Perfis em Monovias

ROSÂNGELA C. BASTOS MARTINS[1]

I. Introdução

Monovias são sistemas largamente utilizados na indústria, criados para possibilitar o içamento e deslocamento horizontal de cargas. Esses sistemas são compostos por troles, manuais ou elétricos, que se deslocam na mesa inferior de vigas, geralmente perfis do tipo "I" laminados, fazendo assim a movimentação das cargas içadas por talhas (fig.1).

A prática que se consagrou em parte do mercado foi a de utilizar perfis laminados de abas inclinadas (conhecidos como perfis americanos), produto já quase descontinuado no País, fato que nos obriga a conhecer as novas possibilidades e suas implicações. A existência de projetos baseados nos perfis americanos, a necessidade de reposição parcial por manutenção e também as questões culturais, são fatores que contribuem para uma natural resistência à utilização de outros perfis. Mas essa é uma situação que exige rápida mudança, o que torna este artigo bem oportuno.

Fig.1

a) Trole manual *b) Trole com talha manual* *c) Trole com talha elétrica*

II. Perfis Laminados de Abas Paralelas

Iniciou no Brasil, em 2002, a produção de perfis da série WF (Wide Flange). A partir de então, o mercado passou a contar com mais de oitenta bitolas, de diferentes alturas, entre 150 mm a 610 mm. Uma extraordinária flexibilidade em relação aos antigos perfis americanos que, quando encontrados, são ofertados em aço ASTM A36, apenas nas alturas de 6, 8 e 10 polegadas e no máximo duas bitolas por altura. Os Perfis Laminados possuem mesas com faces paralelas e são produzidos em aço de alta resistência mecânica ASTM A 572, Grau 50, com Fy = 3,45tf/cm^2.

Neste novo cenário fica evidente a necessidade de se identificar e explorar a potencialidade da nova série para a aplicação em monovias.

III. Equipamentos de Içamento

Normalmente, os catálogos dos fornecedores dos equipamentos se limitam a mostrar as dimensões mínimas do perfil adequado à geometria dos troles/talhas de sua fabricação (fig. 2), mas em uma monovia também precisam ser examinados o vão juntamente com a capacidade do equipamento para se tomar a decisão sobre o perfil mais adequado para cada situação.

Como não existe, até o momento, uma padronização para a geometria dos equipamentos, a capacidade de carga é função da necessidade, e o espaçamento entre apoios é função das condições específicas de cada local onde o equipamento vai ser instalado, torna-se praticamente impossível se pensar em padronização, quando se trata de monovias.

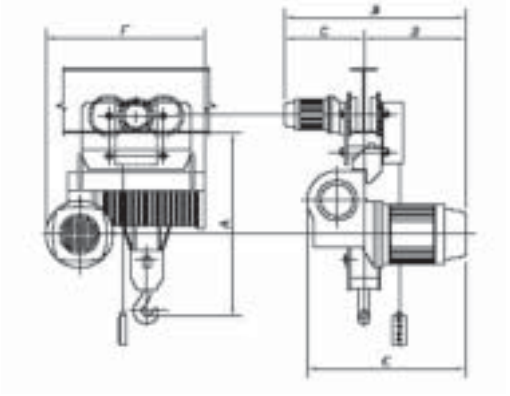


Fig.2

Diante deste universo de variáveis seria preferível que se tivesse pelo menos a definição previa do equipamento, suas características e capacidade, antes da escolha do perfil que o suportará. Entretanto, não é nessa ordem ideal que muitas vezes as informações chegam às fases de orçamento de uma obra. Momento em que se devem estimar rapidamente e com boa precisão as dimensões e a quantidade dos perfis a serem empregados, o que pode ser decisivo para o bom resultado de uma concorrência.

Neste contexto, o que pretendemos neste artigo é fornecer uma visão geral dos fatores envolvidos na verificação dos Perfis Laminados para essa aplicação, orientar sua escolha através do desenvolvimento de um exemplo numérico, partindo-se de critérios estabelecidos com base em características encontradas em equipamentos disponíveis no mercado.

