

CI52R – Estructuras de Acero

Semestre Primavera 2007

Profesor: Alejandro Verdugo

Auxiliar: Javier Carrasco

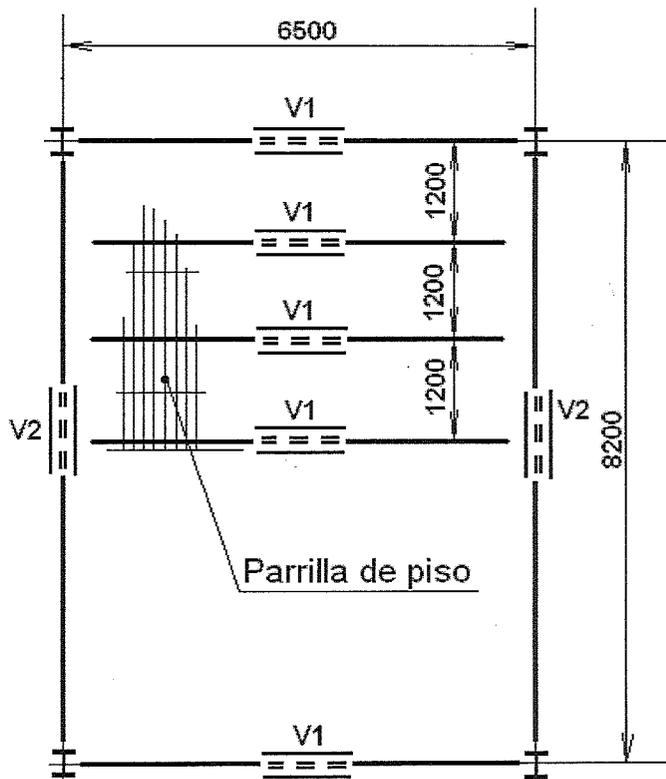
Control 2

Tiempo: 2.0 horas

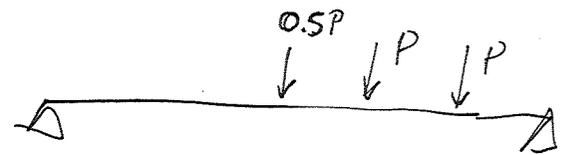
1. Diseñar las vigas V1 y V2 de la plataforma de la figura.

Considerar:

- Acero ASTM A36 – Usar perfiles tipo IN
- Propiedades geométricas según Manual Cintac
- Norma AISC 2005 ASD – Tensiones admisibles
- Carga de diseño $q=800$ kgf/m² (incluye peso de viga y parrilla)
- No es necesario verificar resistencia al corte
- Las secciones de las vigas V1 y V2 son distintas
- La parrilla de piso no fija el volcamiento de las vigas
- Deformación máxima admisible $d < L/300$ (cargas de servicio)



