

OBRA: *Reforço estrutural reforma Hospital Municipal*

LOCAL: *HOSPITAL MUNICIPAL DE SALTO DO JACUÍ*

CONTRATANTE: *Prefeitura Municipal do Salto do Jacuí*

CONTRATADA: *GAMA-Z Engenharia Ltda.*

RESP. TÉCNICO: *Eng. Civil André Schiefelbein – CREA 093.879*

Data: *Dezembro 2021*

Introdução:

Em 16 de Novembro de 2021, houve um contato do Engenheiro Pedro Lazzari do setor técnico da Prefeitura Municipal de Salto do Jacuí, em que foi agendado uma visita técnica para semana seguinte. Nesta visita foi entregue um projeto de reforma com adaptações a serem feitas no Hospital municipal de Salto do Jacuí. No local da obra com o Arquiteto Fabrício e o secretário Elso da prefeitura municipal, pude constatar que várias paredes já estavam demolidas. O diagnostico no primeiro momento foi de paralisar a obra, fazer o escoramento da laje e esperar por um projeto detalhando o reforço a ser feito.

Descrição do Reforço:

Para reforço estrutural optou-se por perfil metálico tipo W 200x22,5, para viga principal e perfil W 150x13. Os perfis serão instalados nos lugares onde foi feita a demolição das paredes, substituindo assim o apoio antes feito pelas paredes demolidas.

Verificação de cálculo viga principal W200x22,5

3.1) Para a viga principal a fixa de contribuição de descarregamento na viga metálica foi de 4,0 metros, sendo então considerado 2,0 metros para cada lado do eixo da viga metálica vamos levar em consideração a laje como sendo de cobertura com espessura maciça de 10 cm e uma carga de telhado de 75 kgf/m².

Para esta consideração temos:

Carga de peso próprio = $4,0\text{m} \times 0,10\text{m} \times 2500 \text{ kgf/m}^3 = 1000 \text{ kgf/m}$

Carga de telhado = $75 \text{ kgf/m}^2 \times 4\text{m} = 300 \text{ kgf/m}$

- Total da carga que a viga metálica tem que suportar é de 1300 kgf/m

- Carga limite para o perfil W200x22,5

Vamos arbitrar uma carga de 2300 kgf/m ou seja acima da carga existente e com uma margem de segurança. Para comprovação do perfil segue sequencia de cálculo abaixo:

VERIFICAÇÃO PERFIL W200X22,5

1.- GEOMETRIA

1.1.- Barras

1.1.1.- Materiais utilizados

Materiais utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designação	(kgf/cm ²)		(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Aço laminado	A-36 250Mpa	2100000.0	0.300	807692.3	2548.4	0.000012	7.850

Notação:
 E: Módulo de elasticidade
 ν : Módulo de poisson
 G: Módulo de corte
 f_y : Limite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatação
 γ : Peso específico

1.1.2.- Descrição

Descrição									
Material		Barra	Peça	Perfil(Série)	Comprimento	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designação	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Aço laminado	A-36 250Mpa	N25/N26	N25/N26	IL 210x7x102x8 (IL)	4.400	1.00	1.00	-	-

Notação:
 Ni: Nó inicial
 Nf: Nó final
 β_{xy} : Coeficiente de flambagem no plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de flambagem no plano 'XZ'
 Lb_{Sup.}: Espaçamento entre travamentos do banzo superior
 Lb_{Inf.}: Espaçamento entre travamentos do banzo inferior

1.1.3.- Características mecânicas

Tipos de peça

Ref.	Peças
1	N25/N26

Características mecânicas									
Material		Ref.	Descrição	A	Avy	Avz	Iyy	Izz	It
Tipo	Designação			(cm²)	(cm²)	(cm²)	(cm4)	(cm4)	(cm4)
Aço laminado	A-36 250Mpa	1	IL 210x7x102x8, (IL)	29.90	12.24	12.22	2091.59	142.05	5.70

Notação:

Ref.: Referência

A: Área da seção transversal

Avy: Área de esforço cortante da seção segundo o eixo local 'Y'

Avz: Área de esforço cortante da seção segundo o eixo local 'Z'

Iyy: Inércia da seção em torno do eixo local 'Y'

Izz: Inércia da seção em torno do eixo local 'Z'

It: Inércia à torção

As características mecânicas das peças correspondem à seção no ponto médio das mesmas.

