

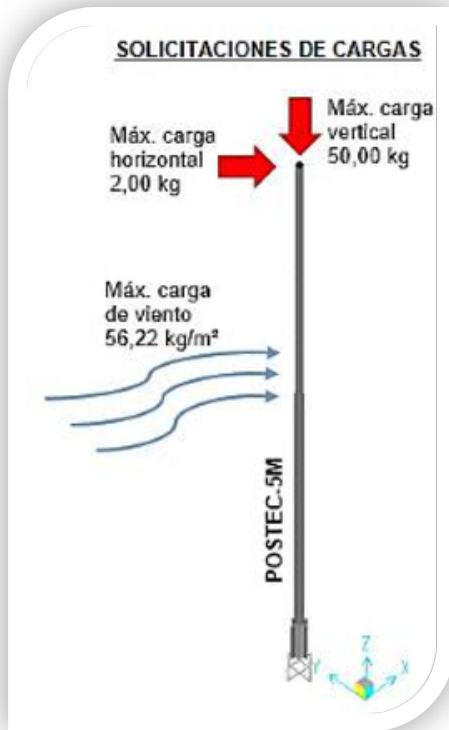


**MEMORIA DE CÁLCULO
EVALUACIÓN ESTRUCTURA PARA POSTE METÁLICO 5m DE
ALTURA
CIVIL**

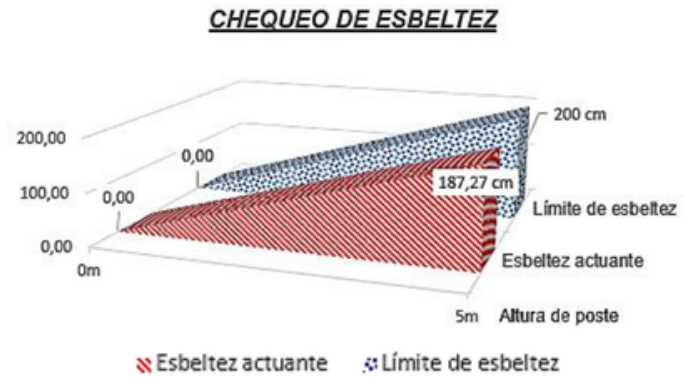
INGTOP,CA

RIF: J-40130113-4

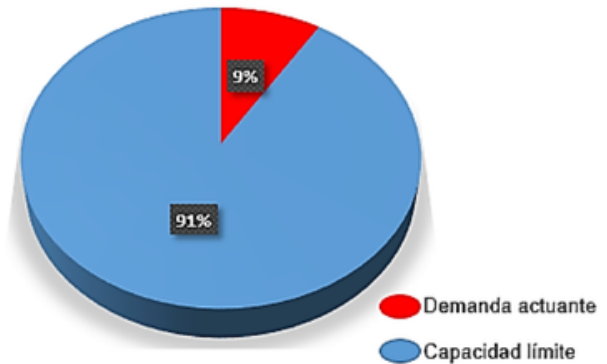
Emisión	Nº Rev.	Fecha Rev.	Pág.	Descripción	Elaborado	C.I.V.	Revisado	C.I.V.	Aprobado
May-20	A	May-20	18	Emisión Original	L. Vegas	244.273	C. Montiel	192.456	
Jul-20	0	Jul-20	21	Emisión Final	L. Vegas	244.273	C. Montiel	192.456	



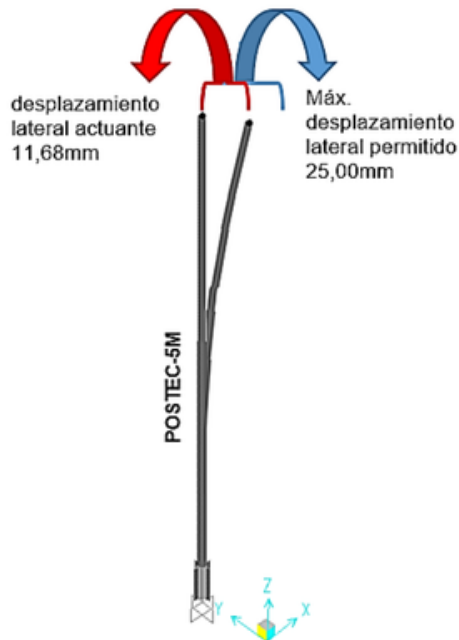
CHEQUEOS DE LA ESTRUCTURA



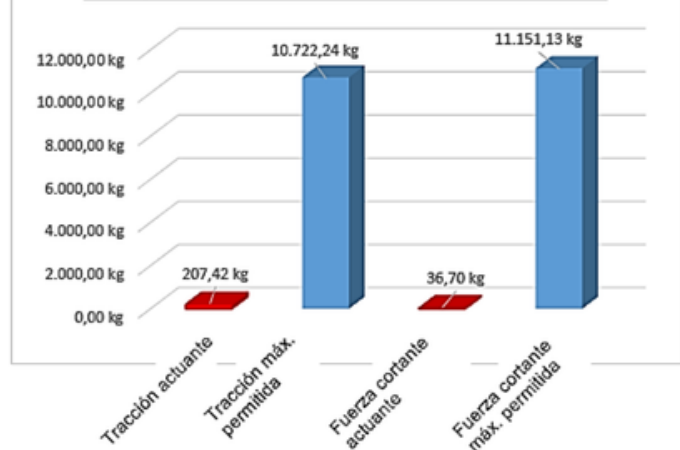
CHEQUEO DE CAPACIDAD-DEMANDA



CHEQUEO DE DESPLAZAMIENTO



CHEQUEO / PERNOS DE ANCLAJE CAN5-POSTE



Nota: Para amplia información con detalle de los valores mostrados en este resumen ver el documento DC-001 "Memoria de Cálculo – Evaluación Estructura para Poste Metálico 5m de Altura – Civil".