IV. Premissas para Pré-dimensionamento

A seguir, baseando alguns itens nos catálogos dos principais fabricantes de talhas, vamos selecionar as principais variáveis que normalmente comandam o pré-dimensionamento da viga, bem como definir os princípios de verificação:

1 - ENGENHEIRA CIVIL

1 – Variáveis

- Capacidade de carga da talha
- Peso próprio da talha
- Tipo de acionamento
- Quantidade e afastamento das rodas
- Distância entre apoios

2 – Princípios de Verificação

2.1 – Condições gerais:

a. A verificação se restringirá ao perfil a ser utilizado como monovia e não se aplica às estruturas suporte, trole, bem como a qualquer outro elemento utilizado no içamento, fixação ou na operação de movimentação da carga, e está adequada a série laminada Gerdau Açominas, tipo I ou H, não se aplicando a outros tipos de perfis.

b. Os resultados obtidos se referem às operações regulares, ou seja, vigas carregadas no plano da alma. Condições severas ou especiais, tais como o uso de mais de um trole ou cargas não verticais, não estão previstas e requerem verificações específicas de profissional especializado (ver nota 1).

c. Por considerarmos adequadas às características desta abordagem (nota 2), as orientações aqui descritas baseiam-se no "Steel Construction Manual" do AISC, 9ª Edição-1989, para verificações globais, e na British Standard 2853-1957 (BS) para verificações locais e parâmetros específicos.

d. Definimos como sistema estrutural a viga bi-apoiada sem contenção lateral e lhe impusemos cargas características deste tipo de equipamento (ver nota 3).

2.2 – Parâmetros de Cálculo:

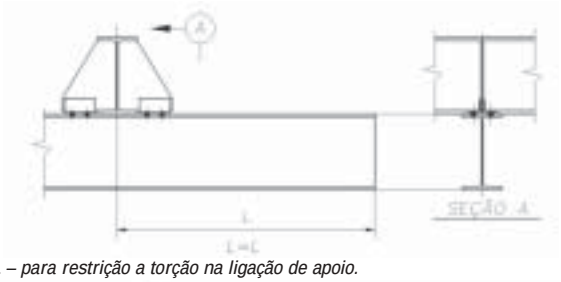
a. Aço ASTM A572 Grau 50, com limite de escoamento mínimo de 3,45tf/cm²

b. Deformação vertical admissível V = L/500, de acordo com a BS

c. Impacto vertical, de acordo com a BS (ver nota 4):
25% para operação motorizada
10% para operações manuais

2.3 – Comprimento efetivo de uma viga em balanço

De acordo com a British Standard 2853-1957, o comprimento efetivo do balanço depende das condições de apoio conforme mostrado nos detalhes sugeridos abaixo:



L = L – para restrição a torção na ligação de apoio.

L = 2L – para restrição parcial a torção na ligação de apoio.

L = 3L – Sem restrição a torção na ligação de apoio.

Nota 1: Importante observar que, se a necessidade envolver maior complexidade do que a sugerida, a situação deverá ser submetida à análise de um projetista especializado ou ao fabricante do equipamento responsável pelo projeto e fornecimento.

Nota 2: Considerando que este estudo está baseado em valores estimados, no que diz respeito às características dos equipamentos, e também à necessidade de compatibilização da metodologia de cálculo entre as normas utilizadas para verificação global e local da seção, este trabalho foi desenvolvido no Método das Tensões Admissíveis.

Nota 3: Na flexão, o AISC considera que uma viga está contida lateralmente quando a distância Lb entre apoios laterais não exceda o menor dos dois valores:

$\frac{20b_f}{\sqrt{F_y}}$ ou $\frac{1406}{(d/A_f) \times F_y}$ dentro destes limites o apoio lateral é considerado completo.