PLANTA



$$\Delta_{max} = 1.31 \cdot 10^{-6} [cm] \cdot \frac{P}{I}$$

P en Tonf
 I en mm^4

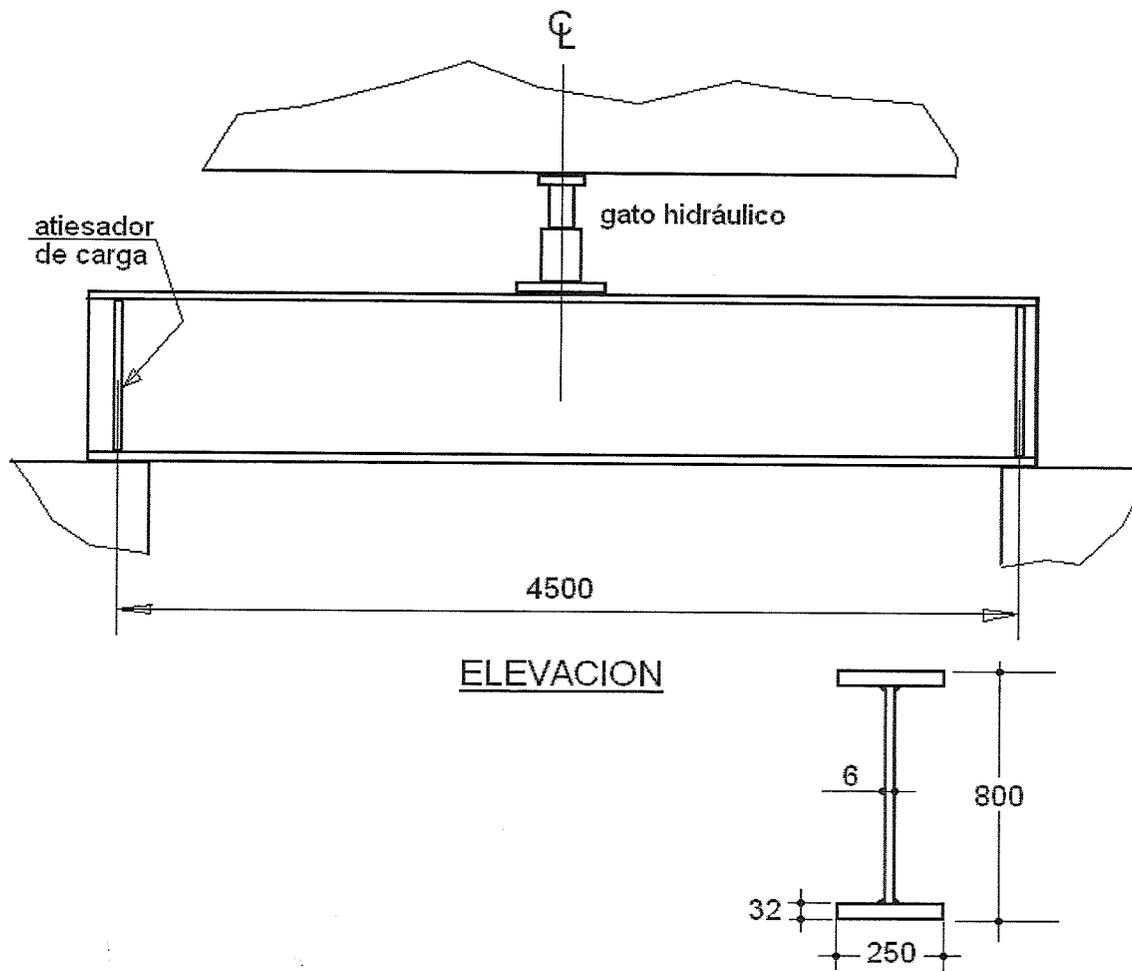
$$I = \frac{P \cdot 1.31 \cdot 10^{-6} [cm]}{\Delta_{max}}$$

2. La figura muestra una viga utilizada para el “gateo” de una estructura, durante su montaje. Se pide determinar:

- La carga máxima mayorada que resiste la viga, desde el punto de vista de la resistencia al corte.
- La separación máxima entre atiesadores que sería necesario agregar para llevar a la viga a su máxima resistencia al corte. Determinar dimensiones (ancho, espesor) de los atiesadores.

Considerar:

- Diseño según AISC-LRFD
- Acero ASTM A36 ($F_y = 2.53 \text{ Ton/cm}^2$)
- Sólo hay restricción al volcamiento en los extremos de la viga



Pauta P1 C2 CI52R PRIMAVERA 2007

Calculó: Javier Carrasco Catalán

Fecha: 31-10-2007

Tonf := 1000kgf

1. Características de los Materiales

$$F_y := 2.53 \frac{\text{Tonf}}{\text{cm}^2}$$

Tensión de fluencia acero ASTM A36

$$E := 2100 \frac{\text{Tonf}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de elasticidad acero

2. Diseño Viga V1

La viga trabaja simplemente apoyada

2.1 Solicitaciones

$$q := 800 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Carga distribuida por unidad de área

$$L_w := 6500 \text{mm}$$

Luz de la viga

$$B_{\text{trib}} := 1200 \text{mm}$$

Ancho tributario

$$q_l := q \cdot B_{\text{trib}}$$

$$q_l = 0.96 \frac{\text{Tonf}}{\text{m}}$$

$$M_s := \frac{q_l \cdot L^2}{8}$$

$$M_s = 5.07 \text{ Tonf} \cdot \text{m}$$

Momento solicitante de diseño

0.5

2.2 Elección del perfil

Hay que cumplir resistencia y rigidez, lo cual significa lo siguiente

$$\Delta_{\text{adm}} := \frac{L}{300}$$

$$\Delta_{\text{adm}} = 21.667 \text{ mm}$$

Deformación admisible de la viga

$$\Omega_w := 1.67$$

Factor de seguridad diseño a flexión (ASD)

$$I_{x\text{min}} := \frac{5 \cdot q_l \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot \Delta_{\text{adm}}}$$

$$I_{x\text{min}} = 4904 \text{ cm}^4$$

Inercia mínima

$$Z_{x\text{min}} := \frac{M_s \cdot \Omega}{F_y}$$

$$Z_{x\text{min}} = 334.66 \text{ cm}^3$$

Módulo plástico mínimo considerando falla sólo por plastificación total

Con esto elijo mi perfil

2.3 Propiedades Geométricas

VIGA V1: IN25x34.3 (LA CONSIDERO SOLDADA)