TABLA DE CONTENIDO

1. 2. OBJETIVO	3
3. 4. ALCANCE	3
5. CÓDIGOS Y NORMAS.....	3
6. 7. CONDICIONES AMBIENTALES	4
8. 9. UBICACIÓN DE LA OBRA	4
10. SISTEMA DE MEDIDAS.....	5
10.1 MATERIALES	5
10.2 CRITERIOS DE DISEÑO	6
11. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	6
11.1 CASO DE CARGAS APLICADAS	7
11.2 Carga Muerta (D)	7
12. Carga de Viento (W)	8
12.1 COMBINACIONES DE CARGAS	11
Combinación de Cargas para Verificación del Estado Servicio.....	11
Combinación de Cargas Mayoradas Usando el Método de Resistencia	11
DISEÑO DE LA ESTRUCTURA POSTE DE 5M DE ALTURA.....	12
Estructura de poste	12
12.1.1 Chequeo de la Esbeltez.....	12
12.1.2 Chequeo del Desplazamiento Lateral	12
12.1.3 Diseño de los Elementos de Acero – Relación Demanda / Capacidad de Perfiles	13
12.1.4 Reacciones de la Estructura para el Diseño del Anclaje	15
12.2 Diseño de Placa Base.....	
12.3 16 Diseño de Pernos de Anclaje	
12.4	18
13. Flexión en la Cimentación.....	20
ANEXO – PLANO DE	
DETALLES DE RIGIDIZADOR	21

Memoria de Cálculo – Evaluación Estructura para Poste Metálico 5m de Altura – Civil

1. OBJETIVO

El objetivo del documento es presentar los criterios, normas y herramientas de cálculo empleados para la evaluación y el análisis del diseño estructural del poste metálico que presenta una altura de 5m.

2. ALCANCE

El alcance de este documento contempla la ingeniería de detalle Civil necesaria para la evaluación del diseño del poste metálico, basados en los criterios de diseño necesarios para dar cumplimiento a los requerimientos establecidos en las normativas vigentes.

3. CÓDIGOS Y NORMAS

Tabla 3.1: Normas y códigos aplicables	
Instituto Nacional de Normalización - Chile	
NCh 432	Diseño Estructural – Cargas de Viento
NCh 1537	Diseño Estructural de Edificios – Cargas Permanentes y Sobrecargas de Uso.
NCh 2369	Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales.
NCh 3171	Diseño Estructural – Disposiciones Generales y Combinaciones de Cargas
American Society of Civil Engineers	
ASCE 7-2010	Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures
International Building Code	
IBC 2009	International Building Code
American Society for Testing and Materials (ASTM)	
ASTM A36	Specification for Carbon Structural Steel

Memoria de Cálculo – Evaluación Estructura
para Poste Metálico 5m de Altura – Civil

Tabla 3.1: Normas y códigos aplicables	
ASTM A53	Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless
ASTM A105	Standard Specification for Forgings, Carbon Steel, for Piping Components
ASTM A123	Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Steel and Iron Products
American Welding Society (AWS)	
D1.1	Structural Welding Code

4. CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones climáticas del sitio de instalación son indicadas en la Tabla N° 4.1:

Tabla 4.1: Condiciones climáticas de la zona definida para el proyecto	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Altura sobre el nivel del mar	567 msnm
Temperatura promedio anual	16°C – 17°C
Humedad Relativa	71%
Precipitaciones anuales	281,90 mm

5. UBICACIÓN DE LA OBRA

Las instalaciones del poste serán realizadas en la ciudad metropolitana de Santiago de Chile.

6. SISTEMA DE MEDIDAS

Para el desarrollo del proyecto se utilizarán fundamentalmente las unidades de medida métricas. Sin embargo, se permitirá el uso de las unidades del sistema inglés (tales como pies cúbicos por minuto (pcm), psi o hp) para tratar aspectos particulares de dimensionamiento o selección de equipos.

7. MATERIALES

Los materiales a utilizar deben cumplir con los estándares mostrados a continuación:

- Concreto estructural

Concreto para cimentaciones / Fundaciones:	Resistencia mínima a la compresión $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ (3.000 psi) a los 28 días, $E = 15.100 f'c^{1/2} \text{ kgf/cm}^2$, $\rho = 2.400 \text{ kgf/m}^3$.
---	---

- Acero estructural

Perfiles laminados / Perfiles Tubulares:	ASTM A36, $F_y = 2.530 \text{ kg/cm}^2$, $E = 2.10 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$, $\rho = 7.850 \text{ kg. /m}^3$.
Planchas:	ASTM A36, $F_y = 2.530 \text{ kg/cm}^2$.

Para el diseño se tomará en consideración lo siguiente:

- Las estructuras de acero deberán ser galvanizados en caliente, con un recubrimiento adecuado para resistir o minimizar el deterioro prematuro de las estructuras debido a la corrosión.
- El galvanizado deberá ir conforme a lo descrito en las normas BS EN ISO 1461:2009 o ASTM A123 (para miembros) y A153 (para equipos). El grosor mínimo de la capa de zinc para los pernos galvanizados y arandelas deberán determinarse mediante tablas apropiadas con estos códigos.

8. CRITERIOS DE DISEÑO

- La evaluación y el análisis estructural del poste se elaboró empleando un modelo matemático, utilizando el software SAP2000 V14.2.4. El modelo incluye la idealización de elementos estructurales, junto con las cargas aplicadas a la estructura del cual se encuentra solicitada, para predecir su comportamiento en respuesta a los estímulos producidos, garantizando una transmisión realista de cargas entre cada uno de los elementos.
- Se consideró de acuerdo a los requerimientos de la ubicación el impacto del viento en la estructura.
- La carga aplicada en la estructura corresponde al peso propio que contiene la misma.
- Las cargas de viento se aplicarán de forma distribuida (kg/m) o las equivalentes, en la simulación de la estructura y en las direcciones correspondientes.
- Toda la estructura será galvanizada de acuerdo con la normativa ASTM A123 / A153.
- De acuerdo con la norma AISC 360 "Specification for Structural Steel Buildings" capítulo E2., las relación de esbeltez limitante sugerida para los miembros que cargan el esfuerzo de compresión calculado será los siguiente:

(a) $kL/r \leq 200$ (Elementos a compresión).

