

CONTRATO ICAT 001 2014 - REALIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO,  
ACTUALIZACIÓN, AJUSTES PARTICIPATIVOS Y COMPLEMENTACIÓN  
DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS TÉCNICOS EXISTENTES DEL PROYECTO  
MALECÓN BAHÍA DE LA CRUZ, EN EL DISTRITO ESPECIAL,  
INDUSTRIAL, PORTUARIO, BIODIVERSO Y ECO TURÍSTICO DE  
BUENAVENTURA



VOLUMEN 7  
DISEÑOS ESTRUCTURAS Y CIMIENTOS

## Contenido

|   |    |
|---|----|
| I. OBJETO DEL PRESENTE DOCUMENTO.....         | 2  |
| II. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS .....      | 2  |
| III. NORMATIVA DE REFERENCIA CONSIDERADA..... | 6  |
| IV. CRITERIOS DE COMBINACIÓN DE ACCIONES..... | 6  |
| V. MATERIALES.....                            | 8  |
| VI. CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS.....           | 9  |
| VII. ACCIÓN SÍSMICA .....                     | 9  |
| VIII. PÉRGOLA MÓDULOS COMIDAS .....           | 12 |
| IX. ESTRUCTURA ESCENARIO .....                | 19 |
| X. VOLADIZO DIQUE .....                       | 25 |
| XI. SALA DE BOMBAS Y DEPÓSITO .....           | 28 |
| XII. ESTRUCTURA TOLDOS .....                  | 31 |
| XIII. CIMENTACIÓN KIOSKO GUADUA .....         | 71 |
| XIV. ESTRUCTURA DE GUADUA.....                | 75 |

## PROYECTO EJECUTIVO MALECÓN DE BUENAVENTURA FASE 1.1. PARQUE NÉSTOR URBANO TENORIO.

### I. OBJETO DEL PRESENTE DOCUMENTO

El objeto del presente documento es la definición de la solución estructural adoptada para diferentes elementos incluidos en el proyecto ejecutivo del nuevo Parque Néstor Urbano Tenorio, así como el establecimiento de las bases de cálculo consideradas, acciones, criterios de diseño y en general, el establecimiento de todos aquellos parámetros de cálculo que han sido considerados en el diseño de las estructuras.

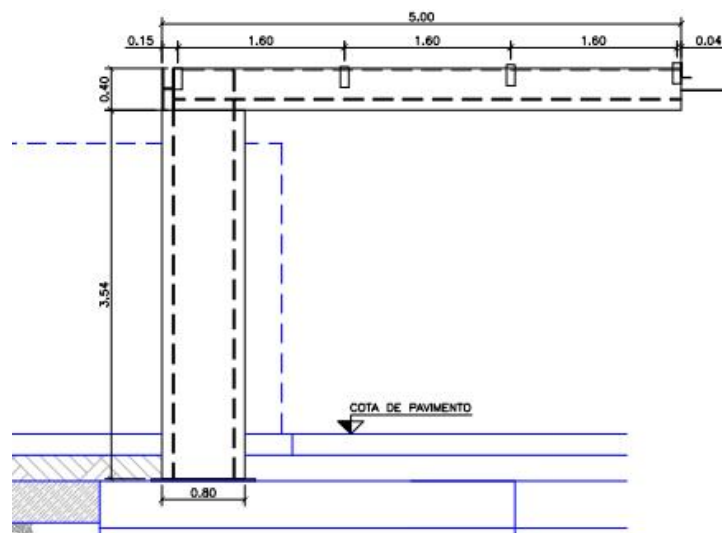
Adjunto a esta memoria, se incluye una colección de planos en los que se definen el conjunto de las estructuras incluidas en el Proyecto.

### II. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

A continuación se incluye una breve descripción de las estructuras incluidas en el proyecto.

#### PÉRGOLA MÓDULOS COMIDAS

Está previsto que los módulos de comida dispongan de una cubierta formada por una estructura en voladizo de aproximadamente 4 m de altura y 5 m de largo. Dicha estructura está formada por una estructura metálica compuesta por pilares y vigas en voladizo de sección armada. Se trata de secciones de ancho constante e igual a 13 cm con un canto de 80 cm para los pilares y 30 cm para las vigas en voladizo.



