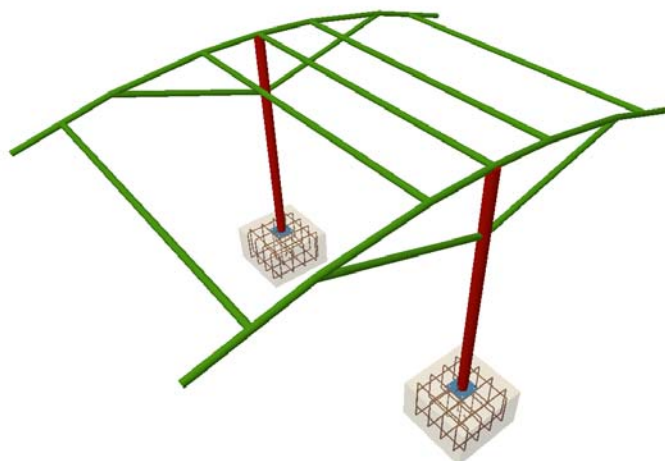




ZONA FRANCA DE IQUIQUE S.A.

## INFORME DE INGENIERÍA

CALCULO ESTRUCTURAL  
SOMBREADEROS AUTOPARQUE PEZAH



0	22/04/2021	Aprobación	J.F.M.	G.A.A.			
Rev.	FECHA	EMITIDO PARA	POR	REV.	SOL.	REV.	APR.
	Nº DOC	GAA-ZAH-I-M-00	GAA INGENIERÍA		ZOFRI S.A.		

**ZONA FRANCA DE IQUIQUE S.A.**

Proyecto:

**CALCULO ESTRUCTURAL  
SOMBREADEROS AUTOPARQUE PEZAH**

Documento Principal: GAA-ZAH-I-M-00

Revisión : A

**INDICE**

INTRODUCCIÓN.....	3
1. ACTIVIDADES PRELIMINARES. ....	4
2. INGENIERIA ESTRUCTURAL.....	5
3. RECOMENDACIONES.....	10
4. ANEXOS.....	10

## INTRODUCCIÓN

Nuestro cliente, Zona Franca de Iquique S.A., solicita los servicios de Ingeniería para realizar los cálculos y verificaciones estructurales del diseño arquitectónico de una estructura metálica cuya función es dar sombra a los vehículos estacionados bajo ella, para ser fabricadas e instaladas en Auto Parque PEZAH, Alto Hospicio.

Para realizar este servicio, se utilizan los siguientes antecedentes:

- a. Planos suministrados.
- b. Especificaciones Técnicas Malla HDPE Premium
- c. Mecánica Clásica.

El desarrollo de este servicio, consta de las siguientes actividades principales:

### 1 Actividades preliminares

- 1.1 Revisión de Planos entregados.
- 1.2 Revisión de Especificaciones de Instalación Malla HDPE Premium

### 2 Ingeniería Estructural

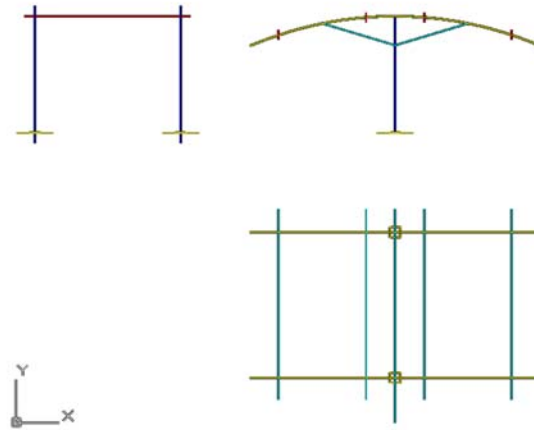
- 2.1 Modelación 3D de la Estructura de Sombreadero.
- 2.2 Ingreso y definición de parámetros para cálculo mediante Software.
- 2.3 Cálculo Estructural.
- 2.4 Resultado del Calculo
- 2.5 Recomendaciones

### 3 Entrega

- 3.1 Desarrollo de Informe de Ingeniería.
- 3.2 Planos Estructurales, Esquemas de refuerzos y Fundaciones de acuerdo a resultados del cálculo.
- 3.2 Presupuesto de Fabricación y Montaje estructural.

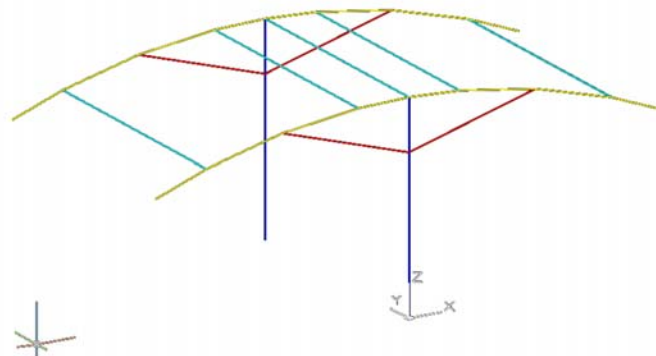
## 1. ACTIVIDADES PRELIMINARES.

La primera acción realizada fue de realizar el traspaso a CAD de los planos suministrados, recopilación de las especificaciones técnicas de malla, .



*Fig. 1: traspaso de dimensiones planos suministrador a ejes 2D*

Las actividades anteriores dan como resultado la realización de un modelo 3D de ejes estructurales, como método de entrada al Software de Calculo Estructural METAL 3D.



*Fig. 2: Modelo del Plano 2D a Ejes 3D para cálculo.*

## 2. INGENIERIA ESTRUCTURAL.

### 2.1 Modelamiento Estructura para Cálculos.

Una vez realizado los planos de ejes 3D, se procede al ingreso del modelo a Software de Calculo.

