilares, plataformas, vigas de rolamento, vigas e colunas de tapamento etc.	100 a 200	200 a 400	400 a 900	900 a 1400	1600 a 3200
Total	≤ 30	300 a 600	600 a 1200	1200 a 2000	2000 a 4000

Nas Figuras 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 e 2.5 são apresentados galpão sem ponte rolante e cobertura com duas águas, com as respectivas nomenclaturas de componentes



**Figura 2.1 - Perspectiva de um galpão leve.**

<sup>1</sup>BELLEI, I.H.; Edifícios industriais em aço. São Paulo: Pini, 1994.

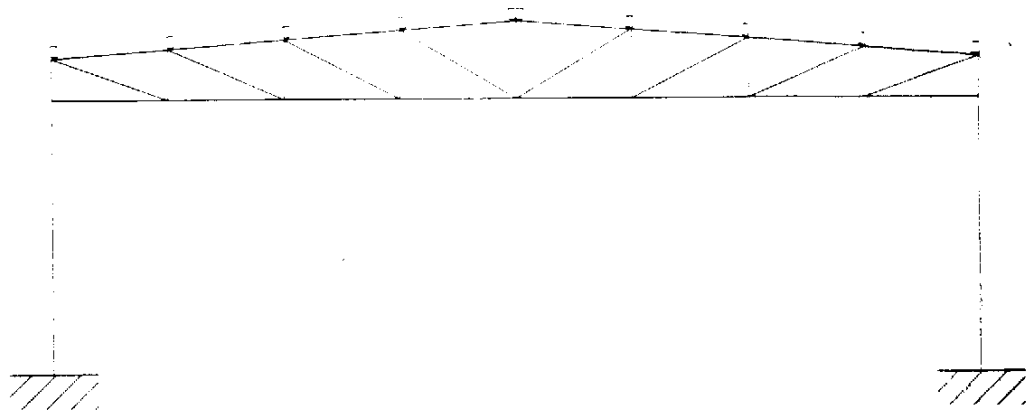


Figura 2.2 - Seção transversal de um galpão.

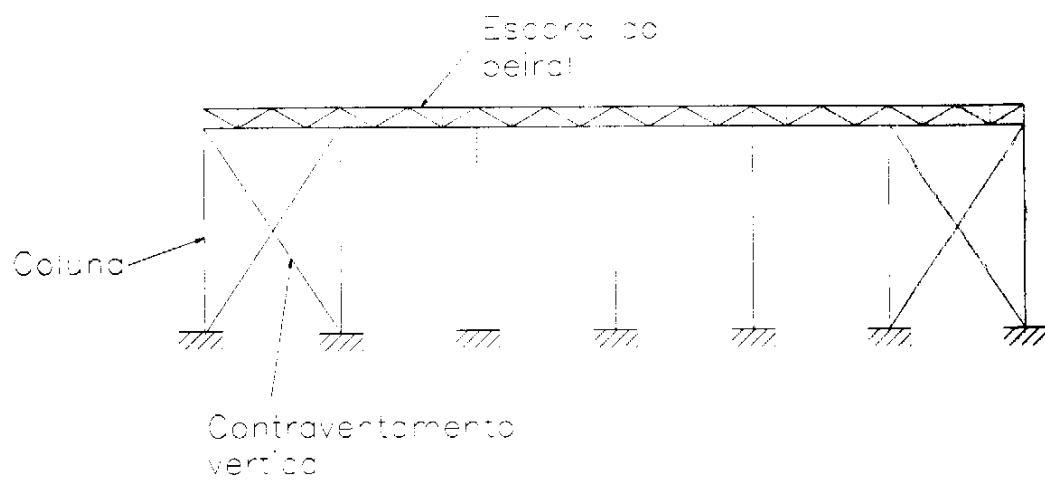


Figura 2.3 - Elevação lateral um galpão.

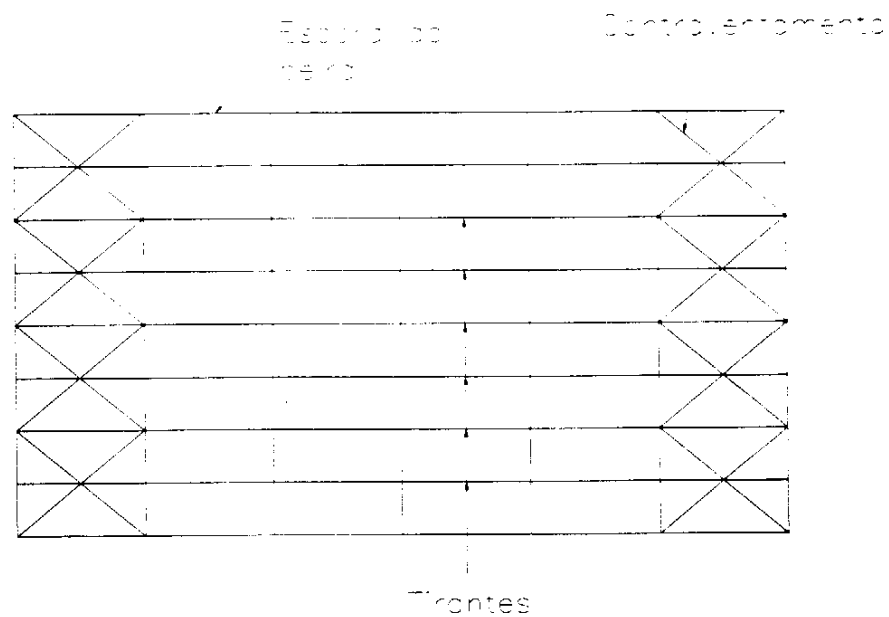


Figura 2.4 - Plano do banzo inferior.

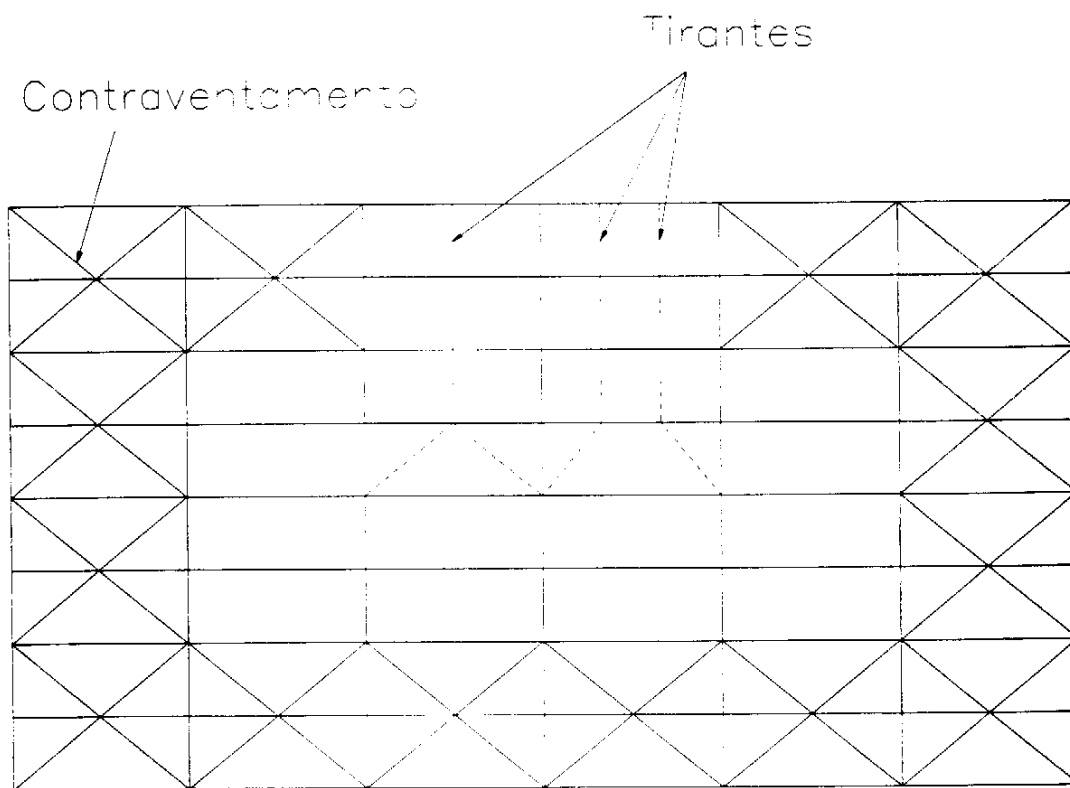


Figura 2.5 - Plano das terças.

## 2. COBERTURA

A cobertura tem como função proteger o interior da construção de chuva, vento, raios solares, poeira e ruído, podendo, ainda, servir de isolante térmico, regulador da intensidade luminosa ou ventilação de ar. Os materiais utilizados como cobertura podem ser telha de aço galvanizado ou pintado, alumínio, fibrocimento, fibra de vidro e cerâmica. A escolha do tipo de cobertura pode ser feita em função da estrutura, da arquitetura ou do custo.

Define-se como cobertura, quando a superfície de vedação com a inclinação entre 5° e 75° em relação ao plano horizontal e de fechamento lateral quando a superfície de vedação com a inclinação entre 75° e 90° em relação ao plano horizontal<sup>1</sup>.

Para possibilitar o escoamento da água da chuva, sem que haja transbordamento para o interior da construção, existe uma relação entre comprimento da rampa, inclinação da cobertura e intensidade pluviométrica. O comprimento máximo da rampa de uma cobertura é dado pela seguinte equação:

$$L_{max}(m) = \frac{5290\sqrt{tg(i)}}{l} \quad (2.1)$$

em que  $L_{m\acute{a}x}$  = comprimento máximo da rampa da cobertura;

$l$  = intensidade pluviométrica em mm/h, período de retorno de 5 anos;

$i$  = inclinação, em graus, da rampa da cobertura em relação ao plano horizontal.

As intensidades pluviométricas são dadas pela NBR 10844- Instalações prediais de águas pluviais, para várias regiões do País (Anexo F).

---

<sup>1</sup>NBR 7.196 folha de telha ondulada de fibrocimento -jun/1983

A execução de coberturas de telhas de cerâmica é normalizada pela NBR 8039/83 - Projeto e execução de telhados com telhas de cerâmica tipo francesa e tipo capa canal, as quais devem ser feitas com os caimentos mínimos e máximos descritos na Tabela 2.2.

**Tabela 2.2 - Declividade de telhados em telhas de cerâmica**

Tipo de telha	Declividade (d)			Comprimento máx.rampa(m)
	Angulo de inclinação(i)			
Francesa	18°	i	22°	$\frac{5290x\sqrt{tg(i)}}{l}$
	32%	d	40%	
Colonial e Paulista	11°	i	14°	
	20%	d	25%	
Plan	11°	i	17°	
	20%	d	30%	

(1) é a intensidade pluviométrica em mm/h (Anexo F).

O peso das telhas de cerâmica são dados na Tabela 2.3.

**Tabela 2.3 - Peso próprio das telhas de cerâmica**

Tipo de telha	Número de telhas por m <sup>2</sup>	Peso próprio do telhado N/m <sup>2</sup>	
		Telhas secas	Telhas saturadas
Francesa	15	450	540
Colonial	24	650	780
Paulista	26	690	830
Plan	26	720	860

Na Tabela 2.4 é dado o comprimento máximo da Tampa, em função da inclinação, para telhas metálicas, de fibrocimento e fibra de vidro.

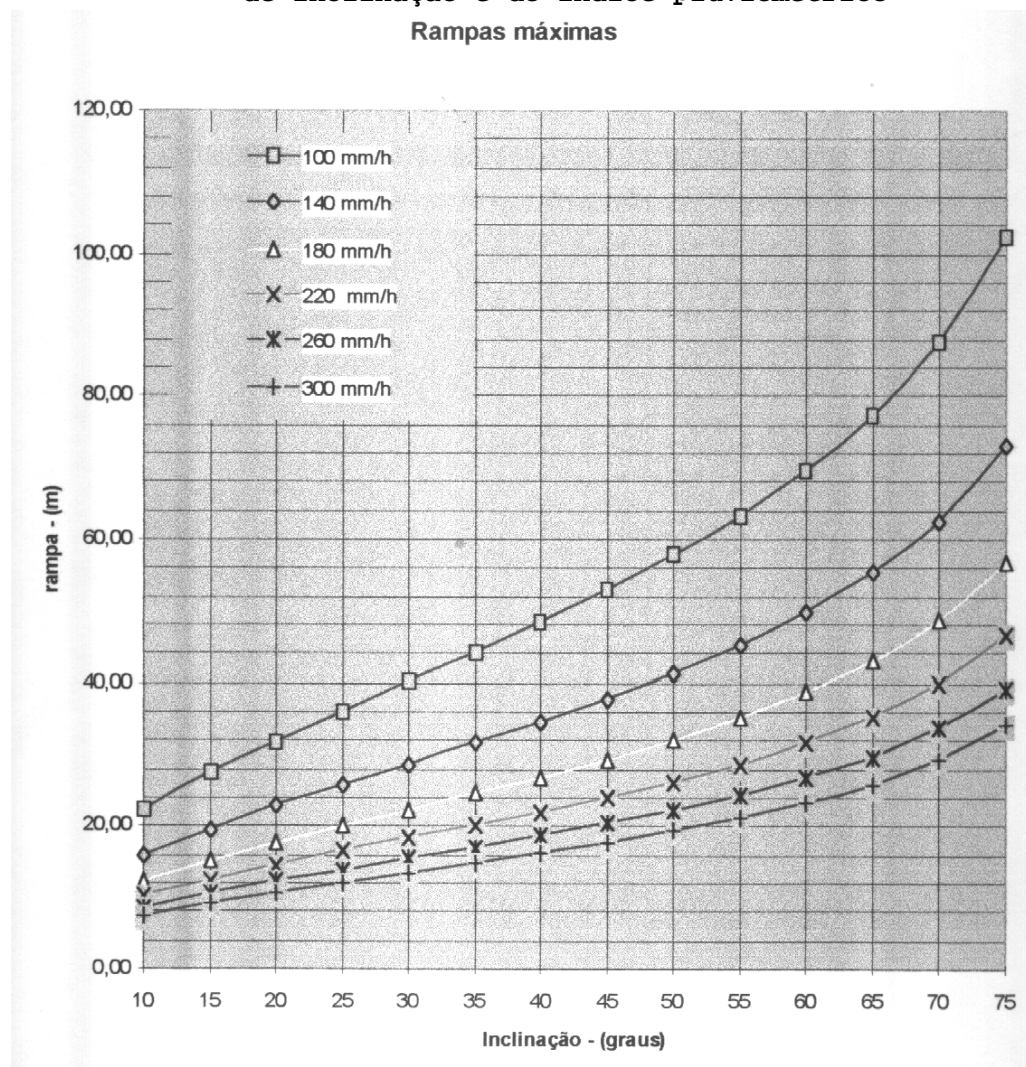
Tabela 2.4 - Rampa de cobertura

Inclinação da superfície	Comprimento máximo da rampa(m)
$5^\circ \leq i < 10^\circ$	14
$10^\circ \leq i < 75^\circ$	$\frac{5290x\sqrt{tg(i)}}{l}$

(1) é a intensidade pluviométrica em mm/h (Anexo F).

Para visualização do comprimento da rampa máxima da cobertura em função do ângulo de inclinação e do índice pluviométrico, foi montado o Gráfico 2.1 a partir da equação 2.1, para índices pluviométricos de 100, 140, 180, 220, 260 e 300 mm/h.

Gráfico 2.1 - Rampas máximas da cobertura em função do ângulo de inclinação e do índice pluviométrico



Na Tabela 1J, Anexo J, são apresentados os pesos das telhas metálicas da Codeme Estruturas Metálicas, e nas Tabelas 2J e 3J, Anexo J, as sobrecargas líquidas que podem ser suportadas pelas Telhas CE18 e CE40, em função do vão e do número de apoios. Há duas limitações admissíveis na flecha máxima:

$$\frac{L}{120} \text{ para } i \geq 15\%$$

$$\frac{L}{180} \text{ para } i < 15\%$$

em que L = vão da telha;

i = inclinação do telhado.

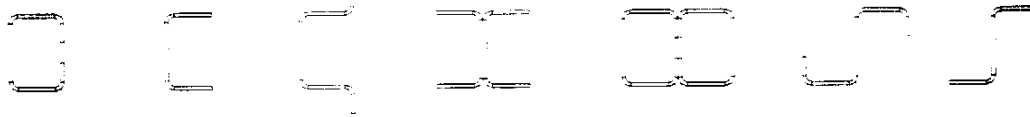
Na Tabela 2.5, são dadas as principais características de telhas de fibrocimento.

**Tabela 2.5 - Características das telhas de fibrocimento**

Tipo	altura mm	espessura mm	declividade °	vão máximo m
Ondulada	51	6	10° a 15°	1,69
		8	10° a 15°	1,99
	125	6	10° a 15°	3,96
		8	3° a 5°	4,46
Trapezoidais	35	6	10° a 15°	1,20
Canaletas	180	10	3° a 5°	5,50
	244	8	3° a 5°	7,00

### 3. TERÇAS E TIRANTES

As telhas apoiam-se nas terças, e estas devem resistir à combinação das ações de peso próprio, da sobrecarga e do vento. Os perfis de chapa dobrada podem ser utilizados como terças (Figura 2.6).



**Figura 2.6 - Tipos de seções transversais de terças.**

Para vencer grandes vãos, são utilizadas estruturas treliçadas em vez de uma peça única de chapa dobrada.

Para pré-dimensionar<sup>2</sup> a terça, a seguinte relação pode ser adotada:

$$d \cong L/40 \text{ a } L/60$$

$d$  = altura do perfil

$L$  = vão

$$\text{flecha } \Delta \leq L/200$$

As terças apoiam-se sobre a treliça plana e, além de suportar a carga da cobertura, oferecem estabilidade para a estrutura, combatendo as forças longitudinais que ocorrem no plano dela, diminuindo o comprimento de flambagem do banzo superior, desde que devidamente contraventado no plano da cobertura. A mão francesa diminui o comprimento de flambagem dos banzos inferiores no plano normal ao plano da treliça.

A terça sofre os esforços em relação aos eixos  $x$  e  $y$  (Figura 2.7). Pode ser calculada simplesmente apoiada entre as treliças, ou com mão francesa em relação à maior inércia (Figura 2.8), ou com tirante em relação à menor inércia (Figura 2.9). A vantagem da mão francesa e do tirante é a diminuição do comprimento entre os apoios da terça, exigindo assim, menor esforço dela.

---

<sup>2</sup>Bellei, I.H.; Edifícios industriais em aço. São Paulo: Pini.. 1994.



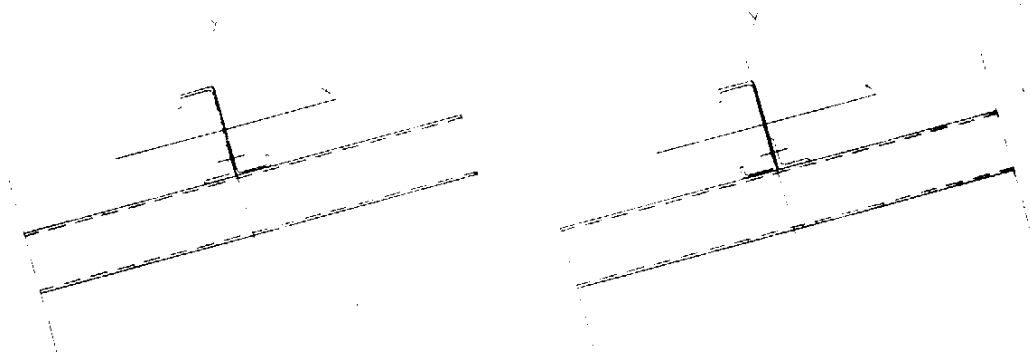


Figura 2.7 - Terças "Z" e "U" apoiadas sobre banzo superior.

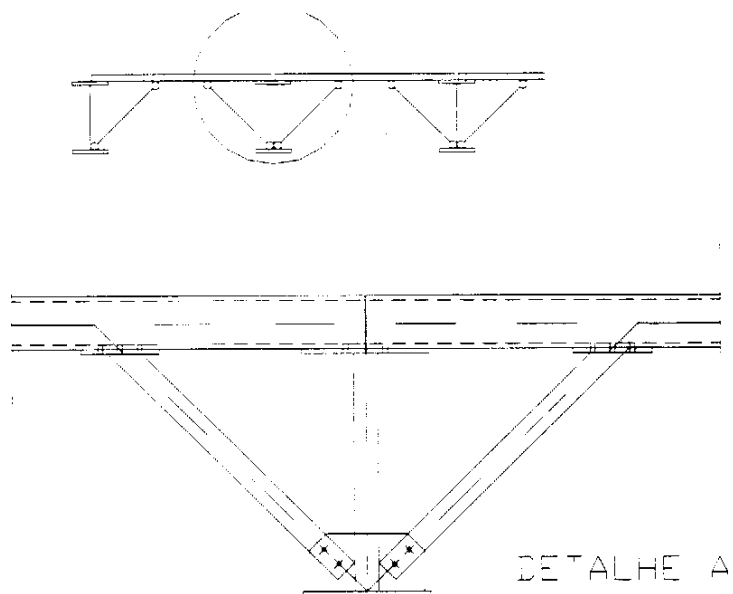


Figura 2.8 - Detalhe da mão francesa.

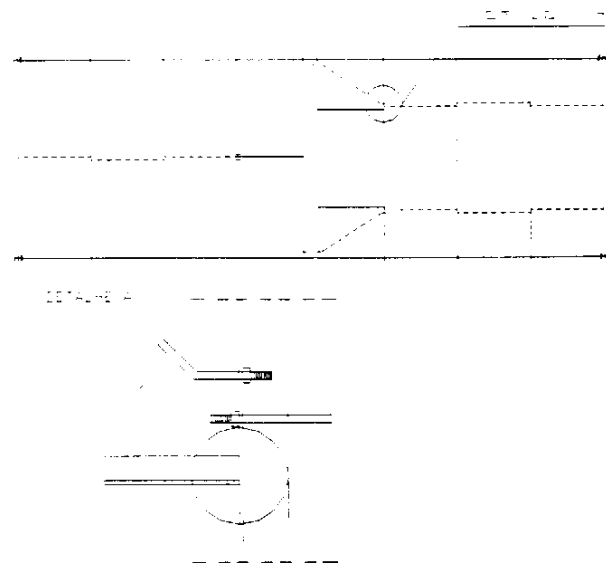


Figura 2.9 - Detalhe do tirante da cobertura.

A análise de uma terça biapoiada e terças com apoios intermediários, com carregamento distribuído, é apresentada na Figura 2.10. No Gráfico 2.3, apresenta-se uma série de diagramas de momentos fletores (as terças que têm apoios intermediários têm momentos fletores menores em relação à terça biapoiada).

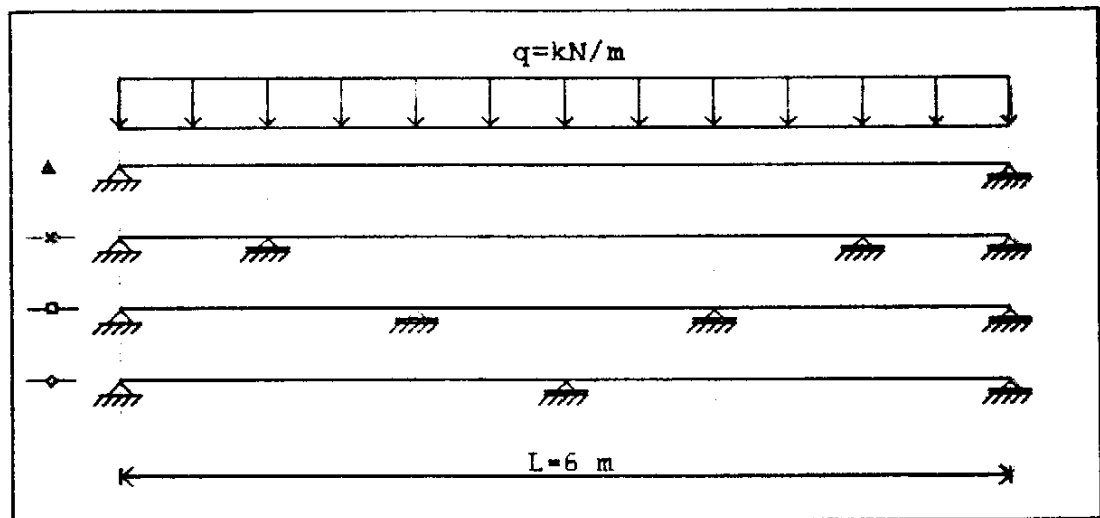
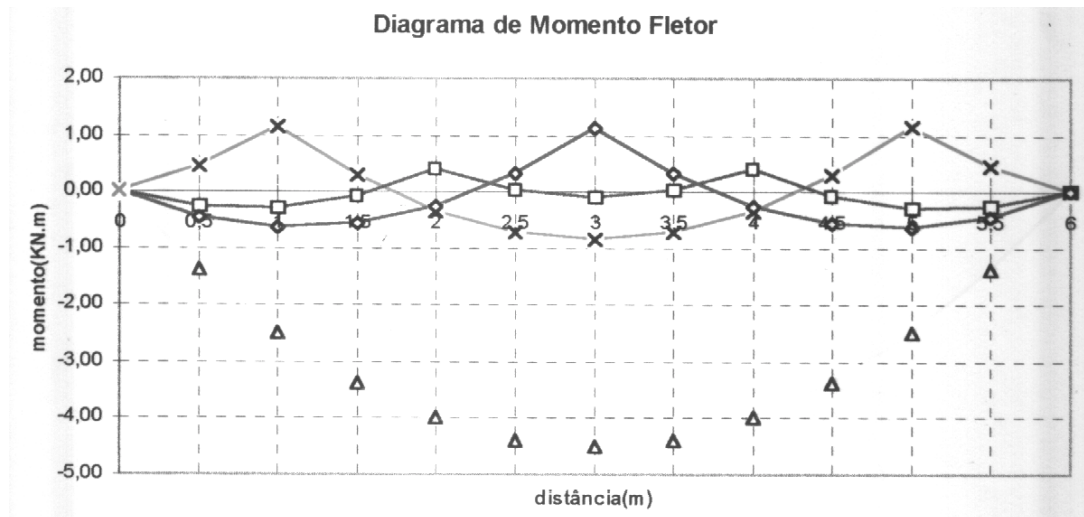


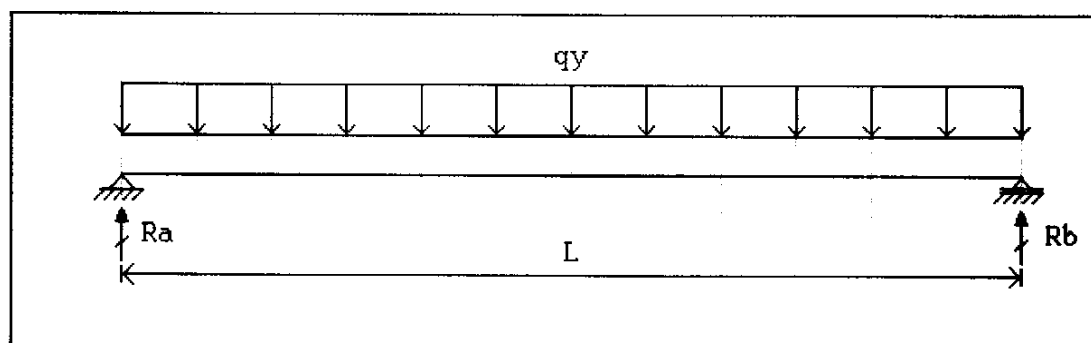
Figura 2.10 - Terça com os apoios intermediários mudando de posição.



**Gráfico 2.3 - Diagrama de momentos fletores.**

Pelo gráfico, nota-se que apoios intermediários diminuem os valores máximos de momentos fletores em uma terça. Por causa disso são adotados tirantes no plano da cobertura e mãos francesas no plano normal à treliça.

A seguir (Figuras 2.11, 2.12 e 2.13) são apresentadas as reações de apoios para terça com diferentes casos de apoios.



**Figura 2.11 - Terça com dois apoios.**

- Reação de apoio

$$Ra = Rb = \frac{q_y \cdot L}{2}$$

- Momento na barra
- Momento máximo no trecho a - b

$$x = \frac{L}{2}$$

$$M = \frac{q_y \cdot L^2}{8}$$

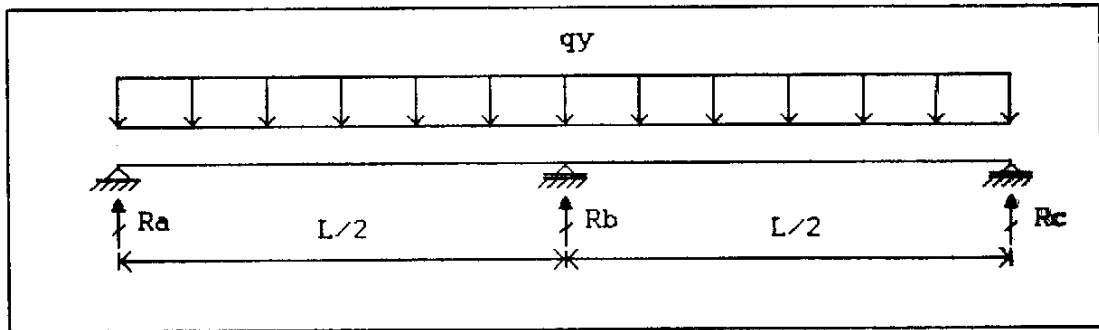


Figura 2.12 - Terça com três apoios.

- Reação de apoio

$$Ra = Rc = \frac{3}{16} \cdot q_y \cdot L$$

$$Rb = \frac{5}{8} \cdot q_y \cdot L$$

- Momento na barra
- Momento máximo no trecho a - b

$$x = \frac{3}{16} \cdot L$$

$$M_{ab} = \frac{9 \cdot L^2 \cdot (2 - q_y)}{512}$$

- Momento máximo no ponto b

$$M_b = \frac{L^2 \cdot (3 - 4 \cdot q_y)}{32}$$

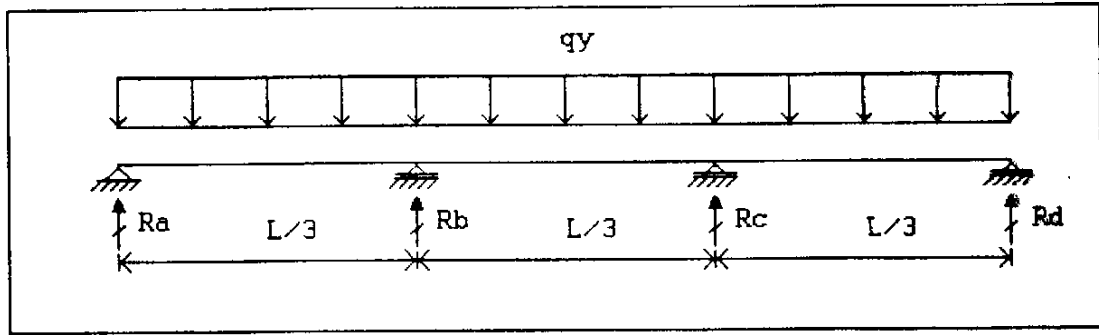


Figura 2.13 - Terça com quatro apoios eqüidistantes.

- Reação de apoio

$$R_a = R_d = \frac{2}{15} \cdot q_y \cdot L$$

$$R_b = R_c = \frac{5}{8} \cdot q_y \cdot L$$

- Momento na barra
- Momento máximo no trecho a - b

$$x = \frac{2}{15} \cdot L \text{ ou } x = \frac{L}{3}; \text{ menor dos dois}$$

$$M_{ab} = \frac{2 \cdot q_y \cdot L^2}{225}; \text{ se } x = \frac{L}{3}$$

- Momento máximo no ponto b,  $x = \frac{L}{3}$

$$M_b = \frac{q_y \cdot L^2}{90}$$

- Momento máximo no ponto b,  $x = \frac{L}{2}$

$$M_{x=\frac{L}{2}} = \frac{q_y \cdot L^2}{360}$$

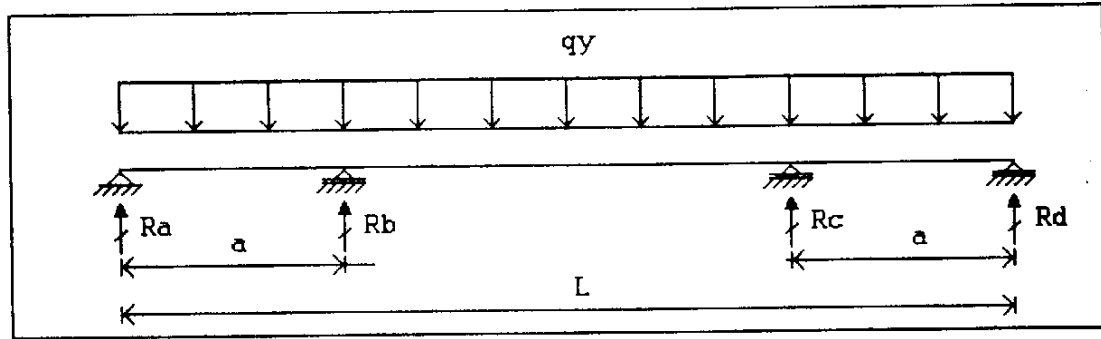


Figura 2.14 - Terça com quatro apoios extremos equidistantes.

- Reação de apoio

$$R_a = R_d = \frac{(a^3 + 6 \cdot a^2 \cdot L - 6 \cdot a \cdot L^2 + L^3)}{16 \cdot a^2 - 12 \cdot a \cdot L} \cdot q_y$$

$$R_b = R_c = \frac{(a^3 - 2 \cdot a^2 \cdot L + L^3)}{4 \cdot a \cdot (4 \cdot a - 3 \cdot L)} \cdot q_y$$

- Momento na barra
- Momento máximo no trecho  $a - b$

$$x = \frac{R_a}{q_x} \quad \text{ou} \quad x = a; \quad \text{menor dos dois}$$

$$M_{ab} = R_a \cdot x - \frac{q_y \cdot x^2}{2}$$

- Momento máximo no ponto  $b$ ,  $x = a$

$$M_b = R_a \cdot a - \frac{q_y \cdot a^2}{2}$$

- Momento máximo no ponto  $b$ ,  $x = \frac{L}{2}$

$$M_x = R \cdot ax + Rb \cdot (x - a) - \frac{q_y \cdot x^2}{2}$$

Para diminuir o comprimento da terça no plano da cobertura podem ser utilizados tirantes. O dimensionamento do tirante efeito baseado na norma NBR 8800/86-Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios.

As resistências de cálculo são:

- escoamento da seção bruta

$$\phi_t \cdot N_n = \phi_t \cdot A_g \cdot f_y \quad \text{NBR 8800/86, item 5.2.3a}$$

em que  $\phi_t = 0,90$

- ruptura da seção rosqueada:

em que  $\phi_t = 0,65$

se  $12\text{mm} < d < 25\text{mm}$

$$\phi_t \cdot N_n = \phi_t \cdot 0,75 \cdot A_p \cdot f_u \quad \text{NRB 8800/86, item 7.3.2.2}$$

em que  $A_p = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$

NRB 8800/86, item 7.3.2.2

se  $d > 25\text{mm}$

$$\phi_t \cdot N_n = \phi_t \cdot 0,75 \cdot A_p \cdot f_u \quad \text{NRB 8800/86, item 7.3.2.2}$$

em que  $A_r = \frac{\pi \cdot d^2}{4} * \left(1 - k \cdot \frac{p}{d}\right)^2$

NRB 8800/86, item 7.3.1.2

$d$  = diâmetro nominal da barra;

$P$  = passo da rosca;

$k = 0,9743$  (rosca UNC - parafuso ASTM);

$0,9383$  (rosca métrica ISO grossa);

$A_g$  e  $A_p$  área da seção da barra.

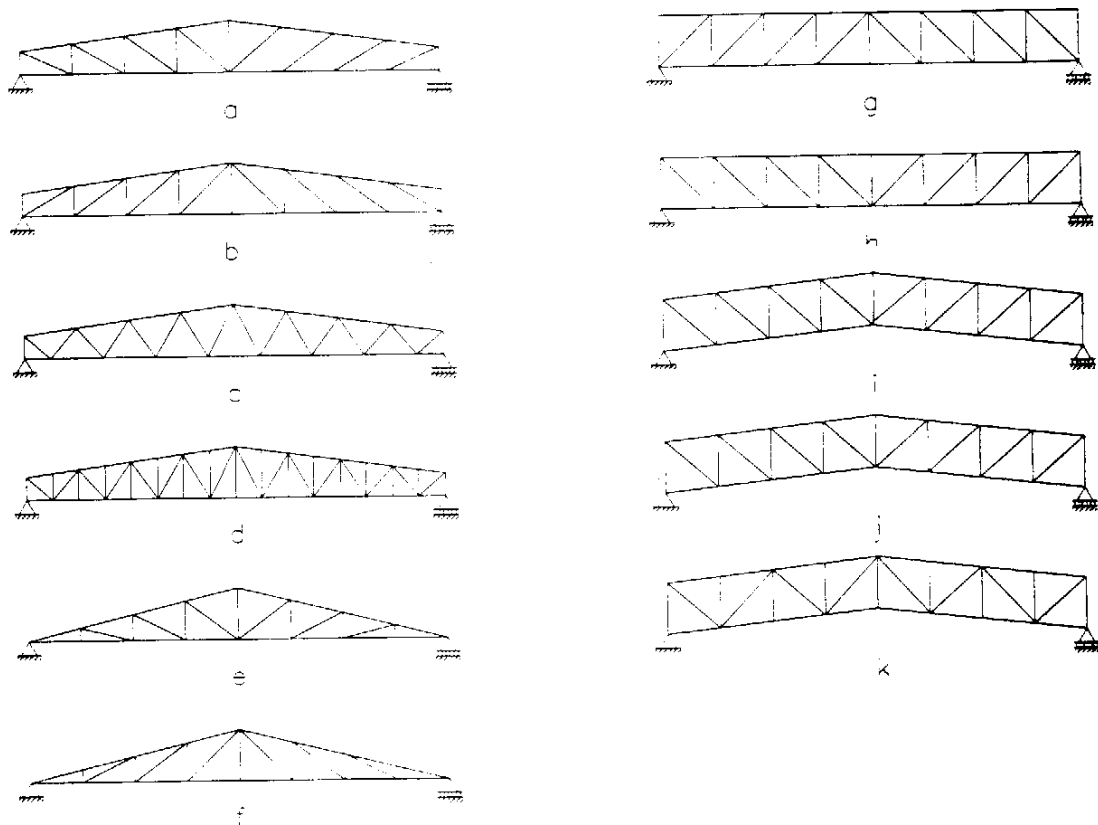
#### 4. TRELIÇA PLANA

A treliça plana ou tesoura tem a função de receber carga da cobertura, peso das terças, vento, peso próprio, cargas suspensas e sobrecargas. A estrutura que vai receber a carga da terça pode ser de vigas de perfis ou estruturas de treliças planas. Para o mesmo vão, as vigas são mais pesadas que a treliça plana, porém há menor gasto com a mão-de-obra. O custo global da viga é mais econômico para pequenos vãos e o das treliças planas, para vãos maiores.

No presente trabalho foram analisados apenas casos de treliças planas. As terças estão apoiadas nos nós da treliça plana para que as cargas não provoquem momento nas barras da treliça.

A barra do banzo superior deve ser inclinada em função da inclinação da cobertura, e a treliça plana deve estar apoiada nas suas extremidades sobre o pilar ou a parede.

Modelos de treliças planas utilizadas na construção de galpões estão ilustrado na Figura 2.15.



**Figura 2.15 - Treliças planas.**

Escolhe-se modelo de treliça plana adequada para projeto em função da inclinação da cobertura e do vão a vencer. Treliças triangulares (Figura 2.15e e Figura 2.15f) são indicadas para ângulo de cobertura acima de  $15^\circ$  e vãos pequenos.



Na Tabela 2.6 são apresentados os espaçamentos ideais entre as terças para diferentes vãos.

**Tabela 2.6 - Espaçamento entre pórtico<sup>3</sup>**

Vão		Espaçamento entre pórtico
Pequeno	até 15m	3 a 5m
Médio	16 a 25m	4 a 7m
	26 a 35m	6 a 8m
Longo	36 a 45m	8 a 10m
Inércia variável	46 a 60m	9 a 12m

---

<sup>3</sup>BELLEI, I.H.; Edifícios industriais em aço São Paulo: Pini 1994.

## CAPÍTULO 3

---

### 1. PROGRAMA SGPL

No programa SGPL - Sistema de Galpões de Perfis Leve, os menus funcionam segundo a convenção de Windows, e a programação é orientada a objeto. Os nomes dos menus aparecem no alto da tela (Figura 3.1). Uma lista de comandos aparece quando se dá um clique sobre o menu (Figura 3.2).

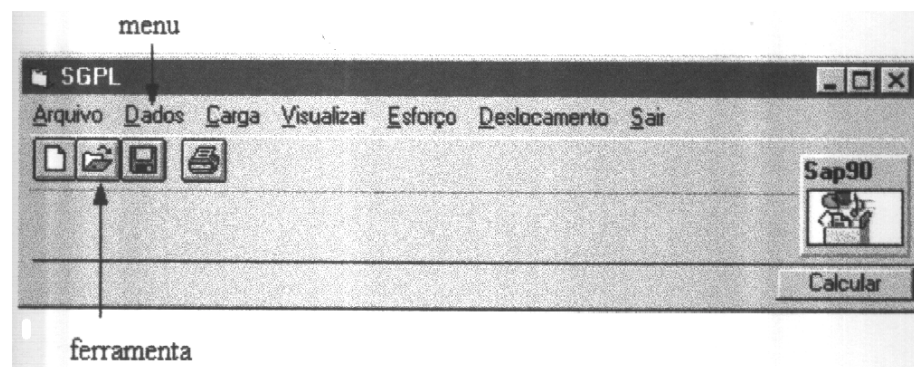


Figura 3.1 - Menu principal do programa SGPL.

Para escolher o comando, dá-se um clique sobre o menu e depois no comando desejado. Todos os comandos têm o equivalente de teclas. Caso não esteja usando o mouse, seleciona-se pressionando a tecla **ALT** e o caractere sublinhado do comando.

Quando um nome de comando aparecer na cor cinza, ele não está disponível para ser usado na situação atual; e se estiver seguido por uma seta, outro nível de comando aparecerá ao se clicar o comando.

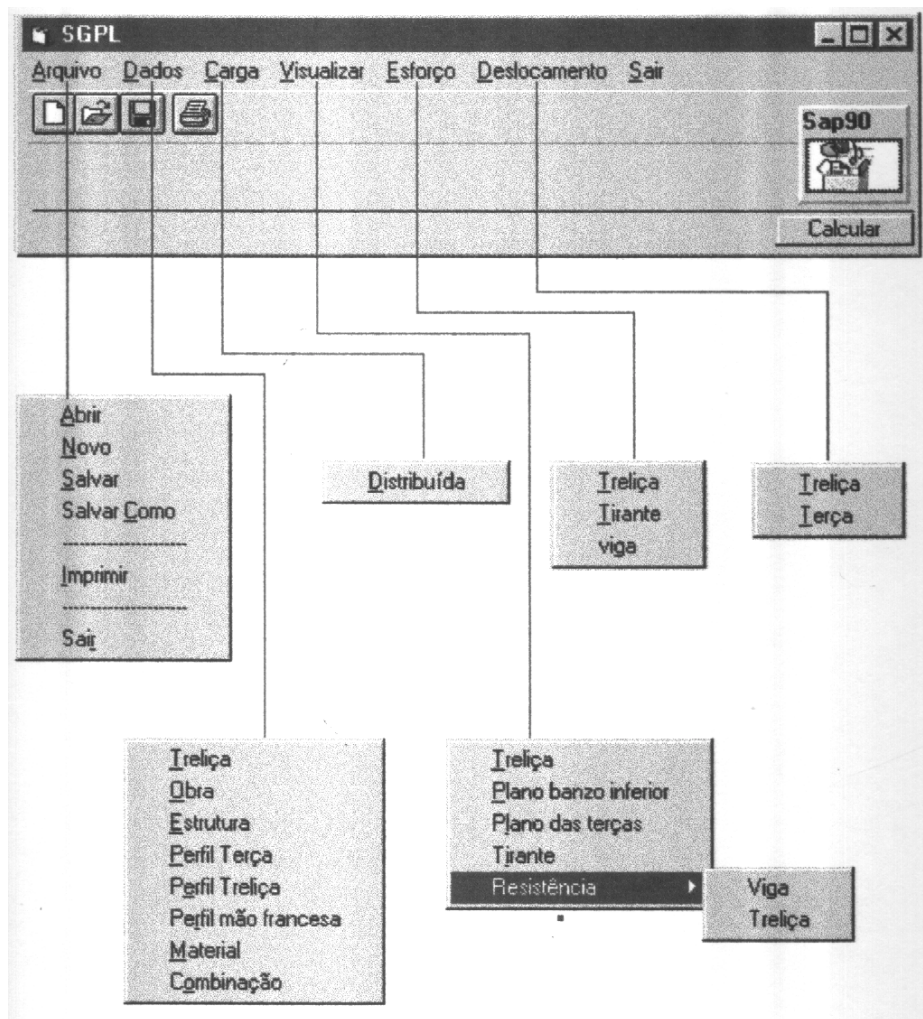


Figura 3.2 - Lista de comandos do programa SGPL.

Abaixo da barra de menus ficam as barras de ferramentas (Figura 3.1). As barras de ferramentas são equivalentes aos menus de comando, mas clicar com mouse em um botão de barra de ferramenta agiliza o trabalho do usuário.

Nos capítulos seguintes serão analisados os subsistemas que compõem o programa SGPL.

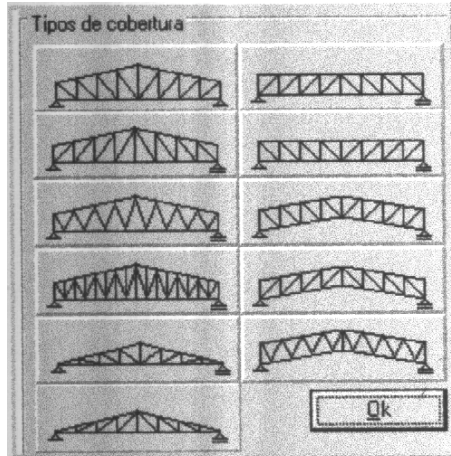
São os seguintes:

- Dados gerais da obra;
- Propriedades geométricas dos perfis;
- Ação do vento;
- Cobertura;
- Dimensionamento;
- Visualização na tela; e
- Impressão de dados da obra e resultados.

## **2. SUBSISTEMA DADOS GERAIS DA OBRA**

O subsistema Dados Gerais da Obra tem por objetivo introduzir dados referentes ao projeto, como tipo de treliça plana, medidas da treliça, dimensão do galpão em planta, nome da obra, endereço da obra, combinação da ação do vento, propriedades físicas do material, dados referentes à terça.

Na janela Tipos de Cobertura (figura 3.3), o usuário têm várias opções de tipo de treliça plana. Na janela Dado da Obra (Figura 3.4), introduz-se o nome da obra, do proprietário, o endereço e nome do responsável pelo projeto.

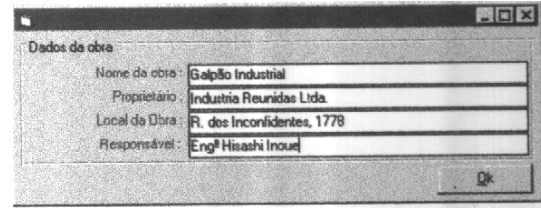


**Figura 3.3 - Tipos de cobertura.**

Na janela Dados da Treliça e Construção (Figura 3.5) são introduzidas a largura e a altura da treliça plana. Em função da altura e largura da treliça é calculado automaticamente o ângulo de inclinação da cobertura.

Será feita uma verificação na janela Rampa Máxima (Figura 3.6), isto é, se as medidas da treliça plana introduzidas são suficientes para escoar água da chuva sem provocar transbordamento no interior da construção (Capítulo 2, item 2.). A janela Rampa Máxima consta de botões, para selecionar o período de retorno, e uma grade onde estão as cidades mencionadas pela "Chuvas Intensas no Brasil" de Otto Pfafstetter, conforme Anexo F, para serem selecionadas.

Os nós da treliça são criados introduzindo-se o número de divisões no plano do banzo inferior. As dimensões da construção, largura, comprimento, distância e altura, são necessárias para desenhar a construção e determinar a ação do vento.

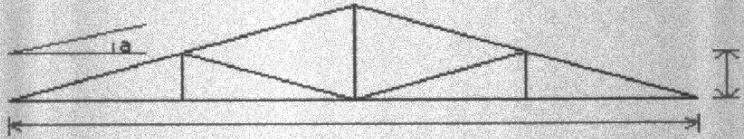


**Figura 3.4 - Dados da obra.**



**Dados da Treliza e Construcao**

Título : Galpão Industrial Vila Rica



**Treliza**  
 largura total - Lt : 20  
 número de divisões - nd : 8  
 altura no centro - hc : 1.8  
 ângulo de inclinação - a : **10,20**

**Banzo**  
 div. plano banzo inferior : 8  
 div. plano da terca : 8

**Construção**  
 comprimento construção : 48  
 distância entre pilares : 6  
 altura parede lateral : 9

Ok

Figura 3.4 - Dados da treliça e construção.

**Rampa máxima**

Período de retorno  
 1 ano  
 5 anos  
 25 anos

intensidade pluviométrica : 178 mm/h  
 rampa da construção : 10.16m  
 rampa máxima : 12.68m

Ok

intensidade pluviométrica

item	Local	UF	1 ano	5 anos	25 anos
73	Santos	SP	136	198	240
74	Sao Carlos	SP	120	178	161(10)
75	Sao Francisco do Sul	SC	118	132	167(18)
76	Sao Goncalo	PB	120	124	152(15)
77	Sao Luiz	MA	120	126	152(21)
78	Sao Luiz Gonzaga	RS	158	209	253(21)
79	Sao Paulo(Congonhas)	SP	122	132	000
80	Sao Paulo(Mirante Santana)	SP	122	172	191
81	Sao Simao	RS	116	148	175

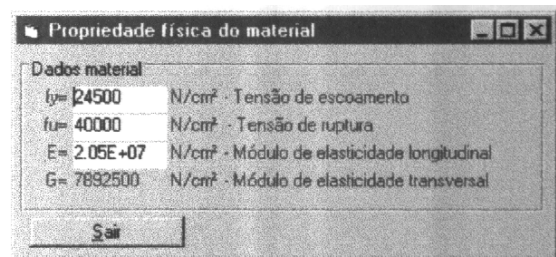
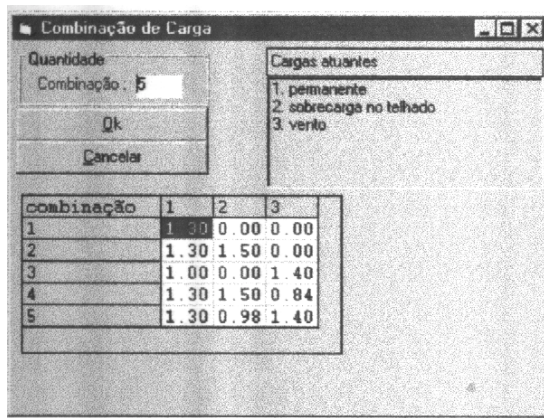
Figura 3.5 - Rampa máxima.

A combinação de carregamento é normalizada pela norma NBR 8800/86. No caso de cobertura de galpões há os seguintes carregamentos: peso próprio(pp), sobrecarga(sc) e vento(v), com as seguintes combinações:

- 1,3 pp
- 1,3 pp + 1,5 sc
- 1,0 pp + 1,4 v
- 1,3 pp + 1,5 sc + 0,84 v
- 1,3 pp + 0,98 sc + 1,4 v

Ao abrir a janela Combinação de Carga (Figura 3.7), os valores de combinação de carregamento de dados são apresentados como padrão, tendo-se a possibilidade de alterar os dados na tela.

Na janela Propriedade Física do Material (Figura 3.8) são introduzidos os valores de tensão de escoamento, tensão de ruptura e módulo de elasticidade do aço.



**Figura 3.8 - Propriedades físicas do material.**

**Figura 3.7 - Combinação de carga.**

Na janela Dados da Terça (Figura 3.9) são introduzidos os dados referentes à terça: número de tirante e a posição em que a terça ficará sobre o banzo superior. Terça com mão francesa não está implementada no presente trabalho.

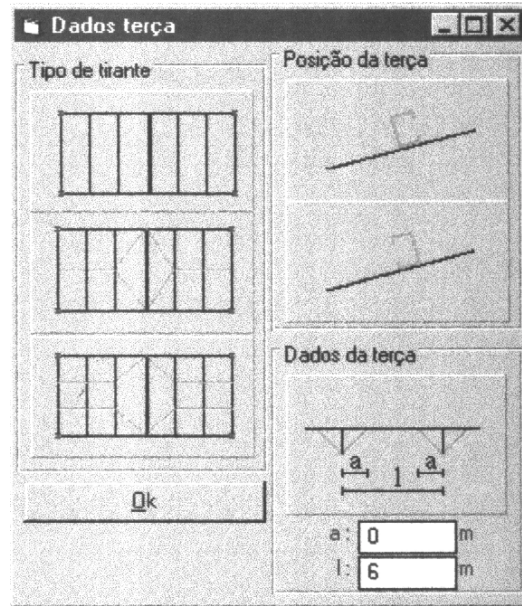


Figura 3.9 - Dados referentes à terça e ao tirante.

### 3. SUBSISTEMA PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DOS PERFIS

O subsistema de Propriedades Geométricas de Perfis têm por objetivo agilizar os cálculos na determinação das propriedades geométricas dos perfis conformado a frio. As fórmulas matemáticas foram baseadas no capítulo III da norma AISI 1991 para os perfis "U" simples, "U" enrijecido, cartola, "Z" simples, "Z" enrijecido e "T" simples. Os perfis compostos "I" simples, "I" enrijecido e caixa não constam na norma AISI. Para determinar as propriedades desses perfis, baseou-se nas fórmulas matemáticas feitas para os perfis "U" simples e "U" enrijecido, ou seja, a área foi o dobro e os momentos de inércia  $I_x$  e  $I_y$  foram calculados utilizando-se o Teorema dos Eixos Paralelos.

A janela do sistema é mostrada na Figura 3.10: do lado esquerdo há um conjunto de botões de comando com os nomes de perfis a serem selecionados; quando se seleciona um perfil aparece a sua seção no canto inferior. Digita-se, então, as suas dimensões ou



seleciona-se perfil padronizado da Tecnofer. Pode-se ainda selecionar a unidade de medida por meio de caixa de diálogo (Figura 3.11).

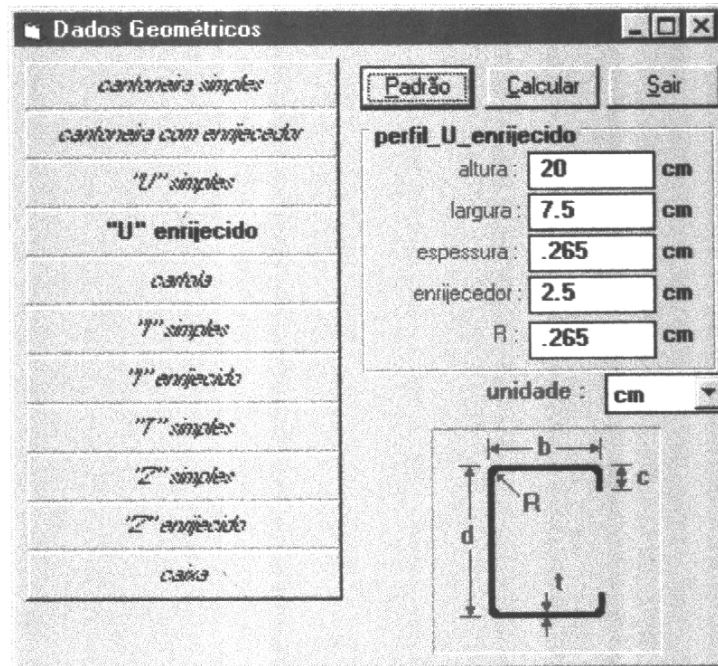


Figura 3.10 - Janela para seleção de perfil.

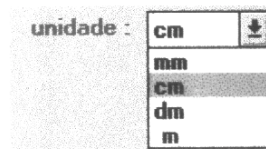
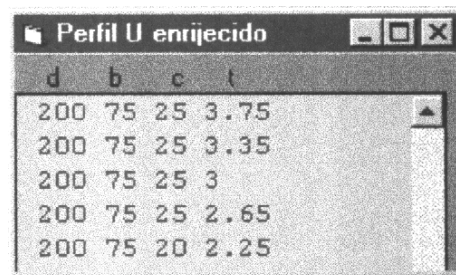


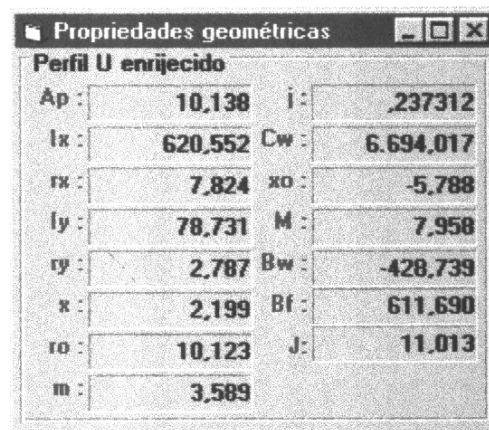
Figura 3.11 - Caixa de diálogo da unidade de medida.

Ao digitar os dados geométricos do perfil desejado, ou depois de selecionado o perfil padronizado (Figura 3.12), clicando-se o botão "Calcular" são apresentadas as propriedades geométricas do perfil (Figura 3.13).



d	b	c	t
200	75	25	3.75
200	75	25	3.35
200	75	25	3
200	75	25	2.65
200	75	20	2.25

Figura 3.12 - Janela com perfil padronizado.



Perfil U enrijecido			
Ap :	10,138	i :	237312
Ix :	620,552	Cw :	6.694,017
rx :	7,824	xo :	-5,788
Iy :	78,731	M :	7,958
ry :	2,787	Bw :	-428,739
x :	2,199	Bf :	611,690
ro :	10,123	J :	11,013
m :	3,589		

Figura 3.13 - Propriedades geométricas de perfil.

#### 4. SUBSISTEMA AÇÃO DO VENTO

O cálculo das forças de vento em edificações é feito pela Norma Brasileira NBR 6123/88 "Força Devidas ao Vento nas Edificações". Segundo a NBR 6123/88, item 4 "Procedimentos para o Cálculo das Forças Devidas ao Vento nas Edificações", as forças do vento devem ser calculadas separadamente para:

- a)esquadrias, painéis de vedação, etc.;
- b)partes da estrutura (telhados, paredes, etc.);
- c)elementos de vedação e suas fixações (telhas, vidros, estrutura como um todo).

A força do vento, que é considerada agindo perpendicular a uma superfície de área A, é dada por:

$$F = (C_e - C_i) \cdot q \cdot A$$

em que  $C_e$  = coeficiente de forma externo;

$C_i$  = coeficiente de forma interno;

$$q = 0,613 \cdot V_k^2,$$

$q$  = pressão dinâmica;

$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$$

em que  $V_k$  = velocidade característica do vento;

$V_0$  = velocidade básica do vento;

$S_1$  = fator topográfico; e

$S_2$  = rugosidade do terreno, dimensões da edificação e altura sobre o terreno.

$S_3$  = fator estatístico

A janela de Ação do Vento é apresentada na Figura 3.14: do lado esquerdo estão os ícones para a escolha do tipo de edificação, isto é cobertura com duas águas, uma água, em arco, e três tipos de shed. Há os seguintes botões de comando: dados da obra, dimensão da construção, pressão interna, velocidade característica, coeficiente de pressão parede externa e coeficiente de pressão telhado externa.

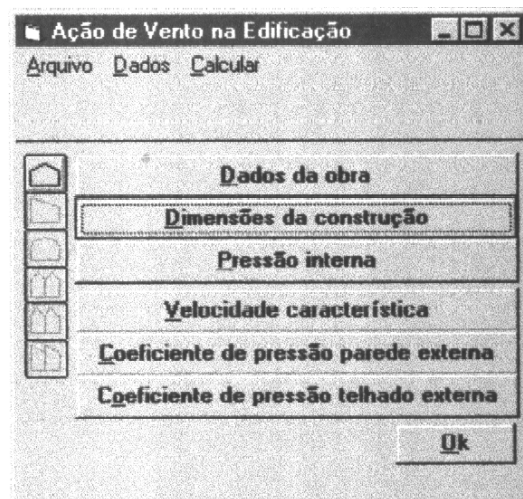
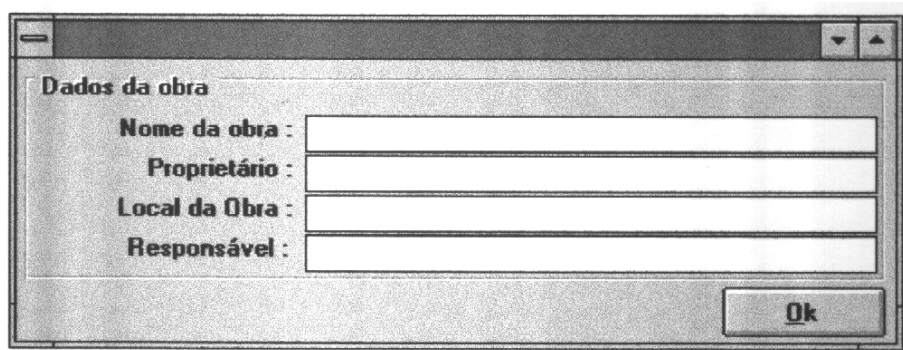


Figura 3.14 - Tela de apresentação do subsistema Ação do Vento.

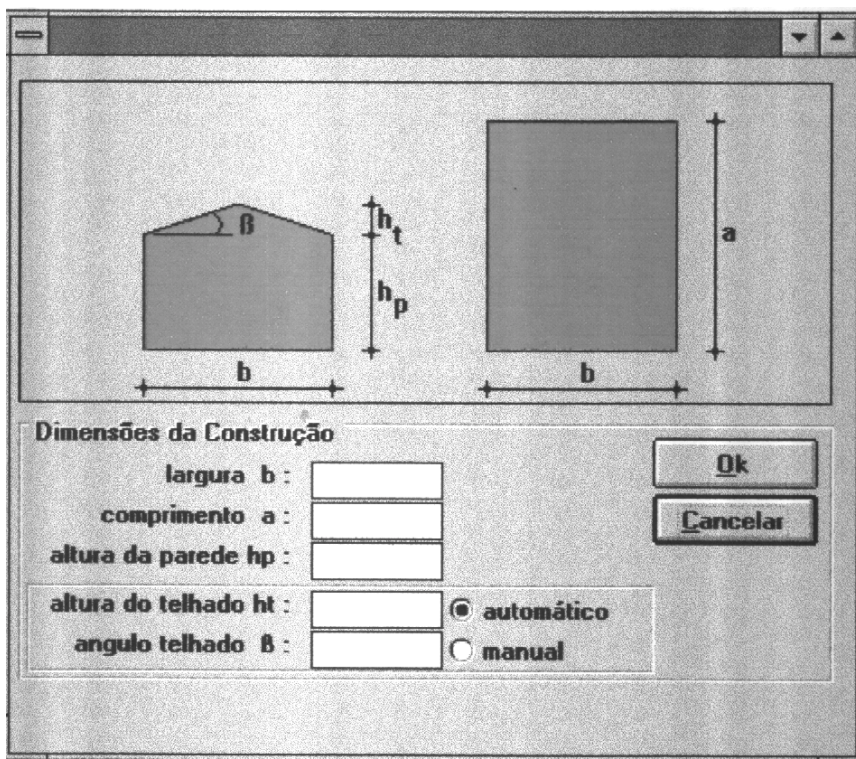


Os dados referentes às janelas Dados da Obra e Dimensão de Construção (Figuras 3.15 e 3.16) são transferidos automaticamente do programa principal SGPL.



The image shows a dialog box titled "Dados da obra". It contains four text input fields labeled "Nome da obra:", "Proprietário:", "Local da Obra:", and "Responsável:". An "Ok" button is located at the bottom right of the dialog box.

Figura 3.15 - Dados da obra.



The image shows a dialog box titled "Dimensões da Construção". At the top, there are two diagrams: a gabled roof with width  $b$ , height  $h_t$ , and angle  $\beta$ ; and a rectangular wall with width  $b$  and height  $h_p$ . Below the diagrams are five text input fields: "largura b:", "comprimento a:", "altura da parede  $h_p$ :", "altura do telhado  $h_t$ :", and "angulo telhado  $\beta$ :". There are two radio buttons: "automático" (selected) and "manual". "Ok" and "Cancelar" buttons are located on the right side of the dialog box.

Figura 3.16 - Dimensões da construção.

Na Figura 3.17 é apresentado o quadro resumo do Coeficiente de Pressão Interno- $C_{pi}$ , para a escolha do tipo de construção a ser analisado.

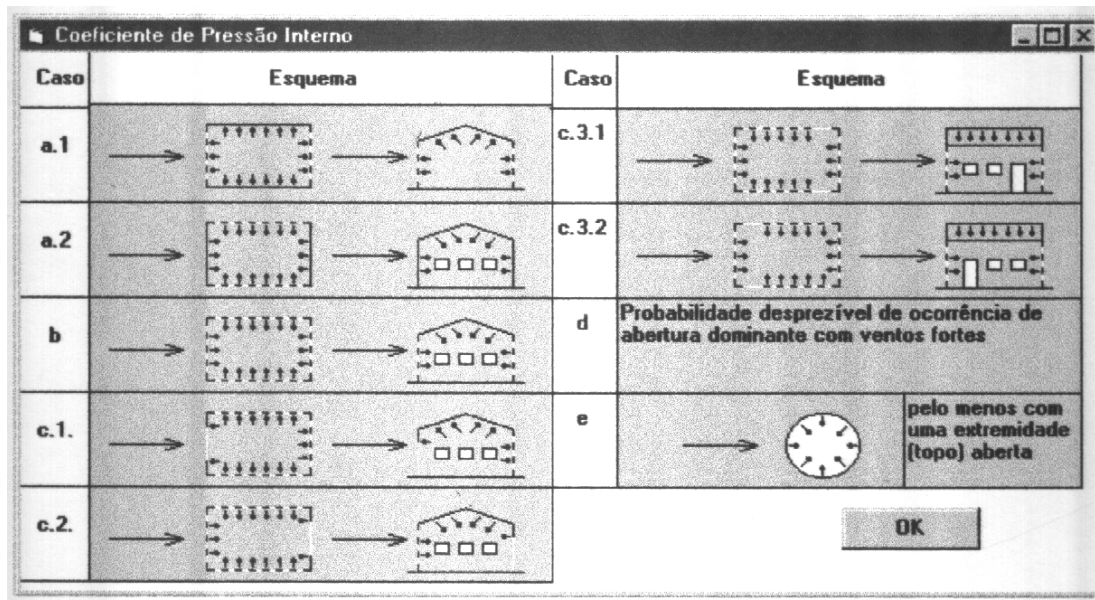


Figura 3.17 - Coeficiente de Pressão Interna.

Na Figura 3.18 estão dados para a determinação da velocidade característica do vento. A equação usada é  $V_k = V_0 * S_1 * S_2 * S_3$ , em que  $V_0$  é a velocidade de vento básica (pode-se clicar o botão de opção ou entrar no mapa de isopleta, Figura 3.19, e escolher a região onde será feita a construção);  $S_1$  é fator topográfico (pode-se escolhê-lo clicando o botão de opção e, depois o botão do comando de ajuda);  $S_2$  é fator de rugosidade do terreno, dimensões da edificação e altura do terreno (escolhe-se pelo botão de opção);  $S_3$  é fator estatístico (escolhe-se pelo botão de opção). Clicando o botão de comando "calcular", obtêm-se os valores de velocidade característica,  $S_2$  e pressão dinâmica "q", para as respectivas alturas (Figura 3.20).



**VELOCIDADE CARACTERÍSTICA**

**Vo - velocidade básico**

30     45  
 35     50  
 40    **Mapa**

**S1 - fator topográfico**

1,0  
 0,9  
 outro

**S2 - rugos. topografico**

categoria I  
 categoria II  
 categoria III  
 categoria IV  
 categoria V

classe A  
 classe B  
 classe C    **Ajuda**

**S3 - fator estatístico**

grupo 1  
 grupo 2  
 grupo 3  
 grupo 4  
 grupo 5    **Ajuda**

**calcular**  
**resumo**  
**sair**

Figura 3.18 - Velocidade característica do vento.

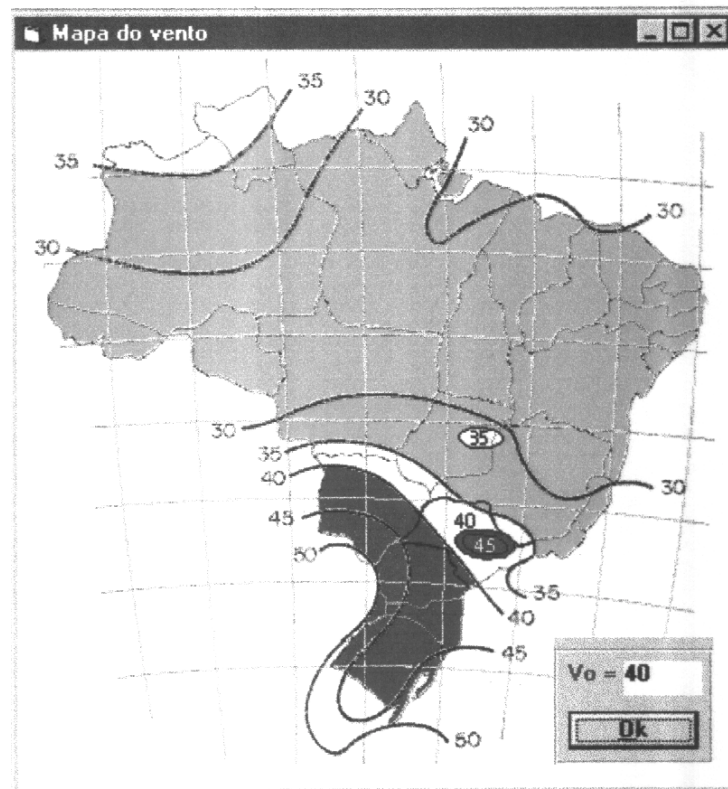


Figura 3.19 - Isopleta.

**Velocidade característica**

Vo - velocidade básica : 40

S1 - fator topográfico : 1

S2 - fator rugosidade

- categoria ..... : IV

- classe ..... : B

S3 - fator estatístico : ,95

H(m)	S2	Vk(m/s)	qk(N/m <sup>2</sup> )
5	,76	28,88	521,28
10	,83	31,54	621,73
10,8	,84	31,92	636,80

Ok sair

**Figura 3.20 - Velocidade característica e pressão dinâmica.**

Com os dados introduzidos na janela de velocidade característica, obtém-se o coeficiente de pressão da parede externa (Figura 3.21) e o coeficiente de pressão do telhado externo (Figura 3.22).

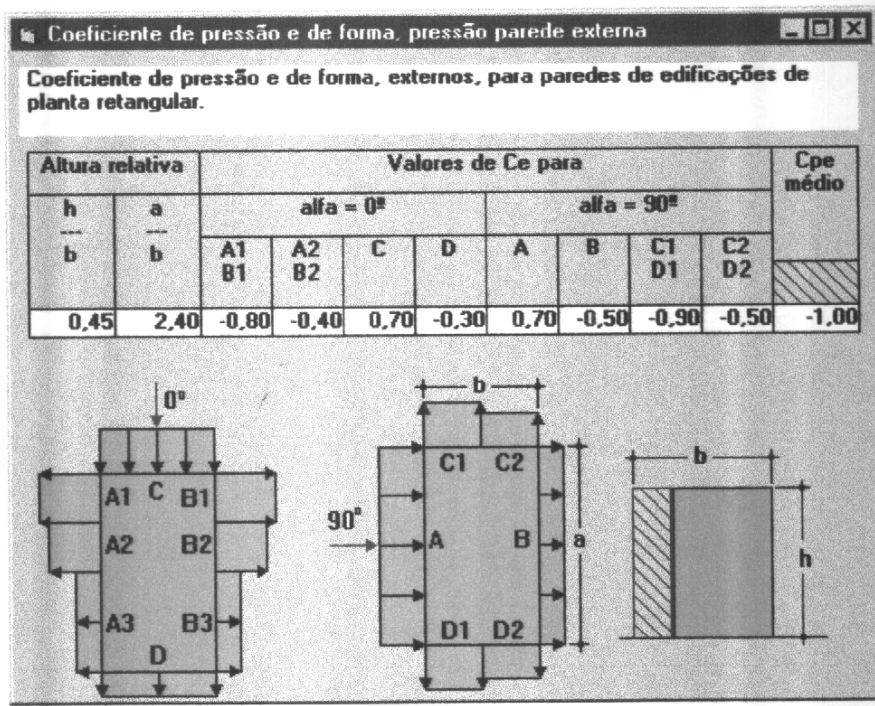


Figura 3.21 - Coeficiente de pressão da parede externa.

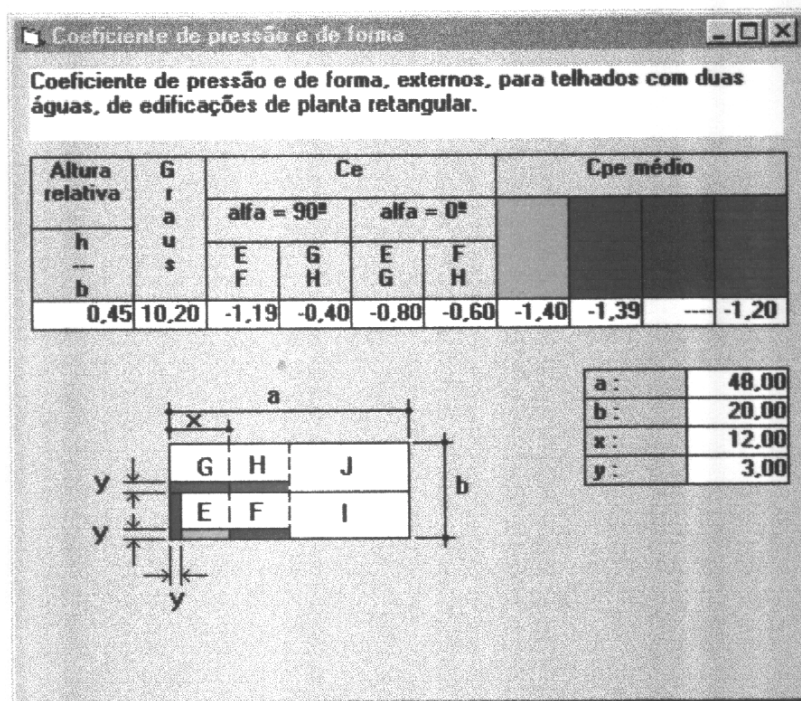


Figura 3.22 - Coeficiente de pressão da cobertura.



## 5. SUBSISTEMA COBERTURA

Neste subsistema são introduzidos sobrecarga, número de apoios para a telha e o modelo da telha metálica. Serão calculados o diâmetro do tirante, a ação do vento, o peso próprio da estrutura e a espessura da telha.

A seleção da espessura da telha metálica é feita em função do modelo da telha, do vão entre apoios, do número de apoios e da combinação de peso próprio, sobrecarga e carga de vento. Neste trabalho estão sendo utilizadas as telhas da Codeme Estruturas Metálicas, modelos CE18 e CE40. O programa irá automaticamente determinar a espessura da telha e os recobrimentos laterais e longitudinais, conforme a especificação do fabricante. São introduzidos os dados para a determinação da espessura na janela Cobertura, (Figura 3.23). Selecionam-se o número de apoios no botão de opção, o modelo de telha na caixa de opção; a sobrecarga está como padrão  $250\text{N/m}^2$ , e pode ser modificado.

De acordo com o Anexo B, item B.3.6.1 da NBR 8800/88 "Nas coberturas comuns, não sujeitas a acúmulos de quaisquer materiais, e na ausência em contrário, deve ser prevista uma sobrecarga nominal mínima de  $0,25\text{kN/m}^2$ , em projeção horizontal"

Dentro deste módulo são gerados os dados da treliça plana para que o programa SAP90 execute o cálculo dos esforços e deslocamentos. Esses dados, conforme o Anexo G, de modo sucinto são mostrados na Tabela 3.1.

**Cobertura**

Dados da cobertura

Sobrecarga da cobertura : 250 N/m<sup>2</sup>

n<sup>o</sup> apoios  2 apoios  3 apoios  4 apoios

Modelo de telha  
Codeme CE 40

vento

Calcular

Sair

Distância entre apoio : 2.5 m

Inclinação da cobertura : 10.2 °

Peso próprio

Peso da terça : 31,833N/m<sup>2</sup>

Peso de telha para cálculo : 79,625N/m<sup>2</sup>

Peso de tirante : 2,4857N/m<sup>2</sup>

---

Total : 113,94N/m<sup>2</sup>

Resultado de Cálculo

Espessura da telha : 0.8 mm

Recobrimento transversal : 200 mm

Recobrimento lateral : 980 mm

Tirante

Tirante reto : 1.25 cm

Tirante inclinado : 1.25 cm

Figura 3.23 - Dados da cobertura.

Tabela 3.1 - Dados de entrada para SAP90

SYSTEM	número de combinações
RESTRAINTS	restrições dos apoios
JOINTS	coordenadas dos nós
LOADS	carregamento
FRAME	propriedades geométricas da barra, e restrições da extremidade da barra
COMBO	combinação de carga

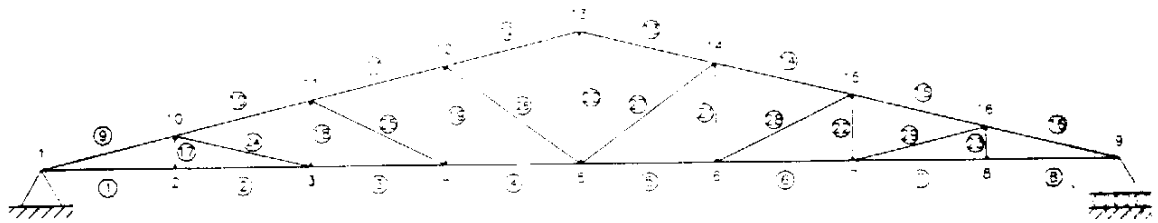
## 6. SUBSISTEMA DIMENSIONAMENTO

O cálculo das resistências nominais das chapas conformadas a frio da terça ou treliça é feito baseado na norma AISI/91, LRFD Cold-Formed Steel Design Manual - Part I. As formulações matemáticas utilizadas estão no Anexo B.

