



INGENIERIA Y TOPOGRAFIA C.A.

Memoria de Cálculo – Evaluación Estructura
para Poste Metálico 6m de Altura – Civil



POSTEC-6M
CAN7-6-POSTE

MEMORIA DE CÁLCULO EVALUACIÓN ESTRUCTURA PARA POSTE METÁLICO 6m DE ALTURA CIVIL

INGTOP,CA

RIF: J-40130113-4

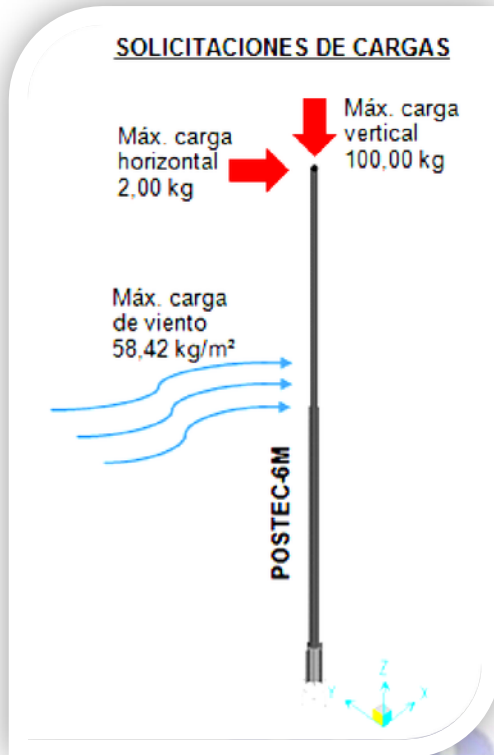
Emisión	Nº Rev.	Fecha Rev.	Pág.	Descripción	Elaborado	C.I.V.	Revisado	C.I.V.	Aprobado
May-20	A	May-20	18	Emisión Original	L. Vegas	244.273	C. Montiel	192.456	

DIRECCION FISCAL: 2da CALLE RANCHO GRANDE No 25ª
MENE GRANDE, ESTADO ZULIA.

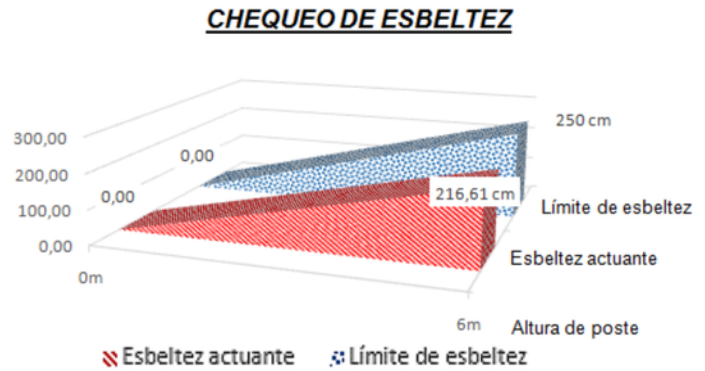
OFICINA MARACAIBO: Av. 23 1º DE MAYO No 84ª-51