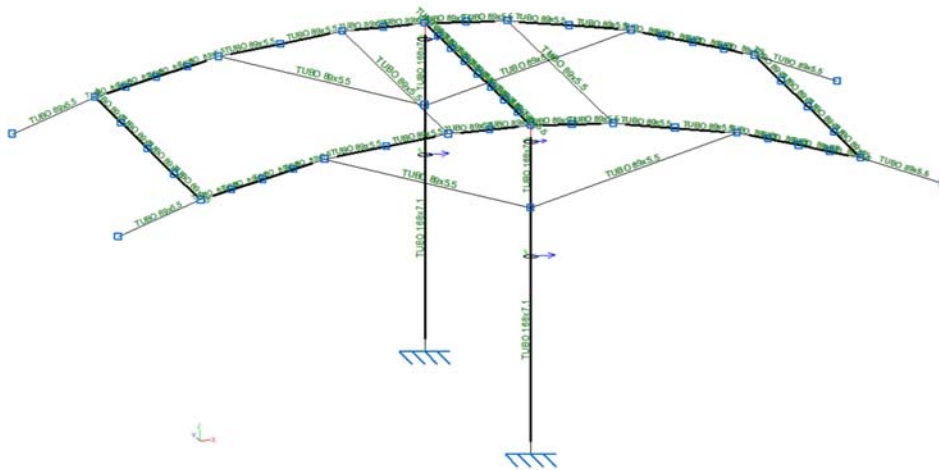
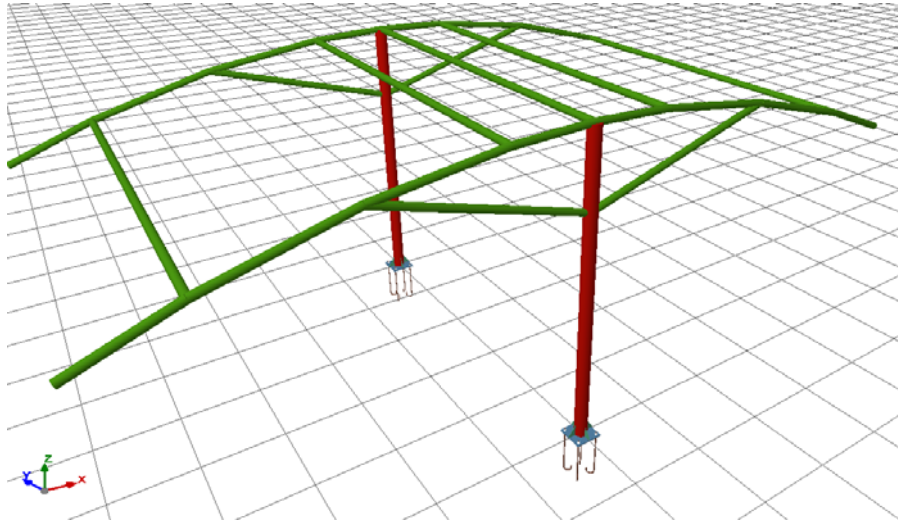


Fig. 3: Ingreso Modelo a Software de Calculo y definición de perfilería.

CAÑERIAS DE ACERO ASTM IMEL					
NORMA ASTM A-53 SCH 40 GRADO A Y B					
Diámetro Nominal	Diámetro Exterior (D)	Espesor Nominal	Peso Teórico	Presión de Prueba Kg/cm <sup>2</sup>	
pulg.	mm.	mm(e).	Kg/m.	Grado A	Grado B
1/8	10,3	1,73	0,37	49,2	49,2
1/4	13,7	2,24	0,63	49,2	49,2
3/8	17,1	2,31	0,84	49,2	49,2
1/2	21,3	2,77	1,27	49,2	49,2
3/4	26,7	2,87	1,69	49,2	49,2
1	33,4	3,38	2,5	49,2	49,2
1 1/4	42,2	3,56	3,39	84,4	91,4
1 1/2	48,3	3,68	4,05	84,4	91,4
2	60,3	3,91	5,44	161,7	175,8
2 1/2	73	5,16	8,63	175,8	175,8
3	88,9	5,49	11,29	156,1	175,8
4	114,3	6,02	16,07	133,6	155,4
6	168,3	7,11	28,26	106,9	125,1

#### Perfiles Utilizados: ASTM A-53 Sch 40

- Pilares: Tubo Estructural Ø6" x 7,1 mm
- Estructura Techo y Diagonales: Ø3" x 5,5mm



*Fig. 4: Modelo de cálculo con perfilería definida*

## 2.2 Ingreso y Definición de Parámetros para Cálculos.

### Datos Operacionales:

- Presión Viento : 75 kg/m<sup>2</sup>
- Sismo Nch.433 Of.96 Mod.2009 (D.S. N°61 de 2011) : Mediante Software

### Peso Propio:

- Peso propio de la estructura : Mediante Software
- Peso Malla HDPE : 0,34 kg/m<sup>2</sup>

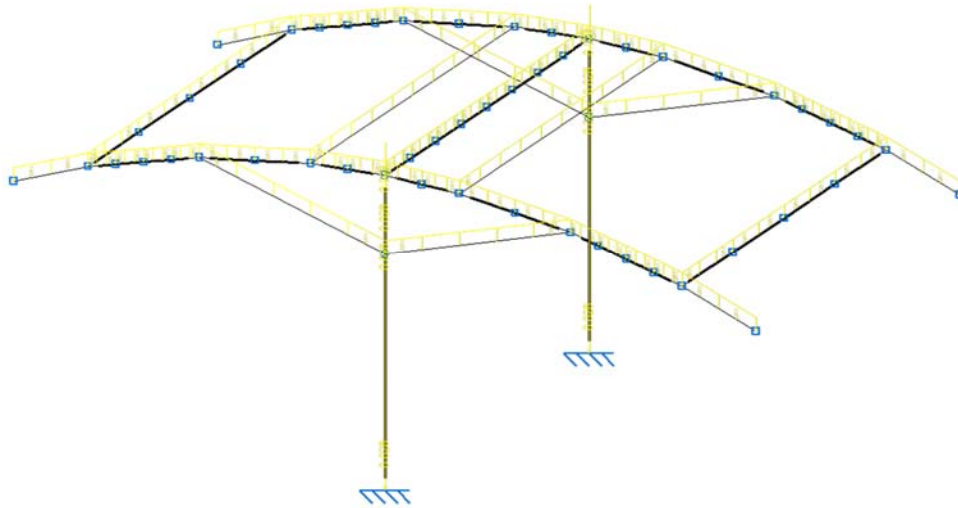
### Cargas Muertas:

- Tensión Malla : 60 kg por punto de anclaje

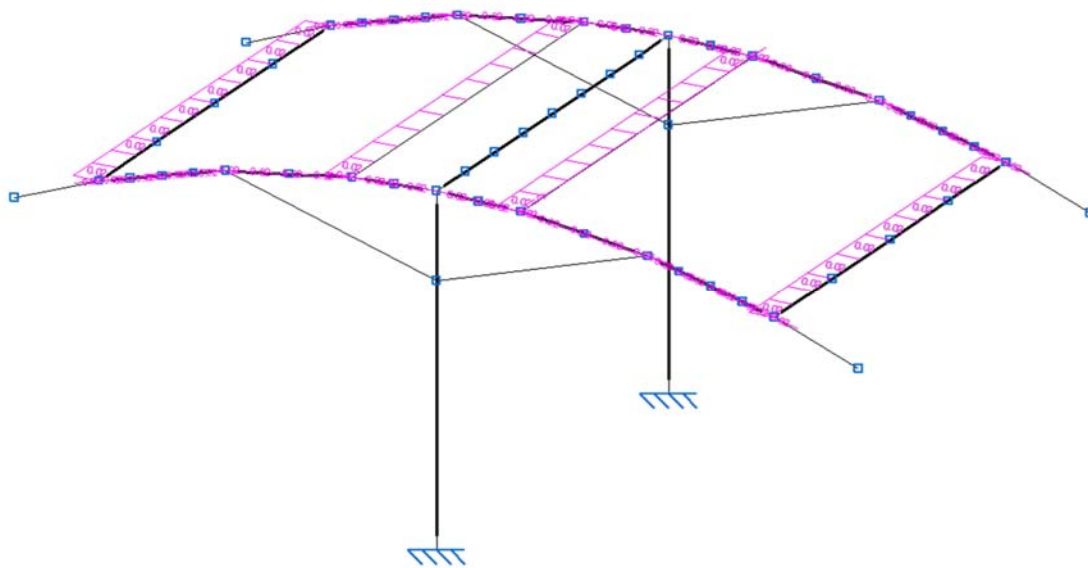
### Cargas Accidentales:

- Mantencion (Apoyo en estructura) : 100 kg

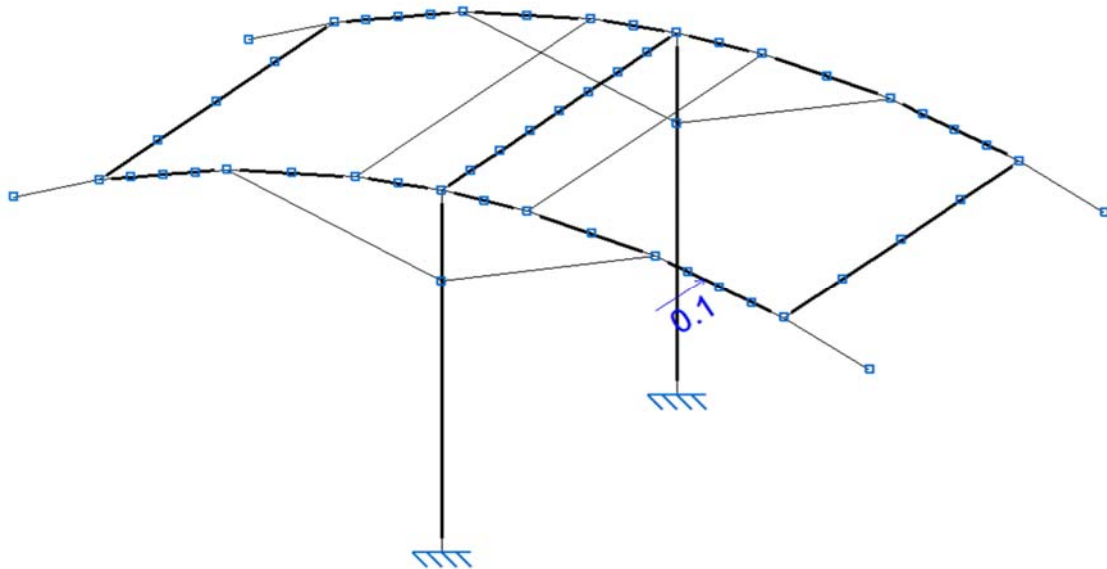
### 2.3 Introducción de Cargas al Modelo.



*Fig. 5: Peso propio, mediante software.*

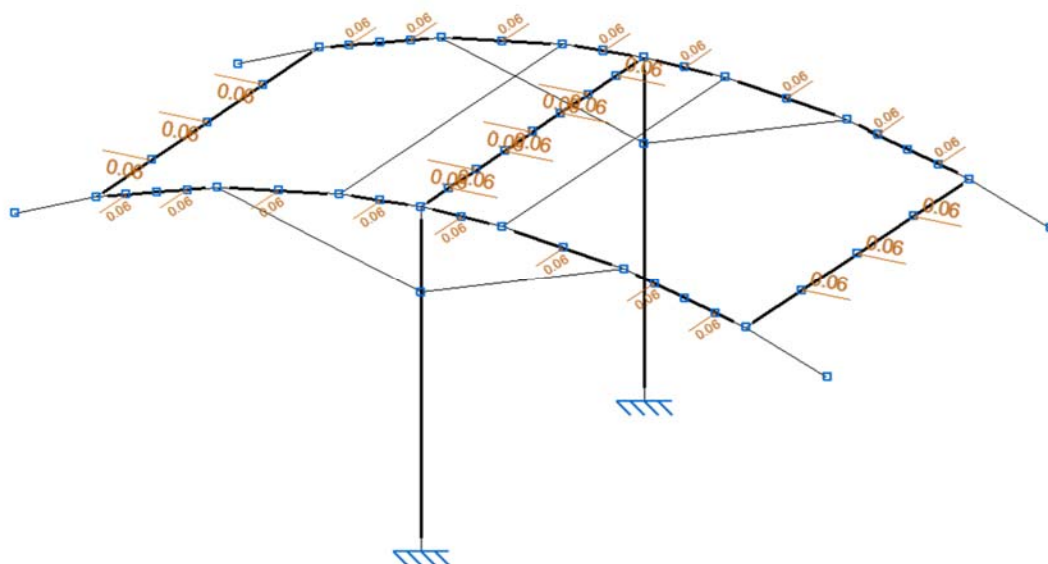


*Fig. 6: Presión Básica Viento (Nch.432/2010)  $70 \text{ kg/m}^2 = 0.02 \text{ Ton/m}$*