As reações de apoio, o momento fletor e o cisalhamento nas terças são calculados conforme o Capítulo 2, item 2.3. Os esforços na barra da terça e as resistências nominais de perfil de chapa dobrada deverão satisfazer a equação de interação da resistência a flexão composta do item C3.3 do Anexo B.

Para as treliças planas, qualquer que seja a geometria, o subsistema Dimensionamento faz as seguintes considerações:

- Determina o espaçamento de travamento dos banzos superior e inferior.
- O comprimento de travamento coincidirá com o ponto onde a montante ou a diagonal intercepta o banzo.
- As diagonais e montantes são consideradas como barras birrotuladas; barras sobre apoios são consideradas como rotuladas.
- A seqüência de numeração de nós, barras e rótulas é mostrada na Figura 3.24.
- Os esforços nas barras são calculados pelo SAP90.
- Os esforços nas barras da treliça plana e as resistências nominais do perfil de chapa dobrada deverão satisfazer as equações de interação entre a flexão composta do item C3.3 do Anexo B e a carga axial combinada com flexão do item C5 do Anexo B.



**Figura 3.24- Sequência de numeração dos nós e das barras e rótulas.**

No programa principal SGPL, ao clicar sobre o botão de comando SAP90, o programa passa para o sistema DOS e executa o programa SAP90 e introduzindo o nome do arquivo que foi gravado os dados, o programa executa o cálculo gerando arquivos com extensão ".F3F~" e ".SOL". Na ".F3F~" estão as resistências na barra e, na ".SOLN", os deslocamentos nos nós (Anexos H e I). Ao clicar sobre o botão de comando "calcular" do programa principal, este verifica a equação de interação, podendo ser visualizado graficamente o resultado da interação.

## **7. SUBSISTEMA VISUALIZAÇÃO NA TELA**

Podem ser visualizados os dados de entrada e o resultado de cálculo no menu "visualizar" da janela do programa principal, conforme as Figuras 3.25 a 3.29. Na Figura 3.29, quando houver barra vermelha, quer dizer que a interação da resistência não foi satisfatória.

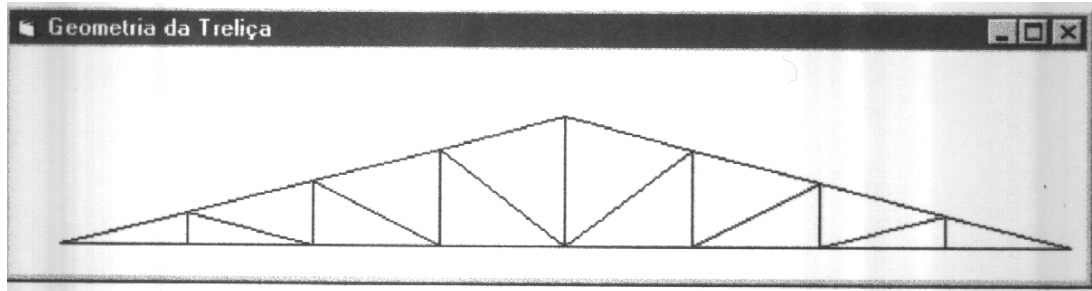


Figura 3.25 - Geometria da treliça.

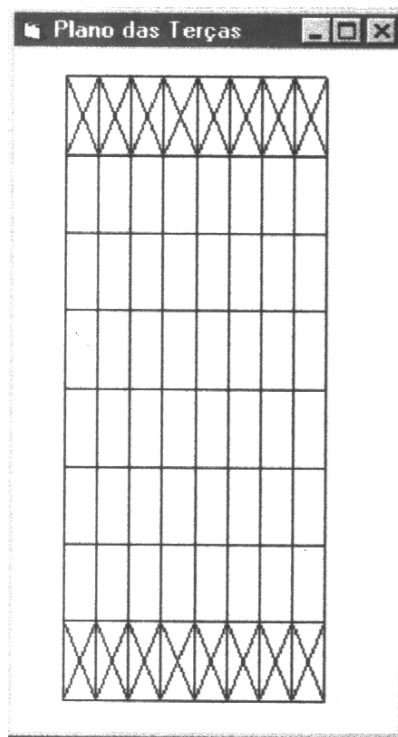


Figura 3.26 - Banzo superior.

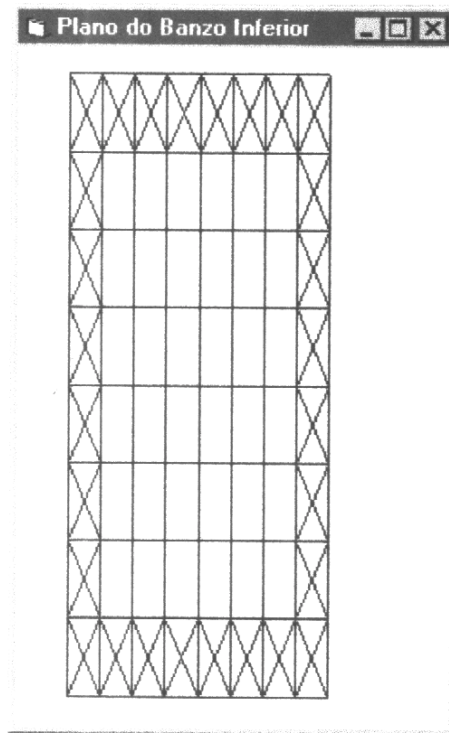


Figura 3.27 - Banzo inferior

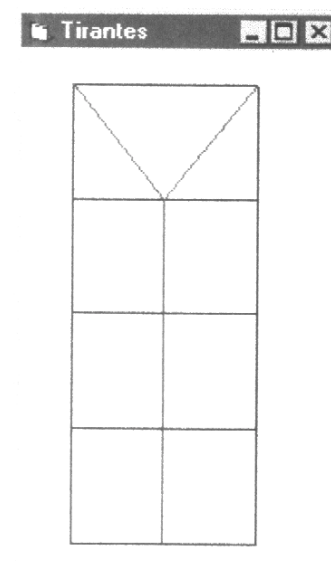


Figura 3.28 - Tirantes.

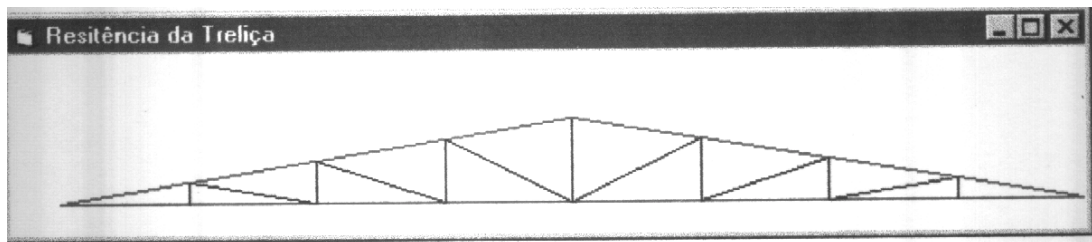


Figura 3.29 - Verificação da interação da treliça.

Nos menus Esforço e Deslocamento da janela do programa principal, podem-se visualizar o deslocamento e o esforço da terça e da treliça (Tabelas 3.1 a 3.5).

Tabela 3.1 - Deslocamento dos nós da treliça

Deslocamento dos Nós				
combinação	nó	U[X]	U[Y]	R[Z]
1	1	.0000	.0000	.0035
1	2	-.0311	.8651	.0025
1	3	-.0622	1.2175	.0008
1	4	-.0957	1.3566	.0003
1	5	-.1246	1.3649	.0000
1	6	-.1535	1.3566	-.0003
1	7	-.1870	1.2175	-.0008
1	8	-.2181	.8651	-.0025
1	9	-.2492	.0000	-.0035
1	10	-.1230	.8654	.0024
1	11	-.1514	1.2176	.0008
1	12	-.1480	1.3561	.0003
1	13	-.1246	1.3622	.0000
1	14	-.1032	1.3561	-.0003
1	15	-.0978	1.2176	-.0008
1	16	-.1262	.8654	.0024
2	1	.0000	.0000	.0046
2	2	-.0415	1.1529	.0033

Tabela 3.2 - Esforços nas barras da treliça plana

Esforços nas Barras da Treliça					
barra	combinação	força axial	comprimento	cisalhamento	momento
1	1	-25.86			
			.0	-.61	.00
			250.0	-.61	-151.49
2		-34.54			
			.0	-.81	.00
			250.0	-.81	-202.65
3		199.96			
			.0	4.70	.00
			250.0	4.70	1175.87
4		131.34			
			.0	3.10	.00
			250.0	3.10	774.28
5		163.09			
			.0	3.82	.00
			250.0	3.82	954.37
6		94.47			
			.0	2.21	.00
			250.0	2.21	552.78

Tabela 3.3 - Esforço nos tirantes

Tirante	
Tirante reto.....	2206,946 N
Tirante inclinado..	2732,229 N

Tabela 3.4 - Esforço na terça

Nó	distância	cortante x	momento x	cortante y	momento y
1	.1	-7001,241	-712,1952	241,2328	25,30631
2	.2	-6769,819	-1400,248	217,752	48,25855
3	.3	-6518,336	-2064,159	194,2112	68,85672
4	.4	-6276,975	-2703,927	170,6705	87,10081
5	.5	-6035,552	-3319,554	147,1297	102,9908
6	.6	-5794,13	-3911,038	123,588	116,5268
7	.7	-5552,709	-4478,38	100,0482	127,7086
8	.8000001	-5311,286	-5021,58	75,50745	136,5364
9	.9000001	-5069,864	-5540,638	52,96668	143,0101
10	1	-4828,441	-6035,553	29,42592	147,1297
11	1,1	-4587,02	-6506,326	5,885156	148,8953
12	1,2	-4345,597	-6952,957	-17,63561	148,3068
13	1,3	-4104,175	-7375,446	-41,19637	145,3642
14	1,4	-3862,753	-7773,792	-64,73714	140,0675
15	1,5	-3621,331	-8147,997	-88,2779	132,4167
16	1,6	-3379,908	-8498,059	-111,8187	122,4119
17	1,7	-3138,487	-8823,979	-135,3594	110,053
18	1,8	-2897,064	-9125,756	-158,9002	95,34002
19	1,9	-2655,642	-9403,392	-182,4409	78,27296

Tabela 3.5 - Deslocamento da terça

nó	distância	plano y	plano x
0	.000000	.000000	.000000
1	.100000	.001707	.000082
2	.200000	.003409	.000162
3	.300000	.005099	.000239
4	.400000	.006773	.000312
5	.500000	.008426	.000380
6	.600000	.010053	.000441
7	.700000	.011649	.000495
8	.800000	.013211	.000541
9	.900000	.014732	.000579
10	1.000000	.016210	.000608
11	1.100000	.017641	.000627
12	1.200000	.019020	.000638
13	1.300000	.020345	.000639
14	1.400000	.021612	.000632
15	1.500000	.022818	.000615
16	1.600000	.023960	.000591
17	1.700000	.025035	.000559
18	1.800000	.026040	.000520

## 8 - SUBSISTEMA IMPRESSÃO

Na janela "Imprimir", Figura 3.30 são impressos os dados de entrada ou os resultado do programa principal. O usuário pode imprimir tudo, ou selecionar pela caixa de verificação o que lhe interessa.



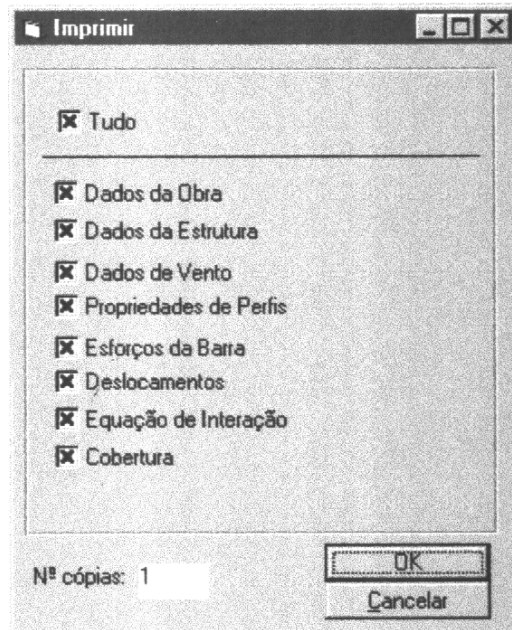


Figura 3.30 - Janela de impressão.

## CAPÍTULO 4

---

### 1. CÁLCULO DA RESISTENCIA NOMINAL DE PERFIL DE CHAPA CONFORMADA A FRIO

#### 1.1. EXEMPLO NUMÉRICO

Serão calculadas nos itens a seguir, com exemplo numérico, as resistências nominais de um perfil U enrijecido. As resistências são: tração, compressão axial, momentos em torno do eixo x e do eixo y (compressão e tração do enrijecedor)

No Anexo C, Tabela C.1 foram geradas pelo subsistema de propriedades geométricas do programa SGPL as propriedades geométricas do perfil U enrijecido com as dimensões padronizadas pela Tecnofer. Foram acrescentados os valores de  $\beta_w$ ,  $\beta_t$ ,  $\beta_f$ , j e  $r_0$ , que são usados na determinação da resistência nominal do perfil. Nota-se uma pequena diferença nos valores de propriedades geométricas da Tabela C.1 em relação à Tabela da Tecnofer, menor que 1%. O provável erro da Tabela da Tecnofer é estar usando como raio do perfil nas fórmulas dadas na "LRFD Cold-Formed Steel Design Manual-Part III/AISJ/1991" o raio interno do perfil e não o raio até o eixo do perfil, pois, quando é gerada a Tabela C.1 no subsistema do SGPL com o raio interno, os resultados coincidem com os da tabela da Tecnofer. Nota-se diferença também para o perfil U simples (Tabela C.2).

Na Tabela c.3 é apresentada a resistência ao cisalhamento dos perfis U enrijecidos.

No Anexo D ( $L_x=L_y=L_t$ ) e Anexo E ( $L_x=L_y=2.L_x$ ) são apresentadas tabelas das resistências nominais do perfil U enrijecido, alterando o comprimento do perfil a cada 10cm. A Tabela foi

alterando o comprimento do perfil a cada 10cm. A Tabela foi feita utilizando subsistema do programa SGPL, podendo ser comparados os valores da Tabela com os valores calculados manualmente neste Capítulo. Verifica-se a vantagem da Tabela pela economia de tempo em relação ao cálculo manual. Observa-se que, no cálculo manual, não foi feita a interação para determinar o eixo neutro do perfil, que é um processo trabalhoso.

Características do perfil U enrijecido:

$$\begin{aligned}
 L_x &= 600\text{cm} \\
 L_y &= 300\text{cm} \\
 L_t &= 600\text{cm} \\
 \text{altura} - A' &= 200\text{mm} \\
 \text{enrijecedor} - C' &= 25\text{mm} \\
 \text{largura} - B' &= 75\text{mm} \\
 \text{espessura} - t &= 2,65\text{mm} \\
 \text{raio} - r &= 2,65\text{mm} \\
 \text{tensão de escoamento} - f_y &= 24500 \text{ N/cm}^2 \\
 \text{módulo de elasticidade} - E &= 20500000 \text{ N/cm}^2
 \end{aligned}$$

Resumo das propriedades geométricas do perfil, Tabela C.

$$\begin{aligned}
 A &= 10,138 \text{ cm}^2 \\
 M &= 7,958 \text{ kg/m} \\
 I_x &= 620,552 \text{ cm}^4 \\
 r_x &= 7,824 \text{ cm} \\
 \bar{x} &= 2,199 \text{ cm} \\
 I_y &= 78,834 \text{ cm}^4 \\
 r_y &= 2,787 \text{ cm} \\
 j &= 0,2373 \text{ cm}^4 \\
 C_w &= 6694,017 \text{ cm}^6 \\
 x_o &= -5,788 \text{ cm} \\
 m &= 3,589 \text{ cm} \\
 B_w &= -428,739 \\
 B_f &= 611,690 \\
 L_x &= 600 \text{ cm} \\
 L_y &= 300 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_t &= 600 \text{ cm} \\
 K_x &= 1 \\
 K_y &= 1 \\
 K_t &= 1 \\
 x_{cg} &= \bar{x} + \frac{t}{2} = 2,199 + \frac{0,265}{2} = 2,332 \text{ cm} \\
 S_f &= \frac{I_y}{x_{cg}} = \frac{78,731}{2,332} = 33,761 \text{ cm}^3 \\
 M_y &= S_f F_y = 33,761 \cdot 24500 = 827148,156 \text{ N} \cdot \text{cm}
 \end{aligned}$$

### 1.2. RESISTÊNCIA À TRAÇÃO - $\phi_t T_n$

$$\phi_t = 0,95$$

$$T_n = A_n \cdot f_y$$

$$T_n = 10,138 \cdot 24500 = 248381 \text{ N}$$

$$\phi_t T_n = 0,95 \cdot 248381$$

$$\phi_t T_n = 235961,95 \text{ N}$$

### 1.3. RESISTÊNCIA À CARGA DE COMPRESSÃO CONCENTRADA

#### 1.3.1. DETERMINAÇÃO DE $\phi_t P_{n0}$ (Seção C.4 para $F_n = f_y$ )

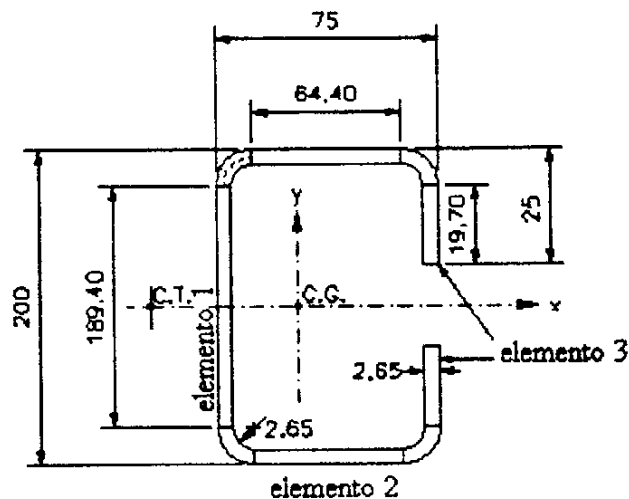


Figura 4.1 - Perfil U enrijecido comprimido.

- **Largura efetiva para o elemento 1**

$$w = 20 - 4.0,265 = 18,94$$

$$\frac{w}{t} = \frac{18,94}{0,265} = 71,47 < 500 \text{ OK (Seção B1.1-(a)-(2))}$$

$$k = 4,0$$

$$f = F_y$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}} \quad (\text{Equação B2.1-4})$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{4}} \left( \frac{18,94}{0,265} \right) \sqrt{\frac{24500}{20500000}} = 1,2996 > 0,673$$

$$\rho = \left( 1 - \frac{0,22}{\lambda} \right) \frac{1}{\lambda} \quad (\text{Equação B2.1-3})$$

$$\rho = \left( 1 - \frac{0,22}{1,2996} \right) \frac{1}{1,2996} = 0,639$$

$$b = \rho w \text{ quando } \lambda > 0,673 \quad (\text{Equação B2.1-2})$$

$$b = 0,639 \cdot 18,94$$

$$b = w = 12,1066 \text{ cm}$$

- **Largura efetiva para o elemento 2**

$$w = 7,50 - 4.0,265 = 6,44 \text{ cm}$$

$$\frac{w}{t} = \frac{6,44}{0,265} = 24,30 < 60 \text{ OK (Seção B1.1 a)}$$

$$f = f_y$$

Elemento com enrijecedor comprimido uniformemente da Seção B4.2

$$S = 1,28 \sqrt{\frac{E}{f}} \quad (\text{Equação B4-1})$$

$$S = 1,28 \sqrt{\frac{20500000}{24500}} = 37,026$$

$$\frac{S}{3} = \frac{37,026}{3} = 12,342$$

$$\frac{S}{3} < \frac{w}{t} < S \quad (\text{Caso II})$$

$$I_a / t^4 = 399 \{ [(w/t) / S] - 0,33 \}^3 \quad (\text{Equação B4.2-6})$$

$$I_a = 0,265^4 \cdot 399 \cdot \left\{ \left[ \left( \frac{6,44}{0,265} \right) \right] \left[ \frac{0,265}{37,026} \right] - 0,33 \right\}^3$$

$$I_a = 0,06839$$

$$I_s = \frac{d^3 t (\sin \theta)^2}{12} \quad (\text{Equação B4-2})$$

$$I_s = \frac{1,97^3 \cdot 0,265 (\sin 90)^2}{12} = 0,1688$$

$$n = 1/2$$

$$C_2 = I_s / I_a \leq 1$$

$$C_2 = \frac{0,1688}{0,06839} = 2,469 > 1 \therefore C_2 = 1,0$$

$$C_1 = 2 - C_2$$

$$C_1 = 2 - 1,0 = 1,0$$

$b$  será calculado de acordo com a Seção B2.1.

$$\frac{D}{w} = \frac{2,50}{6,44} = 0,388$$

para  $0,80 > \frac{D}{w} = 0,388 > 0,25$ ;

$$k = [4,82 - 5(D/w)](I_s / I_a)^n + 0,43 \leq 5,25 - 5(D/w) \quad (\text{Equação B4.2-9})$$

$$k = [4,82 - 5 \cdot 0,388] \left( \frac{0,1688}{0,06839} \right)^{\frac{1}{2}} + 0,43 \leq 5,25 - 5 \left( \frac{2,5}{6,44} \right)$$

$$k = 3,309$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}} \quad (\text{Equação B2.1-4})$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{4}} \left( \frac{18,94}{0,265} \right) \sqrt{\frac{24500}{20500000}} = 1,2996 > 0,673$$

$$b = w \text{ quando } \lambda \leq 0,673$$

(Equação B2.1-1)

$$b = w = 6,44 \text{ cm}$$

- **Largura efetiva para o elemento 3**

$$d = D - (R + t)$$

$$d = 2,50 - (0,265 + 0,265) = 1,97 \text{ cm}$$

$$\frac{d}{t} = \frac{0,197}{0,265} = 7,43 \leq 14$$

$$f = f_y = 24500 \text{ N/cm}^2$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}}$$

(Equação B2.1-4)

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{0,43}} \left( \frac{1,97}{0,265} \right) \sqrt{\frac{24500}{20500000}} = 0,412 > 0,673$$

(Equação B2.1-1)

$$b = w \text{ quando } \lambda \leq 0,673$$

$$b = w = 1,97 \text{ cm}$$

$$d'_s = 1,97 \text{ cm}$$

$$d_s = d'_s (I_s / I_a) \leq d'_s$$

$$d_s = 1,97 \left( \frac{0,1688}{0,06839} \right) \leq 1,97$$

$$d_s = 1,97 \text{ cm}$$

- **Largura efetiva de toda a seção.**

$$A_e = 10,138 - (18,94 - 12,1066) \cdot 0,265$$

$$A_e = 8,327 \text{ cm}^2$$

$$P_{n0} = A_e \cdot F_n$$

$$P_{n0} = 8,327 \cdot 24500 = 204015,15 \text{ N}$$

(Equação C4-1)

$$\phi_c = 0,85$$

$$\phi_c P_n = 173412,88 \text{ N}$$

### 1.3.1. DETERMINAÇÃO DE $\phi_t P_n$ (Seção C.4)

- da Seção C4.1

$$(F_e)_1 = \frac{\pi^2 E}{(K_y L_y / r_y)^2} \quad (\text{Equação C4.1-1})$$

$$(F_e)_1 = \frac{\pi^2 \cdot 20500000}{(1.300 / 2,787)^2} = 17461,64 \text{ N/cm}^2$$

- da seção C4.2

$$\sigma_{ex} = \frac{\pi^2 E}{(K_x L_x / r_x)^2} \quad (\text{Equação C3.1.2-7})$$

$$\sigma_{ex} = \frac{\pi^2 \cdot 20500000}{(1.600 / 7,824)^2} = 34403,99$$

$$\sigma_t = \frac{1}{Ar_0^2} \left[ GJ + \frac{\pi^2 EC_w}{(K_t L_t)^2} \right] \quad (\text{Equação C3.1.2-9})$$

$$\sigma_t = \frac{1}{10,138 \cdot 10,123^2} \left[ 7892500,0,237 + \frac{\pi^2 \cdot 20500000 \cdot 6694,017}{(600,1)^2} \right] = 5421,82 \text{ N/cm}^2$$

$$F_e = \frac{1}{2\beta} \left[ (\sigma_{ex} + \sigma_t) - \sqrt{(\sigma_{ex} + \sigma_t)^2 - 4\beta\sigma_{ex}\sigma_t} \right] \quad (\text{Equação C4.2-1})$$

$$\beta = 1 - \left( \frac{x_0}{r_0} \right)^2 \quad (\text{Equação C4.2-3})$$

$$\beta = 1 - \left( \frac{-5,788}{10,123} \right)^2 = 0,673$$

$$(F_e)_2 = \frac{1}{2 \cdot 0,673} \left[ (34403,99 + 5421,82) - \sqrt{(34403,99 + 5421,82)^2 - 4 \cdot 0,673 \cdot 34403,99 \cdot 5421,82} \right]$$

$$(F_e)_2 = 5128,09 \text{ N/cm}^2$$

$$(F_e)_2 < (F_e)_1; \text{ portanto } F_e = 5128,09 \text{ N/cm}^2$$



$$\frac{f_y}{2} = \frac{24500}{2} = 12250 \text{ N/cm}^2$$

$$\text{em que } F_e = \frac{f_y}{2}$$

$$F_n = F_e$$

$$F_n = 5128,09 \text{ N/cm}^2$$

(Equação C4-3)

• **Largura efetiva para o elemento 1**

$$w = 20 - 4.0,265 = 18,94$$

$$\frac{w}{t} = \frac{18,94}{0,265} = 71,47 < 500 \text{ OK (Seção B1.1-(a)-(2))}$$

$$k = 4,0$$

$$f = F_n$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}}$$

(Equação B2.1-4)

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{4}} \left( \frac{18,94}{0,265} \right) \sqrt{\frac{5128,090}{20500000}} = 0,0594 > 0,673$$

$$b = w \text{ quando } \lambda < 0,673$$

(Equação B2.1-1)

$$b = w = 18,94$$

• **Largura efetiva para o elemento 2**

$$w = 7,50 - 4.0,265 = 6,44 \text{ cm}$$

$$\frac{w}{t} = \frac{6,44}{0,265} = 24,30 < 60 \text{ OK (Seção B1.1 a)}$$

$$f = F_n$$

Elemento com enrijecedor comprimido uniformemente da Seção B4.2

$$S = 1,28 \sqrt{\frac{E}{f}}$$

(Equação B4-1)

$$S = 1,28 \sqrt{\frac{20500000}{5128,090}} = 80,930$$

$$\frac{S}{3} = \frac{80,930}{3} = 26,98$$

$$\frac{w}{t} < \frac{S}{3}$$

(Caso I)

$$b=w=6,44\text{cm}$$

• **Largura efetiva para o elemento 3**

$$d = 2,50 - 2 \cdot 0,265 = 1,97\text{cm}$$

$$\frac{d}{t} = \frac{0,197}{0,265} = 7,43 \leq 14 \quad \text{OK}$$

$$k = 0,43$$

$$f = F_n$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}}$$

(Equação B2.1-4)

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{0,43}} \left( \frac{18,94}{0,265} \right) \sqrt{\frac{5128,090}{20500000}} = 0,188 > 0,673$$

$$b = w \quad \text{quando} \quad \lambda \leq 0,673$$

$$d'_s = d$$

$$d_s = d'_s = 1,97\text{cm}$$

(Equação B2.1-1)

Assim a Seção é totalmente efetiva

$$A_e = 10,138$$

$$P_n = A_e \cdot F_n$$

$$P_n = 10,138 \cdot 5128,090 = 51988,1776\text{N}$$

$$\phi_c = 0,85$$

$$\phi_c P_n = 44190,30\text{N}$$

(Equação C4-1)

### 1.4.FLEXÃO EM TORNO DO EIXO Y COM A TRAÇÃO DO ENRIJECEDOR

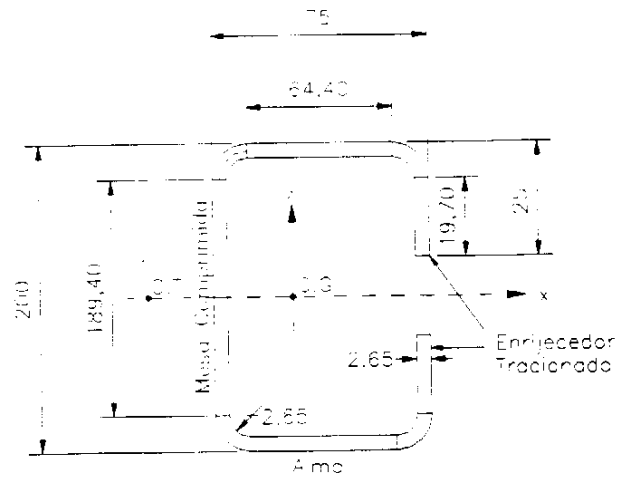


Figura 4.2 - Flexão em torno de y com o enrijecedor tracionado.

#### 1.4.1. DETERMINAÇÃO DE $\phi_b M_{ny}$ , BASEADA NO INÍCIO DE ESCOAMENTO

- Compressão da mesa

$$k = 4,00$$

$$\frac{w}{t} = \frac{189,40}{2,65} = 71,47 < 500 \text{ Seção B1.1 a}$$

$$\text{Adotando } f = 12600,127 \text{ N/cm}^2$$

$$\lambda = \frac{1,052 \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{f}}{\sqrt{k}} \sqrt{E} \quad (\text{Equação B2.1-4})$$

$$\lambda = \frac{1,052 \left( \frac{18,94}{0,265} \right) \sqrt{12600,127}}{\sqrt{4}} \sqrt{20500000} = 0,932 > 0,673$$

$$\rho = \left( 1 - \frac{0,22}{\lambda} \right) \frac{1}{\lambda} \quad (\text{Equação B2.1-3})$$

$$\rho = \left( 1 - \frac{0,22}{0,932} \right) \frac{1}{0,932} = 0,820$$

$$b = \rho w \text{ quando } \lambda > 0,673 \quad (\text{Equação B2.1-2})$$

$$b = 0,820 \cdot 19,940 = 15,524 \text{ cm}$$

Propriedade geométrica efetiva em torno do eixo y

Elemento	comprimento efetivo L(cm)	distância x em relação à face esquerda x(cm)	Lx (cm <sup>2</sup> )	Lx <sup>2</sup> (cm <sup>3</sup> )	I <sup>1</sup> Em torno de eixo y
mesa comprimido	15,524	0,1325	2,0569	0,2725	
curva esquerda 1	0,624	0,2768	0,1727	0,0478	
curva esquerda 2	0,624	0,2768	0,1727	0,0478	
curva direita 1	0,624	7,2232	4,5073	32,5570	
curva direita 2	0,624	7,2232	4,5073	32,5570	
alma superior	6,440	3,7500	24,1500	90,5625	22,2575
alma inferior	6,440	3,7500	24,1500	90,5625	22,2575
mesa tracionada 1	1,970	7,3675	14,5140	106,9317	
mesa tracionada 2	1,970	7,3675	14,5140	106,9317	
Somatória	38,840		88,7449	460,4705	44,5150

$$x_{cg} = \frac{\sum Lx}{\sum L} = \frac{88,7449}{34,840} = 2,5479 \text{ cm}$$

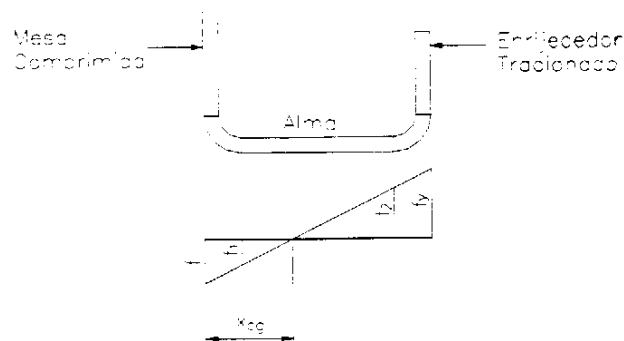
$$f' = f_y \cdot \frac{x_{CG}}{l - x_{CG}} = 24500 \cdot \frac{2,5472}{7,5 - 2,572} = 12600,226 \text{ N/cm}^2$$

$$f \cong f'$$

Portanto  $f = 12,600,127 \text{ N/cm}^2$

- **Verificação da Largura Efetiva da Alma**

$$\frac{h}{t} = \frac{64,4}{2,65} = 24,30 < 200 \text{ Seção B1.2 a}$$



**Figura 4.3 - Compressão não uniforme da alma.**

Pela relação geométrica da Figura 4.3:

$$\frac{f}{x_{CG}} = \frac{f}{x_{CG} - (R+t)}$$

$$f_1 = \frac{f \{x_{CG} - (R+t)\}}{x_{CG}}$$

$$f_1 = \frac{1600,127 \{2,5472 - (0,265 + 2,65)\}}{2,5472} = 9978,398 \text{ N/cm}^2$$

$$\frac{f_2}{(1 - x_{CG}) - (R+t)} = \frac{f}{x_{CG}}$$

$$f_2 = \frac{f}{x_{CG}} [(1 - x_{CG}) - (R+t)]$$

$$f_2 = \frac{12600,12}{2,5472} [(7,5 - 2,5472) - (0,265 + 0,265)] = -21878,079 \text{ N/cm}^2$$

$$k = 4 + 2(1 - \psi)^3 + 2(1 - \psi) \quad (\text{Equação B2.3-4})$$

$$\psi = \frac{f_2}{f_1}$$

$$\psi = \frac{f_2}{f_1} = -\frac{21878,079}{9978,398} = -2,1925$$

$$k = 4 + 2(1 - 2,1925)^3 + 2(1 - 2,1925)$$

$$k = 75,4613$$

$$\lambda = \frac{1,052 \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}}}{\sqrt{k}} \quad (\text{Equação B2.1-4})$$

$$\lambda = \frac{1,052 \left( \frac{6,44}{0,265} \right) \sqrt{\frac{9978,398}{20500000}}}{\sqrt{75,4613}} = 0,0649 < 0,673$$

$$b_e = 6,44 \text{ cm}$$

como  $\psi < -0,236$

$$b_2 = \frac{b_e}{2} \quad (\text{Equação B2.3-2})$$

$$b_2 = \frac{6,44}{2} = 3,22 \text{ cm}$$

$$b_1 = \frac{b_3}{(3 - \Psi)} \quad (\text{Equação B2.3-1})$$

$$b_1 = \frac{6,44}{(3 - 2,1925)} = 1,2403 \text{ cm}$$

porção comprimida da alma  $= x_{cg} - (R+t) = 2,5472 - (0,265 + 0,265) = 2,0172$

$b_1+b_2=1,2403+3,22=5,2372>2,0172$ , será considerada alma totalmente efetiva.

$$I_y' = Lx^2 + I_1' - L \cdot x_{cg}^2$$

$$I_y' = 460,4705 + 44,5150 - 34,84 \cdot (2,5472)^2$$

$$I_y = I_y' \cdot t = 278,9356 \cdot 0,265 = 73,179 \text{ cm}^4$$

$$S_e = \frac{I_y}{l - x_{cg}} = \frac{73,9179}{7,50 - 2,5472} = 14,9244 \text{ cm}^3$$

$$M_{ny} = S_e \cdot f_y = 14,9244 \cdot 24500 = 365649,01 \text{ Ncm}$$

$$\phi_b = 0,95$$

$$\phi_b M_{ny} = 0,95 \cdot 365649,01 = 347366,56 \text{ Ncm}$$

#### 1.4.2 DETERMINAÇÃO DE $\phi_b M_{ny}$ , BASEADA NA FLAMBAGEM LATERAL

$C_s = +I$  momento causando compressão de centro de cisalhamento

$$\sigma_{ex} = \frac{\pi^2 E}{(K_x L_x / r_x)^2} \quad (\text{Equação C3.1.2-7})$$

$$\sigma_{ex} = \frac{\pi^2 20500000}{(1,600 / 7,824)^2} = 34403,99 \text{ N/cm}^2$$

$$\sigma_{ey} = \frac{\pi^2 E}{(K_y L_y / r_y)^2} \quad (\text{Equação C3.1.2-8})$$

$$\sigma_{ey} = \frac{\pi^2 20500000}{(1,300 / 2,787)^2} = 17461,64 \text{ N/cm}^2$$

$$\sigma_t = \frac{I}{Ar_0^2} \left[ GJ + \frac{\pi^2 EC_w}{(K_t L_t)^2} \right] \quad (\text{Equação C3.1.2-9})$$

$$\sigma_t = \frac{I}{10,138 \cdot 10,123^2} \left[ 7892500 \cdot 0,237 + \frac{\pi^2 \cdot 20500000 \cdot 6694,017}{(600,1)^2} \right] = 5421,82 \text{ N/cm}^2$$

$$C_{TF} = -0,6 - 0,4(M_1 / M_2) = 1,00$$

$$M_e = C_s A \sigma_{ex} \left[ j + C_s \sqrt{j^2 + r_o^2 (\sigma_t / \sigma_{ex})} \right] / C_{TF} \quad (\text{Equação C3,1,2-6})$$

$$M_e = 1.10,138.34403,99 \left[ 11,013 + 1 \sqrt{11,013^2 + 10,137^2 (5421,82 / 34403,99)} \right] / 1$$

$$M_e = 7930801,761 \text{ N.cm} > 0,50 M_y = 0,50.827148,156 = 413574,078 \text{ N.cm}$$

$$M_c = M_y \left( 1 - \frac{M_y}{4M_e} \right) \quad (\text{Equação C3,1,2-2})$$

$$M_c = 827148,156 \left( 1 - \frac{827148,156}{4.7930801,76} \right) = 805581,46 \text{ N.cm}$$

$$f = \frac{M_c}{S_f}$$

$$f = \frac{805581,46}{33,761} = 23861,30 \text{ N/cm}^2$$

Para o cálculo da propriedade da Seção será usada a tensão de 23861,301 N/cm<sup>2</sup>

- **Compressão da mesa**

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}} \quad (\text{Equação B2.1-4})$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{4}} \left( \frac{18,94}{0,265} \right) \sqrt{\frac{23861,30}{20500000}} = 1,2836 > 0,673 \quad (\text{Equação B2.1-4})$$

$$\rho = \left( 1 - \frac{0,22}{\lambda} \right) \frac{1}{\lambda}$$

$$\rho = \left( 1 - \frac{0,22}{1,2826} \right) \frac{1}{1,2826} = 0,616$$

$$b = \rho w \quad \text{quando} \quad \lambda > 0,673$$

$$b = 0,646.18,940 = 12,23_{\text{cm}}$$

$$(\text{Equação B2.1-2})$$

Propriedade geométrica efetiva em torno do eixo y

Elemento	comprimento efetivo L(cm)	distância x em relação à face esquerda x(cm)	Lx (cm <sup>2</sup> )	Lx <sup>2</sup> (cm <sup>3</sup> )	I' <sub>1</sub> Em torno de eixo y
mesa comprimida	12,230	0,1325	1,6205	0,2147	
curva esquerda 1	0,624	0,2768	0,1727	0,0478	
curva esquerda 2	0,624	0,2768	0,1727	0,0478	
curva direita 1	0,624	7,2232	4,5073	32,5570	
curva direita 2	0,624	7,2232	4,5073	32,5570	
alma superior	6,440	3,7500	24,1500	90,5625	22,2575
alma inferior	6,440	3,7500	24,1500	90,5625	22,2575
mesa tracionada 1	1,970	7,3675	14,5140	106,9317	
mesa tracionada 2	1,970	7,3675	14,5140	106,9317	
Somatória	31,546		88,3084	460,4127	44,5150

$$x_{cg} = \frac{\sum Lx}{\sum L} = \frac{88,3084}{31,546} = 2,799 \text{ cm}$$

• Verificando a Largura Efetiva da Alma

$$\frac{f_1}{f} = \frac{x_{cg} - (R+t)}{x_{cg}}$$

$$f_1 = \frac{f}{x_{cg}} (x_{cg} - (R+t))$$

$$f_1 = \frac{23861,30}{2,799} (2,799 - (0,265 + 0,265)) = 19343,08 \text{ N/cm}^2$$

$$f_2 = f \frac{(l - x_{cg}) - (R+t)}{x_{cg}}$$

$$f_2 = \frac{-23861,30}{2,799} [(7,50 - 2,799) - (0,265 + 0,265)] = -35557 \text{ N/cm}^2$$

$$k = 4 + 2(1 - \psi)^3 + 2(1 - \psi)$$

(Equação B2.3-4)

$$\psi = \frac{f_2}{f_1}$$



$$y = \frac{f_2}{f_1} = -\frac{35557}{19343,08} = -1,838$$

$$k = 4 + 2(1 - 1,838)^3 + 2(1 - 1,838)$$

$$k = 55,392$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}} \quad (\text{Equação B2.1-4})$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{55,392}} \left( \frac{6,44}{0,265} \right) \sqrt{\frac{19343,08}{20500000}} = 0,106 < 0,673$$

$$b_e = 6,44 \text{ cm}$$

$$\text{como } \psi < -0,236$$

$$b_2 = \frac{b_e}{2} \quad (\text{Equação B2.3-2})$$

$$b_2 = \frac{6,44}{2} = 3,22 \text{ cm}$$

$$b_1 = \frac{b_3}{(3 - \Psi)} \quad (\text{Equação B2.3-1})$$

$$b_1 = \frac{6,44}{(3 - 1,838)} = 1,331 \text{ cm}$$

$$\text{porção comprimida da alma} = x_{cg} - (R + t) = 2,749 - (0,265 + 0,265) = 2,219$$

$b_1 + b_2 = 1,2403 + 3,22 = 5,2372 > 2,0172$ , será considerada alma totalmente efetiva.

$$I_y' = Lx^2 + I_y - L \cdot x_{cg}^2$$

$$I_y' = 460,4705 + 44,5150 - 31,546 \cdot (2,799)^2 \text{ cm}^3$$

$$I_y = I_y' \cdot t = 257,7836 \cdot 0,265 = 68,3126 \text{ cm}^4$$

$$S_c = \frac{I_y}{x_{cg}} = \frac{68,3126}{2,799} = 24,406 \text{ cm}^3$$

$$M_n = S_c \frac{M_c}{S_f} \quad (\text{Equação C3,1,2-1})$$

$$M_n = 805581 \frac{24,406}{33,76} = 582375,89 \text{ N/cm}^2$$

$$\phi_b = 0,95$$

$$\phi_b M_n = 0,95 \cdot 582375,89 = 524138,30 \text{ N} \cdot \text{cm}$$

### 1.5 FLEXÃO EM TORNO DO EIXO Y, COM A COMPRESSÃO DO ENRIJECEDOR

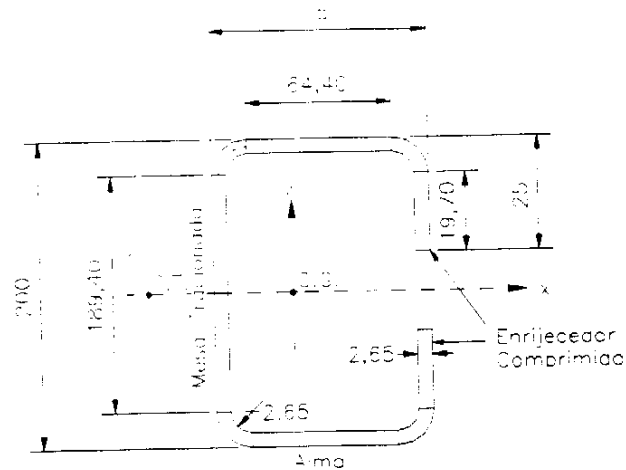


Figura 4.4 - Flexão em torno de y com o enrijecedor comprimido

#### 1.5.1 DETERMINAÇÃO DE $\phi_b M_{ny}$ , BASEADA NO INÍCIO DE ESCOAMENTO

- Compressão do enrijecedor

$$f = 24500 \text{ N/cm}^2$$

$$k = 0,43$$

$$w = D - (R + t) = 2,50 - (0,265 + 0,265)$$

$$\lambda = \frac{1,052 \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{f}}{\sqrt{k}} \sqrt{E} \quad (\text{Equação B2.1-4})$$

$$\lambda = \frac{1,052 \left( \frac{1,97}{0,265} \right) \sqrt{25400}}{\sqrt{0,43}} \sqrt{20500000} = 0,412 < 0,673$$

$$b = w \text{ quando } \lambda \leq 0,673 \quad (\text{Equação B2.1-1})$$

$$b = w = 1,97 \text{ cm}$$

Propriedade geométrica em torno do eixo y.

Elemento	comprimento efetivo L(cm)	distância x em relação à face esquerda x(cm)	Lx (cm <sup>2</sup> )	Lx <sup>2</sup> (cm <sup>3</sup> )	I'1 em torno de eixo y
mesa tracionada	18,940	0,133	2,510	0,333	
curva esquerda 1	0,624	0,277	0,173	0,048	
curva esquerda 2	0,624	0,277	0,173	0,048	
curva direita 1	0,624	7,223	4,507	32,557	
curva direita 2	0,624	7,223	4,507	32,557	
alma superior	6,440	3,750	24,150	90,563	22,257
alma inferior	6,440	3,750	24,150	90,563	22,257
enrijecedor comprimido 1	1,970	7,368	14,514	106,932	
enrijecedor comprimido 2	1,970	7,368	14,514	106,932	
Somatória	38,256		89,198	460,530	44,515

$$x_{cg} = \frac{Lx}{L}$$

$$x_{cg} = \frac{89,198}{38,256} = 2,3316 \text{ cm}$$

- Verificação da Largura Efetiva da Alma

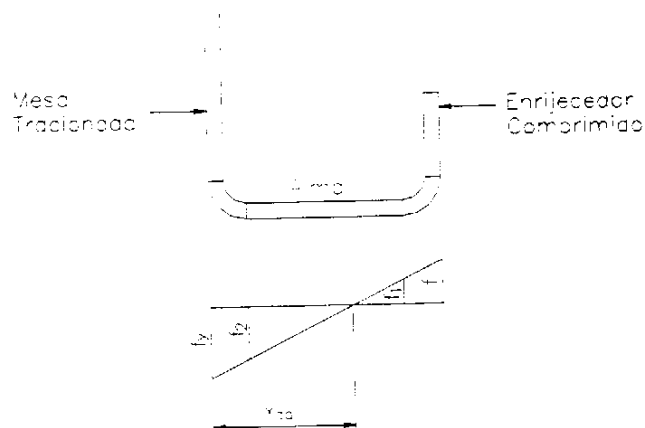


Figura 4.5 - Compressão não-uniforme da alma.

$$\frac{f_1}{f} = \frac{(l - x_{cg}) - (R + t)}{(l - x_{cg})}$$

$$f_1 = \frac{f}{(1-x_{cg})} [(1-x_{cg}) - (R+t)]$$

$$f_1 = \frac{24500}{(7,50-2,3316)} [(7,50-2,3316) - (0,265+t0,265)] = 21987,617 \text{ N/cm}^2$$

$$f_2 = f \left[ \frac{x_{cg} - (R+t)}{1-x_{cg}} \right]$$

$$f_2 = -24500 \left[ \frac{2,3316 - (0,265 + 0,265)}{7,50 - 2,3316} \right] = -8540,2059 \text{ N/cm}^2$$

$$k = 4 + 2(1-\psi)^3 + 2(1-\psi) \quad (\text{Equação B2.3-4})$$

$$\psi = \frac{f_2}{f_1}$$

$$y = \frac{f_2}{f_1} = -\frac{8540,2059}{21987,617} = -0,388$$

$$k = 4 + 2(1+0,388)^3 + 2(1+0,388)$$

$$k = 12,124$$

$$\lambda = \frac{1,052 \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}}}{\sqrt{k}} \quad (\text{Equação B2.1-4})$$

$$\lambda = \frac{1,052 \left( \frac{6,44}{0,265} \right) \sqrt{\frac{21987,617}{20500000}}}{\sqrt{12,124}} = 0,240 < 0,673$$

$$b_e = 6,44 \text{ cm}$$

$$\text{como } \psi < -0,236$$

$$b_2 = \frac{b_e}{2} \quad (\text{Equação B2.3-2})$$

$$b_2 = \frac{6,44}{2} = 3,22 \text{ cm}$$

$$b_1 = \frac{b_3}{(3-\Psi)} \quad (\text{Equação B2.3-1})$$

$$b_1 = \frac{6,44}{(3+0,388)} = 1,90 \text{ cm}$$

porção comprimida da alma =  $(1-x_{cg}) - (R+t) = (7,50-2,3316) - (0,265+0,265) = 4,684$

$b_1+b_2=1,90+3,22=5,12 > 4,684$ , será considerada alma totalmente efetiva.

$$I_x' = Lx^2 + I_1' - Lx_{cg}^2$$

$$I_x' = 460,4705 + 44,5150 - 38,256 \cdot (2,3316)^2 = 297,072 \text{ cm}^3$$

$$I_x = I_x' \cdot t = 297,072 \cdot 0,265 = 78,724 \text{ cm}^4$$

$$S_c = \frac{I_x}{l - x_{cg}} = \frac{78,724}{7,50 - 2,3316} = 15,232 \text{ cm}^3$$

$$M_{ny} = S_c \cdot f_y$$

$$\phi_b = 0,95$$

$$\phi_b M_{ny} = 0,95 \cdot 373179,313 = 354386,66 \text{ N.cm}$$

### 1.5.2 DETERMINAÇÃO DE $\phi_b M_{ny}$ , BASEADA NA FLAMBAGEM LATERAL

- Determinação do momento crítico

$$S_f = \frac{I_y}{l - x_{cg}}$$

$$S_f = \frac{78,73}{7,50 - 2,3316} = 15,2330$$

$$C_s = -1$$

$$\sigma_{ex} = \frac{\pi^2 E}{(K_x L_x / r_x)^2} \quad (\text{Equação C3.1.2-7})$$

$$\sigma_{ex} = \frac{\pi^2 20500000}{(1,600 / 7,824)^2} = 34403,99 \text{ N/cm}^2$$

$$\sigma_{ey} = \frac{\pi^2 E}{(K_y L_y / r_y)^2} \quad (\text{Equação C3.1.2-8})$$

$$\sigma_{ey} = \frac{\pi^2 20500000}{(1,300 / 2,787)^2} = 17461,64 \text{ N/cm}^2$$

$$\sigma_t = \frac{1}{Ar_0^2} \left[ GJ + \frac{\pi^2 EC_w}{(K_t L_t)} \right] \quad (\text{Equação C3.1.2-9})$$

$$\sigma_t = \frac{1}{10,138 \cdot 10,123^2} \left[ 7892500 \cdot 0,237 + \frac{\pi^2 \cdot 20500000 \cdot 6694,017}{(600,1)^2} \right] = 5421,82 \text{ N/cm}^2$$

$$C_{TF} = -0,6 - 0,4(M_1 / M_2) = 1,00$$

$$M_e = C_s A \sigma_{ex} \left[ j + C_s \sqrt{j^2 + r_o^2 (\sigma_t / \sigma_{ex})} \right] / C_{TF} \quad (\text{Equação C3,1,2-6})$$

$$M_e = 1.10,138.34403,99 \left[ 11,013 + 1 \sqrt{11,013^2 + 10,137^2 (5421,82 / 34403,99)} \right] / 1$$

$$M_e = 247740,08 \text{ N.cm} > 0,50 M_y = 0,50.373179,313 = 186603,69 \text{ N.cm}$$

$$M_c = M_y \left( 1 - \frac{M_y}{4M_e} \right) \quad (\text{Equação C3,1,2-2})$$

$$M_c = 373207,38 \left( 1 - \frac{373207,38}{4.247740,08} \right) = 232653 \text{ N.cm}$$

$$f = \frac{M_c}{S_f}$$

$$f = \frac{232653,0655}{15,2330} = 15272,964 \text{ N/cm}^2$$

Para o cálculo da propriedade da Seção será usada a tensão de 15272,964 N/cm<sup>2</sup>

- **Compressão do enrijecedor**

$$k = 0,43$$

$$w = 1,97 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{1,052 \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{f}}{\sqrt{k} E} \quad (\text{Equação B2.1-4})$$

$$\lambda = \frac{1,052 \left( \frac{1,97}{0,265} \right) \sqrt{15272,964}}{\sqrt{0,43} \cdot 20500000} = 0,326 < 0,673$$

$$b = w \text{ quando } \lambda \leq 0,673 \quad (\text{Equação B2.1-1})$$

$$b = w = 1,97 \text{ cm}$$

Propriedade geométrica em torno do eixo y.

Elemento	comprimento efetivo L(cm)	distância x em relação à face esquerda x(cm)	Lx (cm <sup>2</sup> )	Lx <sup>2</sup> (cm <sup>3</sup> )	I'1 em torno de eixo y
mesa tracionada	18,940	0,133	2,510	0,333	
curva esquerda 1	0,624	0,277	0,173	0,048	
curva esquerda 2	0,624	0,277	0,173	0,048	
curva direita 1	0,624	7,223	4,507	32,557	
curva direita 2	0,624	7,223	4,507	32,557	
alma superior	6,440	3,750	24,150	90,563	22,257
alma inferior	6,440	3,750	24,150	90,563	22,257
enrijecedor comprimido 1	1,970	7,368	14,514	106,932	
enrijecedor comprimido 2	1,970	7,368	14,514	106,932	
Somatória	38,256		89,198	460,530	44,515

$$x_{cg} = \frac{Lx}{L}$$

$$x_{cg} = \frac{89,198}{38,256} = 2,3316 \text{ cm}$$

• **Verificação da Largura Efetiva da Alma**

$$\frac{f_1}{f} = \frac{(l - x_{cg}) - (R + t)}{(l - x_{cg})}$$

$$f_1 = \frac{f}{(l - x_{cg})} [(l - x_{cg}) - (R + t)]$$

$$f_1 = \frac{15272,964}{(7,50 - 2,3316)} [(7,50 - 2,3316) - (0,265 + 0,265)] = 13706,78 \text{ N/cm}^2$$

$$f_2 = f \left[ \frac{x_{cg} - (R + t)}{l - x_{cg}} \right]$$

$$f_2 = -15272,964 \left[ \frac{2,3316 - (0,265 + 0,265)}{7,50 - 2,3316} \right] = -5323,84 \text{ N/cm}^2$$

$$k = 4 + 2(1 - \psi)^3 + 2(1 - \psi) \quad (\text{Equação B2.3-4})$$

$$\psi = \frac{f_2}{f_1}$$

$$y = \frac{f_2}{f_1} = -\frac{8540,2059}{21987,617} = -0,388$$

$$k = 4 + 2(1 + 0,388)^3 + 2(1 + 0,388)$$

$$k = 12,124$$

$$\lambda = \frac{1,052 \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}}}{\sqrt{k}} \quad (\text{Equação B2.1-4})$$

$$\lambda = \frac{1,052 \left( \frac{6,44}{0,265} \right) \sqrt{\frac{21987,617}{20500000}}}{\sqrt{12,124}} = 0,240 < 0,673$$

$$b_e = 6,44 \text{ cm}$$

$$\text{como } \psi < -0,236$$

$$b_2 = \frac{b_e}{2} \quad (\text{Equação B2.3-2})$$

$$b_2 = \frac{6,44}{2} = 3,22 \text{ cm}$$

$$b_1 = \frac{b_3}{(3 - \Psi)} \quad (\text{Equação B2.3-1})$$

$$b_1 = \frac{6,44}{(3 + 0,388)} = 1,90 \text{ cm}$$

$$\text{porção comprimida da alma} = (1 - x_{cg}) - (R + t) = (7,50 - 2,3316) - (0,265 + 0,265) = 4,684$$

$b_1 + b_2 = 1,90 + 3,22 = 5,12 > 4,684$ , será considerada alma totalmente efetiva.

$$S_c = S_f$$

$$M_{ny} = S_c \frac{M_c}{S_f}$$

$$\phi_b = 0,90$$

$$\phi_b M_{ny} = 0,90 \cdot 232653 = 209387,70 \text{ N.cm}$$



## 1.6 FLEXÃO EM TORNO DO EIXO X

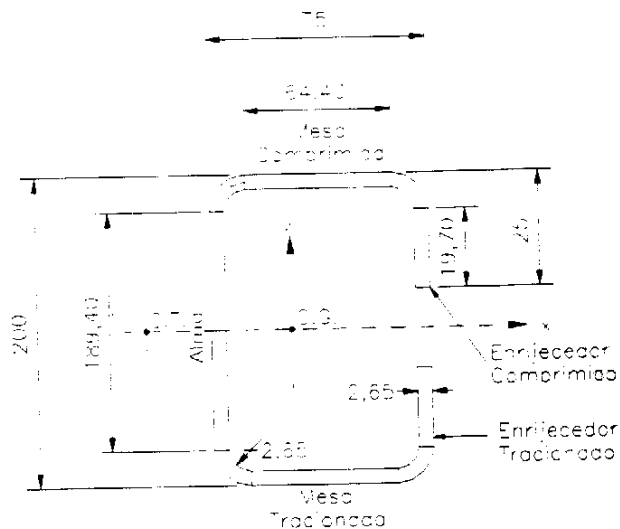


Figura 4.6 - Flexão em torno do eixo x.

### 1.6.1 DETERMINAÇÃO DE $\phi_b M_{nx}$ , BASEADA NO INÍCIO DE ESCOAMENTO

- \* assumindo que a tensão de compressão da fibra superior  $f_y = 24.500 \text{ N/cm}^2$ .
- \* a alma está totalmente efetiva.

- Compressão da mesa superior

$$w = 7,50 - 4,0,265 = 6,44 \text{ cm}$$

$$\frac{w}{t} = \frac{6,44}{0,265} = 24,30 < 60 \text{ OK (Seção B1.1 a)}$$

Elemento com enrijecedor comprimido uniformemente da Seção B4.2

$$S = 1,28 \sqrt{\frac{E}{f}} \quad (\text{Equação B4-1})$$

$$S = 1,28 \sqrt{\frac{20500000}{24500}} = 37,026$$

$$\frac{S}{3} = \frac{37,026}{3} = 12,34$$

$$\frac{S}{3} < \frac{w}{t} < S \quad (\text{Caso II})$$

$$I_a/t^4 = 399\{[(w/t)/S] - 0,33\}^3 \quad (\text{Equação B4.2-6})$$

$$I_a = 0,265^4 \cdot 399 \cdot \left\{ \left[ \frac{\left( \frac{6,44}{0,265} \right)}{37,026} \right] - 0,33 \right\}^3$$

$$I_a = 0,06839$$

$$I_s = \frac{d^3 t (\text{sen } \theta)^2}{12} \quad (\text{Equação B4-2})$$

$$I_s = \frac{1,97^3 \cdot 0,265 (\text{sen } 90)^2}{12} = 0,1688$$

$$n = 1/2$$

$$C_2 = I_s / I_a \leq 1$$

$$C_2 = \frac{0,1688}{0,06839} = 2,469 > 1 \therefore C_2 = 1,0$$

$$C_1 = 2 - C_2$$

$$C_1 = 2 - 1,0 = 1,0$$

$b$  será calculado de acordo com a Seção B2.1.

$$\frac{D}{w} = \frac{2,50}{6,44} = 0,388$$

$$\text{para } 0,80 > \frac{D}{w} = 0,388 > 0,25;$$

$$k = [4,82 - 5(D/w)](I_s / I_a)^n + 0,43 \leq 5,25 - 5(D/w)$$

$$k = [4,82 - 5 \cdot 0,388] \left( \frac{0,1688}{0,06839} \right)^{\frac{1}{2}} + 0,43 \leq 5,25 - 5 \left( \frac{2,5}{6,44} \right)$$

$$k = 3,309$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}} \quad (\text{Equação B2.1-4})$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{3,309}} \left( \frac{6,44}{0,265} \right) \sqrt{\frac{24500}{20500000}} = 0,486 > 0,673 \quad (\text{Equação B2.1-4})$$

$$b = w \quad \text{quando} \quad \lambda \leq 0,673 \quad (\text{Equação B2.1-1})$$

$$b = w = 6,44 \text{ cm}$$

• **Enrijecedor comprimido**

$$d = D - (R + t)$$

$$d = 2,50 - (0,265 + 0,265) = 1,97 \text{ cm}$$

$$\frac{d}{t} = \frac{0,197}{0,265} = 7,43 \leq 14$$

$$f = f_y = 24500 \text{ N/cm}^2$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}} \quad (\text{Equação B2.1-4})$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{0,43}} \left( \frac{1,97}{0,265} \right) \sqrt{\frac{24500}{20500000}} = 0,412 > 0,673$$

$$(\text{Equação B2.1-1})$$

$$b = w \quad \text{quando} \quad \lambda \leq 0,673$$

$$b = w = 1,97 \text{ cm}$$

$$d'_s = 1,97 \text{ cm}$$

$$d_s = d'_s (I_s / I_a) \leq d'_s$$

$$d_s = 1,97 \left( \frac{0,1688}{0,06839} \right) \leq 1,97$$

$$d_s = 1,97 \text{ cm}$$

Propriedade geométrica efetiva em torno do eixo y

Elemento	comprimento efetivo L(cm)	distância y em relação à face superior y(cm)	$Ly$ (cm <sup>2</sup> )	$Ly^2$ (cm <sup>3</sup> )	I' <sub>1</sub> Em Torno de eixo x
mesa comprimida	6,440	0,133	0,853	0,113	
curva esquerda 1	0,624	0,277	0,173	0,048	
curva esquerda 2	0,624	19,723	12,307	242,739	
curva direita 1	0,624	0,277	0,173	0,048	
curva direita 2	0,624	19,723	12,307	242,739	
mesa tracionada	6,440	19,868	127,947	2541,981	
alma	18,940	10,000	189,400	1894,000	566,185
erijecedor comprimido	1,970	1,515	2,985	4,522	0,637
mesa tracionada 2	1,970	18,485	36,415	673,140	0,637
Somatória	38,256		382,560	5599,329	567,460

$$y_{cg} = \frac{Lx}{2} = \frac{20}{2} \therefore y_{cg} = 10cm$$

$$I'_x = Ly^2 + I'_1 - L \cdot y_{cg}^2$$

$$I'_x = 5599,329 + 567,460 - 38,256 \cdot (10)^2 = 2341,189cm^3$$

$$I_x = I'_x \cdot t = 2341,189 \cdot 0,265 = 620,415cm^4$$

- Verificando a Largura Efetiva da Alma

$$\frac{h}{t} = \frac{18,94}{0,265} = 71 < 200 \text{ Seção B1.2}^a$$

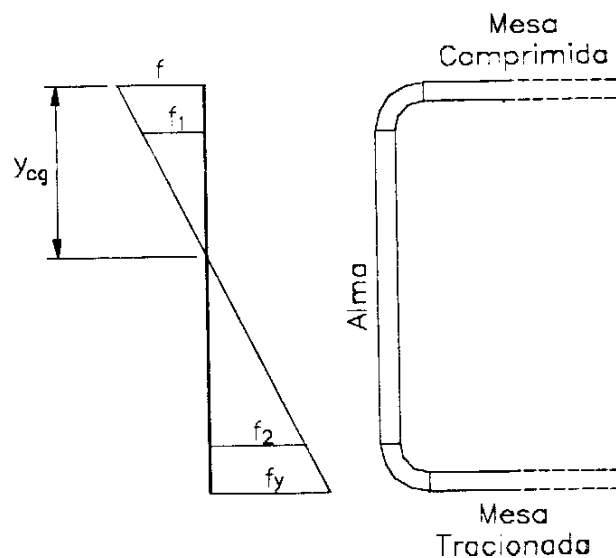


Figura 4.7 - Compressão não-uniforme da alma.

$$f_1 = \frac{f}{y_{cg}} \{y_{cg} - (R+t)\}$$

$$f_1 = \frac{24500}{10} \{10 - (0,265 + 0,265)\}$$

$$f_1 = 23201,50 N / cm^2$$

$$f_2 = f_1 = 23201,50 N / cm^2$$

$$k = 4 + 2(1-\psi)^3 + 2(1-\psi)$$

$$\psi = \frac{f_2}{f_1}$$

$$y = \frac{f_2}{f_1} = -\frac{23201,50}{23201,50} = -1,0$$

$$k = 4 + 2(1-1,0)^3 + 2(1-1,0)$$

(Equação B2.3-4)

$$k = 24$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}}$$

(Equação B2.1-4)

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{24}} \left( \frac{18,94}{0,265} \right) \sqrt{\frac{23201,50}{20500000}} = 0,516 < 0,673$$

$$b = w \text{ quando } \lambda \leq 0,673$$

(Equação B2.1-1)

$$b_e = 18,94 cm$$

como  $\psi < -0,236$

$$b_2 = \frac{b_e}{2}$$

(Equação B2.3-2)

$$b_2 = \frac{18,94}{2} = 9,47 cm$$

$$b_1 = \frac{b_3}{(3-\Psi)}$$

(Equação B2.3-1)

$$b_1 = \frac{18,94}{(3+1)} = 4,735 cm$$

porção comprimida da alma  $= y_{cg} - (R+t) = 10 - (0,265 + 0,265) = 9,47$

$b_1 + b_2 = 9,47 + 4,735 = 14,205 > 9,47$ , será considerada alma totalmente efetiva.

- **Enrijecedor comprimido**

tensão máxima no enrijecedor,  $f=23201,50\text{N/cm}^2$

$$d = D - (R + t)$$

$$d = 2,50 - (0,265 + 0,265) = 1,97\text{cm}$$

$$\frac{d}{t} = \frac{0,197}{0,265} = 7,43 \leq 14$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}} \quad (\text{Equação B2.1-4})$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{0,43}} \left( \frac{1,97}{0,265} \right) \sqrt{\frac{23201,50}{20500000}} = 0,401 > 0,673$$

$$b = w \quad \text{quando} \quad \lambda \leq 0,673 \quad (\text{Equação B2.1-1})$$

$$b = w = 1,97\text{cm}$$

$$d'_s = 1,97\text{cm}$$

$$d_s = d'_s (I_s / I_a) \leq d'_s$$

$$d_s = 1,97 \left( \frac{0,1688}{0,06839} \right) \leq 1,97$$

$$d_s = 1,97\text{cm}$$

$$S_e = \frac{I_x}{y_{cg}}$$

$$S_e = \frac{620,41}{10} = 62,041\text{cm}^3$$

$$M_{nx} = S_e f_y$$

$$M_{nx} = 62,041 \cdot 24500 = 1520004,40\text{N.cm}$$

$$\phi_b = 0,95$$

$$\phi_b M_{nx} = 0,95 \cdot 1520004,40 = 1444004,275\text{N.cm}$$

### 1.6.2. DETERMINAÇÃO DE $\phi_b M_{nx}$ , BASEADA NA FLAMBAGEM LATERAL

- **Para seção total**

$$I_x = 620,552\text{cm}^4$$

$$Y_{cg} = 10,00\text{cm}$$

$$S_f = \frac{I_x}{y_{cg}}$$

$$S_f = \frac{620,552}{10} = 62,0552 \text{ cm}^3$$

$$M_y = S_f \cdot f_y$$

$$M_y = 62,0552 \cdot 24500 = 1520352,40 \text{ N} \cdot \text{cm}$$

$$r_o = 10,123 \text{ cm}^4$$

$$A = 10,138 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{ex} = \frac{\pi^2 E}{(K_x L_x / r_x)^2} \quad (\text{Equação C3.1.2-7})$$

$$\sigma_{ex} = \frac{\pi^2 20500000}{(1.600 / 7,824)^2} = 34403,99 \text{ N} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{ey} = \frac{\pi^2 E}{(K_y L_y / r_y)^2} \quad (\text{Equação C3.1.2-8})$$

$$\sigma_{ey} = \frac{\pi^2 20500000}{(1.300 / 2,787)^2} = 17461,64 \text{ N} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_t = \frac{I}{Ar_o^2} \left[ GJ + \frac{\pi^2 EC_w}{(K_t L_t)} \right] \quad (\text{Equação C3.1.2-9})$$

$$\sigma_t = \frac{I}{10,138 \cdot 10,123^2} \left[ 7892500,0,237 + \frac{\pi^2 \cdot 20500000 \cdot 6694,017}{(600,1)^2} \right] = 5421,82 \text{ N} / \text{cm}^2$$

$$M_e = C_b r_o A \sqrt{\sigma_{ey} \sigma_t} \quad (\text{Equação C3,1,2-5})$$

$$M_e = 1 \cdot 10,123 \cdot 10,138 \sqrt{17461,64 \cdot 5421,82}$$

$$M_e = 998565,5721 \text{ N} \cdot \text{cm} > 0,50 \cdot M_y = 760176,20 \text{ N} \cdot \text{cm}$$

portanto;

$$M_c = M_y \left( 1 - \frac{M_y}{4M_e} \right) \quad (\text{Equação C3,1,2-2})$$

$$M_c = 1520352,40 \left( 1 - \frac{1520352,40}{4.998565,57} \right)$$

$$M_c = 941654,44 \text{ N.cm}$$

$$f = \frac{M_c}{S_f}$$

$$f = \frac{941654,44}{62,0552} = 15174 \text{ N/cm}^2$$

- **Determinação de  $S_c$ .**
- **Compressão da mesa superior.**

$$w = 7,50 - 4,0,265 = 6,44 \text{ cm}$$

$$\frac{w}{t} = \frac{6,44}{0,265} = 24,30 < 60 \quad \text{Seção B1.1 a}$$

Elemento com enrijecedor comprimido uniformemente da Seção B4.2

$$S = 1,28 \sqrt{\frac{E}{f}} \quad (\text{Equação B4-1})$$

$$S = 1,28 \sqrt{\frac{20500000}{15174,46}} = 47,047$$

$$\frac{S}{3} = \frac{47,047}{3} = 15,6822$$

$$\frac{S}{3} < \frac{w}{t} < S \quad (\text{Caso II})$$

$$I_a / t^4 = 399 \{ [(w/t) / S] - 0,33 \}^3 \quad (\text{Equação B4.2-6})$$

$$I_a = 0,265^4 \cdot 399 \cdot \left\{ \left[ \frac{\left( \frac{6,44}{0,265} \right)}{47,047} \right] - 0,33 \right\}^3$$

$$I_a = 0,0128$$

$$I_s = \frac{d^3 t (\text{sen} \theta)^2}{12} \quad (\text{Equação B4-2})$$

$$I_s = \frac{1,97^3 \cdot 0,265 (\text{sen} 90)^2}{12} = 0,1688$$



$$n = 1/2$$

$$C_2 = I_s / I_a \leq 1$$

$$C_2 = \frac{0,1688}{0,0128} = 13,1875 > 1 \therefore C_2 = 1,0$$

$$C_1 = 2 - C_2$$

$$C_1 = 2 - 1,0 = 1,0$$

$b$  será calculado de acordo com a Seção B2.1.

$$\frac{D}{w} = \frac{2,50}{6,44} = 0,388$$

para  $0,80 > \frac{D}{w} = 0,388 > 0,25$ ;

$$k = [4,82 - 5(D/w)](I_s / I_a)^n + 0,43 \leq 5,25 - 5(D/w)$$

$$k = [4,82 - 5 \cdot 0,388] \left( \frac{0,1688}{0,0128} \right)^{\frac{1}{2}} + 0,43 \leq 5,25 - 5 \left( \frac{2,5}{6,44} \right)$$

$$k = 3,309$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}} \quad (\text{Equação B2.1-4})$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{3,309}} \left( \frac{6,44}{0,265} \right) \sqrt{\frac{15174,46}{20500000}} = 0,382 > 0,673 \quad (\text{Equação B2.1-4})$$

$$b = w \quad \text{quando} \quad \lambda \leq 0,673 \quad (\text{Equação B2.1-1})$$

$$b = w = 6,44 \text{ cm}$$

- **Enrijecedor comprimido**

$$d = D - (R + t)$$

$$d = 2,50 - (0,265 + 0,265) = 1,97 \text{ cm}$$

$$\frac{d}{t} = \frac{0,197}{0,265} = 7,43 \leq 14$$

$$f = 15174,46 \text{ N} / \text{cm}^2$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}} \quad (\text{Equação B2.1-4})$$

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{0,43}} \left( \frac{1,97}{0,265} \right) \sqrt{\frac{15174,46}{20500000}} = 0,324 > 0,673$$

$$b = w \quad \text{quando} \quad \lambda \leq 0,673 \quad (\text{Equação B2.1-1})$$

$$b = w = 1,97 \text{ cm}$$

$$d'_s = 1,97 \text{ cm}$$

$$d_s = d'_s (I_s / I_a) \leq d'_s$$

$$d_s = 1,97 \left( \frac{0,1688}{0,06839} \right) \leq 1,97$$

$$d_s = 1,97 \text{ cm}$$

- Portanto todo o perfil é efetivo.

$$S_c = S_f = 62,0552 \text{ cm}^3$$

$$M_{nx} = M_c \frac{S_c}{S_f}$$

$$M_{nx} = 941654,44 \text{ N.cm}$$

$$\phi_b = 0,90$$

$$\phi_b M_{nx2} = 0,90 \cdot 941654,44 = 847488,996 \text{ N.cm}$$

## 1.7. RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO $\phi_v V_n$

### 1.7.1 CARGA APLICADA PARALELA AO EIXO y

$$h = A - 2(R + t) = 20 - (0,265 + 0,265)$$

$$h = 18,94 \text{ cm}$$

$k_v = 5,34$ ; alma não-enrijecida

$$\frac{h}{t} = \frac{18,94}{0,265} = 71,47$$

$$\sqrt{\frac{Ek_v}{F_y}} = \sqrt{\frac{20500000 \cdot 5,34}{24500}} = 66,84$$

$$\text{para } \sqrt{\frac{Ek_v}{F_y}} < \frac{h}{t} \leq 1,415 \sqrt{\frac{Ek_v}{F_y}}$$

$$\phi_v = 0,90$$

$$V_n = 0,64t^2 \sqrt{k_v F_y E} \quad (\text{Equação C3,2-2})$$

$$V_n = 73604N$$

$$\phi_v V_n = 0,90 \cdot 73604 = 66243,60N$$

### 1.7.2. CARGA APLICADA PARALELA AO EIXO x

$$h = B - 2(R + t) = 7,50 - 2 \cdot (0,265 + 0,265)$$

$$h = 6,44\text{cm}$$

$k_v = 5,34$ ; alma não-enrijecida

$$\frac{h}{t} = \frac{6,44}{0,265} = 24,30$$

$$\sqrt{\frac{Ek_v}{F_y}} = \sqrt{\frac{20500000 \cdot 5,34}{24500}} = 66,84$$

$$\text{para } \frac{h}{t} \leq \sqrt{\frac{Ek_v}{F_y}}$$

$$\phi_v = 1,00$$

$$V_n = 0,577 F_y h t \quad (\text{Equação C3,2-2})$$

$$V_n = 0,577 \cdot 24500 \cdot 6,44 \cdot 0,265 = 24125,35N$$

$$\phi_v V_n = 1,0 \cdot 24125,35 = 24125,35N \quad (\text{para cada alma})$$

## CAPÍTULO 5

---

### 1. CÁLCULO DE UM GALPÃO

#### 1.1 - DADOS GERAIS

Será feito, como exemplo numérico, o cálculo de um galpão, para ser comparado com o do programa SGPL, com os seguintes dados:

- Vão entre eixos de colunas: 2Cm;
- Comprimento:  $6 \times S = 48\text{m}$ ;
- Altura: 9m; e
- Cobertura: telhas de aço galvanizado trapezoidais.  
Será adotada como local de construção uma região com os seguintes dados:
- velocidade básica de vento de 40m/s;
- Índice pluviométrico de 178mm/h para período de retorno de 5 anos; e
- terreno plano, coberto por obstáculos.

## 1.2 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DA CONSTRUÇÃO

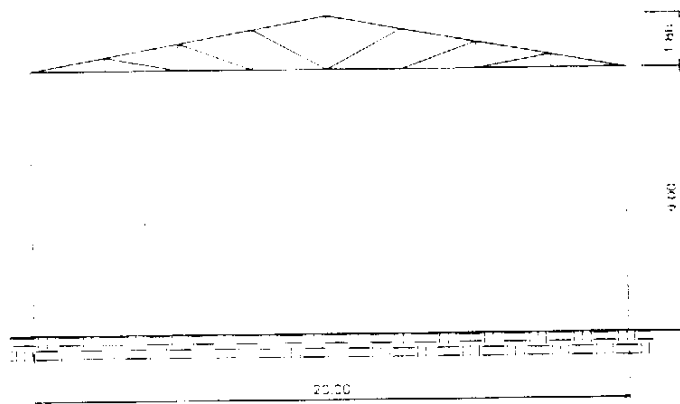


Figura 5.1 - Seção transversal típica de galpão.

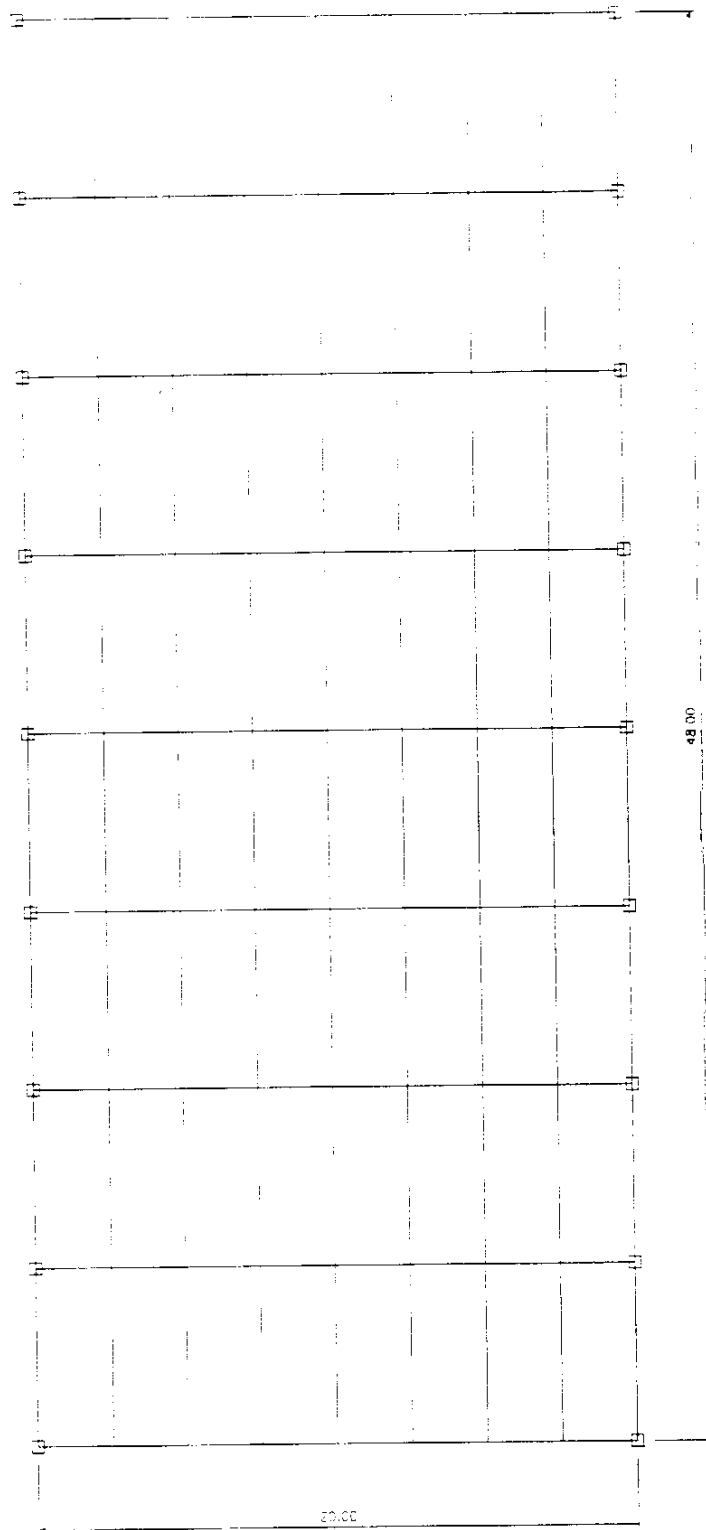


Figura 5.2 - Plano de cobertura.