No obstante este criterio queda a juicio del diseñador si sobrepasa la limitante sugerida por la normativa ya que está sometido de acuerdo al uso de las estructuras.

- Control lateral máximo de desviación: $L / 200$.

9. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La evaluación, modelado y análisis de la estructura correspondiente al poste, está conformado por un tubo cónico de un diámetro inicial de 120mm y un

diámetro final del tubo de 60mm. Se realizó el análisis utilizando la herramienta de simulación estructural SAP2000 V14.2.4, aplicando las normativas establecidas en el punto N°3 del presente documento.

Se establecieron, las dimensiones, los materiales, la calidad y el tipo de elementos de acuerdo a lo mostrado en los puntos n° 7 y 8 de este documento.



Figura 9.1: Estructura Poste.

(Fuente: Modelo en el programa SAP2000 V14.2.4).

10. CASO DE CARGAS APLICADAS

10.1 Carga Muerta (D)

Las cargas muertas son aquellas que siempre actúan sobre la estructura y no varían en el tiempo, como todo elemento soportado e incluyendo el peso propio.

Para efectos de esta ingeniería, las cargas muertas a considerar serán aquellas conformadas por el peso propio y elementos de soporte.

Tabla 10.1: Cargas muertas de los materiales a considerar.	
Acero Estructural	7850,00 kg/m ³
Accesorios – Carga gravitacional	4,00 kg
Accesorios – Carga lateral	1,00 kg

10.2 Carga de Viento (W)

Las cargas de viento no serán consideradas simultáneamente con las cargas sísmicas, cargas de impacto, o fuerzas de fluidos infrecuentes.

Las cargas de viento deberán estar en concordancia con lo establecido en el Reglamento Chileno NCh 432; serán usados los siguientes parámetros:

El diseño de la fuerza del viento para estructuras abiertas será calculado mediante la siguiente ecuación:

$$F=qz*G*Cf*Af (N) \quad (7.14)$$

Dónde:

qz = presión de velocidad evaluada a la altura z del centroide del área Af , usando la exposición, definida en la sección 7.10.

G = factor de efecto de ráfaga de la sección 7.8.

Cf = coeficientes de fuerza de las figuras. 7.11.3.

Af = área proyectada normal al viento, excepto donde Cf se haya especificado para la superficie real, en m².

Presión de velocidad, qz , evaluada a la altura z se calculará con la siguiente expresión:

$$qz=0.613 Kz* Kzt* Kd* V^2 (N/m^2); V \text{ en m/s}$$

Dónde:

Kz = coeficiente de exposición de presión por velocidad definido en la sección 7.6.7.

Kzt = factor topográfico definido en la sección 7.7.2.

Memoria de Cálculo – Evaluación Estructura
para Poste Metálico 5m de Altura – Civil

K_d =factor de dirección del viento definido en la sección 7.4.5.

V =velocidad básica del viento (m/s) definido en la sección 7.4.

Tabla 10.2: Parámetros básicos de diseño – Estructura Soporte		
Factor de importancia, (I)	1,15	Tabla 8
Velocidad básica del viento, V (m/s)	35 (m/s)	Tabla 6
Factor de dirección del viento, (K_d)	0,95	Sección 7.4.5
Categoría de exposición	C	Sección 7.6.4
Factor topográfico, (K_{zt})	1,00	Sección 7.7.2
Coeficiente de exposición de presión por velocidad, (K_z)	-	Sección 7.6.7
Factor de efecto de ráfaga, (G)	0,85	Sección 7.8
Coeficiente de presión interna, (G_{Cpi})	-	Sección 7.11.1
Coefficientes de fuerza, (C_f)	-	Sección 7.11.3
Presión por velocidad, (q_z)	-	Sección 7.10

Para las solicitaciones de viento, el cual se encuentran sometida la estructura del poste se utilizaron las siguientes áreas de contacto de presión:

Memoria de Cálculo – Evaluación Estructura
para Poste Metálico 5m de Altura – Civil



Figura 10.2.1: Áreas de contacto del viento a la estructura del poste
(Fuente: Elaboración propia).

Parámetros básicos							
Categoría de uso	IV						NCh3171/Sección 6.1
Latitud S (°)	35°-42°						
Velocidad básica del viento, V (m/s)	40 m/seg	144 km/hr					NCh-432/Sección
Factor de dirección del viento, Kd	0,95						7.4.3 NCh-432/Tabla
Categoría de exposición	C						7 NCh-432/Sección
Factor topográfico, Kzt	1,00						7.6.4
Factor de efecto ráfaga, G	0,850						NCh-432/Sección
Clasificación de cerramientos	Edificio abierto						7.7.2
Constante de exposición del terreno, a	9,5						NCh-432/Sección 7.8
Constante de exposición del terreno, z _g	274,3 m						NCh-432/Sección 7.9
Factor de importancia, I	1,15						NCh-432/Tabla 12
Cálculo de áreas							
Descripción	Sección	Label	Forma	Eje perpendicular al viento	Ancho (Variable)	Largo	NCh-432/Tabla 8
Tub. 12mm a 6mm	Circular	-	C	X-X	0,090 m	5,000 m	0,45
							Σ m ²
							0,45
							m ²
Cálculo de presiones							
Área bruta de la estructura, A _g	0,450 m ²						
Coefficiente de área sólida vs área bruta, C _e	1,00						
Coefficiente de fuerza, C _f	0,7						NCh-432/Sección 7.11.3
Altura de diseño, z	5,0 m						
Coefficiente de exposición para presión dinámica, K _z	0,87						
Presión de velocidad, q _z	926,9 N/m ²						NCh-432/Sección 5.2
Presión mínima de diseño de viento	480,0 x A _f (N/m ²)	48,93					
Carga de diseño de viento, F	551,5 x A _f (N/m ²)	56,22					NCh-432/Sección 7.14
							kg/m ²

Figura 10.2.2: Hoja de cálculo para las solicitaciones de viento en la estructura.