TELEF. 0261-7592423/ 6159443 0414-6915463 0414-0370618

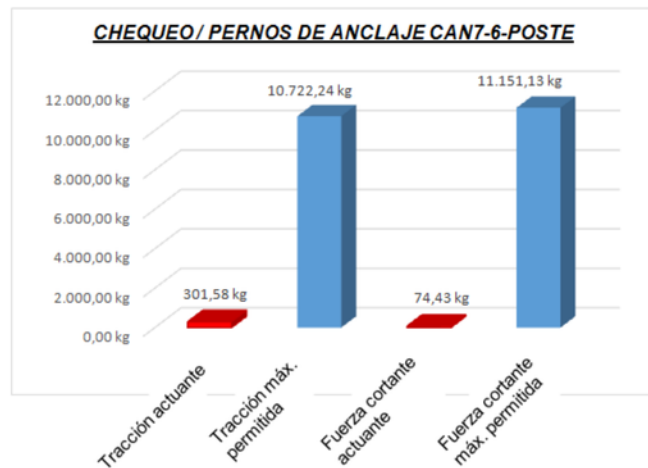
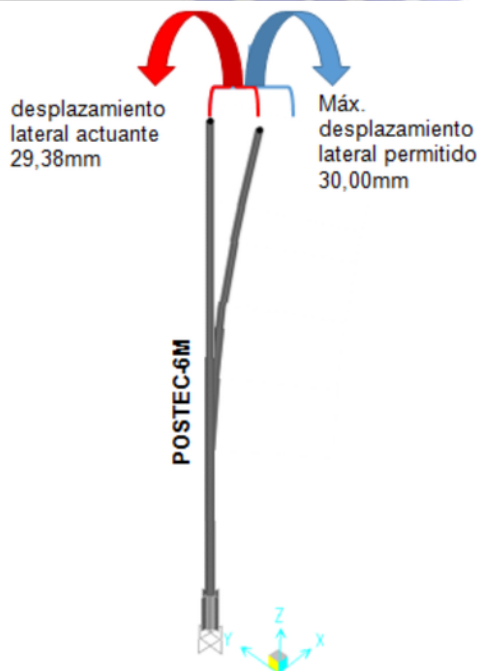
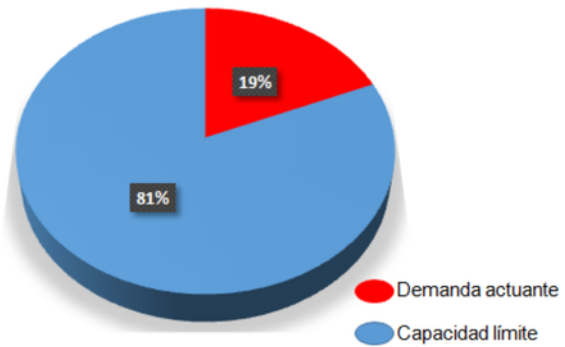
OFICINA SATELITE: Carretera 21 # 8-87 Apto 203, Yopál, Dpto. de Casanare Colombia +57-321-3351970



CHEQUEOS DE LA ESTRUCTURA



CHEQUEO DE CAPACIDAD-DEMANDA



Nota: Para amplia información con detalle de los valores mostrados en este resumen ver el documento DC-002 “Memoria de Cálculo – Evaluación Estructura para Poste Metálico 6m de Altura – Civil”.

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVO	3
2. ALCANCE	3
3. CÓDIGOS Y NORMAS	3
4. CONDICIONES AMBIENTALES	4
5. UBICACIÓN DE LA OBRA	4
6. SISTEMA DE MEDIDAS	5
7. MATERIALES	5
8. CRITERIOS DE DISEÑO	5
9. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	6
10. CASO DE CARGAS APLICADAS	7
10.1 Carga Muerta (D)	7
10.2 Carga de Viento (W)	8
11. COMBINACIONES DE CARGAS	11
11.1 Combinación de Cargas para Verificación del Estado Servicio	11
11.2 Combinación de Cargas Mayoradas Usando el Método de Resistencia	11
12. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA POSTE DE 5M DE ALTURA	12
12.1 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	15
12.3 Diseño de Pernos de Anclaje	17
12.4 Diseño de Canastilla a Flexión en la Cimentación	19
13. ANEXO – PLANO DE DETALLES DE RIGIDIZADOR	20

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 6m.

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

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:



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 127mm 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.

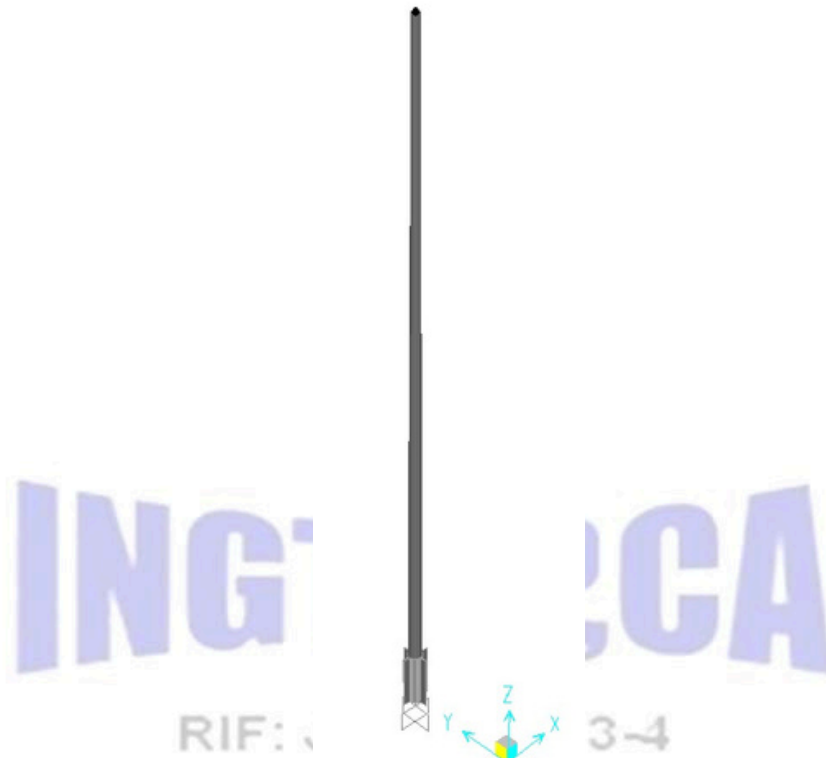


Figura 9.1: EstructuraPoste.