## **1.3 CARGAS ADOTADAS**

### **1.3.1 - CARGA PERMANENTE**

Será determinada em função do tipo de telha e tipo de perfil utilizados na terça e na treliça plana.

### **1.3.2 - SOBRECARGA NA COBERTURA**

De acordo com o Anexo B, item B.3.6.1 da NBR 8800/86. "Nas coberturas comuns não sujeitas a acúmulos de quaisquer materiais, e na ausência de especificação em contrário, deve ser prevista uma sobrecarga nominal mínima de  $0,25\text{kN/m}^2$ , em projeção horizontal".  
Portanto  $s_c=0,25\text{kN/m}^2$

### **1.3.3 - AÇÃO DO VENTO**

O cálculo da ação do vento é feito de acordo com a NBR 6123/88

A construção esta localizada em uma região em que:

- Velocidade básica do vento:  $V_0=40\text{m/s}$
- Fator topográfico:  $S_1=1$ , terreno plano
- Fator de rugosidade: categoria IV - terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados, em zonas florestal, industrial ou urbanizada.

Tabela 5.1 - Valores de  $S_2$  da Tabela 2 da NBR 6123/88.

H	$S_2$
<5m	0,76
10m	0,83
11m	0,84

- Fator estatístico

Da Tabela 3 da NBR 6123/88, valores mínimos do fator estatístico  $S_3$ .

Adotando Grupo 3 - Edificações e instalações industriais com baixo fator de ocupação:  $S_3=0,95$

- Velocidade característica

$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$$

em que  $V_{k1} = 40 \times 1 \times 0,76 \times 0,95 = 28,88 \text{ m/s}$

$$V_{k2} = 40 \times 1 \times 0,83 \times 0,95 = 31,54 \text{ m/s}$$

$$V_{k3} = 40 \times 1 \times 0,84 \times 0,95 = 28,88 \text{ m/s}$$

- Pressão dinâmica

$$q_k = \frac{(V_k)^2}{1,6} \quad (\text{N/m}^2)$$

em que  $q_1 = 521,284 \text{ N/m}^2$

$$q_2 = 621,732 \text{ N/m}^2$$

$$q_3 = 636,804 \text{ N/m}^2$$



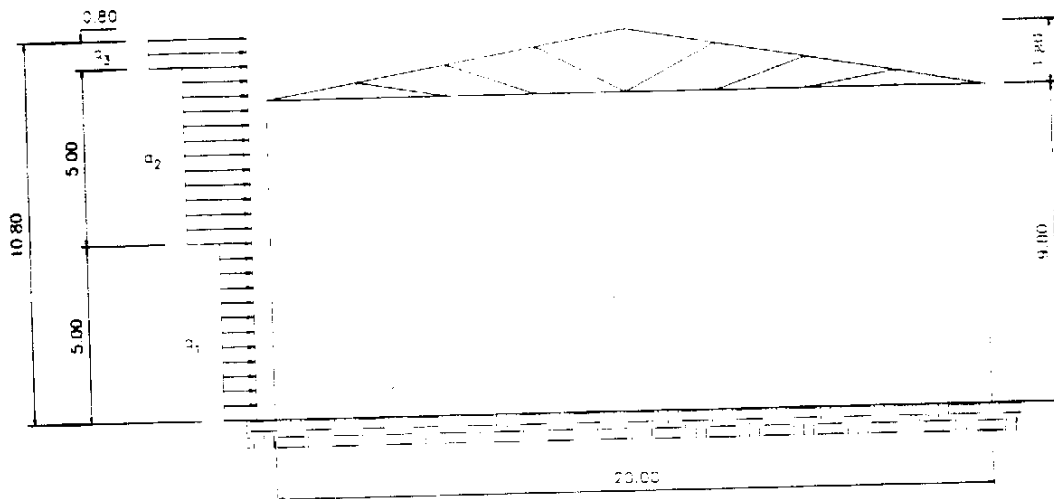


Figura 5.3 - Pressão dinâmica.

- Coeficientes de pressão e de forma externos para paredes de edificações de plantas retangulares (Tabela 5.2.)

- $\frac{h}{b} = \frac{9}{20} = 0,45$ , ou seja,  $\frac{h}{b} = \frac{1}{2}$
- $\frac{a}{b} = \frac{48}{20} = 2,40$ , ou seja,  $2 < \frac{a}{b} < 4$

Tabela 5.2 - Coeficientes de pressão e de forma externos par paredes laterais

Altura Relativa		$\alpha = 0^\circ$				$\alpha = 90^\circ$			Cpe Médio
		A1 e B1	A2 e B2	C	D	A	B	C1 e D1	
$\frac{h}{b} \leq \frac{1}{2}$	$2 < \frac{a}{b} < 4$	-0,80	-0,40	0,70	-0,30	0,70	-0,50	-0,50	1,00

$$X_I = 2h \text{ ou } \frac{b}{2}; \text{ valor menor}$$

- $2h = 2 \times 9 = 18$

- $\frac{b}{2} = \frac{20}{2} = 10$

$$X_I = 10\text{m}$$

$$Y_I = \frac{b}{3} \text{ ou } \frac{a}{4}; \text{ maior porém } \leq 2h$$

- $\frac{b}{3} = \frac{20}{3} = 6,67$

- $\frac{a}{4} = \frac{48}{4} = 12$
- $2h = 2 \times 9 = 18$
- $Y_1 = 12\text{m}$

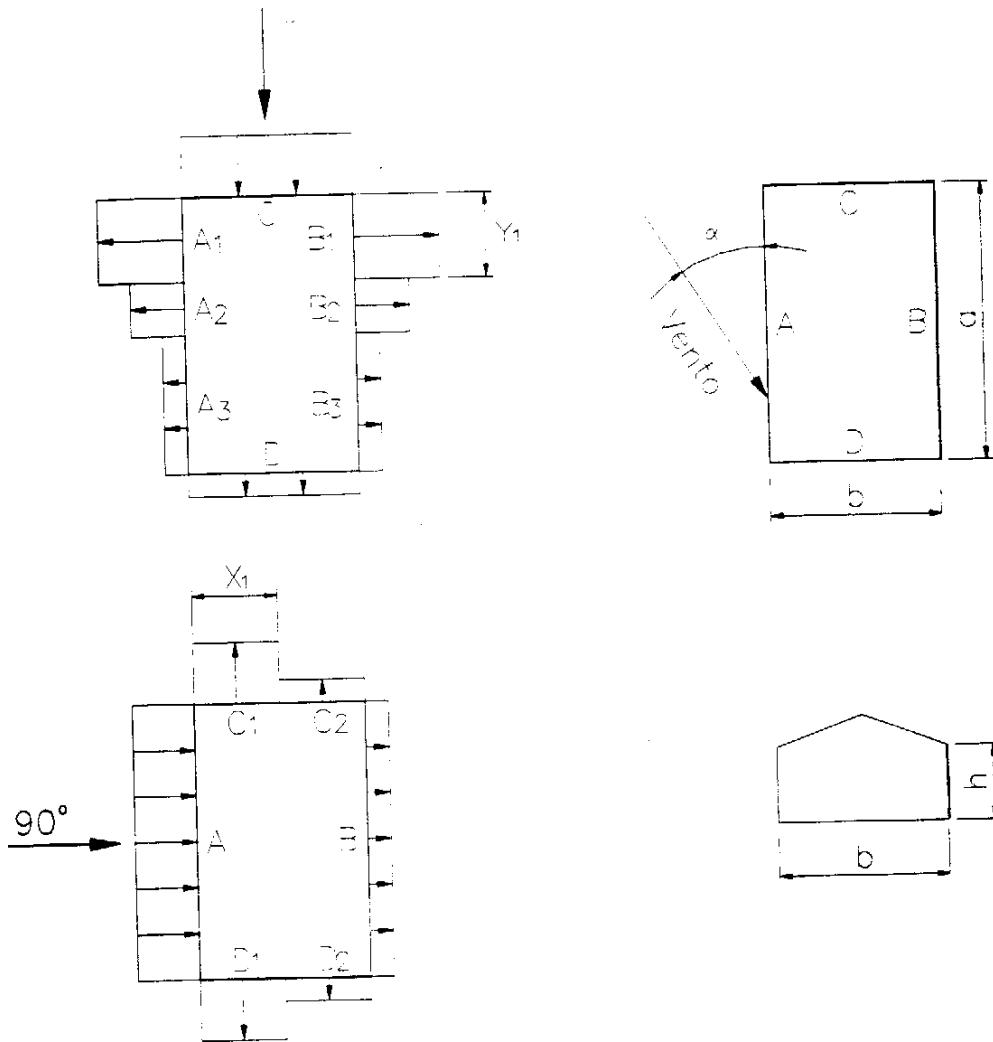


Figura 5.4 - Ação do vento em construção retangular.

- Coeficientes de pressão e de forma externos para telhados.  
Tabela 5.3 (NBR 6123/88)- Coeficientes de pressão e de forma externos, para telhados com duas águas, simétricos e em edificações de planta retangular.

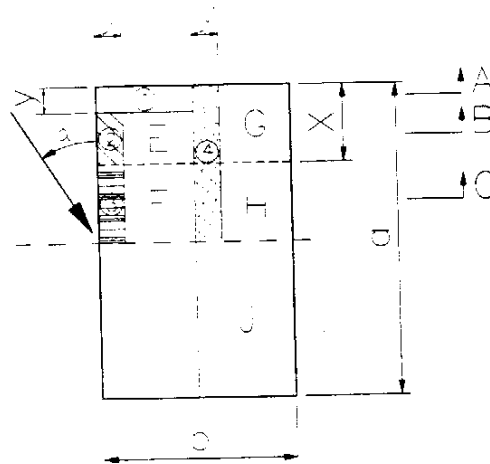
- altura relativa

$$\frac{h}{b} = \frac{9}{20} = 0,45 \text{ ou seja } \frac{h}{b} = \frac{1}{2}$$

$$\theta = 10,20^\circ$$

**Tabela 5.3 - Coeficientes de pressão e de forma externos para telhados**

$\theta$	Ce				Cpe Médio			
	a=90°		a=0°		Ações Localizadas			
	E-F	G-H	E-G	F-H	1	2	3	4
10°	-1,20	-0,40	-0,80	-0,60	-1,40	-1,40	---	-1,20



**Figura 5.5 - Coeficientes de pressão e de forma externos para telhados.**

$$X = \frac{b}{3} \text{ ou } \frac{a}{4}; \text{ maior porém } \leq 2h$$

- $\frac{b}{3} = \frac{20}{3} = 6,67$

- $\frac{a}{4} = \frac{48}{4} = 12$

- $2h = 2 \times 9 = 18$

$$X = 12\text{m}$$

$$Y = h \text{ ou } 0,15b; \text{ valor menor}$$

- $h = 9$

- $0,15b = 0,15 \times 20 = 3$   
 $Y = 3,0m$

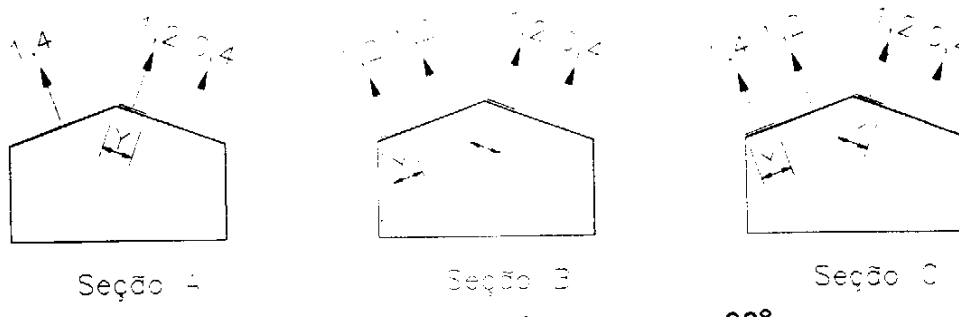


Figura 5.6 - Seções para vento com  $\alpha=90^\circ$ .

Conforme a NBR 6123/88, para cálculo de chapa de cobertura, terço e fixações, será usada a Seção B.

- Coeficiente de pressão interna de acordo com a NBR 6123/88, item 6.2.  
 Adotando 4 faces permeáveis, tem-se  $C_{pi}=0$  ou  $-0,30$ , o mais nocivo.



Figura 5.7 - Coeficiente de pressão interna.

- Superposição dos coeficientes externos e internos

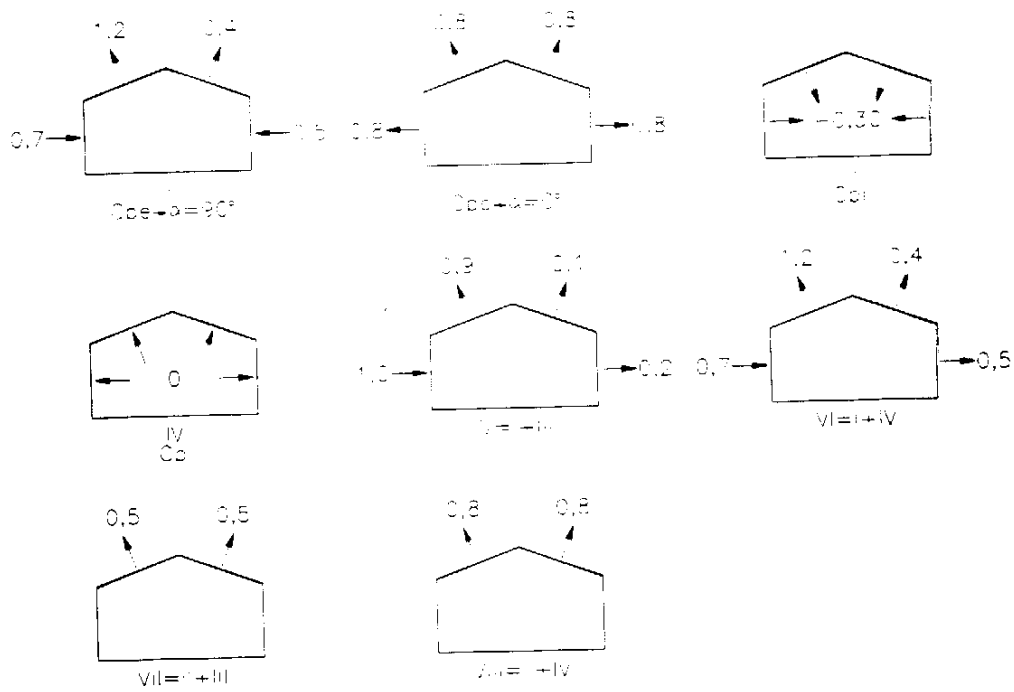


Figura 5.8 - Superposição dos coeficientes externos e internos.

- Carga de vento na seção transversal

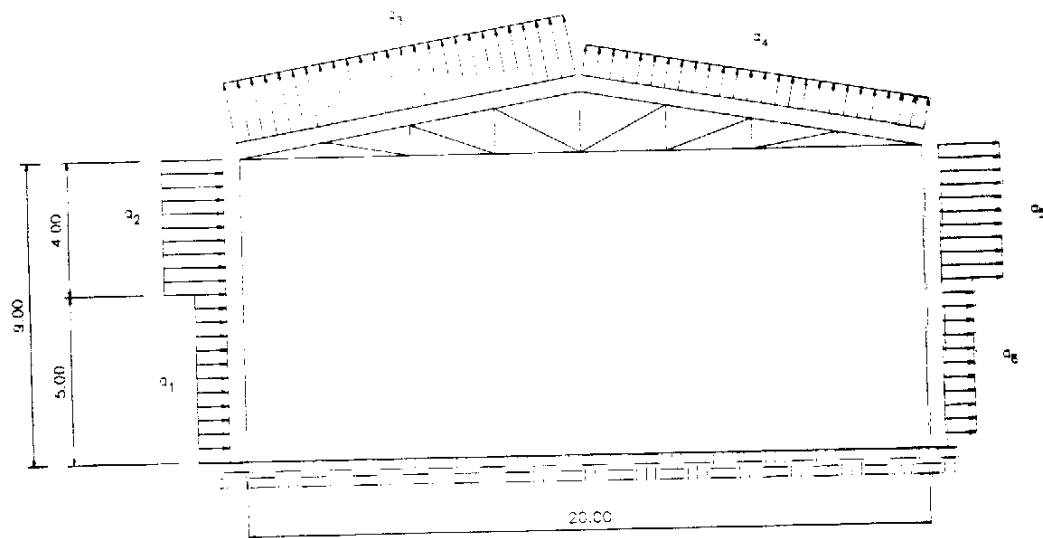


Figura 5.9 - Carga do vento na seção transversal.

$q_m = d(m) \times q(N/m^2) \times \text{coeficiente}$

em que  $d$  = espaçamento entre pilares

$q$  = pressão do vento

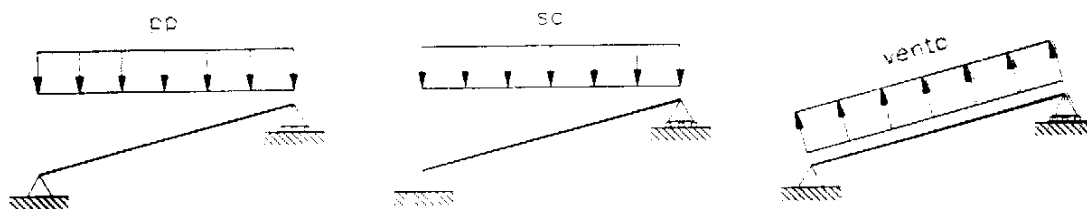
**Tabela 5.4 - Carga de vento na seção transversal**

dxq	Coeficiente V	Coeficiente VI
q1 = 6x 521,28	1,00= 3.127,68 N/m	0,70= 2.189,38 N/m
q2 = 6x 621,73	1,00= 3.730,38 N/m	0,70= 2.611,27 N/m
q3 = 6x 636,80	0,90= 3.438,72 N/m	1,20= 4.584,96 N/m
q4 = 6x 636,80	0,10= 382,08 N/m	0,40= 1.528,32 N/m
q5 = 6x 621,73	0,20= 746,08 N/m	0,50= 1.865,19 N/m
q6 = 6x 521,28	0,20= 625,54 N/m	0,50= 1.563,84 N/m

#### 1.4 - ESCOLHA DA TELHA

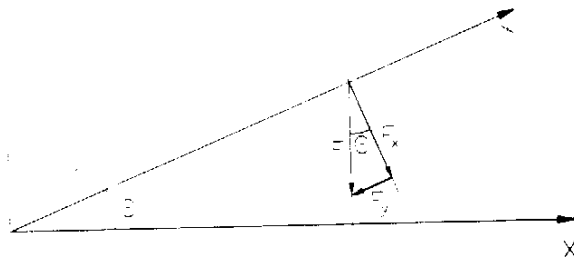
- Adotando telha CE40 da Codeme;
- Vão de 2,50m;
- Sobrecarga -  $sc$   
 $sc=250N/m^2$  - Norma;
- Força de vento  
 $V_{m\acute{a}x}=764,16N/m^2$ ;
- Peso da telha - vai depender da espessura, da inclinação e do recobrimento lateral;
- Combinações possíveis

$$\begin{array}{lll}
 1,30.pp_x & + & 0,00.sc_x & + & 0,00.V \\
 1,30.pp_x & + & 1,50.sc_x & + & 0,00.V \\
 1,00.pp_x & + & 0,00.sc_x & + & 1,40.V \\
 1,30.pp_x & + & 1,50.sc_x & + & 0,84.V \\
 1,30.pp_x & + & 0,98.sc_x & + & 1,40.V
 \end{array}$$



**Figura 5.10 - Carga aplicada sobre a telha.**

Decompondo a força segundo o eixo do plano da cobertura, tem-se:



**Figura 5.11 - Decomposição das forças em relação ao eixos x e y.**

Sobrecarga -  $SC_x$

$$SC_x = SC \cdot \cos \theta = 250 \cdot \cos 10,20^\circ$$

$$SC_x = 246,05 \text{ N/m}^2$$

Peso da telha -  $pp_x$  - ~ calculado em função da inclinação, do recobrimento lateral e da espessura da telha adotada.

$$\theta = 10,20^\circ = 18\%$$

$$\text{flecha} = \frac{L}{120}$$

Recobrimento lateral da Tabela da Codeme, para  $q=15\%$ ; recobrimento simples, largura útil=980mm.

$$pp_x = \frac{(\text{peso\_telha} / \text{m}^2)}{\text{largura\_util}} \cdot \cos(\theta)$$

Com as combinações de cargas, obtêm-se os seguintes dados:

pp=	42,1	ppx=	41,5	esp=	0,43mm	
1,30*	41,5 +	0,00*	246,0 +	0,00 *	-764,2 =	53,9 N/m <sup>2</sup>
1,30*	41,5 +	1,50*	246,0 +	0,00 *	-764,2 =	423,0 N/m <sup>2</sup>
1,00*	41,5 +	0,00*	246,0 +	1,40 *	-764,2 =	-1028,4 N/m <sup>2</sup>
1,30*	41,5 +	1,50*	246,0 +	0,84 *	-764,2 =	-218,9 N/m <sup>2</sup>
1,30*	41,5 +	0,98*	246,0 +	1,40 *	-764,2 =	-774,8 N/m <sup>2</sup>
pp=	49,0	ppx=	48,2	esp=	0,50mm	
1,30*	48,2+	0,00*	246,0+	0,00*	-764,2 =	62,7 N/m <sup>2</sup>
1,30*	48,2+	1,50*	246,0+	0,00*	-764,2 =	431,7 N/m <sup>2</sup>
1,00*	48,2+	0,00*	246,0+	1,40*	-764,2 =	-1021,6 N/m <sup>2</sup>
1,30*	48,2+	1,50 *	246,0+	0,84*	-764,2 =	-210,2 N/m <sup>2</sup>
1,30*	48,2+	0,98 *	246,0+	1,40*	-764,2 =	-766,0 N/m <sup>2</sup>
pp=	603,7	ppx=	62,7	esp=	0,65mm	
1,30*	62,7+	0,00*	246,0+	0,00*	-764,2 =	81,5 N/m <sup>2</sup>
1,30*	62,7+	1,50*	246,0+	0,00*	-764,2 =	450,5 N/m <sup>2</sup>
1,00*	62,7+	0,00*	246,0+	1,40*	-764,2 =	-1007,2 N/m <sup>2</sup>
1,30*	62,7+	1,50*	246,0+	0,84*	-764,2 =	-191,4 N/m <sup>2</sup>
1,30*	62,7+	0,98*	246,0+	1,40*	-764,2 =	-747,2 N/m <sup>2</sup>
pp=	78,4	ppx=	77,1	esp=	0,80mm	
1,30*	77,1+	0,00*	246,0+	0,00*	-764,2 =	100,3 N/m <sup>2</sup>
1,30*	77,1+	1,50*	246,0+	0,00*	-764,2 =	469,3 N/m <sup>2</sup>
1,00*	77,1+	0,00*	246,0+	1,40*	-764,2 =	-992,7 N/m <sup>2</sup>
1,30*	77,1+	1,50*	246,0+	0,84*	-764,2 =	-172,6 N/m <sup>2</sup>
1,30*	77,1+	0,98*	246,0+	1,40*	-764,2 =	-728,4 N/m <sup>2</sup>
pp=	93,1	ppx=	91,6	esp=	0,95mm	
1,30*	91,6+	0,00*	246,0+	0,00*	-764,2 =	119,1 N/m <sup>2</sup>
1,30*	91,6+	1,50*	246,0+	0,00*	-764,2 =	488,1 N/m <sup>2</sup>
1,00*	91,6+	0,00*	246,0+	1,40*	-764,2 =	-978,2 N/m <sup>2</sup>
1,30*	91,6+	1,50*	246,0+	0,84*	-764,2 =	-153,8 N/m <sup>2</sup>
1,30*	91,6+	0,98*	246,0+	1,40*	-764,2 =	-709,6 N/m <sup>2</sup>



pp=	122,4	ppx=	120,5	esp=	1,25mm	
1,30*	120,5+	0,00*	246,0+	0,00*	-764,2=	156,7 N/m <sup>2</sup>
1,30*	120,5+	1,50*	246,0+	0,00*	-764,2=	525,7 N/m <sup>2</sup>
1,00*	120,5+	0,00*	246,0+	1,40*	-764,2=	-949,3 N/m <sup>2</sup>
1,30*	120,5+	1,50*	246,0+	0,84*	-764,2=	116,2 N/m <sup>2</sup>
1,30*	120,5+	0,98*	246,0+	1,40*	-764,2=	-672,0 N/m <sup>2</sup>

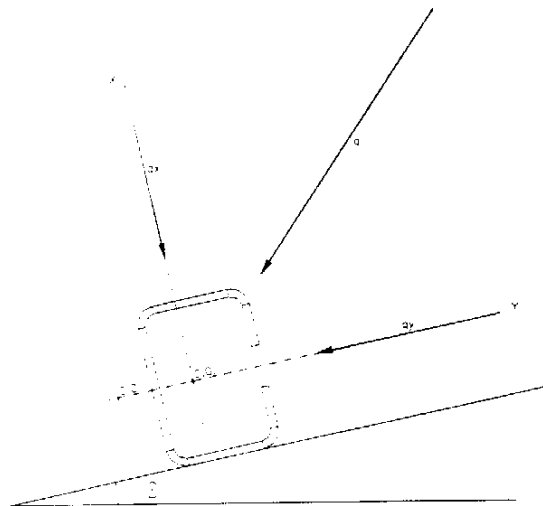
Comparando as combinações anteriores com as da Tabela do Anexo J, da telha CE40 da Codeme, verifica-se que a telha que satisfaz as condições de resistência é a telha de espessura de 0,80mm, Tabela 5.5.

**Tabela 5.5 - sobrecarga máxima para telha CE40**

Vão M	Flecha Tensão	Número de apoios	Carga Adm. Kgf/m <sup>2</sup>	Espessura
2,50	$\frac{L}{180}$	2	125 > 99,27	0,80mm
	Resistência		112 > 99,27	7,68 kgf/m <sup>2</sup>

## 1.5 - TIRANTE

### 1.5.1 - DETERMINAÇÃO DAS CARGAS



**Figura 5.12 - Carga atuante na Terço**

- Peso próprio=130N/m<sup>2</sup> - estimado  
 $q_x(\text{peso próprio})=pp \times \cos(\theta)=130 \times \cos(10,20)=127,94\text{N/m}^2$   
 $q_y(\text{peso próprio})=pp \times \sin(\theta)=130 \times \sin(10,20)=23,03\text{N/m}^2$
- Sobrecarga=250N/m<sup>2</sup> - NBR 8800/86, anexo B, item B.3.6.1  
 $q_x(\text{sobrecarga})=pp \times \cos(q)=250 \times \cos(10,20)=246,05\text{N/m}^2$   
 $q_y(\text{sobrecarga})=pp \times \sin(q)=250 \times \sin(10,20)=44,29\text{N/m}^2$
- Vento=-636,80N/m<sup>2</sup> - calculado  
 $q_x(\text{vento})=-636,80\text{N/m}^2$

Fazendo combinação de ações, segundo a NBR 8800/86, em que

pp = peso próprio

sc = sobrecarga

v = vento

Têm-se as seguintes combinações de carga:

- .1,3pp
- .1,3pp+1,5sc
- .1,0pp+1,4v
- .1,3pp+1,5sc+0,84v
- .1,3pp+0,98sc+1,4v

As cargas de vento no telhado são dadas na Tabela 5.6.

**Tabela 5.6 - Cargas de vento no telhado**

Combinação	Lado	Coefficiente	Vento	Carga do Vento
V	esquerdo	0,90	-636,80	-573,12 N/m <sup>2</sup>
	direito	0,10	-636,80	-63,68 N/m <sup>2</sup>
VI	esquerdo	1,20	-636,80	-764,16 N/m <sup>2</sup>
	direito	0,40	-636,80	-254,72 N/m <sup>2</sup>
VII	esquerdo	0,50	-636,80	-318,4 N/m <sup>2</sup>
	direito	0,50	-636,80	-318,4 N/m <sup>2</sup>
VIII	esquerdo	0,80	-636,80	-509,44 N/m <sup>2</sup>
	direito	0,80	-636,80	-509,44 N/m <sup>2</sup>

Carga do vento utilizado para cálculo:

$$V1=-764,16 \text{ N/m}^2$$

$$V2=-63,68 \text{ N/m}^2$$

Resultado de combinação de carga e Em relação ao eixo y

- Em relação ao eixo y
  - $1,3 \times 127,94 = 166,32 \text{ N/m}^2$
  - $1,3 \times 127,94 + 1,50 \times 246,06 = 535,39 \text{ N/m}^2$
  - $1,3 \times 127,94 - 1,40 \times 764,60 = -941,88 \text{ N/m}^2$
  - $1,3 \times 127,94 - 1,4 \times 63,68 = 38,79 \text{ N/m}^2$
  - $1,3 \times 127,94 + 1,50 \times 246,06 - 0,84 \times 764,10 = -106,48 \text{ N/m}^2$
  - $1,3 \times 127,94 + 1,50 \times 246,06 - 0,84 \times 63,68 = 481,90 \text{ N/m}^2$
  - $1,3 \times 127,94 + 0,98 \times 246,06 - 1,40 \times 764,10 = -662,26 \text{ N/m}^2$
  - $1,3 \times 127,94 + 0,98 \times 246,06 - 1,40 \times 63,68 = 318,41 \text{ N/m}^2$

Maior valor calculado =  $-941,88 \text{ N/m}^2$

- Em relação ao eixo x
  - $1,30 \times 23,03 = 29,94 \text{ N/m}^2$
  - $1,30 \times 23,03 + 1,50 \times 44,29 = 96,37 \text{ N/m}^2$
  - $1,00 \times 23,03 = 23,03 \text{ N/m}^2$
  - $1,30 \times 23,03 + 1,50 \times 44,29 = 96,37 \text{ N/m}^2$
  - $1,30 \times 23,03 + 0,98 \times 44,29 = 73,34 \text{ N/m}^2$

### 1.5.2 - DETERMINAÇÃO DO DIÂMETRO DO TIRANTE

A força aplicada sobre o tirante é o maior valor de combinação de cargas em relação ao eixo y.

$$q_y = 240,93 \text{ N/m}$$

- Cálculo de um tirante

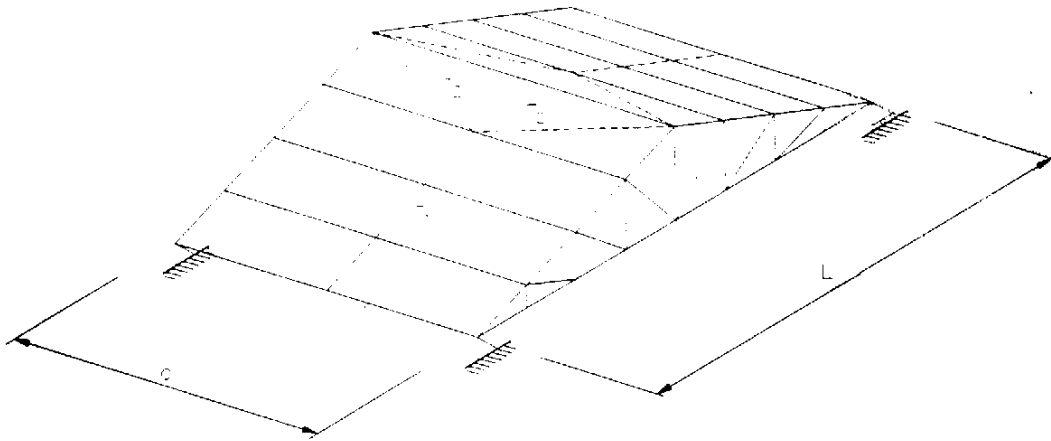


Figura 5.13 - Cobertura com um tirante.

Reações de apoio

$$R_A = R_C = \frac{3}{16} \cdot q_y \cdot L = \frac{3}{16} \cdot 240,93 \cdot 6,00 = 271,05 \text{ N}$$

$$R_B = \frac{5}{8} \cdot q_y \cdot L = \frac{5}{8} \cdot 240,93 \cdot 6,00 = 903,49 \text{ N}$$

- Determinação da resistência nominal do tirante

- Adotando tirante com diâmetro  $d=1,27\text{cm}$

- Escoamento da seção bruta

$$\phi_t \cdot N_n = \phi_t \cdot f_y \cdot A_g$$

em que  $f_y=24500\text{N/cm}^2$

$$\phi_t = 0,90$$

$$\phi_t \cdot f_y \cdot A_g = 0,90 \cdot 24500 \cdot \left( \frac{\pi \cdot 1,27^2}{4} \right) = 27932\text{N}$$

- Ruptura da seção rosqueada

$$\phi_t \cdot N_n = \phi_t \cdot f_u \cdot A_p$$

em que  $f_u=40000\text{N/cm}^2$

$$\phi_t = 0,65$$

$$A_p = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$\phi_t \cdot N_n = 0,65 \cdot 0,75 \cdot 40000 \cdot \left( \frac{\pi \cdot 1,27^2}{4} \right) = 24702 \text{ N}$$

- Esforços nos tirantes

$$T_1 = \frac{V_{2y}}{2} + V_{2y} \left( \frac{n_d}{2} - 2 \right) \quad (\text{Equação 5.1})$$

$$T_2 = \left[ T_1 + \left( \frac{V_{2y}}{2} + V_{2y} \right) \right] \cdot \frac{1}{\text{sen}(\Theta)} \cdot n \quad (\text{Equação 5.2})$$

$$\text{rampa} = \left[ \left( \frac{Lt}{2} \right)^2 + (hc - hl)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Equação 5.3})$$

$$\tan \alpha = \text{rampa} \cdot \frac{2}{nd} \cdot \frac{(n^\circ \text{ tirante} + 1)}{\text{comprimento\_terça}} \quad (\text{Equação 5.4})$$

em que Lt=20,00m  
 hc=1,80m  
 hl=0  
 V<sub>2y</sub>=903,49N  
 nd=8  
 n=1/2  
 n° tirante=1  
 comprimento da terça = 6,00m

da equação 5.1

$$T_1 = \frac{903,49}{2} + 903,49 \left( \frac{8}{2} - 2 \right)$$

$$T_1 = 2258,73\text{N}$$

da equação 5.4

$$\text{rampa} = \left[ \left( \frac{20}{2} \right)^2 + (1,80 - 0)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{rampa} = 10,1607\text{m}$$

Substituindo rampa na equação 5.4:

$$\tan \alpha = 10,1607 \cdot \frac{2}{8} \cdot \frac{(1+1)}{6,00} = 0,847$$

$$\alpha = 40,26^\circ$$

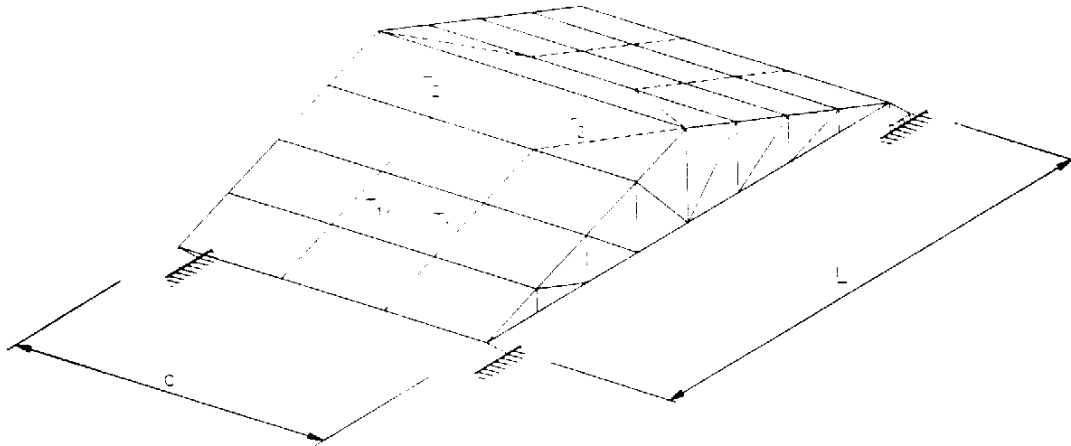
da equação 5.2

$$T_2 = \left[ 2258,73 + \left( \frac{903,49}{2} + 903,49 \right) \right] \cdot \frac{1}{\text{sen}(40,26)} \cdot \frac{1}{2}$$

$$T_2 = 2795,74\text{N}$$

T1 e T2 são menores que as resistências nominais - OK

- Cálculo para dois tirantes



**Figura 5.14 - Cobertura com dois tirantes**

$$R_A = \frac{2}{15} \cdot q_y \cdot L = \frac{2}{15} \cdot 240,93 \cdot 6,00 = 192,74 \text{ N}$$

$$R_B = \frac{11}{30} \cdot q_y \cdot L = \frac{11}{30} \cdot 240,93 \cdot 6,00 = 530,05 \text{ N}$$

em que  $L_t = 20,00 \text{ m}$   
 $h_c = 1,80 \text{ m}$   
 $h_l = 0$   
 $V_{2y} = 530,05 \text{ N}$   
 $n_d = 8$   
 $n = 1$   
 $n^\circ \text{ tirante} = 2$

da equação 5.1

$$T_1 = \frac{530,05}{2} + 530,05 \cdot \left( \frac{8}{2} - 2 \right)$$

$$T_1 = 1325,13 \text{ N}$$

da equação 5.4

$$\text{rampa} = \left[ \left( \frac{20}{2} \right)^2 + (1,80 - 0)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{rampa} = 10,1607 \text{ m}$$

Substituindo rampa na equação 5.4:

$$\tan \alpha = 10,1607 \cdot \frac{2}{8} \cdot \frac{(1+1)}{6,00} = 0,847$$

$$\alpha = 51,78^\circ$$

da equação 5.2

$$T_2 = \left[ 1325,13 + \left( \frac{530,05}{2} + 530,05 \right) \right] \cdot \frac{1}{\sin(51,78)} \cdot 1$$

$$T_2 = 2698,59 \text{ N}$$

### 1.5.3 CÁLCULO DO PESO DO TIRANTE EM $\text{m}^2$

Caso 1 - com 1 tirante

$$L = 20 \text{ m}$$

$$H_C = 1,80 \text{ m}$$

$$\theta = 10,20^\circ$$

- N° de barras  $T_1$   
número  $T_1 = (nd/2 - 1) \cdot 1 = 8/4 - 1 = 3$  unidades

- comprimento da barra  $T_1$   
comprimento  $T_1 = L/nd \cdot 1 / \cos \theta$   
comprimento  $T_1 = 20/8 \cdot 1 / \cos 10,20^\circ = 2,54 \text{ m}$

- n° de barra  $T_2$   
número  $T_2 = 2$  unidades

$$c = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + (c_{T_2})^2}$$

$$c = \sqrt{3,00^2 + 2,54^2} = 3,93 \text{ m}$$

- Área de seção  
Adotando barra de  $\phi_{aço} = 1,25 \text{ cm}$

$$A_g = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (1,25)^2}{4} = 1,227 \text{ cm}^2$$

- Peso de barras  $T_1$   
Peso de barras  $T_1 = \text{comprimento}_{T_1} \cdot n^\circ_{T_1} \cdot A_g \cdot \phi_{aço}$   
Peso de barras  $T_1 = 2,54 \cdot 3 \cdot 1,227 \cdot 10^{-4} \cdot 7850$   
Peso de barras  $T_1 = 73,4 \text{ N}$

- Peso de barras  $T_2$   
 Peso de barras  $T_2 = \text{comprimento } T_2 \cdot n^{\circ} T_2 \cdot A_g \cdot \phi_{aço}$   
 Peso de barras  $T_2 = 3,93 \cdot 2 \cdot 1,227 \cdot 10^{-4} \cdot 7850$   
 Peso de barras  $T_2 = 75,7\text{N}$
- Peso por  $\text{m}^2$  para o tirante.

$$\frac{P_{\text{tirante}}}{\text{Área}} = \frac{(\text{peso\_barra\_}T_1) + (\text{peso\_barra\_}T_2)}{\frac{L}{2} \cdot c}$$

$$\frac{P_{\text{tirante}}}{\text{Área}} = \frac{(73,4) + (75,7)}{\frac{20}{2} \cdot 6}$$

$$\text{Peso do tirante} = 2,485\text{N/m}^2$$

Caso 2 - com 2 tirantes

$$L = 20\text{m}$$

$$hc = 1,80\text{m}$$

$$\theta = 10,20^\circ$$

- $N^{\circ}$  de barras  $T_1$   
 número  $T_1 = (nd/2 - 1) \cdot 2 = (8/4 - 1) \cdot 2 = 6$  unidades
- comprimento barra  $T_1$   
 comprimento  $T_1 = L/nd \cdot 1/\cos\theta$   
 comprimento  $T_1 = 20/8 \cdot 1/\cos 10,20^\circ = 2,54\text{m}$
- $N^{\circ}$  de barras  $T_2$   
 número  $T_2 = 2$  unidades

$$c = \sqrt{\left(\frac{L}{3}\right)^2 + (c_{T_1})^2}$$

$$c = \sqrt{2,00^2 + 2,54^2} = 3,23\text{m}$$

- Área de seção  
 Adotando barra de  $\phi_{aço} = 1,25\text{cm}$

$$A_g = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (1,25)^2}{4} = 1,227\text{cm}^2$$

- Peso de barras  $T_1$

$$\text{Peso de barras } T_1 = \text{comprimento}_{T_1} \cdot n^{\circ}_{T_1} \cdot A_g \cdot \phi_{aço}$$

$$\text{Peso de barras } T_1 = 2,54 \cdot 6 \cdot 1,227 \cdot 10^{-4} \cdot 7850$$



Peso de barras  $T_1=146,79\text{N}$

Peso de barras  $T_2$

Peso de barras  $T_2=\text{comprimento}_{T_2} \cdot n^{\circ}_{T_2} \cdot \text{Ag. daço}$

Peso de barras  $T_2=3,23 \cdot 2 \cdot 1,227 \cdot 10^{-4} \cdot 7850$

Peso de barras  $T_2=62,22\text{N}$

- Peso por  $\text{m}^2$  para o tirante

$$\frac{P_{\text{tirante}}}{\text{Área}} = \frac{(\text{peso\_barra\_}T_1) + (\text{peso\_barra\_}T_2)}{\frac{L}{2} \cdot c}$$

$$\frac{P_{\text{tirante}}}{\text{Área}} = \frac{(146,79) + (62,2)}{\frac{20}{2} \cdot 6}$$

Peso do tirante =  $3,48\text{N}$

## 1.6 - VERIFICAÇÃO DA COMBINAÇÃO DA FLEXÃO E DO CISALHAMENTO DA TERÇA

### 1.6.1 - FLEXÃO EM TORNO DO EIXO Y, COM UM TIRANTE

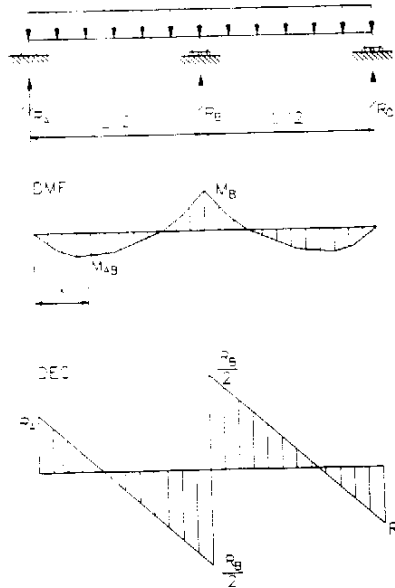


Figura 5.15 - Diagrama de momento e esforço cortante para terça com três apoios.

No problema foi adotada a posição da terça como mostra a Figura 5.12. A flexão em torno do eixo y e o momento fletor positivo provocam compressão no enrijecedor, e o momento negativo, tração no enrijecedor.

$$q_y = 96,37.2,50 N/m$$

Reações de apoio

$$R_A = R_C = \frac{3}{16} \cdot q_y \cdot l = \frac{3}{16} \cdot (96,37.2,50) \cdot 6 = 271,04 N$$

$$R_B = \frac{5}{8} \cdot q_y \cdot l = \frac{5}{8} \cdot (96,37.2,50) \cdot 6 = 903,4 N$$

Ações nas barras

- Ponto A  
Vu = 271,04 N

$$M_u = 0$$

.Entre A e B

$$x = \frac{3}{16} \cdot l = \frac{3}{16} \cdot 6 = 1,125m$$

$$V_u = 0$$

$$M_{AB} = \frac{9}{512} \cdot q_y \cdot l^2 = \frac{9}{512} \cdot (96,37.2,50) \cdot 6^2 = 152,46 N.m = 15246 N.cm$$

.Ponto B

$$V_u = R_A - \frac{q_y \cdot l}{2} = 271,04 - \frac{(96,37.2,50) \cdot 6}{2} = -451,74 N$$

$$M_U = -\frac{q_y \cdot l^2}{32} = -\frac{(96,37.2,50) \cdot 6^2}{32} = -271,04 N.m = -27104 N.cm$$

Verificação da equação de interação de cisalhamento

.Ponto A

$$V_U = 271,04 N$$

$$M_U = 0$$

$$\phi_v V_n = 48250,70 N$$

$\phi_v V_n$ , calculado no Capítulo 4, item 4.7.

$$\left( \frac{M_u}{\phi_b M_{nx0}} \right)^2 + \left( \frac{V_u}{\phi_v V_n} \right)^2 \leq 1,0$$

(Equação C3,3-1)

$$\left( \frac{0}{209387,7} \right)^2 + \left( \frac{271,04}{48250,70} \right)^2 = 3,155^{-5} < 1,0 \quad \underline{OK}$$

.Entre A e B

$$V_U = 0$$

$$M_U = 152456 N.cm$$

O enrijecedor está sendo comprimido, portanto

$\phi_b M_{ny} = 209387,70 Ncm$ , calculado no Capítulo 4, item 4.5.

$$\left(\frac{152456}{209387}\right)^2 + (0)^2 = 0,53 \leq 1,0 \quad \underline{\text{OK}}$$

• No ponto B

$$V_u = -451,74 \text{ N}$$

$$M_u = M_B = 27105 \text{ Ncm}$$

$$\phi_v V_n = 24125,35 \cdot 2 = 48250,70 \text{ N}$$

O enrijecedor está sendo comprimido, portanto

$\phi_b M_{ny} = 347367,128 \text{ Ncm}$ , calculado no Capítulo 4, item 4.4.

$$\left(\frac{M_u}{\phi_b M_{nx0}}\right)^2 + \left(\frac{V_u}{\phi_v V_n}\right)^2 \leq 1,0 \quad (\text{Equação C3,3-1})$$

$$\left(\frac{-27104}{347367,128}\right)^2 + \left(\frac{-451,74}{48250,70}\right)^2 = 6,18 \cdot 10^{-3} < 1,0 \quad \underline{\text{OK}}$$

### 1.6.2 - FLEXÃO EM TORNO DO EIXO X SEM A MÃO FRANCESA

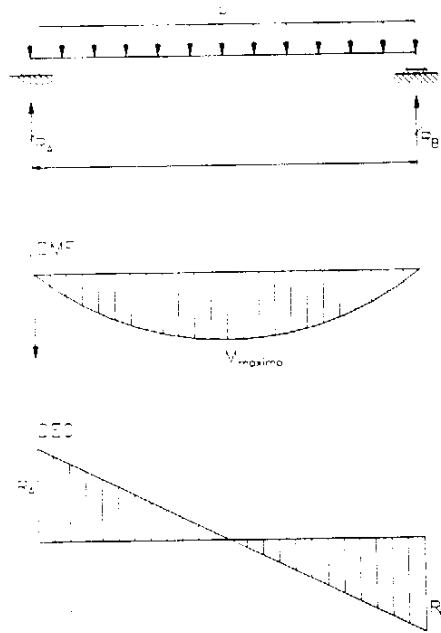


Figura 5.16 - Diagrama de momento e esforço cortante para terça com dois apoios.

$$q_x = 941,88.2,50 \text{ N/m}$$

Reações de apoio

$$R_A = R_B = \frac{l}{2} \cdot q_x \cdot l = \frac{l}{2} \cdot (941,88.2,50) \cdot 6 = 7064,1 \text{ N}$$

Ações nas barras

- Ponto A  
 $V_u = 7064,1 \text{ N}$   
 $M_u = 0$

- No centro

$$x = \frac{l}{2} \cdot l = \frac{l}{2} \cdot 6 = 3,0 \text{ m}$$

$$V_u = 0$$

$$M_u = R_A \cdot x - \frac{q_x \cdot x^2}{2} = 7064,10 \cdot 3,0 - \frac{(941,88.2,50) \cdot 3,0^2}{2} = 10596,15 \text{ N.m} = 1059615 \text{ N.cm}$$

Verificação da equação de interação de cisalhamento

- Ponto A

$$V_U = 7064,1N$$

$$M_U = 0$$

$$\phi_v V_n = 66243,60N$$

$$\phi_b M_{ny} = 847488,996N.cm$$

$\phi_v V_n$ , calculado no Capítulo 4, item 4.7

$\phi_b M_{ny}$ , calculado no Capítulo 4, item 4.6

$$\left( \frac{M_u}{\phi_b M_{nx0}} \right)^2 + \left( \frac{V_u}{\phi_v V_n} \right)^2 \leq 1,0 \quad (\text{Equação C3,3-1})$$

$$\left( \frac{0}{847488,996} \right)^2 + \left( \frac{7064,1}{66243,60} \right)^2 = 1,13.10^{-2} < 1,0 \text{ OK}$$

- No centro

$$V_U = 0$$

$$M_U = 1059615N.cm$$

$$\phi_v V_n = 66243,60N$$

$$\phi_b M_{ny} = 847488,996N.cm$$

$\phi_v V_n$ , calculado no Capítulo 4, item 4.7

$\phi_b M_{ny}$ , calculado no Capítulo 4, item 4.6

$$\left( \frac{M_u}{\phi_b M_{nx0}} \right)^2 + \left( \frac{V_u}{\phi_v V_n} \right)^2 \leq 1,0 \quad (\text{Equação C3,3-1})$$

$$\left( \frac{1059615}{847488,996} \right)^2 + \left( \frac{0}{66243,60} \right)^2 = 1,56 < 1,0 \text{ NOK}$$

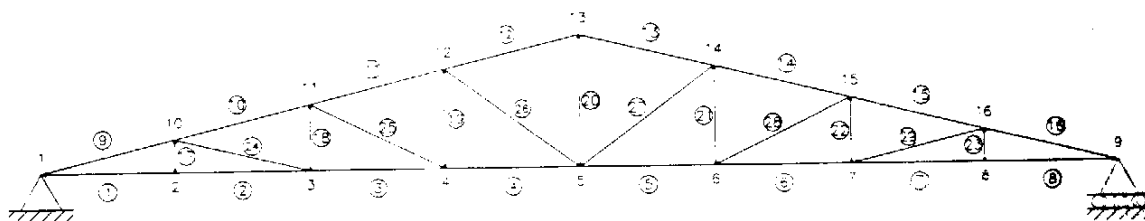
Pode-se tentar solucionar o problema usando mão francesa, ou tornar a terça uma viga contínua, eliminando rótulas nos apoios sobre as treliças, ou escolher perfil com módulo de resistência elástico maior. Será adotada a última solução, porque no SGPL não estão implementadas as duas primeiras opções.

Fazendo o cálculo no SGPL e adotando perfil com a espessura de 3,35mm, mantendo as outras dimensões geométricas, soluciona-se o problema.

### 1.7 - VERIFICAÇÃO DA COMBINAÇÃO DA FLEXÃO E DO CISCALHAMENTO DA TRELIÇA

A Figura 5.17 apresenta a treliça plana com as respectivas numeração dos nós, barras e rotulas nas barras. Essa é a mesma seqüência de numeração que o SGPL irá adotar.

As verificações das equações de interação da flexão e do cisalhamento são feitas para cada barra com as respectivas combinações de cargas. Os esforços nas barras foram calculados no SAP90.



**Figura 5.17 - Treliça plana triangular com numeração de barras, nós e rótula.**

A seguir serão apresentadas figuras com verificação da equação de interação para diferentes geometrias de treliça plana e perfis. As linhas pretas são barras que resistem à combinação de esforços.

Para as seguintes condições:

- Caso 1 - treliça plana triangular

largura da treliça =	20,0m
altura no centro da tesoura =	1,8m
número de divisões do banzo inferior =	8

Seções de perfil

Elemento	A mm	B mm	C mm	r=t mm
terça	200	75	25	3,35
banzo inferior	200	75	25	2,65
banzo superior	200	75	25	2,65
diagonal	200	75	25	2,65
montante	200	75	25	2,65

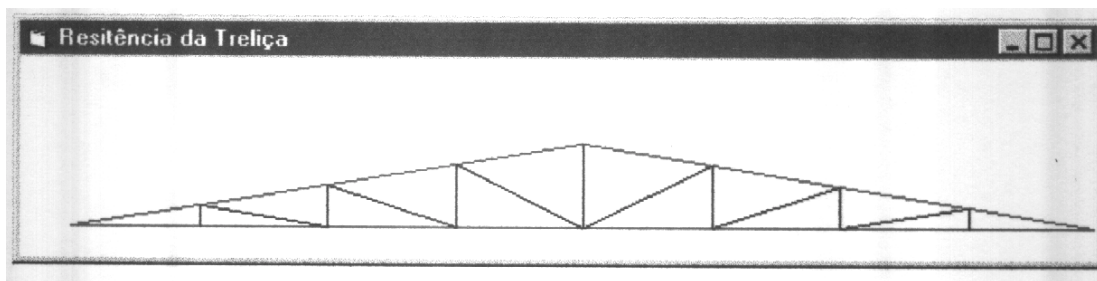


Figura 5.18 - Verificação da equação de interação - caso 1.

- Caso 2 - treliça plana triangular

largura da treliça =	20,0m
altura no centro da tesoura =	1,8m
número de divisões do banzo inferior =	8

Seções de perfil

Elemento	A mm	B mm	C mm	r=t mm
terça	200	75	25	3,35
banzo inferior	200	75	25	4,75
banzo superior	200	75	25	4,75
diagonal	200	75	25	2,65
montante	200	75	25	2,65

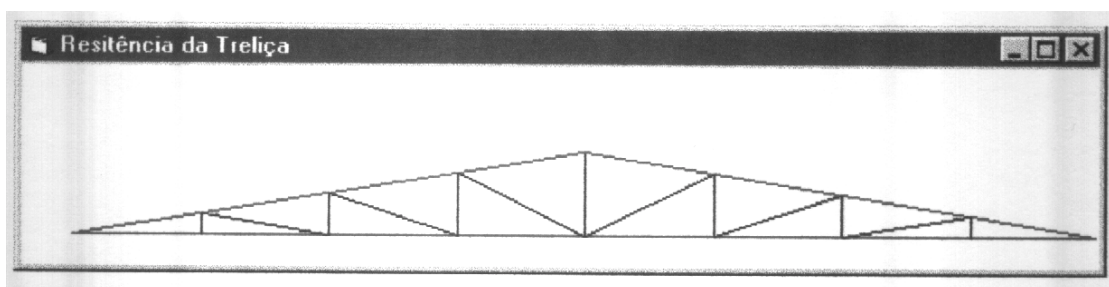


Figura 5.19 - Verificação da equação de interação - caso 2.

- Caso 3 - treliça plana trapezoidal

largura da treliça =	20,0m
altura no centro da tesoura =	2,0m
altura na lateral =	0,80m
número de divisões do banzo inferior =	8



## Seções de perfil

Elemento	A mm	B mm	C mm	r=t mm
terça	200	75	25	3,35
banzo inferior	200	75	25	3,75
banzo superior	200	75	25	3,75
diagonal	200	75	25	2,65
montante	200	75	25	2,65

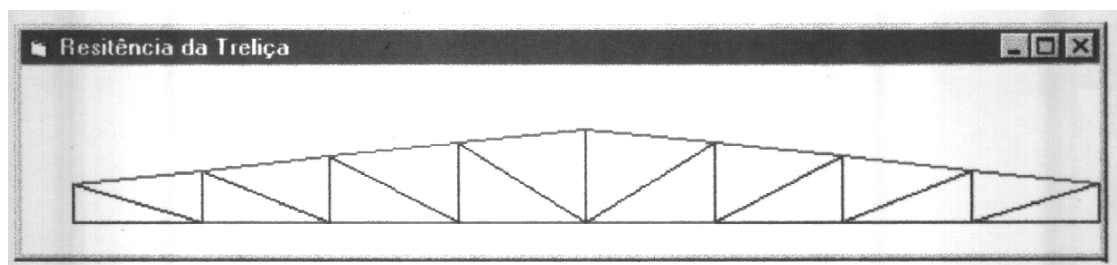


Figura 5.20 - Verificação da equação de interação - caso 3.

- Caso 4 - treliça plana trapezoidal

largura da treliça =	20,0m
altura no centro da tesoura =	2,0m
altura na lateral =	0,80m
número de divisões do banzo inferior =	10

## Seções de perfil

Elemento	A mm	B mm	C mm	r=t mm
terça	200	75	25	3,35
banzo inferior	200	75	25	3,75
banzo superior	200	75	25	3,75
diagonal	200	75	25	2,65
montante	200	75	25	2,65

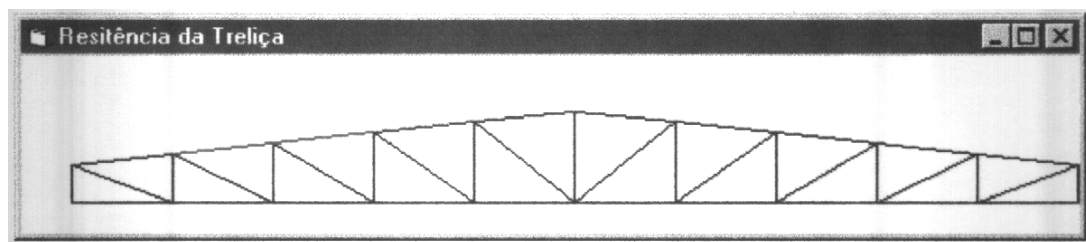


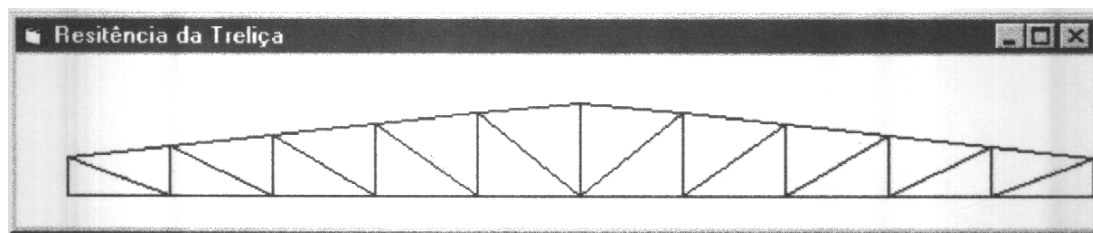
Figura 5.21 - Verificação da equação de interação - caso 4.

- Caso 5 - treliça plana trapezoidal

largura da treliça =	20,0m
altura no centro da tesoura =	2,0m
altura na lateral =	0,80m
número de divisões do banzo inferior =	10

#### Seções de perfil

Elemento	A mm	B mm	C Mm	r=t mm
Terça	200	75	25	3,35
banzo inferior	200	75	25	4,75
banzo superior	200	75	25	3,75
diagonal	200	75	25	2,65
montante	200	75	25	2,65



**Figura 5.22 - Verificação da equação de interação - caso 5.**

Verifica-se que a geometria da treliça plana e o tipo de perfil adotado no caso 5 satisfazem às equações de interação.

## **CAPÍTULO VI**

---

### **1.1 CONCLUSÕES**

O programa Sistema de Galpões de Perfis Leves - SGPL agiliza o cálculo de galpões em diversas fases do projeto e é fácil de usar devido à linguagem orientada a objeto.

Permite que o usuário faça simulações de diversas situações de projeto, economizando material e aumentando a segurança da construção.

Permite a determinação automática do eixo neutro caso a mesa não seja totalmente efetiva.

Aproveitando as sub-rotinas do SGPL foram criadas tabelas de resistências nominais para perfis "U" enrijecidos, Anexo D e Anexo E, que poderão ser usadas em dimensionamentos de estruturas.

### **1.2 SUGESTÕES**

O programa é flexível e pode ser ampliado com a implementação de outros módulos de cálculo.

No presente trabalho, o dimensionamento foi feito apenas para os perfis "U" enrijecidos, podendo ser implementadas outras seções de perfis padronizados pelos fabricantes ou outras quaisquer, desde que atendam à norma.

Podem ser implementados sistemas para otimização da estrutura. detalhamento de projeto estrutural, e quantificação de

material. Assim é possível determinar o custo do material e da mão-de-obra para fabricação e montagem da construção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

AISI, **Load and resistance factor-design specification for cold-formed steel structural members.** American Iron and Steel Institute, Washington, USA, march 16, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1987. **NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1983. **NBR 7196 - Telha ondulada de fibrocimento.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1986. **NBR 8800 - Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios.** Rio de Janeiro.

BELLEI, I.H. **Edifícios industriais em aço.** São Paulo; Pini, 1994.

COHN, S. D. **AutoCAD 12;** Rio de Janeiro; Berkeley Ed., 1994.

GERE, J.M.; WILLIAN, W.J. **Análise de estruturas reticuladas;** Guanabara Dois, 1981.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO, **Manual brasileiro para cálculo de estruturas metálicas;** Brasília; 1989.

MOLITERNO, A. **Elementos para projetos em perfis leves de aço.** São Paulo; Editora Edgard Blücher Ltda, 1989.

NELSON, R. **Visual basic for windows versão 3.0.** São Paulo; Makron Books, 1994.

- QUEIROZ, G. **Elementos das estruturas de aço.** 4. ed. Belo Horizonte; 1993
- REIS, M. V. M. **Uma proposta de padronização de telhados coloniais em estruturas metálicas.** Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, 1996. Tese (Mestrado)
- ROGERS, D.F.; ADANS, J.A. **Mathematical elements for computer graphics.** 2.ed.; McGraw-Hill, 1990.
- SANTOS, ARTHUR F. **Estruturas metálicas: projeto e detalhes para fabricação.** 3.ed. São Paulo; MacGraw-HILL, 1977
- STEVEN, H.; NORTON, P. **Visual basic for windows versão 3.0.** 3.ed. Rio de Janeiro; Editora Campus, 1994.
- SHULTE, H.; YAGUI, T. **Estruturas Metálicas.** 2.ed São Carlos; EESC, USP.
- TIMOSHENKO, S.P.; GERE, J.E. **Theory of elastic stability.** 2.ed.; McGraw-Hill.
- TIMOSHENKO, S.P.; GERE, J.E. **Mecânica dos Sólidos.** Rio de Janeiro; LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora, 1994.
- WANG, WALLACE, **Visual basic 3 for windows para leigos.** Tradução Amir Kurban. São Paulo; Editora Berkeley, 1994.
- YU, W. W., **Cold-formed steel design.** New York; John Willey & Sons. Inc., 1991

## **APÊNDICES**

## ANEXO A

---

### 1. Propriedades Geométricas dos Perfis Conformado a Frio

#### 1.1 Perfis U simples, U enrijecido e Cartola

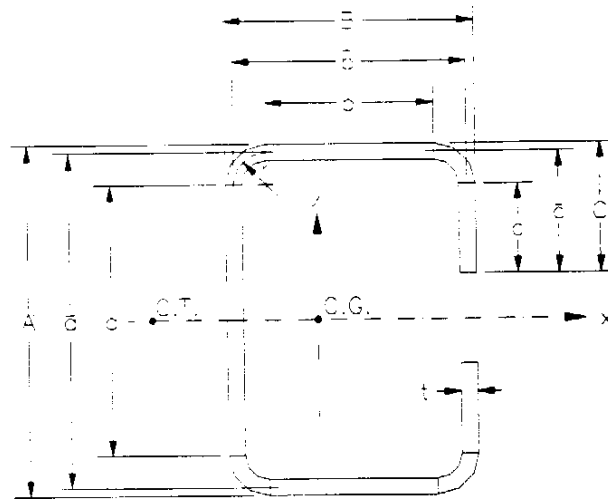


Figura 1A - Perfil U enrijecido.

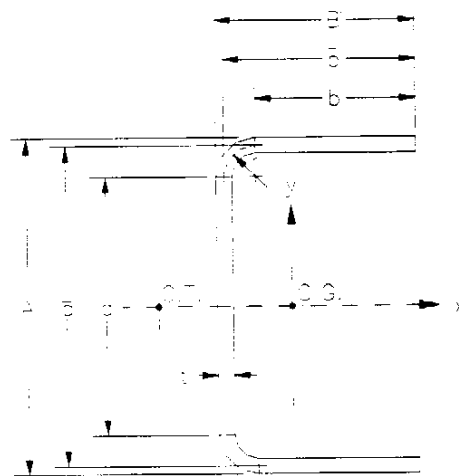


Figura 2A - Perfil U simples.



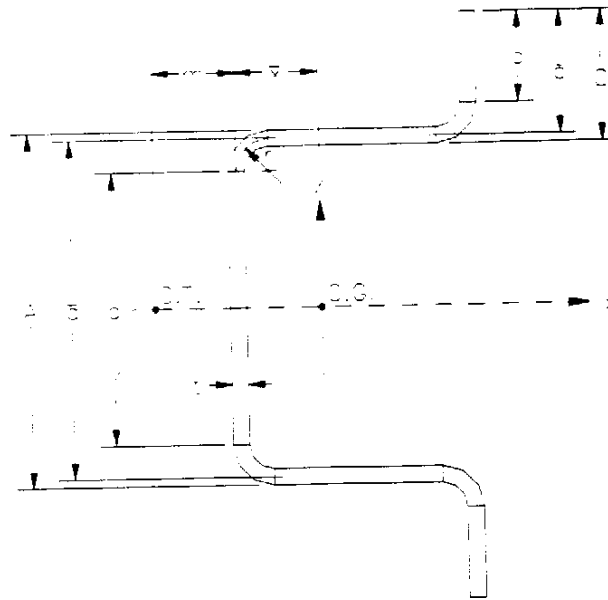


Figura 3A - Perfil cartola.

a) Parâmetros básicos

$$a = A' + (2r + t)$$

$$\bar{a} = A' - t$$

$$b = B' - [r + t/2 + \alpha(r + t/2)]$$

$$\bar{b} = B' - (t/2 + \alpha/2)$$

$$c = \alpha[C' - (r + t/2)]$$

$$\bar{c} = \alpha(C' - t/2)$$

$$u = 1,57r$$

em que  $\alpha = 1,0$  com enrijecedor e  $\alpha = 0$  sem enrijecedor

b) Área da seção

$$A = t[a + 2b + 2u + \alpha(2c + 2u)]$$

c) Momento de inércia em torno do eixo x

• perfis U simples e U enrijecido

$$I_x = 2t \{ 0,0417a^3 + b(a/2 + r)^2 + u(a/2 + r)^2 + u(a/2 + 0,637r)^2 + 0,149r^3 \\ + \alpha \left[ 0,0833c^3 + \frac{c}{4}(a - c)^2 + u(a/2 + 0,637r)^2 + 0,149r^3 \right] \}$$

- perfil cartola

$$I_x = 2t\{0,0417a^3 + b(a/2+r)^2 + u(a/2+r)^2 + u(a/2+0,637r)^2 + 0,149r^3\} \\ + \alpha\left[0,0833c^3 + \frac{c}{4}(a-c)^2 + u(a/2+0,637r)^2 + 0,149r^3\right]\}$$

- d) Distância do centro de gravidade até o eixo da alma

$$\bar{x} = \frac{2t}{A}\{b(b/2+r) + u(0,363r) + \alpha[u(b+1,637r) + c(b+2r)]\}$$

- e) Momento de inércia em torno do eixo y

$$I_y = 2t\{b(b/2+r) + 0,0833b^3 + 0,356r^3 + \alpha[c(b+2r)^2 + u(b+1,673)^2 + 0,149r^3]\}$$

- f) Distância do centro de cisalhamento até o eixo da alma

$$m = \frac{\bar{b}t}{12I_y}\{6\bar{c}(\bar{a})^2 + 3\bar{b}(\bar{a})^2 - 8(\bar{c})^3\}$$

- g) Distância entre centro de cisalhamento e centro de gravidade

$$x_o = -(\bar{x} + m)^*$$

- h) Constante de torção St. Venant

$$J = \frac{t^3}{3}[a + 2b + 2u + \alpha(2c + 2u)]$$

- i) Constante de torção

- Perfil U com enrijecedor

$$C_w = \frac{t^2}{A}\left\{\frac{x_A(\bar{a})^2}{t}\left[\frac{(\bar{b})^2}{3} + m^2 + m\bar{b}\right] + \frac{A}{3t}\left[(m)^2(\bar{a})^3 + (\bar{b})^2(\bar{c})^2(2\bar{c} + 3\bar{a})\right]\right. \\ \left. - \frac{I_x m^2}{t}(2\bar{a} + 4\bar{c}) + \frac{m(\bar{c})^2}{3}\left[8(\bar{b})^2(\bar{c}) + 2m(2\bar{c}(\bar{c} - \bar{a}) + \bar{b}(2\bar{c} - 3\bar{a}))\right]\right. \\ \left. - \frac{(\bar{b})^2(\bar{a})^2}{6}\left[(3\bar{c} + \bar{b})(4\bar{c} + \bar{a}) - 6(\bar{c})^2\right] - \frac{m^2(\bar{a})^4}{4}\right\}$$

- Perfil U sem enrijecedor

$$C_w = \frac{t(\bar{a})^2(\bar{b})^3(3\bar{b} + 2\bar{a})}{12(6\bar{b} + \bar{a})}$$

- perfil cartola

$$C_w = \frac{(\bar{a})^2}{4} \left[ I_y + (\bar{x})^2 A \left( 1 - \frac{(\bar{a})A}{4I_y} \right) \right] + \frac{2(\bar{b})^2 t(\bar{c})^3}{3} - \bar{a}(\bar{b})^2 (\bar{c})^2 t + \frac{(\bar{a})^2 \bar{b} t(\bar{c})^3 \bar{x} A}{3I_x} - \frac{4(\bar{b})^2 t^2 (\bar{c})^6}{9I_x}$$

- j) Parâmetro  $\beta_w$

$$\beta_w = -[0,0833(t\bar{x}(\bar{a})^3) + t(\bar{x})^3 \bar{a}]$$

- k) parâmetro  $\beta_f$

$$\beta_f = \frac{t}{2} \left[ (\bar{b} - \bar{x})^4 - (\bar{x})^4 + \frac{t(\bar{a})^2}{4} [(\bar{b} - \bar{x}) - (\bar{x})^2] \right]$$

- l) parâmetro  $\beta_1$

- perfil "U" simples e "U" enrijecido

$$\beta_1 = 2\bar{c}t(\bar{b} - \bar{x}) + \frac{2}{3}t(\bar{b} - \bar{x}) \left[ (\bar{a}/2)^3 - (a/2 - \bar{c})^3 \right]$$

- perfil cartola

$$\beta_1 = 2\bar{c}t(\bar{b} - \bar{x}) + \frac{2}{3}t(\bar{b} - \bar{x}) \left[ (\bar{a}/2 + \bar{c})^3 - (a/2)^3 \right]$$

- m) parâmetro usado na determinação do momento elástico crítico.

$$j = \frac{1}{2I_y} (\beta_w + \beta_f + \beta_1) - x_o$$

## 1.2 Perfil 1

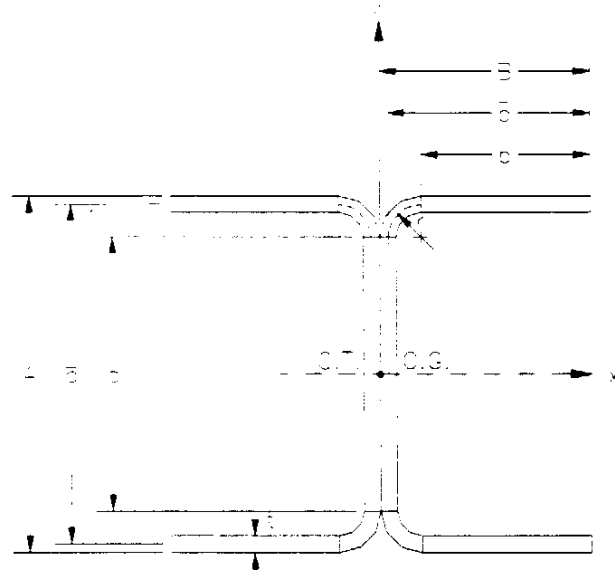


Figura 4A- Perfil 1.

a) Parâmetros básicos

$$a = A' + (2r + t)$$

$$\bar{a} = A' - t$$

$$b = B' - [r + t/2]$$

$$\bar{b} = B' - t/2$$

$$u = 1,57r$$

b) Área da seção

$$A = t[2a + 4b + 4u]$$

c) Momento de inércia em torno do eixo x

$$I_x = 2t \{ b(b/2 + r + t)^2 + 0,0833b^3 + (0,363R + T/2)^2 + 0,149r^3 \\ + b(b/2 + r + t/2)^2 + 0,0833b^3 + (0,363r + t/2)^2 + 0,149r^3 \}$$

d) Distância do centro de gravidade até o eixo da alma

$$\bar{x} = \frac{2t}{A} \{ 0,363r + a(a/2 + r) + \alpha [u(b + 1,637r) + a(b + 2r)] \}$$

e) Momento de inércia em torno do eixo y

$$I_y = 2t\{0,358r^3 + a(a/2+r)^2 + 0,0833a^3 + \alpha[u(b+1.637r)^2 + 0,149r^3 + c(a+2r)]\} - A(\bar{x})^2$$

f) Distância do centro de cisalhamento e centro de gravidade

$$m = \bar{a} \left( 1 - \frac{(\bar{b})^3}{2(\bar{b})^3} \right)$$

g) Distância entre Centro de cisalhamento e centro de gravidade

$$x_o = -(\bar{x} + m)^*$$

h) Constante de torção St. Venant

$$J = \frac{2t^3}{3} [a + 2b + 2u]$$

i) Constante de torção

$$C_w = \frac{t(\bar{b})^2}{3} \left( (\bar{a})^2 \bar{b} + 3(\bar{a})^2 \bar{c} + 6\bar{a}(\bar{c})^2 + 4(\bar{c})^3 \right)$$

j) Parâmetro usado na determinação do momento elástico crítico.

$$j = \frac{1}{2I_y} \left\{ -2\bar{x}\bar{b} \left[ (\bar{x})^2 + \frac{(\bar{b})^2}{3} \right] + 2\bar{b}(\bar{a} - \bar{x}) \left[ (\bar{a} - \bar{x})^2 + \frac{(\bar{b})^2}{3} \right] + \frac{1}{4} [(\bar{a} - \bar{x})^4 - (\bar{x})^4] \right\} - x_o$$

## ANEXO B

---

### Cálculo da Resistência Nominal de Perfil de Chapa Conformada a Frio

#### B Elementos

#### B1 Dimensões-Limites a Serem Consideradas

##### B1.1 Relações Máximas de Largura-Espessura de Mesas

a) Relações máximas de largura-espessura de mesas

A relação máxima admissível de largura-espessura adotada,  $w/t$ , desprezando os enrijecedores intermediários, será a seguinte:

a) Elementos comprimidos enrijecidos com uma borda longitudinal conectada a alma ou mesa, e outra enrijecida por:

- Dobra simples  $\frac{w}{t} \leq 60$

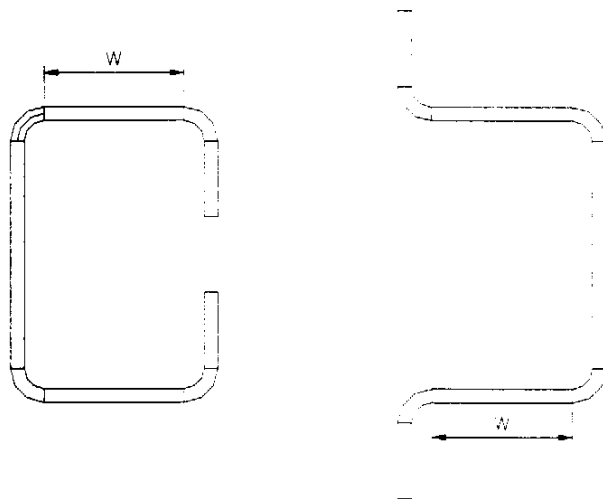
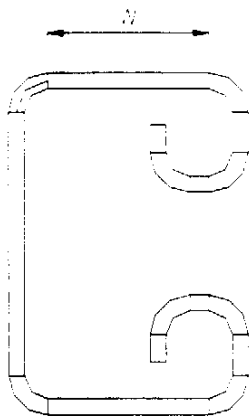


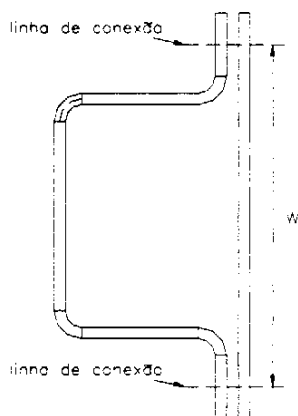
Figura 1B - Perfis U enrijecidos e cartola, com dobras simples.