1.1.4.- Tabela de ferro

Tabela de ferro						
Material		Peça (Ni/Nf)	Perfil(Série)	Comprimento (m)	Volume (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designação					
Aço laminado	A-36 250Mpa	N25/N26	IL 210x7x102x8 (IL)	4.400	0.013	103,27
Notação: Ni: Nó inicial Nf: Nó final						

2.- CARGAS

2.1.- Barras

Referências:

'P1', 'P2':

- Cargas pontuais, uniformes, em faixa e momentos pontuais: 'P1' é o valor da carga. 'P2' não se utiliza.
- Cargas trapezoidais: 'P1' é o valor da carga no ponto onde começa (L1) e 'P2' é o valor da carga no ponto onde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' é o valor máximo da carga. 'P2' não se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' e 'P2' são os valores da temperatura nas faces exteriores ou paramentos da peça. A orientação da variação do incremento de temperatura sobre a seção transversal dependerá da direção selecionada.

'L1', 'L2':

- Cargas e momentos pontuais: 'L1' é a distância entre o nó inicial da barra e a posição onde se aplica a carga. 'L2' não se utiliza.
- Cargas trapezoidais, em faixa, e triangulares: 'L1' é a distância entre o nó inicial da barra e a posição onde começa a carga, 'L2' é a distância entre o nó inicial da barra e a posição onde termina a carga.

Unidades:

- Cargas concentradas: t
- Momentos pontuais: t.m.
- Cargas uniformes, em faixa, triangulares e trapezoidais: t/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas em barras										
Barra	Hipótese(s)	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N25/N26	Permanente	Uniforme	0.023	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N25/N26	Permanente	Uniforme	2.300	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000

3.- RESULTADOS

3.1.- Barras

3.1.1.- Esforços

Referências:

- N: Esforço axial (t)
- Vy: Esforço cortante segundo o eixo local Y da barra. (t)
- Vz: Esforço cortante segundo o eixo local Z da barra. (t)
- Mt: Momento torsor (t.m)
- My: Momento fletor no plano 'XZ' (rotação da seção em relação ao eixo local 'Y' da barra). (t.m)

Mz: Momento fletor no plano 'XY' (rotação da seção em relação ao eixo local 'Z' da barra).
 (t·m)

3.1.1.1.- Hipótese(s)

Esforços em barras, por hipóteses/ações											
Barra	Hipótese(s)	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.550 m	1.100 m	1.650 m	2.200 m	2.750 m	3.300 m	3.850 m	4.400 m
N25/N26	Permanent e	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-5.112	-3.834	-2.556	-1.278	0.000	1.278	2.556	3.834	5.112
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-3.749	-1.289	0.469	1.523	1.874	1.523	0.469	-1.289	-3.749
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SCU 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

3.1.1.2.- Combinações

Esforços em barras, por combinação												
Barra	Combinação		Esforço	Posições na barra								
	Tipo	Descrição		0,000 m	0,550 m	1,100 m	1,650 m	2,200 m	2,750 m	3,300 m	3,850 m	4,400 m
N25/N26	Aço laminado	0.9-AP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-4.600	-3.450	-2.300	-1.150	0.000	1.150	2.300	3.450	4.600
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-3.374	-1.160	0.422	1.371	1.687	1.371	0.422	-1.160	-3.374
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		1.4-AP	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-7.156	-5.367	-3.578	-1.789	0.000	1.789	3.578	5.367	7.156
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-5.248	-1.804	0.656	2.132	2.624	2.132	0.656	-1.804	-5.248
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		0.9-AP+1.5-SCU1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-4.600	-3.450	-2.300	-1.150	0.000	1.150	2.300	3.450	4.600
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-3.374	-1.160	0.422	1.371	1.687	1.371	0.422	-1.160	-3.374
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		1.4-AP+1.5-SCU1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-7.156	-5.367	-3.578	-1.789	0.000	1.789	3.578	5.367	7.156
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	-5.248	-1.804	0.656	2.132	2.624	2.132	0.656	-1.804	-5.248
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