(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: Cargasmuertasdelos 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 figs. 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.

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 10.3.1: 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
Coefficiente de exposición de presión por velocidad, (K_z)	-	Sección 7.6.7
Factor de efecto de ráfaga, (G)	0,85	Sección 7.8
Coefficiente de presión interna, ($G_{C_{pi}}$)	-	Sección 7.11.1
Coefficientes de fuerza, (Cf)	-	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:



Figura 10.1: Áreas de contacto del viento a la estructura del poste
(Fuente: Elaboración propia).

D e s c r i p c i ó n		Sec c i ó n	Label	For m a	Eje perpend. al viento	Ancho (Variable)	Largo	NCh-432/Tabla 8
Tub. 127mm a 60mm		C i r c u l a r	-	C	X-X	0,094 m	6,000 m	0,56 m ²
								Σ 0,56 m ²

Cálculo de áreas				
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 7.4.3 NCh-432/Tabla 7
Factor de dirección del viento, Kd	0,95			NCh-432/Sección 7.6.4
Categoría de exposición	C			NCh-432/Sección 7.6.4
Factor topográfico, Kzt	1,00			NCh-432/Sección 7.7.2
Factor de efecto ráfaga, G	0,850			NCh-432/Sección 7.7.2
Clasificación de cerramientos	Edificio abierto			NCh-432/Sección 7.8
Constante de exposición del terreno, a	9,5			NCh-432/Sección 7.9
Constante de exposición del terreno, z _g	274,3 m			NCh-432/Tabla 12
Factor de importancia, I	1,15			NCh-432/Tabla 12

Cálculo de presiones				
Área bruta de la estructura, A _g	0,561 m ²			
Coefficiente de área sólida vs área bruta, e	1,00			
Coefficiente de fuerza, Cf	0,7			NCh-432/Sección 7.11.3
Altura de diseño, z	6,0 m			
Coefficiente de exposición para presión dinámica, Kz	0,90			
Presión de velocidad, qz	963,2 N/m ²			NCh-432/Sección 5.2
Presión mínima de diseño de viento	480,0 x Af (N/m ²)	48,93		
Carga de diseño de viento, F	573,1 x Af (N/m ²)	58,42		NCh-432/Sección 7.14

Figura 10.2: 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 (47,32) + 4,00 kg 100,00 kg	1,00 kg
L	Cargas variable		2,00 kg
W	Cargas debidas al Viento	0,00 kg/m ²	58,42 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 + Wx
- SERV5.- D + Wy
- SERV6.- D + 0,75 (Wx) + 0,75 (L)
- SERV7.- D + 0,75 (Wy) + 0,75 (L)
- SERV8.- 0,6 (D) + Wx
- SERV9.- 0,6 (D) + Wy

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 (Wx)
- U4.- 1,2 (D) + L + 0,8 (Wy)
- U5.- 1,2 (D) + 1,6 (Wx) + 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	O tros
Tipo de perfil	TUB. CÓNICO
Designación de perfil	Variable (base 127mm a punta 60mm)
Radio de Inercia, sentido de flexión X (cm)	5,54
Radio de Inercia, sentido de flexión Y (cm)	5,54
Longitud de perfil (cm)	600, 00
Valor teórico de K	2,00

Esbeltez en el sentido X	216,
Esbeltez en el sentido Y	61
	216,

Esbeltez mas desfavorable a considerar para el diseño	61 216, 61
Chequeo con la normativa	A criterio del diseñador de acuerdo al uso de elemento

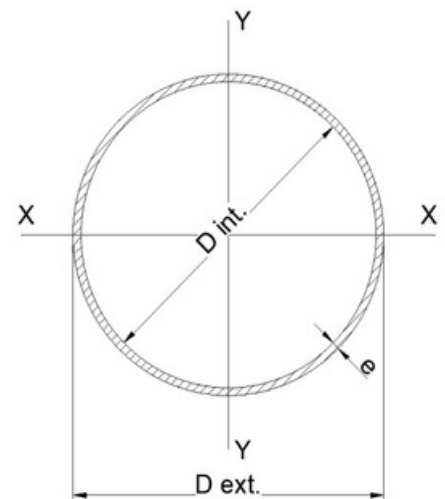


Figura 12.1.1: Hoja de cálculo - Chequeo de esbeltez en la estructura.