- Outros tipos de enrijecedores sendo  $I_s > I_a$  e  $D/w < 0,8$  de acordo como o item B4.2  $\frac{w}{t} \leq 90$



**Figura 2B = Perfil U enrijecido com dobras múltiplas.**

- b) Elemento comprimido com ambas as bordas longitudinais conectadas a outros elementos enrijecidos;  $\frac{w}{t} \leq 500$



**Figura 3B - Perfil U enrijecido com as duas bordas conectadas.**

- c) Elementos comprimidos não-enrijecidos e elementos com enrijecedores de borda, tendo  $I_s < I_a$  e  $D/w \leq 0,80$ , de acordo com item B4.2;  $\frac{w}{t} \leq 60$

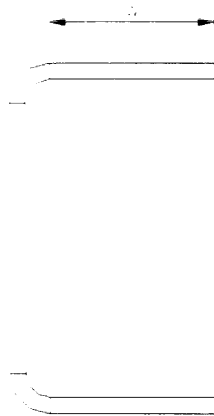


Figura 4B - Perfil com elemento comprimido não-enrijecido.

## B1.2 Relações Máximas de Altura-Espessura da Alma

A razão  $h/t$  da alma de barras fletidos não deverá exceder os seguintes limites:

a)	Para almas não reforçadas	200
b)	Para almas com enrijecedores transversais	
	1) almas com enrijecedores transversais de apoio	260
	2) almas com enrijecedores transversais intermediários e nos apoios	300

## B2 Determinação das Larguras Efetivas

### B2.1 Elementos Enrijecidos Sujeitos à Compressão Uniforme

$$b=w \quad \text{quando} \quad \lambda \leq 0,673 \quad (\text{Equação B2.1-1})$$

$$b=\rho w \quad \text{quando} \quad \lambda > 0,673 \quad (\text{Equação B2.1-2})$$

em que  $w$  - comprimento indicado na Figura 5B

$$\rho = \left( 1 - \frac{0,22}{\lambda} \right) \frac{1}{\lambda} \quad (\text{Equação B2.1-3})$$

1 - índice de esbeltez, determinado como a seguir:

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}} \quad (\text{Equação B2.1-4})$$



em que  $t$  = espessura do elemento enrijecido  
 $f$  = tensão determinada como a seguir:



**Figura 5B - Largura efetiva de elementos enrijecidos sujeitos a compressão uniforme.**

### **B2.1 Elementos Enrijecidos Sujeitos a Compressão Não-Uniforme**

As larguras efetivas  $b_1$  e  $b_2$  serão determinadas conforme a Figura 6B pelas seguintes fórmulas:

$$b_1 = \frac{b_3}{(3-\Psi)} \quad (\text{Equação B2.3-1})$$

para  $\Psi < -0,236$

$$b_1 = \frac{b_e}{2} \quad (\text{Equação B2.3-2})$$

$b_1 + b_2$  não deverão exceder a porção comprimida da alma.

para  $\Psi > -0,236$

$$b_2 = b_4 - b_1 \quad (\text{Equação B2.3-3})$$

em que  $b_e$  = largura efetiva  $b$  determinada de acordo com o item B2.1 onde  $f$  é substituído por  $f_1$ , e  $k$  é determinado como a seguir:

$$k = 4 + 2(1-\Psi)^3 + 2(1-\Psi) \quad (\text{Equação B2.3-4})$$

$$\Psi = \frac{f_2}{f_1}$$

$f_1, f_2$  = tensões mostradas na Figura 6B

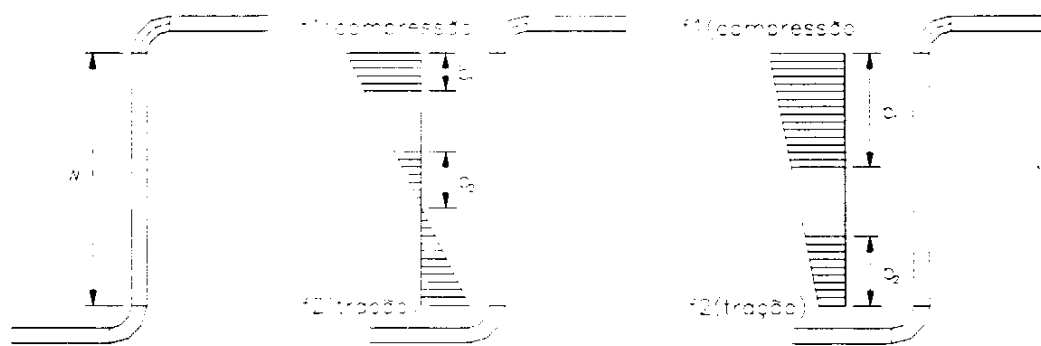


Figura 6B - Largura efetiva de elemento enrijecido sujeito à compressão não uniforme.

### B3. Elementos Não-Enrijecidos Sujeitos à Compressão Uniforme

A largura efetiva,  $b$ , de elementos comprimidos não enrijecidos com compressão uniforme será determinada de acordo com a seção B2.1 com exceção de  $k$ , que será tomada como  $0,43$  conforme a Figura 7B.

#### B3.1 Elementos Não Enrijecidos Sujeitos à Compressão Não-Uniforme

A largura efetiva,  $b$ , de elementos não enrijecidos com compressão uniforme será determinada de acordo com a Seção B2.1, com  $f=f_c$ , como mostra a Figura e  $k=0,43$ :

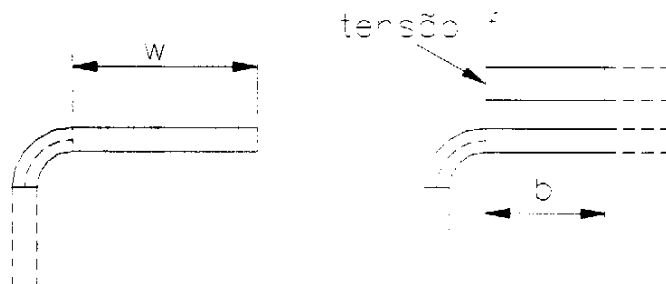


Figura 7B - Elementos não-enrijecidos sujeitos à compressão não uniforme.

#### 4. Largura Efetiva de Elementos com Enrijecedor ou Enrijecedor Intermediário

##### 4.1 Elementos Comprimidos Uniformemente Com Enrijecedor

Caso I:  $w/t \leq S/3$

$$I_a = 0$$

$$b = w$$

$$d_s = d_s'$$

$$A_s = A_s'$$

Caso II:  $S/3 < w/t < S$

$$I_a/t^4 = 399\{[(w/t)/S] - 0,33\}^3$$

$$n = 1/2$$

$$C_2 = I_s/I_a \leq 1$$

$$C_1 = 2 - C_2$$

b será calculado de acordo com a Seção B2.1, sendo  
 $k = [4,82 - 5(D/w)](I_s/I_a)^n + 0,43 \leq 5,25 - 5(D/w)$

para  $0,8 \geq D/w > 0,25$

$$k = 3,57(I_s/I_a)^n + 0,43 \leq 4,0$$

para  $D/w > 0,25$

$$d_s = d_s'(I_s/I_a) \leq d_s'$$

para borda enrijecedora

$$A_s = A_s'(I_s/I_a) \leq A_s'$$

para outra forma de enrijecedor

Caso III:  $w/t \geq S$

$$I_a/t^4 = [115(w/t)/S] + 5$$

$C_1$ ,  $C_2$ ,  $b$ ,  $k$ ,  $d_s$ ,  $A_s$  são calculados como no Caso II com  
 $n = 1/3$

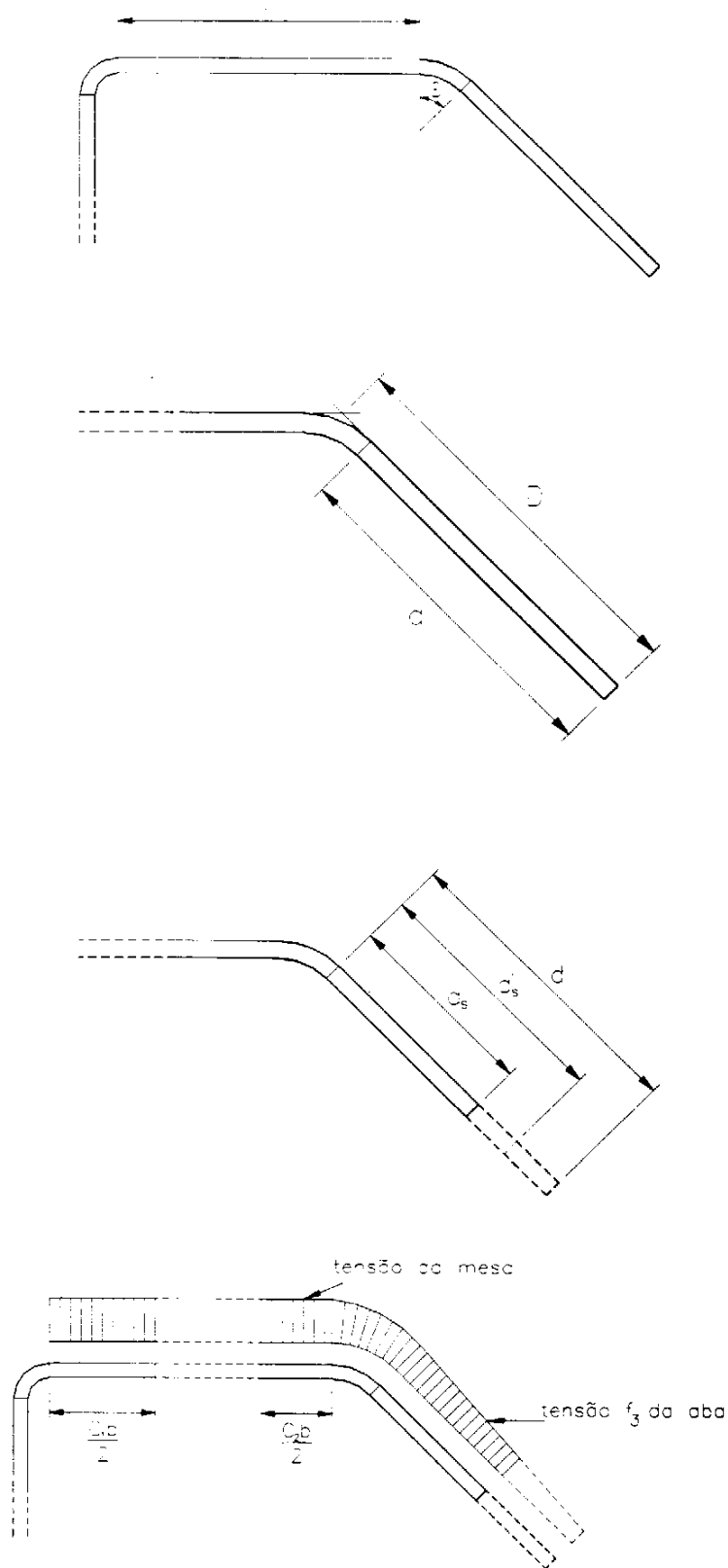


Figura 8B - Compressão de elemento com enrijecedor

## C Barras

### C1 Propriedade Geométricas da Seção

Propriedades geométricas da seção (área da seção, momento de inércia, etc.) serão determinadas de acordo com os métodos convencionais de cálculo. Propriedades geométricas serão baseadas na seção total da barra, exceto quando há uma redução da seção no projeto, ou em razão da largura efetiva:

### C2 Barras Tracionados Axialmente

Para barras tracionados axialmente, a resistência a tração é dado pôr  $\phi_t T_n$ , sendo

$$\begin{aligned} \phi_t &= 0,95 \\ T_n &= A_n F_y \end{aligned} \quad \text{(Equação C2-1)}$$

em que  $T_n$  = Resistência nominal a peças axialmente tracionadas;

$\phi_t$  = fator de resistência a tração;

$A_n$  = Área da seção transversal total ou bruta; e

$F_y$  = Tensão de escoamento.

### C3 Barras Flexionadas

#### C3 .1 Resistência à Flexão Simples

A resistência nominal à flexão,  $\phi_b M_n$ , será o menor valor calculado nas Seções C3.1.1, C3.3.2 e C3.1.3.

##### C3.1.1 Resistência Nominal da Seção

A resistência nominal à flexão,  $\phi_b M_n$ , será determinada com  $\phi_b = 0,95$  para seções com enrijecedor ou com perfil parcialmente enrijecido, e  $0,90$  para seções com perfil não-enrijecido.

(a) Processo I - Baseado no início de escoamento

$$M_n = S_e F_y \quad \text{(Equação C3.1.1-1)}$$

em que  $F_y$  = Tensão de escoamento;

$S_e$  = modulo elástico da seção efetiva calculada com base na tensão  $y$  na fibra extrema comprimida

### C3.1.2 Resistência à Flambagem Lateral

A resistência à flambagem lateral para seções mono ou duplamente simétricas em relação a um ponto,  $\phi_b M_n$  será determinada com  $\phi_b = 0,90$  e  $M_n$  como a seguir:

$$M_n = S_c \frac{M_c}{S_f} \quad (\text{Equação C3,1,2-1})$$

$S_f$  = módulo de resistência elástico da seção bruta à fibra extrema comprimida;

$S_c$  = módulo de resistência elástico da seção bruta à fibra extrema comprimida;

$M_c$  = momento crítico calculado de acordo com os itens (a) ou (b), a seguir:

(a) Para seções mono ou duplamente simétricas em relação a ponto:

para  $M_e > 0,5M_y$

$$M_c = M_y \left( 1 - \frac{M_y}{4M_e} \right) \quad (\text{Equação C3,1,2-2})$$

para  $M_e > 0,5M_y$

$$M_c = M_e \quad (\text{Equação C3, 1,2-3})$$

$M_y$  = Momento que causa o início de escoamento na fibra extrema comprimida da seção bruta.

$$M_y = S_f F_y \quad (\text{Equação C3,1,2-4})$$

$M_e$  = Momento elástico crítico, conforme as seguintes equações:

$$M_e = C_b r_o A \sqrt{\sigma_{ey} \sigma_t} \quad (\text{Equação C3, 1,2-5})$$

Para flexão em torno de eixo de simetria. Para seções monossimétricas, o eixo  $x$  é de simetria, sendo orientado de tal forma que a coordenada  $x$  do centro de cisalhamento seja negativa. Alternativamente,  $M$  pode ser calculado usando a fórmula para seções  $I$  duplamente simétricas ou seções simétrica em relação a um ponto dado em (b).

$$M_e = C_s A \sigma_{ex} \left[ j + C_s \sqrt{j^2 + r_o^2 (\sigma_t / \sigma_{ex})} \right] / C_{TF} \quad (\text{Equação C3,1,2-6})$$

$C_s = +1$  para momento causando compressão no lado do centro de cisalhamento.

$C_s = -1$  para momento causando tração no lado do centro de cisalhamento.

$$\sigma_{ex} = \frac{\pi^2 E}{(K_x L_x / r_x)^2} \quad (\text{Equação C3,1,2-7})$$

$$\sigma_{ey} = \frac{\pi^2 E}{(K_y L_y / r_y)^2} \quad (\text{Equação C3,1,2-8})$$

$$\sigma_t = \frac{I}{A r_0^2} \left[ GJ + \frac{\pi^2 E C_w}{(K_t L_t)^2} \right] \quad (\text{Equação C3,1,2-9})$$

A = Área da seção transversal bruta ou total.

$C_b$  = coeficiente de flexão que pode ser tomado conservativamente como unitário, ou calculado como a seguir

$$C_b = 1,75 + 1,05(M_1/M_2) + 0,3(M_1/M_2)^2 \leq 2,3$$

$M_1$  é o menor e  $M_2$  o maior momento de flexão nas extremidades do comprimento destravado.

E = módulo de elasticidade

$$C_{TF} = -0,6 - 0,4(M_1/M_2)$$

$M_1$  é o menor e  $M_2$  o maior momento de flexão nas extremidades do comprimento destravado.

$r_0$  = raio de giração da seção transversal em torno de centro de cisalhamento

$$r_0 = \sqrt{r_x^2 + r_y^2 + x_0^2} \quad (\text{Equação C3,1,2-10})$$

$r_x, r_y$  = raio de giração da seção transversal em torno do eixo principal;

G = módulo de elasticidade transversal;

$K_x, K_y, K_T$  = coeficiente de flambagem para flexão em torno do eixo x, y e torção;

$L_x, L_y, L_T$  = comprimento destravados da barra comprimido para flexão em relação aos eixos x, y e para torção;

$x_0$  = distancia do centro de cisalhamento ao centro de gravidade ao longo do eixo principal x, tomado como negativo;

$C_w$  = constante de empenamento da torção da seção.

$$j = \frac{I}{2I} \left[ \int_A x^3 dA + \int_A xy^2 dA \right] - x_0 \quad (\text{Equação C3,1,2-11})$$

(b) para flexão de seções I ou Z em torno do eixo central perpendicular a alma (eixo x). No lugar de (a), a seguinte equação será usada para calcular  $M_c$ .

Para  $M_e > 0,5M_y$ ,

$$M_c = M_y \quad (\text{Equação C3,1,2-12})$$

Para  $2,78M_y > M_e > 0,56M_y$ ,

$$M_c = \frac{10}{9} M_y \left( 1 - \frac{10M_y}{36M_e} \right) \quad (\text{Equação C3,1,2-13})$$

Para  $M_e \leq 0,56M_y$ ,

$$M_c = M_e \quad (\text{Equação C3, 1,2-14})$$

$M$  = momento elástico crítico determinado como definido em (a) ou como a seguir:

$$M_e = \frac{\pi^2 EC_b d I_{yc}}{L^2} \quad (\text{Equação C3,1,2-15})$$

Para seções I duplamente simétricas

$$M_e = \frac{\pi^2 EC_b d I_{yc}}{2L^2} \quad (\text{Equação C3,1,2-16})$$

Para seções Z com um ponto de simetria

$d$  = altura da seção;

$L$  = comprimento da barra destravado;

$I_{yc}$  = momento de inércia da porção comprimida da seção em relação ao eixo de gravidade da seção completa paralela a alma, usando a seção bruta sem redução.

### C3.2 Resistência à Força Cortante

A resistência ao cisalhamento,  $\phi_v V_n$ , para qualquer seção será calculada como a seguir:

$$(a) \text{ para } \frac{h}{t} \leq \sqrt{\frac{Ek_v}{F_y}}$$

$$\phi_v = 1,0$$

$$V_n = 0,577 F_y h t \quad (\text{Equação C3,2-1})$$

$$(b) \text{ para } \sqrt{\frac{Ek_v}{F_y}} < \frac{h}{t} \leq 1,415 \sqrt{\frac{Ek_v}{F_y}}$$



$$V_n = 0,64t^2 \sqrt{k_v F_y E} \quad (\text{Equação C3,2-2})$$

(c) para  $\frac{h}{t} > 1,415 \sqrt{\frac{Ek_v}{F_y}}$

$$\phi_v = 0,90$$

$$V_n = \frac{0,905Ek_v t^3}{h} \quad (\text{Equação C3,2-3})$$

em que  $\phi_v$  = fator de resistência ao cisalhamento;

$V_n$  = resistência nominal ao cisalhamento da viga;

$t$  = espessura da alma;

$h$  = altura da parte plana da alma;

$k$  = coeficiente de flambagem determinado como a seguir:

1. para almas não-enrijecidas  $k_v = 5,34$
2. para almas das vigas com enrijecedores transversal satisfazendo requisitos da item B6.

para  $\frac{a}{h} \leq 1,0$

$$k_v = 4,00 + \frac{5,34}{(a/h)^2} \quad (\text{Equação C3,2-4})$$

para  $\frac{a}{h} > 1,0$

$$k_v = 5,34 + \frac{4,00}{(a/h)^2} \quad (\text{Equação C3,2-5})$$

$a$  = distância entre enrijecedores transversais.

### C3.3 Resistência à Flexão Composta

As vigas sem enrijecedores de alma, resistindo ao momento fletor  $M_u$  e esforço cortante  $V_u$ , será satisfeita se satisfazerem seguinte interação:

$$\left( \frac{M_u}{\phi_b M_{nx0}} \right)^2 + \left( \frac{V_u}{\phi_v V_n} \right)^2 \leq 1,0 \quad (\text{Equação C3,3-1})$$

As vigas com enrijecedores de alma, resistindo ao momento fletor  $M_u$  e esforço cortante  $V_u$ , menores que  $\phi_v M_u$  e  $f_v V_n$  respectivamente

$$0,6\left(\frac{M_u}{\phi_b M_{nx0}}\right)^2 + \left(\frac{V_u}{\phi_v V_n}\right)^2 \leq 1,3 \quad (\text{Equação C3,3-1})$$

em que  $\phi_b$  = fator de resistência à flexão;

$\phi_v$  = fator de resistência ao cisalhamento;

$M_{nx0}$  = resistência nominal à flexão em torno do eixo central x;

$V_n$  = resistência nominal ao cisalhamento quando ele existe sozinho.

#### C4 Carga de Compressão Concentrada

Esta seção é aplicável para barras em que toda a carga que passa pelo centro de gravidade da seção efetiva calculada para uma tensão  $f_n$ , é definida a seguir:

a) A resistência à compressão  $\phi_c P_n$  será calculada como a seguir.

$$\phi_c = 0,85$$

$$P_n = A_e F_n \quad (\text{Equação C4-1})$$

em que  $A_e$  = área efetiva para a tensão  $f_n$

$F_n$  é determinado como a seguir.

$$\text{para } F_c > F_y/2 \quad F_n = F_y(1 - F_y/4F_e) \quad (\text{Equação C4-2})$$

$$\text{para } F_c \leq F_y/2 \quad F_n = F_e \quad (\text{Equação C4-3})$$

$F_e$  é a menor flambagem por flexão, torção ou por flexo-torção, calculado de acordo com as Seções C4.1 ou C4.2.

b) Para Seções C, Z e cantoneira simples sem enrijecedores de flanges, para  $P_n$  será tomado o menor valor como calculado a seguir:

$$P_n = \frac{A\pi^2 E}{25,7(w/t)^2} \quad (\text{Equação C4-4})$$

em que  $A$  = área bruta da seção, sem redução da seção transversal;

$W$  = comprimento do plano do elemento não-enrijecido;

$t$  = espessura do elemento não-enrijecido

c) Cantoneiras deverão ser projetadas para resistir a uma força axial  $P_u$ , atuando simultaneamente com o momento igual a  $P_u L/1000$ , aplicado sobre o eixo principal mínimo, provocando compressão nas extremidades das abas das cantoneiras.

d) O índice de esbeltez,  $KL/r$ , não deve exceder a 200 e durante a montagem que não deve exceder a 300.

#### C4.1 Seções não Sujeitas à Flambagem por Torção ou Flexo-Torção

Para seções duplamente simétricas, seções fechadas e outras que não podem estar sujeitas à flambagem por torção ou flexo-torção, a tensão de flambagem por flexão,  $F_e$ , será determinada como a seguir:

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} \quad (\text{Equação C4.1-1})$$

em que  $E$ = módulo de elasticidade;  
 $K$ = coeficiente de flambagem;  
 $L$ = comprimento da barra destravado;  
 $r$ = raio de giração da seção bruta, sem redução da seção transversal

#### C4.2 Seções Mono ou Duplamente Simétricas Sujeitas à Flambagem por Torção ou Flexo-Torção

Para seções sujeitas a flambagem por torção ou flexo-torção,  $F_e$  será o menor valor calculado no item C4.1 como a seguir:

$$F_e = \frac{I}{2\beta} \left[ (\sigma_{ex} + \sigma_t) - \sqrt{(\sigma_{ex} + \sigma_t)^2 - 4\beta\sigma_{ex}\sigma_t} \right] \quad (\text{Equação C4.2-1})$$

Alternativamente, valor conservativo de  $F_e$  pode ser obtido com a equação a seguir:

$$F_e = \frac{\sigma_t \sigma_{ex}}{\sigma_t + \sigma_{ex}} \quad (\text{Equação C4.2-2})$$

em que  $\sigma_t$  e  $\sigma_{ex}$  definidos no item C3.1.2(a)

$$\beta = 1 - \left( \frac{x_0}{r_0} \right)^2 \quad (\text{Equação C4.2-3})$$

#### C5 Carga Axial Combinada com Flexão

Para uma barra resistir aos esforços  $P_u$ ,  $M_{ux}$  e  $M_{uy}$  será necessário que a seguinte equação de interação seja satisfeita:

$$\frac{P_u}{\phi_c P_{no}} + \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \leq 1,0 \quad (\text{Equação C5-2})$$

Quando  $\frac{P_u}{\phi_c P_n} \leq 0,15$  a seguinte fórmula matemática poderá ser utilizada, em substituição às anteriores:

$$\frac{P_u}{\phi_c P_n} + \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \leq 1,0 \quad (\text{Equação C5-3})$$

em que  $P_u$ = carga axial atuante;

$M_{ux}$  e  $M_{uy}$ = momentos fletores atuantes em relação aos eixos centrais da seção efetiva;

$P_n$ = resistência nominal à compressão determinada de acordo com o item C4;

$P_{no}$ = resistência nominal à compressão determinada de acordo com o item C4, com  $F_n = F_y$ ;

$M_{ux}$  e  $M_{uy}$ = resistências nominais a flexão em torno do eixo central de terminado de acordo com o item C3;

$$\frac{1}{\alpha_{nx}}, \frac{1}{\alpha_{ny}} \quad \text{fator de amplificação} \quad (\text{Equação C5-4})$$

$$= 1 / \left[ 1 - \frac{P_u}{\phi_c P_E} \right]$$

$\phi_b$ = 0,95 e 0,90 definido no item C3.3.1;  
0,85 definido no item C3.3.2;

$$P_E = \frac{\pi^2 EI_b}{(K_b L_b)^2} \quad (\text{Equação C5-5})$$

$I_b$ = momento de inércia da seção total, sem redução de seção em torno de eixo de flexão;

$L_b$ = comprimento destravado no plano de flexão;

$K_b$ = coeficiente de flambagem no plano de flexão;

$C_{nx}$  e  $C_{ny}$ = coeficiente cujos valores são dados a seguir:

1. Para barras comprimidos nas estruturas sujeitos à translação dos nós:

$$C_m = 0,85$$

2. Para barras comprimidos com os apoios indeslocáveis e não-sujeitos à carga transversal entre seus apoios no plano de flexão

$$C_m = 0,6 - 0,4(M_1/M_2) \quad (\text{Equação C5-6})$$

$M_1$  = menor momento

$M_2$  = maior momento

3. Para barras comprimidos nas estruturas carregadas transversalmente, contraventadas contra deslocamento dos nós. A seguinte expressão pode ser adotada:

- a) para nós indeslocáveis  $C_m = 0,85$
- b) para nós deslocáveis  $C_m = 1,00$

## ANEXO C

---

Tabelas de Propriedades Geométricas e Resistência ao  
Cisalhamento

PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DO PERFIL U ENRIJECIDO

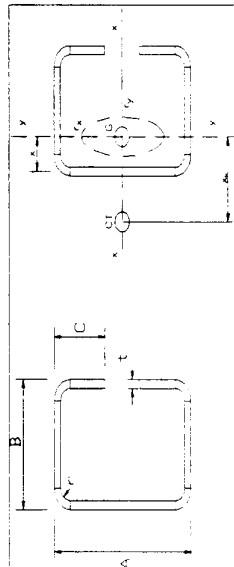


Tabela C.1

DIMENSÕES		A	M	k	W <sub>y</sub>	r <sub>x</sub>	x	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	r <sub>y</sub>	J	C <sub>w</sub>	X <sub>0</sub>	I <sub>xy</sub>	I <sub>xx</sub>	I <sub>yy</sub>	r <sub>0</sub>	β			
A'	B'	C'	t	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		
300	85	25	4,75	23,215	18,224	2,952,399	196,827	11,277	2,20	193,612	30,720	2,888	1,746	34,806,060	-5,487	-2,101,673	3,727,894	2,907,270	17,195	12,869	0,818
			4,25	20,911	16,416	2,677,197	178,480	11,315	2,20	177,902	28,232	2,917	1,259	31,957,500	-5,528	-1,917,344	3,367,772	2,647,980	17,046	12,927	0,817
			3,35	16,682	13,095	2,161,028	144,069	11,382	2,20	146,968	23,330	2,968	0,624	26,376,790	-5,601	-1,564,414	2,700,782	2,154,510	16,797	13,028	0,815
			3,75	18,575	14,581	2,393,753	159,584	11,352	2,20	161,143	25,576	2,945	0,871	28,900,440	-5,568	-1,724,661	3,000,219	2,378,120	16,905	12,982	0,816
			3,00	15,008	11,781	1,953,020	130,201	11,408	2,20	133,995	21,272	2,988	0,450	24,043,810	-5,630	-1,419,693	2,434,812	1,953,140	16,706	13,068	0,814
			2,65	13,318	10,455	1,740,909	116,061	11,433	2,20	120,484	19,129	3,008	0,312	21,616,940	-5,658	-1,270,718	2,165,119	1,746,380	16,617	13,106	0,814
			2,25	11,367	8,923	1,493,452	99,563	11,462	2,20	104,374	16,574	3,030	0,192	18,726,030	-5,691	-1,095,195	1,852,312	1,503,410	16,520	13,151	0,813
			2,00	10,137	7,957	1,306,047	89,070	11,480	2,20	93,939	14,918	3,044	0,135	16,854,470	-5,712	-982,612	1,654,308	1,347,910	16,461	13,179	0,812
250	85	25	4,75	20,840	16,360	1,908,731	152,698	9,570	2,42	183,447	30,175	2,967	1,567	23,170,340	-5,945	-1,395,650	2,367,971	1,969,530	14,018	11,650	0,740
			4,25	18,786	14,747	1,733,075	138,646	9,605	2,42	168,572	27,742	2,996	1,131	21,303,580	-5,986	-1,274,424	2,139,342	1,813,080	13,929	11,707	0,739
			3,75	16,700	13,109	1,551,583	124,127	9,639	2,43	152,700	25,138	3,024	0,783	19,312,150	-6,027	-1,147,420	1,905,982	1,629,200	13,845	11,763	0,737
			3,35	15,007	11,780	1,402,159	112,173	9,666	2,43	139,273	22,935	3,046	0,561	17,626,650	-6,059	-1,041,587	1,715,854	1,476,660	13,781	11,808	0,737
			3,00	13,508	10,604	1,268,308	101,465	9,690	2,43	126,984	20,916	3,066	0,405	16,082,780	-6,088	-945,853	1,548,963	1,339,170	13,728	11,847	0,736
			2,65	11,993	9,414	1,131,546	90,524	9,713	2,43	114,183	18,813	3,086	0,281	14,473,010	-6,117	-847,158	1,375,684	1,197,870	13,676	11,886	0,735
			2,25	10,242	8,040	971,660	77,733	9,740	2,43	98,920	16,303	3,108	0,173	12,550,820	-6,150	-730,663	1,177,024	1,031,690	13,620	11,931	0,734
			2,00	9,137	7,172	848,779	69,582	9,767	2,43	89,033	14,676	3,122	0,122	11,303,810	-6,170	-655,891	1,051,255	928,228	13,588	11,950	0,734
200	76	25	4,75	17,515	13,780	1,035,138	103,514	7,688	2,32	124,984	24,135	2,871	1,317	10,829,850	-5,821	-997,579	1,045,928	1,055,000	11,236	9,891	0,677
			4,25	15,811	12,412	942,457	94,248	7,720	2,32	115,191	22,253	2,899	0,953	9,723,082	-5,861	-909,814	948,445	969,113	11,178	9,946	0,676
			3,75	14,075	11,049	848,034	84,803	7,753	2,33	104,948	20,228	2,927	0,692	8,851,494	-5,700	-876,952	844,544	898,674	11,121	10,002	0,675
			3,35	12,662	9,839	769,178	76,618	7,779	2,33	95,692	18,498	2,949	0,474	8,105,938	-5,732	-824,986	791,269	796,751	11,079	10,046	0,674
			3,00	11,408	8,955	694,303	69,430	7,801	2,33	87,390	16,903	2,969	0,342	7,417,335	-5,760	-777,713	714,323	714,323	11,045	10,084	0,674
			2,65	10,138	7,958	620,552	62,055	7,824	2,33	79,731	15,233	2,987	0,237	6,694,016	-5,788	-728,739	611,660	611,660	11,013	10,123	0,673

**PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DO PERFIL U ENRIJECIDO**

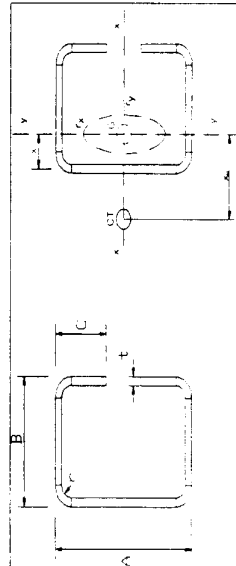


Tabela C.1

DIMENSÕES		A	M	I <sub>x</sub>	W <sub>x</sub>	r <sub>x</sub>	x	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	r <sub>y</sub>	J	C <sub>w</sub>	x <sub>0</sub>	β <sub>w</sub>	β <sub>x</sub>	β <sub>y</sub>	J	I <sub>0</sub>	β	
A'	B'	C'	t=r	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
200	75	20	2,25	8,442	6,627	520,433	7,862	2,20	62,452	11,780	2,720	0,142	-5,477	-342,786	575,871	472,491	11,125	9,952	0,697	
			2,00	7,537	5,916	466,549	7,868	2,20	56,333	10,629	2,734	0,100	-5,497	-308,298	514,671	424,583	11,097	9,980	0,697	
150	60	20	4,75	13,240	10,394	435,158	5,733	1,91	58,245	14,239	2,097	0,996	-4,539	-235,044	352,264	360,097	8,636	7,607	0,644	
			4,25	11,966	9,409	398,461	5,766	1,91	54,160	13,250	2,126	0,722	-4,577	-216,825	319,726	330,617	8,579	7,663	0,643	
			3,75	10,700	8,399	359,685	5,798	1,92	49,627	12,150	2,154	0,502	-4,616	-197,182	286,164	299,285	8,528	7,718	0,642	
			3,35	9,647	7,573	327,151	5,824	1,92	45,667	11,186	2,176	0,361	-4,647	-180,412	258,565	272,853	8,490	7,762	0,642	
			3,00	8,708	6,836	297,569	5,846	1,92	41,955	10,283	2,195	0,261	-4,675	-164,951	233,862	248,704	8,460	7,801	0,641	
			2,65	7,753	6,086	266,937	5,868	1,92	38,007	9,319	2,214	0,181	-4,703	-148,739	208,635	223,586	8,432	7,839	0,640	
			2,25	6,842	5,214	230,632	5,893	1,92	33,201	8,146	2,236	0,112	-4,735	-129,272	179,155	193,667	8,402	7,883	0,639	
			2,00	5,937	4,660	207,232	5,908	1,93	30,034	7,370	2,249	0,079	-4,755	-116,586	160,374	174,300	8,385	7,910	0,639	
			1,50	4,502	3,534	158,784	5,939	1,93	23,319	5,727	2,276	0,034	-4,795	-89,991	121,963	133,994	8,354	7,965	0,638	
127	50	17	3,35	8,005	6,284	191,245	4,888	1,59	25,511	7,487	1,785	0,299	-3,826	-87,141	126,227	133,185	7,203	6,459	0,649	
			3,00	7,238	5,682	174,520	4,910	1,59	23,571	6,920	1,805	0,217	-3,854	-80,012	114,401	121,819	7,167	6,498	0,648	
			2,65	6,454	5,067	157,054	4,933	1,60	21,470	6,308	1,824	0,151	-3,881	-72,449	102,267	109,892	7,135	6,536	0,647	
			2,25	5,539	4,348	136,176	4,958	1,60	18,870	5,548	1,846	0,093	-3,913	-63,261	88,020	95,555	7,101	6,580	0,646	
			2,00	4,957	3,891	122,627	4,974	1,60	17,134	5,038	1,859	0,066	-3,939	-57,217	78,908	84,205	7,081	6,608	0,646	
			1,50	3,767	2,987	94,369	5,005	1,60	13,399	3,943	1,888	0,028	-3,972	-44,416	60,188	68,594	7,048	6,662	0,645	
100	50	17	3,35	7,101	5,574	168,401	3,907	1,77	23,441	7,265	1,817	0,268	-4,186	-53,883	95,562	81,930	6,204	6,007	0,614	
			3,00	6,428	5,046	149,169	3,928	1,78	21,689	6,721	1,836	0,193	-4,212	-49,600	80,361	75,054	6,192	6,045	0,614	
			2,65	5,739	4,605	130,484	3,948	1,78	19,747	6,130	1,855	0,134	-4,238	-45,026	63,692	67,811	6,182	6,082	0,614	
			2,25	4,932	3,872	111,785	3,971	1,78	17,304	5,395	1,878	0,089	-4,268	-39,438	48,502	58,089	6,173	6,124	0,614	
			2,00	4,417	3,487	100,164	3,986	1,78	15,771	4,902	1,890	0,059	-4,287	-35,725	41,708	53,348	6,168	6,151	0,614	
			1,50	3,362	2,639	74,170	4,014	1,79	12,341	3,840	1,916	0,025	-4,328	-27,830	31,842	41,288	6,162	6,205	0,614	



**PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DO PERFIL U ENRIJECIDO**

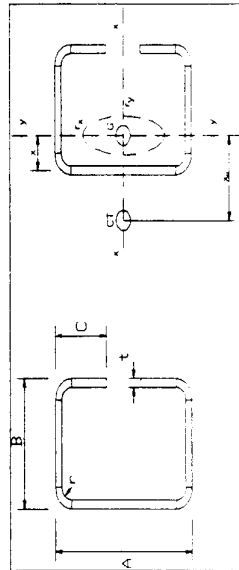


Tabela C.1

DIMENSÕES		A	M	$I_x$	$W_x$	$r_x$	x	$I_y$	$W_y$	$r_y$	J	$C_w$	$x_0$	$\beta_w$	$\beta_x$	$\beta_y$	J	$r_0$	$\beta$		
A'	B'	C'	t=r	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
75	40	15	3,00	4,958	3,892	42,031	11,208	2,912	1,50	10,584	4,227	1,461	0,149	147,308	-3,505	-17,827	18,605	27,164	4,825	4,785	0,464
			2,65	4,440	3,486	38,170	10,179	2,932	1,50	9,724	3,887	1,480	0,104	136,220	-3,529	-16,306	16,704	24,682	4,819	4,821	0,464
			2,25	3,829	3,006	33,432	8,915	2,955	1,50	8,628	3,452	1,501	0,065	121,797	-3,558	-14,401	14,449	21,639	4,815	4,863	0,465
			2,00	3,437	2,698	30,292	8,078	2,969	1,50	7,879	3,154	1,514	0,046	111,783	-3,576	-13,117	12,993	19,621	4,813	4,888	0,465
50	25	10	3,008	3,008	2,361	10,447	4,179	1,864	0,92	2,214	1,402	0,858	0,090	13,652	-2,101	-2,646	2,972	4,233	3,131	2,937	0,488
			3,00	3,008	2,361	10,447	4,179	1,864	0,92	2,214	1,402	0,858	0,090	13,652	-2,101	-2,646	2,972	4,233	3,131	2,937	0,488
			2,65	2,718	2,134	9,664	3,866	1,886	0,92	2,093	1,328	0,878	0,064	12,997	-2,124	-2,473	2,695	3,910	3,111	2,973	0,490
			2,25	2,367	1,858	8,635	3,454	1,910	0,93	1,915	1,216	0,899	0,040	12,001	-2,150	-2,237	2,368	3,492	3,094	3,013	0,491
			2,00	2,137	1,677	7,918	3,167	1,925	0,93	1,781	1,132	0,913	0,028	11,231	-2,168	-2,067	2,135	3,202	3,086	3,040	0,491
			1,50	1,662	1,297	6,310	2,524	1,954	0,93	1,458	0,929	0,939	0,012	9,320	-2,203	-1,673	1,662	2,555	3,075	3,091	0,492

PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DO PERFIL U SIMPLES

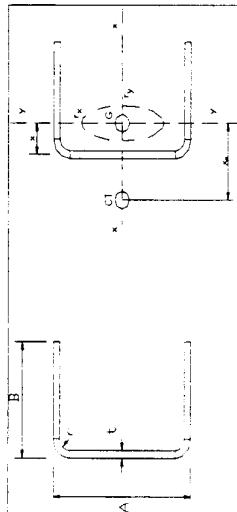


Tabela C.2

DIMENSÕES		A	M	I <sub>x</sub>	W <sub>x</sub>	r <sub>x</sub>	x	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	r <sub>y</sub>	J	C <sub>w</sub>	x <sub>0</sub>	β <sub>w</sub>	β <sub>y</sub>	β <sub>x</sub>	J	r <sub>0</sub>	β	
A'	B'	mm	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>6</sup>	cm	cm <sup>6</sup>	cm <sup>6</sup>	cm <sup>6</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm
200	50	4,75	13,508	697,635	69,764	7,187	1,038	25,565	6,452	1,376	1,016	1.807,536	-2,27	-240,39	740,248	12,048	7,662	0,912		
		4,25	12,156	632,863	63,286	7,215	1,016	23,248	5,836	1,383	0,732	1.649,855	-2,28	-217,64	673,438	12,081	7,691	0,912		
		3,75	10,787	566,098	56,610	7,244	0,995	20,846	5,204	1,390	0,506	1.484,954	-2,28	-194,32	604,108	12,113	7,722	0,913		
		3,35	9,681	511,238	51,124	7,267	0,977	18,863	4,698	1,396	0,362	1.347,718	-2,29	-175,25	546,806	12,138	7,746	0,913		
		3,00	8,704	462,172	46,217	7,287	0,962	17,081	4,230	1,401	0,261	1.223,684	-2,29	-158,25	496,308	12,159	7,767	0,913		
		2,65	7,719	412,108	41,211	7,307	0,947	15,257	3,764	1,406	0,181	1.095,896	-2,30	-140,96	442,530	12,181	7,788	0,913		
		2,25	6,583	363,661	36,366	7,329	0,930	13,118	3,223	1,412	0,111	945,175	-2,30	-120,83	390,627	12,205	7,811	0,913		
		2,00	5,868	316,460	31,646	7,343	0,919	11,752	2,880	1,415	0,078	848,403	-2,31	-106,05	341,071	12,220	7,826	0,913		
150	50	4,75	11,133	344,171	45,889	5,560	1,209	23,721	6,256	1,460	0,837	907,060	-2,62	-124,02	385,466	8,133	6,318	0,828		
		4,25	10,031	313,116	41,749	5,587	1,187	21,586	5,660	1,467	0,604	829,616	-2,63	-112,43	351,705	8,168	6,345	0,829		
		3,75	8,912	280,879	37,451	5,614	1,164	19,370	5,049	1,474	0,418	748,207	-2,63	-100,51	316,408	8,203	6,372	0,830		
		3,35	8,006	254,229	33,897	5,635	1,147	17,536	4,551	1,480	0,299	680,152	-2,63	-90,74	287,047	8,230	6,393	0,830		
		3,00	7,204	230,275	30,703	5,654	1,131	15,887	4,106	1,485	0,216	618,422	-2,64	-82,01	260,525	8,254	6,413	0,831		
		2,65	6,394	205,726	27,430	5,672	1,116	14,196	3,655	1,490	0,150	554,613	-2,64	-73,12	233,218	8,278	6,431	0,832		
		2,25	5,458	176,933	23,591	5,693	1,098	12,212	3,129	1,498	0,092	479,036	-2,64	-62,74	201,036	8,305	6,452	0,832		
		2,00	4,868	158,535	21,136	5,708	1,087	10,944	2,797	1,499	0,065	430,469	-2,65	-56,15	180,369	8,322	6,466	0,833		
127	50	4,75	10,040	230,124	36,240	4,786	1,314	22,579	6,125	1,500	0,755	606,717	-2,83	-85,06	264,100	6,750	5,759	0,759		
		4,25	9,053	209,763	33,034	4,814	1,292	20,560	5,544	1,507	0,546	565,754	-2,83	-77,18	241,512	6,824	5,763	0,761		
		3,75	8,050	188,523	29,699	4,839	1,269	18,469	4,947	1,514	0,377	501,989	-2,83	-69,06	217,755	6,898	5,807	0,762		
		3,35	7,235	170,890	26,912	4,860	1,251	16,719	4,469	1,520	0,271	456,854	-2,83	-62,39	197,892	6,965	5,837	0,764		
		3,00	6,514	154,989	24,408	4,878	1,235	15,153	4,025	1,526	0,195	415,820	-2,84	-56,49	179,877	6,908	5,844	0,765		
		2,65	5,784	138,643	21,834	4,898	1,219	13,546	3,592	1,530	0,135	373,300	-2,84	-50,34	161,262	6,992	5,862	0,766		

**PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DO PERFIL U SIMPLES**

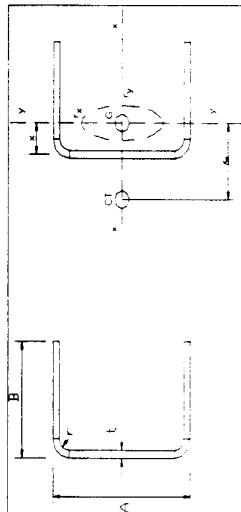


Tabela C.2

DIMENSÕES		A	M	I <sub>x</sub>	W <sub>x</sub>	r <sub>x</sub>	x	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	r <sub>y</sub>	J	C <sub>y</sub>	x <sub>c</sub>	β <sub>y</sub>	β <sub>x</sub>	j	r <sub>o</sub>	β
A'	t=f																	
mm	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>6</sup>	cm	cm <sup>8</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm	cm
	2,25	4,941	3,879	119,411	18,805	4,916	1,202	11,657	3,069	1,536	0,063	322,848	-2,84	-43,23	139,242	6,958	5,881	0,767
	2,00	4,408	3,461	107,090	16,865	4,929	1,190	10,449	2,743	1,540	0,059	290,291	-2,84	-38,70	125,070	6,974	5,894	0,768
	1,50	3,331	2,615	81,747	12,874	4,954	1,168	7,969	2,080	1,547	0,025	222,759	-2,85	-29,44	95,770	7,007	5,919	0,769
100	4,75	8,758	6,875	129,927	25,985	3,852	1,472	20,875	5,916	1,544	0,059	339,434	-3,12	-50,70	153,988	5,589	5,189	0,640
	4,25	7,906	6,206	118,810	23,762	3,877	1,448	19,031	5,357	1,552	0,476	311,759	-3,11	-46,06	141,401	5,619	5,209	0,643
	3,75	7,037	5,524	107,116	21,423	3,901	1,424	17,106	4,783	1,559	0,330	282,340	-3,11	-41,26	128,007	5,650	5,229	0,645
	3,35	6,331	4,970	97,337	19,467	3,921	1,406	15,507	4,314	1,565	0,237	257,508	-3,12	-37,32	116,699	5,674	5,247	0,647
	3,00	5,704	4,478	88,489	17,694	3,938	1,389	14,065	3,895	1,570	0,171	234,810	-3,12	-33,78	106,365	5,695	5,261	0,649
	2,65	5,069	3,979	79,305	15,861	3,955	1,373	12,582	3,469	1,575	0,119	211,185	-3,12	-30,17	95,613	5,716	5,275	0,651
	2,25	4,333	3,402	68,467	13,693	3,975	1,354	10,837	2,972	1,581	0,073	183,022	-3,12	-25,93	82,805	5,741	5,292	0,653
	2,00	3,868	3,037	61,493	12,299	3,987	1,342	9,718	2,657	1,585	0,052	164,777	-3,12	-23,23	74,516	5,756	5,303	0,655
	1,50	2,926	2,297	47,077	9,415	4,011	1,319	7,418	2,015	1,592	0,022	126,768	-3,12	-17,70	57,267	5,786	5,324	0,657
100	4,75	7,808	6,129	108,380	21,676	3,726	1,104	11,024	3,806	1,188	0,587	180,778	-2,27	-32,53	98,938	5,285	4,523	0,747
	4,25	7,056	5,539	99,328	19,866	3,752	1,080	10,088	3,454	1,196	0,425	166,655	-2,27	-29,62	91,054	5,319	4,547	0,750
	3,75	6,287	4,936	89,745	17,949	3,778	1,058	9,102	3,093	1,203	0,295	151,481	-2,28	-28,59	82,610	5,353	4,572	0,752
	3,35	5,661	4,444	81,691	16,338	3,799	1,039	8,275	2,794	1,209	0,212	138,559	-2,28	-24,09	75,442	5,380	4,592	0,754
	3,00	5,104	4,007	74,355	14,871	3,817	1,023	7,525	2,528	1,214	0,153	126,664	-2,28	-21,85	69,863	5,404	4,609	0,755
	2,65	4,539	3,583	66,748	13,350	3,835	1,008	6,748	2,265	1,219	0,106	114,204	-2,28	-19,84	61,993	5,427	4,626	0,757
	2,25	3,883	3,049	57,718	11,844	3,855	0,980	5,829	1,936	1,225	0,068	99,284	-2,28	-16,83	53,778	5,454	4,645	0,758
	2,00	3,498	2,723	51,889	10,378	3,868	0,978	5,236	1,739	1,229	0,046	89,516	-2,28	-15,09	49,444	5,470	4,669	0,759
	1,50	2,626	2,061	39,801	7,990	3,883	0,955	4,011	1,317	1,238	0,020	69,107	-2,29	-11,82	37,305	5,503	4,692	0,761
75	4,75	6,620	5,197	54,028	14,402	2,858	1,259	9,975	3,639	1,227	0,488	89,685	-2,59	-17,55	51,106	4,239	4,025	0,598
	4,25	5,868	4,705	49,753	13,287	2,881	1,234	9,147	3,305	1,235	0,361	82,462	-2,59	-16,01	47,990	4,269	4,044	0,601

PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DO PERFIL U SIMPLES

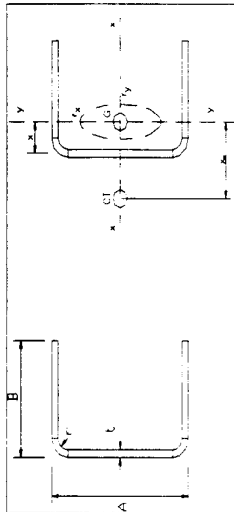


Tabela C.2

DIMENSÕES		A	M	I <sub>x</sub>	W <sub>x</sub>	r <sub>x</sub>	x	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	r <sub>y</sub>	J	C <sub>w</sub>	x <sub>0</sub>	β <sub>w</sub>	β <sub>r</sub>	j	r <sub>0</sub>	β	
A'	B'	t=r	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
			3,75	5,350	4,200	45,181	12,048	2,906	1,210	8,269	2,963	75,275	-2,55	-14,40	43,256	4,298	4,063	0,605	
			3,35	4,823	3,786	41,289	11,010	2,926	1,191	7,529	2,690	69,087	-2,55	-13,06	39,709	4,322	4,079	0,608	
			3,00	4,354	3,418	37,709	10,056	2,943	1,173	6,855	2,425	63,341	-2,55	-11,86	36,408	4,342	4,093	0,611	
			2,65	3,876	3,043	33,965	9,057	2,960	1,157	6,155	2,165	57,276	-2,55	-10,62	32,919	4,363	4,106	0,614	
			2,25	3,321	2,607	29,481	7,862	2,979	1,138	5,323	1,860	49,942	-2,55	-9,16	28,685	4,386	4,121	0,617	
			2,00	2,968	2,330	26,565	7,084	2,992	1,126	4,786	1,665	45,134	-2,55	-8,22	25,926	4,401	4,132	0,619	
			1,50	2,251	1,767	20,470	5,459	3,016	1,102	3,672	1,267	34,985	-2,55	-6,29	20,082	4,430	4,152	0,622	
50	25		3,00	2,704	2,123	9,704	3,882	1,894	0,766	1,571	0,906	6,271	-1,56	-1,93	5,689	2,756	2,569	0,632	
			2,65	2,419	1,899	8,844	3,538	1,912	0,749	1,426	0,814	5,749	-1,56	-1,74	5,216	2,777	2,583	0,636	
			2,25	2,063	1,636	7,778	3,111	1,932	0,730	1,248	0,705	5,091	-1,56	-1,51	4,619	2,802	2,599	0,641	
			2,00	1,868	1,467	7,065	2,826	1,945	0,718	1,130	0,634	4,645	-1,56	-1,37	4,213	2,817	2,610	0,644	
			1,50	1,426	1,119	5,529	2,212	1,969	0,694	0,979	0,487	3,669	-1,56	-1,06	3,324	2,848	2,630	0,650	

### RESISTÊNCIA AO CISLHAMENTO DA ALMA DO PERFIL U ENRIJECIDO

$$f_y = 24500 \text{ N/cm}^2 \quad E = 20500000 \text{ N/cm}^2$$

Tabela C.3

item	DIMENSÕES				$\phi_v V_n(x)$	$\phi_v V_n(y)$
	A'	B'	C'	r=t		
	mm	mm	mm	mm	N	N
1	300	85	25	4,75	188.686,90	88.635,85
2	300	85	25	4,25	170.026,80	81.708,97
3	300	85	25	3,75	132.652,60	74.216,63
4	300	85	25	3,35	105.862,60	67.815,62
5	300	85	25	3,00	83.590,62	61.917,87
6	300	85	25	2,65	57.335,73	55.743,05
7	300	85	25	2,25	34.901,23	48.346,83
8	300	85	25	2,00	24.428,31	43.540,42
9	250	85	25	4,75	155.112,80	88.635,85
10	250	85	25	4,25	139.986,70	81.708,97
11	250	85	25	3,75	124.577,90	74.216,63
12	250	85	25	3,35	105.862,60	67.815,62
13	250	85	25	3,00	84.897,64	61.917,87
14	250	85	25	2,65	66.243,74	55.743,05
15	250	85	25	2,25	42.142,15	48.346,83
16	250	85	25	2,00	29.475,48	43.540,42
17	200	75	25	4,75	121.538,60	75.206,18
18	200	75	25	4,25	109.946,60	69.692,95
19	200	75	25	3,75	98.071,97	63.614,25
20	200	75	25	3,35	88.368,67	58.344,16
21	200	75	25	3,00	79.729,86	53.435,97
22	200	75	25	2,65	66.243,74	48.250,70
23	200	75	20	2,25	47.754,92	41.985,40
24	200	75	20	2,00	37.151,38	37.885,82
25	150	60	20	4,75	87.964,37	55.061,67
26	150	60	20	4,25	79.906,57	51.668,91
27	150	60	20	3,75	71.566,03	47.710,69
28	150	60	20	3,35	64.690,04	44.136,98
29	150	60	20	3,00	58.525,11	40.713,12
30	150	60	20	2,65	52.221,65	37.012,19
31	150	60	20	2,25	44.848,05	32.443,27
32	150	60	20	2,00	37.732,29	29.403,92
33	150	60	20	1,50	20.897,65	22.901,13
34	127	50	17	3,35	53.797,86	34.665,52
35	127	50	17	3,00	48.770,93	32.231,22
36	127	50	17	2,65	43.605,45	29.519,84

### RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DA ALMA DO PERFIL U ENRIJECIDO

$$f_y = 24500 \text{ N/cm}^2 \quad E = 20500000 \text{ N/cm}^2$$

Tabela C.3

item	DIMENSÕES				$\phi_v V_n(x)$	$\phi_v V_n(y)$
	A'	B'	C'	r=t		
	mm	mm	mm	mm	N	N
37	127	50	17	2,25	37.532,41	26.081,84
38	127	50	17	2,00	33.644,87	23.749,32
39	127	50	17	1,50	21.224,41	18.660,18
40	100	50	17	3,35	41.011,40	34.665,52
41	100	50	17	3,00	37.320,36	32.231,22
42	100	50	17	2,65	33.490,79	29.519,84
43	100	50	17	2,25	28.944,48	26.081,84
44	100	50	17	2,00	26.011,16	23.749,32
45	100	50	17	1,50	19.932,46	18.660,18
46	75	40	15	3,00	26.717,99	23.749,32
47	75	40	15	2,65	24.125,35	22.027,50
48	75	40	15	2,25	20.992,70	19.720,42
49	75	40	15	2,00	18.942,91	18.094,72
50	75	40	15	1,50	14.631,28	14.419,23
51	50	25	10	3,00	16.115,61	11.026,47
52	50	25	10	2,65	14.759,92	10.788,98
53	50	25	10	2,25	13.040,92	10.178,28
54	50	25	10	2,00	11.874,66	9.612,82
55	50	25	10	1,50	9.330,09	8.057,81

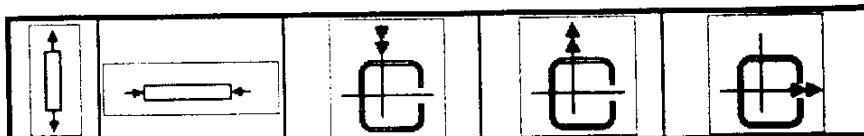
## ANEXO D

---

Tabelas de Resistências Nominais de Perfil U Enrijecido  
sendo:  $L_y=L_x=L_t$

PERFIL U ENRIJECIDO

$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 4.75 \text{ mm}$

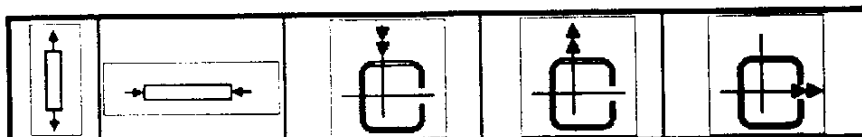


Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{ux1}$	$\phi_b \cdot M_{ux2}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	20	10	1.0	3.4	485.060	399.632	399.505	702.009	1.477.443	701.652	665.325	3.552.866	3.366.247
20	40	20	2.1	6.7	485.060	399.632	399.125	702.009	1.477.429	701.652	665.101	3.552.866	3.363.984
30	60	30	3.1	10.1	485.060	399.632	398.493	702.009	1.477.405	701.652	664.729	3.552.866	3.360.216
40	80	40	4.2	13.5	485.060	399.632	397.610	702.009	1.477.373	701.652	664.210	3.552.866	3.354.948
50	100	50	5.2	16.9	485.060	399.632	396.479	702.009	1.477.330	701.652	663.545	3.552.866	3.348.190
60	120	60	6.3	20.2	485.060	399.632	395.103	702.009	1.477.279	701.652	662.736	3.552.866	3.339.853
70	140	70	7.3	23.6	485.060	399.632	393.485	702.009	1.477.218	701.652	661.787	3.552.866	3.330.247
80	160	80	8.4	27.0	485.060	399.632	391.630	702.009	1.477.147	701.652	660.699	3.552.866	3.319.089
90	180	90	9.4	30.3	485.060	399.632	389.541	702.009	1.477.068	701.652	659.476	3.552.866	3.306.486
100	200	100	10.4	33.7	485.060	399.632	387.225	702.009	1.476.979	701.652	658.121	3.552.866	3.292.485
110	220	110	11.5	37.1	485.060	399.632	384.687	702.009	1.476.880	701.652	656.640	3.552.866	3.277.079
120	240	120	12.5	40.4	485.060	399.632	381.933	702.009	1.476.773	701.652	655.035	3.552.866	3.260.300
130	260	130	13.6	43.8	485.060	399.632	378.970	702.009	1.476.655	701.652	653.311	3.552.866	3.242.171
140	280	140	14.6	47.2	485.060	399.632	375.804	702.009	1.476.529	701.653	651.473	3.552.866	3.222.719
160	300	150	15.7	50.6	485.060	399.632	372.442	702.009	1.476.393	701.653	649.526	3.552.866	3.201.970
180	320	160	16.7	53.9	485.060	399.632	368.893	702.009	1.476.248	701.653	647.475	3.552.866	3.179.954
170	340	170	17.8	57.3	485.060	399.632	365.164	702.009	1.476.093	701.653	645.326	3.552.866	3.156.686
180	360	180	18.8	60.7	485.060	399.632	361.263	702.009	1.475.929	701.653	643.083	3.552.866	3.132.234
180	380	190	19.9	64.0	485.060	399.632	357.197	702.009	1.475.756	701.653	640.753	3.552.866	3.106.592
200	400	200	20.9	67.4	485.060	399.632	352.929	702.009	1.475.573	701.653	638.341	3.552.866	3.079.805
210	420	210	21.9	70.8	485.060	399.632	348.061	702.009	1.475.381	701.653	635.852	3.552.866	3.051.906
220	440	220	23.0	74.2	485.060	399.632	342.939	702.009	1.475.180	701.653	633.291	3.552.866	3.022.926
230	460	230	24.0	77.5	485.060	399.632	337.558	702.009	1.474.970	701.654	630.666	3.552.866	2.992.900
240	480	240	25.1	80.9	485.060	399.632	331.915	702.009	1.474.750	701.654	627.980	3.552.866	2.961.861
250	500	250	26.1	84.3	485.060	399.632	326.008	702.009	1.474.521	701.654	625.240	3.552.866	2.929.842
260	520	260	27.2	87.6	485.060	399.632	319.831	702.009	1.474.283	701.654	622.450	3.552.866	2.896.878
270	540	270	28.2	91.0	485.060	399.632	313.381	702.009	1.474.035	701.654	619.617	3.552.866	2.863.001
280	560	280	29.3	94.4	485.060	399.632	306.652	702.009	1.473.778	701.654	616.745	3.552.866	2.828.245
290	580	290	30.3	97.7	485.060	399.632	299.640	702.009	1.473.513	701.654	613.838	3.552.866	2.792.643
300	600	300	31.3	101.1	485.060	399.632	292.338	702.009	1.473.237	701.655	610.903	3.552.866	2.756.228
310	620	310	32.4	104.5	485.060	399.632	284.739	702.009	1.472.953	701.655	607.943	3.552.866	2.719.032
320	640	320	33.4	107.9	485.060	399.632	276.837	702.009	1.472.659	701.655	604.963	3.552.866	2.681.066
330	660	330	34.5	111.2	485.060	399.632	268.623	702.009	1.472.356	701.655	601.967	3.552.866	2.642.422
340	680	340	35.5	114.6	485.060	399.632	260.088	702.009	1.472.044	701.655	598.960	3.552.866	2.603.071
350	700	350	36.6	118.0	485.060	399.632	251.173	702.009	1.471.722	701.655	595.944	3.552.866	2.563.062
360	720	360	37.6	121.3	485.060	399.632	240.575	702.009	1.471.392	701.656	592.925	3.552.866	2.522.424
370	740	370	38.7	124.7	485.060	399.632	229.679	702.009	1.471.052	701.656	589.905	3.552.866	2.481.186
380	760	380	39.7	128.1	485.060	399.632	218.484	702.009	1.470.704	701.656	586.887	3.552.866	2.439.376
390	780	390	40.8	131.5	485.060	399.632	207.433	702.009	1.470.346	701.656	583.876	3.552.866	2.397.020
400	800	400	41.8	134.8	485.060	399.632	197.191	702.009	1.469.979	701.657	580.873	3.552.866	2.354.146
410	820	410	42.8	138.2	485.060	399.632	187.689	702.009	1.469.602	701.657	577.882	3.552.866	2.310.777
420	840	420	43.9	141.6	485.060	399.632	178.858	702.009	1.469.217	701.657	574.904	3.552.866	2.266.839
430	860	430	44.9	144.9	485.060	399.632	170.636	702.009	1.468.823	701.657	571.943	3.552.866	2.222.655
440	880	440	46.0	148.3	485.060	399.632	162.968	702.009	1.468.420	701.657	569.001	3.552.866	2.177.949
450	900	450	47.0	151.7	485.060	399.632	155.805	702.009	1.468.007	701.658	566.079	3.552.866	2.132.842
460	920	460	48.1	155.0	485.060	399.632	149.105	702.009	1.467.586	701.658	563.179	3.552.866	2.087.355



## PERFIL U ENRIJECIDO

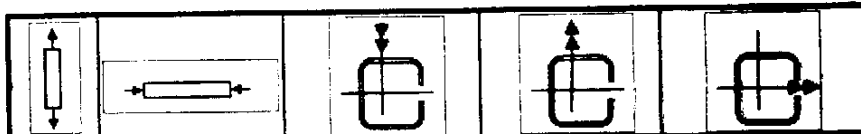
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 4.75 \text{ mm}$



Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{no}$	$\phi_b \cdot M_{ye}$	$\phi_b \cdot M_{xt}$	$\phi_b \cdot M_{xt}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	940	470	49,1	158,4	485.060	399.632	142.827	702.009	1.467.155	701.658	580.304	3.552.866	2.041.510
480	960	480	50,2	161,8	485.060	399.632	136.938	702.009	1.466.716	701.659	557.454	3.552.866	1.995.325
490	980	490	51,2	165,2	485.060	399.632	131.406	702.009	1.466.287	701.659	554.632	3.552.866	1.948.819
500	1000	500	52,2	168,5	485.060	399.632	126.202	702.009	1.465.810	701.659	551.837	3.552.866	1.902.011
510	1020	510	53,3	171,9	485.060	399.632	121.302	702.009	1.465.343	701.659	549.072	3.552.866	1.854.918
520	1040	520	54,3	175,3	485.060	399.632	116.681	702.009	1.464.868	701.660	546.337	3.552.866	1.807.555
530	1060	530	55,4	178,6	485.060	399.632	112.319	702.009	1.464.384	701.660	543.634	3.552.866	1.759.941
540	1080	540	56,4	182,0	485.060	399.632	108.198	702.009	1.463.890	701.660	540.962	3.552.866	1.712.088
550	1100	550	57,5	185,4	485.060	399.632	104.299	702.009	1.463.388	701.661	538.324	3.552.866	1.664.236
560	1120	560	58,5	188,7	485.060	399.632	100.608	702.009	1.462.877	701.661	535.718	3.552.866	1.618.351
570	1140	570	59,6	192,1	485.060	399.632	97.108	702.009	1.462.358	701.661	533.146	3.552.866	1.574.757
580	1160	580	60,6	195,5	485.060	399.632	93.789	702.009	1.461.829	701.662	530.608	3.552.866	1.533.297
590	1180	590	61,7	198,9	485.060	399.632	90.636	702.009	1.461.292	701.662	528.104	3.552.866	1.493.830
600	1200	600	62,7	202,2	485.060	399.632	87.640	702.009	1.460.746	701.662	525.635	3.552.866	1.456.223

PERFIL U ENRIJECIDO

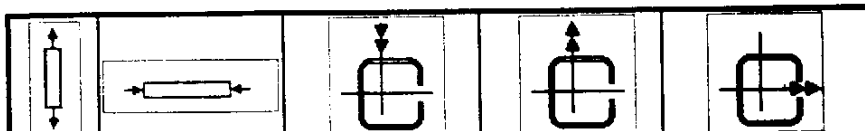
$F_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 4.25 \text{ mm}$



Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c P_n$	$\phi_c P_{n0}$	$\phi_c P_n$	$\phi_b M_{ny1}$	$\phi_b M_{ny2}$	$\phi_b M_{ny3}$	$\phi_b M_{ny4}$	$\phi_b M_{ny1}$	$\phi_b M_{ny2}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	20	10	1,0	3,3	437.256	346.235	346.127	645.439	1.273.702	645.065	611.606	3.225.900	3.056.467
20	40	20	2,1	6,7	437.256	346.235	345.803	645.439	1.273.690	645.065	611.402	3.225.900	3.054.437
30	60	30	3,1	10,0	437.256	346.235	345.263	645.439	1.273.669	645.065	611.062	3.225.900	3.051.066
40	80	40	4,2	13,4	437.256	346.235	344.509	645.439	1.273.641	645.065	610.587	3.225.900	3.046.328
50	100	50	5,2	16,7	437.256	346.235	343.542	645.439	1.273.605	645.065	609.978	3.225.900	3.040.280
60	120	60	6,2	20,0	437.256	346.235	342.364	645.439	1.273.561	645.065	609.237	3.225.900	3.032.859
70	140	70	7,3	23,4	437.256	346.235	340.977	645.439	1.273.508	645.066	608.365	3.225.900	3.024.133
80	160	80	8,3	26,7	437.256	346.235	339.385	645.439	1.273.448	645.066	607.365	3.225.900	3.014.094
90	180	90	9,4	30,0	437.256	346.235	337.589	645.439	1.273.380	645.066	606.236	3.225.900	3.002.753
100	200	100	10,4	33,4	437.256	346.235	335.595	645.439	1.273.303	645.066	604.988	3.225.900	2.990.124
110	220	110	11,5	36,7	437.256	346.235	333.404	645.439	1.273.219	645.066	603.619	3.225.900	2.976.222
120	240	120	12,5	40,1	437.256	346.235	331.022	645.439	1.273.126	645.066	602.131	3.225.900	2.961.063
130	260	130	13,5	43,4	437.256	346.235	328.453	645.439	1.273.026	645.066	600.530	3.225.900	2.944.685
140	280	140	14,6	46,7	437.256	346.235	325.702	645.439	1.272.917	645.066	598.817	3.225.900	2.927.046
150	300	150	15,6	50,1	437.256	346.235	322.773	645.439	1.272.800	645.066	596.996	3.225.900	2.908.225
160	320	160	16,7	53,4	437.256	346.235	319.671	645.439	1.272.676	645.066	595.077	3.225.900	2.888.225
170	340	170	17,7	56,8	437.256	346.235	316.403	645.439	1.272.544	645.066	593.056	3.225.900	2.867.086
180	360	180	18,7	60,1	437.256	346.235	312.972	645.439	1.272.403	645.066	590.941	3.225.900	2.844.772
190	380	190	19,8	63,4	437.256	346.235	309.385	645.439	1.272.254	645.066	588.735	3.225.900	2.821.364
200	400	200	20,8	66,8	437.256	346.235	305.648	645.439	1.272.097	645.066	586.443	3.225.900	2.796.866
210	420	210	21,9	70,1	437.256	346.235	301.766	645.439	1.271.933	645.066	584.079	3.225.900	2.771.309
220	440	220	22,9	73,4	437.256	346.235	297.745	645.439	1.271.760	645.066	581.619	3.225.900	2.744.711
230	460	230	23,9	76,8	437.256	346.235	293.591	645.439	1.271.580	645.067	579.096	3.225.900	2.717.099
240	480	240	25,0	80,1	437.256	346.235	289.095	645.439	1.271.391	645.067	576.505	3.225.900	2.688.501
250	500	250	26,0	83,5	437.256	346.235	284.122	645.439	1.271.194	645.067	573.851	3.225.900	2.658.942
260	520	260	27,1	86,8	437.256	346.235	278.924	645.439	1.270.990	645.067	571.137	3.225.900	2.628.448
270	540	270	28,1	90,1	437.256	346.235	273.498	645.439	1.270.777	645.067	568.368	3.225.900	2.597.047
280	560	280	29,2	93,5	437.256	346.235	267.841	645.439	1.270.557	645.067	565.550	3.225.900	2.564.785
290	580	290	30,2	96,8	437.256	346.235	261.948	645.439	1.270.328	645.067	562.685	3.225.900	2.531.629
300	600	300	31,2	100,2	437.256	346.235	255.816	645.439	1.270.091	645.067	559.778	3.225.900	2.497.666
310	620	310	32,3	103,5	437.256	346.235	249.438	645.439	1.269.847	645.067	556.835	3.225.900	2.462.901
320	640	320	33,3	106,8	437.256	346.235	242.810	645.439	1.269.595	645.068	553.857	3.225.900	2.427.362
330	660	330	34,4	110,2	437.256	346.235	235.925	645.439	1.269.335	645.068	550.850	3.225.900	2.391.075
340	680	340	35,4	113,5	437.256	346.235	228.776	645.439	1.269.067	645.068	547.818	3.225.900	2.354.064
350	700	350	36,4	116,8	437.256	346.235	221.356	645.439	1.268.790	645.068	544.763	3.225.900	2.316.357
360	720	360	37,5	120,2	437.256	346.235	213.656	645.439	1.268.507	645.068	541.680	3.225.900	2.277.978
370	740	370	38,5	123,5	437.256	346.235	205.666	645.439	1.268.215	645.068	538.603	3.225.900	2.238.982
380	760	380	39,6	126,9	437.256	346.235	197.373	645.439	1.267.915	645.068	535.503	3.225.900	2.199.302
390	780	390	40,6	130,2	437.256	346.235	188.878	645.439	1.267.607	645.069	532.386	3.225.900	2.158.085
400	800	400	41,6	133,5	437.256	346.235	180.181	645.439	1.267.292	645.069	529.263	3.225.900	2.115.231
410	820	410	42,7	136,9	437.256	346.235	172.469	645.439	1.266.968	645.069	526.166	3.225.900	2.070.856
420	840	420	43,7	140,2	437.256	346.235	164.354	645.439	1.266.637	645.069	523.053	3.225.900	2.034.980
430	860	430	44,8	143,5	437.256	346.235	156.798	645.439	1.266.298	645.069	519.941	3.225.900	1.992.536
440	880	440	45,8	146,9	437.256	346.235	149.752	645.439	1.265.951	645.069	516.835	3.225.900	1.949.696
450	900	450	46,9	150,2	437.256	346.235	143.170	645.439	1.265.596	645.070	513.736	3.225.900	1.906.268
460	920	460	47,9	153,6	437.256	346.235	137.013	645.439	1.265.234	645.070	510.648	3.225.900	1.862.456

## PERFIL U ENRIJECIDO

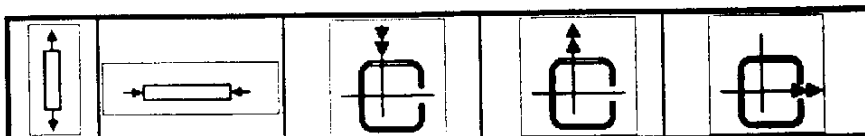
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 4.25 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_c \cdot M_{ny1}$	$\phi_c \cdot M_{ny2}$	$\phi_c \cdot M_{ny3}$	$\phi_c \cdot M_{ny4}$	$\phi_c \cdot M_{nx1}$	$\phi_c \cdot M_{nx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	940	470	48,9	156,9	437.256	346.235	131.245	645.439	1.264.863	645.070	507.572	3.225.900	1.818.217
480	960	480	50,0	160,2	437.256	346.235	125.833	645.439	1.264.485	645.070	504.510	3.225.900	1.773.570
490	980	490	51,0	163,6	437.256	346.235	120.750	645.439	1.264.099	645.070	501.464	3.225.900	1.728.535
500	1000	500	52,1	166,9	437.256	346.235	115.968	645.439	1.263.705	645.071	498.435	3.225.900	1.683.129
510	1020	510	53,1	170,3	437.256	346.235	111.465	645.439	1.263.304	645.071	495.426	3.225.900	1.637.369
520	1040	520	54,1	173,6	437.256	346.235	107.219	645.439	1.262.894	645.071	492.438	3.225.900	1.591.273
530	1060	530	55,2	176,9	437.256	346.235	103.211	645.439	1.262.477	645.071	489.471	3.225.900	1.544.855
540	1080	540	56,2	180,3	437.256	346.235	99.424	645.439	1.262.052	645.071	486.528	3.225.900	1.498.727
550	1100	550	57,3	183,6	437.256	346.235	95.841	645.439	1.261.620	645.072	483.610	3.225.900	1.454.854
560	1120	560	58,3	186,9	437.256	346.235	92.449	645.439	1.261.180	645.072	480.717	3.225.900	1.413.242
570	1140	570	59,3	190,3	437.256	346.235	89.234	645.439	1.260.732	645.072	477.850	3.225.900	1.373.733
580	1160	580	60,4	193,6	437.256	346.235	86.183	645.439	1.260.278	645.072	475.010	3.225.900	1.336.183
590	1180	590	61,4	197,0	437.256	346.235	83.286	645.439	1.259.813	645.073	472.199	3.225.900	1.300.460
600	1200	600	62,5	200,3	437.256	346.235	80.533	645.439	1.259.342	645.073	469.416	3.225.900	1.266.445