3.1.1.3.- Envoltórias

Envoltórias dos esforços em barras											
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra								
			0,000 m	0,550 m	1,100 m	1,650 m	2,200 m	2,750 m	3,300 m	3,850 m	4,400 m
N25/N26	Aço laminado	N _{mín}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		N _{máx}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		V _y _{mín}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		V _y _{máx}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		V _z _{mín}	-7,156	-5,367	-3,578	-1,789	0,000	1,150	2,300	3,450	4,600
		V _z _{máx}	-4,600	-3,450	-2,300	-1,150	0,000	1,789	3,578	5,367	7,156
		M _t _{mín}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		M _t _{máx}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		M _y _{mín}	-5,248	-1,804	0,422	1,371	1,687	1,371	0,422	-1,804	-5,248
		M _y _{máx}	-3,374	-1,160	0,656	2,132	2,624	2,132	0,656	-1,160	-3,374
		M _z _{mín}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		M _z _{máx}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

3.1.2.- Resistência

Referências:

N: Esforço axial (t)

V_y: Esforço cortante segundo o eixo local Y da barra. (t)

V_z: Esforço cortante segundo o eixo local Z da barra. (t)

M_t: Momento torsor (t·m)

M_y: Momento fletor no plano 'XZ' (rotação da seção em relação ao eixo local 'Y' da barra). (t·m)

M_z: Momento fletor no plano 'XY' (rotação da seção em relação ao eixo local 'Z' da barra). (t·m)

Os esforços indicados são os correspondentes à combinação desfavorável, ou seja, aquela que solicita a máxima resistência da seção.

Origem dos esforços desfavoráveis:

- G: Verticais
- GV: Verticais + vento
- GSis: Verticais + sismo
- GVSis: Verticais + vento + sismo

η : Aproveitamento da resistência. A barra cumpre as condições de resistência da Norma se cumprir que $\eta \leq 100\%$.

Verificação de resistência										
Barra	η (%)	Posição (m)	Esforços desfavoráveis						Origem	Estado
			N (t)	V _y (t)	V _z (t)	M _t (t·m)	M _y (t·m)	M _z (t·m)		
N25/N26	99,18	0,000	0,000	0,000	-7,156	0,000	-5,248	0,000	G	Passa

3.1.3.- Flechas

Referências:

Pos.: Valor da coordenada sobre o eixo 'X' local do grupo de flecha no ponto onde se produz o valor péssimo da flecha.

L.: Distância entre dois pontos de corte consecutivos da deformada com a reta que une os nós extremos do grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha ativa absoluta xy Flecha ativa relativa xy		Flecha ativa absoluta xz Flecha ativa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	N25/N2 6	0.000 - L/(> 1000)	0.00 2.200 2.200	5.73 L/767.5	0.000 - L/(> 1000)	0.00 L/(> 1000)	0.000 - L/(> 1000)	0.00 L/(> 1000)

4.- CONCLUSÃO

Aplicando uma carga de 2300 kgf/m o perfil W200x22,5 suporta 99,18 % o total dessa carga, ou seja está cumprindo com segurança o peso de 1300 kgf/m aplicado na prática.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SALTO DO JACUÍ

ENG. CIVIL ANDRÉ SCHIEFELBEIN – CREA 93,879
GAMA-Z ENGENHARIA LTDA | CREA-RS 249.562