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).

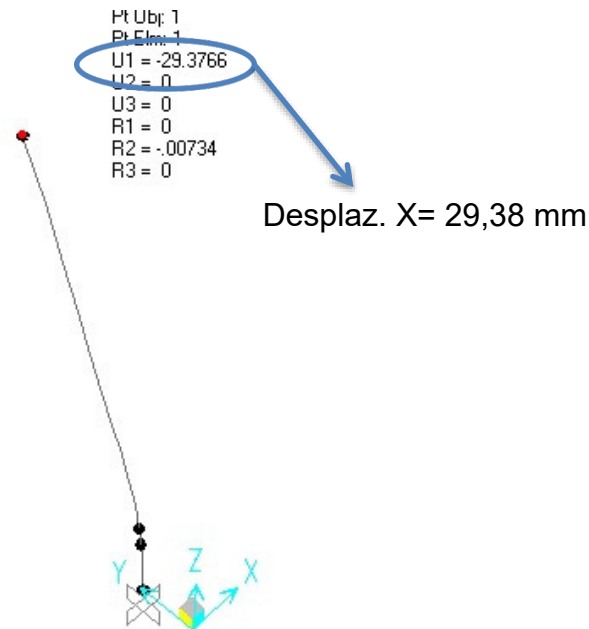


Figura 12.1.2: Desplazamiento lateral debido alviento (W_x), (mm).
(Fuente: Modelo en el programa SAP2000 V14.2.4).

$$\Delta_{act} = 29,38 \text{ mm}$$

$$\Delta_{adm} = L/200 = 6000 / 200 = 30,00 \text{ mm}$$

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

RIF: J-40130113-4

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).

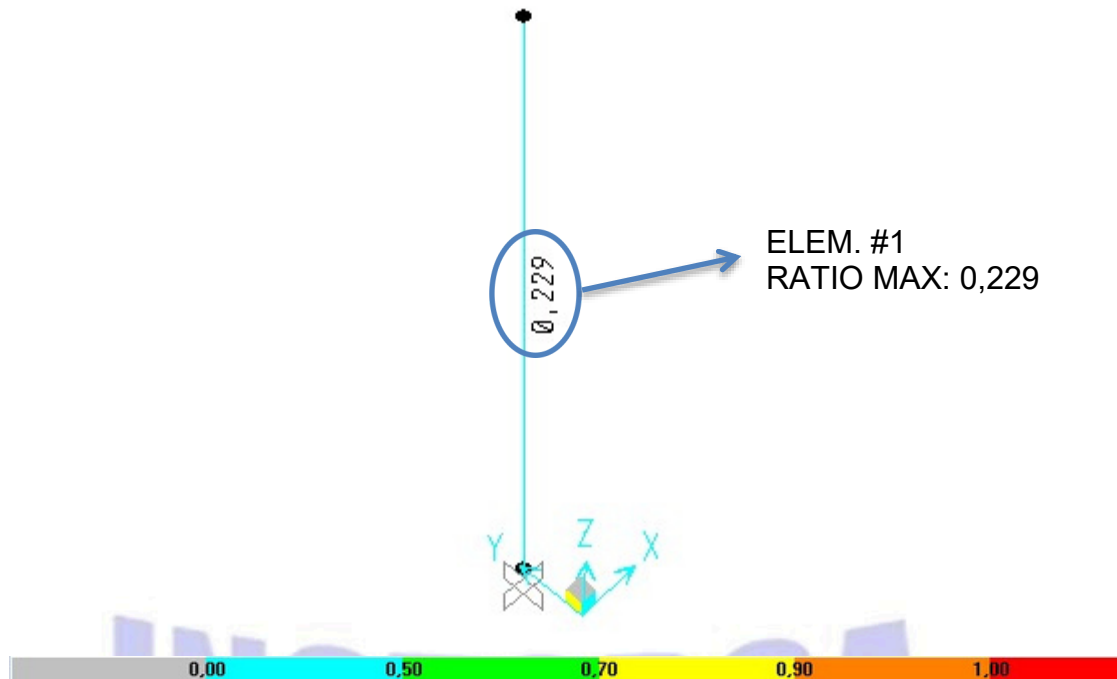


Figura 12.1.3: Relación Demanda / Capacidad de perfiles.
(Fuente: Modelo en el programa SAP2000 V14.2.4).