PERFIL U SEMPLES

A= 250 mm  
 B= 85 mm  
 C= 25 mm  
 r= 3,75 mm



Ly	Lx	Lt	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{nx1}$	$\phi_b \cdot M_{nx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	10	10	1,0	3,3	388.685	294.221	294.130	582.461	1.069.757	584.618	554.229	2.888.058	2.736.384
20	20	20	2,1	6,6	388.685	294.221	293.857	582.461	1.069.747	584.618	554.045	2.888.058	2.734.566
30	30	30	3,1	9,9	388.685	294.221	293.403	582.461	1.069.730	584.618	553.738	2.888.058	2.731.806
40	40	40	4,2	13,2	388.685	294.221	292.769	582.461	1.069.708	584.618	553.310	2.888.058	2.727.422
50	50	50	5,2	16,5	388.685	294.221	291.955	582.461	1.069.676	584.618	552.760	2.888.058	2.722.049
60	60	60	6,2	19,8	388.685	294.221	290.962	582.461	1.069.639	584.618	552.081	2.888.058	2.715.483
70	70	70	7,3	23,1	388.685	294.221	289.793	582.461	1.069.595	584.618	551.302	2.888.058	2.707.759
80	80	80	8,3	26,5	388.685	294.221	288.448	582.461	1.069.544	584.618	550.396	2.888.058	2.698.855
90	90	90	9,3	29,8	388.685	294.221	286.930	582.461	1.069.487	584.618	549.375	2.888.058	2.688.789
100	100	100	10,4	33,1	388.685	294.221	285.240	582.461	1.069.423	584.618	548.240	2.888.058	2.677.570
110	110	110	11,4	36,4	388.685	294.221	283.382	582.461	1.069.352	584.618	546.993	2.888.058	2.665.209
120	120	120	12,4	39,7	388.685	294.221	281.357	582.461	1.069.275	584.618	545.636	2.888.058	2.651.716
130	130	130	13,5	43,0	388.685	294.221	279.169	582.461	1.069.190	584.618	544.172	2.888.058	2.637.104
140	140	140	14,5	46,3	388.685	294.221	276.820	582.461	1.069.099	584.618	542.603	2.888.058	2.621.385
150	150	150	15,6	49,6	388.685	294.221	274.314	582.461	1.069.001	584.618	540.932	2.888.058	2.604.574
160	160	160	16,6	52,9	388.685	294.221	271.653	582.461	1.068.897	584.618	539.162	2.888.058	2.586.685
170	170	170	17,6	56,2	388.685	294.221	268.842	582.461	1.068.786	584.618	537.296	2.888.058	2.567.734
180	180	180	18,7	59,5	388.685	294.221	265.883	582.461	1.068.668	584.618	535.337	2.888.058	2.547.738
190	190	190	19,7	62,8	388.685	294.221	262.781	582.461	1.068.543	584.619	533.287	2.888.058	2.526.707
200	200	200	20,7	66,1	388.685	294.221	259.539	582.461	1.068.412	584.619	531.151	2.888.058	2.504.688
210	210	210	21,8	69,4	388.685	294.221	256.161	582.461	1.068.274	584.619	528.931	2.888.058	2.481.630
220	220	220	22,8	72,8	388.685	294.221	252.650	582.461	1.068.129	584.619	526.632	2.888.058	2.457.617
230	230	230	23,9	76,1	388.685	294.221	249.011	582.461	1.067.977	584.619	524.255	2.888.058	2.432.646
240	240	240	24,9	79,4	388.685	294.221	245.248	582.461	1.067.819	584.619	521.806	2.888.058	2.406.736
250	250	250	25,9	82,7	388.685	294.221	241.364	582.461	1.067.654	584.619	519.287	2.888.058	2.379.907
260	260	260	27,0	86,0	388.685	294.221	237.364	582.461	1.067.482	584.619	516.702	2.888.058	2.352.179
270	270	270	28,0	89,3	388.685	294.221	233.251	582.461	1.067.304	584.619	514.054	2.888.058	2.323.570
280	280	280	29,0	92,6	388.685	294.221	229.029	582.461	1.067.119	584.619	511.347	2.888.058	2.294.103
290	290	290	30,1	95,9	388.685	294.221	224.239	582.461	1.066.927	584.619	508.585	2.888.058	2.263.796
300	300	300	31,1	99,2	388.685	294.221	219.166	582.461	1.066.729	584.619	505.771	2.888.058	2.232.672
310	310	310	32,2	102,5	388.685	294.221	213.894	582.461	1.066.524	584.619	502.909	2.888.058	2.200.749
320	320	320	33,2	105,8	388.685	294.221	208.418	582.461	1.066.312	584.619	500.002	2.888.058	2.168.049
330	330	330	34,2	109,1	388.685	294.221	202.734	582.461	1.066.093	584.620	497.053	2.888.058	2.134.593
340	340	340	35,3	112,4	388.685	294.221	196.837	582.461	1.065.868	584.620	494.066	2.888.058	2.100.401
350	350	350	36,3	115,7	388.685	294.221	190.721	582.461	1.065.637	584.620	491.044	2.888.058	2.065.483
360	360	360	37,3	119,1	388.685	294.221	184.380	582.461	1.065.398	584.620	487.990	2.888.058	2.029.881
370	370	370	38,4	122,4	388.685	294.221	177.807	582.461	1.065.153	584.620	484.908	2.888.058	1.993.614
380	380	380	39,4	125,7	388.685	294.221	170.992	582.461	1.064.901	584.620	481.800	2.888.058	1.956.883
390	390	390	40,5	129,0	388.685	294.221	163.935	582.461	1.064.643	584.620	478.670	2.888.058	1.919.117
400	400	400	41,5	132,3	388.685	294.221	157.071	582.461	1.064.378	584.620	475.520	2.888.058	1.880.936
410	410	410	42,5	135,6	388.685	294.221	150.637	582.461	1.064.106	584.620	472.354	2.888.058	1.842.180
420	420	420	43,6	138,9	388.685	294.221	144.595	582.461	1.063.828	584.621	469.173	2.888.058	1.802.808
430	430	430	44,6	142,2	388.685	294.221	138.912	582.461	1.063.543	584.621	465.982	2.888.058	1.762.888
440	440	440	45,6	145,5	388.685	294.221	133.559	582.461	1.063.251	584.621	462.781	2.888.058	1.722.450
450	450	450	46,7	148,8	388.685	294.221	128.508	582.461	1.062.953	584.621	459.574	2.888.058	1.681.481
460	460	460	47,7	152,1	388.685	294.221	123.735	582.461	1.062.648	584.621	456.363	2.888.058	1.640.010
470	470	470	48,8	155,4	388.685	294.221	118.887	582.461	1.062.337	584.621	453.151	2.888.058	1.598.054

PERFIL U SEMPLES

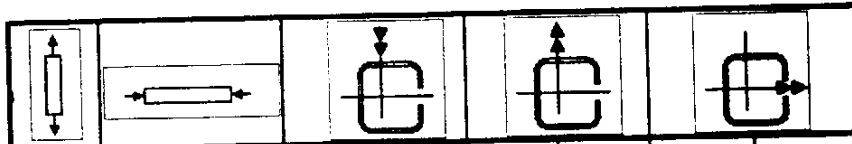
A= 250 mm  
 B= 65 mm  
 C= 25 mm  
 r=t= 3,75 mm



Ly	Lx	Lt	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{ux1}$	$\phi_b \cdot M_{ux2}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
480	480	480	49,8	158,7	388.685	294.221	113.985	582.461	1.062.018	584.621	449.939	2.888.058	1.585.631
490	490	490	50,8	162,0	388.685	294.221	109.380	582.461	1.061.694	584.621	446.729	2.888.058	1.512.757
500	500	500	51,9	165,4	388.685	294.221	105.049	582.461	1.061.363	584.622	443.525	2.888.058	1.439.449
510	510	510	52,9	168,7	388.685	294.221	100.969	582.461	1.061.025	584.622	440.326	2.888.058	1.425.723
520	520	520	53,9	172,0	388.685	294.221	97.123	582.461	1.060.681	584.622	437.136	2.888.058	1.381.594
530	530	530	55,0	175,3	388.685	294.221	93.493	582.461	1.060.330	584.622	433.956	2.888.058	1.337.784
540	540	540	56,0	178,6	388.685	294.221	90.062	582.461	1.059.972	584.622	430.786	2.888.058	1.290.222
550	550	550	57,1	181,9	388.685	294.221	86.817	582.461	1.059.608	584.622	427.630	2.888.058	1.256.863
560	560	560	58,1	185,2	388.685	294.221	83.744	582.461	1.059.236	584.622	424.489	2.888.058	1.219.552
570	570	570	59,1	188,5	388.685	294.221	80.831	582.461	1.058.861	584.623	421.363	2.888.058	1.184.146
580	580	580	60,2	191,8	388.685	294.221	78.068	582.461	1.058.478	584.623	418.254	2.888.058	1.150.513
590	590	590	61,2	195,1	388.685	294.221	75.444	582.461	1.058.087	584.623	415.164	2.888.058	1.118.637
600	600	600	62,2	198,4	388.685	294.221	72.950	582.461	1.057.691	584.623	412.092	2.888.058	1.088.108

PERFIL U ENRIJECIDO

$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 3.35 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c P_n$	$\phi_c P_{n0}$	$\phi_c P_n$	$\phi_b M_{ny1}$	$\phi_b M_{ny2}$	$\phi_b M_{ny3}$	$\phi_b M_{ny4}$	$\phi_b M_{ux1}$	$\phi_b M_{ux2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	10	10	1.0	3.3	349.278	253.969	253.891	526.616	909.332	533.426	505.844	2.609.903	2.472.872
20	20	20	2.1	6.6	349.278	253.969	253.657	526.616	909.324	533.426	505.477	2.609.903	2.471.264
30	30	30	3.1	9.8	349.278	253.969	253.268	526.616	909.309	533.426	505.198	2.609.903	2.468.586
40	40	40	4.1	13.1	349.278	253.969	252.723	526.616	909.289	533.426	504.809	2.609.903	2.464.839
50	50	50	5.2	16.4	349.278	253.969	252.023	526.616	909.263	533.426	504.309	2.609.903	2.460.027
60	60	60	6.2	19.7	349.278	253.969	251.170	526.616	909.232	533.426	503.700	2.609.903	2.454.153
70	70	70	7.2	23.0	349.278	253.969	250.164	526.616	909.195	533.426	502.982	2.609.903	2.447.220
80	80	80	8.3	26.3	349.278	253.969	249.006	526.616	909.151	533.426	502.157	2.609.903	2.439.235
90	90	90	9.3	29.5	349.278	253.969	247.697	526.616	909.102	533.426	501.225	2.609.903	2.430.204
100	100	100	10.3	32.8	349.278	253.969	246.239	526.616	909.048	533.426	500.188	2.609.903	2.420.131
110	110	110	11.4	36.1	349.278	253.969	244.634	526.616	908.988	533.426	499.047	2.609.903	2.409.028
120	120	120	12.4	39.4	349.278	253.969	242.882	526.616	908.922	533.426	497.804	2.609.903	2.396.886
130	130	130	13.4	42.7	349.278	253.969	240.987	526.616	908.850	533.426	496.461	2.609.903	2.383.749
140	140	140	14.5	46.0	349.278	253.969	238.949	526.616	908.772	533.426	495.020	2.609.903	2.369.586
150	150	150	15.5	49.2	349.278	253.969	236.771	526.616	908.689	533.426	493.482	2.609.903	2.354.445
160	160	160	16.6	52.5	349.278	253.969	234.455	526.616	908.600	533.426	491.850	2.609.903	2.338.307
170	170	170	17.6	55.8	349.278	253.969	232.004	526.616	908.506	533.426	490.125	2.609.903	2.321.184
180	180	180	18.6	59.1	349.278	253.969	229.419	526.616	908.405	533.426	488.311	2.609.903	2.303.117
190	190	190	19.7	62.4	349.278	253.969	226.703	526.616	908.299	533.426	486.409	2.609.903	2.284.087
200	200	200	20.7	65.7	349.278	253.969	223.859	526.616	908.187	533.426	484.422	2.609.903	2.264.119
210	210	210	21.7	68.9	349.278	253.969	220.889	526.616	908.069	533.426	482.352	2.609.903	2.243.225
220	220	220	22.8	72.2	349.278	253.969	217.795	526.616	907.946	533.427	480.203	2.609.903	2.221.418
230	230	230	23.8	75.5	349.278	253.969	214.581	526.616	907.817	533.427	477.976	2.609.903	2.198.713
240	240	240	24.8	78.8	349.278	253.969	211.249	526.616	907.682	533.427	475.674	2.609.903	2.175.123
250	250	250	25.9	82.1	349.278	253.969	207.801	526.616	907.542	533.427	473.301	2.609.903	2.150.664
260	260	260	26.9	85.3	349.278	253.969	204.241	526.616	907.395	533.427	470.859	2.609.903	2.125.349
270	270	270	27.9	88.6	349.278	253.969	200.570	526.616	907.244	533.427	468.350	2.609.903	2.099.195
280	280	280	29.0	91.9	349.278	253.969	196.792	526.616	907.086	533.427	465.778	2.609.903	2.072.217
290	290	290	30.0	95.2	349.278	253.969	192.909	526.616	906.923	533.427	463.145	2.609.903	2.044.431
300	300	300	31.0	98.5	349.278	253.969	188.924	526.616	906.754	533.427	460.455	2.609.903	2.015.852
310	310	310	32.1	101.8	349.278	253.969	184.839	526.616	906.579	533.427	457.710	2.609.903	1.986.497
320	320	320	33.1	105.0	349.278	253.969	180.656	526.616	906.398	533.427	454.913	2.609.903	1.956.381
330	330	330	34.1	108.3	349.278	253.969	176.267	526.616	906.212	533.427	452.066	2.609.903	1.925.521
340	340	340	35.2	111.6	349.278	253.969	171.280	526.616	906.020	533.427	449.173	2.609.903	1.893.933
350	350	350	36.2	114.9	349.278	253.969	166.112	526.616	905.823	533.427	446.237	2.609.903	1.861.633
360	360	360	37.2	118.2	349.278	253.969	160.757	526.616	905.620	533.427	443.260	2.609.903	1.828.639
370	370	370	38.3	121.5	349.278	253.969	155.211	526.616	905.411	533.427	440.245	2.609.903	1.794.965
380	380	380	39.3	124.7	349.278	253.969	149.466	526.616	905.196	533.428	437.195	2.609.903	1.760.829
390	390	390	40.3	128.0	349.278	253.969	143.516	526.616	904.976	533.428	434.111	2.609.903	1.725.648
400	400	400	41.4	131.3	349.278	253.969	137.574	526.616	904.750	533.428	430.998	2.609.903	1.690.036
410	410	410	42.4	134.6	349.278	253.969	132.000	526.616	904.518	533.428	427.858	2.609.903	1.653.810
420	420	420	43.5	137.9	349.278	253.969	126.771	526.616	904.281	533.428	424.692	2.609.903	1.616.987

## PERFIL U ENRIJECIDO

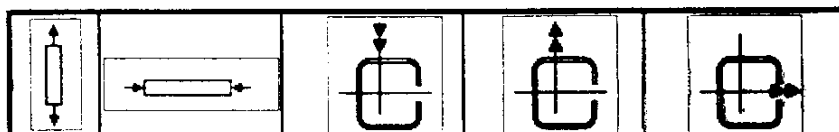
fy= 24.5 kN

A= 250 mm

B= 85 mm

C= 25 mm

r= 3,35 mm



Ly	Lx	Lt	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{nx1}$	$\phi_b \cdot M_{nx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
430	430	430	44,5	141,1	349.278	253.969	121.855	526.616	904.038	533.428	421.504	2.609.903	1.579.583
440	440	440	45,5	144,4	349.278	253.969	117.228	526.616	903.789	533.428	418.295	2.609.903	1.541.612
450	450	450	46,6	147,7	349.278	253.969	112.865	526.616	903.535	533.428	415.069	2.609.903	1.503.091
460	460	460	47,6	151,0	349.278	253.969	108.746	526.616	903.275	533.428	411.828	2.609.903	1.464.635
470	470	470	48,6	154,3	349.278	253.969	104.851	526.616	903.009	533.428	408.573	2.609.903	1.424.480
480	480	480	49,7	157,6	349.278	253.969	101.165	526.616	902.738	533.428	405.307	2.609.903	1.384.380
490	490	490	50,7	160,8	349.278	253.969	97.670	526.616	902.461	533.428	402.032	2.609.903	1.343.810
500	500	500	51,7	164,1	349.278	253.969	94.354	526.616	902.178	533.429	398.750	2.609.903	1.302.766
510	510	510	52,8	167,4	349.278	253.969	91.203	526.616	901.890	533.429	395.463	2.609.903	1.261.280
520	520	520	53,8	170,7	349.278	253.969	88.206	526.616	901.596	533.429	392.173	2.609.903	1.219.550
530	530	530	54,8	174,0	349.278	253.969	85.271	526.616	901.297	533.429	388.881	2.609.903	1.179.681
540	540	540	55,9	177,3	349.278	253.969	82.142	526.616	900.992	533.429	385.590	2.609.903	1.141.979
550	550	550	56,9	180,5	349.278	253.969	79.183	526.616	900.681	533.429	382.301	2.609.903	1.106.286
560	560	560	57,9	183,8	349.278	253.969	76.380	526.616	900.365	533.429	379.015	2.609.903	1.072.485
570	570	570	59,0	187,1	349.278	253.969	73.723	526.616	900.043	533.429	375.735	2.609.903	1.040.381
580	580	580	60,0	190,4	349.278	253.969	71.203	526.616	899.715	533.429	372.461	2.609.903	1.009.916
590	590	590	61,0	193,7	349.278	253.969	68.810	526.616	899.382	533.429	369.196	2.609.903	980.991
600	600	600	62,1	197,0	349.278	253.969	66.535	526.616	899.043	533.430	365.939	2.609.903	953.417

PERFIL U ENRIJECIDO

fy= 24.5 kN  
 A= 250 mm  
 B= 85 mm  
 C= 25 mm  
 r=t= 3,00 mm

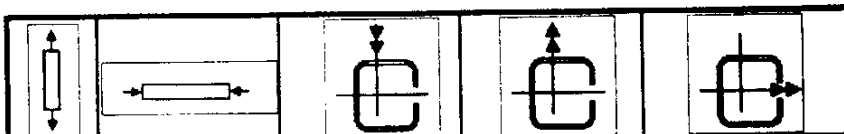


Ly	Lx	Lt	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{no}$	$\phi_b \cdot M_{ny}$	$\phi_b \cdot M_{nt}$	$\phi_b \cdot M_{n2}$	
cm	cm	cm			N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	
10	10	10	1,0	3,3	314.394	219.971	219.903	475.231	772.927	486.531	461.145	2.360.740	2.236.615
20	20	20	2,1	6,5	314.394	219.971	219.701	475.231	772.919	486.531	460.993	2.360.740	2.235.373
30	30	30	3,1	9,8	314.394	219.971	219.365	475.231	772.907	486.531	460.740	2.360.740	2.232.970
40	40	40	4,1	13,0	314.394	219.971	218.894	475.231	772.890	486.531	460.386	2.360.740	2.229.608
50	50	50	5,2	16,3	314.394	219.971	218.289	475.231	772.868	486.531	459.932	2.360.740	2.225.289
60	60	60	6,2	19,6	314.394	219.971	217.551	475.231	772.841	486.531	459.377	2.360.740	2.220.015
70	70	70	7,2	22,8	314.394	219.971	216.680	475.231	772.809	486.531	458.724	2.360.740	2.213.790
80	80	80	8,3	26,1	314.394	219.971	215.677	475.231	772.772	486.531	457.972	2.360.740	2.206.616
90	90	90	9,3	29,4	314.394	219.971	214.542	475.231	772.731	486.531	457.123	2.360.740	2.198.469
100	100	100	10,3	32,6	314.394	219.971	213.278	475.231	772.684	486.531	456.176	2.360.740	2.189.443
110	110	110	11,4	35,9	314.394	219.971	211.884	475.231	772.633	486.531	455.134	2.360.740	2.179.453
120	120	120	12,4	39,1	314.394	219.971	210.362	475.231	772.576	486.531	453.996	2.360.740	2.168.535
130	130	130	13,4	42,4	314.394	219.971	208.713	475.231	772.515	486.531	452.769	2.360.740	2.156.694
140	140	140	14,4	45,7	314.394	219.971	206.936	475.231	772.449	486.531	451.448	2.360.740	2.143.939
150	150	150	15,5	48,9	314.394	219.971	205.039	475.231	772.378	486.531	450.036	2.360.740	2.130.275
160	160	160	16,5	52,2	314.394	219.971	203.017	475.231	772.302	486.531	448.535	2.360.740	2.115.711
170	170	170	17,5	55,4	314.394	219.971	200.873	475.231	772.221	486.531	446.948	2.360.740	2.100.255
180	180	180	18,6	58,7	314.394	219.971	198.609	475.231	772.135	486.531	445.275	2.360.740	2.083.915
190	190	190	19,6	62,0	314.394	219.971	196.228	475.231	772.045	486.531	443.518	2.360.740	2.066.699
200	200	200	20,6	65,2	314.394	219.971	193.729	475.231	771.949	486.531	441.679	2.360.740	2.048.616
210	210	210	21,7	68,5	314.394	219.971	191.116	475.231	771.849	486.531	439.761	2.360.740	2.029.690
220	220	220	22,7	71,8	314.394	219.971	188.389	475.231	771.743	486.531	437.764	2.360.740	2.009.897
230	230	230	23,7	75,0	314.394	219.971	185.550	475.231	771.633	486.531	435.691	2.360.740	1.989.277
240	240	240	24,8	78,3	314.394	219.971	182.602	475.231	771.518	486.531	433.545	2.360.740	1.967.833
250	250	250	25,8	81,5	314.394	219.971	179.546	475.231	771.398	486.531	431.326	2.360.740	1.945.573
260	260	260	26,8	84,8	314.394	219.971	176.383	475.231	771.273	486.531	429.036	2.360.740	1.922.511
270	270	270	27,9	88,1	314.394	219.971	173.116	475.231	771.144	486.531	426.683	2.360.740	1.898.658
280	280	280	28,9	91,3	314.394	219.971	169.746	475.231	771.009	486.531	424.262	2.360.740	1.874.024
290	290	290	29,9	94,6	314.394	219.971	166.275	475.231	770.869	486.531	421.778	2.360.740	1.848.622
300	300	300	31,0	97,8	314.394	219.971	162.704	475.231	770.725	486.531	419.234	2.360.740	1.822.464
310	310	310	32,0	101,1	314.394	219.971	159.035	475.231	770.576	486.531	416.631	2.360.740	1.795.563
320	320	320	33,0	104,4	314.394	219.971	155.269	475.231	770.422	486.531	413.972	2.360.740	1.767.930
330	330	330	34,1	107,6	314.394	219.971	151.408	475.231	770.263	486.532	411.259	2.360.740	1.739.579
340	340	340	35,1	110,9	314.394	219.971	147.453	475.231	770.099	486.532	408.495	2.360.740	1.710.522
350	350	350	36,1	114,2	314.394	219.971	143.406	475.231	769.930	486.532	405.681	2.360.740	1.680.771
360	360	360	37,2	117,4	314.394	219.971	139.266	475.231	769.757	486.532	402.820	2.360.740	1.650.341
370	370	370	38,2	120,7	314.394	219.971	135.035	475.231	769.578	486.532	399.915	2.360.740	1.619.243
380	380	380	39,2	123,9	314.394	219.971	130.622	475.231	769.395	486.532	396.968	2.360.740	1.587.491
390	390	390	40,2	127,2	314.394	219.971	125.565	475.231	769.207	486.532	393.980	2.360.740	1.555.097
400	400	400	41,3	130,5	314.394	219.971	120.426	475.231	769.014	486.532	390.955	2.360.740	1.522.076
410	410	410	42,3	133,7	314.394	219.971	115.574	475.231	768.816	486.532	387.894	2.360.740	1.488.439
420	420	420	43,3	137,0	314.394	219.971	111.024	475.231	768.613	486.532	384.799	2.360.740	1.454.201
430	430	430	44,4	140,2	314.394	219.971	106.751	475.231	768.405	486.532	381.674	2.360.740	1.419.373
440	440	440	45,4	143,5	314.394	219.971	102.731	475.231	768.193	486.532	378.519	2.360.740	1.383.970
450	450	450	46,4	146,8	314.394	219.971	98.943	475.231	767.975	486.532	375.337	2.360.740	1.348.003
460	460	460	47,5	150,0	314.394	219.971	95.369	475.231	767.753	486.532	372.131	2.360.740	1.311.496



## PERFIL U ENRIJECIDO

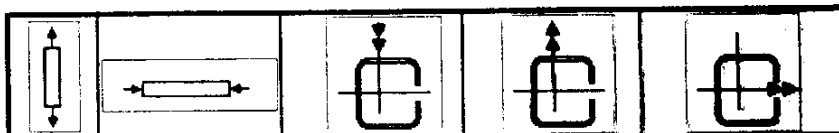
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 3.00 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{no}$	$\phi_b \cdot M_{no}$	$\phi_b \cdot M_{tx1}$	$\phi_b \cdot M_{tx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	470	470	48,5	153,3	314.394	219.971	91.993	475.231	767.526	486.532	366.901	2.360.740	1.274.433
480	480	480	49,5	156,6	314.394	219.971	88.798	475.231	767.294	486.532	365.651	2.360.740	1.236.854
490	490	490	50,6	159,8	314.394	219.971	85.772	475.231	767.057	486.532	362.381	2.360.740	1.198.764
500	500	500	51,6	163,1	314.394	219.971	82.901	475.231	766.816	486.532	359.095	2.360.740	1.160.173
510	510	510	52,6	166,3	314.394	219.971	80.176	475.231	766.570	486.532	355.793	2.360.740	1.121.086
520	520	520	53,7	169,6	314.394	219.971	77.585	475.231	766.318	486.533	352.478	2.360.740	1.082.736
530	530	530	54,7	172,9	314.394	219.971	75.120	475.231	766.062	486.533	349.152	2.360.740	1.046.503
540	540	540	55,7	176,1	314.394	219.971	72.771	475.231	765.801	486.533	345.815	2.360.740	1.012.249
550	550	550	56,8	179,4	314.394	219.971	70.532	475.231	765.535	486.533	342.471	2.360.740	979.828
560	560	560	57,8	182,6	314.394	219.971	68.395	475.231	765.265	486.533	339.120	2.360.740	948.113
570	570	570	58,8	185,9	314.394	219.971	66.354	475.231	764.990	486.533	335.764	2.360.740	919.983
580	580	580	59,9	189,2	314.394	219.971	64.402	475.231	764.709	486.533	332.404	2.360.740	892.331
590	590	590	60,9	192,4	314.394	219.971	62.534	475.231	764.424	486.533	329.043	2.360.740	866.057
600	600	600	61,9	195,7	314.394	219.971	60.664	475.231	764.135	486.533	325.681	2.360.740	841.071

PERFIL U SIMPLES

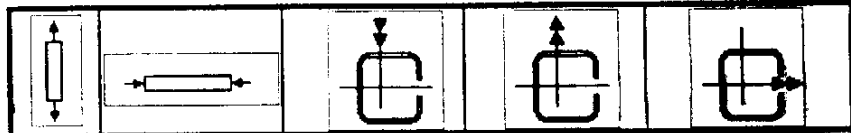
A= 250 mm  
 B= 85 mm  
 C= 25 mm  
 t= 2,65 mm



Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ox}$	$\phi_b \cdot M_{ox}$	$\phi_b \cdot M_{ox}$	$\phi_b \cdot M_{ox}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	10	10	1,0	3,2	279.135	187.297	187.240	421.616	641.909	437.643	414.765	2.106.155	1.966.621
20	20	20	2,1	6,5	279.135	187.297	187.068	421.616	641.903	437.643	414.829	2.106.155	1.984.345
30	30	30	3,1	9,7	279.135	187.297	186.781	421.616	641.892	437.643	414.402	2.106.155	1.982.218
40	40	40	4,1	13,0	279.135	187.297	186.360	421.616	641.878	437.643	414.085	2.106.155	1.989.248
50	50	50	5,1	16,2	279.135	187.297	185.864	421.616	641.860	437.643	413.677	2.106.155	1.985.418
60	60	60	6,2	19,4	279.135	187.297	185.235	421.616	641.837	437.643	413.160	2.106.155	1.980.750
70	70	70	7,2	22,7	279.135	187.297	184.492	421.616	641.810	437.643	412.584	2.106.155	1.975.236
80	80	80	8,2	25,9	279.135	187.297	183.636	421.616	641.780	437.643	411.918	2.106.155	1.968.880
90	90	90	9,3	29,2	279.135	187.297	182.668	421.616	641.745	437.643	411.155	2.106.155	1.961.688
100	100	100	10,3	32,4	279.135	187.297	181.588	421.616	641.706	437.643	410.304	2.106.155	1.953.688
110	110	110	11,3	35,7	279.135	187.297	180.396	421.616	641.663	437.643	409.366	2.106.155	1.944.796
120	120	120	12,4	38,9	279.135	187.297	179.093	421.616	641.616	437.643	408.342	2.106.155	1.935.105
130	130	130	13,4	42,1	279.135	187.297	177.681	421.616	641.564	437.643	407.233	2.106.155	1.924.592
140	140	140	14,4	45,4	279.135	187.297	176.159	421.616	641.509	437.643	406.040	2.106.155	1.913.200
150	150	150	15,4	48,6	279.135	187.297	174.529	421.616	641.450	437.643	404.784	2.106.155	1.901.113
160	160	160	16,5	51,9	279.135	187.297	172.791	421.616	641.386	437.643	403.406	2.106.155	1.888.168
170	170	170	17,5	55,1	279.135	187.297	170.947	421.616	641.318	437.643	401.967	2.106.155	1.874.399
180	180	180	18,5	58,3	279.135	187.297	168.997	421.616	641.247	437.643	400.448	2.106.155	1.859.843
190	190	190	19,6	61,6	279.135	187.297	166.943	421.616	641.171	437.643	398.850	2.106.155	1.844.496
200	200	200	20,6	64,8	279.135	187.297	164.785	421.616	641.091	437.643	397.176	2.106.155	1.828.384
210	210	210	21,6	68,1	279.135	187.297	162.524	421.616	641.007	437.643	395.428	2.106.155	1.811.454
220	220	220	22,6	71,3	279.135	187.297	160.162	421.616	640.919	437.643	393.602	2.106.155	1.793.773
230	230	230	23,7	74,5	279.135	187.297	157.699	421.616	640.827	437.643	391.704	2.106.155	1.775.329
240	240	240	24,7	77,8	279.135	187.297	155.137	421.616	640.730	437.643	389.736	2.106.155	1.756.129
250	250	250	25,7	81,0	279.135	187.297	152.476	421.616	640.630	437.643	387.697	2.106.155	1.736.180
260	260	260	26,8	84,3	279.135	187.297	149.718	421.616	640.526	437.643	385.591	2.106.155	1.715.491
270	270	270	27,8	87,5	279.135	187.297	146.863	421.616	640.417	437.643	383.418	2.106.155	1.694.071
280	280	280	28,8	90,7	279.135	187.297	143.913	421.616	640.304	437.643	381.180	2.106.155	1.671.928
290	290	290	29,9	94,0	279.135	187.297	140.869	421.616	640.188	437.643	378.878	2.106.155	1.649.087
300	300	300	30,9	97,2	279.135	187.297	137.731	421.616	640.067	437.643	376.515	2.106.155	1.625.502
310	310	310	31,9	100,5	279.135	187.297	134.500	421.616	639.942	437.643	374.093	2.106.155	1.601.239
320	320	320	32,9	103,7	279.135	187.297	131.178	421.616	639.813	437.643	371.612	2.106.155	1.576.288
330	330	330	34,0	106,9	279.135	187.297	127.764	421.616	639.680	437.643	369.075	2.106.155	1.550.669
340	340	340	35,0	110,2	279.135	187.297	124.259	421.616	639.542	437.643	366.484	2.106.155	1.524.380
350	350	350	36,0	113,4	279.135	187.297	120.663	421.616	639.401	437.644	363.840	2.106.155	1.497.402
360	360	360	37,1	116,7	279.135	187.297	116.978	421.616	639.256	437.644	361.145	2.106.155	1.469.783
370	370	370	38,1	119,9	279.135	187.297	113.202	421.616	639.107	437.644	358.400	2.106.155	1.441.543
380	380	380	39,1	123,2	279.135	187.297	109.337	421.616	638.953	437.644	355.609	2.106.155	1.412.683
390	390	390	40,2	126,4	279.135	187.297	105.380	421.616	638.796	437.644	352.772	2.106.155	1.383.182
400	400	400	41,2	129,6	279.135	187.297	101.474	421.616	638.634	437.644	349.892	2.106.155	1.353.088
410	410	410	42,2	132,9	279.135	187.297	97.821	421.616	638.468	437.644	346.969	2.106.155	1.322.337
420	420	420	43,2	136,1	279.135	187.297	94.400	421.616	638.298	437.644	344.007	2.106.155	1.291.034
430	430	430	44,3	139,4	279.135	187.297	91.193	421.616	638.124	437.644	341.006	2.106.155	1.259.158
440	440	440	45,3	142,6	279.135	187.297	88.180	421.616	637.946	437.644	337.969	2.106.155	1.226.695
450	450	450	46,3	145,8	279.135	187.297	85.021	421.616	637.764	437.644	334.897	2.106.155	1.193.681
460	460	460	47,4	149,1	279.135	187.297	81.967	421.616	637.578	437.644	331.792	2.106.155	1.160.115
470	470	470	48,4	152,3	279.135	187.297	79.084	421.616	637.388	437.644	328.658	2.106.155	1.126.010

PERFIL U SEMPLES

A= 250 mm  
 B= 85 mm  
 C= 25 mm  
 r= 2,85 mm



Ly	Lx	Lt	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{ux1}$	$\phi_b \cdot M_{ux2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
480	480	480	49,4	155,6	279.135	187.297	76.358	421.616	637.194	437.644	325.491	2.106.155	1.051.375
490	490	490	50,4	158,8	279.135	187.297	73.777	421.616	636.995	437.644	322.290	2.106.155	1.056.220
500	500	500	51,5	162,0	279.135	187.297	71.331	421.616	636.793	437.644	319.078	2.106.155	1.020.555
510	510	510	52,5	165,3	279.135	187.297	69.010	421.616	636.586	437.644	315.835	2.106.155	984.575
520	520	520	53,5	168,5	279.135	187.297	66.805	421.616	636.376	437.644	312.568	2.106.155	950.140
530	530	530	54,6	171,8	279.135	187.297	64.708	421.616	636.161	437.644	309.280	2.106.155	917.644
540	540	540	55,6	175,0	279.135	187.297	62.712	421.616	635.943	437.644	305.973	2.106.155	886.916
550	550	550	56,6	178,2	279.135	187.297	60.809	421.616	635.720	437.644	302.648	2.106.155	857.843
560	560	560	57,7	181,5	279.135	187.297	58.995	421.616	635.493	437.644	299.306	2.106.155	830.303
570	570	570	58,7	184,7	279.135	187.297	57.263	421.616	635.263	437.644	295.948	2.106.155	804.189
580	580	580	59,7	188,0	279.135	187.297	55.607	421.616	635.028	437.644	292.578	2.106.155	779.405
590	590	590	60,7	191,2	279.135	187.297	54.024	421.616	634.789	437.644	289.195	2.106.155	756.861
600	600	600	61,8	194,5	279.135	187.297	52.509	421.616	634.546	437.645	285.801	2.106.155	733.470

PERFIL U ENRIJECIDO

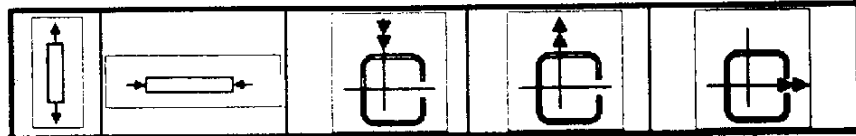
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 2.25 \text{ mm}$



Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_{c, f_y}$	$\phi_{c, P_{n0}}$	$\phi_{c, P_n}$	$\phi_{b, M_{ny1}}$	$\phi_{b, M_{ny2}}$	$\phi_{b, M_{ny3}}$	$\phi_{b, M_{ny4}}$	$\phi_{b, M_{ux1}}$	$\phi_{b, M_{ux2}}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	10	10	1,0	3,2	238.380	147.627	147.608	357.868	500.899	379.295	285.801	2.106.155	733.476
20	40	20	2,1	6,4	238.380	147.627	147.552	357.868	500.894	379.295	285.801	2.106.155	733.476
30	60	30	3,1	9,7	238.380	147.627	147.459	357.868	500.886	379.295	285.801	2.106.155	733.476
40	80	40	4,1	12,9	238.380	147.627	147.328	357.868	500.874	379.295	285.801	2.106.155	733.476
50	100	50	5,1	16,1	238.380	147.627	147.160	357.868	500.860	379.295	285.801	2.106.155	733.476
60	120	60	6,2	19,3	238.380	147.627	146.803	357.868	500.842	379.295	285.801	2.106.155	733.476
70	140	70	7,2	22,5	238.380	147.627	146.369	357.868	500.821	379.295	285.801	2.106.155	733.476
80	160	80	8,2	25,7	238.380	147.627	145.913	357.868	500.797	379.295	285.801	2.106.155	733.476
90	180	90	9,2	29,0	238.380	147.627	145.377	357.868	500.769	379.295	285.801	2.106.155	733.476
100	200	100	10,3	32,2	238.380	147.627	144.781	357.868	500.738	379.295	355.568	1.773.784	1.677.906
110	220	110	11,3	35,4	238.380	147.627	144.126	357.868	500.704	379.295	354.755	1.773.784	1.670.349
120	240	120	12,3	38,6	238.380	147.627	143.414	357.868	500.667	379.295	353.866	1.773.784	1.662.082
130	260	130	13,3	41,8	238.380	147.627	142.647	357.868	500.626	379.295	352.903	1.773.784	1.653.106
140	280	140	14,4	45,0	238.380	147.627	141.825	357.868	500.583	379.295	351.866	1.773.784	1.643.429
150	300	150	15,4	48,3	238.380	147.627	140.952	357.868	500.536	379.295	350.755	1.773.784	1.633.049
160	320	160	16,4	51,5	238.380	147.627	139.947	357.868	500.485	379.295	349.571	1.773.784	1.621.970
170	340	170	17,5	54,7	238.380	147.627	138.432	357.868	500.432	379.296	348.315	1.773.784	1.610.197
180	360	180	18,5	57,9	238.380	147.627	136.829	357.868	500.375	379.296	346.988	1.773.784	1.597.732
190	380	190	19,5	61,1	238.380	147.627	135.138	357.868	500.315	379.296	345.590	1.773.784	1.584.580
200	400	200	20,5	64,4	238.380	147.627	133.359	357.868	500.252	379.296	344.122	1.773.784	1.570.745
210	420	210	21,6	67,6	238.380	147.627	131.493	357.868	500.185	379.296	342.586	1.773.784	1.556.230
220	440	220	22,6	70,8	238.380	147.627	129.540	357.868	500.116	379.296	340.981	1.773.784	1.541.041
230	460	230	23,6	74,0	238.380	147.627	127.501	357.868	500.043	379.296	339.309	1.773.784	1.525.182
240	480	240	24,6	77,2	238.380	147.627	125.377	357.868	499.967	379.296	337.572	1.773.784	1.508.657
250	500	250	25,7	80,4	238.380	147.627	123.167	357.868	499.887	379.296	335.769	1.773.784	1.491.472
260	520	260	26,7	83,7	238.380	147.627	120.873	357.868	499.805	379.296	333.902	1.773.784	1.473.631
270	540	270	27,7	86,9	238.380	147.627	118.494	357.868	499.719	379.296	331.972	1.773.784	1.455.140
280	560	280	28,7	90,1	238.380	147.627	116.031	357.868	499.630	379.296	329.980	1.773.784	1.436.005
290	580	290	29,8	93,3	238.380	147.627	113.485	357.868	499.537	379.296	327.928	1.773.784	1.416.230
300	600	300	30,8	96,5	238.380	147.627	110.856	357.868	499.442	379.296	325.816	1.773.784	1.396.822
310	620	310	31,8	99,7	238.380	147.627	108.143	357.868	499.343	379.296	323.645	1.773.784	1.374.785
320	640	320	32,9	103,0	238.380	147.627	105.348	357.868	499.241	379.296	321.418	1.773.784	1.353.127
330	660	330	33,9	106,2	238.380	147.627	102.470	357.868	499.135	379.296	319.134	1.773.784	1.330.853
340	680	340	34,9	109,4	238.380	147.627	99.510	357.868	499.027	379.296	316.795	1.773.784	1.307.970
350	700	350	35,9	112,6	238.380	147.627	96.466	357.868	498.915	379.296	314.403	1.773.784	1.284.483
360	720	360	37,0	115,8	238.380	147.627	93.339	357.868	498.800	379.296	311.958	1.773.784	1.260.380
370	740	370	38,0	119,1	238.380	147.627	90.129	357.868	498.682	379.296	309.462	1.773.784	1.235.724
380	760	380	39,0	122,3	238.380	147.627	86.834	357.868	498.560	379.296	306.917	1.773.784	1.210.465
390	780	390	40,0	125,5	238.380	147.627	83.473	357.868	498.436	379.296	304.323	1.773.784	1.184.629
400	800	400	41,1	128,7	238.380	147.627	80.274	357.868	498.308	379.296	301.681	1.773.784	1.158.223
410	820	410	42,1	131,9	238.380	147.627	77.285	357.868	498.176	379.296	298.994	1.773.784	1.131.253
420	840	420	43,1	135,1	238.380	147.627	74.488	357.868	498.042	379.296	296.262	1.773.784	1.103.725
430	860	430	44,1	138,4	238.380	147.627	71.867	357.868	497.904	379.296	293.487	1.773.784	1.075.648
440	880	440	45,2	141,6	238.380	147.627	69.405	357.868	497.764	379.296	290.670	1.773.784	1.047.028
450	900	450	46,2	144,8	238.380	147.627	67.092	357.868	497.619	379.296	287.812	1.773.784	1.017.872
460	920	460	47,2	148,0	238.380	147.627	64.913	357.868	497.472	379.296	284.914	1.773.784	988.187

## PERFIL U ENRIJECIDO

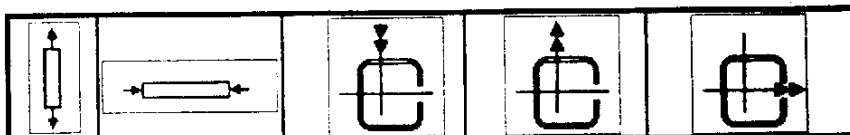
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 2.25 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{y2}$	$\phi_b \cdot M_{y1}$	$\phi_b \cdot M_{x1}$	$\phi_b \cdot M_{x2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	940	470	48.3	151.2	238.380	147.627	62.859	357.868	497.321	379.296	281.979	1.773.784	957.960
480	960	480	49.3	154.5	238.380	147.627	60.920	357.868	497.168	379.296	279.007	1.773.784	927.259
490	980	490	50.3	157.7	238.380	147.627	59.087	357.868	497.010	379.296	276.000	1.773.784	896.031
500	1000	500	51.3	160.9	238.380	147.627	57.352	357.868	496.850	379.296	272.958	1.773.784	864.302
510	1020	510	52.4	164.1	238.380	147.627	55.708	357.868	496.687	379.296	269.884	1.773.784	832.785
520	1040	520	53.4	167.3	238.380	147.627	54.149	357.868	496.520	379.296	266.778	1.773.784	803.005
530	1060	530	54.4	170.5	238.380	147.627	52.668	357.868	496.350	379.296	263.642	1.773.784	774.890
540	1080	540	55.4	173.8	238.380	147.627	51.227	357.868	496.177	379.296	260.477	1.773.784	748.317
550	1100	550	56.5	177.0	238.380	147.627	49.887	357.868	496.000	379.296	257.284	1.773.784	723.177
560	1120	560	57.5	180.2	238.380	147.627	48.218	357.868	495.821	379.296	254.065	1.773.784	699.366
570	1140	570	58.5	183.4	238.380	147.627	46.818	357.868	495.638	379.296	250.820	1.773.784	676.793
580	1160	580	59.5	186.6	238.380	147.627	45.480	357.868	495.452	379.296	247.552	1.773.784	655.374
590	1180	590	60.6	189.8	238.380	147.627	44.202	357.868	495.262	379.296	244.261	1.773.784	635.029
600	1200	600	61.6	193.1	238.380	147.627	42.979	357.868	495.070	379.296	240.949	1.773.784	615.669

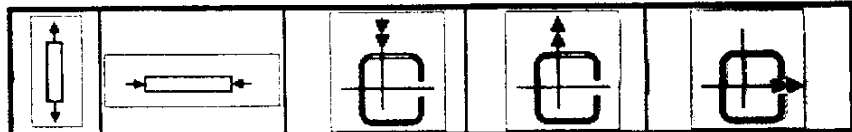
PERFIL U ENRIJECIDO

fy= 24.5 kN  
 A= 250 mm  
 B= 85 mm  
 C= 25 mm  
 r= 2,00 mm



Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{ux1}$	$\phi_b \cdot M_{ux2}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	10	10	1,0	3,2	212.659	123.650	123.622	316.889	418.562	341.469	240.949	1.773.784	615.689
20	20	20	2,1	6,4	212.659	123.650	123.537	316.889	418.558	341.469	240.949	1.773.784	615.689
30	30	30	3,1	9,6	212.659	123.650	123.395	316.889	418.551	341.469	240.949	1.773.784	615.689
40	40	40	4,1	12,8	212.659	123.650	123.197	316.889	418.541	341.469	240.949	1.773.784	615.689
50	50	50	5,1	16,0	212.659	123.650	122.942	316.889	418.529	341.469	240.949	1.773.784	615.689
60	60	60	6,2	19,2	212.659	123.650	122.630	316.889	418.514	341.469	240.949	1.773.784	615.689
70	70	70	7,2	22,4	212.659	123.650	122.260	316.889	418.496	341.469	240.949	1.773.784	615.689
80	80	80	8,2	25,6	212.659	123.650	121.833	316.889	418.476	341.469	240.949	1.773.784	615.689
90	90	90	9,2	28,8	212.659	123.650	121.349	316.889	418.452	341.469	240.949	1.773.784	615.689
100	100	100	10,2	32,0	212.659	123.650	120.806	316.889	418.426	341.469	240.949	1.773.784	615.689
110	110	110	11,3	35,2	212.659	123.650	120.205	316.889	418.397	341.469	240.949	1.773.784	615.689
120	120	120	12,3	38,4	212.659	123.650	119.545	316.889	418.366	341.469	240.949	1.773.784	615.689
130	130	130	13,3	41,6	212.659	123.650	118.826	316.889	418.332	341.469	240.949	1.773.784	615.689
140	140	140	14,3	44,8	212.659	123.650	118.047	316.889	418.295	341.469	240.949	1.773.784	615.689
150	150	150	15,4	48,1	212.659	123.650	115.801	316.889	418.255	341.469	240.949	1.773.784	615.689
160	160	160	16,4	51,3	212.659	123.650	115.360	316.889	418.212	341.469	240.949	1.773.784	615.689
170	170	170	17,4	54,5	212.659	123.650	114.890	316.889	418.167	341.469	240.949	1.773.784	615.689
180	180	180	18,4	57,7	212.659	123.650	114.391	316.889	418.119	341.470	240.949	1.773.784	615.689
190	190	190	19,5	60,9	212.659	123.650	113.864	316.889	418.068	341.470	240.949	1.773.784	615.689
200	200	200	20,5	64,1	212.659	123.650	113.309	316.889	418.015	341.470	240.949	1.773.784	615.689
210	210	210	21,5	67,3	212.659	123.650	112.726	316.889	417.959	341.470	240.949	1.773.784	615.689
220	220	220	22,5	70,5	212.659	123.650	111.383	316.889	417.900	341.470	240.949	1.773.784	615.689
230	230	230	23,6	73,7	212.659	123.650	109.604	316.889	417.838	341.470	240.949	1.773.784	615.689
240	240	240	24,6	76,9	212.659	123.650	107.748	316.889	417.774	341.470	240.949	1.773.784	615.689
250	250	250	25,6	80,1	212.659	123.650	105.817	316.889	417.707	341.470	240.949	1.773.784	615.689
260	260	260	26,6	83,3	212.659	123.650	103.809	316.889	417.637	341.470	240.949	1.773.784	615.689
270	270	270	27,7	86,5	212.659	123.650	101.726	316.889	417.564	341.470	240.949	1.773.784	615.689
280	280	280	28,7	89,7	212.659	123.650	99.568	316.889	417.489	341.470	240.949	1.773.784	615.689
290	290	290	29,7	92,9	212.659	123.650	97.335	316.889	417.410	341.470	240.949	1.773.784	615.689
300	300	300	30,7	96,1	212.659	123.650	95.026	316.889	417.329	341.470	240.949	1.773.784	615.689
310	310	310	31,8	99,3	212.659	123.650	92.642	316.889	417.246	341.470	240.949	1.773.784	615.689
320	320	320	32,8	102,5	212.659	123.650	90.182	316.889	417.160	341.470	240.949	1.773.784	615.689
330	330	330	33,8	105,7	212.659	123.650	87.648	316.889	417.071	341.470	240.949	1.773.784	615.689
340	340	340	34,8	108,9	212.659	123.650	85.038	316.889	416.979	341.470	240.949	1.773.784	615.689
350	350	350	35,9	112,1	212.659	123.650	82.351	316.889	416.884	341.470	240.949	1.773.784	615.689
360	360	360	36,9	115,3	212.659	123.650	79.589	316.889	416.787	341.470	240.949	1.773.784	615.689
370	370	370	37,9	118,5	212.659	123.650	76.749	316.889	416.687	341.470	240.949	1.773.784	615.689
380	380	380	38,9	121,7	212.659	123.650	73.831	316.889	416.584	341.470	240.949	1.773.784	615.689
390	390	390	40,0	124,9	212.659	123.650	70.881	316.889	416.479	341.470	240.949	1.773.784	615.689
400	400	400	41,0	128,1	212.659	123.650	68.106	316.889	416.370	341.470	270.828	1.552.090	1.035.344
410	410	410	42,0	131,3	212.659	123.650	65.515	316.889	416.259	341.470	268.330	1.552.090	1.010.919
420	420	420	43,0	134,5	212.659	123.650	63.092	316.889	416.145	341.470	265.788	1.552.090	985.970
430	430	430	44,1	137,8	212.659	123.650	60.822	316.889	416.029	341.470	263.198	1.552.090	960.503
440	440	440	45,1	141,0	212.659	123.650	58.691	316.889	415.910	341.470	260.567	1.552.090	934.521
450	450	450	46,1	144,2	212.659	123.650	56.689	316.889	415.788	341.470	257.893	1.552.090	908.032
460	460	460	47,1	147,4	212.659	123.650	54.804	316.889	415.663	341.470	255.177	1.552.090	881.039

## PERFIL U ENRIJECIDO

 $f_y = 24.5 \text{ kN}$  $A = 250 \text{ mm}$  $B = 85 \text{ mm}$  $C = 25 \text{ mm}$  $r = t = 2.00 \text{ mm}$ 

$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_t f_y$	$\phi_c P_{n0}$	$\phi_c P_n$	$\phi_b M_{ny1}$	$\phi_b M_{ny2}$	$\phi_b M_{ny3}$	$\phi_b M_{ny4}$	$\phi_b M_{nx1}$	$\phi_b M_{nx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	470	470	48.2	150.6	212.659	123.650	53.028	316.889	415.536	341.470	252.421	1.552.090	863.549
480	480	480	49.2	153.8	212.659	123.650	51.351	316.889	415.406	341.470	248.828	1.552.090	825.567
490	490	490	50.2	157.0	212.659	123.650	49.767	316.889	415.273	341.470	246.792	1.552.090	797.098
500	500	500	51.2	160.2	212.659	123.650	48.269	316.889	415.137	341.470	243.921	1.552.090	769.148
510	510	510	52.3	163.4	212.659	123.650	46.849	316.889	414.999	341.470	241.014	1.552.090	739.739
520	520	520	53.3	166.6	212.659	123.650	45.503	316.889	414.857	341.470	238.072	1.552.090	712.948
530	530	530	54.3	169.8	212.659	123.650	44.225	316.889	414.714	341.470	235.095	1.552.090	687.867
540	540	540	55.3	173.0	212.659	123.650	43.011	316.889	414.567	341.470	232.085	1.552.090	663.756
550	550	550	56.4	176.2	212.659	123.650	41.856	316.889	414.418	341.470	229.043	1.552.090	641.143
560	560	560	57.4	179.4	212.659	123.650	40.756	316.889	414.266	341.470	225.971	1.552.090	619.728
570	570	570	58.4	182.6	212.659	123.650	39.708	316.889	414.111	341.470	222.868	1.552.090	599.428
580	580	580	59.4	185.8	212.659	123.650	38.709	316.889	413.953	341.470	219.736	1.552.090	580.189
590	590	590	60.5	189.0	212.659	123.650	37.755	316.889	413.793	341.470	216.576	1.552.090	561.873
600	600	600	61.5	192.2	212.659	123.650	36.843	316.889	413.630	341.470	213.390	1.552.090	544.484

PERFIL U ENRIJECIDO

$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 4.25 \text{ mm}$

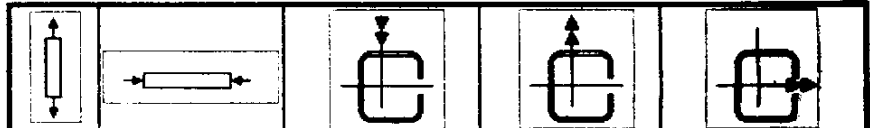


Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{00}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{yy1}$	$\phi_b \cdot M_{yy2}$	$\phi_b \cdot M_{yy3}$	$\phi_b \cdot M_{yy4}$	$\phi_b \cdot M_{xx1}$	$\phi_b \cdot M_{xx2}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	10	10	1,3	3,7	368.012	316.061	315.925	517.683	1.025.480	517.554	490.616	2.192.643	2.077.557
20	20	20	2,6	7,4	368.012	316.061	315.515	517.683	1.025.463	517.554	490.383	2.192.643	2.075.878
30	30	30	3,9	11,1	368.012	316.061	314.835	517.683	1.025.435	517.554	489.998	2.192.643	2.073.084
40	40	40	5,2	14,8	368.012	316.061	313.886	517.683	1.025.396	517.554	489.460	2.192.643	2.069.181
50	50	50	6,5	18,5	368.012	316.061	312.672	517.683	1.025.346	517.554	488.773	2.192.643	2.064.178
60	60	60	7,8	22,2	368.012	316.061	311.198	517.683	1.025.285	517.555	487.939	2.192.643	2.058.086
70	70	70	9,1	25,9	368.012	316.061	309.468	517.683	1.025.213	517.555	486.962	2.192.643	2.050.919
80	80	80	10,4	29,6	368.012	316.061	307.490	517.683	1.025.130	517.555	485.847	2.192.643	2.042.683
90	90	90	11,7	33,3	368.012	316.061	305.271	517.683	1.025.036	517.555	484.598	2.192.643	2.033.424
100	100	100	13,0	37,0	368.012	316.061	302.817	517.683	1.024.930	517.555	483.219	2.192.643	2.023.134
110	110	110	14,2	40,8	368.012	316.061	300.139	517.683	1.024.814	517.555	481.718	2.192.643	2.011.843
120	120	120	15,5	44,5	368.012	316.061	297.244	517.683	1.024.686	517.555	480.099	2.192.643	1.999.574
130	130	130	16,8	48,2	368.012	316.061	294.141	517.683	1.024.548	517.555	478.369	2.192.643	1.986.352
140	140	140	18,1	51,9	368.012	316.061	290.842	517.683	1.024.398	517.555	476.535	2.192.643	1.972.204
150	150	150	19,4	55,6	368.012	316.061	287.356	517.683	1.024.237	517.555	474.602	2.192.643	1.957.154
160	160	160	20,7	59,3	368.012	316.061	283.694	517.683	1.024.066	517.555	472.578	2.192.643	1.941.233
170	170	170	22,0	63,0	368.012	316.061	279.865	517.683	1.023.884	517.555	470.470	2.192.643	1.924.467
180	180	180	23,3	66,7	368.012	316.061	275.881	517.683	1.023.690	517.555	468.285	2.192.643	1.906.886
190	190	190	24,6	70,4	368.012	316.061	271.753	517.683	1.023.485	517.555	466.030	2.192.643	1.888.520
200	200	200	25,9	74,1	368.012	316.061	267.490	517.683	1.023.270	517.556	463.711	2.192.643	1.869.389
210	210	210	27,2	77,8	368.012	316.061	263.103	517.683	1.023.043	517.556	461.335	2.192.643	1.849.553
220	220	220	28,5	81,5	368.012	316.061	258.603	517.683	1.022.806	517.556	458.909	2.192.643	1.829.011
230	230	230	29,8	85,2	368.012	316.061	253.999	517.683	1.022.558	517.556	456.439	2.192.643	1.807.804
240	240	240	31,1	88,9	368.012	316.061	249.301	517.683	1.022.298	517.556	453.932	2.192.643	1.785.960
250	250	250	32,4	92,6	368.012	316.061	243.728	517.683	1.022.028	517.556	451.393	2.192.643	1.763.511
260	260	260	33,7	96,3	368.012	316.061	236.794	517.683	1.021.747	517.556	448.828	2.192.643	1.740.483
270	270	270	35,0	100,0	368.012	316.061	229.542	517.683	1.021.456	517.557	446.244	2.192.643	1.716.906
280	280	280	36,3	103,7	368.012	316.061	222.016	517.683	1.021.153	517.557	443.644	2.192.643	1.692.806
290	290	290	37,6	107,4	368.012	316.061	214.216	517.683	1.020.840	517.557	441.034	2.192.643	1.668.212
300	300	300	38,9	111,1	368.012	316.061	206.143	517.683	1.020.516	517.557	438.419	2.192.643	1.643.149
310	310	310	40,2	114,9	368.012	316.061	197.797	517.683	1.020.181	517.557	435.803	2.192.643	1.617.643
320	320	320	41,4	118,6	368.012	316.061	189.176	517.683	1.019.835	517.558	433.190	2.192.643	1.591.717
330	330	330	42,7	122,3	368.012	316.061	180.282	517.683	1.019.479	517.558	430.584	2.192.643	1.565.387
340	340	340	44,0	126,0	368.012	316.061	171.114	517.683	1.019.112	517.558	427.988	2.192.643	1.538.705
350	350	350	45,3	129,7	368.012	316.061	161.726	517.683	1.018.734	517.558	425.405	2.192.643	1.511.662
360	360	360	46,6	133,4	368.012	316.061	152.866	517.683	1.018.346	517.558	422.839	2.192.643	1.484.291
370	370	370	47,9	137,1	368.012	316.061	144.714	517.683	1.017.947	517.559	420.293	2.192.643	1.456.811
380	380	380	49,2	140,8	368.012	316.061	137.198	517.683	1.017.538	517.559	417.767	2.192.643	1.428.642
390	390	390	50,5	144,5	368.012	316.061	130.252	517.683	1.017.118	517.559	415.266	2.192.643	1.400.402
400	400	400	51,8	148,2	368.012	316.061	123.821	517.683	1.016.688	517.559	412.790	2.192.643	1.371.910
410	410	410	53,1	151,9	368.012	316.061	117.855	517.683	1.016.247	517.560	410.341	2.192.643	1.343.181
420	420	420	54,4	155,6	368.012	316.061	112.310	517.683	1.015.796	517.560	407.922	2.192.643	1.314.231



PERFIL U ENRIJECIDO

$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 4.25 \text{ mm}$



Ly	Lx	Lt	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_b \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{nx1}$	$\phi_b \cdot M_{nx2}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
430	430	430	55,7	159,3	368.012	316.061	107.147	517.683	1.015.334	517.560	405.533	2.192.643	1.285.677
440	440	440	57,0	163,0	368.012	316.061	102.332	517.683	1.014.862	517.560	403.175	2.192.643	1.255.731
450	450	450	58,3	166,7	368.012	316.061	97.834	517.683	1.014.380	517.561	400.849	2.192.643	1.228.209
460	460	460	59,6	170,4	368.012	316.061	93.627	517.683	1.013.887	517.561	398.557	2.192.643	1.198.523
470	470	470	60,9	174,1	368.012	316.061	89.685	517.683	1.013.384	517.561	396.298	2.192.643	1.168.685
480	480	480	62,2	177,8	368.012	316.061	85.987	517.683	1.012.870	517.561	394.074	2.192.643	1.138.708
490	490	490	63,5	181,5	368.012	316.061	82.513	517.683	1.012.347	517.562	391.884	2.192.643	1.108.598
500	500	500	64,8	185,2	368.012	316.061	79.246	517.683	1.011.813	517.562	389.729	2.192.643	1.078.370
510	510	510	66,1	189,0	368.012	316.061	76.188	517.683	1.011.269	517.562	387.610	2.192.643	1.048.033
520	520	520	67,4	192,7	368.012	316.061	73.267	517.683	1.010.715	517.563	385.526	2.192.643	1.018.114
530	530	530	68,6	196,4	368.012	316.061	70.528	517.683	1.010.151	517.563	383.477	2.192.643	987.733
540	540	540	69,9	200,1	368.012	316.061	67.940	517.683	1.009.577	517.563	381.463	2.192.643	957.822
550	550	550	71,2	203,8	368.012	316.061	65.492	517.683	1.008.993	517.564	379.484	2.192.643	928.278
560	560	560	72,5	207,5	368.012	316.061	63.174	517.683	1.008.398	517.564	377.540	2.192.643	899.002
570	570	570	73,8	211,2	368.012	316.061	60.977	517.683	1.007.794	517.564	375.630	2.192.643	870.910
580	580	580	75,1	214,9	368.012	316.061	58.892	517.683	1.007.180	517.565	373.754	2.192.643	844.928
590	590	590	76,4	218,6	368.012	316.061	56.913	517.683	1.006.557	517.565	371.912	2.192.643	820.969
600	600	600	77,7	222,3	368.012	316.061	55.032	517.683	1.005.923	517.565	370.104	2.192.643	804.980

PERFIL U ENRIJECIDO

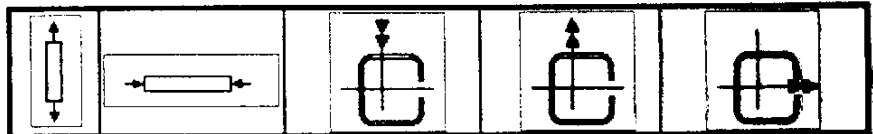
fy= 24.5 kN  
 A= 150 mm  
 B= 75 mm  
 C= 20 mm  
 r= 4,75 mm



Ly	Lx	Lt	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{ux1}$	$\phi_b \cdot M_{ux2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	10	10	1,0	3,4	485.060	399.632	399.505	702.009	1.477.443	701.652	665.325	3.552.888	3.388.247
20	20	20	2,1	6,7	485.060	399.632	399.125	702.009	1.477.429	701.652	665.101	3.552.888	3.383.984
30	30	30	3,1	10,1	485.060	399.632	398.493	702.009	1.477.405	701.652	664.729	3.552.888	3.380.216
40	40	40	4,2	13,5	485.060	399.632	397.610	702.009	1.477.373	701.652	664.210	3.552.888	3.354.948
50	50	50	5,2	16,9	485.060	399.632	396.479	702.009	1.477.330	701.652	663.545	3.552.888	3.348.190
60	60	60	6,3	20,2	485.060	399.632	395.103	702.009	1.477.279	701.652	662.736	3.552.888	3.339.953
70	70	70	7,3	23,6	485.060	399.632	393.485	702.009	1.477.218	701.652	661.787	3.552.888	3.330.247
80	80	80	8,4	27,0	485.060	399.632	391.630	702.009	1.477.147	701.652	660.699	3.552.888	3.319.089
90	90	90	9,4	30,3	485.060	399.632	389.541	702.009	1.477.068	701.652	659.478	3.552.888	3.308.486
100	100	100	10,4	33,7	485.060	399.632	387.225	702.009	1.476.979	701.652	658.121	3.552.888	3.292.486
110	110	110	11,5	37,1	485.060	399.632	384.687	702.009	1.476.880	701.652	656.640	3.552.888	3.277.079
120	120	120	12,5	40,4	485.060	399.632	381.933	702.009	1.476.773	701.652	655.035	3.552.888	3.260.300
130	130	130	13,6	43,8	485.060	399.632	378.970	702.009	1.476.655	701.652	653.311	3.552.888	3.242.171
140	140	140	14,6	47,2	485.060	399.632	375.804	702.009	1.476.529	701.653	651.473	3.552.888	3.222.719
150	150	150	15,7	50,6	485.060	399.632	372.442	702.009	1.476.393	701.653	649.526	3.552.888	3.201.970
160	160	160	16,7	53,9	485.060	399.632	368.893	702.009	1.476.248	701.653	647.475	3.552.888	3.179.954
170	170	170	17,8	57,3	485.060	399.632	365.164	702.009	1.476.093	701.653	645.326	3.552.888	3.156.886
180	180	180	18,8	60,7	485.060	399.632	361.263	702.009	1.475.929	701.653	643.083	3.552.888	3.132.234
190	190	190	19,9	64,0	485.060	399.632	357.197	702.009	1.475.756	701.653	640.753	3.552.888	3.108.682
200	200	200	20,9	67,4	485.060	399.632	352.929	702.009	1.475.573	701.653	638.341	3.552.888	3.079.806
210	210	210	21,9	70,8	485.060	399.632	348.061	702.009	1.475.381	701.653	635.852	3.552.888	3.051.908
220	220	220	23,0	74,2	485.060	399.632	342.939	702.009	1.475.180	701.653	633.291	3.552.888	3.022.926
230	230	230	24,0	77,5	485.060	399.632	337.558	702.009	1.474.970	701.654	630.666	3.552.888	2.992.900
240	240	240	25,1	80,9	485.060	399.632	331.915	702.009	1.474.750	701.654	627.980	3.552.888	2.961.861
250	250	250	26,1	84,3	485.060	399.632	326.008	702.009	1.474.521	701.654	625.240	3.552.888	2.929.842
260	260	260	27,2	87,6	485.060	399.632	319.831	702.009	1.474.283	701.654	622.450	3.552.888	2.896.878
270	270	270	28,2	91,0	485.060	399.632	313.381	702.009	1.474.035	701.654	619.617	3.552.888	2.863.001
280	280	280	29,3	94,4	485.060	399.632	306.652	702.009	1.473.778	701.654	616.745	3.552.888	2.828.245
290	290	290	30,3	97,7	485.060	399.632	299.640	702.009	1.473.513	701.654	613.838	3.552.888	2.792.643
300	300	300	31,3	101,1	485.060	399.632	292.338	702.009	1.473.237	701.655	610.903	3.552.888	2.756.228
310	310	310	32,4	104,5	485.060	399.632	284.739	702.009	1.472.953	701.655	607.943	3.552.888	2.719.032
320	320	320	33,4	107,9	485.060	399.632	276.837	702.009	1.472.659	701.655	604.963	3.552.888	2.681.086
330	330	330	34,5	111,2	485.060	399.632	268.623	702.009	1.472.356	701.655	601.967	3.552.888	2.642.422
340	340	340	35,5	114,6	485.060	399.632	260.088	702.009	1.472.044	701.655	598.960	3.552.888	2.603.071
350	350	350	36,6	118,0	485.060	399.632	251.173	702.009	1.471.722	701.655	595.944	3.552.888	2.563.062
360	360	360	37,6	121,3	485.060	399.632	240.575	702.009	1.471.392	701.656	592.925	3.552.888	2.522.424
370	370	370	38,7	124,7	485.060	399.632	229.679	702.009	1.471.052	701.656	589.905	3.552.888	2.481.188
380	380	380	39,7	128,1	485.060	399.632	218.484	702.009	1.470.704	701.656	586.887	3.552.888	2.439.376
390	390	390	40,8	131,5	485.060	399.632	207.433	702.009	1.470.346	701.656	583.876	3.552.888	2.397.020
400	400	400	41,8	134,8	485.060	399.632	197.191	702.009	1.469.979	701.657	580.873	3.552.888	2.354.148
410	410	410	42,8	138,2	485.060	399.632	187.689	702.009	1.469.602	701.657	577.882	3.552.888	2.310.777
420	420	420	43,9	141,6	485.060	399.632	178.858	702.009	1.469.217	701.657	574.904	3.552.888	2.268.839
430	430	430	44,9	144,9	485.060	399.632	170.636	702.009	1.468.823	701.657	571.943	3.552.888	2.222.655
440	440	440	46,0	148,3	485.060	399.632	162.968	702.009	1.468.420	701.657	569.001	3.552.888	2.177.949
450	450	450	47,0	151,7	485.060	399.632	155.805	702.009	1.468.007	701.658	566.079	3.552.888	2.132.842
460	460	460	48,1	155,0	485.060	399.632	149.105	702.009	1.467.586	701.658	563.179	3.552.888	2.087.356

## PERFIL U ENRIJECIDO

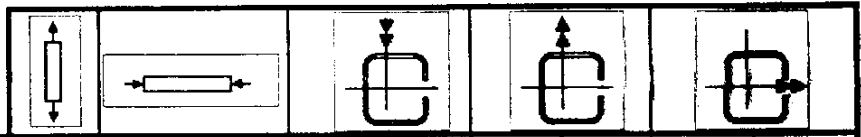
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 150 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 20 \text{ mm}$   
 $r = 4.75 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{nx1}$	$\phi_b \cdot M_{nx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	470	470	49,1	158,4	485.060	399.632	142.827	702.009	1.467.155	701.658	560.304	3.552.888	2.881.510
480	480	480	50,2	161,8	485.060	399.632	136.938	702.009	1.466.716	701.659	557.454	3.552.888	1.885.325
490	490	490	51,2	165,2	485.060	399.632	131.406	702.009	1.466.267	701.659	554.632	3.552.888	1.948.819
500	500	500	52,2	168,5	485.060	399.632	126.202	702.009	1.465.810	701.659	551.837	3.552.888	1.902.011
510	510	510	53,3	171,9	485.060	399.632	121.302	702.009	1.465.343	701.659	549.072	3.552.888	1.854.918
520	520	520	54,3	175,3	485.060	399.632	116.681	702.009	1.464.868	701.660	546.337	3.552.888	1.807.555
530	530	530	55,4	178,6	485.060	399.632	112.319	702.009	1.464.384	701.660	543.634	3.552.888	1.759.941
540	540	540	56,4	182,0	485.060	399.632	108.198	702.009	1.463.890	701.660	540.962	3.552.888	1.712.088
550	550	550	57,5	185,4	485.060	399.632	104.299	702.009	1.463.388	701.661	538.324	3.552.888	1.664.238
560	560	560	58,5	188,7	485.060	399.632	100.608	702.009	1.462.877	701.661	535.718	3.552.888	1.618.361
570	570	570	59,6	192,1	485.060	399.632	97.108	702.009	1.462.358	701.661	533.146	3.552.888	1.574.757
580	580	580	60,6	195,5	485.060	399.632	93.789	702.009	1.461.829	701.662	530.608	3.552.888	1.533.297
590	590	590	61,7	198,9	485.060	399.632	90.636	702.009	1.461.292	701.662	528.104	3.552.888	1.493.830
600	600	600	62,7	202,2	485.060	399.632	87.640	702.009	1.460.746	701.662	525.635	3.552.888	1.456.223

PERFIL U ENRIJECIDO

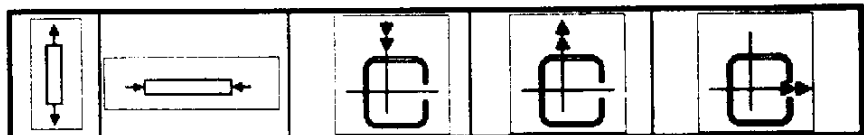
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 3.75 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_c \cdot M_{ny1}$	$\phi_c \cdot M_{ny2}$	$\phi_c \cdot M_{ny3}$	$\phi_c \cdot M_{ny4}$	$\phi_c \cdot M_{nx1}$	$\phi_c \cdot M_{nx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	10	10	1.3	3.7	327.588	270.199	270.084	470.620	871.839	470.446	445.927	1.988.293	1.865.008
20	20	20	2.6	7.3	327.588	270.199	269.742	470.620	871.825	470.446	445.717	1.988.293	1.865.520
30	30	30	3.9	11.0	327.588	270.199	269.171	470.620	871.802	470.446	445.368	1.988.293	1.861.042
40	40	40	5.2	14.7	327.588	270.199	268.376	470.620	871.769	470.446	444.881	1.988.293	1.857.580
50	50	50	6.4	18.3	327.588	270.199	267.356	470.620	871.727	470.446	444.255	1.988.293	1.853.138
60	60	60	7.7	22.0	327.588	270.199	266.116	470.620	871.678	470.446	443.501	1.988.293	1.847.725
70	70	70	9.0	25.7	327.588	270.199	264.658	470.620	871.616	470.446	442.612	1.988.293	1.841.350
80	80	80	10.3	29.3	327.588	270.199	262.987	470.620	871.546	470.446	441.594	1.988.293	1.834.034
90	90	90	11.6	33.0	327.588	270.199	261.107	470.620	871.467	470.446	440.451	1.988.293	1.825.739
100	100	100	12.9	36.7	327.588	270.199	259.023	470.620	871.379	470.446	439.186	1.988.293	1.816.587
110	110	110	14.2	40.3	327.588	270.199	256.740	470.620	871.281	470.446	437.804	1.988.293	1.806.485
120	120	120	15.5	44.0	327.588	270.199	254.265	470.620	871.174	470.446	436.308	1.988.293	1.795.489
130	130	130	16.8	47.7	327.588	270.199	251.603	470.620	871.058	470.446	434.703	1.988.293	1.783.595
140	140	140	18.1	51.3	327.588	270.199	248.761	470.620	870.933	470.446	432.994	1.988.293	1.770.882
150	150	150	19.3	55.0	327.588	270.199	245.746	470.620	870.798	470.446	431.186	1.988.293	1.757.290
160	160	160	20.6	58.7	327.588	270.199	242.564	470.620	870.654	470.446	429.283	1.988.293	1.742.888
170	170	170	21.9	62.3	327.588	270.199	239.223	470.620	870.501	470.446	427.292	1.988.293	1.727.707
180	180	180	23.2	66.0	327.588	270.199	235.730	470.620	870.339	470.446	425.218	1.988.293	1.711.739
190	190	190	24.5	69.7	327.588	270.199	232.092	470.620	870.167	470.446	423.068	1.988.293	1.695.015
200	200	200	25.8	73.3	327.588	270.199	228.316	470.620	869.986	470.446	420.841	1.988.293	1.677.558
210	210	210	27.1	77.0	327.588	270.199	224.411	470.620	869.796	470.447	418.549	1.988.293	1.659.392
220	220	220	28.4	80.7	327.588	270.199	220.383	470.620	869.597	470.447	416.195	1.988.293	1.640.538
230	230	230	29.7	84.3	327.588	270.199	216.240	470.620	869.389	470.447	413.788	1.988.293	1.621.019
240	240	240	31.0	88.0	327.588	270.199	211.988	470.620	869.171	470.447	411.325	1.988.293	1.600.880
250	250	250	32.2	91.7	327.588	270.199	207.634	470.620	868.945	470.447	408.818	1.988.293	1.580.063
260	260	260	33.5	95.4	327.588	270.199	203.186	470.620	868.709	470.447	406.271	1.988.293	1.558.712
270	270	270	34.8	99.0	327.588	270.199	198.650	470.620	868.464	470.447	403.689	1.988.293	1.536.789
280	280	280	36.1	102.7	327.588	270.199	194.032	470.620	868.210	470.447	401.075	1.988.293	1.514.277
290	290	290	37.4	106.4	327.588	270.199	188.848	470.620	867.946	470.447	398.436	1.988.293	1.491.258
300	300	300	38.7	110.0	327.588	270.199	182.869	470.620	867.674	470.448	395.774	1.988.293	1.467.736
310	310	310	40.0	113.7	327.588	270.199	176.640	470.620	867.393	470.448	393.095	1.988.293	1.443.729
320	320	320	41.3	117.4	327.588	270.199	170.151	470.620	867.102	470.448	390.403	1.988.293	1.419.282
330	330	330	42.6	121.0	327.588	270.199	163.152	470.620	866.803	470.448	387.701	1.988.293	1.394.364
340	340	340	43.9	124.7	327.588	270.199	155.156	470.620	866.494	470.448	384.993	1.988.293	1.369.026
350	350	350	45.1	128.4	327.588	270.199	146.921	470.620	866.177	470.448	382.284	1.988.293	1.343.296
360	360	360	46.4	132.0	327.588	270.199	138.873	470.620	865.850	470.448	379.575	1.988.293	1.317.188
370	370	370	47.7	135.7	327.588	270.199	131.468	470.620	865.515	470.449	376.870	1.988.293	1.290.718
380	380	380	49.0	139.4	327.588	270.199	124.640	470.620	865.170	470.449	374.172	1.988.293	1.263.902
390	390	390	50.3	143.0	327.588	270.199	118.330	470.620	864.817	470.449	371.484	1.988.293	1.236.759
400	400	400	51.6	146.7	327.588	270.199	112.487	470.620	864.455	470.449	368.809	1.988.293	1.209.308
410	410	410	52.9	150.4	327.588	270.199	107.067	470.620	864.083	470.449	366.148	1.988.293	1.181.562
420	420	420	54.2	154.0	327.588	270.199	102.029	470.620	863.703	470.449	363.503	1.988.293	1.153.540
430	430	430	55.5	157.7	327.588	270.199	97.339	470.620	863.314	470.450	360.877	1.988.293	1.125.255
440	440	440	56.8	161.4	327.588	270.199	92.965	470.620	862.916	470.450	358.272	1.988.293	1.096.722
450	450	450	58.0	165.0	327.588	270.199	88.879	470.620	862.509	470.450	355.689	1.988.293	1.067.966
460	460	460	59.3	168.7	327.588	270.199	85.056	470.620	862.094	470.450	353.129	1.988.293	1.038.989

## PERFIL U ENRIJECIDO

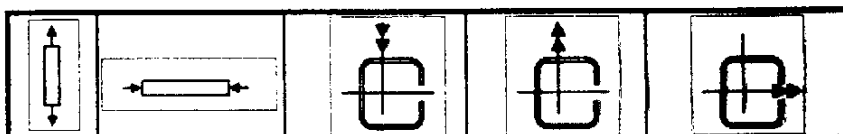
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 3.75 \text{ mm}$



Ly	Lx	Lt	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{nx1}$	$\phi_b \cdot M_{nx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	470	470	60,6	172,4	327.588	270.199	81.478	470.620	861.670	470.450	350.594	1.968.293	1.009.775
480	480	480	61,9	176,0	327.588	270.199	78.116	470.620	861.237	470.451	348.085	1.968.293	960.366
490	490	490	63,2	179,7	327.588	270.199	74.960	470.620	860.795	470.451	345.604	1.968.293	960.814
500	500	500	64,5	183,4	327.588	270.199	71.992	470.620	860.344	470.451	343.150	1.968.293	921.214
510	510	510	65,8	187,0	327.588	270.199	69.196	470.620	859.885	470.451	340.725	1.968.293	882.939
520	520	520	67,1	190,7	327.588	270.199	66.560	470.620	859.417	470.451	338.330	1.968.293	866.218
530	530	530	68,4	194,4	327.588	270.199	64.072	470.620	858.940	470.452	335.965	1.968.293	840.934
540	540	540	69,7	198,0	327.588	270.199	61.721	470.620	858.455	470.452	333.631	1.968.293	816.964
550	550	550	70,9	201,7	327.588	270.199	59.497	470.620	857.961	470.452	331.327	1.968.293	794.270
560	560	560	72,2	205,4	327.588	270.199	57.391	470.620	857.458	470.452	329.055	1.968.293	772.707
570	570	570	73,5	209,0	327.588	270.199	55.395	470.620	856.948	470.453	326.814	1.968.293	752.213
580	580	580	74,8	212,7	327.588	270.199	53.502	470.620	856.428	470.453	324.605	1.968.293	732.718
590	590	590	76,1	216,4	327.588	270.199	51.703	470.620	855.900	470.453	322.428	1.968.293	714.153
600	600	600	77,4	220,0	327.588	270.199	49.994	470.620	855.363	470.453	320.282	1.968.293	696.458