11. COMBINACIONES DE CARGAS

A continuación, se indican los casos de cargas primarias a ser utilizadas:

Tabla 11.1: Cargas primarias			
NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE CARGA GRAVITACIONAL MÁXIMA	CANTIDAD DE CARGA LATERAL MÁXIMA A/S
D	Cargas muertas	Peso propio perfil (35,52) + 4,00 kg	1,00 kg
L	Cargas variable	50,00 kg	2,00 kg
W	Cargas debidas al Viento	0,00 kg/m ²	56,22 kg/m ²

11.1 Combinación de Cargas para Verificación del Estado Servicio

- SERV1.- D
- SERV2.- D + L
- SERV3.- D + 0,75 (L)
- SERV4.- D + W_x
- SERV5.- D + W_y
- SERV6.- D + 0,75 (W_x) + 0,75 (L)
- SERV7.- D + 0,75 (W_y) + 0,75 (L)
- SERV8.- 0,6 (D) + W_x
- SERV9.- 0,6 (D) + W_y

11.2 Combinación de Cargas Mayoradas Usando el Método de Resistencia

- U1.- 1,4 (D)
- U2.- 1,2 (D) + 1,6 (L)
- U3.- 1,2 (D) + L + 0,8 (W_x)
- U4.- 1,2 (D) + L + 0,8 (W_y)
- U5.- 1,2 (D) + 1,6 (W_x) + L

- U6.- 1,2 (D) + 1,6 (Wy) + L
- U7.- 0,9 (D) + 1,6 (Wx)
- U8.- 0,9 (D) + 1,6 (Wy)

12. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA POSTE DE 5M DE ALTURA

12.1 Estructura de poste

12.1.1 Chequeo de la Esbeltez

DATOS:

Tipo de elemento	Otros
Tipo de perfil	TUB. CÓNICO
Designación de perfil	Variable (base 120mm a punta 60mm)
Radio de Inercia, sentido de flexión X (cm)	5,34
Radio de Inercia, sentido de flexión Y (cm)	5,34
Longitud de perfil (cm)	500,00
Valor teórico de K	2,00
Esbeltez en el sentido X	187,27
Esbeltez en el sentido Y	187,27

Esbeltez mas desfavorable a considerar para el diseño	187,27
Chequeo con la normativa	Ok

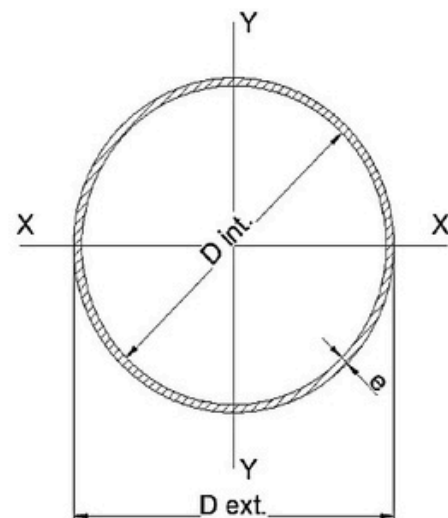


Figura 12.1.1: Hoja de cálculo - Chequeo de esbeltez en la estructura.

12.1.2 Chequeo del Desplazamiento Lateral

Se permitirá una deflexión lateral máxima de $L / 200$, como lo indica la normativa correspondiente. (L: Longitud del tramo evaluado).

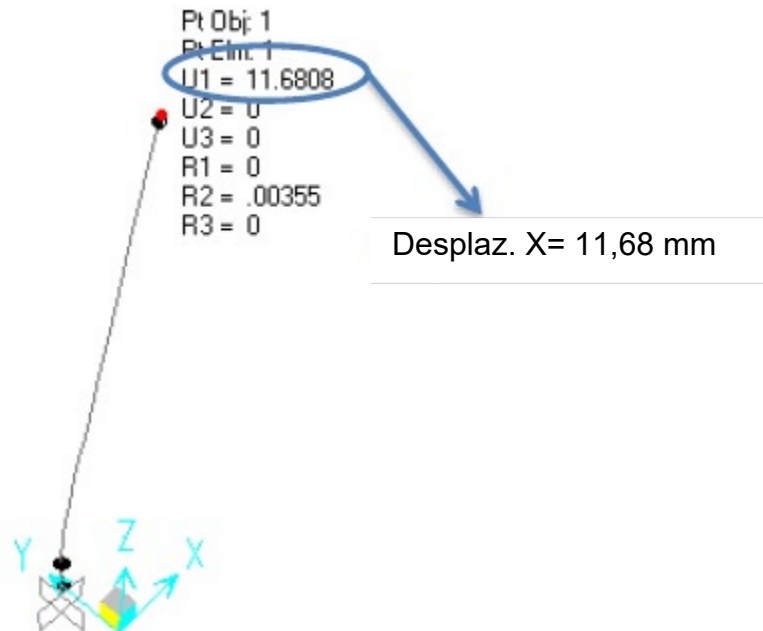


Figura 12.1.2: Desplazamiento lateral debido al viento (Wx), (mm).

(Fuente: Modelo en el programa SAP2000 V14.2.4).

$$\Delta_{act} = 11,68 \text{ mm}$$

$$\Delta_{adm} = L/200 = 5000 / 200 = 25,00 \text{ mm}$$

Luego, $\Delta_{act} < \Delta_{adm}$ OK!!!

Observación: De acuerdo al análisis, los resultados obtenidos se encuentran por encima de lo permitido y el diseño de la geometría de la estructura falla.