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 127-60 e=3mm	Column	0,229	U6._ 1,2 (D) + 1,6 (Wy) + L

Ratio act = 0,229

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 Nodo							
Fuente: SAP2000 V14.2.4 (TABLE: JointReactions)							
Nodos	Casos de Cargas	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m
2	D	1,00	1,00	51,32	-6,00	6,00	0,00
2	L	4,00	4,00	150,00	-12,00	12,00	0,00
2	Wx	44,52	0,00	0,00	0,00	133,56	0,00
2	Wy	0,00	44,52	0,00	-133,56	0,00	0,00

12.2 Diseño de Placa Base

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

RIF: J-40130113-4

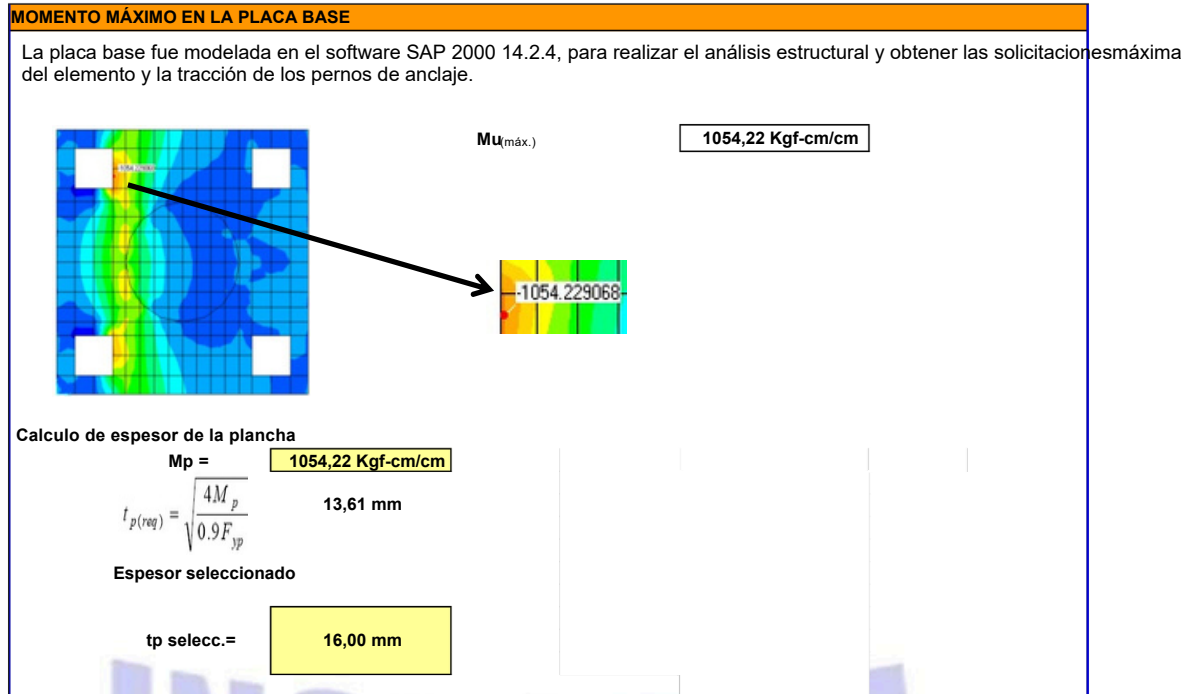
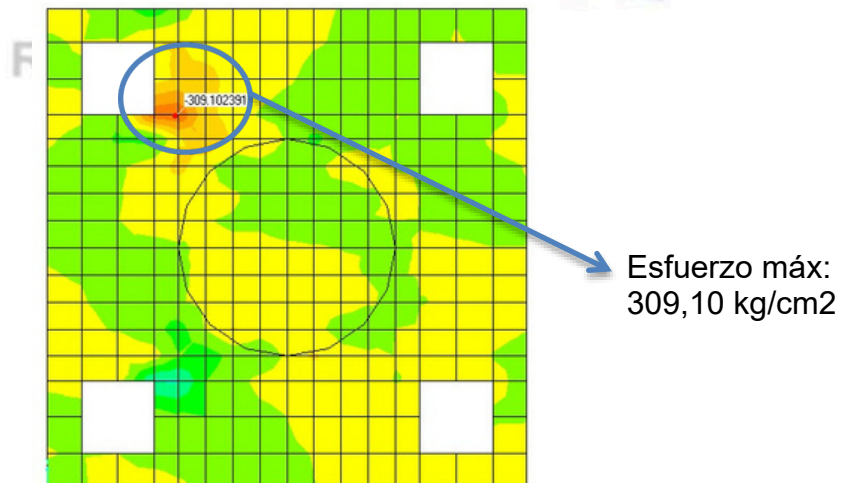


Figura 12.2.1: Hoja de cálculo – Diseño de espesor de placa base.