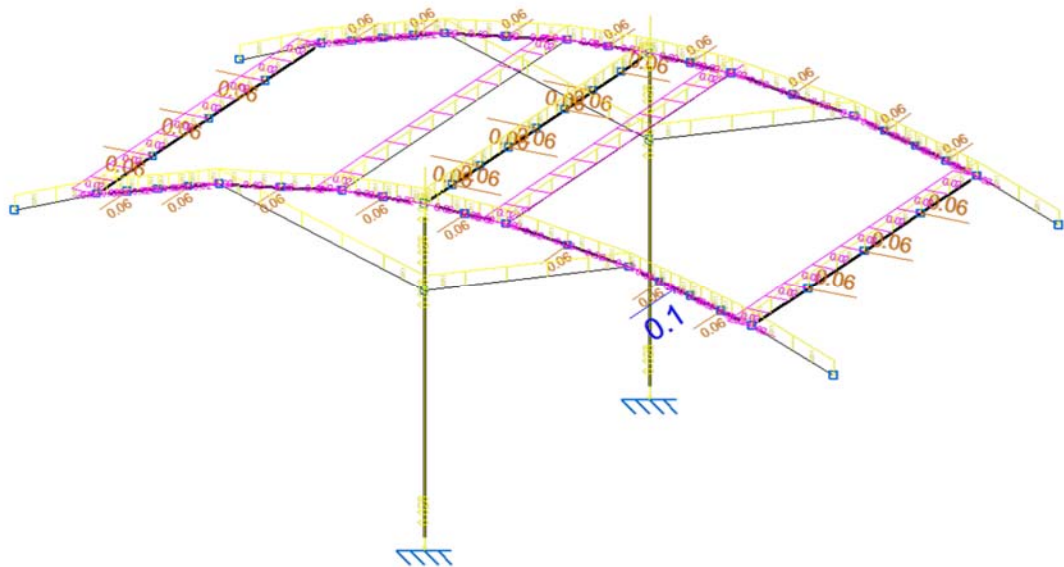
**Fig. 7: Carga Accidental Escala Apoyada en estructura (100kg) para Mantenion, Reparación.**

**Nota : No considera cargas sobre estructura ni choques a pilares.**



**Fig. 8: Cargas Muertas (Tensión malla) 60kg por punto de amarre.**

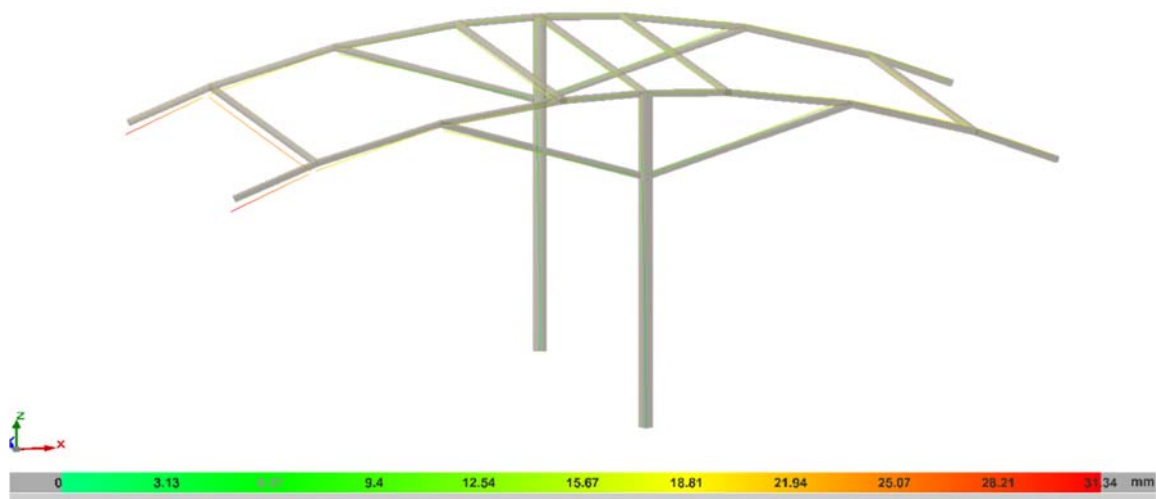




**Fig. 9: Visualización Total de Cargas**  
*Peso Propio (Amarillo), Viento (Magenta), Muertas (café), Accidental (Azul)*

#### 2.4 Resultados del Calculo.

Dada las condiciones simuladas de operación, sobrecargas, sismo y viento, La presente estructura cumple con todos los requisitos de rigidez, ductilidad y resistencia, establecidos según la Normativa Chilena Vigente.



**Fig. 10: Isovalores Deformación visualizada x5 (Def. máxima = 31,34 mm)**

## 2.5 Recomendaciones.

Se recomienda no aplicar cargas sobre la estructura al momento del montaje, instalación de malla de sombra ni en su mantención.

De preferencia para trabajos en estas estructuras utilizar escalera de tijera, andamio o alza hombres.

La estructura **no se encuentra calculada** para soportar el choque de un vehículo al estacionarse, considerar utilizar barreras duras o demarcaciones de advertencias para evitar estos accidentes.

## 3. Anexos.

- 4.1 Resultados de Calculo
- 4.2 Planos
- 4.3 Presupuesto de Fabricación y Montaje.



**GUSTAVO ARANIBAR ALLIU**  
**INGENIERO CIVIL MECANICO**

# Resultados del Cálculo

## 1.- DATOS DE OBRA

### 1.1.- Normas consideradas

Cimentación: NCh430.Of2008, D°60:2011

Aceros laminados y armados: NCh427

#### Categorías de uso

2. Garajes y áreas de pública concurrencia
3. Cubiertas

### 1.2.- Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	NCh430.Of2008, D°60:2011
Acero laminado Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

#### 1.2.1.- Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

##### - Situaciones persistentes o transitorias

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

##### - Situaciones sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{AE} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$P_k$  Acción de pretensado

$Q_k$  Acción variable

$A_E$  Acción sísmica

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\gamma_{AE}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

**E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: NCh430.Of2008, D°60:2011**

<b>(9-1)</b>	
Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
Favorable	Desfavorable

## Resultados del Cálculo

Calculo Estructural Sombreadero Vehículos Zofri AH v2

Fecha: 20/04/21

<b>(9-1)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.400	1.400
Carga viva (Q - Uso 2)		
Carga viva (Q - Uso 3)		
Viento (Q)		

<b>(9-2 Lr)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Carga viva (Q - Uso 2)	0.000	1.600
Carga viva (Q - Uso 3)	0.000	0.500
Viento (Q)		

<b>(9-2 S)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Carga viva (Q - Uso 2)	0.000	1.600
Carga viva (Q - Uso 3)		
Viento (Q)		

<b>(9-3 Lr, L)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Carga viva (Q - Uso 2)	0.000	1.000
Carga viva (Q - Uso 3)	0.000	1.600
Viento (Q)		

<b>(9-3 S, L)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Carga viva (Q - Uso 2)	0.000	1.000
Carga viva (Q - Uso 3)		
Viento (Q)		