Para as vigas com apoio lateral completo:
Seção compacta – Fbx = 0,66Fy

Seção não-compacta $F_{bx} = F_y . [0,79 - 0,0075 . (b_f/2t_f) \times \sqrt{F_y}]$

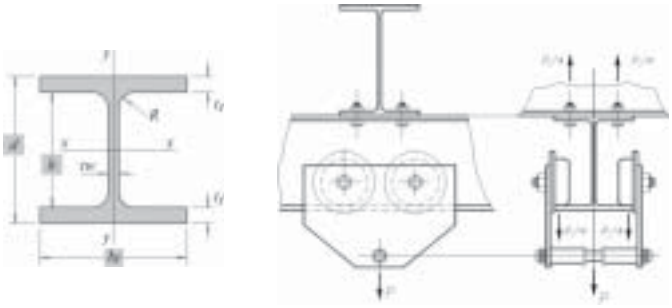
Nota 4: Os impactos são definidos para que estejam contemplados efeitos devidos a oscilações do cabo e as ações cinéticas de aceleração e frenagem da carga. Toda operação cuja velocidade de içamento não exceda 3,04m/min e ou a velocidade de movimentação não exceda 15,24m/min, pode ser classificada como operação manual – de acordo com a BS.

V. Exemplo Numérico

A partir das premissas definidas, no item IV, avaliamos o perfil W310x52 sendo utilizado como monovia considerando um vão de 4m e talha com capacidade de 3tf.

Verificação da seção: W 310 x 52,0

Características Geométricas	
d = 317,00 mm	I_x = 11.909 cm⁴
b_f = 167,00 mm	W_x = 751,4 cm³
t_f = 13,20 mm	R_x = 13,33 cm
h = 291,00 mm	I_y = 1.026 cm⁴
t_w = 7,60 mm	W_y = 122,9 cm³
Area = 67,0 cm²	R_y = 3,91 cm
d/A_x = 1,44 cm⁻¹	rT = 4,45 cm
Massa = 52,0 kgf/m	



Características do Equipamento	
Capacidade da talha - Q	5,00 tf
Trole+acessórios - T + A	1,10 tf
Impacto vertical - Imp.	20%
N° de rodas - (n)	4 un
Carga total P = (Q+T+A) x Imp	7,32 tf
Carga por roda - p = P / n	1,83 tf
Vão da monovia - L	4 m
Peso próprio do perfil - q	52,0 kgf/m

Parâmetros de Cálculo	
Limite de escoamento - Fy	3,45 tf/cm²
Deslocamento Admissível - Δ	L/500 cm
Módulo de elasticidade do aço - E	2.100 tf/cm²
Comprimento destravado da mesa superior da perfil - L_b =	4,00 m

Resultados	
Reação de apoio - R =	$\frac{P}{2}$ = 3,66 tf
Momento máximo - M_x =	$\frac{qL^2}{8} + \frac{PL}{4}$ = 742,40 tf.cm
Desloc. calculado - δ =	$\frac{Pl^3}{48EI} + \frac{5qL^4}{384EI}$ = 0,40 cm

Verificação do Deslocamento	
Desloc. Admissível - Δ =	L / 500 = $\frac{400}{500}$ = 0,80 cm > δ

Verificação das tensões

Pelo método escolhido para o pré-dimensionamento do elemento, que será utilizado como monovia, é necessário assegurar que a combinação das tensões longitudinais e transversais, atuantes nas mesas inferior e superior da viga não supere às admissíveis.

A verificação da mesa inferior será feita para a combinação das tensões com a carga passando pelo meio do vão, e a da mesa superior para a carga passando pelo apoio (ponto de fixação do elemento).

Tensões Atuantes	
Cortante - f_v =	$\frac{P}{d.tw}$ = 0,30 tf/cm²
Flexão global - f_1 =	$\frac{Mx}{Wx}$ = 0,99 tf/cm²
Flexão local na aba inferior $f_{2\,inf}$ =	$\frac{1,27.C.p}{K_1 t^2}$ = 0,67 tf/cm²
Flexão local na aba superior $f_{2\,sup}$ =	$\frac{1,27.C.p}{4 K_2 t^2}$ = 1,33 tf/cm²
Tensões combinadas da aba inferior $\sqrt{f_1^2 + f_{2\,inf}^2}$	1,19 tf/cm²
Tensões combinadas da aba superior $f_{1\,sup}$ =	0,99 tf/cm² (no apoio M_x = 0)

onde:

C = 0,5 Constante que leva em conta a largura da mesa e a distância entre eixos do trole – tab 1.