(Fuente: Elaboración propia).



Stress S13 Diagram - Abs Max (COMB 2 M max X) - Step 10

Figura 12.2.2: Esfuerzo en la placa base.

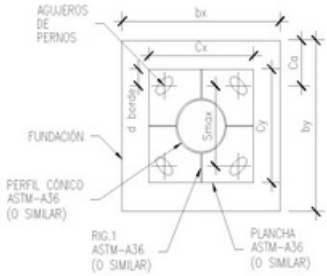
(Fuente: Modelo en el programa SAP2000 V14.2.4).

Esfuerzo act =309,10kg/cm²

Esfuerzo adm=2530,00kg/cm²

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

12.3 Diseño de Pernos de Anclaje

Datos:	Perno	Φ	5/8 "	
		A nominal	1,98 cm ²	
A net a	1,46 cm ²			
Φ Arandela	1 1/3 "			
Φ Cabeza	1 1/6 "			
Ca, m ax	10,10 cm			
Smax	19,80 cm			
hef	6,73 cm			
d borde	3,60 cm			
fy	2530 kg/cm ²			
1.9 fy	4807 kg/cm ²			
fu	4080 kg/cm ²			
Futa	4896 kg/cm ²			
# a corte	4			
# en tracción	2			
Tu(-)	301,58 kg			
Vu	74,43 kg			
Zona sísmica	si			
Solicitación				

Caso 1.-Solicitación máxima para Placa Base .					
Combinación	U4_ 1,2 (D) + 1,6 (L)+0,8 (Wy)	P u(kg)	Mu(kg-m)	vux (kg)	vuy(kg)
U4_ 1,2 (D) + 1,6 (L) + 0,8 (Wy)		301,	133,	7,60	43,22
U7_ 0,9 (D) + 1,6 (Wx)		58	25	74,43	3,20
		136,	226,		
		58	90		

CÁLCULO DE LOS PERNOS DE ANCLAJE SOLICITADOS A TRACCIÓN															
Capacidades a Tracción	Resistencia del acero de un anclaje en tracción $\Phi N_{sa} = 10722,24 \text{ kg}$ $\Phi N_{sa}/f_{td}$ ACI D.5.1.2 Ec (D-3)														
	<table border="1"> <tr><td>A_{Ne}</td><td>3600,00 cm²</td></tr> <tr><td>A_{Nco}</td><td>408,04 cm²</td></tr> <tr><td>$\psi_{ec,N}$</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>$\psi_{ed,N}$</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>$\psi_{c,N}$</td><td>1,25</td></tr> <tr><td>$\psi_{cp,N}$</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>N_b</td><td>2762,58 kg</td></tr> </table> $Kc \lambda \sqrt{f_c} h_{ef}^{1.5}$	A_{Ne}	3600,00 cm ²	A_{Nco}	408,04 cm ²	$\psi_{ec,N}$	1,00	$\psi_{ed,N}$	1,00	$\psi_{c,N}$	1,25	$\psi_{cp,N}$	1,00	N_b	2762,58 kg
	A_{Ne}	3600,00 cm ²													
	A_{Nco}	408,04 cm ²													
	$\psi_{ec,N}$	1,00													
$\psi_{ed,N}$	1,00														
$\psi_{c,N}$	1,25														
$\psi_{cp,N}$	1,00														
N_b	2762,58 kg														
Resistencia al arrancamiento del concreto $\Phi N_{co} = 22850,00 \text{ kg}$ $\Phi A_{Ne}/A_{Nco} \psi_{ec,N} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b$ ACID.5.2.1 Ec D-5															
Resistencia a la extracción por deslizamiento de un anclaje en tracción $\psi_{c,p} = 1,40$ ACI D.5.3.6 $\Phi N_{pn} = 21260,93 \text{ kg}$ $\Phi \psi_{c,p} N_p$ ACI D.5.3 Ec D-14,15															
Resistencia al desprendimiento lateral del del concreto en un anclaje con cabeza en tracción $\Phi N_{ab} = 19836,67 \text{ kg}$ $\Phi 42,5 C_{at} \sqrt{A_{brg}} \lambda \sqrt{f_c}$															
	$\Phi N_n = 10722,24 \text{ kg}$														