12.1.3 Diseño de los Elementos de Acero – Relación Demanda / Capacidad de Perfiles

El diseño de todas las secciones se llevó a cabo mediante el uso del programa de cálculo mencionado en el ítem 8 de esta memoria de cálculo; el programa utilizado realiza una revisión basada en el Código AISC360-05. A través de la instrucción STEEL FRAME DESIGN calcula los esfuerzos actuantes bajo las diferentes combinaciones de solicitaciones actuantes, y establece una relación respecto al esfuerzo resistente. Esta relación es denominada "ratio" y debe resultar menor que la unidad (< 1.00).

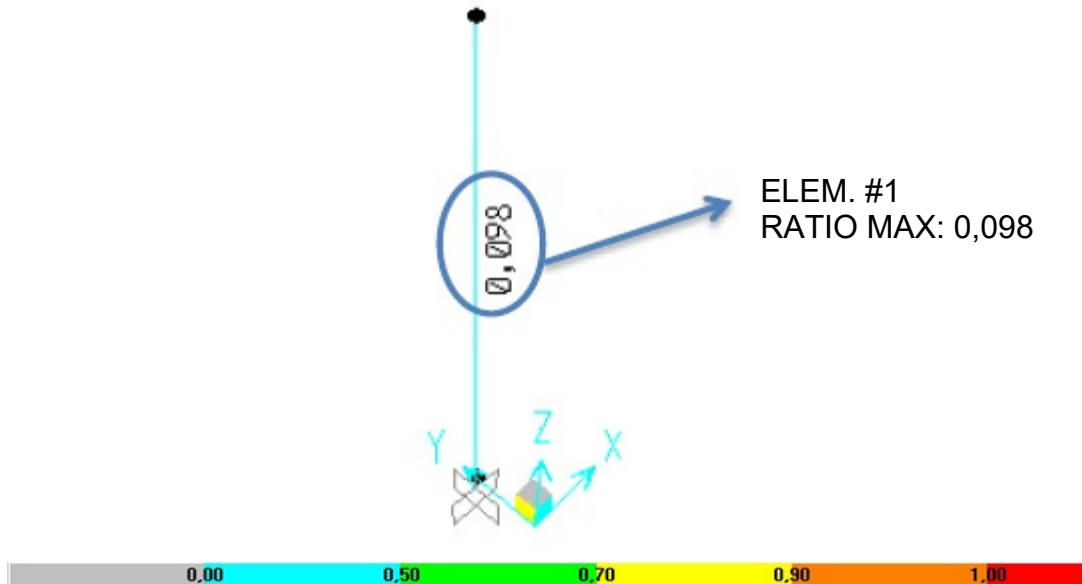


Figura 12.1.3: Relación Demanda / Capacidad de perfiles.

(Fuente: Modelo en el programa SAP2000 V14.2.4).

Tabla 12.1.3: Resumen de la relación Demanda / Capacidad de perfiles.

Fuente: SAP2000 V14.2.4 (TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - AISC360-05-IBC2006)

Frame	DesignSect	DesignType	Ratio	Combo
Text	Text	Text	Unitless	Text
1	Tub 12-6 3mm	Column	0,098	U6._ 1,2 (D) + 1,6 (Wy) + L

Ratio act = 0,098

Ratio adm = 1,000

Luego, **$\Delta_{act} < \Delta_{adm}$ OK!!!**

12.1.4 Reacciones de la Estructura para el Diseño del Anclaje

Para el diseño de la plancha base y fundación, se observan las reacciones en la siguiente tabla:

Tabla 12.1.4: Cargas Resultantes en el Nudo

Fuente: SAP2000 V14.2.4 (TABLE: Joint Reactions)

Nodos	Casos de Cargas	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m
1	D	1,00	1,00	39,52	0,00	0,00	0,00
1	L	4,00	4,00	100,00	10,00	-10,00	0,00
1	Wx	-23,50	0,00	0,00	0,00	-58,75	0,00
1	Wy	0,00	23,50	0,00	58,75	0,00	0,00
1	SERV1.- D	1,00	1,00	39,52	-5,00	5,00	0,00
1	SERV2.- D + L	5,00	5,00	139,52	15,00	-15,00	0,00
1	SERV3.- D + 0,75 (L)	4,00	4,00	114,52	-12,50	12,50	0,00
1	SERV4.- D + Wx	-22,50	1,00	39,52	-5,00	-53,75	0,00
1	SERV5.- D + Wy	1,00	-22,50	39,52	53,75	5,00	0,00
1	SERV6.- D + 0,75 (Wx) + 0,75 (L)	-13,63	4,00	114,52	-12,50	-31,56	0,00
1	SERV7.- D + 0,75 (Wy) + 0,75 (L)	4,00	-13,63	114,52	31,56	12,50	0,00
1	SERV8.- 0,6 (D) + Wx	-22,90	0,60	23,71	-3,00	-55,75	0,00
1	SERV9.- 0,6 (D) + Wy	0,60	-22,90	23,71	55,75	3,00	0,00
1	U1.- 1,4 (D)	1,40	1,40	55,32	-7,00	7,00	0,00
1	U2.- 1,2 (D) + 1,6 (L)	3,20	3,20	97,42	-11,00	11,00	0,00
1	U3.- 1,2 (D) + L + 0,8 (Wx)	-11,20	7,60	207,42	-22,00	-25,00	0,00
1	U4.- 1,2 (D) + L + 0,8 (Wy)	7,60	-11,20	207,42	25,00	22,00	0,00
1	U5.- 1,2 (D) + 1,6 (Wx) + L	-34,40	3,20	97,42	-11,00	-83,00	0,00

Tabla 12.1.4: Cargas Resultantes en el Nudo

Fuente: SAP2000 V14.2.4 (TABLE: Joint Reactions)

Nodos	Casos de Cargas	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m
1	U6.- 1,2 (D) + 1,6 (Wy) + L	3,20	-34,40	97,42	83,00	11,00	0,00
1	U7.- 0,9 (D) + 1,6 (Wx)	-36,70	0,90	35,56	-4,50	-89,50	0,00
1	U8.- 0,9 (D) + 1,6 (Wy)	0,90	-36,70	35,56	-89,50	-4,50	0,00

12.2 Diseño de Placa Base

La placa base fue modelada en el software SAP2000 V14.2.4, para obtener las sollicitaciones máxima a tracción y los esfuerzos máximos en la placa base.