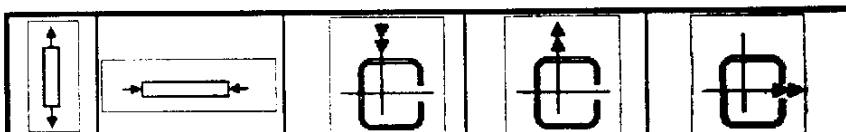
## PERFIL U ENRIJECIDO

$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 3.35 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot F_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny}$	$\phi_b \cdot M_{ux1}$	$\phi_b \cdot M_{ux2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	10	10	1.3	3,6	294.698	234.117	234.019	430.172	747.458	430.245	407.792	1.782.480	1.888.973
20	20	20	2,6	7,3	294.698	234.117	233.726	430.172	747.447	430.245	407.601	1.782.480	1.887.639
30	30	30	3,9	10,9	294.698	234.117	233.238	430.172	747.427	430.245	407.283	1.782.480	1.886.417
40	40	40	5,1	14,6	294.698	234.117	232.556	430.172	747.399	430.245	406.839	1.782.480	1.885.311
50	50	50	6,4	18,2	294.698	234.117	231.682	430.172	747.364	430.245	406.271	1.782.480	1.884.325
60	60	60	7,7	21,8	294.698	234.117	230.617	430.172	747.320	430.245	405.579	1.782.480	1.883.464
70	70	70	9,0	25,5	294.698	234.117	229.364	430.172	747.269	430.245	404.766	1.782.480	1.882.734
80	80	80	10,3	29,1	294.698	234.117	227.926	430.172	747.210	430.245	403.833	1.782.480	1.882.144
90	90	90	11,6	32,7	294.698	234.117	226.305	430.172	747.142	430.245	402.784	1.782.480	1.881.702
100	100	100	12,9	36,4	294.698	234.117	224.504	430.172	747.067	430.245	401.620	1.782.480	1.881.418
110	110	110	14,1	40,0	294.698	234.117	222.527	430.172	746.984	430.245	400.345	1.782.480	1.881.302
120	120	120	15,4	43,7	294.698	234.117	220.379	430.172	746.893	430.245	398.962	1.782.480	1.881.388
130	130	130	16,7	47,3	294.698	234.117	218.063	430.172	746.795	430.245	397.474	1.782.480	1.881.623
140	140	140	18,0	50,9	294.698	234.117	215.583	430.172	746.688	430.245	395.885	1.782.480	1.881.986
150	150	150	19,3	54,6	294.698	234.117	212.945	430.172	746.573	430.245	394.196	1.782.480	1.882.489
160	160	160	20,6	58,2	294.698	234.117	210.152	430.172	746.451	430.245	392.418	1.782.480	1.883.026
170	170	170	21,9	61,8	294.698	234.117	207.210	430.172	746.321	430.245	390.548	1.782.480	1.883.594
180	180	180	23,1	65,5	294.698	234.117	204.124	430.172	746.182	430.245	388.593	1.782.480	1.884.190
190	190	190	24,4	69,1	294.698	234.117	200.898	430.172	746.036	430.245	386.557	1.782.480	1.884.810
200	200	200	25,7	72,8	294.698	234.117	197.539	430.172	745.883	430.245	384.444	1.782.480	1.885.450
210	210	210	27,0	76,4	294.698	234.117	194.051	430.172	745.721	430.245	382.259	1.782.480	1.886.106
220	220	220	28,3	80,0	294.698	234.117	190.439	430.172	745.551	430.245	380.005	1.782.480	1.886.774
230	230	230	29,6	83,7	294.698	234.117	186.709	430.172	745.374	430.245	377.688	1.782.480	1.887.450
240	240	240	30,9	87,3	294.698	234.117	182.866	430.172	745.189	430.246	375.312	1.782.480	1.888.130
250	250	250	32,1	91,0	294.698	234.117	178.914	430.172	744.996	430.246	372.881	1.782.480	1.888.810
260	260	260	33,4	94,6	294.698	234.117	174.859	430.172	744.795	430.246	370.399	1.782.480	1.889.490
270	270	270	34,7	98,2	294.698	234.117	170.705	430.172	744.586	430.246	367.871	1.782.480	1.890.166
280	280	280	36,0	101,9	294.698	234.117	166.458	430.172	744.370	430.246	365.301	1.782.480	1.890.841
290	290	290	37,3	105,5	294.698	234.117	162.121	430.172	744.146	430.246	362.693	1.782.480	1.891.511
300	300	300	38,6	109,1	294.698	234.117	157.699	430.172	743.914	430.246	360.052	1.782.480	1.892.174
310	310	310	39,9	112,8	294.698	234.117	153.196	430.172	743.674	430.246	357.380	1.782.480	1.892.829
320	320	320	41,1	116,4	294.698	234.117	148.616	430.172	743.426	430.246	354.682	1.782.480	1.893.476
330	330	330	42,4	120,1	294.698	234.117	143.829	430.172	743.171	430.246	351.961	1.782.480	1.894.114
340	340	340	43,7	123,7	294.698	234.117	137.919	430.172	742.908	430.246	349.221	1.782.480	1.894.744
350	350	350	45,0	127,3	294.698	234.117	131.771	430.172	742.638	430.247	346.466	1.782.480	1.895.366
360	360	360	46,3	131,0	294.698	234.117	125.536	430.172	742.359	430.247	343.699	1.782.480	1.895.979
370	370	370	47,6	134,6	294.698	234.117	119.699	430.172	742.073	430.247	340.922	1.782.480	1.896.583
380	380	380	48,9	138,2	294.698	234.117	113.936	430.172	741.779	430.247	338.140	1.782.480	1.897.177
390	390	390	50,1	141,9	294.698	234.117	108.168	430.172	741.478	430.247	335.354	1.782.480	1.897.761
400	400	400	51,4	145,5	294.698	234.117	102.828	430.172	741.168	430.247	332.568	1.782.480	1.898.334
410	410	410	52,7	149,2	294.698	234.117	97.873	430.172	740.852	430.247	329.784	1.782.480	1.898.896
420	420	420	54,0	152,8	294.698	234.117	93.268	430.172	740.527	430.247	327.004	1.782.480	1.899.447
430	430	430	55,3	156,4	294.698	234.117	88.980	430.172	740.195	430.248	324.231	1.782.480	1.899.987
440	440	440	56,6	160,1	294.698	234.117	84.982	430.172	739.855	430.248	321.467	1.782.480	1.900.516
450	450	450	57,8	163,7	294.698	234.117	81.247	430.172	739.508	430.248	318.715	1.782.480	1.901.034
460	460	460	59,1	167,4	294.698	234.117	77.752	430.172	739.153	430.248	315.975	1.782.480	1.901.541

## PERFIL U ENRIJECIDO

 $f_y = 24.5 \text{ kN}$ 
 $A = 200 \text{ mm}$ 
 $B = 75 \text{ mm}$ 
 $C = 25 \text{ mm}$ 
 $r = 3.35 \text{ mm}$ 


$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{10}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{nx1}$	$\phi_b \cdot M_{nx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	470	470	60,4	171,0	294.698	234.117	74.479	430.172	738.791	430.248	313.249	1.782.480	887.758
480	480	480	61,7	174,6	294.698	234.117	71.408	430.172	738.420	430.248	310.540	1.782.480	869.248
490	490	490	63,0	178,3	294.698	234.117	68.523	430.172	738.043	430.248	307.849	1.782.480	850.726
500	500	500	64,3	181,9	294.698	234.117	65.810	430.172	737.658	430.249	305.177	1.782.480	832.228
510	510	510	65,6	185,5	294.698	234.117	63.254	430.172	737.265	430.249	302.525	1.782.480	778.985
520	520	520	66,8	189,2	294.698	234.117	60.845	430.172	736.865	430.249	299.895	1.782.480	753.923
530	530	530	68,1	192,8	294.698	234.117	58.570	430.172	736.457	430.249	297.288	1.782.480	731.084
540	540	540	69,4	196,5	294.698	234.117	56.421	430.172	736.042	430.249	294.704	1.782.480	709.484
550	550	550	70,7	200,1	294.698	234.117	54.388	430.172	735.619	430.249	292.144	1.782.480	689.084
560	560	560	72,0	203,7	294.698	234.117	52.463	430.172	735.189	430.250	289.610	1.782.480	669.874
570	570	570	73,3	207,4	294.698	234.117	50.638	430.172	734.751	430.250	287.102	1.782.480	651.122
580	580	580	74,6	211,0	294.698	234.117	48.907	430.172	734.307	430.250	284.620	1.782.480	633.581
590	590	590	75,8	214,6	294.698	234.117	47.263	430.172	733.854	430.250	282.165	1.782.480	616.889
600	600	600	77,1	218,3	294.698	234.117	45.701	430.172	733.395	430.250	279.738	1.782.480	600.982

PERFIL U ENRIJECIDO

$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 3.00 \text{ mm}$

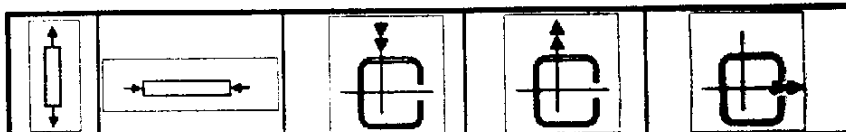


Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_{t, f_y}$	$\phi_{t, P_{n0}}$	$\phi_{t, P_n}$	$\phi_{b, M_{ny1}}$	$\phi_{b, M_{ny2}}$	$\phi_{b, M_{ny3}}$	$\phi_{b, M_{ny4}}$	$\phi_{b, M_{ny1}}$	$\phi_{b, M_{ny2}}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	10	10	1,3	3,6	265.517	203.295	203.211	389.865	639.518	393.201	372.654	1.615.244	1.530.538
20	20	20	2,6	7,2	265.517	203.295	202.958	389.865	639.508	393.201	372.400	1.615.244	1.529.338
30	30	30	3,8	10,8	265.517	203.295	202.538	389.865	639.491	393.201	372.191	1.615.244	1.527.343
40	40	40	5,1	14,5	265.517	203.295	201.950	389.865	639.468	393.201	371.787	1.615.244	1.524.552
50	50	50	6,4	18,1	265.517	203.295	201.196	389.865	639.437	393.201	371.268	1.615.244	1.520.968
60	60	60	7,7	21,7	265.517	203.295	200.276	389.865	639.400	393.201	370.637	1.615.244	1.516.598
70	70	70	9,0	25,3	265.517	203.295	199.193	389.865	639.356	393.201	369.894	1.615.244	1.511.439
80	80	80	10,3	28,9	265.517	203.295	197.948	389.865	639.306	393.201	369.041	1.615.244	1.505.505
90	90	90	11,5	32,5	265.517	203.295	196.543	389.865	639.249	393.201	368.079	1.615.244	1.498.798
100	100	100	12,8	36,1	265.517	203.295	194.980	389.865	639.185	393.201	367.011	1.615.244	1.491.325
110	110	110	14,1	39,7	265.517	203.295	193.262	389.865	639.114	393.201	365.839	1.615.244	1.483.095
120	120	120	15,4	43,4	265.517	203.295	191.391	389.865	639.037	393.201	364.565	1.615.244	1.474.116
130	130	130	16,7	47,0	265.517	203.295	189.370	389.865	638.952	393.201	363.191	1.615.244	1.464.397
140	140	140	17,9	50,6	265.517	203.295	187.202	389.865	638.861	393.201	361.720	1.615.244	1.453.948
150	150	150	19,2	54,2	265.517	203.295	184.889	389.865	638.764	393.201	360.156	1.615.244	1.442.779
160	160	160	20,5	57,8	265.517	203.295	182.436	389.865	638.659	393.201	358.501	1.615.244	1.430.900
170	170	170	21,8	61,4	265.517	203.295	179.845	389.865	638.548	393.201	356.757	1.615.244	1.418.324
180	180	180	23,1	65,0	265.517	203.295	177.121	389.865	638.431	393.201	354.929	1.615.244	1.405.062
190	190	190	24,4	68,6	265.517	203.295	174.265	389.865	638.306	393.201	353.020	1.615.244	1.391.127
200	200	200	25,6	72,3	265.517	203.295	171.283	389.865	638.175	393.201	351.032	1.615.244	1.376.530
210	210	210	26,9	75,9	265.517	203.295	168.177	389.865	638.037	393.201	348.969	1.615.244	1.361.287
220	220	220	28,2	79,5	265.517	203.295	164.951	389.865	637.892	393.201	346.836	1.615.244	1.345.409
230	230	230	29,5	83,1	265.517	203.295	161.609	389.865	637.741	393.202	344.634	1.615.244	1.328.910
240	240	240	30,8	86,7	265.517	203.295	158.154	389.865	637.584	393.202	342.369	1.615.244	1.311.805
250	250	250	32,0	90,3	265.517	203.295	154.590	389.865	637.419	393.202	340.043	1.615.244	1.294.108
260	260	260	33,3	93,9	265.517	203.295	150.921	389.865	637.248	393.202	337.660	1.615.244	1.275.833
270	270	270	34,6	97,6	265.517	203.295	147.149	389.865	637.069	393.202	335.223	1.615.244	1.256.995
280	280	280	35,9	101,2	265.517	203.295	143.277	389.865	636.885	393.202	332.736	1.615.244	1.237.606
290	290	290	37,2	104,8	265.517	203.295	139.310	389.865	636.694	393.202	330.203	1.615.244	1.217.686
300	300	300	38,5	108,4	265.517	203.295	135.249	389.865	636.496	393.202	327.627	1.615.244	1.197.246
310	310	310	39,7	112,0	265.517	203.295	131.098	389.865	636.291	393.202	325.011	1.615.244	1.176.300
320	320	320	41,0	115,6	265.517	203.295	126.859	389.865	636.080	393.202	322.359	1.615.244	1.154.865
330	330	330	42,3	119,2	265.517	203.295	122.534	389.865	635.862	393.202	319.674	1.615.244	1.132.964
340	340	340	43,6	122,8	265.517	203.295	118.125	389.865	635.637	393.202	316.959	1.615.244	1.110.582
350	350	350	44,9	126,5	265.517	203.295	113.633	389.865	635.406	393.202	314.217	1.615.244	1.087.764
360	360	360	46,1	130,1	265.517	203.295	109.218	389.865	635.169	393.202	311.452	1.615.244	1.064.513
370	370	370	47,4	133,7	265.517	203.295	105.116	389.865	634.924	393.202	308.667	1.615.244	1.040.845
380	380	380	48,7	137,3	265.517	203.295	100.950	389.865	634.673	393.203	305.864	1.615.244	1.016.772
390	390	390	50,0	140,9	265.517	203.295	96.537	389.865	634.416	393.203	303.046	1.615.244	992.309
400	400	400	51,3	144,5	265.517	203.295	92.408	389.865	634.152	393.203	300.215	1.615.244	967.469
410	410	410	52,6	148,1	265.517	203.295	88.539	389.865	633.881	393.203	297.376	1.615.244	942.266
420	420	420	53,8	151,7	265.517	203.295	84.906	389.865	633.604	393.203	294.529	1.615.244	916.712
430	430	430	55,1	155,4	265.517	203.295	81.286	389.865	633.320	393.203	291.677	1.615.244	890.821
440	440	440	56,4	159,0	265.517	203.295	77.633	389.865	633.029	393.203	288.823	1.615.244	864.604
450	450	450	57,7	162,6	265.517	203.295	74.221	389.865	632.732	393.203	285.969	1.615.244	838.076
460	460	460	59,0	166,2	265.517	203.295	71.029	389.865	632.429	393.203	283.116	1.615.244	811.246



## PERFIL U ENRIJECIDO

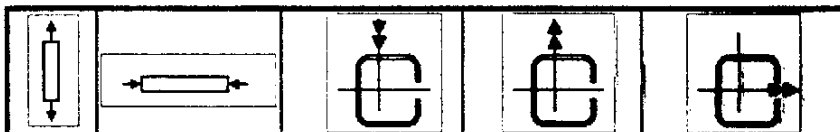
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 3.00 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot F_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{nx1}$	$\phi_b \cdot M_{nx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	470	470	60,2	169,8	265.517	203.295	68.039	389.865	632.119	393.203	260.267	1.615.244	784.128
480	480	480	61,5	173,4	265.517	203.295	65.233	389.865	631.803	393.204	277.425	1.615.244	758.891
490	490	490	62,8	177,0	265.517	203.295	62.588	389.865	631.479	393.204	274.589	1.615.244	730.723
500	500	500	64,1	180,7	265.517	203.295	60.119	389.865	631.150	393.204	271.763	1.615.244	708.138
510	510	510	65,4	184,3	265.517	203.295	57.784	389.865	630.814	393.204	268.947	1.615.244	682.989
520	520	520	66,7	187,9	265.517	203.295	55.583	389.865	630.471	393.204	266.144	1.615.244	661.079
530	530	530	67,9	191,5	265.517	203.295	53.506	389.865	630.122	393.204	263.354	1.615.244	640.400
540	540	540	69,2	195,1	265.517	203.295	51.542	389.865	629.767	393.204	260.579	1.615.244	620.834
550	550	550	70,5	198,7	265.517	203.295	49.685	389.865	629.405	393.204	257.820	1.615.244	602.301
560	560	560	71,8	202,3	265.517	203.295	47.926	389.865	629.036	393.204	255.079	1.615.244	584.728
570	570	570	73,1	205,9	265.517	203.295	46.260	389.865	628.662	393.205	252.355	1.615.244	568.048
580	580	580	74,3	209,6	265.517	203.295	44.678	389.865	628.281	393.205	249.651	1.615.244	552.200
590	590	590	75,6	213,2	265.517	203.295	43.176	389.865	627.893	393.205	246.967	1.615.244	537.128
600	600	600	76,9	216,8	265.517	203.295	41.749	389.865	627.499	393.205	244.305	1.615.244	522.782

PERFIL U ENRIJECIDO

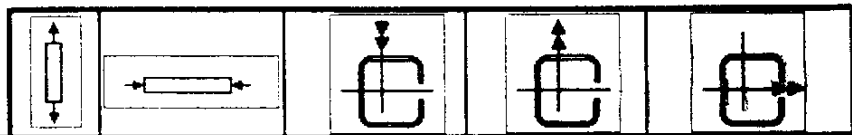
$f_y = 24,5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 2,65 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{d0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{y1}$	$\phi_b \cdot M_{y2}$	$\phi_b \cdot M_{y3}$	$\phi_b \cdot M_{y4}$	$\phi_b \cdot M_{x1}$	$\phi_b \cdot M_{x2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	10	10	1,3	3,6	235.960	173.416	173.130	347.373	534.104	354.384	335.682	1.443.640	1.387.810
20	20	20	2,6	7,2	235.960	173.416	172.274	347.373	534.070	354.384	335.659	1.443.640	1.385.489
30	30	30	3,8	10,8	235.960	173.416	170.850	347.373	534.014	354.384	334.025	1.443.640	1.381.981
40	40	40	5,1	14,4	235.960	173.416	168.867	347.373	533.935	354.384	332.586	1.443.640	1.387.037
50	50	50	6,4	17,9	235.960	173.416	166.333	347.373	533.834	354.384	330.752	1.443.640	1.380.735
60	60	60	7,7	21,5	235.960	173.416	163.260	347.373	533.710	354.384	328.535	1.443.640	1.343.074
70	70	70	8,9	25,1	235.960	173.416	159.661	347.373	533.564	354.384	325.947	1.443.640	1.334.079
80	80	80	10,2	28,7	235.960	173.416	155.551	347.373	533.395	354.384	323.005	1.443.640	1.323.777
90	90	90	11,5	32,3	235.960	173.416	150.946	347.373	533.204	354.384	319.728	1.443.640	1.312.201
100	100	100	12,8	35,9	235.960	173.416	145.866	347.373	532.991	354.384	316.129	1.443.640	1.299.383
110	110	110	14,1	39,5	235.960	173.416	140.326	347.373	532.755	354.384	312.234	1.443.640	1.286.382
120	120	120	15,3	43,1	235.960	173.416	134.347	347.373	532.497	354.384	308.082	1.443.640	1.270.177
130	130	130	16,6	46,6	235.960	173.416	127.945	347.373	532.216	354.385	303.634	1.443.640	1.253.889
140	140	140	17,9	50,2	235.960	173.416	121.138	347.373	531.913	354.385	298.973	1.443.640	1.238.481
150	150	150	19,2	53,8	235.960	173.416	113.940	347.373	531.588	354.385	294.102	1.443.640	1.218.058
160	160	160	20,5	57,4	235.960	173.416	106.365	347.373	531.240	354.385	289.042	1.443.640	1.198.645
170	170	170	21,7	61,0	235.960	173.416	98.420	347.373	530.871	354.385	283.816	1.443.640	1.178.288
180	180	180	23,0	64,6	235.960	173.416	90.581	347.373	530.479	354.385	278.446	1.443.640	1.157.028
190	190	190	24,3	68,2	235.960	173.416	83.794	347.373	530.064	354.385	272.950	1.443.640	1.134.918
200	200	200	25,6	71,8	235.960	173.416	77.902	347.373	529.628	354.385	267.352	1.443.640	1.111.985
210	210	210	26,8	75,4	235.960	173.416	72.750	347.373	529.170	354.385	261.670	1.443.640	1.088.310
220	220	220	28,1	78,9	235.960	173.416	68.215	347.373	528.689	354.386	255.922	1.443.640	1.063.904
230	230	230	29,4	82,5	235.960	173.416	64.199	347.373	528.186	354.386	250.126	1.443.640	1.038.821
240	240	240	30,7	86,1	235.960	173.416	60.624	347.373	527.662	354.386	244.289	1.443.640	1.013.180
250	250	250	32,0	89,7	235.960	173.416	57.424	347.373	527.115	354.386	238.455	1.443.640	988.783
260	260	260	33,2	93,3	235.960	173.416	54.253	347.373	526.547	354.386	232.609	1.443.640	966.909
270	270	270	34,5	96,9	235.960	173.416	51.322	347.373	525.956	354.386	226.773	1.443.640	942.514
280	280	280	35,8	100,5	235.960	173.416	48.698	347.373	525.344	354.386	220.960	1.443.640	904.634
290	290	290	37,1	104,1	235.960	173.416	46.337	347.373	524.710	354.387	215.180	1.443.640	878.303
300	300	300	38,3	107,7	235.960	173.416	44.207	347.373	524.054	354.387	209.443	1.443.640	847.554
310	310	310	39,6	111,2	235.960	173.416	42.276	347.373	523.377	354.387	203.757	1.443.640	818.417
320	320	320	40,9	114,8	235.960	173.416	40.521	347.373	522.678	354.387	198.130	1.443.640	788.922
330	330	330	42,2	118,4	235.960	173.416	38.921	347.373	521.957	354.387	192.569	1.443.640	759.098
340	340	340	43,5	122,0	235.960	173.416	37.457	347.373	521.215	354.388	187.080	1.443.640	728.988
350	350	350	44,7	125,6	235.960	173.416	36.114	347.373	520.451	354.388	181.668	1.443.640	698.555
360	360	360	46,0	129,2	235.960	173.416	34.879	347.373	519.666	354.388	176.336	1.443.640	668.288
370	370	370	47,3	132,8	235.960	173.416	33.740	347.373	518.859	354.388	171.089	1.443.640	640.028
380	380	380	48,6	136,4	235.960	173.416	32.687	347.373	518.032	354.388	165.954	1.443.640	613.908
390	390	390	49,8	139,9	235.960	173.416	31.711	347.373	517.183	354.389	161.147	1.443.640	589.858
400	400	400	51,1	143,5	235.960	173.416	30.805	347.373	516.312	354.389	156.690	1.443.640	567.185
410	410	410	52,4	147,1	235.960	173.416	29.962	347.373	515.421	354.389	152.550	1.443.640	546.233
420	420	420	53,7	150,7	235.960	173.416	29.176	347.373	514.508	354.389	148.696	1.443.640	526.887
430	430	430	55,0	154,3	235.960	173.416	28.441	347.373	513.575	354.390	145.102	1.443.640	508.418
440	440	440	56,2	157,9	235.960	173.416	27.753	347.373	512.620	354.390	141.745	1.443.640	491.313
450	450	450	57,5	161,5	235.960	173.416	27.108	347.373	511.645	354.390	138.603	1.443.640	475.270
460	460	460	58,8	165,1	235.960	173.416	26.502	347.373	510.649	354.390	135.658	1.443.640	460.199

## PERFIL U ENRIJECIDO

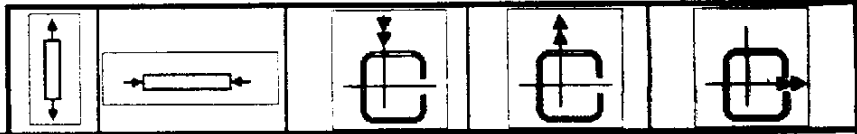
$f_y = 24,5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 2,65 \text{ mm}$



Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot F_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{yo}$	$\phi_b \cdot M_{ye}$	$\phi_b \cdot M_{x1}$	$\phi_b \cdot M_{x2}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	470	470	60,1	168,7	235.960	173.416	25.931	347.373	509.632	354.391	132.894	1.443.640	448.818
480	480	480	61,4	172,2	235.960	173.416	25.393	347.373	508.594	354.391	130.295	1.443.640	432.654
490	490	490	62,6	175,8	235.960	173.416	24.884	347.373	507.536	354.391	127.848	1.443.640	420.044
500	500	500	63,9	179,4	235.960	173.416	24.403	347.373	506.457	354.392	125.541	1.443.640	408.127
510	510	510	65,2	183,0	235.960	173.416	23.948	347.373	505.358	354.392	123.363	1.443.640	396.851
520	520	520	66,5	186,6	235.960	173.416	23.516	347.373	504.238	354.392	121.304	1.443.640	386.168
530	530	530	67,7	190,2	235.960	173.416	23.105	347.373	503.098	354.393	119.355	1.443.640	376.033
540	540	540	69,0	193,8	235.960	173.416	22.714	347.373	501.937	354.393	117.508	1.443.640	366.408
550	550	550	70,3	197,4	235.960	173.416	22.341	347.373	500.756	354.393	115.755	1.443.640	357.258
560	560	560	71,6	201,0	235.960	173.416	21.986	347.373	499.555	354.394	114.090	1.443.640	348.548
570	570	570	72,9	204,5	235.960	173.416	21.646	347.373	498.334	354.394	112.506	1.443.640	340.248
580	580	580	74,1	208,1	235.960	173.416	21.321	347.373	497.093	354.394	110.999	1.443.640	332.332
590	590	590	75,4	211,7	235.960	173.416	21.009	347.373	495.832	354.395	109.562	1.443.640	324.775
600	600	600	76,7	215,3	235.960	173.416	20.710	347.373	494.550	354.395	108.191	1.443.640	317.563

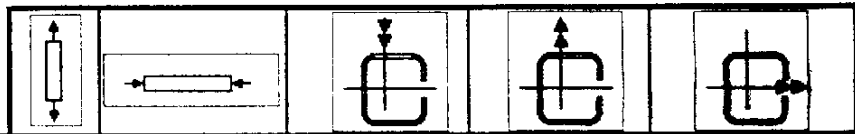
**PERFIL U ENRIJECIDO**

$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 2.25 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot F_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny0}$	$\phi_b \cdot M_{ny}$	$\phi_b \cdot M_{nx}$	$\phi_b \cdot M_{nx}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	10	10	1.3	3.7	196.485	131.543	131.499	264.915	405.871	274.087	259.723	1.181.197	1.147.233
20	20	20	2.5	7.4	196.485	131.543	131.366	264.915	405.865	274.087	259.598	1.181.197	1.146.268
30	30	30	3.8	11.0	196.485	131.543	131.146	264.915	405.854	274.087	259.390	1.181.197	1.144.654
40	40	40	5.1	14.7	196.485	131.543	130.839	264.915	405.839	274.087	259.098	1.181.197	1.142.400
50	50	50	6.4	18.4	196.485	131.543	130.446	264.915	405.820	274.087	258.724	1.181.197	1.138.503
60	60	60	7.6	22.1	196.485	131.543	129.967	264.915	405.797	274.087	258.268	1.181.197	1.135.967
70	70	70	8.9	25.7	196.485	131.543	129.404	264.915	405.770	274.087	257.730	1.181.197	1.131.784
80	80	80	10.2	29.4	196.485	131.543	128.759	264.915	405.738	274.087	257.111	1.181.197	1.128.906
90	90	90	11.5	33.1	196.485	131.543	128.033	264.915	405.702	274.087	256.412	1.181.197	1.121.546
100	100	100	12.7	36.8	196.485	131.543	127.229	264.915	405.662	274.087	255.634	1.181.197	1.116.478
110	110	110	14.0	40.4	196.485	131.543	126.350	264.915	405.618	274.087	254.778	1.181.197	1.108.787
120	120	120	15.3	44.1	196.485	131.543	125.397	264.915	405.569	274.087	253.845	1.181.197	1.101.475
130	130	130	16.6	47.8	196.485	131.543	124.376	264.915	405.517	274.087	252.835	1.181.197	1.093.548
140	140	140	17.8	51.5	196.485	131.543	123.289	264.915	405.460	274.087	251.751	1.181.197	1.085.011
150	150	150	19.1	55.1	196.485	131.543	122.141	264.915	405.398	274.087	250.594	1.181.197	1.075.888
160	160	160	20.4	58.8	196.485	131.543	120.937	264.915	405.333	274.087	249.364	1.181.197	1.066.128
170	170	170	21.7	62.5	196.485	131.543	119.684	264.915	405.264	274.087	248.064	1.181.197	1.055.794
180	180	180	22.9	66.2	196.485	131.543	117.077	264.915	405.190	274.087	246.696	1.181.197	1.044.874
190	190	190	24.2	69.9	196.485	131.543	114.965	264.915	405.112	274.087	245.258	1.181.197	1.033.373
200	200	200	25.5	73.5	196.485	131.543	112.750	264.915	405.029	274.087	243.756	1.181.197	1.021.298
210	210	210	26.7	77.2	196.485	131.543	110.432	264.915	404.943	274.087	242.190	1.181.197	1.008.658
220	220	220	28.0	80.9	196.485	131.543	108.013	264.915	404.852	274.087	240.562	1.181.197	995.458
230	230	230	29.3	84.6	196.485	131.543	105.496	264.915	404.757	274.087	238.873	1.181.197	981.708
240	240	240	30.6	88.2	196.485	131.543	102.878	264.915	404.658	274.087	237.125	1.181.197	967.414
250	250	250	31.8	91.9	196.485	131.543	100.165	264.915	404.555	274.087	235.321	1.181.197	952.586
260	260	260	33.1	95.6	196.485	131.543	97.355	264.915	404.447	274.087	233.463	1.181.197	937.229
270	270	270	34.4	99.3	196.485	131.543	94.450	264.915	404.336	274.087	231.551	1.181.197	921.354
280	280	280	35.7	102.9	196.485	131.543	91.451	264.915	404.220	274.087	229.589	1.181.197	904.969
290	290	290	36.9	106.6	196.485	131.543	88.359	264.915	404.100	274.087	227.577	1.181.197	888.082
300	300	300	38.2	110.3	196.485	131.543	85.173	264.915	403.975	274.087	225.519	1.181.197	870.703
310	310	310	39.5	114.0	196.485	131.543	81.895	264.915	403.847	274.087	223.416	1.181.197	852.841
320	320	320	40.8	117.7	196.485	131.543	78.524	264.915	403.714	274.087	221.271	1.181.197	834.503
330	330	330	42.0	121.3	196.485	131.543	75.070	264.915	403.577	274.087	219.084	1.181.197	815.700
340	340	340	43.3	125.0	196.485	131.543	71.784	264.915	403.436	274.087	216.859	1.181.197	796.441
350	350	350	44.6	128.7	196.485	131.543	68.749	264.915	403.291	274.087	214.597	1.181.197	776.734
360	360	360	45.9	132.4	196.485	131.543	65.939	264.915	403.141	274.087	212.300	1.181.197	756.580
370	370	370	47.1	136.0	196.485	131.543	63.333	264.915	402.988	274.087	209.970	1.181.197	736.016
380	380	380	48.4	139.7	196.485	131.543	60.909	264.915	402.830	274.087	207.610	1.181.197	715.024
390	390	390	49.7	143.4	196.485	131.543	58.651	264.915	402.668	274.087	205.220	1.181.197	693.621
400	400	400	50.9	147.1	196.485	131.543	56.544	264.915	402.501	274.087	202.803	1.181.197	671.818
410	410	410	52.2	150.7	196.485	131.543	54.574	264.915	402.331	274.087	200.362	1.181.197	649.623
420	420	420	53.5	154.4	196.485	131.543	52.728	264.915	402.157	274.087	197.896	1.181.197	627.048

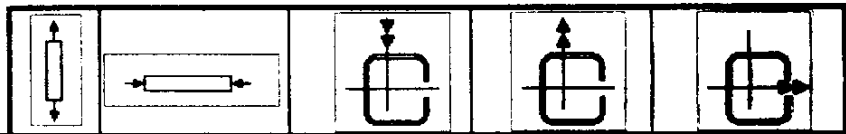
## PERFIL U ENRIJECIDO

 $f_y = 24.5 \text{ kN}$  $A = 200 \text{ mm}$  $B = 75 \text{ mm}$  $C = 25 \text{ mm}$  $r = t = 2.25 \text{ mm}$ 

$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{no}$	$\phi_b \cdot M_{ny}$	$\phi_b \cdot M_{nx1}$	$\phi_b \cdot M_{nx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
430	430	430	54,8	158,1	196.485	131.543	50.997	264.915	401.978	274.088	195.410	1.181.197	604.886
440	440	440	56,0	161,8	196.485	131.543	49.370	264.915	401.795	274.088	192.903	1.181.197	580.781
450	450	450	57,3	165,4	196.485	131.543	47.839	264.915	401.608	274.088	190.379	1.181.197	567.582
460	460	460	58,6	169,1	196.485	131.543	46.397	264.915	401.416	274.088	187.838	1.181.197	535.790
470	470	470	59,9	172,8	196.485	131.543	45.036	264.915	401.221	274.088	185.283	1.181.197	515.388
480	480	480	61,1	176,5	196.485	131.543	43.751	264.915	401.021	274.088	182.715	1.181.197	498.196
490	490	490	62,4	180,2	196.485	131.543	42.535	264.915	400.818	274.088	180.136	1.181.197	478.178
500	500	500	63,7	183,8	196.485	131.543	41.383	264.915	400.610	274.088	177.547	1.181.197	461.222
510	510	510	65,0	187,5	196.485	131.543	40.109	264.915	400.397	274.088	174.949	1.181.197	445.248
520	520	520	66,2	191,2	196.485	131.543	38.796	264.915	400.181	274.088	172.345	1.181.197	430.174
530	530	530	67,5	194,9	196.485	131.543	37.547	264.915	399.961	274.088	169.735	1.181.197	415.939
540	540	540	68,8	198,5	196.485	131.543	36.358	264.915	399.736	274.088	167.121	1.181.197	402.480
550	550	550	70,0	202,2	196.485	131.543	35.224	264.915	399.507	274.088	164.505	1.181.197	389.740
560	560	560	71,3	205,9	196.485	131.543	34.141	264.915	399.275	274.088	161.887	1.181.197	377.688
570	570	570	72,6	209,6	196.485	131.543	33.058	264.915	399.038	274.088	159.268	1.181.197	366.219
580	580	580	73,9	213,2	196.485	131.543	31.928	264.915	398.796	274.088	156.651	1.181.197	355.349
590	590	590	75,1	216,9	196.485	131.543	30.855	264.915	398.551	274.088	154.036	1.181.197	345.019
600	600	600	76,4	220,6	196.485	131.543	29.835	264.915	398.302	274.088	151.424	1.181.197	335.194

PERFIL U ENRIJECIDO

fy= 24.5 kN  
 A= 200 mm  
 B= 75 mm  
 C= 20 mm  
 r= 2.00 mm



Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{yo}$	$\phi_b \cdot M_{y1}$	$\phi_b \cdot M_{y2}$	$\phi_b \cdot M_{zo}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	10	10	1,3	3,7	175.419	109.553	109.530	235.555	340.086	247.321	151.424	1.181.197	336.194
20	20	20	2,5	7,3	175.419	109.553	109.461	235.555	340.081	247.321	151.424	1.181.197	336.194
30	30	30	3,8	11,0	175.419	109.553	109.346	235.555	340.072	247.321	151.424	1.181.197	336.194
40	40	40	5,1	14,6	175.419	109.553	109.184	235.555	340.059	247.321	151.424	1.181.197	336.194
50	50	50	6,4	18,3	175.419	109.553	108.976	235.555	340.043	247.321	151.424	1.181.197	336.194
60	60	60	7,6	21,9	175.419	109.553	108.722	235.555	340.024	247.321	151.424	1.181.197	336.194
70	70	70	8,9	25,6	175.419	109.553	108.421	235.555	340.001	247.321	151.424	1.181.197	336.194
80	80	80	10,2	29,3	175.419	109.553	108.073	235.555	339.974	247.321	151.424	1.181.197	336.194
90	90	90	11,4	32,9	175.419	109.553	107.678	235.555	339.944	247.321	151.424	1.181.197	336.194
100	100	100	12,7	36,6	175.419	109.553	107.236	235.555	339.910	247.321	151.424	1.181.197	336.194
110	110	110	14,0	40,2	175.419	109.553	106.521	235.555	339.872	247.321	151.424	1.181.197	336.194
120	120	120	15,3	43,9	175.419	109.553	105.652	235.555	339.831	247.321	151.424	1.181.197	336.194
130	130	130	16,5	47,6	175.419	109.553	104.715	235.555	339.787	247.321	151.424	1.181.197	336.194
140	140	140	17,8	51,2	175.419	109.553	103.712	235.555	339.739	247.321	151.424	1.181.197	336.194
150	150	150	19,1	54,9	175.419	109.553	102.647	235.555	339.687	247.321	151.424	1.181.197	336.194
160	160	160	20,3	58,5	175.419	109.553	101.522	235.555	339.632	247.321	151.424	1.181.197	336.194
170	170	170	21,6	62,2	175.419	109.553	100.340	235.555	339.573	247.321	151.424	1.181.197	336.194
180	180	180	22,9	65,8	175.419	109.553	99.106	235.555	339.511	247.321	151.424	1.181.197	336.194
190	190	190	24,1	69,5	175.419	109.553	97.825	235.555	339.445	247.321	221.221	1.031.276	826.630
200	200	200	25,4	73,2	175.419	109.553	96.501	235.555	339.375	247.321	219.646	1.031.276	816.783
210	210	210	26,7	76,8	175.419	109.553	94.783	235.555	339.302	247.321	218.410	1.031.276	804.417
220	220	220	28,0	80,5	175.419	109.553	92.661	235.555	339.226	247.321	216.914	1.031.276	782.536
230	230	230	29,2	84,1	175.419	109.553	90.449	235.555	339.146	247.321	215.360	1.031.276	760.151
240	240	240	30,5	87,8	175.419	109.553	88.147	235.555	339.062	247.321	213.746	1.031.276	737.262
250	250	250	31,8	91,4	175.419	109.553	85.754	235.555	338.975	247.321	212.081	1.031.276	713.877
260	260	260	33,0	95,1	175.419	109.553	83.273	235.555	338.884	247.321	210.360	1.031.276	689.002
270	270	270	34,3	98,8	175.419	109.553	80.704	235.555	338.790	247.321	208.586	1.031.276	662.643
280	280	280	35,6	102,4	175.419	109.553	78.045	235.555	338.692	247.321	206.761	1.031.276	634.806
290	290	290	36,9	106,1	175.419	109.553	75.299	235.555	338.590	247.321	204.886	1.031.276	605.486
300	300	300	38,1	109,7	175.419	109.553	72.465	235.555	338.485	247.321	202.963	1.031.276	574.725
310	310	310	39,4	113,4	175.419	109.553	69.541	235.555	338.377	247.321	200.993	1.031.276	542.484
320	320	320	40,7	117,0	175.419	109.553	66.529	235.555	338.265	247.321	198.979	1.031.276	508.812
330	330	330	41,9	120,7	175.419	109.553	63.477	235.555	338.149	247.321	196.920	1.031.276	473.686
340	340	340	43,2	124,4	175.419	109.553	60.332	235.555	338.030	247.321	194.821	1.031.276	437.122
350	350	350	44,5	128,0	175.419	109.553	57.006	235.555	337.907	247.321	192.680	1.031.276	399.128
360	360	360	45,8	131,7	175.419	109.553	53.576	235.555	337.781	247.321	190.502	1.031.276	359.711
370	370	370	47,0	135,3	175.419	109.553	50.022	235.555	337.651	247.321	188.286	1.031.276	318.878
380	380	380	48,3	139,0	175.419	109.553	46.346	235.555	337.517	247.321	186.035	1.031.276	276.636
390	390	390	49,6	142,7	175.419	109.553	42.577	235.555	337.380	247.321	183.750	1.031.276	233.092
400	400	400	50,8	146,3	175.419	109.553	38.746	235.555	337.240	247.321	181.432	1.031.276	188.254
410	410	410	52,1	150,0	175.419	109.553	34.877	235.555	337.096	247.321	179.084	1.031.276	142.129
420	420	420	53,4	153,6	175.419	109.553	30.984	235.555	336.948	247.321	176.707	1.031.276	94.624

## PERFIL U ENRIJECIDO

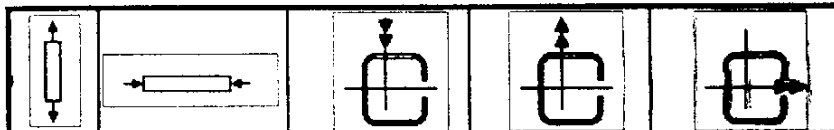
fy= 24.5 kN

A= 200 mm

B= 75 mm

C= 20 mm

r= 2,00 mm



Ly	Lx	Lt	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_c \cdot M_{ny1}$	$\phi_c \cdot M_{ny2}$	$\phi_c \cdot M_{ny3}$	$\phi_c \cdot M_{ny4}$	$\phi_c \cdot M_{nx1}$	$\phi_c \cdot M_{nx2}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
430	430	430	54,7	157,3	175.419	109.553	42.670	235.555	336.797	247.321	174.302	1.031.276	536.547
440	440	440	55,9	160,9	175.419	109.553	41.267	235.555	336.642	247.321	171.871	1.031.276	514.005
450	450	450	57,2	164,6	175.419	109.553	39.948	235.555	336.484	247.321	169.416	1.031.276	491.029
460	460	460	58,5	168,3	175.419	109.553	38.704	235.555	336.322	247.321	166.937	1.031.276	473.408
470	470	470	59,7	171,9	175.419	109.553	37.532	235.555	336.157	247.321	164.436	1.031.276	456.006
480	480	480	61,0	175,6	175.419	109.553	36.424	235.555	335.988	247.321	161.917	1.031.276	437.744
490	490	490	62,3	179,2	175.419	109.553	35.376	235.555	335.816	247.321	159.379	1.031.276	421.523
500	500	500	63,6	182,9	175.419	109.553	34.385	235.555	335.640	247.321	156.823	1.031.276	406.261
510	510	510	64,8	186,5	175.419	109.553	33.445	235.555	335.461	247.322	154.251	1.031.276	391.862
520	520	520	66,1	190,2	175.419	109.553	32.553	235.555	335.278	247.322	151.665	1.031.276	378.321
530	530	530	67,4	193,9	175.419	109.553	31.705	235.555	335.091	247.322	149.065	1.031.276	365.514
540	540	540	68,6	197,5	175.419	109.553	30.900	235.555	334.901	247.322	146.454	1.031.276	353.408
550	550	550	69,9	201,2	175.419	109.553	30.133	235.555	334.708	247.322	143.832	1.031.276	341.952
560	560	560	71,2	204,8	175.419	109.553	29.403	235.555	334.511	247.322	141.200	1.031.276	331.089
570	570	570	72,4	208,5	175.419	109.553	28.706	235.555	334.310	247.322	138.561	1.031.276	320.807
580	580	580	73,7	212,1	175.419	109.553	27.976	235.555	334.106	247.322	135.914	1.031.276	311.036
590	590	590	75,0	215,8	175.419	109.553	27.169	235.555	333.898	247.322	133.262	1.031.276	301.756
600	600	600	76,3	219,5	175.419	109.553	26.396	235.555	333.687	247.322	130.605	1.031.276	292.933

## ANEXO E

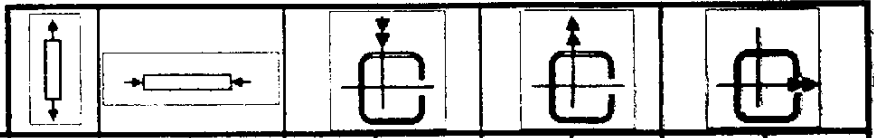
---

Tabelas de Resistências Nominais de Perfil U Enrijecido  
sendo:  $L_y=2.L_x=2.L_t$



PERFIL U ENRIJECIDO

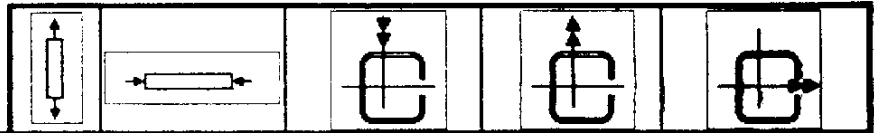
fy= 24.5 kN  
 A= 250 mm  
 B= 86 mm  
 C= 25 mm  
 r= 4.75 mm



Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{oy1}$	$\phi_b \cdot M_{oy2}$	$\phi_b \cdot M_{ux1}$	$\phi_b \cdot M_{ux2}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	20	20	1,0	3,4	485.060	399.632	399.125	702.009	1.477.429	701.652	665.101	3.552.866	3.386.493
20	40	40	2,1	6,7	485.060	399.632	397.610	702.009	1.477.373	701.652	664.210	3.552.866	3.380.975
30	60	60	3,1	10,1	485.060	399.632	395.103	702.009	1.477.279	701.652	662.736	3.552.866	3.363.477
40	80	80	4,2	13,5	485.060	399.632	391.630	702.009	1.477.147	701.652	660.699	3.552.866	3.343.046
50	100	100	5,2	16,9	485.060	399.632	387.225	702.009	1.476.979	701.652	658.121	3.552.866	3.328.744
60	120	120	6,3	20,2	485.060	399.632	381.933	702.009	1.476.773	701.652	655.035	3.552.866	3.313.651
70	140	140	7,3	23,6	485.060	399.632	375.804	702.009	1.476.529	701.653	651.473	3.552.866	3.294.661
80	160	160	8,4	27,0	485.060	399.632	368.893	702.009	1.476.248	701.653	647.475	3.552.866	3.273.478
90	180	180	9,4	30,3	485.060	399.632	361.263	702.009	1.475.929	701.653	643.083	3.552.866	3.249.618
100	200	200	10,4	33,7	485.060	399.632	352.975	702.009	1.475.573	701.653	638.341	3.552.866	3.223.404
110	220	220	11,5	37,1	485.060	399.632	344.096	702.009	1.475.180	701.653	633.291	3.552.866	3.194.964
120	240	240	12,5	40,4	485.060	399.632	334.690	702.009	1.474.750	701.654	627.980	3.552.866	3.164.431
130	260	260	13,6	43,8	485.060	399.632	324.821	702.009	1.474.283	701.654	622.450	3.552.866	3.131.940
140	280	280	14,6	47,2	485.060	399.632	314.552	702.009	1.473.778	701.654	616.745	3.552.866	3.097.624
150	300	300	15,7	50,6	485.060	399.632	303.943	702.009	1.473.237	701.655	610.903	3.552.866	3.061.615
160	320	320	16,7	53,9	485.060	399.632	293.049	702.009	1.472.659	701.655	604.963	3.552.866	3.024.044
170	340	340	17,8	57,3	485.060	399.632	281.921	702.009	1.472.044	701.655	598.980	3.552.866	2.985.036
180	360	360	18,8	60,7	485.060	399.632	270.608	702.009	1.471.392	701.656	592.925	3.552.866	2.944.713
190	380	380	19,9	64,0	485.060	399.632	259.152	702.009	1.470.704	701.656	586.887	3.552.866	2.903.189
200	400	400	20,9	67,4	485.060	399.632	246.983	702.009	1.469.979	701.657	580.873	3.552.866	2.860.574
210	420	420	21,9	70,8	485.060	399.632	233.665	702.009	1.469.217	701.657	574.904	3.552.866	2.816.970
220	440	440	23,0	74,2	485.060	399.632	220.471	702.009	1.468.420	701.657	569.001	3.552.866	2.772.476
230	460	460	24,0	77,5	485.060	399.632	207.840	702.009	1.467.586	701.658	563.179	3.552.866	2.727.179
240	480	480	25,1	80,9	485.060	399.632	196.688	702.009	1.466.716	701.659	557.454	3.552.866	2.681.163
260	500	500	26,1	84,3	485.060	399.632	186.831	702.009	1.465.810	701.659	551.837	3.552.866	2.634.506
280	520	520	27,2	87,6	485.060	399.632	178.071	702.009	1.464.868	701.660	546.337	3.552.866	2.587.279
270	540	540	28,2	91,0	485.060	399.632	170.249	702.009	1.463.890	701.660	540.962	3.552.866	2.539.545
280	560	560	29,3	94,4	485.060	399.632	163.232	702.009	1.462.877	701.661	535.716	3.552.866	2.491.366
290	580	580	30,3	97,7	485.060	399.632	156.911	702.009	1.461.829	701.662	530.608	3.552.866	2.442.793
300	600	600	31,3	101,1	485.060	399.632	151.194	702.009	1.460.746	701.662	525.635	3.552.866	2.393.877
310	620	620	32,4	104,5	485.060	399.632	146.002	702.009	1.459.627	701.663	520.800	3.552.866	2.344.662
320	640	640	33,4	107,9	485.060	399.632	141.272	702.009	1.458.473	701.664	516.105	3.552.866	2.295.166
330	660	660	34,5	111,2	485.060	399.632	136.946	702.009	1.457.284	701.664	511.547	3.552.866	2.245.492
340	680	680	35,5	114,6	485.060	399.632	132.978	702.009	1.456.061	701.665	507.127	3.552.866	2.195.606
350	700	700	36,6	118,0	485.060	399.632	129.327	702.009	1.454.803	701.666	502.841	3.552.866	2.145.559
360	720	720	37,6	121,3	485.060	399.632	125.957	702.009	1.453.511	701.667	498.688	3.552.866	2.095.378
370	740	740	38,7	124,7	485.060	399.632	122.838	702.009	1.452.184	701.667	494.664	3.552.866	2.045.066
380	760	760	39,7	128,1	485.060	399.632	119.942	702.009	1.450.824	701.668	490.767	3.552.866	1.994.705
390	780	780	40,8	131,5	485.060	399.632	117.247	702.009	1.449.430	701.669	486.993	3.552.866	1.944.252
400	800	800	41,8	134,8	485.060	399.632	114.732	702.009	1.448.002	701.670	483.337	3.552.866	1.893.745
410	820	820	42,8	138,2	485.060	399.632	112.380	702.009	1.446.540	701.671	479.797	3.552.866	1.843.197
420	840	840	43,9	141,6	485.060	399.632	110.174	702.009	1.445.046	701.672	476.369	3.552.866	1.792.624
430	860	860	44,9	144,9	485.060	399.632	108.100	702.009	1.443.518	701.673	473.048	3.552.866	1.742.035
440	880	880	46,0	148,3	485.060	399.632	106.146	702.009	1.441.957	701.674	469.830	3.552.866	1.691.441
450	900	900	47,0	151,7	485.060	399.632	104.301	702.009	1.440.364	701.675	466.712	3.552.866	1.641.905
460	920	920	48,1	155,0	485.060	399.632	102.555	702.009	1.438.738	701.676	463.690	3.552.866	1.593.165

PERFIL U ENRIJECIDO

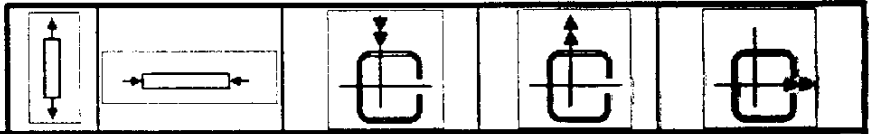
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 4.75 \text{ mm}$



Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot F_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{y1}$	$\phi_b \cdot M_{y2}$	$\phi_b \cdot M_{y0}$	$\phi_b \cdot M_{y1}$	$\phi_b \cdot M_{x1}$	$\phi_b \cdot M_{x2}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	940	940	49,1	158,4	485.060	399.632	100.898	702.009	1.437.080	701.677	460.759	3.552.888	1.551.828
480	960	960	50,2	161,8	485.060	399.632	99.324	702.009	1.435.389	701.678	457.917	3.552.888	1.508.288
490	980	980	51,2	165,2	485.060	399.632	97.824	702.009	1.433.666	701.679	455.158	3.552.888	1.489.758
500	1.000	1.000	52,2	168,5	485.060	399.632	96.393	702.009	1.431.912	701.680	452.481	3.552.888	1.432.271
510	1.020	1.020	53,3	171,9	485.060	399.632	95.024	702.009	1.430.126	701.681	449.881	3.552.888	1.398.674
520	1.040	1.040	54,3	175,3	485.060	399.632	93.712	702.009	1.428.308	701.682	447.354	3.552.888	1.362.832
530	1.060	1.060	55,4	178,6	485.060	399.632	92.452	702.009	1.426.460	701.683	444.899	3.552.888	1.330.818
540	1.080	1.080	56,4	182,0	485.060	399.632	91.241	702.009	1.424.580	701.685	442.511	3.552.888	1.299.819
550	1.100	1.100	57,5	185,4	485.060	399.632	90.074	702.009	1.422.669	701.686	440.187	3.552.888	1.270.833
560	1.120	1.120	58,5	188,7	485.060	399.632	88.947	702.009	1.420.728	701.687	437.925	3.552.888	1.242.866
570	1.140	1.140	59,6	192,1	485.060	399.632	87.858	702.009	1.418.757	701.688	435.721	3.552.888	1.215.928
580	1.160	1.160	60,6	195,5	485.060	399.632	86.802	702.009	1.416.755	701.689	433.574	3.552.888	1.190.343
590	1.180	1.180	61,7	198,9	485.060	399.632	85.778	702.009	1.414.723	701.691	431.481	3.552.888	1.165.838
600	1.200	1.200	62,7	202,2	485.060	399.632	84.783	702.009	1.412.662	701.692	429.438	3.552.888	1.142.347

PERFIL U ENRIJECIDO

$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r_{ef} = 4.25 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{f0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny0}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{nx1}$	$\phi_b \cdot M_{nx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	20	20	1,0	3,3	437.256	346.235	345.803	645.439	1.273.690	645.065	611.402	3.225.900	3.086.790
20	40	40	2,1	6,7	437.256	346.235	344.509	645.439	1.273.641	645.065	610.587	3.225.900	3.051.736
30	60	60	3,1	10,0	437.256	346.235	342.364	645.439	1.273.561	645.065	609.237	3.225.900	3.045.001
40	80	80	4,2	13,4	437.256	346.235	339.385	645.439	1.273.448	645.066	607.365	3.225.900	3.036.619
50	100	100	5,2	16,7	437.256	346.235	335.595	645.439	1.273.303	645.066	604.988	3.225.900	3.023.634
60	120	120	6,2	20,0	437.256	346.235	331.022	645.439	1.273.126	645.066	602.131	3.225.900	3.009.184
70	140	140	7,3	23,4	437.256	346.235	325.702	645.439	1.272.917	645.066	598.817	3.225.900	2.982.085
80	160	160	8,3	26,7	437.256	346.235	319.671	645.439	1.272.676	645.066	595.077	3.225.900	2.972.685
90	180	180	9,4	30,0	437.256	346.235	312.972	645.439	1.272.403	645.066	590.941	3.225.900	2.950.968
100	200	200	10,4	33,4	437.256	346.235	305.648	645.439	1.272.097	645.066	586.443	3.225.900	2.927.008
110	220	220	11,5	36,7	437.256	346.235	297.745	645.439	1.271.760	645.066	581.619	3.225.900	2.900.927
120	240	240	12,5	40,1	437.256	346.235	289.310	645.439	1.271.391	645.067	576.505	3.225.900	2.872.822
130	260	260	13,5	43,4	437.256	346.235	280.390	645.439	1.270.990	645.067	571.137	3.225.900	2.842.798
140	280	280	14,6	46,7	437.256	346.235	271.031	645.439	1.270.557	645.067	565.550	3.225.900	2.810.955
150	300	300	15,6	50,1	437.256	346.235	261.277	645.439	1.270.091	645.067	559.778	3.225.900	2.777.405
160	320	320	16,7	53,4	437.256	346.235	251.172	645.439	1.269.595	645.068	553.857	3.225.900	2.742.253
170	340	340	17,7	56,8	437.256	346.235	240.756	645.439	1.269.067	645.068	547.816	3.225.900	2.705.684
180	360	360	18,7	60,1	437.256	346.235	230.066	645.439	1.268.507	645.068	541.690	3.225.900	2.667.581
190	380	380	19,8	63,4	437.256	346.235	219.138	645.439	1.267.915	645.068	535.503	3.225.900	2.628.223
200	400	400	20,8	66,8	437.256	346.235	207.996	645.439	1.267.292	645.069	529.283	3.225.900	2.587.888
210	420	420	21,9	70,1	437.256	346.235	196.673	645.439	1.266.637	645.069	523.053	3.225.900	2.546.047
220	440	440	22,9	73,4	437.256	346.235	185.553	645.439	1.265.951	645.069	516.835	3.225.900	2.503.380
230	460	460	23,9	76,8	437.256	346.235	175.200	645.439	1.265.234	645.070	510.648	3.225.900	2.459.800
240	480	480	25,0	80,1	437.256	346.235	165.084	645.439	1.264.485	645.070	504.519	3.225.900	2.415.367
250	500	500	26,0	83,5	437.256	346.235	156.148	645.439	1.263.705	645.071	498.435	3.225.900	2.370.137
260	520	520	27,1	86,8	437.256	346.235	148.214	645.439	1.262.894	645.071	492.438	3.225.900	2.324.208
270	540	540	28,1	90,1	437.256	346.235	141.135	645.439	1.262.052	645.071	486.528	3.225.900	2.277.638
280	560	560	29,2	93,5	437.256	346.235	134.791	645.439	1.261.190	645.072	480.717	3.225.900	2.230.487
290	580	580	30,2	96,8	437.256	346.235	129.082	645.439	1.260.276	645.072	475.010	3.225.900	2.182.673
300	600	600	31,2	100,2	437.256	346.235	123.924	645.439	1.259.342	645.073	469.416	3.225.900	2.134.887
310	620	620	32,3	103,5	437.256	346.235	119.248	645.439	1.258.377	645.073	463.939	3.225.900	2.086.180
320	640	640	33,3	106,8	437.256	346.235	114.992	645.439	1.257.382	645.074	458.583	3.225.900	2.037.195
330	660	660	34,4	110,2	437.256	346.235	111.108	645.439	1.256.356	645.074	453.350	3.225.900	1.987.873
340	680	680	35,4	113,5	437.256	346.235	107.551	645.439	1.255.300	645.075	448.243	3.225.900	1.938.284
350	700	700	36,4	116,8	437.256	346.235	104.284	645.439	1.254.214	645.075	443.262	3.225.900	1.888.451
360	720	720	37,5	120,2	437.256	346.235	101.276	645.439	1.253.098	645.076	438.407	3.225.900	1.838.377
370	740	740	38,5	123,5	437.256	346.235	98.498	645.439	1.251.951	645.077	433.679	3.225.900	1.788.100
380	760	760	39,6	126,9	437.256	346.235	95.925	645.439	1.250.775	645.077	429.076	3.225.900	1.737.646
390	780	780	40,6	130,2	437.256	346.235	93.538	645.439	1.249.569	645.078	424.597	3.225.900	1.687.040
400	800	800	41,6	133,5	437.256	346.235	91.316	645.439	1.248.334	645.079	420.240	3.225.900	1.636.383
410	820	820	42,7	136,9	437.256	346.235	89.245	645.439	1.247.069	645.079	416.002	3.225.900	1.585.487
420	840	840	43,7	140,2	437.256	346.235	87.308	645.439	1.245.774	645.080	411.882	3.225.900	1.534.515
430	860	860	44,8	143,5	437.256	346.235	85.495	645.439	1.244.451	645.081	407.876	3.225.900	1.484.788
440	880	880	45,8	146,9	437.256	346.235	83.793	645.439	1.243.098	645.081	403.982	3.225.900	1.436.187
450	900	900	46,9	150,2	437.256	346.235	82.192	645.439	1.241.716	645.082	400.198	3.225.900	1.388.222
460	920	920	47,9	153,6	437.256	346.235	80.684	645.439	1.240.305	645.083	396.516	3.225.900	1.342.826

## PERFIL U ENRIJECIDO

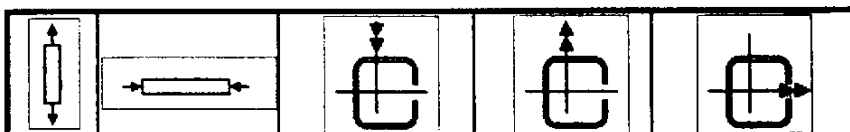
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r_{tp} = 4.25 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{ux1}$	$\phi_b \cdot M_{ux2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	940	940	48,9	156,9	437.256	346.235	79.259	645.439	1.238.866	645.084	392.939	3.225.900	1.313.976
480	960	960	50,0	160,2	437.256	346.235	77.911	645.439	1.237.398	645.084	389.461	3.225.900	1.277.195
490	980	980	51,0	163,6	437.256	346.235	76.634	645.439	1.235.902	645.085	386.079	3.225.900	1.242.411
500	1.000	1.000	52,1	166,9	437.256	346.235	75.422	645.439	1.234.377	645.086	382.790	3.225.900	1.209.470
510	1.020	1.020	53,1	170,3	437.256	346.235	74.268	645.439	1.232.824	645.087	379.591	3.225.900	1.178.235
520	1.040	1.040	54,1	173,6	437.256	346.235	73.169	645.439	1.231.243	645.087	376.478	3.225.900	1.148.579
530	1.060	1.060	55,2	176,9	437.256	346.235	72.121	645.439	1.229.634	645.088	373.448	3.225.900	1.120.389
540	1.080	1.080	56,2	180,3	437.256	346.235	71.118	645.439	1.227.997	645.089	370.499	3.225.900	1.093.560
550	1.100	1.100	57,3	183,6	437.256	346.235	70.158	645.439	1.226.332	645.090	367.628	3.225.900	1.067.999
560	1.120	1.120	58,3	186,9	437.256	346.235	69.237	645.439	1.224.640	645.091	364.831	3.225.900	1.043.620
570	1.140	1.140	59,3	190,3	437.256	346.235	68.352	645.439	1.222.921	645.092	362.105	3.225.900	1.020.343
580	1.160	1.160	60,4	193,6	437.256	346.235	67.501	645.439	1.221.174	645.093	359.449	3.225.900	998.097
590	1.180	1.180	61,4	197,0	437.256	346.235	66.681	645.439	1.219.400	645.094	356.859	3.225.900	976.816
600	1.200	1.200	62,5	200,3	437.256	346.235	65.889	645.439	1.217.600	645.095	354.332	3.225.900	956.440

PERFIL U ENRIJECIDO

$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 3.75 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{y1}$	$\phi_b \cdot M_{y2}$	$\phi_b \cdot M_{y3}$	$\phi_b \cdot M_{y4}$	$\phi_b \cdot M_{x1}$	$\phi_b \cdot M_{x2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	20	20	1,0	3,3	388.685	294.221	293.857	582.461	1.069.747	584.618	554.045	2.888.058	2.735.795
20	40	40	2,1	6,6	388.685	294.221	292.769	582.461	1.069.706	584.618	553.310	2.888.058	2.732.207
30	60	60	3,1	9,9	388.685	294.221	290.982	582.461	1.069.639	584.618	552.091	2.888.058	2.728.243
40	80	80	4,2	13,2	388.685	294.221	288.448	582.461	1.069.544	584.618	550.396	2.888.058	2.717.924
50	100	100	5,2	16,5	388.685	294.221	285.240	582.461	1.069.423	584.618	548.240	2.888.058	2.707.281
60	120	120	6,2	19,8	388.685	294.221	281.357	582.461	1.069.275	584.618	545.636	2.888.058	2.694.364
70	140	140	7,3	23,1	388.685	294.221	276.820	582.461	1.069.099	584.618	542.603	2.888.058	2.679.189
80	160	160	8,3	26,5	388.685	294.221	271.653	582.461	1.068.897	584.618	539.162	2.888.058	2.661.830
90	180	180	9,3	29,8	388.685	294.221	265.883	582.461	1.068.668	584.618	535.337	2.888.058	2.642.364
100	200	200	10,4	33,1	388.685	294.221	259.539	582.461	1.068.412	584.619	531.151	2.888.058	2.620.829
110	220	220	11,4	36,4	388.685	294.221	252.650	582.461	1.068.129	584.619	526.632	2.888.058	2.597.305
120	240	240	12,4	39,7	388.685	294.221	245.248	582.461	1.067.819	584.619	521.806	2.888.058	2.571.864
130	260	260	13,5	43,0	388.685	294.221	237.364	582.461	1.067.482	584.619	516.702	2.888.058	2.544.586
140	280	280	14,5	46,3	388.685	294.221	229.029	582.461	1.067.119	584.619	511.347	2.888.058	2.515.548
160	300	300	15,6	49,6	388.685	294.221	220.274	582.461	1.066.729	584.619	505.771	2.888.058	2.484.832
180	320	320	16,6	52,9	388.685	294.221	211.129	582.461	1.066.312	584.619	500.002	2.888.058	2.452.521
170	340	340	17,6	56,2	388.685	294.221	201.622	582.461	1.065.868	584.620	494.066	2.888.058	2.418.697
180	360	360	18,7	59,5	388.685	294.221	191.777	582.461	1.065.398	584.620	487.990	2.888.058	2.383.442
180	380	380	19,7	62,8	388.685	294.221	181.619	582.461	1.064.901	584.620	481.800	2.888.058	2.346.838
200	400	400	20,7	66,1	388.685	294.221	171.187	582.461	1.064.378	584.620	475.520	2.888.058	2.308.964
210	420	420	21,8	69,4	388.685	294.221	160.577	582.461	1.063.828	584.621	469.173	2.888.058	2.269.900
220	440	440	22,8	72,8	388.685	294.221	150.991	582.461	1.063.251	584.621	462.781	2.888.058	2.229.721
230	460	460	23,9	76,1	388.685	294.221	142.499	582.461	1.062.648	584.621	456.363	2.888.058	2.188.501
240	480	480	24,9	79,4	388.685	294.221	134.935	582.461	1.062.018	584.621	449.939	2.888.058	2.146.312
250	500	500	25,9	82,7	388.685	294.221	128.165	582.461	1.061.363	584.622	443.525	2.888.058	2.103.221
260	520	520	27,0	86,0	388.685	294.221	122.079	582.461	1.060.681	584.622	437.136	2.888.058	2.059.293
270	540	540	28,0	89,3	388.685	294.221	115.859	582.461	1.059.972	584.622	430.786	2.888.058	2.014.592
280	560	560	29,0	92,6	388.685	294.221	110.190	582.461	1.059.238	584.622	424.489	2.888.058	1.969.177
290	580	580	30,1	95,9	388.685	294.221	105.093	582.461	1.058.478	584.623	418.254	2.888.058	1.923.103
300	600	600	31,1	99,2	388.685	294.221	100.491	582.461	1.057.691	584.623	412.092	2.888.058	1.876.423
310	620	620	32,2	102,5	388.685	294.221	96.322	582.461	1.056.878	584.623	406.012	2.888.058	1.829.187
320	640	640	33,2	105,8	388.685	294.221	92.533	582.461	1.056.039	584.624	400.020	2.888.058	1.781.443
330	660	660	34,2	109,1	388.685	294.221	89.078	582.461	1.055.174	584.624	394.122	2.888.058	1.733.233
340	680	680	35,3	112,4	388.685	294.221	85.917	582.461	1.054.284	584.625	388.324	2.888.058	1.684.599
360	700	700	36,3	115,7	388.685	294.221	83.019	582.461	1.053.368	584.625	382.630	2.888.058	1.635.580
380	720	720	37,3	119,1	388.685	294.221	80.353	582.461	1.052.426	584.625	377.044	2.888.058	1.586.210
370	740	740	38,4	122,4	388.685	294.221	77.896	582.461	1.051.458	584.626	371.567	2.888.058	1.536.524
380	760	760	39,4	125,7	388.685	294.221	75.624	582.461	1.050.465	584.626	366.203	2.888.058	1.486.552
390	780	780	40,5	129,0	388.685	294.221	73.519	582.461	1.049.447	584.627	360.951	2.888.058	1.436.323
400	800	800	41,5	132,3	388.685	294.221	71.565	582.461	1.048.403	584.627	355.813	2.888.058	1.385.863
410	820	820	42,5	135,6	388.685	294.221	69.747	582.461	1.047.334	584.627	350.789	2.888.058	1.335.968
420	840	840	43,6	138,9	388.685	294.221	68.051	582.461	1.046.239	584.628	345.878	2.888.058	1.286.221
430	860	860	44,6	142,2	388.685	294.221	66.467	582.461	1.045.119	584.628	341.081	2.888.058	1.245.484
440	880	880	45,6	145,5	388.685	294.221	64.984	582.461	1.043.974	584.629	336.395	2.888.058	1.204.505
450	900	900	46,7	148,8	388.685	294.221	63.593	582.461	1.042.805	584.629	331.820	2.888.058	1.168.046
460	920	920	47,7	152,1	388.685	294.221	62.287	582.461	1.041.610	584.630	327.353	2.888.058	1.129.891

## PERFIL U ENRIJECIDO

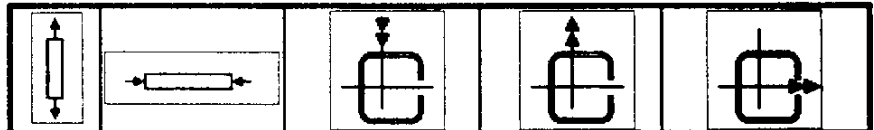
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 3.75 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{r0}$	$\phi_c \cdot P_{r1}$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{ex1}$	$\phi_b \cdot M_{ex2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	940	940	48,8	155,4	388.685	294.221	61.057	582.461	1.040.390	584.630	322.994	2.888.058	1.095.850
480	960	960	49,8	158,7	388.685	294.221	59.897	582.461	1.039.145	584.631	318.741	2.888.058	1.063.751
490	980	980	50,8	162,0	388.685	294.221	58.802	582.461	1.037.876	584.631	314.590	2.888.058	1.033.440
500	1.000	1.000	51,9	165,4	388.685	294.221	57.767	582.461	1.036.583	584.632	310.540	2.888.058	1.004.778
510	1.020	1.020	52,9	168,7	388.685	294.221	56.785	582.461	1.035.264	584.633	306.589	2.888.058	977.639
520	1.040	1.040	53,9	172,0	388.685	294.221	55.855	582.461	1.033.922	584.633	302.734	2.888.058	951.909
530	1.060	1.060	55,0	175,3	388.685	294.221	54.970	582.461	1.032.555	584.634	298.973	2.888.058	927.485
540	1.080	1.080	56,0	178,6	388.685	294.221	54.128	582.461	1.031.163	584.634	295.303	2.888.058	904.274
550	1.100	1.100	57,1	181,9	388.685	294.221	53.326	582.461	1.029.748	584.635	291.722	2.888.058	882.191
560	1.120	1.120	58,1	185,2	388.685	294.221	52.561	582.461	1.028.308	584.636	288.227	2.888.058	861.158
570	1.140	1.140	59,1	188,5	388.685	294.221	51.829	582.461	1.026.845	584.636	284.816	2.888.058	841.104
580	1.160	1.160	60,2	191,8	388.685	294.221	51.129	582.461	1.025.357	584.637	281.486	2.888.058	821.964
590	1.180	1.180	61,2	195,1	388.685	294.221	50.458	582.461	1.023.846	584.638	278.235	2.888.058	803.679
600	1.200	1.200	62,2	198,4	388.685	294.221	49.815	582.461	1.022.311	584.638	275.075	2.888.058	786.194

## PERFIL U ENRIJECIDO

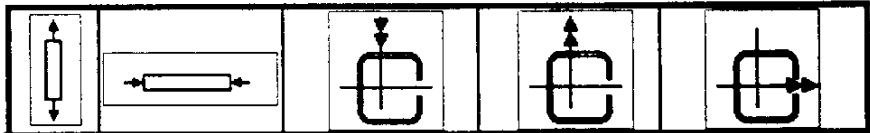
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 86 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 3.35 \text{ mm}$



Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{nx1}$	$\phi_b \cdot M_{nx2}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	20	20	1,0	3,3	349.278	253.969	253.657	526.616	909.324	533.426	505.477	2.609.903	2.472.336
20	40	40	2,1	6,6	349.278	253.969	252.723	526.616	909.289	533.426	504.809	2.609.903	2.469.124
30	60	60	3,1	9,8	349.278	253.969	251.170	526.616	909.232	533.426	503.700	2.609.903	2.463.780
40	80	80	4,1	13,1	349.278	253.969	249.006	526.616	909.151	533.426	502.157	2.609.903	2.456.322
50	100	100	5,2	16,4	349.278	253.969	246.239	526.616	909.048	533.426	500.188	2.609.903	2.446.770
60	120	120	6,2	19,7	349.278	253.969	242.882	526.616	908.922	533.426	497.804	2.609.903	2.435.152
70	140	140	7,2	23,0	349.278	253.969	238.949	526.616	908.772	533.426	495.020	2.609.903	2.421.502
80	160	160	8,3	26,3	349.278	253.969	234.455	526.616	908.600	533.426	491.850	2.609.903	2.405.857
90	180	180	9,3	29,5	349.278	253.969	229.419	526.616	908.405	533.426	488.311	2.609.903	2.388.262
100	200	200	10,3	32,8	349.278	253.969	223.859	526.616	908.187	533.426	484.422	2.609.903	2.368.764
110	220	220	11,4	36,1	349.278	253.969	217.795	526.616	907.946	533.427	480.203	2.609.903	2.347.413
120	240	240	12,4	39,4	349.278	253.969	211.249	526.616	907.682	533.427	475.674	2.609.903	2.324.265
130	260	260	13,4	42,7	349.278	253.969	204.241	526.616	907.395	533.427	470.859	2.609.903	2.299.379
140	280	280	14,5	46,0	349.278	253.969	196.792	526.616	907.086	533.427	465.778	2.609.903	2.272.813
150	300	300	15,5	49,2	349.278	253.969	188.924	526.616	906.754	533.427	460.455	2.609.903	2.244.630
160	320	320	16,6	52,5	349.278	253.969	180.656	526.616	906.398	533.427	454.913	2.609.903	2.214.894
170	340	340	17,8	55,8	349.278	253.969	172.006	526.616	906.020	533.427	449.173	2.609.903	2.183.670
180	360	360	18,8	59,1	349.278	253.969	162.992	526.616	905.620	533.427	443.260	2.609.903	2.151.023
190	380	380	19,7	62,4	349.278	253.969	153.627	526.616	905.196	533.428	437.195	2.609.903	2.117.019
200	400	400	20,7	65,7	349.278	253.969	143.922	526.616	904.750	533.428	430.998	2.609.903	2.081.722
210	420	420	21,7	68,9	349.278	253.969	134.477	526.616	904.281	533.428	424.692	2.609.903	2.045.196
220	440	440	22,8	72,2	349.278	253.969	126.148	526.616	903.789	533.428	418.295	2.609.903	2.007.510
230	460	460	23,8	75,5	349.278	253.969	118.772	526.616	903.275	533.428	411.828	2.609.903	1.968.721
240	480	480	24,8	78,8	349.278	253.969	112.204	526.616	902.738	533.428	405.307	2.609.903	1.928.894
250	500	500	25,9	82,1	349.278	253.969	106.327	526.616	902.178	533.429	398.750	2.609.903	1.888.067
260	520	520	26,9	85,3	349.278	253.969	101.044	526.616	901.596	533.429	392.173	2.609.903	1.846.358
270	540	540	27,9	88,6	349.278	253.969	96.275	526.616	900.992	533.429	385.590	2.609.903	1.803.765
280	560	560	29,0	91,9	349.278	253.969	91.953	526.616	900.365	533.429	379.015	2.609.903	1.760.361
290	580	580	30,0	95,2	349.278	253.969	88.023	526.616	899.715	533.429	372.461	2.609.903	1.716.196
300	600	600	31,0	98,5	349.278	253.969	84.216	526.616	899.043	533.430	365.939	2.609.903	1.671.326
310	620	620	32,1	101,8	349.278	253.969	80.454	526.616	898.349	533.430	359.460	2.609.903	1.625.794
320	640	640	33,1	105,0	349.278	253.969	77.037	526.616	897.632	533.430	353.032	2.609.903	1.579.646
330	660	660	34,1	108,3	349.278	253.969	73.923	526.616	896.894	533.430	346.665	2.609.903	1.532.926
340	680	680	35,2	111,6	349.278	253.969	71.077	526.616	896.132	533.431	340.366	2.609.903	1.485.676
350	700	700	36,2	114,9	349.278	253.969	68.468	526.616	895.349	533.431	334.142	2.609.903	1.437.934
360	720	720	37,2	118,2	349.278	253.969	66.071	526.616	894.543	533.431	327.997	2.609.903	1.389.738
370	740	740	38,3	121,5	349.278	253.969	63.882	526.616	893.716	533.431	321.939	2.609.903	1.341.122
380	760	760	39,3	124,7	349.278	253.969	61.823	526.616	892.866	533.432	315.969	2.609.903	1.292.119
390	780	780	40,3	128,0	349.278	253.969	59.935	526.616	891.994	533.432	310.093	2.609.903	1.242.761
400	800	800	41,4	131,3	349.278	253.969	58.184	526.616	891.101	533.432	304.313	2.609.903	1.194.562
410	820	820	42,4	134,6	349.278	253.969	56.557	526.616	890.185	533.433	298.632	2.609.903	1.148.679
420	840	840	43,5	137,9	349.278	253.969	55.042	526.616	889.247	533.433	293.051	2.609.903	1.107.826
430	860	860	44,5	141,1	349.278	253.969	53.628	526.616	888.288	533.433	287.571	2.609.903	1.068.727
440	880	880	45,5	144,4	349.278	253.969	52.306	526.616	887.307	533.434	282.194	2.609.903	1.032.135
450	900	900	46,6	147,7	349.278	253.969	51.068	526.616	886.304	533.434	276.920	2.609.903	997.631
460	920	920	47,6	151,0	349.278	253.969	49.907	526.616	885.279	533.434	271.750	2.609.903	965.621

## PERFIL U ENRIJECIDO

$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 3.35 \text{ mm}$

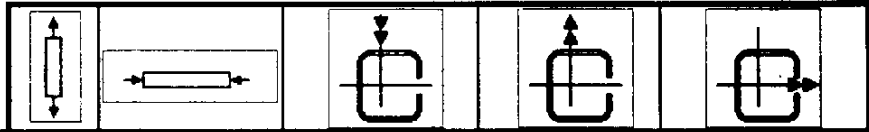


$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{nx1}$	$\phi_b \cdot M_{nx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	940	940	48,6	154,3	349.278	253.969	48.817	526.616	884.233	533.435	266.682	2.609.903	935.328
480	960	960	49,7	157,6	349.278	253.969	47.790	526.616	883.165	533.435	261.718	2.609.903	906.797
490	980	980	50,7	160,8	349.278	253.969	46.823	526.616	882.075	533.435	256.855	2.609.903	879.885
500	1.000	1.000	51,7	164,1	349.278	253.969	45.910	526.616	880.965	533.436	252.095	2.609.903	854.467
510	1.020	1.020	52,8	167,4	349.278	253.969	45.047	526.616	879.832	533.436	247.544	2.609.903	830.428
520	1.040	1.040	53,8	170,7	349.278	253.969	44.230	526.616	878.678	533.437	243.246	2.609.903	807.663
530	1.060	1.060	54,8	174,0	349.278	253.969	43.456	526.616	877.504	533.437	239.182	2.609.903	786.080
540	1.080	1.080	55,9	177,3	349.278	253.969	42.721	526.616	876.307	533.437	235.333	2.609.903	765.582
550	1.100	1.100	56,9	180,5	349.278	253.969	42.023	526.616	875.089	533.438	231.685	2.609.903	746.122
560	1.120	1.120	57,9	183,8	349.278	253.969	41.358	526.616	873.851	533.438	228.224	2.609.903	727.599
570	1.140	1.140	59,0	187,1	349.278	253.969	40.725	526.616	872.591	533.439	224.936	2.609.903	709.959
580	1.160	1.160	60,0	190,4	349.278	253.969	40.121	526.616	871.310	533.439	221.809	2.609.903	693.142
590	1.180	1.180	61,0	193,7	349.278	253.969	39.544	526.616	870.009	533.440	218.833	2.609.903	677.094
600	1.200	1.200	62,1	197,0	349.278	253.969	38.993	526.616	868.686	533.440	215.996	2.609.903	661.766