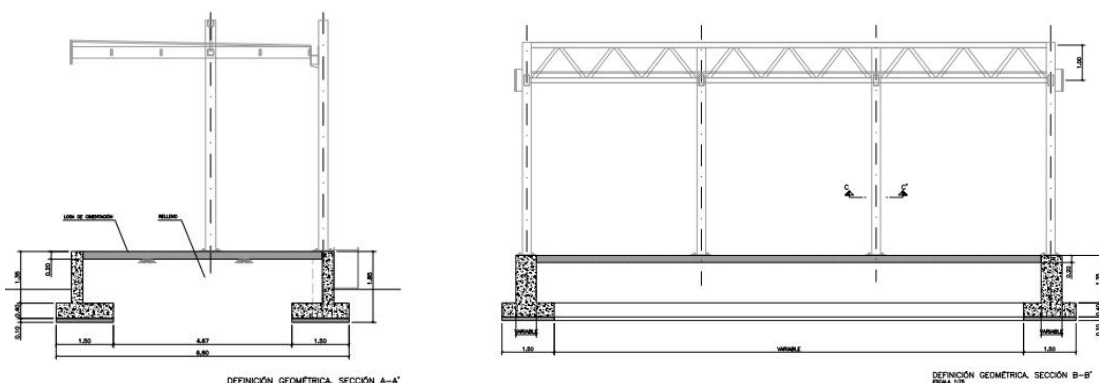
Cada pilar está cimentado sobre una zapata superficial de 4.00x1.5x0.45 m y las diferentes zapatas de cada grupo de pérgolas quedarán unidas mediante vigas riostras de 0.80x0.45 que permitirán centrar reacciones bajo cargas horizontales en dirección longitudinal. De manera independiente los módulos de comida se han cimentado mediante losas de hormigón armado de 20 cm de espesor ubicadas bajo cada uno de los módulos previstos.

Las zapatas de las pérgolas estarán cimentadas directamente sobre el terreno natural formado por una capa de gravas y arenas en escasa matriz limosa (capa A de acuerdo a las indicaciones recogidas en el volumen 4 de geología y geotecnia) para la que se ha considerado una tensión admisible entorno a 50 KPa. La losa de cimentación de los módulos de comida se apoyará sobre 25 cm de base granular compactada y 40 cm de subbase granular compactada que apoyarán en la misma capa de terreno natural. Tal y como se ha indicado en planos y se indica en el volumen 4 sobre geología y geotecnia se recomienda cimentar por encima del nivel freático y será necesario que un geotecnista residente en obra verifique que el terreno de apoyo presente las características adecuadas para la cimentación.

Para la verificación de las pérgolas se ha tenido en cuenta una carga muerta correspondiente a las placas de PVC para impermeabilización de  $0.15 \text{ KN/m}^2$ , así como una carga muerta proveniente del falso techo formado por perfiles de guadua estimadas en  $0.25 \text{ KN/m}^2$ . También se ha considerado una carga de mantenimiento en cubierta de  $0.5 \text{ KN/m}^2$ , así como la acción del viento de  $0.40 \text{ KN/m}^2$  y la acción del sismo en las dos direcciones horizontales y perpendiculares en planta.

## ESTRUCTURA ESCENARIO

La estructura del escenario está formada por perfiles de acero para pilares y cubierta cimentados sobre un muro continuo de concreto reforzado. Se trata de pilares circulares de 244x10 mm de diámetro y espesor que soportan las jácenas principales formadas por perfiles tubulares rectangulares de 300x150x10. Perpendiculares a las jácenas se disponen correas a base de perfiles rectangulares de 150x50x4 que recibirán la carga proveniente de la chapa grecada que conforma la cubierta. Dicha chapa grecada está dispuesta en la misma dirección de las jácenas principales para poder recoger el agua de lluvia de la cubierta.

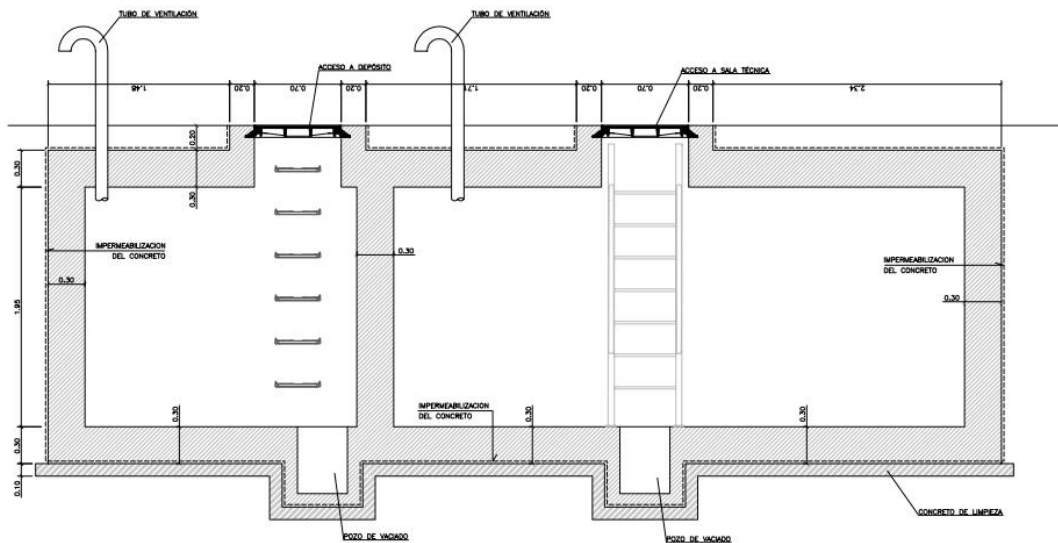


Las dos jácenas principales centrales son de mayor longitud y no disponen de pilares intermedios de apoyo. Por ello se ha incorporado una estructura en celosía por encima la cubierta que servirá de soporte para estas dos jácenas principales. La estructura en celosía está formada por perfiles