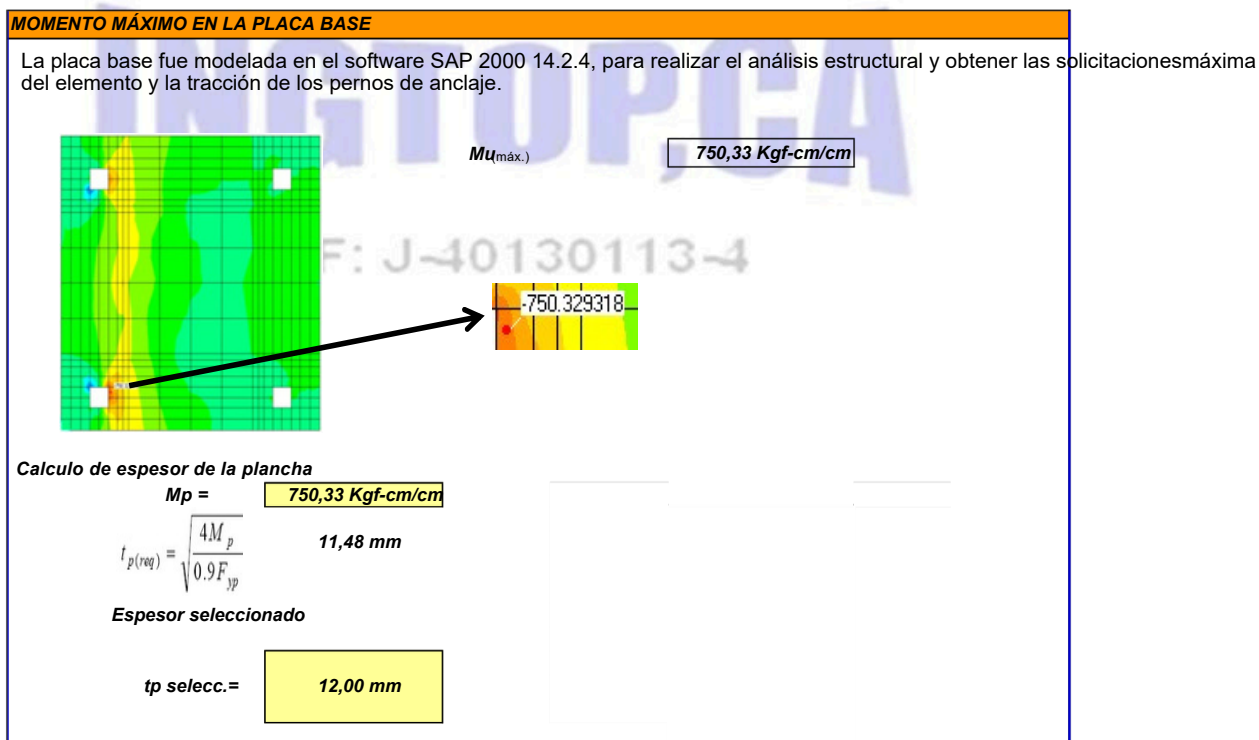
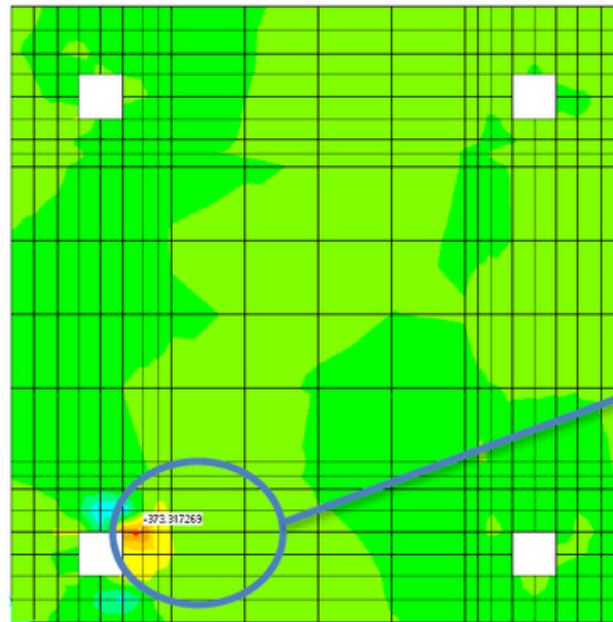


Figura 12.2.1: Hoja de cálculo – Diseño de espesor de placa base.

(Fuente: Elaboración propia).

Memoria de Cálculo – Evaluación Estructura
para Poste Metálico 5m de Altura – Civil



Esfuerzo máx:
373,23 kg/cm²

Stress S13 Diagram - Abs Max (COMB 1 PUMAX) - Step 10

Figura 12.2.2: Esfuerzo en la placa base.

(Fuente: Modelo en el programa SAP2000 V14.2.4).