PERFIL U ENRIJECIDO

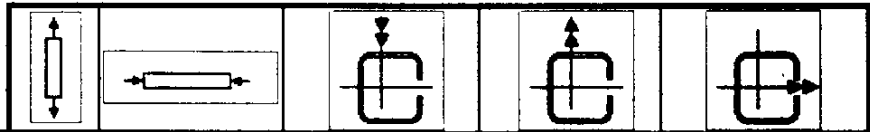
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 3.00 \text{ mm}$



Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{c0}$	$\phi_c \cdot P_{c1}$	$\phi_b \cdot M_{cy1}$	$\phi_b \cdot M_{cy2}$	$\phi_b \cdot M_{cy0}$	$\phi_b \cdot M_{cy3}$	$\phi_b \cdot M_{cx1}$	$\phi_b \cdot M_{cx2}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	20	20	1,0	3,3	314.394	219.971	219.701	475.231	772.919	486.531	460.993	2.360.740	2.236.335
20	40	40	2,1	6,5	314.394	219.971	218.894	475.231	772.890	486.531	460.386	2.360.740	2.233.452
30	60	60	3,1	9,8	314.394	219.971	217.551	475.231	772.841	486.531	459.377	2.360.740	2.228.656
40	80	80	4,1	13,0	314.394	219.971	215.677	475.231	772.772	486.531	457.972	2.360.740	2.221.956
50	100	100	5,2	16,3	314.394	219.971	213.278	475.231	772.684	486.531	456.178	2.360.740	2.213.370
60	120	120	6,2	19,6	314.394	219.971	210.362	475.231	772.576	486.531	453.998	2.360.740	2.202.918
70	140	140	7,2	22,8	314.394	219.971	206.938	475.231	772.449	486.531	451.448	2.360.740	2.190.618
80	160	160	8,3	26,1	314.394	219.971	203.017	475.231	772.302	486.531	448.535	2.360.740	2.178.504
90	180	180	9,3	29,4	314.394	219.971	198.609	475.231	772.135	486.531	445.275	2.360.740	2.160.605
100	200	200	10,3	32,6	314.394	219.971	193.729	475.231	771.949	486.531	441.679	2.360.740	2.142.957
110	220	220	11,4	35,9	314.394	219.971	188.389	475.231	771.743	486.531	437.764	2.360.740	2.123.586
120	240	240	12,4	39,1	314.394	219.971	182.602	475.231	771.518	486.531	433.545	2.360.740	2.102.564
130	260	260	13,4	42,4	314.394	219.971	176.383	475.231	771.273	486.531	429.038	2.360.740	2.079.904
140	280	280	14,4	45,7	314.394	219.971	169.746	475.231	771.009	486.531	424.262	2.360.740	2.055.680
150	300	300	15,5	48,9	314.394	219.971	162.704	475.231	770.725	486.531	419.234	2.360.740	2.029.680
160	320	320	16,5	52,2	314.394	219.971	155.269	475.231	770.422	486.531	413.972	2.360.740	2.002.613
170	340	340	17,5	55,4	314.394	219.971	147.453	475.231	770.099	486.532	408.495	2.360.740	1.973.909
180	360	360	18,6	58,7	314.394	219.971	139.266	475.231	769.757	486.532	402.820	2.360.740	1.943.818
190	380	380	19,6	62,0	314.394	219.971	130.714	475.231	769.395	486.532	396.968	2.360.740	1.912.383
200	400	400	20,6	65,2	314.394	219.971	121.828	475.231	769.014	486.532	390.955	2.360.740	1.879.686
210	420	420	21,7	68,5	314.394	219.971	113.580	475.231	768.613	486.532	384.799	2.360.740	1.845.748
220	440	440	22,7	71,8	314.394	219.971	106.322	475.231	768.193	486.532	378.519	2.360.740	1.810.633
230	460	460	23,7	75,0	314.394	219.971	99.897	475.231	767.753	486.532	372.131	2.360.740	1.774.391
240	480	480	24,8	78,3	314.394	219.971	94.177	475.231	767.294	486.532	365.651	2.360.740	1.737.075
260	500	500	25,8	81,5	314.394	219.971	89.061	475.231	766.816	486.532	359.095	2.360.740	1.698.735
280	520	520	26,8	84,8	314.394	219.971	84.463	475.231	766.318	486.533	352.478	2.360.740	1.659.420
270	540	540	27,9	88,1	314.394	219.971	80.313	475.231	765.801	486.533	345.815	2.360.740	1.619.181
280	560	560	28,9	91,3	314.394	219.971	76.554	475.231	765.265	486.533	339.120	2.360.740	1.578.063
290	580	580	29,9	94,6	314.394	219.971	73.136	475.231	764.709	486.533	332.404	2.360.740	1.536.114
300	600	600	31,0	97,8	314.394	219.971	70.017	475.231	764.135	486.533	325.681	2.360.740	1.493.379
310	620	620	32,0	101,1	314.394	219.971	67.164	475.231	763.540	486.533	318.961	2.360.740	1.449.902
320	640	640	33,0	104,4	314.394	219.971	64.545	475.231	762.927	486.533	312.255	2.360.740	1.405.724
330	660	660	34,1	107,6	314.394	219.971	62.135	475.231	762.295	486.534	305.573	2.360.740	1.360.886
340	680	680	35,1	110,9	314.394	219.971	59.703	475.231	761.643	486.534	298.923	2.360.740	1.315.429
350	700	700	36,1	114,2	314.394	219.971	57.348	475.231	760.972	486.534	292.314	2.360.740	1.269.388
360	720	720	37,2	117,4	314.394	219.971	55.184	475.231	760.282	486.534	285.753	2.360.740	1.222.801
370	740	740	38,2	120,7	314.394	219.971	53.192	475.231	759.573	486.534	279.247	2.360.740	1.175.702
380	760	760	39,2	123,9	314.394	219.971	51.353	475.231	758.845	486.535	272.802	2.360.740	1.128.124
390	780	780	40,2	127,2	314.394	219.971	49.653	475.231	758.098	486.535	266.423	2.360.740	1.081.382
400	800	800	41,3	130,5	314.394	219.971	48.076	475.231	757.332	486.535	260.116	2.360.740	1.037.931
410	820	820	42,3	133,7	314.394	219.971	46.612	475.231	756.547	486.535	253.884	2.360.740	997.527
420	840	840	43,3	137,0	314.394	219.971	45.249	475.231	755.743	486.536	247.732	2.360.740	959.884
430	860	860	44,4	140,2	314.394	219.971	43.979	475.231	754.920	486.536	241.662	2.360.740	924.749
440	880	880	45,4	143,5	314.394	219.971	42.793	475.231	754.078	486.536	235.678	2.360.740	891.886
450	900	900	46,4	146,8	314.394	219.971	41.683	475.231	753.217	486.536	229.784	2.360.740	861.125
460	920	920	47,5	150,0	314.394	219.971	40.643	475.231	752.338	486.536	224.158	2.360.740	832.259

## PERFIL U ENRIJECIDO

$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 3.00 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{yo}$	$\phi_b \cdot M_{y1}$	$\phi_b \cdot M_{y2}$	$\phi_b \cdot M_{x1}$	$\phi_b \cdot M_{x2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	940	940	48,5	153,3	314.394	219.971	39.667	475.231	751.440	486.537	218.883	2.360.740	806.137	
480	960	960	49,5	156,6	314.394	219.971	38.749	475.231	750.522	486.537	213.930	2.360.740	779.617	
490	980	980	50,6	159,8	314.394	219.971	37.886	475.231	749.586	486.537	209.273	2.360.740	755.568	
500	1.000	1.000	51,6	163,1	314.394	219.971	37.072	475.231	748.632	486.537	204.888	2.360.740	732.876	
510	1.020	1.020	52,6	166,3	314.394	219.971	36.303	475.231	747.659	486.538	200.753	2.360.740	711.436	
520	1.040	1.040	53,7	169,6	314.394	219.971	35.577	475.231	746.667	486.538	196.851	2.360.740	691.153	
530	1.060	1.060	54,7	172,9	314.394	219.971	34.890	475.231	745.657	486.538	193.183	2.360.740	671.941	
540	1.080	1.080	55,7	176,1	314.394	219.971	34.238	475.231	744.628	486.539	189.673	2.360.740	653.723	
550	1.100	1.100	56,8	179,4	314.394	219.971	33.621	475.231	743.580	486.539	186.368	2.360.740	636.426	
560	1.120	1.120	57,8	182,6	314.394	219.971	33.034	475.231	742.514	486.539	183.233	2.360.740	619.968	
570	1.140	1.140	58,8	185,9	314.394	219.971	32.476	475.231	741.430	486.540	180.258	2.360.740	604.349	
580	1.160	1.160	59,9	189,2	314.394	219.971	31.944	475.231	740.327	486.540	177.431	2.360.740	589.455	
590	1.180	1.180	60,9	192,4	314.394	219.971	31.438	475.231	739.206	486.540	174.743	2.360.740	575.256	
600	1.200	1.200	61,9	195,7	314.394	219.971	30.955	475.231	738.066	486.540	172.183	2.360.740	561.707	

PERFIL U ENRIJECIDO

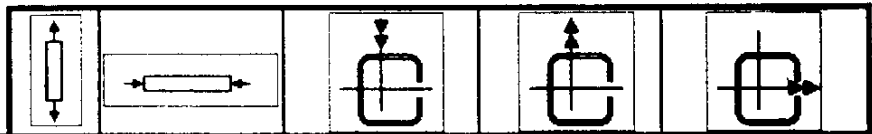
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 2.85 \text{ mm}$



Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{10}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{yy1}$	$\phi_b \cdot M_{yy2}$	$\phi_b \cdot M_{yy3}$	$\phi_b \cdot M_{yy4}$	$\phi_b \cdot M_{zz1}$	$\phi_b \cdot M_{zz2}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	20	20	0,9	3,5	540.338	411.070	410.616	714.664	1.541.613	713.940	677.128	4.579.661	4.338.036
20	40	40	1,8	6,9	540.338	411.070	409.259	714.664	1.541.778	713.940	678.374	4.579.661	4.332.071
30	60	60	2,7	10,4	540.338	411.070	407.008	714.664	1.541.720	713.940	675.130	4.579.661	4.322.159
40	80	80	3,5	13,9	540.338	411.070	403.881	714.664	1.541.639	713.940	673.403	4.579.661	4.308.348
50	100	100	4,4	17,3	540.338	411.070	399.901	714.664	1.541.535	713.940	671.211	4.579.661	4.290.689
60	120	120	5,3	20,8	540.338	411.070	395.097	714.664	1.541.407	713.940	668.572	4.579.661	4.269.292
70	140	140	6,2	24,2	540.338	411.070	389.502	714.664	1.541.257	713.940	665.508	4.579.661	4.244.222
80	160	160	7,1	27,7	540.338	411.070	383.156	714.664	1.541.083	713.940	662.046	4.579.661	4.215.586
90	180	180	8,0	31,2	540.338	411.070	376.101	714.664	1.540.887	713.941	658.214	4.579.661	4.183.532
100	200	200	8,9	34,6	540.338	411.070	368.381	714.664	1.540.667	713.941	654.042	4.579.661	4.148.180
110	220	220	9,8	38,1	540.338	411.070	360.045	714.664	1.540.424	713.941	649.562	4.579.661	4.109.617
120	240	240	10,6	41,6	540.338	411.070	351.138	714.664	1.540.158	713.941	644.805	4.579.661	4.068.047
130	260	260	11,5	45,0	540.338	411.070	341.712	714.664	1.539.869	713.941	639.803	4.579.661	4.023.599
140	280	280	12,4	48,5	540.338	411.070	331.813	714.664	1.539.557	713.941	634.590	4.579.661	3.976.423
150	300	300	13,3	51,9	540.338	411.070	321.490	714.664	1.539.222	713.942	629.197	4.579.661	3.926.672
160	320	320	14,2	55,4	540.338	411.070	310.788	714.664	1.538.863	713.942	623.654	4.579.661	3.874.488
170	340	340	15,1	58,9	540.338	411.070	299.752	714.664	1.538.483	713.942	617.992	4.579.661	3.820.053
180	360	360	16,0	62,3	540.338	411.070	288.421	714.664	1.538.079	713.942	612.237	4.579.661	3.763.486
190	380	380	16,8	65,8	540.338	411.070	276.835	714.664	1.537.652	713.943	606.418	4.579.661	3.704.940
200	400	400	17,7	69,3	540.338	411.070	265.029	714.664	1.537.202	713.943	600.557	4.579.661	3.644.557
210	420	420	18,6	72,7	540.338	411.070	253.035	714.664	1.536.729	713.943	594.678	4.579.661	3.582.473
220	440	440	19,5	76,2	540.338	411.070	240.880	714.664	1.536.234	713.944	588.801	4.579.661	3.518.817
230	460	460	20,4	79,6	540.338	411.070	228.670	714.664	1.535.716	713.944	582.946	4.579.661	3.453.714
240	480	480	21,3	83,1	540.338	411.070	217.465	714.664	1.535.174	713.944	577.128	4.579.661	3.387.281
250	500	500	22,2	86,6	540.338	411.070	207.433	714.664	1.534.611	713.945	571.362	4.579.661	3.319.631
260	520	520	23,1	90,0	540.338	411.070	198.412	714.664	1.534.025	713.945	565.662	4.579.661	3.250.868
270	540	540	23,9	93,5	540.338	411.070	190.267	714.664	1.533.416	713.946	560.039	4.579.661	3.181.090
280	560	560	24,8	97,0	540.338	411.070	181.802	714.664	1.532.784	713.946	554.503	4.579.661	3.110.392
290	580	580	25,7	100,4	540.338	411.070	174.046	714.664	1.532.130	713.947	549.061	4.579.661	3.038.657
300	600	600	26,6	103,9	540.338	411.070	167.047	714.664	1.531.453	713.947	543.721	4.579.661	2.966.567
310	620	620	27,5	107,3	540.338	411.070	160.707	714.664	1.530.754	713.948	538.488	4.579.661	2.893.696
320	640	640	28,4	110,8	540.338	411.070	154.945	714.664	1.530.033	713.948	533.367	4.579.661	2.820.013
330	660	660	29,3	114,3	540.338	411.070	149.693	714.664	1.529.289	713.948	528.361	4.579.661	2.745.862
340	680	680	30,1	117,7	540.338	411.070	144.889	714.664	1.528.522	713.949	523.471	4.579.661	2.671.260
350	700	700	31,0	121,2	540.338	411.070	140.485	714.664	1.527.734	713.950	518.701	4.579.661	2.596.202
360	720	720	31,9	124,7	540.338	411.070	136.435	714.664	1.526.923	713.950	514.050	4.579.661	2.520.758
370	740	740	32,8	128,1	540.338	411.070	132.702	714.664	1.526.090	713.951	509.519	4.579.661	2.444.973
380	760	760	33,7	131,6	540.338	411.070	129.253	714.664	1.525.236	713.951	505.107	4.579.661	2.368.887
390	780	780	34,6	135,0	540.338	411.070	126.058	714.664	1.524.358	713.952	500.814	4.579.661	2.292.540
400	800	800	35,5	138,5	540.338	411.070	123.093	714.664	1.523.459	713.953	496.636	4.579.661	2.215.966
410	820	820	36,4	142,0	540.338	411.070	120.334	714.664	1.522.538	713.953	492.577	4.579.661	2.139.627
420	840	840	37,2	145,4	540.338	411.070	117.763	714.664	1.521.595	713.954	488.630	4.579.661	2.067.355
430	860	860	38,1	148,9	540.338	411.070	115.361	714.664	1.520.631	713.955	484.795	4.579.661	1.999.686
440	880	880	39,0	152,4	540.338	411.070	113.114	714.664	1.519.644	713.955	481.068	4.579.661	1.936.213
450	900	900	39,9	155,8	540.338	411.070	111.007	714.664	1.518.636	713.956	477.448	4.579.661	1.876.574
460	920	920	40,8	159,3	540.338	411.070	109.028	714.664	1.517.606	713.957	473.932	4.579.661	1.820.444

## PERFIL U ENRIJECIDO

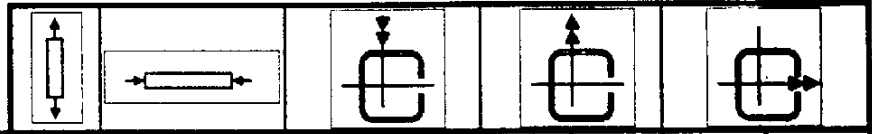
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 2.85 \text{ mm}$



Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot F_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{yo}$	$\phi_b \cdot M_{yo}$	$\phi_b \cdot M_{x1}$	$\phi_b \cdot M_{x2}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	940	940	41,7	162,8	540.338	411.070	107.166	714.664	1.516.554	713.957	470.516	4.579.661	1.767.535
480	960	960	42,6	166,2	540.338	411.070	105.412	714.664	1.515.481	713.958	467.199	4.579.661	1.717.587
490	980	980	43,5	169,7	540.338	411.070	103.756	714.664	1.514.387	713.959	463.977	4.579.661	1.670.367
500	1.000	1.000	44,3	173,1	540.338	411.070	102.190	714.664	1.513.271	713.960	460.847	4.579.661	1.625.664
510	1.020	1.020	45,2	176,6	540.338	411.070	100.708	714.664	1.512.134	713.960	457.807	4.579.661	1.583.288
520	1.040	1.040	46,1	180,1	540.338	411.070	99.301	714.664	1.510.975	713.961	454.853	4.579.661	1.543.067
530	1.060	1.060	47,0	183,5	540.338	411.070	97.966	714.664	1.509.795	713.962	451.983	4.579.661	1.504.848
540	1.080	1.080	47,9	187,0	540.338	411.070	96.695	714.664	1.508.595	713.963	449.193	4.579.661	1.468.482
550	1.100	1.100	48,8	190,5	540.338	411.070	95.485	714.664	1.507.372	713.964	446.482	4.579.661	1.433.847
560	1.120	1.120	49,7	193,9	540.338	411.070	94.330	714.664	1.506.129	713.965	443.848	4.579.661	1.400.823
570	1.140	1.140	50,5	197,4	540.338	411.070	93.227	714.664	1.504.866	713.966	441.282	4.579.661	1.369.302
580	1.160	1.160	51,4	200,8	540.338	411.070	92.172	714.664	1.503.581	713.966	438.786	4.579.661	1.339.185
590	1.180	1.180	52,3	204,3	540.338	411.070	91.161	714.664	1.502.275	713.967	436.362	4.579.661	1.310.383
600	1.200	1.200	53,2	207,8	540.338	411.070	90.182	714.664	1.500.949	713.968	434.001	4.579.661	1.282.813

PERFIL U ENRIJECIDO

fy= 24.5 kN  
 A= 250 mm  
 B= 85 mm  
 C= 25 mm  
 r= 2.25 mm



Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{nx1}$	$\phi_b \cdot M_{nx2}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	20	20	1,0	3,2	238.380	147.627	147.552	357.868	500.894	379.295	135.147	2.108.155	489.975
20	40	40	2,1	6,4	238.380	147.627	147.328	357.868	500.874	379.295	135.147	2.108.155	489.975
30	60	60	3,1	9,7	238.380	147.627	146.803	357.868	500.842	379.295	135.147	2.108.155	489.975
40	80	80	4,1	12,9	238.380	147.627	145.913	357.868	500.797	379.295	135.147	2.108.155	489.975
50	100	100	5,1	16,1	238.380	147.627	144.781	357.868	500.738	379.295	135.147	2.108.155	489.975
60	120	120	6,2	19,3	238.380	147.627	143.414	357.868	500.667	379.295	135.147	2.108.155	489.975
70	140	140	7,2	22,5	238.380	147.627	141.825	357.868	500.583	379.295	135.147	2.108.155	489.975
80	160	160	8,2	25,7	238.380	147.627	139.947	357.868	500.485	379.295	135.147	2.108.155	489.975
90	180	180	9,2	29,0	238.380	147.627	136.829	357.868	500.375	379.295	135.147	2.108.155	489.975
100	200	200	10,3	32,2	238.380	147.627	133.359	357.868	500.252	379.295	135.147	2.108.155	489.975
110	220	220	11,3	35,4	238.380	147.627	129.540	357.868	500.116	379.295	135.147	2.108.155	489.975
120	240	240	12,3	38,6	238.380	147.627	125.377	357.868	499.967	379.295	135.147	2.108.155	489.975
130	260	260	13,3	41,8	238.380	147.627	120.873	357.868	499.805	379.295	135.147	2.108.155	489.975
140	280	280	14,4	45,0	238.380	147.627	116.031	357.868	499.630	379.295	135.147	2.108.155	489.975
150	300	300	15,4	48,3	238.380	147.627	110.856	357.868	499.442	379.295	135.147	2.108.155	489.975
160	320	320	16,4	51,5	238.380	147.627	105.348	357.868	499.241	379.295	135.147	2.108.155	489.975
170	340	340	17,5	54,7	238.380	147.627	99.510	357.868	499.027	379.295	135.147	2.108.155	489.975
180	360	360	18,5	57,9	238.380	147.627	93.339	357.868	498.800	379.295	135.147	2.108.155	489.975
190	380	380	19,5	61,1	238.380	147.627	86.834	357.868	498.560	379.295	135.147	2.108.155	489.975
200	400	400	20,5	64,4	238.380	147.627	80.274	357.868	498.308	379.295	135.147	2.108.155	489.975
210	420	420	21,6	67,6	238.380	147.627	74.488	357.868	498.042	379.295	135.147	2.108.155	489.975
220	440	440	22,6	70,8	238.380	147.627	69.405	357.868	497.764	379.295	135.147	2.108.155	489.975
230	460	460	23,6	74,0	238.380	147.627	64.913	357.868	497.472	379.295	135.147	2.108.155	489.975
240	480	480	24,6	77,2	238.380	147.627	60.920	357.868	497.168	379.295	135.147	2.108.155	489.975
250	500	500	25,7	80,4	238.380	147.627	57.352	357.868	496.850	379.295	135.147	2.108.155	489.975
260	520	520	26,7	83,7	238.380	147.627	54.149	357.868	496.520	379.295	135.147	2.108.155	489.975
270	540	540	27,7	86,9	238.380	147.627	51.261	357.868	496.177	379.295	135.147	2.108.155	489.975
280	560	560	28,7	90,1	238.380	147.627	48.647	357.868	495.821	379.295	135.147	2.108.155	489.975
290	580	580	29,8	93,3	238.380	147.627	46.273	357.868	495.452	379.295	135.147	2.108.155	489.975
300	600	600	30,8	96,5	238.380	147.627	44.108	357.868	495.070	379.295	135.147	2.108.155	489.975
310	620	620	31,8	99,7	238.380	147.627	42.128	357.868	494.675	379.295	135.147	2.108.155	489.975
320	640	640	32,9	103,0	238.380	147.627	40.311	357.868	494.267	379.295	135.147	2.108.155	489.975
330	660	660	33,9	106,2	238.380	147.627	38.641	357.868	493.847	379.295	135.147	2.108.155	489.975
340	680	680	34,9	109,4	238.380	147.627	37.100	357.868	493.413	379.297	135.147	2.108.155	489.975
350	700	700	35,9	112,6	238.380	147.627	35.676	357.868	492.967	379.297	135.147	2.108.155	489.975
360	720	720	37,0	115,8	238.380	147.627	34.356	357.868	492.508	379.297	135.147	2.108.155	489.975
370	740	740	38,0	119,1	238.380	147.627	33.131	357.868	492.036	379.297	135.147	2.108.155	489.975
380	760	760	39,0	122,3	238.380	147.627	31.990	357.868	491.550	379.297	135.147	2.108.155	489.975
390	780	780	40,0	125,5	238.380	147.627	30.927	357.868	491.053	379.297	135.147	2.108.155	489.975
400	800	800	41,1	128,7	238.380	147.627	29.934	357.868	490.542	379.297	135.147	2.108.155	489.975
410	820	820	42,1	131,9	238.380	147.627	29.005	357.868	490.018	379.297	135.147	2.108.155	489.975
420	840	840	43,1	135,1	238.380	147.627	28.134	357.868	489.482	379.297	135.147	2.108.155	489.975
430	860	860	44,1	138,4	238.380	147.627	27.317	357.868	488.933	379.297	135.147	2.108.155	489.975
440	880	880	45,2	141,6	238.380	147.627	26.548	357.868	488.371	379.297	135.147	2.108.155	489.975
450	900	900	46,2	144,8	238.380	147.627	25.825	357.868	487.796	379.297	135.147	2.108.155	489.975
460	920	920	47,2	148,0	238.380	147.627	25.091	357.868	487.208	379.297	135.147	2.108.155	489.975

## PERFIL U ENRIJECIDO

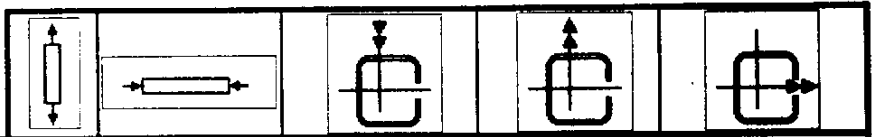
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 250 \text{ mm}$   
 $B = 85 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 2.25 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{oy0}$	$\phi_b \cdot M_{oy1}$	$\phi_b \cdot M_{ox1}$	$\phi_b \cdot M_{ox2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	940	940	48,3	151,2	238.380	147.627	24.351	357.868	486.608	379.298	136.588	1.773.784	557.889
480	960	960	49,3	154,5	238.380	147.627	23.656	357.868	485.994	379.298	132.734	1.773.784	538.382
490	980	980	50,3	157,7	238.380	147.627	23.004	357.868	485.368	379.298	129.104	1.773.784	520.220
500	1.000	1.000	51,3	160,9	238.380	147.627	22.389	357.868	484.729	379.298	125.668	1.773.784	503.113
510	1.020	1.020	52,4	164,1	238.380	147.627	21.810	357.868	484.078	379.298	122.471	1.773.784	486.978
520	1.040	1.040	53,4	167,3	238.380	147.627	21.264	357.868	483.413	379.298	119.435	1.773.784	471.742
530	1.060	1.060	54,4	170,5	238.380	147.627	20.748	357.868	482.736	379.298	116.569	1.773.784	457.337
540	1.080	1.080	55,4	173,8	238.380	147.627	20.260	357.868	482.046	379.298	113.860	1.773.784	443.702
550	1.100	1.100	56,5	177,0	238.380	147.627	19.798	357.868	481.343	379.298	111.296	1.773.784	430.782
560	1.120	1.120	57,5	180,2	238.380	147.627	19.360	357.868	480.627	379.299	108.866	1.773.784	418.527
570	1.140	1.140	58,5	183,4	238.380	147.627	18.944	357.868	479.899	379.299	106.563	1.773.784	406.890
580	1.160	1.160	59,5	186,6	238.380	147.627	18.549	357.868	479.158	379.299	104.376	1.773.784	395.829
590	1.180	1.180	60,6	189,8	238.380	147.627	18.174	357.868	478.404	379.299	102.299	1.773.784	385.306
600	1.200	1.200	61,6	193,1	238.380	147.627	17.817	357.868	477.637	379.299	100.324	1.773.784	375.285

PERFIL U ENRIJECIDO

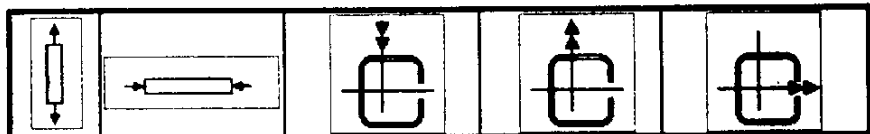
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 4.75 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_y \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{nx1}$	$\phi_b \cdot M_{nx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	20	20	1,3	3,7	407.671	362.090	361.448	561.275	1.173.151	561.242	531.809	2.408.263	2.261.230
20	40	40	2,6	7,5	407.671	362.090	359.535	561.275	1.173.073	561.242	530.803	2.408.263	2.277.506
30	60	60	3,9	11,2	407.671	362.090	356.389	561.275	1.172.944	561.242	529.152	2.408.263	2.271.351
40	80	80	5,2	15,0	407.671	362.090	352.070	561.275	1.172.763	561.242	526.893	2.408.263	2.262.829
50	100	100	6,5	18,7	407.671	362.090	346.657	561.275	1.172.530	561.242	524.072	2.408.263	2.252.036
60	120	120	7,8	22,5	407.671	362.090	339.665	561.275	1.172.246	561.243	520.748	2.408.263	2.239.065
70	140	140	9,1	26,2	407.671	362.090	331.355	561.275	1.171.910	561.243	516.964	2.408.263	2.224.104
80	160	160	10,4	29,9	407.671	362.090	322.213	561.275	1.171.523	561.243	512.847	2.408.263	2.207.233
90	180	180	11,7	33,7	407.671	362.090	312.384	561.275	1.171.086	561.243	508.405	2.408.263	2.188.621
100	200	200	13,0	37,4	407.671	362.090	302.012	561.275	1.170.596	561.244	503.726	2.408.263	2.168.418
110	220	220	14,3	41,2	407.671	362.090	291.235	561.275	1.170.057	561.244	498.873	2.408.263	2.146.773
120	240	240	15,6	44,9	407.671	362.090	280.178	561.275	1.169.466	561.244	493.904	2.408.263	2.123.833
130	260	260	16,9	48,7	407.671	362.090	268.954	561.275	1.168.826	561.245	488.872	2.408.263	2.099.739
140	280	280	18,2	52,4	407.671	362.090	257.664	561.275	1.168.135	561.245	483.824	2.408.263	2.074.823
150	300	300	19,5	56,2	407.671	362.090	246.393	561.275	1.167.394	561.246	478.800	2.408.263	2.048.609
160	320	320	20,8	59,9	407.671	362.090	235.212	561.275	1.166.604	561.246	473.834	2.408.263	2.021.611
170	340	340	22,1	63,6	407.671	362.090	224.179	561.275	1.165.764	561.247	468.953	2.408.263	1.994.333
180	360	360	23,4	67,4	407.671	362.090	213.342	561.275	1.164.876	561.247	464.179	2.408.263	1.966.268
190	380	380	24,7	71,1	407.671	362.090	202.733	561.275	1.163.938	561.248	459.530	2.408.263	1.937.703
200	400	400	26,0	74,9	407.671	362.090	192.380	561.275	1.162.953	561.248	455.018	2.408.263	1.908.710
210	420	420	27,3	78,6	407.671	362.090	182.298	561.275	1.161.918	561.249	450.651	2.408.263	1.879.358
220	440	440	28,6	82,4	407.671	362.090	173.005	561.275	1.160.837	561.250	446.435	2.408.263	1.849.705
230	460	460	29,9	86,1	407.671	362.090	164.847	561.275	1.159.708	561.250	442.372	2.408.263	1.819.801
240	480	480	31,2	89,8	407.671	362.090	157.634	561.275	1.158.533	561.251	438.464	2.408.263	1.789.693
250	500	500	32,5	93,6	407.671	362.090	151.216	561.275	1.157.311	561.252	434.708	2.408.263	1.759.418
260	520	520	33,8	97,3	407.671	362.090	145.471	561.275	1.156.042	561.253	431.102	2.408.263	1.729.010
270	540	540	35,1	101,1	407.671	362.090	140.299	561.275	1.154.728	561.253	427.641	2.408.263	1.698.496
280	560	560	36,4	104,8	407.671	362.090	135.618	561.275	1.153.369	561.254	424.322	2.408.263	1.667.907
290	580	580	37,7	108,6	407.671	362.090	131.358	561.275	1.151.964	561.255	421.139	2.408.263	1.637.268
300	600	600	39,0	112,3	407.671	362.090	127.462	561.275	1.150.515	561.256	418.087	2.408.263	1.606.570
310	620	620	40,3	116,1	407.671	362.090	123.883	561.275	1.149.023	561.257	415.158	2.408.263	1.575.857
320	640	640	41,6	119,8	407.671	362.090	120.579	561.275	1.147.486	561.258	412.349	2.408.263	1.545.134
330	660	660	42,9	123,5	407.671	362.090	117.516	561.275	1.145.906	561.259	409.651	2.408.263	1.514.410
340	680	680	44,2	127,3	407.671	362.090	114.663	561.275	1.144.284	561.260	407.060	2.408.263	1.483.695
350	700	700	45,5	131,0	407.671	362.090	111.997	561.275	1.142.619	561.261	404.569	2.408.263	1.452.997
360	720	720	46,8	134,8	407.671	362.090	109.493	561.275	1.140.913	561.262	402.174	2.408.263	1.422.321
370	740	740	48,1	138,5	407.671	362.090	107.135	561.275	1.139.165	561.263	399.868	2.408.263	1.391.674
380	760	760	49,4	142,3	407.671	362.090	104.904	561.275	1.137.376	561.264	397.648	2.408.263	1.361.059
390	780	780	50,7	146,0	407.671	362.090	102.788	561.275	1.135.547	561.265	395.503	2.408.263	1.330.480
400	800	800	52,0	149,7	407.671	362.090	100.773	561.275	1.133.678	561.266	393.434	2.408.263	1.299.939
410	820	820	53,3	153,5	407.671	362.090	98.848	561.275	1.131.769	561.267	391.435	2.408.263	1.269.439
420	840	840	54,6	157,2	407.671	362.090	97.004	561.275	1.129.822	561.269	389.501	2.408.263	1.238.981
430	860	860	55,9	161,0	407.671	362.090	95.232	561.275	1.127.836	561.270	387.629	2.408.263	1.208.566
440	880	880	57,2	164,7	407.671	362.090	93.525	561.275	1.125.812	561.271	385.815	2.408.263	1.178.186
450	900	900	58,5	168,5	407.671	362.090	91.877	561.275	1.123.750	561.272	384.054	2.408.263	1.147.868
460	920	920	59,8	172,2	407.671	362.090	90.281	561.275	1.121.651	561.274	382.344	2.408.263	1.118.067

## PERFIL U ENRIJECIDO

$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 4.75 \text{ mm}$

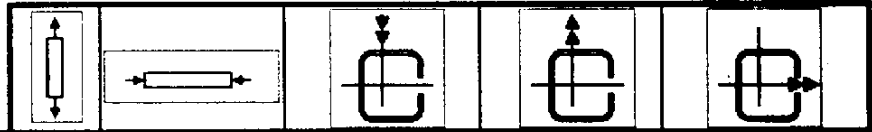


$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny0}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{nx1}$	$\phi_b \cdot M_{nx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	940	940	61,1	175,9	407.671	362.090	88.733	561.275	1.119.515	561.275	380.681	2.408.263	1.089.779
480	960	960	62,4	179,7	407.671	362.090	87.228	561.275	1.116.755	561.275	379.062	2.408.263	1.082.926
490	980	980	63,7	183,4	407.671	362.090	85.763	561.275	1.114.032	561.275	377.485	2.408.263	1.037.400
500	1.000	1.000	65,0	187,2	407.671	362.090	84.333	561.275	1.111.269	561.275	375.947	2.408.263	1.013.106
510	1.020	1.020	66,3	190,9	407.671	362.090	82.644	561.275	1.108.464	561.275	374.445	2.408.263	989.967
520	1.040	1.040	67,6	194,7	407.671	362.090	79.496	561.275	1.105.620	561.275	372.977	2.408.263	967.871
530	1.060	1.060	68,9	198,4	407.671	362.090	76.525	561.275	1.102.736	561.275	371.542	2.408.263	946.778
540	1.080	1.080	70,2	202,2	407.671	362.090	73.717	561.275	1.099.814	561.275	370.136	2.408.263	926.612
550	1.100	1.100	71,5	205,9	407.671	362.090	71.061	561.275	1.096.854	561.275	368.758	2.408.263	907.312
560	1.120	1.120	72,8	209,6	407.671	362.090	68.545	561.275	1.093.856	561.275	367.406	2.408.263	888.823
570	1.140	1.140	74,1	213,4	407.671	362.090	66.161	561.275	1.090.822	561.275	366.079	2.408.263	871.095
580	1.160	1.160	75,4	217,1	407.671	362.090	63.900	561.275	1.087.752	561.275	364.774	2.408.263	854.061
590	1.180	1.180	76,7	220,9	407.671	362.090	61.752	561.275	1.084.646	561.275	363.492	2.408.263	837.738
600	1.200	1.200	78,0	224,6	407.671	362.090	59.711	561.275	1.081.506	561.275	362.229	2.408.263	822.027



PERFIL U ENRIJECIDO

$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 4.25 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot F_y$	$\phi_c \cdot P_{10}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{y1}$	$\phi_b \cdot M_{y2}$	$\phi_b \cdot M_{y3}$	$\phi_b \cdot M_{y4}$	$\phi_b \cdot M_{x1}$	$\phi_b \cdot M_{x2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	20	20	1,3	3,7	368.012	316.061	315.515	517.683	1.025.463	517.554	490.383	2.192.643	2.076.966
20	40	40	2,6	7,4	368.012	316.061	313.856	517.683	1.025.396	517.554	489.460	2.192.643	2.073.649
30	60	60	3,9	11,1	368.012	316.061	311.198	517.683	1.025.285	517.555	487.939	2.192.643	2.068.102
40	80	80	5,2	14,8	368.012	316.061	307.490	517.683	1.025.130	517.555	485.847	2.192.643	2.060.405
50	100	100	6,5	18,5	368.012	316.061	302.817	517.683	1.024.930	517.555	483.219	2.192.643	2.050.826
60	120	120	7,8	22,2	368.012	316.061	297.244	517.683	1.024.686	517.555	480.099	2.192.643	2.038.846
70	140	140	9,1	25,9	368.012	316.061	290.842	517.683	1.024.398	517.555	476.535	2.192.643	2.025.160
80	160	160	10,4	29,6	368.012	316.061	283.694	517.683	1.024.066	517.555	472.578	2.192.643	2.009.875
90	180	180	11,7	33,3	368.012	316.061	275.881	517.683	1.023.690	517.555	468.285	2.192.643	1.992.502
100	200	200	13,0	37,0	368.012	316.061	267.490	517.683	1.023.270	517.556	463.711	2.192.643	1.973.758
110	220	220	14,2	40,8	368.012	316.061	258.603	517.683	1.022.806	517.556	458.909	2.192.643	1.953.584
120	240	240	15,5	44,5	368.012	316.061	249.301	517.683	1.022.298	517.556	453.932	2.192.643	1.932.039
130	260	260	16,8	48,2	368.012	316.061	239.122	517.683	1.021.747	517.556	448.828	2.192.643	1.909.300
140	280	280	18,1	51,9	368.012	316.061	227.875	517.683	1.021.153	517.557	443.644	2.192.643	1.885.462
150	300	300	19,4	55,6	368.012	316.061	216.515	517.683	1.020.516	517.557	438.419	2.192.643	1.860.633
160	320	320	20,7	59,3	368.012	316.061	205.118	517.683	1.019.835	517.556	433.190	2.192.643	1.834.917
170	340	340	22,0	63,0	368.012	316.061	193.748	517.683	1.019.112	517.556	427.968	2.192.643	1.808.411
180	360	360	23,3	66,7	368.012	316.061	182.460	517.683	1.018.346	517.556	422.839	2.192.643	1.781.204
190	380	380	24,6	70,4	368.012	316.061	171.302	517.683	1.017.538	517.556	417.767	2.192.643	1.753.360
200	400	400	25,9	74,1	368.012	316.061	160.422	517.683	1.016.688	517.556	412.790	2.192.643	1.725.014
210	420	420	27,2	77,8	368.012	316.061	150.788	517.683	1.015.796	517.560	407.922	2.192.643	1.696.174
220	440	440	28,5	81,5	368.012	316.061	142.409	517.683	1.014.862	517.560	403.175	2.192.643	1.666.924
230	460	460	29,8	85,2	368.012	316.061	135.071	517.683	1.013.887	517.561	398.557	2.192.643	1.637.320
240	480	480	31,1	88,9	368.012	316.061	128.601	517.683	1.012.870	517.561	394.074	2.192.643	1.607.412
250	500	500	32,4	92,6	368.012	316.061	122.863	517.683	1.011.813	517.562	389.729	2.192.643	1.577.244
260	520	520	33,7	96,3	368.012	316.061	117.744	517.683	1.010.715	517.563	385.526	2.192.643	1.546.857
270	540	540	35,0	100,0	368.012	316.061	113.154	517.683	1.009.577	517.563	381.463	2.192.643	1.516.266
280	560	560	36,3	103,7	368.012	316.061	109.017	517.683	1.008.398	517.564	377.540	2.192.643	1.485.560
290	580	580	37,6	107,4	368.012	316.061	105.270	517.683	1.007.180	517.565	373.754	2.192.643	1.454.709
300	600	600	38,9	111,1	368.012	316.061	101.862	517.683	1.005.923	517.565	370.104	2.192.643	1.423.767
310	620	620	40,2	114,9	368.012	316.061	98.747	517.683	1.004.626	517.566	366.584	2.192.643	1.392.723
320	640	640	41,4	118,6	368.012	316.061	95.890	517.683	1.003.291	517.567	363.192	2.192.643	1.361.627
330	660	660	42,7	122,3	368.012	316.061	93.258	517.683	1.001.917	517.568	359.923	2.192.643	1.330.485
340	680	680	44,0	126,0	368.012	316.061	90.823	517.683	1.000.504	517.568	356.771	2.192.643	1.299.310
350	700	700	45,3	129,7	368.012	316.061	88.564	517.683	999.054	517.569	353.733	2.192.643	1.268.114
360	720	720	46,6	133,4	368.012	316.061	86.459	517.683	997.566	517.570	350.804	2.192.643	1.236.906
370	740	740	47,9	137,1	368.012	316.061	84.491	517.683	996.041	517.571	347.978	2.192.643	1.205.700
380	760	760	49,2	140,8	368.012	316.061	82.646	517.683	994.479	517.572	345.250	2.192.643	1.174.496
390	780	780	50,5	144,5	368.012	316.061	80.909	517.683	992.881	517.573	342.617	2.192.643	1.143.308
400	800	800	51,8	148,2	368.012	316.061	79.270	517.683	991.246	517.574	340.073	2.192.643	1.112.138
410	820	820	53,1	151,9	368.012	316.061	77.718	517.683	989.575	517.575	337.614	2.192.643	1.080.989
420	840	840	54,4	155,6	368.012	316.061	76.244	517.683	987.869	517.576	335.235	2.192.643	1.049.867
430	860	860	55,7	159,3	368.012	316.061	74.840	517.683	986.128	517.577	332.932	2.192.643	1.019.162
440	880	880	57,0	163,0	368.012	316.061	73.500	517.683	984.351	517.578	330.702	2.192.643	990.131
450	900	900	58,3	166,7	368.012	316.061	72.216	517.683	982.541	517.579	328.539	2.192.643	962.738
460	920	920	59,6	170,4	368.012	316.061	70.985	517.683	980.695	517.580	326.441	2.192.643	936.848

## PERFIL U ENRIJECIDO

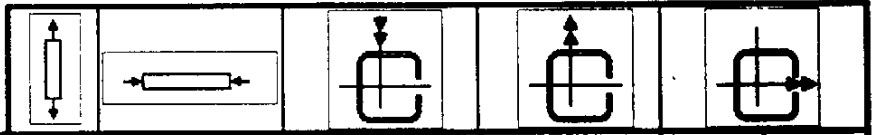
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 4.25 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{nx1}$	$\phi_b \cdot M_{nx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	940	940	60,9	174,1	368.012	316.061	69.800	517.683	978.817	517.581	324.404	2.192.643	912.344
480	960	960	62,2	177,8	368.012	316.061	68.658	517.683	976.904	517.582	322.425	2.192.643	889.117
490	980	980	63,5	181,5	368.012	316.061	67.554	517.683	974.959	517.583	320.500	2.192.643	867.070
500	1.000	1.000	64,8	185,2	368.012	316.061	66.485	517.683	972.980	517.584	318.626	2.192.643	846.117
510	1.020	1.020	66,1	189,0	368.012	316.061	65.447	517.683	970.969	517.585	316.801	2.192.643	826.178
520	1.040	1.040	67,4	192,7	368.012	316.061	64.439	517.683	968.926	517.586	315.022	2.192.643	807.181
530	1.060	1.060	68,6	196,4	368.012	316.061	63.458	517.683	966.851	517.588	313.286	2.192.643	789.061
540	1.080	1.080	69,9	200,1	368.012	316.061	62.501	517.683	964.745	517.589	311.591	2.192.643	771.759
550	1.100	1.100	71,2	203,8	368.012	316.061	61.567	517.683	962.607	517.590	309.934	2.192.643	755.220
560	1.120	1.120	72,5	207,5	368.012	316.061	60.653	517.683	960.438	517.591	308.313	2.192.643	739.365
570	1.140	1.140	73,8	211,2	368.012	316.061	59.758	517.683	958.239	517.593	306.727	2.192.643	724.239
580	1.160	1.160	75,1	214,9	368.012	316.061	58.882	517.683	956.010	517.594	305.173	2.192.643	709.709
590	1.180	1.180	76,4	218,6	368.012	316.061	58.013	517.683	953.751	517.595	303.649	2.192.643	695.768
600	1.200	1.200	77,7	222,3	368.012	316.061	57.152	517.683	951.462	517.597	302.154	2.192.643	682.379

PERFIL U ENRIJECIDO

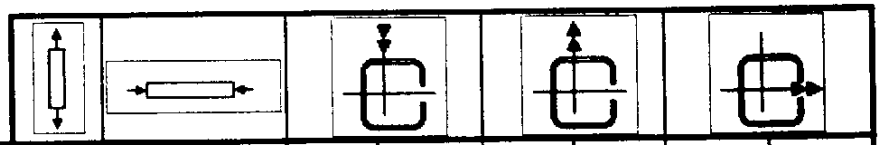
f<sub>y</sub>= 24.5 kN  
 A= 200 mm  
 B= 75 mm  
 C= 25 mm  
 r= 3.75 mm



Ly cm	Lx cm	Lt cm	λ <sub>x</sub>	λ <sub>y</sub>	φ <sub>c</sub> ·f <sub>y</sub>	φ <sub>c</sub> ·P <sub>90</sub>	φ <sub>c</sub> ·P <sub>n</sub>	φ <sub>b</sub> ·M <sub>ny1</sub>	φ <sub>b</sub> ·M <sub>ny2</sub>	φ <sub>b</sub> ·M <sub>ny3</sub>	φ <sub>b</sub> ·M <sub>ny4</sub>	φ <sub>b</sub> ·M <sub>ny1</sub>	φ <sub>b</sub> ·M <sub>ny2</sub>
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	20	20	1,3	3,7	327.588	270.199	269.742	470.620	871.625	470.448	445.717	1.968.293	1.884.512
20	40	40	2,6	7,3	327.588	270.199	268.378	470.620	871.769	470.448	444.881	1.968.293	1.881.542
30	60	60	3,9	11,0	327.588	270.199	266.116	470.620	871.678	470.448	443.501	1.968.293	1.868.616
40	80	80	5,2	14,7	327.588	270.199	262.987	470.620	871.546	470.448	441.594	1.968.293	1.848.784
50	100	100	6,4	18,3	327.588	270.199	259.023	470.620	871.379	470.448	439.186	1.968.293	1.841.036
60	120	120	7,7	22,0	327.588	270.199	254.265	470.620	871.174	470.448	436.306	1.968.293	1.830.487
70	140	140	9,0	25,7	327.588	270.199	248.761	470.620	870.933	470.448	432.994	1.968.293	1.818.183
80	160	160	10,3	29,3	327.588	270.199	242.564	470.620	870.654	470.448	429.283	1.968.293	1.804.201
90	180	180	11,6	33,0	327.588	270.199	235.730	470.620	870.339	470.448	425.218	1.968.293	1.788.622
100	200	200	12,9	36,7	327.588	270.199	228.316	470.620	869.986	470.448	420.841	1.968.293	1.771.531
110	220	220	14,2	40,3	327.588	270.199	220.383	470.620	869.597	470.447	416.195	1.968.293	1.753.021
120	240	240	15,5	44,0	327.588	270.199	211.988	470.620	869.171	470.447	411.325	1.968.293	1.733.182
130	260	260	16,8	47,7	327.588	270.199	203.186	470.620	868.709	470.447	406.271	1.968.293	1.712.108
140	280	280	18,1	51,3	327.588	270.199	194.032	470.620	868.210	470.447	401.075	1.968.293	1.689.880
150	300	300	19,3	55,0	327.588	270.199	184.575	470.620	867.674	470.448	395.774	1.968.293	1.666.620
160	320	320	20,6	58,7	327.588	270.199	174.859	470.620	867.102	470.448	390.403	1.968.293	1.642.383
170	340	340	21,9	62,3	327.588	270.199	164.903	470.620	866.494	470.448	384.993	1.968.293	1.617.285
180	360	360	23,2	66,0	327.588	270.199	153.403	470.620	865.850	470.448	379.575	1.968.293	1.591.347
190	380	380	24,5	69,7	327.588	270.199	142.055	470.620	865.170	470.449	374.172	1.968.293	1.564.703
200	400	400	25,8	73,3	327.588	270.199	132.064	470.620	864.455	470.449	368.809	1.968.293	1.537.408
210	420	420	27,1	77,0	327.588	270.199	123.452	470.620	863.703	470.449	363.503	1.968.293	1.509.522
220	440	440	28,4	80,7	327.588	270.199	115.973	470.620	862.916	470.450	358.272	1.968.293	1.481.113
230	460	460	29,7	84,3	327.588	270.199	109.432	470.620	862.094	470.450	353.129	1.968.293	1.452.237
240	480	480	31,0	88,0	327.588	270.199	103.677	470.620	861.237	470.451	348.085	1.968.293	1.422.945
250	500	500	32,2	91,7	327.588	270.199	98.584	470.620	860.344	470.451	343.150	1.968.293	1.393.287
260	520	520	33,5	95,4	327.588	270.199	94.051	470.620	859.417	470.451	338.330	1.968.293	1.363.308
270	540	540	34,8	99,0	327.588	270.199	89.997	470.620	858.455	470.452	333.631	1.968.293	1.333.042
280	560	560	36,1	102,7	327.588	270.199	86.355	470.620	857.458	470.452	329.055	1.968.293	1.302.531
290	580	580	37,4	106,4	327.588	270.199	83.067	470.620	856.428	470.453	324.605	1.968.293	1.271.808
300	600	600	38,7	110,0	327.588	270.199	80.086	470.620	855.363	470.453	320.282	1.968.293	1.240.886
310	620	620	40,0	113,7	327.588	270.199	77.374	470.620	854.265	470.454	316.086	1.968.293	1.209.829
320	640	640	41,3	117,4	327.588	270.199	74.897	470.620	853.132	470.455	312.016	1.968.293	1.178.627
330	660	660	42,6	121,0	327.588	270.199	72.625	470.620	851.967	470.456	308.071	1.968.293	1.147.311
340	680	680	43,9	124,7	327.588	270.199	70.535	470.620	850.767	470.456	304.247	1.968.293	1.115.901
350	700	700	45,1	128,4	327.588	270.199	68.605	470.620	849.535	470.456	300.543	1.968.293	1.084.414
360	720	720	46,4	132,0	327.588	270.199	66.818	470.620	848.271	470.457	296.955	1.968.293	1.052.884
370	740	740	47,7	135,7	327.588	270.199	65.158	470.620	846.973	470.458	293.480	1.968.293	1.021.285
380	760	760	49,0	139,4	327.588	270.199	63.610	470.620	845.643	470.458	290.115	1.968.293	989.629
390	780	780	50,3	143,0	327.588	270.199	62.165	470.620	844.281	470.459	286.858	1.968.293	957.985
400	800	800	51,6	146,7	327.588	270.199	60.809	470.620	842.887	470.459	283.698	1.968.293	926.328
410	820	820	52,9	150,4	327.588	270.199	59.536	470.620	841.461	470.460	280.639	1.968.293	894.661
420	840	840	54,2	154,0	327.588	270.199	58.336	470.620	840.004	470.461	277.674	1.968.293	862.983
430	860	860	55,5	157,7	327.588	270.199	57.202	470.620	838.515	470.462	274.800	1.968.293	831.294
440	880	880	56,8	161,4	327.588	270.199	56.129	470.620	836.996	470.462	272.013	1.968.293	800.593
450	900	900	58,0	165,0	327.588	270.199	55.109	470.620	835.445	470.463	269.308	1.968.293	770.874
460	920	920	59,3	168,7	327.588	270.199	54.139	470.620	833.864	470.464	266.683	1.968.293	742.137

## PERFIL U ENRIJECIDO

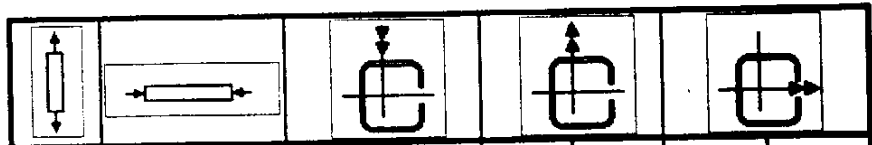
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 3.75 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{y1}$	$\phi_b \cdot M_{y2}$	$\phi_b \cdot M_{y3}$	$\phi_b \cdot M_{y4}$	$\phi_b \cdot M_{x1}$	$\phi_b \cdot M_{x2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	940	940	60,6	172,4	327.588	270.199	53.214	470.620	832.253	470.465	264.134	1.968.293	749.415
480	960	960	61,9	176,0	327.588	270.199	52.330	470.620	830.611	470.466	261.657	1.968.293	729.552
490	980	980	63,2	179,7	327.588	270.199	51.482	470.620	828.940	470.466	259.249	1.968.293	710.729
500	1.000	1.000	64,5	183,4	327.588	270.199	50.669	470.620	827.239	470.467	256.907	1.968.293	692.868
510	1.020	1.020	65,8	187,0	327.588	270.199	49.886	470.620	825.508	470.468	254.628	1.968.293	675.899
520	1.040	1.040	67,1	190,7	327.588	270.199	49.132	470.620	823.749	470.469	252.408	1.968.293	659.757
530	1.060	1.060	68,4	194,4	327.588	270.199	48.404	470.620	821.960	470.470	250.246	1.968.293	644.383
540	1.080	1.080	69,7	198,0	327.588	270.199	47.699	470.620	820.143	470.471	248.137	1.968.293	629.724
550	1.100	1.100	70,9	201,7	327.588	270.199	47.017	470.620	818.297	470.472	246.080	1.968.293	615.733
560	1.120	1.120	72,2	205,4	327.588	270.199	46.354	470.620	816.423	470.473	244.072	1.968.293	602.364
570	1.140	1.140	73,5	209,0	327.588	270.199	45.710	470.620	814.521	470.474	242.111	1.968.293	589.578
580	1.160	1.160	74,8	212,7	327.588	270.199	45.083	470.620	812.591	470.475	240.194	1.968.293	577.337
590	1.180	1.180	76,1	216,4	327.588	270.199	44.472	470.620	810.634	470.476	238.320	1.968.293	565.606
600	1.200	1.200	77,4	220,0	327.588	270.199	43.875	470.620	808.649	470.477	236.485	1.968.293	554.366

PERFIL U ENRIJECIDO

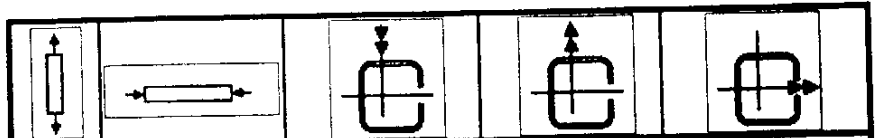
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 3.35 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot L_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{no}$	$\phi_b \cdot M_{ny}$	$\phi_b \cdot M_{nt}$	$\phi_b \cdot M_{n2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	20	20	1,3	3,6	294.698	234.117	233.726	430.172	747.447	430.245	407.601	1.782.480	1.688.529
20	40	40	2,6	7,3	294.698	234.117	232.556	430.172	747.399	430.245	406.839	1.782.480	1.685.865
30	60	60	3,9	10,9	294.698	234.117	230.617	430.172	747.320	430.245	405.579	1.782.480	1.681.441
40	80	80	5,1	14,6	294.698	234.117	227.926	430.172	747.210	430.245	403.833	1.782.480	1.675.281
50	100	100	6,4	18,2	294.698	234.117	224.504	430.172	747.067	430.245	401.620	1.782.480	1.667.418
60	120	120	7,7	21,8	294.698	234.117	220.379	430.172	746.893	430.245	398.962	1.782.480	1.657.862
70	140	140	9,0	25,5	294.698	234.117	215.583	430.172	746.688	430.245	395.865	1.782.480	1.646.782
80	160	160	10,3	29,1	294.698	234.117	210.152	430.172	746.451	430.245	392.418	1.782.480	1.634.052
90	180	180	11,6	32,7	294.698	234.117	204.124	430.172	746.182	430.245	388.593	1.782.480	1.619.893
100	200	200	12,9	36,4	294.698	234.117	197.539	430.172	745.883	430.245	384.444	1.782.480	1.604.220
110	220	220	14,1	40,0	294.698	234.117	190.439	430.172	745.551	430.245	380.005	1.782.480	1.587.221
120	240	240	15,4	43,7	294.698	234.117	182.866	430.172	745.189	430.246	375.312	1.782.480	1.568.928
130	260	260	16,7	47,3	294.698	234.117	174.859	430.172	744.795	430.246	370.399	1.782.480	1.549.413
140	280	280	18,0	50,9	294.698	234.117	166.458	430.172	744.370	430.246	365.301	1.782.480	1.528.749
150	300	300	19,3	54,6	294.698	234.117	157.699	430.172	743.914	430.246	360.052	1.782.480	1.507.011
160	320	320	20,6	58,2	294.698	234.117	148.616	430.172	743.426	430.246	354.682	1.782.480	1.484.272
170	340	340	21,9	61,8	294.698	234.117	139.236	430.172	742.908	430.246	349.221	1.782.480	1.460.601
180	360	360	23,1	65,5	294.698	234.117	129.585	430.172	742.359	430.247	343.699	1.782.480	1.436.089
190	380	380	24,4	69,1	294.698	234.117	120.505	430.172	741.779	430.247	338.140	1.782.480	1.410.742
200	400	400	25,7	72,8	294.698	234.117	112.069	430.172	741.168	430.247	332.568	1.782.480	1.384.686
210	420	420	27,0	76,4	294.698	234.117	104.281	430.172	740.527	430.247	327.004	1.782.480	1.357.969
220	440	440	28,3	80,0	294.698	234.117	97.523	430.172	739.855	430.248	321.467	1.782.480	1.330.622
230	460	460	29,6	83,7	294.698	234.117	91.618	430.172	739.153	430.248	315.975	1.782.480	1.302.728
240	480	480	30,9	87,3	294.698	234.117	86.428	430.172	738.420	430.248	310.540	1.782.480	1.274.329
250	500	500	32,1	91,0	294.698	234.117	81.839	430.172	737.658	430.249	305.177	1.782.480	1.245.473
260	520	520	33,4	94,6	294.698	234.117	77.781	430.172	736.865	430.249	299.895	1.782.480	1.216.204
270	540	540	34,7	98,2	294.698	234.117	74.120	430.172	736.042	430.249	294.704	1.782.480	1.186.584
280	560	560	36,0	101,9	294.698	234.117	70.853	430.172	735.189	430.250	289.610	1.782.480	1.156.692
290	580	580	37,3	105,5	294.698	234.117	67.909	430.172	734.307	430.250	284.620	1.782.480	1.126.322
300	600	600	38,6	109,1	294.698	234.117	65.246	430.172	733.395	430.250	279.738	1.782.480	1.096.788
310	620	620	39,9	112,8	294.698	234.117	62.828	430.172	732.453	430.251	274.967	1.782.480	1.068.019
320	640	640	41,1	116,4	294.698	234.117	60.625	430.172	731.482	430.251	270.310	1.782.480	1.039.042
330	660	660	42,4	120,1	294.698	234.117	58.609	430.172	730.482	430.251	265.768	1.782.480	1.009.862
340	680	680	43,7	123,7	294.698	234.117	56.761	430.172	729.452	430.252	261.341	1.782.480	979.982
350	700	700	45,0	127,3	294.698	234.117	55.059	430.172	728.394	430.252	257.030	1.782.480	949.103
360	720	720	46,3	131,0	294.698	234.117	53.489	430.172	727.307	430.253	252.833	1.782.480	908.623
370	740	740	47,6	134,6	294.698	234.117	52.035	430.172	726.192	430.253	248.749	1.782.480	878.640
380	760	760	48,9	138,2	294.698	234.117	50.686	430.172	725.048	430.254	244.777	1.782.480	849.088
390	780	780	50,1	141,9	294.698	234.117	49.430	430.172	723.875	430.254	240.914	1.782.480	819.953
400	800	800	51,4	145,5	294.698	234.117	48.258	430.172	722.675	430.255	237.158	1.782.480	791.238
410	820	820	52,7	149,2	294.698	234.117	47.161	430.172	721.446	430.255	233.506	1.782.480	762.928
420	840	840	54,0	152,8	294.698	234.117	46.133	430.172	720.189	430.256	229.957	1.782.480	734.936
430	860	860	55,3	156,4	294.698	234.117	45.167	430.172	718.905	430.256	226.508	1.782.480	707.222
440	880	880	56,6	160,1	294.698	234.117	44.257	430.172	717.593	430.257	223.151	1.782.480	680.837
450	900	900	57,8	163,7	294.698	234.117	43.397	430.172	716.254	430.257	219.889	1.782.480	655.861
460	920	920	59,1	167,4	294.698	234.117	42.584	430.172	714.887	430.258	216.717	1.782.480	632.285

## PERFIL U ENRIJECIDO

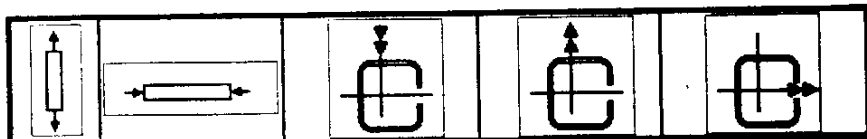
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 3.35 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{no}$	$\phi_b \cdot M_{ny}$	$\phi_b \cdot M_{tx1}$	$\phi_b \cdot M_{tx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	940	940	60,4	171,0	294.698	234.117	41.813	430.172	713.493	430.259	213.632	1.782.480	630.110
480	960	960	61,7	174,6	294.698	234.117	41.081	430.172	712.073	430.259	210.630	1.782.480	612.748
490	980	980	63,0	178,3	294.698	234.117	40.383	430.172	710.626	430.260	207.708	1.782.480	596.320
500	1.000	1.000	64,3	181,9	294.698	234.117	39.718	430.172	709.151	430.260	204.864	1.782.480	580.753
510	1.020	1.020	65,6	185,5	294.698	234.117	39.083	430.172	707.651	430.261	202.111	1.782.480	565.985
520	1.040	1.040	66,8	189,2	294.698	234.117	38.474	430.172	706.124	430.262	199.485	1.782.480	551.956
530	1.060	1.060	68,1	192,8	294.698	234.117	37.890	430.172	704.571	430.262	197.011	1.782.480	538.613
540	1.080	1.080	69,4	196,5	294.698	234.117	37.329	430.172	702.992	430.263	194.647	1.782.480	525.906
550	1.100	1.100	70,7	200,1	294.698	234.117	36.790	430.172	701.387	430.264	192.386	1.782.480	513.797
560	1.120	1.120	72,0	203,7	294.698	234.117	36.269	430.172	699.757	430.264	190.249	1.782.480	502.240
570	1.140	1.140	73,3	207,4	294.698	234.117	35.767	430.172	698.100	430.265	188.199	1.782.480	491.201
580	1.160	1.160	74,6	211,0	294.698	234.117	35.281	430.172	696.419	430.266	186.239	1.782.480	480.645
590	1.180	1.180	75,8	214,6	294.698	234.117	34.810	430.172	694.713	430.267	184.364	1.782.480	470.542
600	1.200	1.200	77,1	218,3	294.698	234.117	34.354	430.172	692.981	430.267	182.566	1.782.480	460.863

PERFIL U ENRIJECIDO

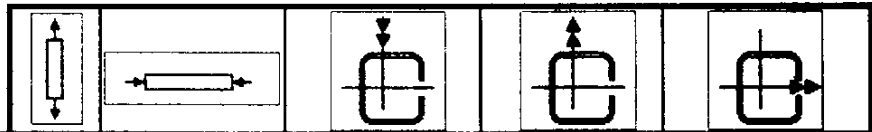
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $t = 3.00 \text{ mm}$



Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_{t.f_y}$	$\phi_{c.P_{no}}$	$\phi_{c.P_o}$	$\phi_{b.M_{y1}}$	$\phi_{b.M_{y2}}$	$\phi_{b.M_{y3}}$	$\phi_{b.M_{y4}}$	$\phi_{b.M_{x1}}$	$\phi_{b.M_{x2}}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	20	20	1,3	3,6	265.517	203.295	202.958	389.865	639.508	393.201	372.480	1.615.244	1.530.139
20	40	40	2,6	7,2	265.517	203.295	201.950	389.865	639.468	393.201	371.787	1.615.244	1.527.745
30	60	60	3,8	10,8	265.517	203.295	200.276	389.865	639.400	393.201	370.637	1.615.244	1.523.787
40	80	80	5,1	14,5	265.517	203.295	197.948	389.865	639.306	393.201	369.041	1.615.244	1.518.221
50	100	100	6,4	18,1	265.517	203.295	194.980	389.865	639.185	393.201	367.011	1.615.244	1.511.131
60	120	120	7,7	21,7	265.517	203.295	191.391	389.865	639.037	393.201	364.565	1.615.244	1.502.527
70	140	140	9,0	25,3	265.517	203.295	187.202	389.865	638.861	393.201	361.720	1.615.244	1.492.443
80	160	160	10,3	28,9	265.517	203.295	182.436	389.865	638.659	393.201	358.501	1.615.244	1.480.919
90	180	180	11,5	32,5	265.517	203.295	177.121	389.865	638.431	393.201	354.929	1.615.244	1.468.000
100	200	200	12,8	36,1	265.517	203.295	171.283	389.865	638.175	393.201	351.032	1.615.244	1.453.734
110	220	220	14,1	39,7	265.517	203.295	164.951	389.865	637.892	393.201	346.836	1.615.244	1.438.173
120	240	240	15,4	43,4	265.517	203.295	158.154	389.865	637.584	393.202	342.369	1.615.244	1.421.372
130	260	260	16,7	47,0	265.517	203.295	150.921	389.865	637.248	393.202	337.660	1.615.244	1.403.386
140	280	280	17,9	50,6	265.517	203.295	143.277	389.865	636.885	393.202	332.736	1.615.244	1.384.273
150	300	300	19,2	54,2	265.517	203.295	135.249	389.865	636.496	393.202	327.627	1.615.244	1.364.082
160	320	320	20,5	57,8	265.517	203.295	126.859	389.865	636.080	393.202	322.359	1.615.244	1.342.901
170	340	340	21,8	61,4	265.517	203.295	118.125	389.865	635.637	393.202	316.959	1.615.244	1.320.789
180	360	360	23,1	65,0	265.517	203.295	109.218	389.865	635.169	393.202	311.452	1.615.244	1.297.725
190	380	380	24,4	68,6	265.517	203.295	101.301	389.865	634.673	393.203	305.864	1.615.244	1.273.895
200	400	400	25,6	72,3	265.517	203.295	94.424	389.865	634.152	393.203	300.215	1.615.244	1.249.203
210	420	420	26,9	75,9	265.517	203.295	88.408	389.865	633.604	393.203	294.529	1.615.244	1.223.825
220	440	440	28,2	79,5	265.517	203.295	83.109	389.865	633.029	393.203	288.823	1.615.244	1.197.771
230	460	460	29,5	83,1	265.517	203.295	77.793	389.865	632.429	393.203	283.116	1.615.244	1.171.082
240	480	480	30,8	86,7	265.517	203.295	73.099	389.865	631.803	393.204	277.425	1.615.244	1.143.836
250	500	500	32,0	90,3	265.517	203.295	68.951	389.865	631.150	393.204	271.763	1.615.244	1.116.045
260	520	520	33,3	93,9	265.517	203.295	65.268	389.865	630.471	393.204	266.144	1.615.244	1.087.788
270	540	540	34,6	97,6	265.517	203.295	61.982	389.865	629.767	393.204	260.579	1.615.244	1.059.038
280	560	560	35,9	101,2	265.517	203.295	59.037	389.865	629.036	393.204	255.079	1.615.244	1.029.889
290	580	580	37,2	104,8	265.517	203.295	56.387	389.865	628.281	393.205	249.651	1.615.244	1.000.385
300	600	600	38,5	108,4	265.517	203.295	53.992	389.865	627.499	393.205	244.305	1.615.244	970.529
310	620	620	39,7	112,0	265.517	203.295	51.820	389.865	626.692	393.205	239.044	1.615.244	940.383
320	640	640	41,0	115,6	265.517	203.295	49.844	389.865	625.859	393.206	233.876	1.615.244	909.916
330	660	660	42,3	119,2	265.517	203.295	48.039	389.865	625.001	393.206	228.804	1.615.244	879.216
340	680	680	43,6	122,8	265.517	203.295	46.387	389.865	624.117	393.206	223.831	1.615.244	848.286
350	700	700	44,9	126,5	265.517	203.295	44.869	389.865	623.208	393.206	218.960	1.615.244	817.151
360	720	720	46,1	130,1	265.517	203.295	43.471	389.865	622.275	393.207	214.192	1.615.244	785.832
370	740	740	47,4	133,7	265.517	203.295	42.180	389.865	621.316	393.207	209.529	1.615.244	754.507
380	760	760	48,7	137,3	265.517	203.295	40.984	389.865	620.332	393.207	204.970	1.615.244	724.980
390	780	780	50,0	140,9	265.517	203.295	39.875	389.865	619.323	393.208	200.517	1.615.244	697.589
400	800	800	51,3	144,5	265.517	203.295	38.842	389.865	618.290	393.208	196.167	1.615.244	672.087
410	820	820	52,6	148,1	265.517	203.295	37.879	389.865	617.232	393.208	191.922	1.615.244	648.283
420	840	840	53,8	151,7	265.517	203.295	36.978	389.865	616.150	393.209	187.778	1.615.244	626.085
430	860	860	55,1	155,4	265.517	203.295	36.135	389.865	615.042	393.209	183.771	1.615.244	606.301
440	880	880	56,4	159,0	265.517	203.295	35.343	389.865	613.911	393.210	180.014	1.615.244	588.815
450	900	900	57,7	162,6	265.517	203.295	34.599	389.865	612.756	393.210	176.495	1.615.244	567.514
460	920	920	59,0	166,2	265.517	203.295	33.897	389.865	611.576	393.210	173.193	1.615.244	550.289

## PERFIL U ENRIJECIDO

$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 3.00 \text{ mm}$

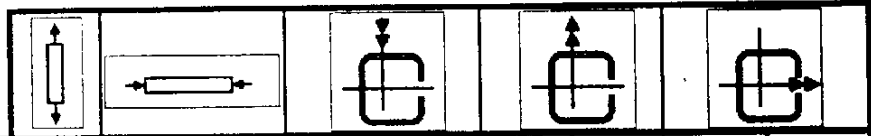


$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c F_y$	$\phi_c P_{n0}$	$\phi_c P_n$	$\phi_c M_{y1}$	$\phi_c M_{y2}$	$\phi_c M_{y3}$	$\phi_c M_{y4}$	$\phi_c M_{x1}$	$\phi_c M_{x2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	940	940	60,2	169,8	265.517	203.295	33.234	389.865	610.372	393.211	170.089	1.615.244	534.078
480	980	980	61,5	173,4	265.517	203.295	32.607	389.865	609.144	393.211	167.168	1.615.244	518.772
490	980	980	62,8	177,0	265.517	203.295	32.013	389.865	607.893	393.212	164.413	1.615.244	504.310
500	1.000	1.000	64,1	180,7	265.517	203.295	31.450	389.865	606.618	393.212	161.813	1.615.244	490.624
510	1.020	1.020	65,4	184,3	265.517	203.295	30.913	389.865	605.319	393.213	159.354	1.615.244	477.657
520	1.040	1.040	66,7	187,9	265.517	203.295	30.402	389.865	603.997	393.213	157.026	1.615.244	465.354
530	1.060	1.060	67,9	191,5	265.517	203.295	29.915	389.865	602.651	393.214	154.819	1.615.244	453.689
540	1.080	1.080	69,2	195,1	265.517	203.295	29.449	389.865	601.282	393.214	152.724	1.615.244	442.557
550	1.100	1.100	70,5	198,7	265.517	203.295	29.003	389.865	599.890	393.215	150.733	1.615.244	431.977
560	1.120	1.120	71,8	202,3	265.517	203.295	28.575	389.865	598.475	393.215	148.838	1.615.244	421.894
570	1.140	1.140	73,1	205,9	265.517	203.295	28.165	389.865	597.037	393.216	147.033	1.615.244	412.273
580	1.160	1.160	74,3	209,6	265.517	203.295	27.770	389.865	595.576	393.216	145.311	1.615.244	403.086
590	1.180	1.180	75,6	213,2	265.517	203.295	27.390	389.865	594.092	393.217	143.667	1.615.244	394.303
600	1.200	1.200	76,9	216,8	265.517	203.295	27.023	389.865	592.586	393.217	142.095	1.615.244	385.899



PERFIL U ENRIJECIDO

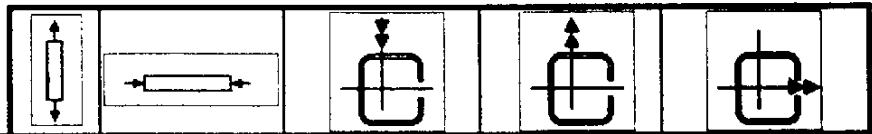
fy= 24.5 kN  
 A= 200 mm  
 B= 75 mm  
 C= 25 mm  
 r= 2.65 mm



Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot f_y$	$\phi_c \cdot P_{c0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{y1}$	$\phi_b \cdot M_{y2}$	$\phi_b \cdot M_{y3}$	$\phi_b \cdot M_{y4}$	$\phi_b \cdot M_{x1}$	$\phi_b \cdot M_{x2}$
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	20	20	1,3	3,6	235.960	173.416	173.130	347.373	534.104	354.384	335.682	1.443.640	1.367.610
20	40	40	2,6	7,2	235.960	173.416	172.274	347.373	534.070	354.384	335.059	1.443.640	1.365.489
30	60	60	3,8	10,8	235.960	173.416	170.850	347.373	534.014	354.384	334.025	1.443.640	1.361.981
40	80	80	5,1	14,4	235.960	173.416	168.867	347.373	533.935	354.384	332.586	1.443.640	1.357.037
50	100	100	6,4	17,9	235.960	173.416	166.333	347.373	533.834	354.384	330.752	1.443.640	1.350.736
60	120	120	7,7	21,5	235.960	173.416	163.280	347.373	533.710	354.384	328.535	1.443.640	1.343.074
70	140	140	8,9	25,1	235.960	173.416	159.661	347.373	533.564	354.384	325.947	1.443.640	1.334.079
80	160	160	10,2	28,7	235.960	173.416	155.551	347.373	533.395	354.384	323.005	1.443.640	1.323.777
90	180	180	11,5	32,3	235.960	173.416	150.946	347.373	533.204	354.384	319.726	1.443.640	1.312.201
100	200	200	12,8	35,9	235.960	173.416	145.866	347.373	532.991	354.384	316.129	1.443.640	1.299.363
110	220	220	14,1	39,5	235.960	173.416	140.326	347.373	532.755	354.384	312.234	1.443.640	1.285.362
120	240	240	15,3	43,1	235.960	173.416	134.347	347.373	532.497	354.384	308.062	1.443.640	1.270.177
130	260	260	16,6	46,8	235.960	173.416	127.945	347.373	532.216	354.385	303.634	1.443.640	1.253.889
140	280	280	17,9	50,2	235.960	173.416	121.138	347.373	531.913	354.385	298.973	1.443.640	1.236.481
150	300	300	19,2	53,8	235.960	173.416	113.940	347.373	531.588	354.385	294.102	1.443.640	1.218.058
160	320	320	20,5	57,4	235.960	173.416	106.365	347.373	531.240	354.385	289.042	1.443.640	1.198.645
170	340	340	21,7	61,0	235.960	173.416	98.420	347.373	530.871	354.385	283.816	1.443.640	1.178.288
180	360	360	23,0	64,6	235.960	173.416	90.581	347.373	530.479	354.385	278.445	1.443.640	1.157.028
190	380	380	24,3	68,2	235.960	173.416	83.794	347.373	530.064	354.385	272.950	1.443.640	1.134.916
200	400	400	25,6	71,8	235.960	173.416	77.902	347.373	529.628	354.385	267.352	1.443.640	1.111.985
210	420	420	26,8	75,4	235.960	173.416	72.750	347.373	529.170	354.385	261.670	1.443.640	1.088.310
220	440	440	28,1	78,9	235.960	173.416	68.215	347.373	528.689	354.386	255.922	1.443.640	1.063.904
230	460	460	29,4	82,5	235.960	173.416	64.199	347.373	528.186	354.386	250.126	1.443.640	1.038.821
240	480	480	30,7	86,1	235.960	173.416	60.624	347.373	527.662	354.386	244.299	1.443.640	1.013.100
250	500	500	32,0	89,7	235.960	173.416	57.424	347.373	527.115	354.386	238.455	1.443.640	986.783
260	520	520	33,2	93,3	235.960	173.416	54.253	347.373	526.547	354.386	232.609	1.443.640	959.908
270	540	540	34,5	96,9	235.960	173.416	51.322	347.373	525.956	354.386	226.773	1.443.640	932.514
280	560	560	35,8	100,5	235.960	173.416	48.698	347.373	525.344	354.386	220.960	1.443.640	904.634
290	580	580	37,1	104,1	235.960	173.416	46.337	347.373	524.710	354.387	215.180	1.443.640	876.303
300	600	600	38,3	107,7	235.960	173.416	44.207	347.373	524.054	354.387	209.443	1.443.640	847.554
310	620	620	39,6	111,2	235.960	173.416	42.276	347.373	523.377	354.387	203.757	1.443.640	818.417
320	640	640	40,9	114,8	235.960	173.416	40.521	347.373	522.678	354.387	198.130	1.443.640	788.922
330	660	660	42,2	118,4	235.960	173.416	38.921	347.373	521.957	354.387	192.569	1.443.640	759.086
340	680	680	43,5	122,0	235.960	173.416	37.457	347.373	521.215	354.388	187.080	1.443.640	728.988
350	700	700	44,7	125,6	235.960	173.416	36.114	347.373	520.451	354.388	181.668	1.443.640	698.555
360	720	720	46,0	129,2	235.960	173.416	34.879	347.373	519.666	354.388	176.336	1.443.640	668.286
370	740	740	47,3	132,8	235.960	173.416	33.740	347.373	518.859	354.388	171.089	1.443.640	640.028
380	760	760	48,6	136,4	235.960	173.416	32.687	347.373	518.032	354.388	165.954	1.443.640	613.908
390	780	780	49,8	139,9	235.960	173.416	31.711	347.373	517.183	354.389	161.147	1.443.640	589.888
400	800	800	51,1	143,5	235.960	173.416	30.805	347.373	516.312	354.389	156.690	1.443.640	567.185
410	820	820	52,4	147,1	235.960	173.416	29.962	347.373	515.421	354.389	152.550	1.443.640	545.233
420	840	840	53,7	150,7	235.960	173.416	29.176	347.373	514.508	354.389	148.686	1.443.640	524.987
430	860	860	55,0	154,3	235.960	173.416	28.441	347.373	513.575	354.390	145.102	1.443.640	506.418
440	880	880	56,2	157,9	235.960	173.416	27.753	347.373	512.620	354.390	141.745	1.443.640	489.313
450	900	900	57,5	161,5	235.960	173.416	27.108	347.373	511.645	354.390	138.603	1.443.640	475.270
460	920	920	58,8	165,1	235.960	173.416	26.502	347.373	510.649	354.390	135.656	1.443.640	460.189