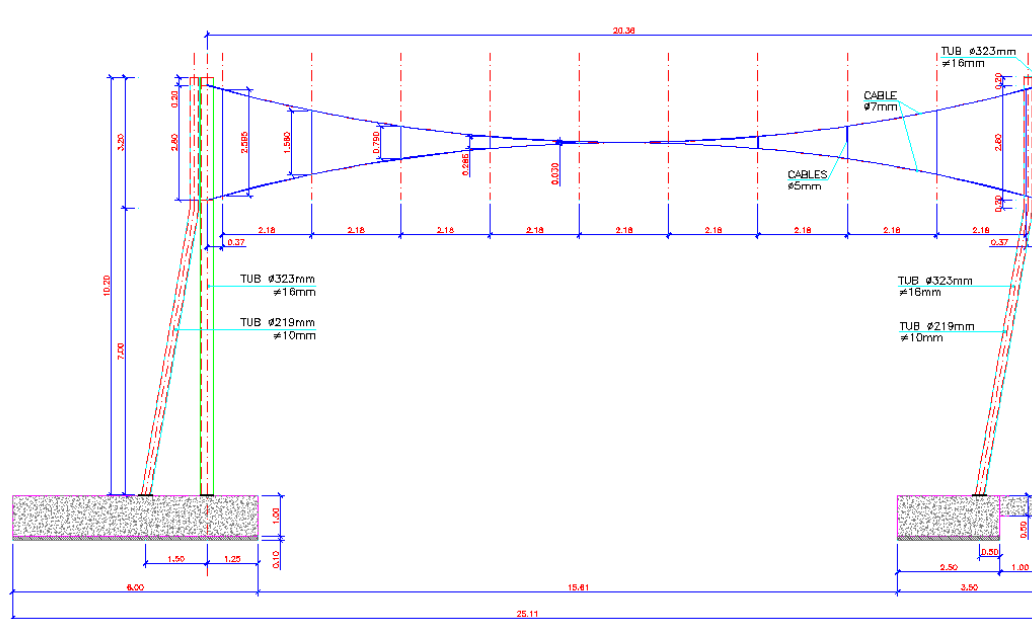


trabajos de excavación. El relleno del trasdos puede colocarse antes de cerrar el cajón con la losa superior, asegurando el solape de la armadura vertical de la base del trasdós de los muros con las esperas provenientes de la losa inferior.



## ESTRUCTURA TOLDOS

La estructura de los toldos que cubren las canchas de deporte se compone de una parrilla horizontal de cables que soportan los elementos de lona circular que ejercen de cubrimiento. Los cables trabajan principalmente en la dirección de pórtico de 19,85m, quedando la dirección transversal a esta en un segundo plano. Los cables denominados longitudinales son los que unen la distancia de 6,70m entre postes y que soportan las fuerzas que ejercen los 2 cables estructurales resultantes entre postes.



El entramado de cables queda sostenido a una altura de 10m sobre la cota de urbanización por los postes de acero de 10,20 m de altura desde cota urbanizada. Los postes de fila lateral se componen de 3 patas, una central a compresión y 2 posteriores que ejercen de tirante. Los postes de la banda central se componen de 4 patas para mejorar el comportamiento frente a una posible carga de viento sobre la cobertura de una cancha y no sobre la otra.

La cimentación es superficial con zapatas que quedan arriostradas para un mejor comportamiento frente a la eventual acción sísmica.

### CIMENTACIÓN DEL PALAFITO DE GUADUA

Con la finalidad de cimentar la estructura de guadua se ha realizado una previsión para la cimentación mediante zapatas bajo cada uno de los apoyos. Se ha considerado una tensión admisible entorno 50 KPa como para el resto de estructuras teniendo en cuenta que las zapatas apoyarán en el estrato A de terreno existente formado por una capa de de gravas y arenas en escasa matriz limosa. Se trata de zapatas de 1.80x1.80 bajo los soportes perimetrale. Una vez en obra se deberá confirmar que las cimentaciones son adecuadas de acuerdo a las especificaciones del suministrador de la estructura de guadua.

### III. NORMATIVA DE REFERENCIA CONSIDERADA

Para el diseño de las diferentes estructuras incluidas en el Proyecto ha sido considerada la siguiente normativa de referencia:

Título A de la NSR-10: "Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente".