## Resultados del Cálculo

Calculo Estructural Sombreadero Vehiculos Zofri AH v2

Fecha: 20/04/21

<b>(9-3 Lr, W)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Carga viva (Q - Uso 2)		
Carga viva (Q - Uso 3)	0.000	1.600
Viento (Q)	0.000	0.800

<b>(9-3 S, W)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Carga viva (Q - Uso 2)		
Carga viva (Q - Uso 3)		
Viento (Q)	0.000	0.800

<b>(9-4 Lr)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Carga viva (Q - Uso 2)	0.000	1.000
Carga viva (Q - Uso 3)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.600	1.600

<b>(9-4 S)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Carga viva (Q - Uso 2)	0.000	1.000
Carga viva (Q - Uso 3)		
Viento (Q)	1.600	1.600

<b>(9-5)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Carga viva (Q - Uso 2)	0.000	1.000
Carga viva (Q - Uso 3)		
Viento (Q)		

## Resultados del Cálculo

Calculo Estructural Sombreadero Vehículos Zofri AH v2

Fecha: 20/04/21

<b>(9-5)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Sismo (E)	-1.400	1.400

<b>(9-6)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Carga viva (Q - Uso 2)		
Carga viva (Q - Uso 3)		
Viento (Q)	0.000	1.600

<b>(9-7)</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Carga viva (Q - Uso 2)		
Carga viva (Q - Uso 3)		
Viento (Q)		
Sismo (E)	-1.400	1.400

**Acero laminado: NCh427**

**Tensiones sobre el terreno**

<b>Acciones variables sin sismo</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Carga viva (Q - Uso 2)	0.000	1.000
Carga viva (Q - Uso 3)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000

<b>Sísmica</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Carga viva (Q - Uso 2)	0.000	1.000
Carga viva (Q - Uso 3)	0.000	1.000
Viento (Q)		

# Resultados del Cálculo

Calculo Estructural Sombreadero Vehiculos Zofri AH v2

Fecha: 20/04/21

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Sismo (E)	-1.000	1.000

## Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Carga viva (Q - Uso 2)	0.000	1.000
Carga viva (Q - Uso 3)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Carga viva (Q - Uso 2)	0.000	1.000
Carga viva (Q - Uso 3)	0.000	1.000
Viento (Q)		
Sismo (E)	-1.000	1.000

## 1.3.- Sismo

**Norma utilizada:** NCh433.Of1996 Mod.2009 (D° n°61, de 2011)

Norma Chilena Oficial

Diseño Sísmico de Edificios

(Incluye modificaciones del decreto n° 61 (V. y U.) de 2011)

**Método de cálculo:** Análisis modal espectral (NCh433.Of1996 Mod.2009 (D° n°61, de 2011), 6.3)

### 1.3.1.- Datos generales de sismo

#### Caracterización del emplazamiento

Zona sísmica (NCh433.Of1996 Mod.2009, 4.1): 3

Clase de suelo (D° n°61 de 2011, Artículo 6): C

# Resultados del Cálculo

## Sistema estructural

**R<sub>ox</sub>**: Factor de modificación de respuesta (X) (NCh433.Of1996 Mod.2009, 5.7)

**R<sub>ox</sub>** : 6.00

**R<sub>oy</sub>**: Factor de modificación de respuesta (Y) (NCh433.Of1996 Mod.2009, 5.7)

**R<sub>oy</sub>** : 6.00

**Categoría del edificio (NCh433.Of1996 Mod.2009, 4.3):** Categoría I

## Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso

: 0.50

Fracción de sobrecarga de nieve

: 0.50

Factor multiplicador del espectro

: 1.00

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

## Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

## 2.- ESTRUCTURA

### 2.1.- Geometría

#### 2.1.2.- Barras

##### 2.1.2.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	v	G	f <sub>y</sub>	α <sub>t</sub>	γ
Tipo	Designación	(kg/cm <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(m/m°C)	(t/m <sup>3</sup> )
Acero laminado	A42-27ES	2100000.0	0.300	807692.3	2700.0	0.000012	7.850

*Notación:*  
*E: Módulo de elasticidad*  
*v: Módulo de poisson*  
*G: Módulo de cortadura*  
*f<sub>y</sub>: Límite elástico*  
*α<sub>t</sub>: Coeficiente de dilatación*  
*γ: Peso específico*



# Resultados del Cálculo

## 2.1.2.3.- Características mecánicas

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	A42-27ES	1	TUBO 168x7.1, (Tubo)	35.89	32.30	32.30	1163.67	1163.67	2327.35
		2	TUBO 89x5.5, (Tubo)	14.43	12.98	12.98	126.29	126.29	252.58
<p><i>Notación:</i>            Ref.: Referencia            A: Área de la sección transversal            A<sub>vy</sub>: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'            A<sub>vz</sub>: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'            I<sub>yy</sub>: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'            I<sub>zz</sub>: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'            I<sub>t</sub>: Inercia a torsión            Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</p>									

## 2.1.2.4.- Tabla de cuantificación

Tabla de cuantificación						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	A42-27ES	N2/N1	TUBO 168x7.1 (Tubo)	4.000	0.014	112.69
		N3/N4	TUBO 89x5.5 (Tubo)	2.610	0.004	29.56
		N3/N5	TUBO 89x5.5 (Tubo)	2.610	0.004	29.56
		N7/N6	TUBO 168x7.1 (Tubo)	4.000	0.014	112.69
		N8/N9	TUBO 89x5.5 (Tubo)	2.610	0.004	29.56
		N8/N10	TUBO 89x5.5 (Tubo)	2.610	0.004	29.56
		N14/N13	TUBO 89x5.5 (Tubo)	5.000	0.007	56.63
		N16/N15	TUBO 89x5.5 (Tubo)	5.000	0.007	56.63
		N18/N5	TUBO 89x5.5 (Tubo)	1.552	0.002	17.58
		N5/N16	TUBO 89x5.5 (Tubo)	1.515	0.002	17.15
		N16/N1	TUBO 89x5.5 (Tubo)	1.001	0.001	11.33
		N14/N1	TUBO 89x5.5 (Tubo)	1.001	0.001	11.33
		N4/N14	TUBO 89x5.5 (Tubo)	1.515	0.002	17.15
		N12/N4	TUBO 89x5.5 (Tubo)	1.552	0.002	17.58
		N11/N9	TUBO 89x5.5 (Tubo)	1.552	0.002	17.58
		N9/N13	TUBO 89x5.5 (Tubo)	1.515	0.002	17.15
		N13/N6	TUBO 89x5.5 (Tubo)	1.001	0.001	11.33
		N15/N6	TUBO 89x5.5 (Tubo)	1.001	0.001	11.33
		N10/N15	TUBO 89x5.5 (Tubo)	1.515	0.002	17.15
		N17/N10	TUBO 89x5.5 (Tubo)	1.552	0.002	17.58
		N1/N6	TUBO 89x5.5 (Tubo)	5.000	0.007	56.63
		N12/N11	TUBO 89x5.5 (Tubo)	5.000	0.007	56.63
		N46/N18	TUBO 89x5.5 (Tubo)	1.070	0.002	12.12
N47/N12	TUBO 89x5.5 (Tubo)	1.070	0.002	12.12		
N48/N17	TUBO 89x5.5 (Tubo)	1.070	0.002	12.12		
N49/N11	TUBO 89x5.5 (Tubo)	1.070	0.002	12.12		