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 $\Phi V_{sa} = 11151,13 \text{ Kg}$ $\Phi 0,6nA_{se} V_{f_{td}}$ ACI D.6.1.1 (D-22)																											
<table border="1"> <tr><td>c_{a1}</td><td>10,1 cm</td><td>ACI D.6.2.1</td></tr> <tr><td>AV_c</td><td>14352 cm²</td><td>(2 (1.5 c_{a1}) + S_{max}) h_a ACI D.6.2.1</td></tr> <tr><td>AV_{o2}</td><td>459,045 cm²</td><td>4.5 (c1)² ACI D.6.2.1 (D-23)</td></tr> <tr><td>V_b</td><td>1809,87 Kg</td><td>2.12 (l/d)^{0.2} ($\sqrt{d_a}$) λ ($\sqrt{f_c}$) $c_1^{1.5}$ ACI 6.2.2 (D-25)</td></tr> <tr><td>$\psi_{ec,V}$</td><td>1,00</td><td>ACI D.6.2.5</td></tr> <tr><td>ca_2</td><td>10,1 cm</td><td></td></tr> <tr><td>$\psi_{ed,V}$</td><td>1,00</td><td>ACI D.6.2.6 (D-27, D-28)</td></tr> <tr><td>$\psi_{c,V}$</td><td>1,20</td><td>ACI D.6.2.7</td></tr> <tr><td>$\psi_{h,V}$</td><td>1,00</td><td>ACI D.6.2.8 (D-29)</td></tr> </table>	c_{a1}	10,1 cm	ACI D.6.2.1	AV_c	14352 cm ²	(2 (1.5 c_{a1}) + S_{max}) h_a ACI D.6.2.1	AV_{o2}	459,045 cm ²	4.5 (c1) ² ACI D.6.2.1 (D-23)	V_b	1809,87 Kg	2.12 (l/d) ^{0.2} ($\sqrt{d_a}$) λ ($\sqrt{f_c}$) $c_1^{1.5}$ ACI 6.2.2 (D-25)	$\psi_{ec,V}$	1,00	ACI D.6.2.5	ca_2	10,1 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)
c_{a1}	10,1 cm	ACI D.6.2.1																									
AV_c	14352 cm ²	(2 (1.5 c_{a1}) + S_{max}) h_a ACI D.6.2.1																									
AV_{o2}	459,045 cm ²	4.5 (c1) ² ACI D.6.2.1 (D-23)																									
V_b	1809,87 Kg	2.12 (l/d) ^{0.2} ($\sqrt{d_a}$) λ ($\sqrt{f_c}$) $c_1^{1.5}$ ACI 6.2.2 (D-25)																									
$\psi_{ec,V}$	1,00	ACI D.6.2.5																									
ca_2	10,1 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 $\Phi V_{cbg} = 33102,52 \text{ Kg}$ $\Phi (A_{Vc}/A_{Vo}) \psi_{ec,V} \psi_{ed,V} \psi_{c,V} \psi_{h,V} V_b$ ACI D.6.2.1(D-21, D-22)																											
Resistencia al desprendimiento del concreto por cabeceo del anclaje sometido a cortante $\Phi V_{cpg} = 137100,00 \text{ Kg}$ $K_{cp} N_{cpg}$ ACI D.6.3.1 (D-30, D-31)																											
Resistencia Teórica de los Anclajes sometido a Fuerzas Cortantes $\Phi V_n = 11151,13 \text{ Kg}$ ratio = 0,01																											
Interaccion de las fuerzas de tracción y cortante $\Phi N_n/\Phi N_n + \Phi V_n/\Phi V_n = 0,035$ < 1.2 ACI D.7.3 (D-32)																											

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

(Fuente: Elaboración propia).