Título B de la NSR-10: "Cargas"

Título C de la NSR-10: "Concreto Estructural"

Título F de la NSR-10: "Estructuras metálicas"

Título H de la NSR-10: "Estudios Geotécnicos"

### IV. CRITERIOS DE COMBINACIÓN DE ACCIONES

Se emplearán los criterios de combinación definidos en la NSR-10 y que se incluyen a continuación junto a algunos comentarios extraídos de la misma norma.

- Combinación de cargas en servicio:

|  |            |
|--|------------|
| $D + F$  | (B.2.3-1)  |
| $D + H + F + L + T$  | (B.2.3-2)  |
| $D + H + F + (L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$                          | (B.2.3-3)  |
| $D + H + F + 0.75(L + T) + 0.75(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$        | (B.2.3-4)  |
| $D + H + F + W$  | (B.2.3-5)  |
| $D + H + F + 0.7E$   | (B.2.3-6)  |
| $D + H + F + 0.75W + 0.75L + 0.75(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$      | (B.2.3-7)  |
| $D + H + F + 0.75(0.7E) + 0.75L + 0.75(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$ | (B.2.3-8)  |
| $0.6D + W + H$   | (B.2.3-9)  |
| $0.6D + 0.7E + H$  | (B.2.3-10) |

Deben considerarse los efectos más desfavorables de viento y de sismo tomándolos independientemente.

Siendo:

D: Cargas muertas (estructura, cerramientos, solados, etc)

L: Cargas vivas (sobrecargas de uso y explotación)

H: Acciones horizontales por empujes del terreno o materiales contenidos (muros de sótano).

F: Fuerzas debidas a empujes de fluidos de nivel controlables (aljibes)

T: Acciones diferidas de naturaleza térmica, reológica o geotécnicas (asientos)

E: Fuerzas sísmicas reducidas de diseño

W: Acción de viento

- Combinación de cargas en estado límite último:

|  |           |
|--|-----------|
| $1.4(D + F)$   | (B.2.4-1) |
| $1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$ | (B.2.4-2) |
| $1.2D + 1.6(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) + (L \text{ ó } 0.8W)$  | (B.2.4-3) |
| $1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$          | (B.2.4-4) |
| $1.2D + 1.0E + 1.0L$   | (B.2.4-5) |
| $0.9D + 1.6W + 1.6H$   | (B.2.4-6) |
| $0.9D + 1.0E + 1.6H$   | (B.2.4-7) |

## V. MATERIALES

### CONCRETO

- Cuadro general de definición de resistencias en hormigones:

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| Concreto empleado en muros y cimentaciones | $f'_c = 28 \text{ MPa (4000 psi)}$ |
|--|------------------------------------|

- Recubrimientos en la colocación del refuerzo

El recubrimiento especificado para el refuerzo no debe ser menor que los definidos a continuación:

(a) Concreto in situ expuesto a suelo o a la intemperie:

|   |       |
|---|-------|
| Barras No. 6 (3/4") ó 20M (20 mm) a No. 18 (2-1/4") ó 55M (55 mm) | 50 mm |
|---|-------|

|   |       |
|---|-------|
| Barras No. 5 (5/8") ó 16M (16 mm) y menores | 40 mm |
|---|-------|

(b) Concreto prefabricado expuesto a suelo o a la intemperie

|   |       |
|---|-------|
| Barras No. 5 (5/8") ó 16M (16 mm) y menores | 30 mm |
|---|-------|

### ACERO DE REFUERZO

Las barras de refuerzo corrugado deben ser de acero de baja aleación que cumplan con la norma NTC 2289 (ASTM A706M). Se permite el uso de barras de acero inoxidable fabricadas bajo la norma ASTM A955M siempre y cuando cumplan a su vez los requisitos de NTC 2289 (ASTM A706M).

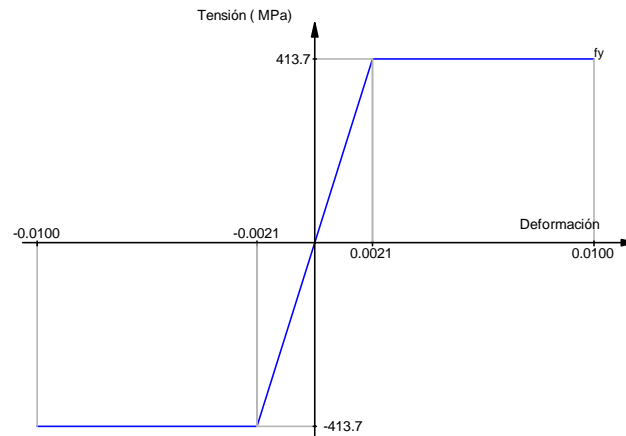
Acero pasivo corrugado:

Denominación: Grado 60 ASTM A-706

|                                    |   |         |
|------------------------------------|---|---------|
| Tensión de fluencia nominal, $f_y$ | : | 414 MPa |
| Tensión máxima, $f_{y\max}$        | : | 552 MPa |

Resultados del cálculo:

### Diagrama tensión - deformación



|  |   |          |     |
|--|---|----------|-----|
| Tensión de fluencia nominal, $f_y$                           | : | 413.7    | MPa |
| Deformación correspondiente al límite elástico, $\epsilon_y$ | : | 0.00207  |     |
| Deformación última en compresión, $\epsilon_{\max,1}$        | : | 0.01000  |     |
| Deformación última en tracción, $\epsilon_{\max,2}$          | : | -0.01000 |     |
| Módulo de elasticidad, $E_s$                                 | : | 199947.0 | MPa |

### ACERO ESTRUCTURAL

Acero laminado ASTM A 36 con límite de fluencia 250 Mpa

Acero laminado ASTM A 572 con límite de fluencia 345 Mpa

## VI. CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

En base a los datos incluidos en el informe de geotécnia, se considerará un valor de la máxima tensión admisible del orden de los 0.50 Kg/cm<sup>2</sup> y un perfil de suelo tipo D para el conjunto de estructuras incluidas en el Proyecto.

## VII. ACCIÓN SÍSMICA

A continuación se detalla el espectro de diseño, basado en la NSR-10, empleado en la verificación de las estructuras incluidas en proyecto.



## ZONAS DE AMENAZA SÍSMICA Y MOVIMIENTOS SÍSMICOS DE DISEÑO (NSR-10)

### A.2.2 MOVIMIENTOS SÍSMICOS DE DISEÑO

#### Buenaventura

|                                     |                |           |
|-------------------------------------|----------------|-----------|
| Aceleración pico efectiva (A.2.2.2) | (Apéndice A-4) | Aa = 0.40 |
| Velocidad pico efectiva (A.2.2.3)   | (Apéndice A-4) | Av = 0.35 |

### A.2.3 ZONA DE AMENAZA SÍSMICA

|              |                |      |
|--------------|----------------|------|
| Buenaventura | (Apéndice A-4) | Alta |
|--------------|----------------|------|

### A.2.4 EFECTOS LOCALES

|   |                 |           |
|---|-----------------|-----------|
| A.2.4.2 Tipo de perfil de suelo                               |                 | Tipo D    |
| Coefficiente de amplificación en zona de periodos cortos      | (Tabla A.2.4-3) | Fa = 1.10 |
| Coefficiente de amplificación en zona de periodos intermedios | (Tabla A.2.4-4) | Fv = 1.70 |

**Tabla A.2.4-3**  
Valores del coeficiente  $F_a$ , para la zona de periodos cortos del espectro

| Tipo de Perfil | Intensidad de los movimientos sísmicos |             |             |             |                |
|----------------|--|-------------|-------------|-------------|----------------|
|                | $A_a \leq 0.1$                         | $A_a = 0.2$ | $A_a = 0.3$ | $A_a = 0.4$ | $A_a \geq 0.5$ |
| A              | 0.8                                    | 0.8         | 0.8         | 0.8         | 0.8            |
| B              | 1.0                                    | 1.0         | 1.0         | 1.0         | 1.0            |
| C              | 1.2                                    | 1.2         | 1.1         | 1.0         | 1.0            |
| D              | 1.6                                    | 1.4         | 1.2         | 1.1         | 1.0            |
| E              | 2.5                                    | 1.7         | 1.2         | 0.9         | 0.9            |
| F              | véase nota                             | véase nota  | véase nota  | Véase nota  | véase nota     |

**Tabla A.2.4-4**  
Valores del coeficiente  $F_v$ , para la zona de periodos intermedios del espectro

| Tipo de Perfil | Intensidad de los movimientos sísmicos |             |             |             |                |
|----------------|--|-------------|-------------|-------------|----------------|
|                | $A_v \leq 0.1$                         | $A_v = 0.2$ | $A_v = 0.3$ | $A_v = 0.4$ | $A_v \geq 0.5$ |
| A              | 0.8                                    | 0.8         | 0.8         | 0.8         | 0.8            |
| B              | 1.0                                    | 1.0         | 1.0         | 1.0         | 1.0            |
| C              | 1.7                                    | 1.6         | 1.5         | 1.4         | 1.3            |
| D              | 2.4                                    | 2.0         | 1.8         | 1.6         | 1.5            |
| E              | 3.5                                    | 3.2         | 2.8         | 2.4         | 2.4            |
| F              | véase nota                             | véase nota  | véase nota  | Véase nota  | véase nota     |