## Resultados del Cálculo

Calculo Estructural Sombreadero Vehículos Zofri AH v2

Fecha: 20/04/21

Tabla de cuantificación						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N18/N17	TUBO 89x5.5 (Tubo)	5.000	0.007	56.63
<i>Notación:</i> Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final						

### 2.1.2.5.- Resumen de cuantificación

Resumen de cuantificación												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m <sup>3</sup> )	Serie (m <sup>3</sup> )	Material (m <sup>3</sup> )	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	A42-27ES	Tubo	TUBO 168x7.1	8.000			0.029			225.38		
			TUBO 89x5.5	55.992			0.081			634.16		
					63.992			0.109			859.54	
						63.992		0.109				859.54

### 2.1.2.6.- Cuantificación de superficies

Acero laminado: Cuantificación de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m <sup>2</sup> /m)	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
Tubo	TUBO 168x7.1	0.528	8.000	4.222
	TUBO 89x5.5	0.280	55.992	15.656
<b>Total</b>				<b>19.878</b>

## 2.2.- Resultados

### 2.2.1.- Sismo

**Norma utilizada:** NCh433.Of1996 Mod.2009 (D° n°61, de 2011)

Norma Chilena Oficial

Diseño Sísmico de Edificios

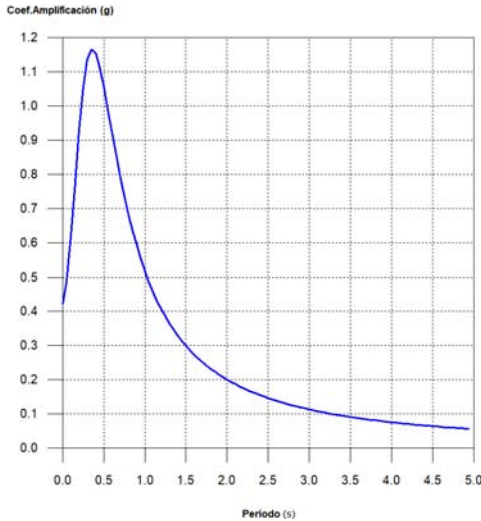
(Incluye modificaciones del decreto n° 61 (V. y U.) de 2011)

**Método de cálculo:** Análisis modal espectral (NCh433.Of1996 Mod.2009 (D° n°61, de 2011), 6.3)

# Resultados del Cálculo

## 2.2.1.1.- Espectro de cálculo

### 2.2.1.1.1.- Espectro elástico de aceleraciones



**Coef. Amplificación:**

$$S_{ae} = S \cdot A_0 \cdot \alpha$$

Donde  $\alpha$  es el factor de amplificación, de acuerdo a la expresión:

$$\alpha = \frac{1 + 4.5 \left( \frac{T}{T_0} \right)^p}{1 + \left( \frac{T}{T_0} \right)^3}$$

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 1.166 g.

NCh433.Of1996 Mod.2009 (D° n°61, de 2011) (Artículo 12)

### Parámetros necesarios para la definición del espectro

**A<sub>0</sub>**: Aceleración efectiva (NCh433.Of1996 Mod.2009, Tabla 6.2)  
Zona sísmica (NCh433.Of1996 Mod.2009, 4.1): 3

**A<sub>0</sub>** : 0.40 g

**S**: Parámetro que interviene en la obtención del espectro de diseño y que depende del tipo de suelo (D° n°61 de 2011, Tabla 6.3)  
Clase de suelo (D° n°61 de 2011, Artículo 6): C

**S** : 1.05

**$\alpha$** : Factor de amplificación (D° n°61 de 2011, Artículo 12.2)

$$\alpha = \frac{1 + 4.5 \left( \frac{T}{T_0} \right)^p}{1 + \left( \frac{T}{T_0} \right)^3}$$

**p**: Parámetro que interviene en la obtención del espectro de diseño y que depende del tipo de suelo (D° n°61 de 2011, Artículo 12.3)

**p** : 1.60

**T<sub>0</sub>**: Parámetro que interviene en la obtención del espectro de diseño y que depende del tipo de suelo (D° n°61 de 2011, Artículo 12.3)

**T<sub>0</sub>** : 0.40 s

Clase de suelo (D° n°61 de 2011, Artículo 6): C

## Resultados del Cálculo

Calculo Estructural Sombreadero Vehículos Zofri AH v2

Fecha: 20/04/21

### 2.2.1.1.2.- Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente ( $R^*/I$ ) correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_{ae} = \frac{S \cdot A_0 \cdot \alpha}{(R^*/I)}$$

$R^*_x/I$ : Coeficiente de reducción (X)

$R^*_x/I$  : 8.31

$R^*_y/I$ : Coeficiente de reducción (Y)

$R^*_y/I$  : 7.18

### Factor de reducción (NCh433.Of1996 Mod.2009, 6.3.5.3)

$$R^* = 1 + \frac{T^*}{0,10 \cdot T_0 + \frac{T^*}{R_0}}$$

Donde:

$R^*_x$ : Factor de reducción de la aceleración (X)

$R^*_x$  : 4.98

$R^*_y$ : Factor de reducción de la aceleración (Y)

$R^*_y$  : 4.31

$T^*_x$ : Periodo del modo con mayor masa traslacional equivalente (X)

$T^*_x$  : 0.47 s

$T^*_y$ : Periodo del modo con mayor masa traslacional equivalente (Y)

$T^*_y$  : 0.30 s

$R_{0x}$ : Factor de modificación de respuesta (X) (NCh433.Of1996 Mod.2009, 5.7)