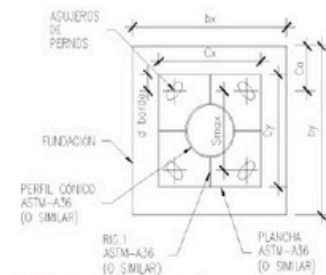
Esfuerzo act = 373,23 kg/cm²

Esfuerzo adm = 2530,00 kg/cm²

Luego, **$\Delta_{act} < \Delta_{adm}$ OK!!!**

Memoria de Cálculo – Evaluación Estructura
para Poste Metálico 5m de Altura – Civil

12.3 Diseño de Pernos de Anclaje

Datos:	Perno	Φ	5/8 "	
		$A_{nominal}$	1,98 cm ²	
A_{neta}		1,46 cm ²		
Φ Arandela		1 1/3 "		
Φ Cabeza		1 1/6 "		
$C_{a,max}$		10,00 cm		
S_{max}		18,00 cm		
h_{ef}		6,67 cm		
d_{borde}		3,60 cm		
f_y		2530 kg/cm ²		
1.9 f_y		4807 kg/cm ²		
f_t	4080 kg/cm ²			
F_{uta}	4896 kg/cm ²			
# a corte	4			
# en tracción	2			
Tu(-)	207,42 kg			
Vu	36,70 kg			
Zona sísmica	si			
Solicitud				

Caso 1.-Solicitud máxima para Placa Base .					
Combinación U3.	1,2 (D) + 1,6 (L) + 0,8 (Wx)	Pu(kg)	Mu(kg-m)	vux(kg)	vuy(kg)
U3.	1,2 (D) + 1,6 (L) + 0,8 (Wx)	207,42	25,00	-11,20	7,60
U7.	0,9 (D) + 1,6 (Wx)	35,56	89,50	-36,70	0,90



Figura 12.3.1: Pernos de anclaje
(Fuente: Elaboración propia).

Memoria de Cálculo – Evaluación Estructura
para Poste Metálico 5m de Altura – Civil

CÁLCULO DE LOS PERNOS DE ANCLAJE SOLICITADOS A TRACCIÓN		
Capacidades a Tracción	Resistencia del acero de un anclaje en tracción	
	ΦN_{sa}	10722,24 kg $\Phi n A_{sa} n f_{t,sa}$ ACI D.5.1.2 Ec (D-3)
	A_{Ne}	2025,00 cm ²
	A_{Nco}	400,00 cm ²
	$\Psi_{ec,N}$	1,00
	$\Psi_{ed,N}$	1,00
	$\Psi_{c,N}$	1,25
	$\Psi_{cp,N}$	1,00
	N_b	2721,66 kg $K_c \lambda \sqrt{f_c} h_{ef}^{1.5}$
	Resistencia al arrancamiento del concreto	
ΦN_{cbg}	12917,23 kg $\Phi A_{Ne}/A_{Nco} \Psi_{ec,N} \Psi_{ed,N} \Psi_{c,N} \Psi_{cp,N} N_b$ ACI D.5.2.1 Ec D-5	
Resistencia a la extracción por desizamiento de un anclaje en tracción		
$\Psi_{c,p}$	1,40 ACI D.5.3.6	
ΦN_{pn}	21260,93 kg $\Phi \Psi_{c,p} N_b$ ACI D.5.3 Ec D-14,15	
Resistencia al desprendimiento lateral del del concreto en un anclaje con cabeza en tracción		
ΦN_{sb}	19640,26 kg $\Phi 42,5 C_{41} \sqrt{A_{brg}} \lambda \sqrt{f_c}$	
ΦN_s	10722,24 kg	
CÁLCULO DE LOS PERNOS DE ANCLAJE SOLICITADOS A CORTE		
Resistencia Teórica de los Anclajes sometido a Fuerzas Cortantes		
Resistencia del acero del anclaje sometido a cortante		
ΦV_{sa}	11151,13 Kg $\Phi 0,6 n A_{sa} n f_{t,sa}$ ACI D.6.1.1 (D-22)	
c_{a1}	10 cm ACI D.6.2.1	
A_{Vc}	13440 cm ² $(2 (1,5 c_{a1}) + S_{max}) h_a$ ACI D.6.2.1	
A_{Vd}	450 cm ² $4,5 (c_{a1})^2$ ACI D.6.2.1 (D-23)	
V_b	1779,52 Kg $2,12 (l_w/d_w)^{0,2} (\sqrt{d_w}) \lambda \sqrt{f_c} c_{a1}^{11,5}$ ACI 6.2.2 (D-25)	
$\Psi_{ec,V}$	1,00 ACI D.6.2.5	
c_{a2}	10 cm	
$\Psi_{ed,V}$	1,00 ACI D.6.2.6 (D-27, D-28)	
$\Psi_{c,V}$	1,20 ACI D.6.2.7	
$\Psi_{h,V}$	1,00 ACI D.6.2.8 (D-29)	
Resistencia al arrancamiento del concreto de anclajes a cortante		
ΦV_{cbg}	31091,69 Kg $\Phi (A_{Vd}/A_{Vc}) \Psi_{ec,V} \Psi_{ed,V} \Psi_{c,V} \Psi_{h,V} V_b$ ACI D.6.2.1(D-21, D-22)	
Resistencia al desprendimiento del concreto por cabeceo del anclaje sometido a cortante		
ΦV_{cp}	77503,39 Kg $K_{cp} N_{cbg}$ ACI D.6.3.1 (D-30, D-31)	
Resistencia Teórica de los Anclajes sometido a Fuerzas Cortantes		
ΦV_n	11151,13 Kg ratio = 0,01	
Interacción de las fuerzas de tracción y cortante		
$\Phi N_s/\Phi N_s + \Phi V_s/\Phi V_s$	0,023 <1,2 ACI D.7.3 (D-32)	

Figura 12.3.1: Hoja de cálculo – Diseño de pernos de anclaje.

(Fuente: Elaboración propia).

DIRECCION FISCAL: 2da CALLE RANCHO GRANDE No 25ª

MENE GRANDE, ESTADO ZULIA.