### A.2.5 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA

#### A.2.5.1 Grupos de uso

Grupo IV - Edificaciones indispensables  
Grupo III - Edificaciones de atención a la comunidad  
Grupo II - Estructuras de ocupación especial  
Grupo I - Estructuras de ocupación normal

#### A.2.5.2 Coeficiente de importancia

**Tabla A.2.5-1**  
Valores del coeficiente de importancia, I

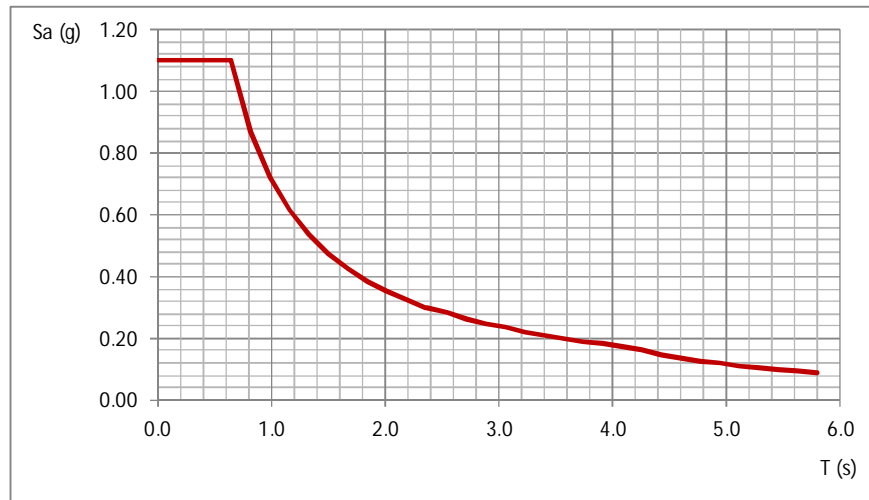
(Tabla A.2.5-1) I = 1.00

| Grupo de Uso | Coefficiente de Importancia, I |
|--------------|--------------------------------|
| IV           | 1.50                           |
| III          | 1.25                           |
| II           | 1.10                           |
| I            | 1.00                           |

## A.2.6 ESPECTRO DE DISEÑO

### A.2.6.1 Espectro de aceleraciones

Sa expresada como fracción de la gravedad, para un coeficiente de cinco por ciento (5%) del amortiguamiento crítico



|             |       |        |                                       |                                      |                  |
|-------------|-------|--------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------|
|             | T (s) | Sa (g) |                                       |                                      |                  |
|             | 0.0   | 1.10   | $S_a = 2.5A_a F_a I$                  | $T_C = 0.48 \frac{A_v F_v}{A_a F_a}$ | $T_C (s) = 0.65$ |
| $T_C (s) =$ | 0.65  | 1.10   | $S_a = \frac{1.2 A_v F_v I}{T}$       | $T_L = 2.4 F_v$                      | $T_L (s) = 4.08$ |
|             | 0.82  | 0.87   |                                       |                                      |                  |
|             | 0.99  | 0.72   |                                       |                                      |                  |
|             | 1.16  | 0.61   |                                       |                                      |                  |
|             | 1.34  | 0.53   |                                       |                                      |                  |
|             | 1.51  | 0.47   |                                       |                                      |                  |
|             | 1.68  | 0.43   |                                       |                                      |                  |
|             | 1.85  | 0.39   |                                       |                                      |                  |
|             | 2.02  | 0.35   |                                       |                                      |                  |
|             | 2.19  | 0.33   |                                       |                                      |                  |
|             | 2.36  | 0.30   |                                       |                                      |                  |
|             | 2.54  | 0.28   |                                       |                                      |                  |
|             | 2.71  | 0.26   |                                       |                                      |                  |
|             | 2.88  | 0.25   |                                       |                                      |                  |
|             | 3.05  | 0.23   |                                       |                                      |                  |
|             | 3.22  | 0.22   |                                       |                                      |                  |
|             | 3.39  | 0.21   |                                       |                                      |                  |
|             | 3.57  | 0.20   |                                       |                                      |                  |
|             | 3.74  | 0.19   |                                       |                                      |                  |
|             | 3.91  | 0.18   |                                       |                                      |                  |
| $T_L (s) =$ | 4.08  | 0.18   | $S_a = \frac{1.2 A_v F_v T_L I}{T^2}$ |                                      |                  |
|             | 4.25  | 0.16   |                                       |                                      |                  |
|             | 4.42  | 0.15   |                                       |                                      |                  |
|             | 4.59  | 0.14   |                                       |                                      |                  |
|             | 4.77  | 0.13   |                                       |                                      |                  |
|             | 4.94  | 0.12   |                                       |                                      |                  |
|             | 5.11  | 0.11   |                                       |                                      |                  |
|             | 5.28  | 0.10   |                                       |                                      |                  |
|             | 5.45  | 0.10   |                                       |                                      |                  |
|             | 5.62  | 0.09   |                                       |                                      |                  |
|             | 5.80  | 0.09   |                                       |                                      |                  |