$H_w := 250\text{mm}$	Altura sección	$I_y := 1070\text{cm}^4$	Inercia Eje débil
$B := 200\text{mm}$	Ancho ala	$W_y := 107\text{cm}^3$	Módulo sección eje débil
$e_w := 8\text{mm}$	Espesor ala	$r_y := 4.94\text{cm}$	Radio de giro eje débil
$t := 5\text{mm}$	Espesor alma	$J_t := 7.84\text{cm}^4$	Inercia Torsional
$A_g := 43.7\text{cm}^2$	Área	$C_w := 156000\text{cm}^6$	Constante de alabeo
$I_x := 5220\text{cm}^4$	Inercia Eje Fuerte		
$W_x := 418\text{cm}^3$	Módulo de la sección eje fuerte		
$r_x := 10.9\text{cm}$	Radio de giro eje fuerte		

Necesitamos calcular el Z_x

$$Z_x := 2 \cdot \left[B \cdot e \cdot \left(\frac{H}{2} - \frac{e}{2} \right) + \left(\frac{H}{2} - e \right) \cdot t \cdot \frac{\frac{H}{2} - e}{2} \right] \quad Z_x = 456 \text{ cm}^3$$

2.3 Determinación del caso aplicar diseño a flexión (pandeos locales a flexión)

Ala

$\lambda_f := \frac{B}{2 \cdot e}$	$\lambda_f = 12.5$	Esbeltez ala
$\lambda_{pf} := 0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$\lambda_{pf} = 10.948$	Esbeltez compacta ala doble T
$k_c := \frac{4}{\sqrt{\frac{H - 2 \cdot e}{t}}}$	$k_c = 0.585$	ok
$\lambda_{rf} := 0.95 \sqrt{\frac{E \cdot k_c}{0.7 F_y}}$	$\lambda_{rf} = 25.015$	Esbeltez no compacta ala doble T

En este caso se tiene que $\lambda_{pf} < \lambda_f < \lambda_{rf}$, por lo que el ala es **NO COMPACTA**

Alma

$\lambda_w := \frac{H - 2 \cdot e}{t}$	$\lambda_w = 46.8$	Esbeltez alma
$\lambda_{pw} := 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$\lambda_{pw} = 108.327$	Esbeltez compacta alma doble T

0.5

FU < 1.0 OK, la viga resiste

2.6 Verificación de la deformación

$$\Delta := \frac{5 \cdot q_l \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} \quad \Delta = 20.355 \text{ mm} < \quad \Delta_{adm} = 21.667 \text{ mm} \quad \text{ok}$$

0.5

3. Diseño de la Viga V2

3.1 Análisis Estructural

Las vigas V1 se apoyan en V2

$$P := q_l \cdot \frac{L}{2} \quad P = 3.12 \text{ Tonf}$$

Carga puntual que actúa sobre la viga salvo en la viga de borde en que se tiene la mitad de ella

$$L := 8200 \text{ mm}$$

Luz de la viga y de volcamiento. Las vigas transversales no restringen el volcamiento

Debemos de nuevo imponer las condiciones de resistencia y rigidez para obtener la perfil a utilizar

$$\Delta_{adm} := \frac{L}{300} \quad \Delta_{adm} = 27.333 \text{ mm} \quad \text{Deformación admisible de la viga}$$

Aplicando la indicación dada para el cálculo de la deformada

$$I_{xmin} := 0.00015 \text{ m}^4 \quad I_{xmin} = 15000 \text{ cm}^4$$

De análisis estructural tenemos que

$$M_s := 10.04 \text{ Tonf} \cdot \text{m} \quad \text{Momento solicitante de diseño}$$

Luego tenemos un Zmin

$$Z_{min} := \frac{M_s \cdot \Omega}{F_y} \quad Z_{min} = 662.719 \text{ cm}^3$$

Con esta información defino que perfil debo utilizar

0.5

3.2 Propiedades Geométricas

VIGA: IN35x53.0 (LA CONSIDERO SOLDADA)

$H_{\text{ww}} := 350\text{mm}$	Altura sección	$I_y := 1600\text{cm}^4$	Inercia Eje débil
$B_{\text{ww}} := 200\text{mm}$	Ancho ala	$W_{yy} := 160\text{cm}^3$	Módulo sección eje débil
$e_{\text{ww}} := 12\text{mm}$	Espesor ala	$r_y := 4.87\text{cm}$	Radio de giro eje débil
$t := 6\text{mm}$	Espesor alma	$J := 25.5\text{cm}^4$	Inercia Torsional
$A_g := 67.6\text{cm}^2$	Área	$C_w := 457000\text{cm}^6$	Constante de alabeo
$I_x := 15400\text{cm}^4$	Inercia Eje Fuerte	$Z_x := 971\text{cm}^3$	Módulo plástico eje fuerte
$W_{xx} := 883\text{cm}^3$	Módulo de la sección eje fuerte		
$r_x := 15.1\text{cm}$	Radio de giro eje fuerte		