$R_{0x}$  : 6.00

$R_{0y}$ : Factor de modificación de respuesta (Y) (NCh433.Of1996 Mod.2009, 5.7)

$R_{0y}$  : 6.00

$T_0$ : Parámetro que interviene en la obtención del espectro de diseño y que depende del tipo de suelo (D° n°61 de 2011, Artículo 12.3)

$T_0$  : 0.40 s

Clase de suelo (D° n°61 de 2011, Artículo 6): C

### Coefficiente de importancia

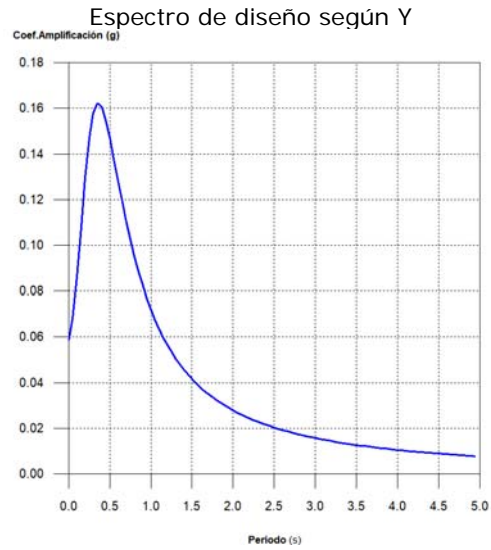
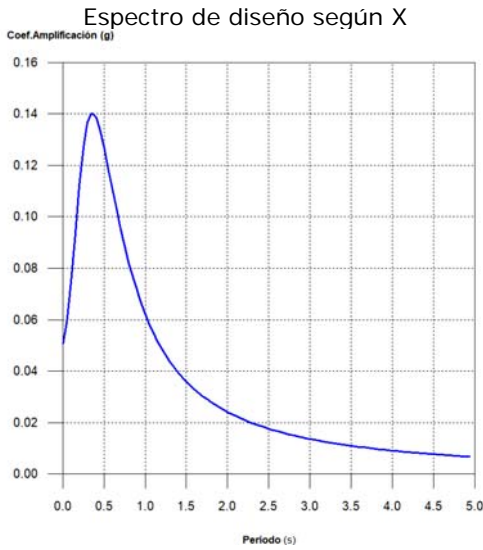
$I$ : Coeficiente de importancia (NCh433.Of1996 Mod.2009, Tabla 6.1)

$I$  : 0.60

Categoría del edificio (NCh433.Of1996 Mod.2009, 4.3): Categoría I

NCh433.Of1996 Mod.2009 (D° n°61, de 2011) (Artículo 12)

# Resultados del Cálculo



## 2.2.1.2.- Coeficientes de participación

Modo	T	L <sub>x</sub>	L <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	Condición X(1)	Condición Y(1)
Modo 1	0.474	1	0	50.54 %	0 %	R = 8.31 A = 1.283 m/s <sup>2</sup> D = 7.31413 mm	R = 7.18 A = 1.484 m/s <sup>2</sup> D = 8.4569 mm
Modo 2	0.365	0.3601	0.9329	0 %	0 %	R = 8.31 A = 1.373 m/s <sup>2</sup> D = 4.63291 mm	R = 7.18 A = 1.587 m/s <sup>2</sup> D = 5.35676 mm
Modo 3	0.295	0	1	0 %	89.66 %	R = 8.31 A = 1.33 m/s <sup>2</sup> D = 2.94195 mm	R = 7.18 A = 1.538 m/s <sup>2</sup> D = 3.40161 mm
Modo 4	0.183	0.0043	1	0 %	0 %	R = 8.31 A = 1.034 m/s <sup>2</sup> D = 0.8791 mm	R = 7.18 A = 1.195 m/s <sup>2</sup> D = 1.01645 mm
Modo 5	0.130	0.0037	1	0 %	8.45 %	R = 8.31 A = 0.838 m/s <sup>2</sup> D = 0.35753 mm	R = 7.18 A = 0.969 m/s <sup>2</sup> D = 0.41339 mm
Modo 6	0.128	1	0.0008	41.24 %	0 %	R = 8.31 A = 0.829 m/s <sup>2</sup> D = 0.34166 mm	R = 7.18 A = 0.959 m/s <sup>2</sup> D = 0.39505 mm
Total				91.78 %	98.11 %		

**T:** Periodo de vibración en segundos.

**L<sub>x</sub>, L<sub>y</sub>:** Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

**M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>:** Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

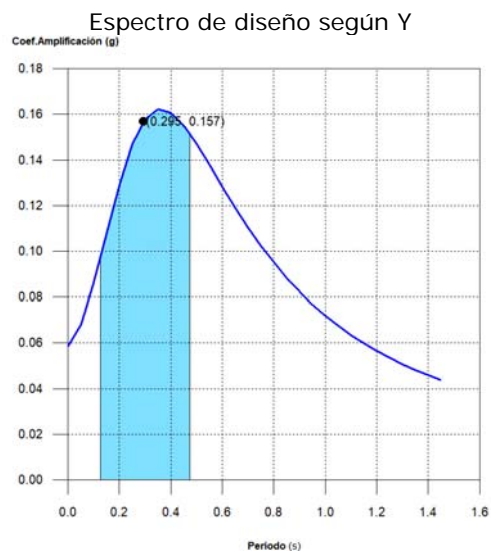
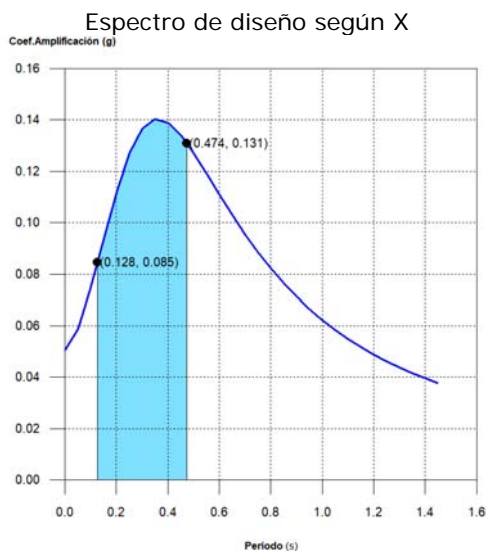
**R:** Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

**A:** Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

**D:** Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

# Resultados del Cálculo

## Representación de los periodos modales



Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

Condición Sismo X1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 1	0.474	0.131
Modo 6	0.128	0.085

Condición Sismo Y1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 3	0.295	0.157