## VIII. PÉRGOLA MÓDULOS COMIDAS

| ESTRUCTURA PERGOLAS   |          |                    |                          | 26/01/2015 |  |
|---|----------|--------------------|--------------------------|------------|--|
| Normativa   |          |                    |                          |            |  |
| Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 |          |                    |                          |            |  |
| Materiales  |          |                    |                          |            |  |
| Concreto en cimentaciones                                     |          |                    | $f_c$ (MPa) =            | 27.4       |  |
| Recubrimiento en cimentaciones                                |          |                    | $r$ (mm) =               | 50         |  |
| Acero barras de refuerzo en concreto                          |          | Grado 60 (420)     | $f_y$ (MPa) =            | 420        |  |
| Acero estructural   | ASTMA 36 | Límite elástico    | $f_y$ (MPa) =            | 250        |  |
|   |          | Módulo elástico    | $E$ (MPa) =              | 200000     |  |
| Geometría   |          |                    |                          |            |  |
| Altura de la pérgola  |          |                    | $h$ (m) =                | 4.00       |  |
| Longitud del voladizo   |          |                    | $l$ (m) =                | 5.00       |  |
| Distancia entre pérgolas                                      |          |                    | $b$ (m) =                | 6.50       |  |
| Distancia entre perfilería sobre pérgolas                     |          |                    | $b$ (m) =                | 1.60       |  |
| Sección transversal viga entre pérgolas                       |          | Canto              | $h$ (mm) =               | 200        |  |
|   |          | Ancho              | $b$ (mm) =               | 80         |  |
|   |          | Espesor            | $t$ (mm) =               | 4          |  |
|   |          | Area               | $A$ (mm <sup>2</sup> ) = | 2176       |  |
|   |          | Inercia eje fuerte | $I$ (mm <sup>4</sup> ) = | 10866005   |  |
| Sección transversal viga en voladizo                          |          | Canto              | $h$ (mm) =               | 300        |  |
|   |          | Ancho              | $b$ (mm) =               | 130        |  |
|   |          | Espesor            | $t$ (mm) =               | 15         |  |
|   |          | Area               | $A$ (mm <sup>2</sup> ) = | 12000      |  |
|   |          | Inercia eje fuerte | $I$ (mm <sup>4</sup> ) = | 128475000  |  |
|   |          | Inercia eje debil  | $I$ (mm <sup>4</sup> ) = | 32425000   |  |
| Sección transversal pilar                                     |          | Canto              | $h$ (mm) =               | 800        |  |
|   |          | Canto interior     | $h$ (mm) =               | 600        |  |
|   |          | Ancho              | $b$ (mm) =               | 130        |  |
|   |          | Espesor            | $t$ (mm) =               | 15         |  |
|   |          | Area               | $A$ (mm <sup>2</sup> ) = | 27000      |  |
|   |          | Inercia eje fuerte | $I$ (mm <sup>4</sup> ) = | 1550000000 |  |
|   |          | Inercia eje debil  | $I$ (mm <sup>4</sup> ) = | 82300000   |  |
| Sección transversal pilar (ala comprimida)                    |          | Canto              | $h$ (mm) =               | 130        |  |
|   |          | Ancho              | $b$ (mm) =               | 200        |  |
|   |          | Espesor            | $t$ (mm) =               | 15         |  |
|   |          | Area               | $A$ (mm <sup>2</sup> ) = | 7500       |  |
|   |          | Inercia eje fuerte | $I$ (mm <sup>4</sup> ) = | 21200000   |  |

#### Acciones. Cargas muertas (D)

|                        |                                   |      |
|------------------------|-----------------------------------|------|
| Peso acero estructural | $\gamma_s$ (Kg/m <sup>3</sup> ) = | 7850 |
| Peso cubierta PVC      | $q$ (KN/m <sup>2</sup> ) =        | 0.15 |
| Techo de guadua        | $q$ (KN/m <sup>2</sup> ) =        | 0.25 |

#### Acciones. Sobrecarga de cubierta (Lr)

|                           |                            |      |
|---------------------------|----------------------------|------|
| Carga viva sobre cubierta | $q$ (KN/m <sup>2</sup> ) = | 0.50 |
|---------------------------|----------------------------|------|

#### Acciones. Sobrecarga de viento (W)

|                 |                            |      |
|-----------------|----------------------------|------|
| Carga de viento | $q$ (KN/m <sup>2</sup> ) = | 0.40 |
|-----------------|----------------------------|------|