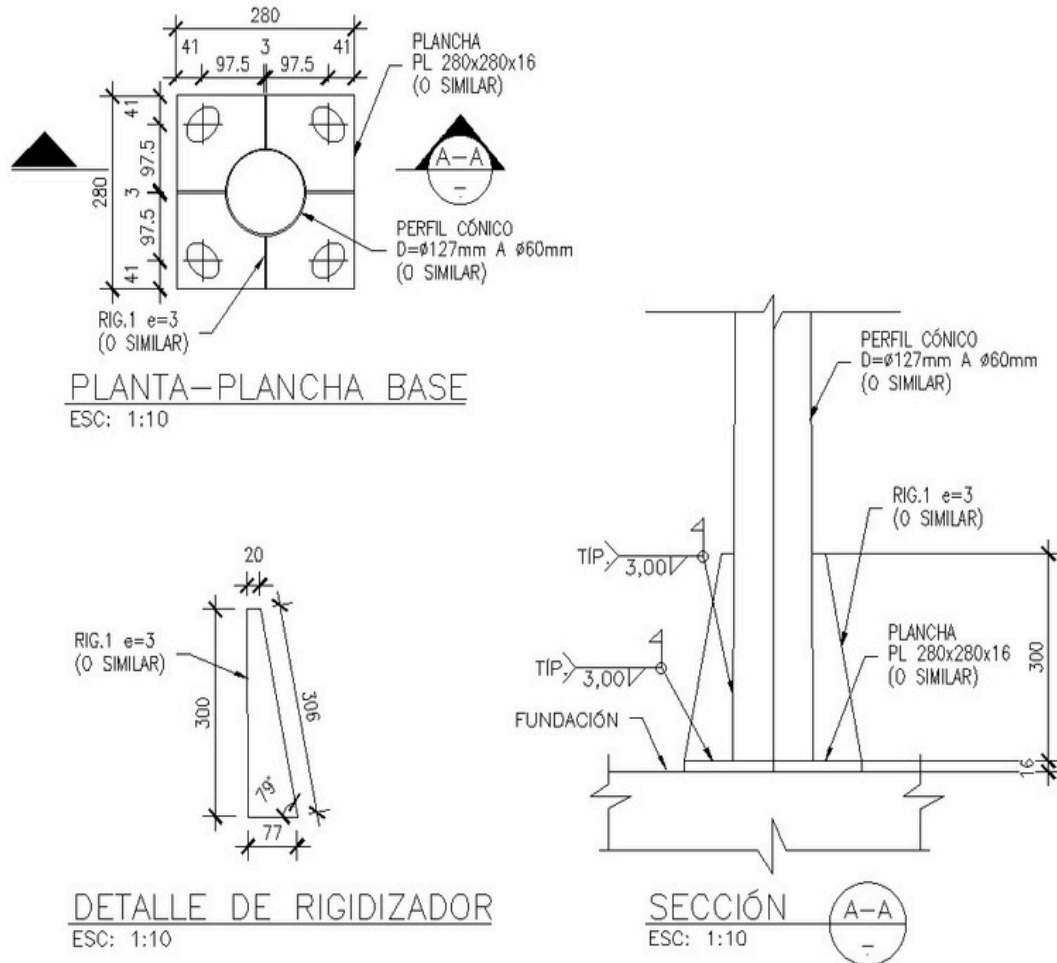
12.4 Diseño de Canastilla a Flexión en la Cimentación

Diseño del acero de refuerzo		
Flexión en al lado A		
Símbolo	Cantidad	Unidad / Ecuación
Mux	48, 71	Kg·m
R	3, 71E- 05	$= \frac{f}{f * * d}$
q	3, 71E- 05	$q=0. \sqrt{0. 1.}$
As calc	0, 0160	$cm^2 A = q * * d * \frac{f}{f}$
Asmin	24, 17	$cm^2/m A = \frac{1}{f} A * d$
1,33As calc	0, 021	cm^2
As tem	3,74	$cm^2/l ad \varnothing t = 0 001$
dbar	5/ 8"	
As req	3,74	cm^2/m
A_{Sbar}	1,98	cm^2
# bars	2	
$A S provide$	3,96	cm^2/m
Use 2 barras		5/8' '
Flexión en al lado B		
Símbolo	Cantidad	Unidad / Ecuación
Muy	262, 41	Kg·m
R	3, 84E -06	$f = \frac{f}{* * d}$
q	3, 84E -06	$q=0. \sqrt{0. 1.}$
As calc	0, 0160	$cm A = q * * d * \frac{f}{f}$
Asmin	24, 17	$A = \frac{1}{f} * d$
1,33As calc	0, 021	cm^2
As tem	3,74	$cm^2/l ad \varnothing t = 0 001$
dbar	5/ 8"	
As req=	3,74	cm^2/m
A_{Sbar}	1,98	cm^2
# bars	2	
Asprovide	3,96	cm^2/m
Use 2 barras		5/8' '

Figura 12.2.1: 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).