## PERFIL U ENRIJECIDO

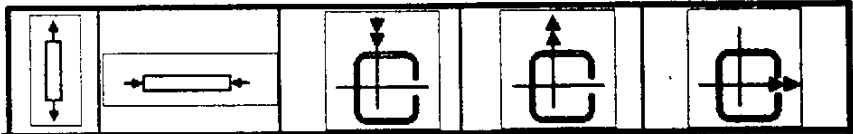
$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 25 \text{ mm}$   
 $r = 2.65 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot F_y$	$\phi_c \cdot P_{no}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{tx1}$	$\phi_b \cdot M_{tx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	840	940	60.1	168.7	235.960	173.416	25.931	347.373	509.632	354.391	132.894	1.443.640	446.018
480	960	960	61.4	172.2	235.960	173.416	25.393	347.373	508.594	354.391	130.295	1.443.640	432.854
490	980	980	62.6	175.8	235.960	173.416	24.884	347.373	507.536	354.391	127.848	1.443.640	420.044
500	1.000	1.000	63.9	179.4	235.960	173.416	24.403	347.373	506.457	354.392	125.541	1.443.640	408.127
510	1.020	1.020	65.2	183.0	235.960	173.416	23.948	347.373	505.358	354.392	123.363	1.443.640	396.851
520	1.040	1.040	66.5	186.6	235.960	173.416	23.516	347.373	504.238	354.392	121.304	1.443.640	386.168
530	1.060	1.060	67.7	190.2	235.960	173.416	23.105	347.373	503.098	354.393	119.355	1.443.640	376.033
540	1.080	1.080	69.0	193.8	235.960	173.416	22.714	347.373	501.937	354.393	117.508	1.443.640	366.409
550	1.100	1.100	70.3	197.4	235.960	173.416	22.341	347.373	500.756	354.393	115.755	1.443.640	357.258
560	1.120	1.120	71.6	201.0	235.960	173.416	21.986	347.373	499.555	354.394	114.090	1.443.640	348.548
570	1.140	1.140	72.9	204.5	235.960	173.416	21.646	347.373	498.334	354.394	112.506	1.443.640	340.248
580	1.160	1.160	74.1	208.1	235.960	173.416	21.321	347.373	497.093	354.394	110.999	1.443.640	332.332
590	1.180	1.180	75.4	211.7	235.960	173.416	21.009	347.373	495.832	354.395	109.562	1.443.640	324.775
600	1.200	1.200	76.7	215.3	235.960	173.416	20.710	347.373	494.550	354.395	108.191	1.443.640	317.553

PERFIL U ENRIJECIDO

$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 20 \text{ mm}$   
 $r = 2.25 \text{ mm}$



Ly cm	Lx cm	Lt cm	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot P_{c0}$	$\phi_c \cdot P_{c1}$	$\phi_b \cdot M_{by1}$	$\phi_b \cdot M_{by2}$	$\phi_b \cdot M_{bz1}$	$\phi_b \cdot M_{bz2}$	$\phi_b \cdot M_{bz3}$	$\phi_b \cdot M_{bz4}$	
					N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
10	20	20	1,3	3,7	196.485	131.543	131.366	264.915	405.865	274.087	259.598	1.181.197	1.146.911
20	40	40	2,5	7,4	196.485	131.543	130.839	264.915	405.839	274.087	259.068	1.181.197	1.144.978
30	60	60	3,8	11,0	196.485	131.543	129.967	264.915	405.797	274.087	258.268	1.181.197	1.141.782
40	80	80	5,1	14,7	196.485	131.543	128.759	264.915	405.738	274.087	257.111	1.181.197	1.137.271
50	100	100	6,4	18,4	196.485	131.543	127.229	264.915	405.662	274.087	255.634	1.181.197	1.131.517
60	120	120	7,6	22,1	196.485	131.543	125.397	264.915	405.569	274.087	253.845	1.181.197	1.124.515
70	140	140	8,9	25,7	196.485	131.543	123.289	264.915	405.460	274.087	251.751	1.181.197	1.116.294
80	160	160	10,2	29,4	196.485	131.543	120.937	264.915	405.333	274.087	249.364	1.181.197	1.106.842
90	180	180	11,5	33,1	196.485	131.543	117.077	264.915	405.190	274.087	246.695	1.181.197	1.096.215
100	200	200	12,7	36,8	196.485	131.543	112.750	264.915	405.029	274.087	243.756	1.181.197	1.084.427
110	220	220	14,0	40,4	196.485	131.543	108.013	264.915	404.852	274.087	240.562	1.181.197	1.071.507
120	240	240	15,3	44,1	196.485	131.543	102.878	264.915	404.658	274.087	237.125	1.181.197	1.057.485
130	260	260	16,6	47,8	196.485	131.543	97.355	264.915	404.447	274.087	233.463	1.181.197	1.042.392
140	280	280	17,8	51,5	196.485	131.543	91.451	264.915	404.220	274.087	229.589	1.181.197	1.026.282
150	300	300	19,1	55,1	196.485	131.543	85.173	264.915	403.975	274.087	225.519	1.181.197	1.009.130
160	320	320	20,4	58,8	196.485	131.543	78.524	264.915	403.714	274.087	221.271	1.181.197	991.030
170	340	340	21,7	62,5	196.485	131.543	71.784	264.915	403.436	274.087	216.859	1.181.197	971.988
180	360	360	22,9	66,2	196.485	131.543	65.939	264.915	403.141	274.087	212.300	1.181.197	952.073
190	380	380	24,2	69,9	196.485	131.543	60.909	264.915	402.830	274.087	207.610	1.181.197	931.290
200	400	400	25,5	73,5	196.485	131.543	56.544	264.915	402.501	274.087	202.803	1.181.197	909.687
210	420	420	26,7	77,2	196.485	131.543	52.728	264.915	402.157	274.087	197.898	1.181.197	887.301
220	440	440	28,0	80,9	196.485	131.543	49.370	264.915	401.795	274.088	192.903	1.181.197	864.189
230	460	460	29,3	84,6	196.485	131.543	46.397	264.915	401.418	274.088	187.838	1.181.197	840.326
240	480	480	30,6	88,2	196.485	131.543	43.751	264.915	401.021	274.088	182.715	1.181.197	815.810
250	500	500	31,8	91,9	196.485	131.543	41.383	264.915	400.610	274.088	177.547	1.181.197	790.655
260	520	520	33,1	95,6	196.485	131.543	39.256	264.915	400.181	274.088	172.345	1.181.197	764.898
270	540	540	34,4	99,3	196.485	131.543	37.336	264.915	399.736	274.088	167.121	1.181.197	738.585
280	560	560	35,7	102,9	196.485	131.543	35.596	264.915	399.275	274.088	161.887	1.181.197	711.898
290	580	580	36,9	106,6	196.485	131.543	34.014	264.915	398.796	274.088	156.651	1.181.197	684.819
300	600	600	38,2	110,3	196.485	131.543	32.444	264.915	398.302	274.088	151.424	1.181.197	656.485
310	620	620	39,5	114,0	196.485	131.543	30.942	264.915	397.790	274.088	146.215	1.181.197	628.184
320	640	640	40,8	117,7	196.485	131.543	29.577	264.915	397.262	274.088	141.030	1.181.197	599.443
330	660	660	42,0	121,3	196.485	131.543	28.334	264.915	396.718	274.089	135.877	1.181.197	570.390
340	680	680	43,3	125,0	196.485	131.543	27.198	264.915	396.157	274.089	130.763	1.181.197	542.638
350	700	700	44,6	128,7	196.485	131.543	26.156	264.915	395.580	274.089	125.825	1.181.197	517.212
360	720	720	45,9	132,4	196.485	131.543	25.199	264.915	394.986	274.089	121.284	1.181.197	493.827
370	740	740	47,1	136,0	196.485	131.543	24.317	264.915	394.376	274.089	117.104	1.181.197	472.284
380	760	760	48,4	139,7	196.485	131.543	23.503	264.915	393.750	274.089	113.247	1.181.197	452.334
390	780	780	49,7	143,4	196.485	131.543	22.750	264.915	393.107	274.089	109.681	1.181.197	433.871
400	800	800	50,9	147,1	196.485	131.543	22.051	264.915	392.447	274.089	106.378	1.181.197	416.732
410	820	820	52,2	150,7	196.485	131.543	21.401	264.915	391.772	274.090	103.307	1.181.197	400.788
420	840	840	53,5	154,4	196.485	131.543	20.797	264.915	391.080	274.090	100.452	1.181.197	385.927
430	860	860	54,8	158,1	196.485	131.543	20.233	264.915	390.372	274.090	97.792	1.181.197	372.051
440	880	880	56,0	161,8	196.485	131.543	19.705	264.915	389.648	274.090	95.309	1.181.197	359.071
450	900	900	57,3	165,4	196.485	131.543	19.211	264.915	388.907	274.090	92.987	1.181.197	346.908
460	920	920	58,6	169,1	196.485	131.543	18.748	264.915	388.150	274.090	90.812	1.181.197	335.483

## PERFIL U ENRIJECIDO

$f_y = 24.5 \text{ kN}$   
 $A = 200 \text{ mm}$   
 $B = 75 \text{ mm}$   
 $C = 20 \text{ mm}$   
 $r = 2.25 \text{ mm}$



$L_y$	$L_x$	$L_t$	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\phi_c \cdot F_y$	$\phi_c \cdot P_{n0}$	$\phi_c \cdot P_n$	$\phi_b \cdot M_{ny1}$	$\phi_b \cdot M_{ny2}$	$\phi_b \cdot M_{ny3}$	$\phi_b \cdot M_{ny4}$	$\phi_b \cdot M_{nx1}$	$\phi_b \cdot M_{nx2}$
cm	cm	cm			N	N	N	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm	N.cm
470	940	940	59,9	172,8	196.485	131.543	18.313	264.915	387.377	274.090	88.772	1.181.197	324.763
480	980	980	61,1	176,5	196.485	131.543	17.904	264.915	386.588	274.091	86.856	1.181.197	314.662
490	980	980	62,4	180,2	196.485	131.543	17.519	264.915	385.783	274.091	85.053	1.181.197	306.139
500	1.000	1.000	63,7	183,8	196.485	131.543	17.155	264.915	384.962	274.091	83.355	1.181.197	296.149
510	1.020	1.020	65,0	187,5	196.485	131.543	16.811	264.915	384.125	274.091	81.754	1.181.197	287.651
520	1.040	1.040	66,2	191,2	196.485	131.543	16.485	264.915	383.271	274.091	80.241	1.181.197	279.606
530	1.060	1.060	67,5	194,9	196.485	131.543	16.177	264.915	382.402	274.091	78.811	1.181.197	271.966
540	1.080	1.080	68,8	198,5	196.485	131.543	15.884	264.915	381.517	274.092	77.458	1.181.197	264.756
550	1.100	1.100	70,0	202,2	196.485	131.543	15.606	264.915	380.615	274.092	76.175	1.181.197	257.886
560	1.120	1.120	71,3	205,9	196.485	131.543	15.342	264.915	379.698	274.092	74.958	1.181.197	251.355
570	1.140	1.140	72,6	209,6	196.485	131.543	15.090	264.915	378.765	274.092	73.801	1.181.197	245.139
580	1.160	1.160	73,9	213,2	196.485	131.543	14.850	264.915	377.816	274.092	72.702	1.181.197	239.216
590	1.180	1.180	75,1	216,9	196.485	131.543	14.621	264.915	376.851	274.093	71.656	1.181.197	233.596
600	1.200	1.200	76,4	220,6	196.485	131.543	14.402	264.915	375.871	274.093	70.660	1.181.197	228.173

## ANEXO F

---

### Intensidade Pluviométrica

"Chuvas Intensas no Brasil" de Otto Pfafstetter, do Ministério de Viação de Obras Públicas, Departamento Nacional de Obras e Saneamento, 1957.

Local		Intensidade pluviométrica (mm/h)		
		Período de retorno (anos)		
		1	5	25
1-Alegrete	RS	174	238	313(17)
2-Alto Itatiaia	RJ	124	164	240
3-Alto Tapajós	PA	168	229	267(21)
4-Alto Teresópolis	RJ	114	137(3)	
5-Aracajú	SE	116	122	126
6-Avaré	SP	115	144	170
7-Bagé	RS	126	204	234(10)
8-Barbacena	MG	156	222	265
9-Barra do Corda	MA	120	128	152(20)
10-Bauru	SP	110	120	148(9)
11-Belém	PA	138	157	185(20)
12-Belo Horizonte	MG	132	227	230(12)
13-Blumenau	SC	120	125	152
14-Bonsucesso	MG	143	196	---
15-Cabo Frio	RJ	113	146	218
16-Campos	RJ	132	206	240
17-Campos do Jordão	SP	122	144	164(9)
18-Catalão	GO	132	174	198(22)
19-Caxambu	MG	106	137(3)	---
20-Caxias do Sul	RS	120	127	218
21-Corumbá	MT	120	131	161(9)
22-Cruz Alta	RS	204	246	347(14)
23-Cuiabá	MT	144	190	230(12)
24-Curitiba	PR	132	204	228

Local		Intensidade pluviométrica (mm/h)		
		Período de retorno (anos)		
		1	5	25
25-Encruzilhada	RS	106	126	158(17)
26-Fernando de Noronha	FN	110	120	140(6)
27-Florianópolis	SC	114	120	144
28-Formoso	GO	136	176	217(20)
29-Fortaleza	CE	120	156	180(21)
30-Goiânia	GO	120	178	192(17)
31-Guaramiranga	CE	114	126	152(19)
32-Iraí	RS	120	198	228(16)
33-Jacarezinho	PR	115	122	146(11)
34-Juaretê	AM	192	240	288(10)
35-João Pessoa	PB	115	140	163(23)
36-Km 47-Rod.Pres.Dutra	RJ	122	164	174
37-Lins	SP	96	122	137(13)
38-Maceió	AL	102	122	174
39-Manaus	AM	138	180	198
40-Natal	RN	113	120	143(19)
41-Nazaré	PE	118	134	155(19)
42-Niterói	RJ	130	183	250
43-Nova Friburgo	RJ	120	124	156
44-Olinda	PE	115	167	173(20)
45-Ouro Preto	MG	120	211	---
46-Paracatu	MG	122	233	---
47-Paranaguá	PR	127	186	191(23)
48-Paratins	AM	130	200	205(13)
49-Passa Quatro	MG	118	180	192(10)
50-Passa Quatro	RS	110	125	180
51-Petrópolis	RJ	120	126	156
52-Pinheiral	RJ	142	214	244
53-Piracicaba	SP	119	122	151(10)
54-Ponta Grossa	PR	120	126	148
55-Porto Alegre	RS	118	146	167(21)
56-Porto Velho	RO	130	167	184(10)
57-Quixeramobim	CE	115	121	126

Local		Intensidade pluviométrica mm/h)		
		Período de retorno (anos)		
		1	5	25
58-Resende	RJ	130	203	264
59-Rio Branco	AC	126	139(2)	---
60-Rio de Janeiro/Bangu	RJ	122	156	174(20)
61-Rio de Janeiro/Ipanema	RJ	119	125	160
62-Rio de Janeiro/Jacarepaguá	RJ	120	142	152
63-Rio de Janeiro/J.Botânico	RJ	122	167	227
64-Rio de Janeiro/Praça XV	RJ	120	174	204(14)
65-Rio de Janeiro/Praça S.Peña	RJ	125	139	167(18)
66-Rio de Janeiro/Santa Cruz	RJ	121	132	172(20)
67-Rio Grande	RS	121	204	222(20)
68-Salvador	BA	108	122	145(24)
69-Santa Maria	RS	114	122	145(16)
70-Santa Maria Madalena	RJ	120	126	152(7)
71-Santa Vitória do Palmar	RS	120	126	152(18)
72-Santos-Itapema	SP	120	174	204(21)
73-Santos	SP	136	198	240
74-São Carlos	SP	120	178	161(10)
75-São Francisco do Sul	SC	118	132	167(18)
76-São Gonçalo	PB	120	124	152(15)
77-São Luiz	MA	120	126	152(21)
78-São Luiz Gonzaga	RS	158	209	253(21)
79-São Paulo(Congonhas)	SP	122	132	---
80-São Paulo(Mirante Santana)	SP	122	172	191
81-São Simão	RS	116	148	175
82-Sena Madureira	AC	120	160	170(7)
83-Sete Lagoas	MG	122	182	281(19)
84-Soure	PA	149	162	212(18)
85-Taperinha	PA	149	202	241
86-Taubaté	SP	122	172	208(6)
87-Teófilo Otoni	MG	108	121	154(6)
88-Teresina	PI	154	240	262(23)
89-Teresópolis	RJ	115	149	176
90-Tupi	SP	122	154	---
91-Turiassu	MG	126	162	230

Local		Intensidade pluviométrica mm/h)		
		Período de retorno (anos)		
		1	5	25
92-Uaupés	AM	144	204	230(17)
93-Ubatuba	SP	122	149	184(7)
94-Uruguaiana	RS	120	142	161(17)
95-Vassouras	RS	125	179	222
96-Viamão	RS	114	126	152(15)
97-Vitória	ES	102	156	210
98-Volta Redonda	RJ	156	216	265(13)

## Notas:

- a) Para locais não mencionados nesta Tabela, deve-se procurar correlação com dados dos postos mais próximos que tenham condições meteorológicas semelhantes às do local em questão.
- b) Os valores entre parênteses indicam os períodos de retorno, a que se referem as intensidades pluviométricas, em vez de 5 ou 25 anos, em virtude dos períodos de observação dos postos não terem sido suficientes.



## ANEXO G

---

### Dados de Treliça Plana

Título: Galpão Industrial

SYSTEM

L= 14

#### RESTRAINTS

1	R=1,1,1,1,1,0
2	R=0,0,1,1,1,0
3	R=0,0,1,1,1,0
4	R=0,0,1,1,1,0
5	R=0,0,1,1,1,0
6	R=0,0,1,1,1,0
7	R=0,0,1,1,1,0
8	R=0,0,1,1,1,0
9	R=0,1,1,1,1,0
10	R=0,0,1,1,1,0
11	R=0,0,1,1,1,0
12	R=0,0,1,1,1,0
13	R=0,0,1,1,1,0
14	R=0,0,1,1,1,0
15	R=0,0,1,1,1,0
16	R=0,0,1,1,1,0

#### JOINTS

1	X= 0	Y= 0
2	X= 250	Y= 0
3	X= 500	Y= 0
4	X= 750	Y= 0
5	X= 1000	Y= 0
6	X= 1250	Y= 0
7	X= 1500	Y= 0
8	X= 1750	Y= 0
9	X= 2000	Y= 0
10	X= 250	Y= 45
11	X= 500	Y= 90
12	X= 750	Y= 135
13	X= 1000	Y= 180
14	X= 1250	Y= 135
15	X= 1500	Y= 89.99999
16	X= 1750	Y= 44.99999

#### LOADS

1	L= 1	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
2	L= 1	F= 0, -.2168628, 0, 0, 0, 0
3	L= 1	F= 0, -.3358459, 0, 0, 0, 0
4	L= 1	F= 0, -.3584032, 0, 0, 0, 0
5	L= 1	F= 0, -.4966925, 0, 0, 0, 0
6	L= 1	F= 0, -.3584032, 0, 0, 0, 0
7	L= 1	F= 0, -.3358459, 0, 0, 0, 0
8	L= 1	F= 0, -.2168628, 0, 0, 0, 0
9	L= 1	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0

10	L= 1	F= 0, 1.388031, 0, 0, 0, 0
11	L= 1	F= 0, 1.365474, 0, 0, 0, 0
12	L= 1	F= 0, 1.34024, 0, 0, 0, 0
13	L= 1	F= 0, 3.144558, 0, 0, 0, 0
14	L= 1	F= 0, 1.365474, 0, 0, 0, 0
15	L= 1	F= 0, 1.388031, 0, 0, 0, 0
16	L= 1	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
1	L= 2	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
2	L= 2	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
3	L= 2	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
4	L= 2	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
5	L= 2	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
6	L= 2	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
7	L= 2	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
8	L= 2	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
9	L= 2	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
10	L= 2	F= 0, .375, 0, 0, 0, 0
11	L= 2	F= 0, .375, 0, 0, 0, 0
12	L= 2	F= 0, .375, 0, 0, 0, 0
13	L= 2	F= 0, .375, 0, 0, 0, 0
14	L= 2	F= 0, .375, 0, 0, 0, 0
15	L= 2	F= 0, .375, 0, 0, 0, 0
16	L= 2	F= 0, .375, 0, 0, 0, 0
1	L= 3	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
2	L= 3	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
3	L= 3	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
4	L= 3	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
5	L= 3	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
6	L= 3	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
7	L= 3	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
8	L= 3	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
9	L= 3	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
10	L= 3	F= 1.984906,-11.02725, 0, 0, 0, 0
11	L= 3	F= 1.984906,-11.02725, 0, 0, 0, 0
12	L= 3	F= 1.984906,-11.02725, 0, 0, 0, 0
13	L= 3	F= 1.318741,-14.72817, 0, 0, 0, 0
14	L= 3	F=-.6661646,-3.700915, 0, 0, 0, 0
15	L= 3	F=-.6661646,-3.700915, 0, 0, 0, 0
16	L= 3	F=-.6661646,-3.700915, 0, 0, 0, 0
1	L= 4	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
2	L= 4	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
3	L= 4	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
4	L= 4	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
5	L= 4	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
6	L= 4	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
7	L= 4	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
8	L= 4	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
9	L= 4	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
10	L= 4	F= 1.485282,-8.251569, 0, 0, 0, 0
11	L= 4	F= 1.485282,-8.251569, 0, 0, 0, 0
12	L= 4	F= 1.485282,-8.251569, 0, 0, 0, 0
13	L= 4	F= 1.318741,-9.176797, 0, 0, 0, 0
14	L= 4	F=-.1665412,-.9252287, 0, 0, 0, 0
15	L= 4	F=-.1665412,-.9252287, 0, 0, 0, 0
16	L= 4	F=-.1665412,-.9252287, 0, 0, 0, 0
1	L= 5	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
2	L= 5	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
3	L= 5	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
4	L= 5	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
5	L= 5	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
6	L= 5	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
7	L= 5	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
8	L= 5	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
9	L= 5	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
10	L= 5	F= 1.332329,-7.401829, 0, 0, 0, 0

11	L= 5	F= 1.332329,-7.401829, 0, 0, 0, 0
12	L= 5	F= 1.332329,-7.401829, 0, 0, 0, 0
13	L= 5	F= 0,-14.80366, 0, 0, 0, 0
14	L= 5	F=-1.332329,-7.401829, 0, 0, 0, 0
15	L= 5	F=-1.332329,-7.401829, 0, 0, 0, 0
16	L= 5	F=-1.332329,-7.401829, 0, 0, 0, 0
1	L= 6	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
2	L= 6	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
3	L= 6	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
4	L= 6	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
5	L= 6	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
6	L= 6	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
7	L= 6	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
8	L= 6	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
9	L= 6	F= 0, 0, 0, 0, 0, 0
10	L= 6	F= .8327057,-4.626143, 0, 0, 0, 0
11	L= 6	F= .8327057,-4.626143, 0, 0, 0, 0
12	L= 6	F= .8327057,-4.626143, 0, 0, 0, 0
13	L= 6	F= 0,-9.252286, 0, 0, 0, 0
14	L= 6	F= .8327057,-4.626143, 0, 0, 0, 0
15	L= 6	F= .8327057,-4.626143, 0, 0, 0, 0
16	L= 6	F= .8327057,-4.626143, 0, 0, 0, 0

## FRAME

NM= 4

1	A= 10.14	I= 620.6	E= 20500	
2	A= 10.14	I= 620.6	E= 20500	
3	A= 10.14	I= 620.6	E= 20500	
4	A= 10.14	I= 620.6	E= 20500	
1	1	2	M = 1	LR=1,0,0,0,0,0
2	2	3	M = 1	LR=0,0,0,0,0,0
3	3	4	M = 1	LR=0,0,0,0,0,0
4	4	5	M = 1	LR=0,0,0,0,0,0
5	5	6	M = 1	LR=0,0,0,0,0,0
6	6	7	M = 1	LR=0,0,0,0,0,0
7	7	8	M = 1	LR=0,0,0,0,0,0
8	8	9	M = 1	LR=0,1,0,0,0,0
9	9	10	M = 2	LR=1,0,0,0,0,0
10	10	11	M = 2	LR=0,0,0,0,0,0
11	11	12	M = 2	LR=0,0,0,0,0,0
12	12	13	M = 2	LR=0,0,0,0,0,0
13	13	14	M = 2	LR=0,0,0,0,0,0
14	14	15	M = 2	LR=0,0,0,0,0,0
15	15	16	M = 2	LR=0,0,0,0,0,0
16	16	9	M = 2	LR=0,1,0,0,0,0
17	2	10	M = 3	LR=1,1,0,0,0,0
18	3	11	M = 3	LR=1,1,0,0,0,0
19	4	12	M = 3	LR=1,1,0,0,0,0
20	5	13	M = 3	LR=1,1,0,0,0,0
21	6	14	M = 3	LR=1,1,0,0,0,0
22	7	15	M = 3	LR=1,1,0,0,0,0
23	8	16	M = 3	LR=1,1,0,0,0,0
24	10	3	M = 4	LR=1,1,0,0,0,0
25	11	4	M = 4	LR=1,1,0,0,0,0
26	12	5	M = 4	LR=1,1,0,0,0,0
27	14	5	M = 4	LR=1,1,0,0,0,0
28	15	6	M = 4	LR=1,1,0,0,0,0
29	16	7	M = 4	LR=1,1,0,0,0,0

## COMBO

1	C= 1.3, 0, 0, 0, 0, 0
2	C= 1.3, 1.5, 0, 0, 0, 0
3	C= 1, 0, 1.4, 0, 0, 0
4	C= 1, 0, 0, 1.4, 0, 0
5	C= 1, 0, 0, 0, 1.4, 0

6	C= 1, 0, 0, 0, 0, 1.4
7	C= 1.3, 1.5, .84, 0, 0, 0
8	C= 1.3, 1.5, 0, .84, 0, 0
9	C= 1.3, 1.5, 0, 0, .84, 0
10	C= 1.3, 1.5, 0, 0, 0, .84
11	C= 1.3, .98, 1.4, 0, 0, 0
12	C= 1.3, .98, 0, 1.4, 0, 0
13	C= 1.3, .98, 0, 0, 1.4, 0
14	C= 1.3, .98, 0, 0, 0, 1.4

## ANEXO H

---

### Esforços nas Barras da Treliça Plana

Titulo: Galpão Industrial

FRAME		ELEMENT		FORCES			
ELT LOAD	AXIAL DIST	1-2 PLANE		1-3 PLANE			
AXIAL				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT
ID COMB	FORCE ENDI						
TORQ							
1-----							
1	-25.86						
		.0		-.61	.00		
		250.0		-.61	-151.49		
2	-34.54						
		.0		-.81	.00		
		250.0		-.81	-202.65		
3	199.96						
		.0		4.70	.00		
		250.0		4.70	1175.87		
4	131.34						
		.0		3.10	.00		
		250.0		3.10	774.28		
5	163.09						
		.0		3.82	.00		
		250.0		3.82	954.37		
6	94.47						
		.0		2.21	.00		
		250.0		2.21	552.78		
7	97.38						
		.0		2.29	.00		
		250.0		2.29	572.80		
8	56.20						
		.0		1.33	.00		
		250.0		1.33	331.84		
9	75.25						
		.0		1.76	.00		
		250.0		1.76	439.90		
10	34.08						
		.0		.80	.00		
		250.0		.80	198.94		
11	188.33						
		.0		4.43	.00		
		250.0		4.43	1107.49		
12	119.71						
		.0		2.82	.00		
		250.0		2.82	705.90		
13	151.46						
		.0		3.54	.00		
		250.0		3.54	885.99		
14	82.84						
		.0		1.94	.00		
		250.0		1.94	484.40		

2-----			
1	-25.86		
		.0	.52
		250.0	.52
2	-34.54		
		.0	.70
		250.0	.70
3	199.96		
		.0	-4.13
		250.0	-4.13
4	131.34		
		.0	-2.74
		250.0	-2.74
5	163.09		
		.0	-3.29
		250.0	-3.29
6	94.47		
		.0	-1.90
		250.0	-1.90
7	97.38		
		.0	-2.01
		250.0	-2.01
8	56.20		
		.0	-1.18
		250.0	-1.18
9	75.25		
		.0	-1.51
		250.0	-1.51
10	34.08		
		.0	-.68
		250.0	-.68
11	188.33		
		.0	-3.89
		250.0	-3.89
12	119.71		
		.0	-2.50
		250.0	-2.50
13	151.46		
		.0	-3.05
		250.0	-3.05
14	82.84		
		.0	-1.67
		250.0	-1.67
3-----			
1	-27.88		
		.0	-.03
		250.0	-.03
2	-37.11		
		.0	-.04
		250.0	-.04
3	207.72		
		.0	.22
		250.0	.22
4	133.72		
		.0	.14
		250.0	.14
5	175.90		
		.0	.18
		250.0	.18
6	101.90		
		.0	.11
		250.0	.11
7	100.39		

		.0	.10	69.13
		250.0	.10	95.31
8	55.99			
		.0	.06	35.75
		250.0	.06	50.30
9	81.30			
		.0	.08	62.08
		250.0	.08	82.78
10	36.90			
		.0	.04	28.69
		250.0	.04	37.77
11	195.26			
		.0	.21	135.51
		250.0	.21	186.89
12	121.25			
		.0	.13	79.86
		250.0	.13	111.88
13	163.44			
		.0	.17	123.75
		250.0	.17	166.02
14	89.43			
		.0	.09	68.10
		250.0	.09	91.00
4-----				
1	-24.01			
		.0	.10	-27.94
		250.0	.10	-3.31
2	-31.68			
		.0	.14	-37.24
		250.0	.14	-3.25
3	166.58			
		.0	-.74	199.41
		250.0	-.74	13.30
4	103.65			
		.0	-.47	124.40
		250.0	-.47	6.90
5	149.34			
		.0	-.66	178.54
		250.0	-.66	14.53
6	86.41			
		.0	-.38	103.52
		250.0	-.38	8.13
7	79.35			
		.0	-.36	95.31
		250.0	-.36	6.26
8	41.59			
		.0	-.19	50.30
		250.0	-.19	2.42
9	69.00			
		.0	-.30	82.78
		250.0	-.30	7.00
10	31.25			
		.0	-.14	37.77
		250.0	-.14	3.16
11	156.03			
		.0	-.70	186.89
		250.0	-.70	12.58
12	93.10			
		.0	-.42	111.88
		250.0	-.42	6.17
13	138.79			
		.0	-.61	166.02
		250.0	-.61	13.81
14	75.86			

		.0	-.33	91.00
		250.0	-.33	7.40
5	-----			
1	-24.01			
		.0	-.10	-3.31
		250.0	-.10	-27.94
2	-31.68			
		.0	-.14	-3.25
		250.0	-.14	-37.24
3	166.58			
		.0	.59	13.30
		250.0	.59	160.54
4	103.65			
		.0	.31	6.90
		250.0	.31	85.53
5	149.34			
		.0	.66	14.53
		250.0	.66	178.54
6	86.41			
		.0	.38	8.13
		250.0	.38	103.52
7	79.35			
		.0	.26	6.26
		250.0	.26	71.99
8	41.59			
		.0	.10	2.42
		250.0	.10	26.98
9	69.00			
		.0	.30	7.00
		250.0	.30	82.78
10	31.25			
		.0	.14	3.16
		250.0	.14	37.77
11	156.03			
		.0	.54	12.58
		250.0	.54	148.02
12	93.10			
		.0	.27	6.17
		250.0	.27	73.01
13	138.79			
		.0	.61	13.81
		250.0	.61	166.02
14	75.86			
		.0	.33	7.40
		250.0	.33	91.00
6	-----			
1	-27.88			
		.0	.03	-27.94
		250.0	.03	-20.26
2	-37.11			
		.0	.04	-37.24
		250.0	.04	-26.95
3	149.41			
		.0	-.16	160.54
		250.0	-.16	121.31
4	75.41			
		.0	-.08	85.53
		250.0	-.08	65.67
5	175.90			
		.0	-.18	178.54
		250.0	-.18	132.79
6	101.90			
		.0	-.11	.00



		250.0	-.11	77.15
7	65.40	.0	-.07	71.99
		250.0	-.07	55.19
8	21.00	.0	-.02	26.98
		250.0	-.02	21.80
9	81.30	.0	-.08	82.78
		250.0	-.08	62.08
10	36.90	.0	-.04	37.77
		250.0	-.04	28.69
11	136.95	.0	-.14	148.02
		250.0	-.14	112.26
12	62.94	.0	-.07	73.01
		250.0	-.07	56.62
13	163.44	.0	-.17	166.02
		250.0	-.17	123.75
14	89.43	.0	-.09	91.00
		250.0	-.09	68.10
7-----				
1	-25.86	.0	-.52	-20.26
		250.0	-.52	-151.49
2	-34.54	.0	-.70	-26.95
		250.0	-.70	-202.65
3	130.78	.0	2.49	121.31
		250.0	2.49	743.69
4	62.16	.0	1.11	65.67
		250.0	1.11	342.11
5	163.09	.0	3.29	132.79
		250.0	3.29	954.37
6	94.47	.0	1.90	77.15
		250.0	1.90	552.78
7	55.87	.0	1.03	55.19
		250.0	1.03	313.49
8	14.69	.0	.20	21.80
		250.0	.20	72.54
9	75.25	.0	1.51	62.08
		250.0	1.51	439.90
10	34.08	.0	.68	28.69
		250.0	.68	198.94
11	119.14	.0	2.25	112.26
		250.0	2.25	675.31
12	50.52	.0	.87	56.62
		250.0	.87	273.73
13	151.46	.0	3.05	123.75

		250.0	3.05	885.99
14	82.84	.0	1.67	68.10
		250.0	1.67	484.40
8-----				
1	-25.86	.0	.61	-151.49
		250.0	.61	.00
2	-34.54	.0	.81	-202.65
		250.0	.81	.00
3	130.78	.0	-2.97	743.69
		250.0	-2.97	.00
4	62.16	.0	-1.37	342.11
		250.0	-1.37	.00
5	163.09	.0	-3.82	954.37
		250.0	-3.82	.00
6	94.47	.0	-2.21	552.78
		250.0	-2.21	.00
7	55.87	.0	-1.25	313.49
		250.0	-1.25	.00
8	14.69	.0	-.29	72.54
		250.0	-.29	.00
9	75.25	.0	-1.76	439.90
		250.0	-1.76	.00
10	34.08	.0	-.80	198.94
		250.0	-.80	.00
11	119.14	.0	-2.70	675.31
		250.0	-2.70	.00
12	50.52	.0	-1.09	273.73
		250.0	-1.09	.00
13	151.46	.0	-3.54	885.99
		250.0	-3.54	.00
14	82.84	.0	-1.94	484.40
		250.0	-1.94	.00
9-----				
1	26.38	.0	-.59	.00
		254.0	-.59	-149.53
2	35.23	.0	-.79	.00
		254.0	-.79	-200.03
3	-196.50	.0	4.57	.00
		254.0	4.57	1160.48
4	-126.49	.0	3.01	.00
		254.0	3.01	763.96
5	-166.38	.0	3.71	.00
		254.0	3.71	942.37

6	-96.38	.0	2.15	.00
		254.0	2.15	545.85
7	-94.84	.0	2.23	.00
		254.0	2.23	565.27
8	-52.84	.0	1.29	.00
		254.0	1.29	327.36
9	-76.77	.0	1.71	.00
		254.0	1.71	434.41
10	-34.77	.0	.77	.00
		254.0	.77	196.49
11	-184.62	.0	4.30	.00
		254.0	4.30	1092.98
12	-114.62	.0	2.74	.00
		254.0	2.74	696.46
13	-154.51	.0	3.44	.00
		254.0	3.44	874.87
14	-84.51	.0	1.88	.00
		254.0	1.88	478.35
-----				
10				
1	28.23	.0	.51	-149.53
		254.0	.51	-19.31
2	37.58	.0	.69	-200.03
		254.0	.69	-25.64
3	-205.66	.0	-4.03	1160.48
		254.0	-4.03	138.01
4	-130.00	.0	-2.67	763.96
		254.0	-2.67	85.10
5	-180.04	.0	-3.21	942.37
		254.0	-3.21	126.24
6	-104.38	.0	-1.86	545.85
		254.0	-1.86	73.33
7	-98.84	.0	-1.97	565.27
		254.0	-1.97	66.07
8	-53.45	.0	-1.15	327.36
		254.0	-1.15	34.33
9	-83.48	.0	-1.48	434.41
		254.0	-1.48	59.01
10	-38.08	.0	-.67	196.49
		254.0	-.67	27.27
11	-193.03	.0	-3.79	1092.98
		254.0	-3.79	129.42
12	-117.37	.0	-2.44	696.46

		254.0	-2.44	76.51
13	-167.42	.0	-2.98	874.87
		254.0	-2.98	117.64
14	-91.76	.0	-1.63	478.35
		254.0	-1.63	64.73
11-----				
	1	24.40		
		.0	-.04	-19.31
		254.0	-.04	-29.12
	2	32.20		
		.0	-.05	-25.64
		254.0	-.05	-38.91
	3	-167.45		
		.0	.27	138.01
		254.0	.27	205.56
	4	-102.07		
		.0	.16	85.10
		254.0	.16	126.73
	5	-155.57		
		.0	.24	126.24
		254.0	.24	187.81
	6	-90.19		
		.0	.14	73.33
		254.0	.14	108.98
	7	-79.53		
		.0	.13	66.07
		254.0	.13	97.87
	8	-40.31		
		.0	.06	34.33
		254.0	.06	50.57
	9	-72.41		
		.0	.11	59.01
		254.0	.11	87.22
	10	-33.18		
		.0	.05	27.27
		254.0	.05	39.92
	11	-156.72		
		.0	.25	129.42
		254.0	.25	192.45
	12	-91.35		
		.0	.15	76.51
		254.0	.15	113.62
	13	-144.85		
		.0	.22	117.64
		254.0	.22	174.70
	14	-79.47		
		.0	.12	64.73
		254.0	.12	95.87
12-----				
	1	21.01		
		.0	.12	-29.12
		254.0	.12	1.60
	2	27.37		
		.0	.17	-38.91
		254.0	.17	3.44
	3	-131.08		
		.0	-.89	205.56
		254.0	-.89	-20.99
	4	-75.22		
		.0	-.55	126.73
		254.0	-.55	-13.03
	5	-132.77		

		.0	-.82	187.81
		254.0	-.82	-19.97
6	-76.92	.0	-.48	108.98
		254.0	-.48	-12.02
7	-60.98	.0	-.42	97.87
		254.0	-.42	-9.89
8	-27.47	.0	-.22	50.57
		254.0	-.22	-5.12
9	-62.00	.0	-.38	87.22
		254.0	-.38	-9.28
10	-28.49	.0	-.17	39.92
		254.0	-.17	-4.51
11	-122.08	.0	-.83	192.45
		254.0	-.83	-19.42
12	-66.22	.0	-.49	113.62
		254.0	-.49	-11.46
13	-123.77	.0	-.76	174.70
		254.0	-.76	-18.40
14	-67.92	.0	-.42	95.87
		254.0	-.42	-10.45
13	-----			
1	21.01	.0	-.12	1.60
		254.0	-.12	-29.12
2	27.37	.0	-.17	.3.44
		254.0	-.17	-38.91
3	-132.98	.0	.76	-20.99
		254.0	.76	172.76
4	-77.12	.0	.42	-13.03
		254.0	.42	93.93
5	-132.77	.0	.82	-19.97
		254.0	.82	187.81
6	-76.92	.0	.48	-12.02
		254.0	.48	108.98
7	-62.12	.0	.35	-9.89
		254.0	.35	78.19
8	-28.61	.0	.14	-5.12
		254.0	.14	30.89
9	-62.00	.0	.38	-9.28
		254.0	.38	87.22
10	-28.49	.0	.17	-4.51
		254.0	.17	39.92
11	-123.98	.0	.70	-19.42
		254.0	.70	159.64

12	-68.12	.0	.36	-11.46
		254.0	.36	80.82
13	-123.77	.0	.76	-18.40
		254.0	.76	174.70
14	-67.92	.0	.42	-10.45
		254.0	.42	95.87
14-----				
1	24.40	.0	.04	-29.12
		254.0	.04	-19.31
2	32.20	.0	.05	-38.91
		254.0	.05	-25.64
3	-141.85	.0	-.23	172.76
		254.0	-.23	114.77
4	-76.47	.0	-.13	93.93
		254.0	-.13	61.86
5	-155.57	.0	-.24	187.81
		254.0	-.24	126.24
6	-90.19	.0	-.14	108.98
		254.0	-.14	73.33
7	-64.17	.0	-.10	78.19
		254.0	-.10	52.13
8	-24.95	.0	-.04	30.89
		254.0	-.04	20.38
9	-72.41	.0	-.11	87.22
		254.0	-.11	59.01
10	-33.18	.0	-.05	39.92
		254.0	-.05	27.27
11	-131.12	.0	-.21	159.64
		254.0	-.21	106.17
12	-65.74	.0	-.11	80.82
		254.0	-.11	53.27
13	-144.85	.0	-.22	174.70
		254.0	-.22	117.64
14	-79.47	.0	-.12	95.87
		254.0	-.12	64.73
15-----				
1	28.23	.0	-.51	-19.31
		254.0	-.51	-149.53
2	37.58	.0	-.69	-25.64
		254.0	-.69	-200.03
3	-152.32	.0	2.44	114.77
		254.0	2.44	734.95
4	-76.66	.0	1.09	61.86

		254.0	1.09	338.43
5	-180.04	.0	3.21	126.24
		254.0	3.21	942.37
6	-104.38	.0	1.86	73.33
		254.0	1.86	545.85
7	-66.84	.0	1.02	52.13
		254.0	1.02	309.96
8	-21.44	.0	.20	20.38
		254.0	.20	72.04
9	-83.48	.0	1.48	59.01
		254.0	1.48	434.41
10	-38.08	.0	.67	27.27
		254.0	.67	196.49
11	-139.70	.0	2.21	106.17
		254.0	2.21	667.45
12	-64.04	.0	.86	53.27
		254.0	.86	270.93
13	-167.42	.0	2.98	117.64
		254.0	2.98	874.87
14	-91.76	.0	1.63	64.73
		254.0	1.63	478.35
-----				
16				
1	26.38	.0	.59	-149.53
		254.0	.59	.00
2	35.23	.0	.79	200.03
		254.0	.79	.00
3	-133.40	.0	-2.89	734.95
		254.0	-2.89	.00
4	-63.40	.0	-1.33	338.43
		254.0	-1.33	.00
5	-166.38	.0	-3.71	942.37
		254.0	-3.71	.00
6	-96.38	.0	-2.15	545.85
		254.0	-2.15	.00
7	-56.98	.0	-1.22	309.96
		254.0	-1.22	.00
8	-14.98	.0	-.28	72.04
		254.0	-.28	.00
9	-76.77	.0	-1.71	434.41
		254.0	-1.71	.00
10	-34.77	.0	-.77	196.49
		254.0	-.77	.00
11	-121.53			

		.0	-2.63	667.45
		254.0	-2.63	.00
12		-51.53		
		.0	-1.07	270.93
		254.0	-1.07	.00
13		-154.51		
		.0	-3.44	874.87
		254.0	-3.44	.00
14		-84.51		
		.0	-1.88	478.35
		254.0	-1.88	.00
17	-----			
1		1.41		
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
2		1.80		
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
3		-8.61		
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
4		-5.62		
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
5		-6.89		
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
6		-3.90		
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
7		-4.02		
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
8		-2.23		
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
9		-2.99		
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
10		-1.19		
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
11		-8.04		
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
12		-5.05		
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
13		-6.31		
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
14	-3.32			
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
18	-----			
1	.24			
		.0	.00	.00
		90.0	.00	.00
2	.16			
		.0	.00	.00
		90.0	.00	.00
3	3.28			
		.0	.00	.00



		90.0	.00	.00
4	2.79	.0	.00	.00
		90.0	.00	.00
5	1.50	.0	.00	.00
		90.0	.00	.00
6	1.01	.0	.00	.00
		90.0	.00	.00
7	2.01	.0	.00	.00
		90.0	.00	.00
8	1.72	.0	.00	.00
		90.0	.00	.00
9	.94	.0	.00	.00
		90.0	.00	.00
10	.65	.0	.00	.00
		90.0	.00	.00
11	3.28	.0	.00	.00
		90.0	.00	.00
12	2.79	.0	.00	.00
		90.0	.00	.00
13	1.50	.0	.00	.00
		90.0	.00	.00
14	1.01	.0	.00	.00
		90.0	.00	.00
19	-----			
1	-.80	.0	.00	.00
		135.0	.00	.00
2	-1.31	.0	.00	.00
		135.0	.00	.00
3	14.21	.0	.00	.00
		135.0	.00	.00
4	10.57	.0	.00	.00
		135.0	.00	.00
5	9.08	.0	.00	.00
		135.0	.00	.00
6	5.45	.0	.00	.00
		135.0	.00	.00
7	7.58	.0	.00	.00
		135.0	.00	.00
8	5.40	.0	.00	.00
		135.0	.00	.00
9	4.51	.0	.00	.00
		135.0	.00	.00
10	2.32	.0	.00	.00

		135.0	.00	.00
11	13.69	.0	.00	.00
		135.0	.00	.00
12	10.05	.0	.00	.00
		135.0	.00	.00
13	8.56	.0	.00	.00
		135.0	.00	.00
14	4.93	.0	.00	.00
		135.0	.00	.00
20	-----			
1	-3.12	.0	.00	.00
		180.0	.00	.00
2	-4.72	.0	.00	.00
		180.0	.00	.00
3	27.67	.0	.00	.00
		180.0	.00	.00
4	16.33	.0	.00	.00
		180.0	.00	.00
5	27.85	.0	.00	.00
		180.0	.00	.00
6	16.51	.0	.00	.00
		180.0	.00	.00
7	13.33	.0	.00	.00
		180.0	.00	.00
8	6.52	.0	.00	.00
		180.0	.00	.00
9	13.43	.0	.00	.00
		180.0	.00	.00
10	6.63	.0	.00	.00
		180.0	.00	.00
11	25.91	.0	.00	.00
		180.0	.00	.00
12	14.57	.0	.00	.00
		180.0	.00	.00
13	26.09	.0	.00	.00
		180.0	.00	.00
14	14.74	.0	.00	.00
		180.0	.00	.00
21	-----			
1	-.80	.0	.00	.00
		135.0	.00	.00
2	-1.31	.0	.00	.00
		135.0	.00	.00
3	3.83	.0	.00	.00
		135.0	.00	.00

4	.19		
	.0	.00	.00
	135.0	.00	.00
5	9.08		
	.0	.00	.00
	135.0	.00	.00
6	5.45		
	.0	.00	.00
	135.0	.00	.00
7	1.35		
	.0	.00	.00
	135.0	.00	.00
8	-.83		
	.0	.00	.00

	135.0	.00	.00
9	4.51		
	.0	.00	.00
	135.0	.00	.00
10	2.32		
	.0	.00	.00
	135.0	.00	.00
11	3.31		
	.0	.00	.00
	135.0	.00	.00
12	-.33		
	.0	.00	.00
	135.0	.00	.00
13	8.56		
	.0	.00	.00
	135.0	.00	.00
14	4.93		
	.0	.00	.00
	135.0	.00	.00
22	-----		
1	.24		
	.0	.00	.00
	90.0	.00	.00
2	.16		
	.0	.00	.00
	90.0	.00	.00
3	-.37		
	.0	.00	.00
	90.0	.00	.00
4	-.86		
	.0	.00	.00
	90.0	.00	.00
5	1.50		
	.0	.00	.00
	90.0	.00	.00
6	1.01		
	.0	.00	.00
	90.0	.00	.00
7	-.18		
	.0	.00	.00
	90.0	.00	.00
8	-.48		
	.0	.00	.00
	90.0	.00	.00
9	.94		
	.0	.00	.00
	90.0	.00	.00
10	.65		
	.0	.00	.00
	90.0	.00	.00
11	-.37		
	.0	.00	.00
	90.0	.00	.00
12	-.86		
	.0	.00	.00
	90.0	.00	.00
13	1.50		
	.0	.00	.00
	90.0	.00	.00
14	1.01		
	.0	.00	.00
	90.0	.00	.00

23	-----			
1	1.41			
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
2	1.80			
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
3	-5.25			
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
4	-2.26			
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
5	-6.89			
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
6	-3.90			
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
7	-2.01			
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
8	-.21			
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
9	-2.99			
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
10	-1.19			
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
11	-4.67			
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
12	-1.68			
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
13	-6.31			
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
14	-3.32			
		.0	.00	.00
		45.0	.00	.00
24	-----			
1	-2.05			
		.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
2	-2.61			
		.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
3	7.88			
		.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
4	2.41			
		.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
5	13.01			
		.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
6	7.54			
		.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
7	3.06			

		.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
8	- .22			
		.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
9	6.14			
		.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
10	2.86			
		.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
11	7.04			
		.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
12	1.57			
		.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
13	12.17			
		.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
14	6.70			
		.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
25	-----			
1	4.11			
		.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
2	5.77			
		.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
3	-43.73			
		.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
4	-31.95			
		.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
5	-28.23			
		.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
6	-16.46			
		.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
7	-22.36			
		.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
8	-15.30			
		.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
9	-13.07			
		.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
10	-6.00			
		.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
11	-41.69			
		.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
12	-29.92			
		.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
13	-26.20			
		.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
14	-14.43			

		.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
26	-----			
	1	3.75		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
	2	5.36		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
	3	-43.61		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
	4	-32.25		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
	5	-27.41		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
	6	-16.05		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
	7	-22.54		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
	8	-15.72		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
	9	-12.82		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
	10	-6.00		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
	11	-41.69		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
	12	-30.33		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
	13	-25.49		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
	14	-14.13		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
27	-----			
	1	3.75		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
	2	5.36		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
	3	-10.78		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
	4	.58		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
	5	-27.41		
		.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
	6	-16.05		
		.0	.00	.00

		284.1	.00	.00
7	-2.84	.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
8	3.97	.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
9	-12.82	.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
10	-6.00	.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
11	-8.87	.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
12	2.49	.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
13	-25.49	.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
14	-14.13	.0	.00	.00
		284.1	.00	.00
28				
1	4.11	.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
2	5.77	.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
3	-12.45	.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
4	-.68	.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
5	-28.23	.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
6	-16.46	.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
7	-3.60	.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
8	3.47	.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
9	-13.07	.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
10	-6.00	.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
11	-10.42	.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
12	1.36	.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
13	-26.20	.0	.00	.00



		265.7	.00	.00
14	-14.43	.0	.00	.00
		265.7	.00	.00
29	-----			
1	-2.05	.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
2	-2.61	.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
3	18.93	.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
4	13.46	.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
5	13.01	.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
6	7.54	.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
7	9.69	.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
8	6.41	.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
9	6.14	.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
10	2.86	.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
11	18.09	.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
12	12.62	.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
13	12.17	.0	.00	.00
		254.0	.00	.00
14	6.70	.0	.00	.00
		254.0	.00	.00

## ANEXO I

### Deslocamento dos Nós da Treliça Plana

PROGRAM:SAP90/FILE:a.SOL  
 Titulo: Galpão Industrial

#### J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.000000	.000000	.003450
2	-.031099	.865122	.002468
3	-.062198	1.217506	.000781
4	-.095727	1.356618	.000307
5	-.124599	1.384913	.000000
6	-.153472	1.356618	-.000307
7	-.187001	1.217506	-.000781
8	-.218100	.865122	-.002468
9	-.249199	.000000	-.003450
10	-.123023	.865427	.002444
11	-.151359	1.217612	.000758
12	-.145991	1.356099	.000275
13	-.124599	1.382212	.000000
14	-.103207	1.356100	-.000275
15	-.097839	1.217612	-.000758
16	-.126176	.865428	-.002444

#### J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 2 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	-.000000	.000000	.004597
2	-.041536	1.152907	.003284
3	-.083073	1.620065	.001028
4	-.127703	1.802548	.000398
5	-.165801	1.838353	.000000
6	-.203900	1.802548	-.000398
7	-.248530	1.620065	-.001028
8	-.290066	1.152907	-.003284
9	-.331602	.000000	-.004597
10	-.163846	1.153296	.003251
11	-.201214	1.620132	.000999
12	-.193918	1.801696	.000354
13	-.165801	1.834268	.000000
14	-.137684	1.801696	-.000354
15	-.130389	1.620132	-.000999
16	-.167756	1.153296	-.003251

#### J O I N T D I S P L A C E M E N T S

## LOAD COMBINATION 3 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.000000	.000000	-.024602
2	.240491	-6.170752	-.016981
3	.480982	-8.372065	-.004007
4	.730805	-8.973911	-.000628
5	.931148	-8.793416	.001462
6	1.096752	-8.274642	.003170
7	1.276445	-7.119866	.005939
8	1.433731	-4.827429	.014438
9	1.591017	.000000	.019255
10	.867094	-6.172616	-.016797
11	1.007387	-8.370643	-.003834
12	.906403	-8.964685	-.000404
13	.708511	-8.769452	.001439
14	.632917	-8.272155	.002954
15	.664178	-7.120027	.005824
16	.887514	-4.828565	.014307

## JOINT DISPLACEMENTS

## LOAD COMBINATION 4 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.000000	.000000	-.015425
2	.157965	-3.869128	-.010405
3	.315930	-5.129612	-.001924
4	.476750	-5.363085	.000172
5	.601411	-5.110687	.001462
6	.691336	-4.663816	.002370
7	.782025	-3.877412	.003856
8	.856785	-2.525804	.007862
9	.931545	.000000	.010077
10	.539603	-3.870345	-.010287
11	.604645	-5.128403	-.001811
12	.518917	-5.356220	.000304
13	.378775	-5.096546	.001439
14	.360930	-4.663690	.002246
15	.407447	-3.877786	.003802
16	.555532	-2.526292	.007798

## JOINT DISPLACEMENTS

## LOAD COMBINATION 5 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.000000	.000000	.021820
2	.196148	-5.472189	.015637
3	.392295	-7.710004	.004956
4	.603846	-8.585322	.001897
5	.783452	-8.755298	.000000
6	.963057	-8.585323	.001897
7	1.174608	-7.710005	.004956
8	1.370756	-5.472190	.015637
9	1.566903	.000000	.021820
10	.778676	-5.473680	.015479
11	.957547	-7.709355	.004811
12	.920995	-8.579424	.001676
13	.783452	-8.731180	.000000
14	.645909	-8.579425	.001676
15	.609356	-7.709356	.004811

16 .788228 -5.473681 .015479

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 6 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.000000	.000000	-.012643
2	.113621	-3.170564	-.009061
3	.227243	-4.467549	-.002872
4	.349790	-4.974494	-.001097
5	.453715	-5.072567	.000000
6	.557640	-4.974494	.001097
7	.680187	-4.467549	.002872
8	.793809	-3.170564	.009061
9	.907430	.000000	.012643
10	.451185	-3.171407	-.008969
11	.554806	-4.467112	-.002788
12	.533509	-4.970957	-.000968
13	.453715	-5.058272	.000000
14	.373922	-4.970958	.000968
15	.352625	-4.467113	.002788
16	.456245	-3.171408	.008969

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 7 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.000000	.000000	-.011756
2	.117112	-2.948831	-.008043
3	.234223	-3.965100	-.001736
4	.354962	-4.207930	-.000121
5	.450395	-4.076887	.000877
6	.524985	-3.788368	.001646
7	.603645	-3.213781	.002896
8	.670834	-2.142837	.006518
9	.738023	.000000	.008548
10	.413190	-2.949702	-.007955
11	.473076	-3.964228	-.001652
12	.417304	-4.203007	-.000015
13	.316813	-4.065347	.000863
14	.289701	-3.787489	.001545
15	.313275	-3.213858	.002846
16	.422987	-2.143271	.006461

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 8 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.000000	.000000	-.006250
2	.067596	-1.567857	-.004098
3	.135192	-2.019628	-.000486
4	.202529	-2.041434	.000359
5	.252553	-1.867250	.000877
6	.281735	-1.621872	.001166
7	.306993	-1.268308	.001645
8	.324666	-.761862	.002572

9	.342339	.000000	.003041
10	.216696	-1.568340	-.004049
11	.231432	-2.018884	-.000438
12	.184812	-2.037928	.000410
13	.118971	-1.861604	.000863
14	.126508	-1.622410	.001121
15	.159236	-1.268514	.001632
16	.223798	-.761908	.002555

J O I N T   D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 9 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.000000	.000000	-.010087
2	.090506	-2.529693	-.007237
3	.181011	-3.567863	-.002305
4	.278787	-3.974777	-.000882
5	.361777	-4.054017	.000000
6	.444768	-3.974777	.000882
7	.542543	-3.567864	.002305
8	.633049	-2.529694	.007237
9	.723555	.000000	.010087
10	.360139	-2.530340	-.007164
11	.443173	-3.567455	-.002238
12	.426059	-3.971850	-.000778
13	.361777	-4.042384	.000000
14	.297496	-3.971851	.000778
15	.280382	-3.567456	.002238
16	.363415	-2.530341	.007164

J O I N T   D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 10 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.000000	.000000	-.004580
2	.040990	-1.148718	-.003292
3	.081980	-1.622390	-.001055
4	.126353	-1.808279	-.000402
5	.163935	-1.844378	.000000
6	.201517	-1.808280	.000402
7	.245891	-1.622390	.001055
8	.286881	-1.148718	.003292
9	.327871	.000000	.004580
10	.163645	-1.148977	-.003258
11	.201528	-1.622110	-.001024
12	.193567	-1.806770	-.000353
13	.163935	-1.838640	.000000
14	.134303	-1.806770	.000353
15	.126343	-1.622110	.001024
16	.164226	-1.148977	.003258

J O I N T   D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 11 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.000000	.000000	-.023057
2	.226495	-5.783089	-.015878
3	.452991	-7.828097	-.003665
4	.687824	-8.369504	-.000498
5	.875475	-8.177573	.001462
6	1.028390	-7.670235	.003040
7	1.193092	-6.575898	.005597
8	1.336382	-4.439765	.013336
9	1.479673	.000000	.017709
10	.812033	-5.784828	-.015705
11	.939886	-7.826675	-.003502
12	.841400	-8.360616	-.000289
13	.652839	-8.155137	.001439
14	.586575	-7.668086	.002839
15	.620334	-6.576059	.005492
16	.831231	-4.440777	.013216

J O I N T   D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 12 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.000000	.000000	-.013879
2	.143969	-3.481465	-.009302
3	.287938	-4.585644	-.001582
4	.433768	-4.758678	.000302
5	.545739	-4.494844	.001462
6	.622973	-4.059409	.002240
7	.698672	-3.333444	.003514
8	.759436	-2.138140	.006760
9	.820200	.000000	.008531
10	.484542	-3.482557	-.009196
11	.537145	-4.584435	-.001479
12	.453914	-4.752151	.000419
13	.323103	-4.482231	.001439
14	.314588	-4.059621	.002131
15	.363603	-3.333818	.003470
16	.499249	-2.138504	.006706

J O I N T   D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 13 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.000000	.000000	-.020274
2	.182152	-5.084526	-.014535
3	.364304	-7.166036	-.004614
4	.560865	-7.980916	-.001767
5	.727779	-8.139455	.000000
6	.894694	-7.980916	.001767
7	1.091255	-7.166037	.004614
8	1.273407	-5.084527	.014535
9	1.455559	.000000	.020274
10	.723615	-5.085892	-.014387
11	.890047	-7.165387	-.004479
12	.855992	-7.975355	-.001560
13	.727780	-8.116865	.000000
14	.599567	-7.975355	.001560
15	.565513	-7.165388	.004479
16	.731944	-5.085893	.014387

## JOINT DISPLACEMENTS

LOAD COMBINATION 14 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.000000	.000000	-.011097
2	.099626	-2.782900	-.007959
3	.199251	-3.923581	-.002530
4	.306809	-4.370087	-.000967
5	.398043	-4.456724	.000000
6	.489277	-4.370087	.000967
7	.596835	-3.923581	.002530
8	.696460	-2.782901	.007959
9	.796086	.000000	.011097
10	.396124	-2.783619	-.007878
11	.487305	-3.923145	-.002456
12	.468506	-4.366888	-.000853
13	.398043	-4.443957	.000000
14	.327580	-4.366888	.000853
15	.308781	-3.923145	.002456
16	.399962	-2.783620	.007878

## REACTIONS AND APPLIED FORCES

LOAD COMBINATION 1 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	.0000	-5.8585	.0000
2	.0000	-.2819	.0000
3	.0000	-.4366	.0000
4	.0000	-.4659	.0000
5	.0000	-.6457	.0000
6	.0000	-.4659	.0000
7	.0000	-.4366	.0000
8	.0000	-.2819	.0000
9	.0000	-5.8585	.0000
10	.0000	1.8044	.0000
11	.0000	1.7751	.0000
12	.0000	1.7423	.0000
13	.0000	4.0879	.0000
14	.0000	1.7423	.0000
15	.0000	1.7751	.0000
16	.0000	1.8044	.0000

## REACTIONS AND APPLIED FORCES

LOAD COMBINATION 2 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	.0000	-7.8273	.0000
2	.0000	-.2819	.0000
3	.0000	-.4366	.0000
4	.0000	-.4659	.0000
5	.0000	-.6457	.0000
6	.0000	-.4659	.0000

7	.0000	-.4366	.0000
8	.0000	-.2819	.0000
9	.0000	-7.8273	.0000
10	.0000	2.3669	.0000
11	.0000	2.3376	.0000
12	.0000	2.3048	.0000
13	.0000	4.6504	.0000
14	.0000	2.3048	.0000
15	.0000	2.3376	.0000
16	.0000	2.3669	.0000

## R E A C T I O N S   A N D   A P P L I E D   F O R C E S

## LOAD COMBINATION 3 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	-7.3850	44.0095	.0000
2	.0000	-.2169	.0000
3	.0000	-.3358	.0000
4	.0000	-.3584	.0000
5	.0000	-.4967	.0000
6	.0000	-.3584	.0000
7	.0000	-.3358	.0000
8	.0000	-.2169	.0000
9	.0000	29.4551	.0000
10	2.7789	-14.0501	.0000
11	2.7789	-14.0727	.0000
12	2.7789	-14.0979	.0000
13	1.8462	-17.4749	.0000
14	-.9326	-3.8410	.0000
15	-.9326	-3.8158	.0000
16	-.9326	-3.7932	.0000

## R E A C T I O N S   A N D   A P P L I E D   F O R C E S

## LOAD COMBINATION 4 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	-7.3849	28.4657	.0000
2	.0000	-.2169	.0000
3	.0000	-.3358	.0000
4	.0000	-.3584	.0000
5	.0000	-.4967	.0000
6	.0000	-.3584	.0000
7	.0000	-.3358	.0000
8	.0000	-.2169	.0000
9	.0000	13.9112	.0000
10	2.0794	-10.1642	.0000
11	2.0794	-10.1867	.0000
12	2.0794	-10.2120	.0000
13	1.8462	-9.7030	.0000
14	-.2332	.0449	.0000
15	-.2332	.0702	.0000
16	-.2332	.0927	.0000

## R E A C T I O N S   A N D   A P P L I E D   F O R C E S

## LOAD COMBINATION 5 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	.0000	36.9437	.0000



2	.0000	-.2169	.0000
3	.0000	-.3358	.0000
4	.0000	-.3584	.0000
5	.0000	-.4967	.0000
6	.0000	-.3584	.0000
7	.0000	-.3358	.0000
8	.0000	-.2169	.0000
9	.0000	36.9437	.0000
10	1.8653	-8.9745	.0000
11	1.8653	-8.9971	.0000
12	1.8653	-9.0223	.0000
13	.0000	-17.5806	.0000
14	-1.8653	-9.0223	.0000
15	-1.8653	-8.9971	.0000
16	-1.8653	-8.9745	.0000

## R E A C T I O N S   A N D   A P P L I E D   F O R C E S

## LOAD COMBINATION 6 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	.0000	21.3998	.0000
2	.0000	-.2169	.0000
3	.0000	-.3358	.0000
4	.0000	-.3584	.0000
5	.0000	-.4967	.0000
6	.0000	-.3584	.0000
7	.0000	-.3358	.0000
8	.0000	-.2169	.0000
9	.0000	21.3998	.0000
10	1.1658	-5.0886	.0000
11	1.1658	-5.1111	.0000
12	1.1658	-5.1364	.0000
13	.0000	-9.8086	.0000
14	-1.1658	-5.1364	.0000
15	-1.1658	-5.1111	.0000
16	-1.1658	-5.0886	.0000

## R E A C T I O N S   A N D   A P P L I E D   F O R C E S

## LOAD COMBINATION 7 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	-4.4310	21.2824	.0000
2	.0000	-.2819	.0000
3	.0000	-.4366	.0000
4	.0000	-.4659	.0000
5	.0000	-.6457	.0000
6	.0000	-.4659	.0000
7	.0000	-.4366	.0000
8	.0000	-.2819	.0000
9	.0000	12.5497	.0000
10	1.6673	-6.8959	.0000
11	1.6673	-6.9253	.0000
12	1.6673	-6.9581	.0000
13	1.1077	-7.7212	.0000
14	-.5596	-.8040	.0000

15	-.5596	-.7712	.0000
16	-.5596	-.7418	.0000

## R E A C T I O N S   A N D   A P P L I E D   F O R C E S

## LOAD COMBINATION 8 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	-4.4310	11.9561	.0000
2	.0000	-.2819	.0000
3	.0000	-.4366	.0000
4	.0000	-.4659	.0000
5	.0000	-.6457	.0000
6	.0000	-.4659	.0000
7	.0000	-.4366	.0000
8	.0000	-.2819	.0000
9	.0000	3.2234	.0000
10	1.2476	-4.5644	.0000
11	1.2476	-4.5644	.0000
12	1.2476	-4.5644	.0000
13	1.1077	-3.0581	.0000
14	-.1399	1.5276	.0000
15	-.1399	1.5604	.0000
16	-.1399	1.5897	.0000

## R E A C T I O N S   A N D   A P P L I E D   F O R C E S

## LOAD COMBINATION 9 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	.0000	17.0429	.0000
2	.0000	-.2819	.0000
3	.0000	-.4366	.0000
4	.0000	-.4659	.0000
5	.0000	-.6457	.0000
6	.0000	-.4659	.0000
7	.0000	-.4366	.0000
8	.0000	-.2819	.0000
9	.0000	17.0429	.0000
10	1.1192	-3.8506	.0000
11	1.1192	-3.8799	.0000
12	1.1192	-3.9127	.0000
13	.0000	-7.7846	.0000
14	-1.1192	-3.9127	.0000
15	-1.1192	-3.8799	.0000
16	-1.1192	-3.8506	.0000

## R E A C T I O N S   A N D   A P P L I E D   F O R C E S

## LOAD COMBINATION 10 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	.0000	7.7166	.0000
2	.0000	-.2819	.0000
3	.0000	-.4366	.0000
4	.0000	-.4659	.0000
5	.0000	-.6457	.0000
6	.0000	-.4659	.0000
7	.0000	-.4366	.0000
8	.0000	-.2819	.0000
9	.0000	7.7166	.0000

10	.6995	-1.5190	.0000
11	.6995	-1.5483	.0000
12	.6995	-1.5811	.0000
13	.0000	-3.1215	.0000
14	-.6995	-1.5811	.0000
15	-.6995	-1.5483	.0000
16	-.6995	-1.5190	.0000

## R E A C T I O N S   A N D   A P P L I E D   F O R C E S

LOAD COMBINATION 11 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	-7.3850	41.3713	.0000
2	.0000	-.2819	.0000
3	.0000	-.4366	.0000
4	.0000	-.4659	.0000
5	.0000	-.6457	.0000
6	.0000	-.4659	.0000
7	.0000	-.4366	.0000
8	.0000	-.2819	.0000
9	.0000	26.8168	.0000
10	2.7789	-13.2662	.0000
11	2.7789	-13.2955	.0000
12	2.7789	-13.3283	.0000
13	1.8462	-16.1640	.0000
14	-.9326	-3.0715	.0000
15	-.9326	-3.0387	.0000
16	-.9326	-3.0093	.0000

## R E A C T I O N S   A N D   A P P L I E D   F O R C E S

LOAD COMBINATION 12 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	-7.3849	25.8275	.0000
2	.0000	-.2819	.0000
3	.0000	-.4366	.0000
4	.0000	-.4659	.0000
5	.0000	-.6457	.0000
6	.0000	-.4659	.0000
7	.0000	-.4366	.0000
8	.0000	-.2819	.0000
9	.0000	11.2730	.0000
10	2.0794	-9.3803	.0000
11	2.0794	-9.4096	.0000
12	2.0794	-9.4424	.0000
13	1.8462	-8.3921	.0000
14	-.2332	.8145	.0000
15	-.2332	.8473	.0000
16	-.2332	.8766	.0000

## R E A C T I O N S   A N D   A P P L I E D   F O R C E S

LOAD COMBINATION 13 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	.0000	34.3055	.0000
2	.0000	- .2819	.0000
3	.0000	- .4366	.0000
4	.0000	- .4659	.0000
5	.0000	- .6457	.0000
6	.0000	- .4659	.0000
7	.0000	- .4366	.0000
8	.0000	- .2819	.0000
9	.0000	34.3055	.0000
10	1.8653	-8.1906	.0000
11	1.8653	-8.2199	.0000
12	1.8653	-8.2527	.0000
13	.0000	-16.2697	.0000
14	-1.8653	-8.2527	.0000
15	-1.8653	-8.2199	.0000
16	-1.8653	-8.1906	.0000

R E A C T I O N S   A N D   A P P L I E D   F O R C E S

LOAD COMBINATION 14 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	.0000	18.7616	.0000
2	.0000	- .2819	.0000
3	.0000	- .4366	.0000
4	.0000	- .4659	.0000
5	.0000	- .6457	.0000
6	.0000	- .4659	.0000
7	.0000	- .4366	.0000
8	.0000	- .2819	.0000
9	.0000	18.7616	.0000
10	1.1658	-4.3047	.0000
11	1.1658	-4.3340	.0000
12	1.1658	-4.3668	.0000
13	.0000	-8.4978	.0000
14	-1.1658	-4.3668	.0000
15	-1.1658	-4.3340	.0000
16	-1.1658	-4.3047	.0000

## ANEXO J

---

**Tabela 1J - Peso da telha metálica da Codeme Estruturas Metálica**

Espessura	0.43	0.50	0.65	0.80	0.95	1.25
kg/m	2.13	2.80	6.24	7.68	9.12	12.00

**Tabela 2J - Sobrecarga máxima para Telha CE 18 da Codeme**

Distância entre apoios	Espessura da chapa	0.43			0.50			0.65			
		número apoios	2	3	4	2	3	4	2	3	4
1.00m	Flecha	L/120	235	510	445	280	670	530	370	895	705
		L/180	145	355	280	170	420	330	230	560	440
	Resistência	230	230	290	270	270	340	360	360	450	
1.50m	Flecha	L/120	65	165	130	80	195	150	105	260	205
		L/180	40	100	80	45	120	95	65	160	125
	Resistência	100	100	125	120	120	150	155	155	195	
2.00m	Flecha	L/120	25	65	50	30	80	60	40	105	85
		L/180	--	40	30	--	45	35	25	65	50
	Resistência	55	55	70	65	65	80	85	85	110	
2.50m	Flecha	L/120	10	30	25	--	40	30	20	50	40
		L/180	--	--	--	--	20	--	--	30	20
	Resistência	30	30	40	40	40	50	50	50	65	

Tabela 2J - Sobrecarga máxima para Telha CE 18 da Codeme

Distância entre apoios	Espessura da chapa		0.80			0.95			1.25		
			2	3	4	2	3	4	2	3	4
1.00m	Flecha	L/120	465	1125	885	555	1350	1000	745	1800	1430
		L/180	290	700	550	345	540	660	460	1120	880
	Resistência	400	400	560	530	530	665	700	700	875	
1.50m	Flecha	L/120	130	325	255	160	395	310	210	525	410
		L/180	80	200	160	95	240	190	130	330	250
	Resistência	195	195	230	230	230	290	300	300	380	
2.00m	Flecha	L/120	50	135	105	60	160	125	80	215	165
		L/180	30	80	60	35	95	75	45	130	100
	Resistência	105	105	135	125	125	160	165	165	210	
2.50m	Flecha	L/120	20	65	50	25	75	60	35	100	80
		L/180	--	35	30	--	45	35	20	60	45
	Resistência	65	65	80	75	75	100	100	100	130	

Tabela 3J - Sobrecarga máxima para Telha CE 40 da Codeme

Distância entre apoios	Espessura da chapa		0.43			0.50			0.65		
			2	3	4	2	3	4	2	3	4
1.50m	Flecha	L/120	229	539	456	304	683	579	450	985	822
		L/180	172	390	332	218	494	419	313	705	590
	Resistência		117	123	153	162	169	210	243	253	314
1.75m	Flecha	L/120	151	351	297	198	446	378	287	636	533
		L/180	111	254	214	139	323	268	199	454	378
	Resistência		85	92	113	118	126	156	177	188	233
2.00m	Flecha	L/120	104	243	204	134	308	258	193	434	364
		L/180	75	176	146	93	224	181	133	309	255
	Resistência		64	71	88	89	98	121	134	145	180
2.25m	Flecha	L/120	74	175	145	94	222	185	136	310	259
		L/180	52	128	104	65	159	127	92	221	178
	Resistência		50	57	70	70	78	96	105	115	143
2.50m	Flecha	L/120	55	131	107	69	166	135	99	229	191
		L/180	38	94	75	47	116	93	66	164	129
	Resistência		40	47	58	55	64	79	84	92	117
2.75m	Flecha	L/120	41	100	81	51	126	101	73	174	143
		L/180	28	71	56	35	87	69	48	123	96
	Resistência		32	40	48	45	54	66	68	75	95
3.00m	Flecha	L/120	31	78	63	39	98	78	56	134	110
		L/180	21	54	43	26	67	53	35	93	72
	Resistência		26	34	41	37	46	56	56	62	79
3.25m	Flecha	L/120	24	61	49	30	77	61	43	106	86
		L/180	16	42	33	20	52	41	27	72	56
	Resistência		22	29	36	31	39	49	47	52	67
3.50m	Flecha	L/120	19	49	39	23	61	48	33	85	68
		L/180	--	33	26	--	41	32	20	57	43
	Resistência		18	26	31	26	33	42	40	44	57

Tabela 3J - Sobrecarga máxima para Telha CE 40 da Codeme

Distância entre apoios	Espessura da chapa		0.80			0.95			1.25		
			número apoios			2	3	4	2	3	4
1.50m	Flecha	L/120	591	1279	1063	706	1581	1306	895	2130	1707
		L/180	402	909	760	477	1105	890	618	1447	1143
	Resistência	325	329	412	394	388	486	514	502	628	
1.75m	Flecha	L/120	376	824	683	450	1010	832	571	1344	1073
		L/180	250	585	479	297	703	560	388	909	718
	Resistência	237	240	301	287	283	356	375	366	460	
2.00m	Flecha	L/120	251	562	468	299	684	558	390	904	717
		L/180	165	396	319	196	472	375	256	606	480
	Resistência	180	182	230	218	215	271	284	278	350	
2.25m	Flecha	L/120	174	400	334	207	486	391	270	636	501
		L/180	114	282	222	135	330	262	176	423	336
	Resistência	140	143	180	170	168	212	222	218	274	
2.50m	Flecha	L/120	125	295	242	149	355	283	194	461	363
		L/180	81	204	160	96	239	190	125	306	243
	Resistência	112	114	145	136	135	170	178	174	220	
2.75m	Flecha	L/120	92	222	181	109	267	211	143	344	271
		L/180	59	152	118	70	178	140	91	228	182
	Resistência	92	93	118	111	110	139	145	142	180	
3.00m	Flecha	L/120	69	172	138	82	205	162	107	263	207
		L/180	44	116	89	52	135	106	67	173	138
	Resistência	76	77	98	92	91	116	120	117	150	
3.25m	Flecha	L/120	53	135	107	63	160	126	82	205	161
		L/180	33	90	69	39	105	81	51	134	106
	Resistência	63	65	83	77	76	97	100	98	126	
3.50m	Flecha	L/120	41	108	84	49	126	99	63	162	127
		L/180	25	70	54	29	83	63	38	106	83
	Resistência	54	55	70	65	65	83	85	83	107	

L/120 para  $i \geq 15\%$ L/180 para  $i < 15\%$ 

L=vão da telha; i=inclinação do telhado