## 3.- FUNDACIONES

### 3.1.- Elementos de fundación aislados

#### 3.1.1.- Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N2 y N7	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 62.5 cm Ancho inicial Y: 62.5 cm Ancho final X: 62.5 cm Ancho final Y: 62.5 cm Ancho zapata X: 125.0 cm Ancho zapata Y: 125.0 cm Peralte: 60.0 cm	Sup X: 5Ø18c/23 Sup Y: 5Ø18c/23 Inf X: 5Ø18c/23 Inf Y: 5Ø18c/23

#### 3.1.2.- Cuantificación

Referencias: N2 y N7		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø18	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	5x1.68	8.40
	Peso (kg)	5x3.35	16.75
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.68	8.40
	Peso (kg)	5x3.35	16.75

## Resultados del Cálculo

Calculo Estructural Sombreadero Vehiculos Zofri AH v2

Fecha: 20/04/21

Referencias: N2 y N7		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø18	
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	5x1.68	8.40
	Peso (kg)	5x3.35	16.75
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.68	8.40
	Peso (kg)	5x3.35	16.75
Totales	Longitud (m)	33.60	
	Peso (kg)	67.00	67.00
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	36.96	
	Peso (kg)	73.70	73.70

Resumen de cuantificación (se incluyen mermas de acero)

Elemento	A-63-42H (kg)	Concreto (m <sup>3</sup> )	
	Ø18	H25	En plantilla
Referencias: N2 y N7	2x73.70	2x0.94	2x0.16
Totales	147.40	1.88	0.31

### 3.1.3.- Comprobación

Referencia: N2		
Dimensiones: 125 x 125 x 60		
Armados: Xi:Ø18c/23 Yi:Ø18c/23 Xs:Ø18c/23 Ys:Ø18c/23		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Tensiones sobre el terreno:</p> <p><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p> <p>- Tensión media en situaciones persistentes:</p> <p>- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:</p>	<p>Máximo: 2 kg/cm<sup>2</sup> Calculado: 0.209 kg/cm<sup>2</sup></p> <p>Máximo: 3 kg/cm<sup>2</sup> Calculado: 0.181 kg/cm<sup>2</sup></p> <p>Máximo: 2.5 kg/cm<sup>2</sup> Calculado: 0.327 kg/cm<sup>2</sup></p> <p>Máximo: 2.5 kg/cm<sup>2</sup> Calculado: 0.459 kg/cm<sup>2</sup></p> <p>Máximo: 3.75 kg/cm<sup>2</sup> Calculado: 0.385 kg/cm<sup>2</sup></p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Volteo de la zapata:</p> <p><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al volteo son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i></p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Reserva seguridad: 16.6 %</p> <p>Reserva seguridad: 330.2 %</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Flexión en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Momento: 0.78 t·m</p> <p>Momento: 0.22 t·m</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cortante en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Cortante: 0.00 t</p> <p>Cortante: 0.00 t</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>

## Resultados del Cálculo

Calculo Estructural Sombreadero Vehículos Zofri AH v2

Fecha: 20/04/21

Referencia: N2 Dimensiones: 125 x 125 x 60 Armados: Xi:Ø18c/23 Yi:Ø18c/23 Xs:Ø18c/23 Ys:Ø18c/23		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Compresión oblicua en la zapata:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Situaciones persistentes: - Situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 600 t/m <sup>2</sup> Calculado: 0.92 t/m <sup>2</sup> Calculado: 0.86 t/m <sup>2</sup>	 Cumple Cumple
<b>Peralte mínimo:</b> <i>Capítulo 15.7 (norma ACI 318M-08)</i>	Mínimo: 21 cm Calculado: 60 cm	Cumple
<b>Espacio para anclar arranques en cimentación:</b> - N2:	Mínimo: 49 cm Calculado: 52 cm	Cumple
<b>Cuantía geométrica mínima:</b> <i>Capítulo 7.12.2.1 (norma ACI 318M-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0018 Calculado: 0.0018 Calculado: 0.0018 Calculado: 0.0018	Cumple Cumple Cumple Cumple
<b>Diámetro mínimo de las barras:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 10 mm Calculado: 18 mm Calculado: 18 mm	Cumple Cumple
<b>Separación máxima entre barras:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 23 cm Calculado: 23 cm Calculado: 23 cm Calculado: 23 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
<b>Separación mínima entre barras:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 23 cm Calculado: 23 cm Calculado: 23 cm Calculado: 23 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
<b>Longitud de anclaje:</b> <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple



## Resultados del Cálculo

Calculo Estructural Sombreadero Vehiculos Zofri AH v2

Fecha: 20/04/21

Referencia: N2 Dimensiones: 125 x 125 x 60 Armados: Xi:Ø18c/23 Yi:Ø18c/23 Xs:Ø18c/23 Ys:Ø18c/23		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud mínima de las ganchos:	Mínimo: 28 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N7 Dimensiones: 125 x 125 x 60 Armados: Xi:Ø18c/23 Yi:Ø18c/23 Xs:Ø18c/23 Ys:Ø18c/23		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kg/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.22 kg/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 3 kg/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.178 kg/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kg/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.237 kg/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kg/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.471 kg/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 3.75 kg/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.294 kg/cm <sup>2</sup>	Cumple
Volteo de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al volteo son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 32.0 %	Cumple

## Resultados del Cálculo

Calculo Estructural Sombreadero Vehículos Zofri AH v2

Fecha: 20/04/21

Referencia: N7		
Dimensiones: 125 x 125 x 60		
Armados: Xi:Ø18c/23 Yi:Ø18c/23 Xs:Ø18c/23 Ys:Ø18c/23		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 377.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.65 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 0.17 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 600 t/m <sup>2</sup> Calculado: 0.92 t/m <sup>2</sup>	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 0.83 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Peralte mínimo: <i>Capítulo 15.7 (norma ACI 318M-08)</i>		
	Mínimo: 21 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N7:	Mínimo: 49 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Capítulo 7.12.2.1 (norma ACI 318M-08)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0018	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0018	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0018	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0018	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 10 mm Calculado: 18 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 18 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 23 cm	Cumple

## Resultados del Cálculo

Calculo Estructural Sombreadero Vehiculos Zofri AH v2

Fecha: 20/04/21

Referencia: N7		
Dimensiones: 125 x 125 x 60		
Armados: Xi:Ø18c/23 Yi:Ø18c/23 Xs:Ø18c/23 Ys:Ø18c/23		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
<i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 30 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud mínima de las ganchos:	Mínimo: 28 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		