3.3 Determinación del caso aplicar diseño a flexión (pandeos locales a flexión)

Ala

$$\lambda_f := \frac{B}{2 \cdot e} \quad \lambda_f = 8.333 \quad \text{Esbeltez ala}$$

$$\lambda_{pf} := 0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \lambda_{pf} = 10.948 \quad \text{Esbeltez compacta ala doble T}$$

El ala es **COMPACTA**

Alma

$$\lambda_w := \frac{H - 2 \cdot e}{t} \quad \lambda_w = 54.333 \quad \text{Esbeltez alma}$$

$$\lambda_{pw} := 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \lambda_{pw} = 108.327 \quad \text{Esbeltez compacta alma doble T}$$

El alma es **COMPACTA**

0.5

CASO F2

3.3.1 Estado límite N°1: Plastificación total de la sección

$$M_p := Z_x \cdot F_y$$

$$M_{n1} := M_p$$

$$M_{n1} = 24.566 \text{ Tonf} \cdot \text{m}$$

0.75

3.3.2 Estado límite N°2: Volcamiento

$$\begin{aligned}
 L_v &:= L & L_v &= 8200 \text{ mm} & \text{Longitud de volcamiento es igual a la longitud de la viga} \\
 L_p &:= 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} & L_p &= 2469 \text{ mm} \\
 r_{ts} &:= \sqrt{\frac{I_y \cdot C_w}{W_x}} & r_{ts} &= 55.339 \text{ mm} \\
 L_r &:= 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \frac{E}{0.7 \cdot F_y} \cdot \sqrt{\frac{J}{W_x \cdot (H - e)}} \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left[\frac{0.7 \cdot F_y \cdot W_x \cdot (H - e)}{E \cdot J} \right]^2}} & L_r &= 7247 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

En este caso se tiene que $L_v > L_r$ por lo cual para calcular el volcamiento se aplica lo siguiente

Tengo que calcular C_b , para lo cual tengo lo siguiente

$$\begin{aligned}
 M_a &:= 4.21 \text{ Tonf} \cdot \text{m} & \text{en } x &= 2.05 \text{ m} \\
 M_b &:= 8.42 \text{ Tonf} \cdot \text{m} & \text{en } x &= 4.10 \text{ m} \\
 M_c &:= 9.13 \text{ Tonf} \cdot \text{m} & \text{en } x &= 6.15 \text{ m} \\
 M_{\max} &:= M_s & M_{\max} &= 10.04 \text{ Tonf} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

0.75

$$C_b := \frac{12.5 M_{\max}}{2.5 M_{\max} + 3 \cdot M_a + 4 M_b + 3 \cdot M_c} \quad C_b = 1.27 < 3 \quad \text{ok}$$

$$M_{n2} := \frac{C_b \cdot W_x \cdot \pi^2 \cdot E}{\left(\frac{L_v}{r_{ts}}\right)^2} \cdot \sqrt{1 + \frac{0.078 \cdot J}{W_x \cdot (H - e)} \cdot \left(\frac{L_v}{r_{ts}}\right)^2} \quad M_{n2} = 16.617 \text{ Tonf} \cdot \text{m}$$

En este caso se tiene que $M_{n2} < M_p$ ok

Luego la resistencia nominal de la viga es siempre la menor de todas las resistencias nominales que se obtienen de los estados límites

$$M_n := \min(M_{n1}, M_{n2}) \quad M_n = 16.617 \text{ Tonf} \cdot \text{m} \quad \text{Resistencia nominal de diseño}$$

$$\frac{M_n}{\Omega} = 9.95 \text{ Tonf} \cdot \text{m} \quad \text{Resistencia admisible de diseño}$$

$$\frac{F_U}{\Omega} := \frac{M_s}{M_n} \quad \boxed{FU = 1.009} \text{ Factor de utilización}$$

$FU < 1.05$ OK, la viga resiste

3.4 Verificación de la deformación de la viga

De acuerdo con la indicación dada en el control, la deformación de la viga es

$$\Delta_{\text{ww}} := \frac{1.31 \cdot 10^{-6} \cdot \text{m}^5}{\text{Tonf}} \cdot \frac{P}{I_x} \quad \Delta = 26.54 \text{ mm} < \Delta_{\text{adm}} = 27.333 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

0.5

FIN

Descuentos:

FU fuera del rango $[0.90, 1.05] \rightarrow 0.5$
Cada viga descuenta este.

$\Delta > \Delta_{\text{adm}}$ pero FU dentro del rango -0.5
en cada viga.