K_1 = 1 Constante que leva em conta o ponto de aplicação da carga transversalmente, utilizado para quando a carga está passando pelo centro do vão – tab 2.

K_2 = 0,5 Constante que leva em conta o ponto de aplicação da carga transversalmente, utilizado para quando a carga está passando pelo apoio – tab 3.

Tensões Admissíveis	
Cortante - F_v	0,4 F_y = 1,38 tf/cm² > f_v

Flexão

Na flexão, dependendo do tipo de seção (compacta, não compacta) e da existência ou não de apoio lateral, teremos valores diferentes para a tensão admissível – Fbx.
Uma seção é dita compacta quando pode atingir a plastificação total antes de qualquer outra instabilidade de acordo com os limites abaixo:

Elemento	Relação	Compacta	Não - Compacta
Aba de Perfil I	$b_f / 2t_f$	$17 / \sqrt{F_y}$	$25 / \sqrt{F_y}$
Alma de Perfil I	h / t_w	$170 / \sqrt{F_y}$	$200 / \sqrt{0,6\,F_y}$

Desta forma, para elementos com seção compacta ou não compacta e sem contenção lateral, que será a maioria dos casos para o aço ASTM A572, temos:

a) $\frac{L_b}{rT} \leq \sqrt{\frac{7171\,C_b}{F_y}} \rightarrow \frac{L_b}{rT} \leq 45,6$

$F_{bx} = 0,6\,F_y$

b) $\sqrt{\frac{7171\,C_b}{F_y}} \leq \frac{L_b}{rT} \leq \sqrt{\frac{35858\,C_b}{F_y}} \rightarrow 45,6 \leq \frac{L_b}{rT} \leq 101,9$

$F'_{bx} = \left[\frac{2}{3} - \frac{F_y \cdot (L_b / rT)^2}{107\,567\,C_b}\right] x\, F_y$

$F''_{bx} = \frac{843\,C_b}{L_b(d/A_f)}$ x RPG

F_{bx} = O maior dos valores, porém ≤ $0,6\,F_y$

c) $\frac{L_b}{rT} \geq \sqrt{\frac{35858\,C_b}{F_y}} \rightarrow \frac{L_b}{rT} \geq 101,9$

$F'_{bx} = \frac{11\,952\,Cb}{(L_b/rT)^2}$ x RPG

$F''_{bx} = \frac{843\,C_b}{L_b(d/A_f)}$ x RPG

F_{bx} = O maior dos valores, porém ≤ $0,6\,F_y$

d) Para qualquer valor de $\frac{L_b}{rT}$

$F_{bx} = \frac{843\,C_b}{L_b(d/A_f)} \leq 0,6\,F_y$

Galvanização a Fogo Mangels. Protegendo seu Aço da Corrosão.

A Mangels é pioneira no tratamento da superfície de peças de aço com a utilização da Galvanização a fogo.
Confiabilidade, durabilidade, versatilidade, menor custo e beleza são as vantagens desse processo.

Defensa Metálica Mangels. Qualidade no Produto, Segurança na Estrada.

As Defensas Metálicas Mangels são largamente utilizadas nas rodovias e avenidas como meio seguro de proteger o condutor e passageiros de acidentes.
Proporciona ótima resistência ao impacto e grande capacidade de absorção de energia cinética do veículo desgovernado.
Atende às NBR 6970/6971 e 6323.

Rua Panambi, 220 Cumbica Guarulhos SP 07224-130
Tel/Fax: (11) 6412-8911 galvanizacao@mangels.com.br
www.mangels.com.br

Maxizinco®
A fórmula Mangels de galvanizar

Mangels