OFICINA MARACAIBO: Av 23 1º DE MAYO No 84ª-51

OFICINA SATELITE: TELF. 0261-7592423/6159443 0414-6915463 0414-0370618
Carrera 21 # 8-87 Apto 203, Yopal, Dpto del Casanare Colombia +57-321-3351970

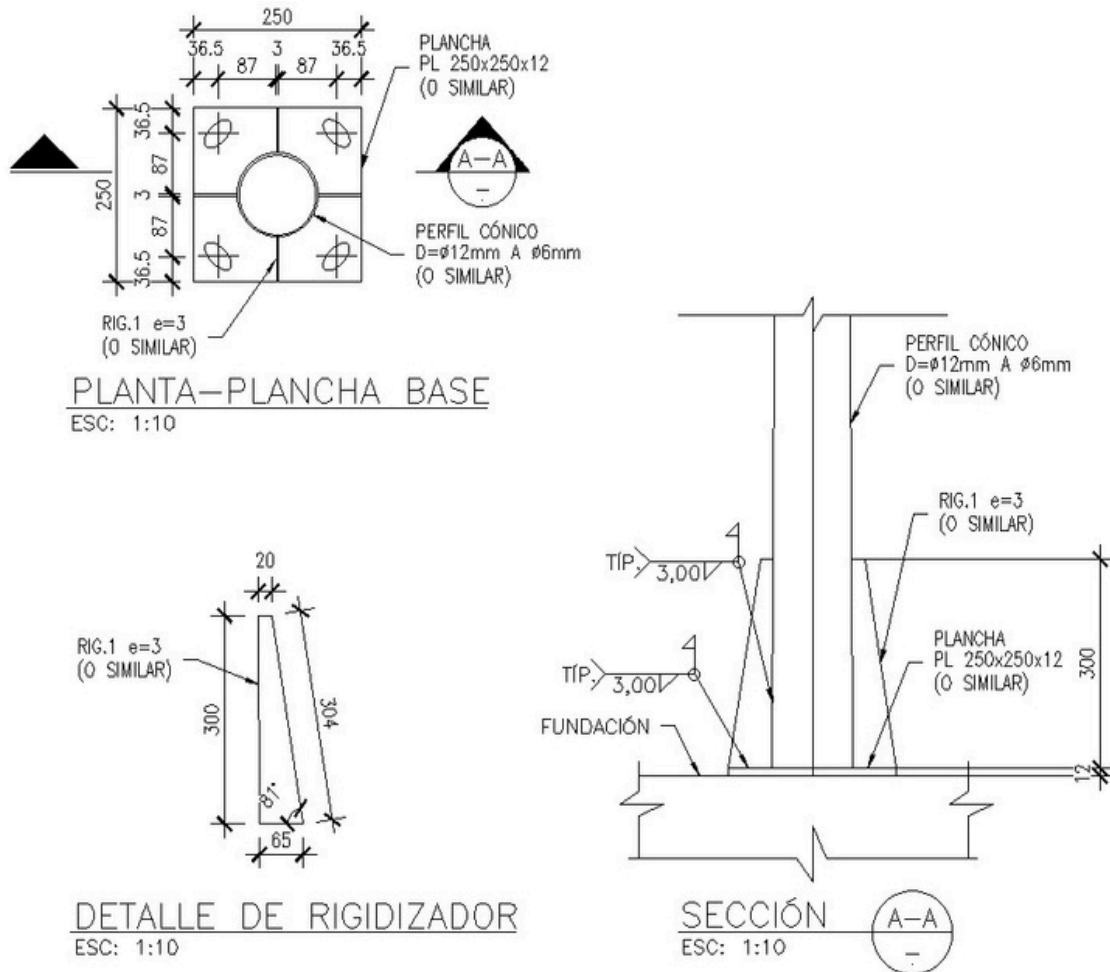
12.4 Diseño de Canastilla a Flexión en la Cimentación

Diseño del acero de refuerzo		
Flexión en al lado A		
Símbolo	Cantidad	Unidad / Ecuación
Mux	28,05	Kg-m
R	2,13E-05	$R = \frac{Mux}{f'c * b * d^2}$
q	2,13E-05	$q = 0.85 - \sqrt{0.7225 - 1.7R}$
As calc	0,0092	$cm^2 \quad As\ calc = q * b * d * \frac{f'c}{fy}$
Asmin	24,17	$cm^2/m \quad Asmin = \frac{14}{fy} A * d$
1,33As calc	0,012	cm^2
As tem	2,52	$cm^2/lado \quad Astem = 0,0018xbxh$
d _{bar}	5/8"	
As req	2,52	cm^2/m
As _{bar}	1,98	cm^2
# bars	2	
As _{provide}	3,96	cm^2/m
Use 2 barras		5/8"
Flexión en al lado B		
Símbolo	Cantidad	Unidad / Ecuación
Muy	100,05	Kg-m
R	2,18E-06	$R = \frac{Mux}{f'c * b * d^2}$
q	2,18E-06	$q = 0.85 - \sqrt{0.7225 - 1.7R}$
As calc	0,0092	$cm^2 \quad As\ calc = q * b * d * \frac{f'c}{fy}$
Asmin	24,17	$cm^2 \quad Asmin = \frac{14}{fy} B * d$
1,33As calc	0,012	cm^2
As tem	2,52	$cm^2/lado \quad Astem = 0,0018xbxh$
d _{bar}	5/8"	
As req	2,52	cm^2/m
As _{bar}	1,98	cm^2
# bars	2	
As _{provide}	3,96	cm^2/m
Use 2 barras		5/8"

Figura 12.4.1: Hoja de cálculo – Diseño de canastilla a flexión en la cimentación.

(Fuente: Elaboración propia).

13. ANEXO – PLANO DE DETALLES DE RIGIDIZADOR



NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS, ELEVACIONES Y COORDENADAS ESTÁN EXPRESADAS EN MILÍMETROS, SALVO OTRA INDICACIÓN.
2. LAS COORDENADAS ESTÁN REFERIDAS AL SISTEMA LOCAL.
3. LAS COTAS, NIVELES Y MEDIDAS DEBERÁN SER VERIFICADAS Y EN CASO DE SER NECESARIO SE AJUSTARÁN CON PREVIA CONSULTA AL INGENIERO ESTRUCTURAL.

Figura 13.1: Plano – Detalle de rigidizador.

(Fuente: Elaboración propia).