Presión por velocidad  $q_z = 0.613 K_z K_{zt} K_d V^2 I$  en (N/m<sup>2</sup>);  $V$  en m/s Categoría de exposición B

|  |             |      |
|--|-------------|------|
| Factor de direccionalidad del viento               | $K_d$ =     | 0.95 |
| Coefficiente de exposición                         | $K_z$ =     | 0.70 |
| Factor topográfico                                 | $K_{zt}$ =  | 1.00 |
| Velocidad básica del viento                        | $V$ (m/s) = | 17   |
| Factor de importancia                              | $I$ =       | 1.00 |
| Presión por velocidad $q_z$ (KN/m <sup>2</sup> ) = |             | 0.12 |

Presión de viento  $p = q_h G C_N$

|                         |         |      |
|-------------------------|---------|------|
| Factor de efecto ráfaga | $G$ =   | 0.85 |
| Coefficiente de fuerza  | $C_N$ = | 1.80 |

|   |      |
|---|------|
| Presión de viento $p$ (KN/m <sup>2</sup> ) =      | 0.18 |
| (Valor mínimo B.6.1.3) $p$ (KN/m <sup>2</sup> ) = | 0.40 |

#### Acciones. Sismo

|  |                |         |      |
|--|----------------|---------|------|
| Aceleración pico efectiva                          | (Apéndice A-4) | $A_a$ = | 0.40 |
| Velocidad pico efectiva                            | (Apéndice A-4) | $A_v$ = | 0.35 |
| Coefficiente de capacidad de disipación de energía |                | $R_0$ = | 1.00 |

Se tienen en cuenta los efectos ortogonales suponiendo la concurrencia simultánea del 100% de las fuerzas sísmicas en una dirección y el 30% de las fuerzas sísmicas en la dirección perpendicular.

#### Combinación de acciones

|                      |        |                  |                                      |
|----------------------|--------|------------------|--------------------------------------|
| Combinaciones en ELS | ELS    | CARG VERT ABAJO  | $D + 0.75 L_r + 0.75 W \downarrow$   |
| Combinaciones en ELU | ELU_10 | CARG VERT ABAJO  | $1.2 D + 1.6 L_r + 0.8 W \downarrow$ |
|                      | ELU_20 | CARG VERT ARRIBA | $0.9 D + 1.6 W \uparrow$             |
|                      | ELU_30 | SISMO 100X 30Z   | $1.2 D + 1.0 E$                      |
|                      | ELU_40 | SISMO 30X 100Z   | $1.2 D + 1.0 E$                      |
|                      | ELU_50 | SISMO 100X 30Z   | $0.9 D + 1.0 E$                      |
|                      | ELU_60 | SISMO 30X 100Z   | $0.9 D + 1.0 E$                      |

#### Verificaciones perfilera rectangular entre pérgolas

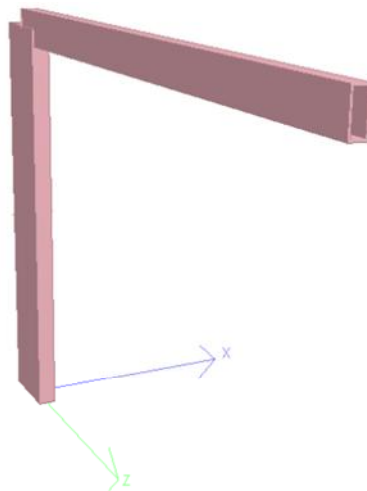
|                           |    |              |      |
|---------------------------|----|--------------|------|
| Peso propio viga          | D  | $q$ (KN/m) = | 0.17 |
| Peso cubierta PVC         | D  | $q$ (KN/m) = | 0.24 |
| Carga viva sobre cubierta | Lr | $q$ (KN/m) = | 0.80 |
| Viento                    | W  | $q$ (KN/m) = | 0.64 |

|   |            |      |
|---|------------|------|
| Coefficiente de mayoración de acciones (cargas permanentes) | $\gamma$ = | 1.20 |
| Coefficiente de mayoración de acciones (cargas variables)   | $\gamma$ = | 1.60 |
|   | $\gamma$ = | 0.80 |

|                                |             |                               |                            |              |
|--------------------------------|-------------|-------------------------------|----------------------------|--------------|
| Carga lineal total mayorada    | COMB_ELU 10 | $1.2 D + 1.6 L_r + 0.8 W$     | $q_d \text{ (KN/m)} =$     | 2.3          |
| Flexión                        |             | $(pl^2/8)$                    | $M_d \text{ (mKN)} =$      | 12           |
| Cortante                       |             | $(pl/2)$                      | $V_d \text{ (KN)} =$       | 7            |
| Tensión elástica               |             |                               | $\sigma_y \text{ (MPa)} =$ | 111          |
|                                |             |                               |                            | < $f_y$ , ok |
| Máxima deformación en servicio | COMB_ELS    | $D + 0.75 L_r + 0.75 W$       | $q \text{ (KN/m)} =$       | 1.49         |
|                                |             | Flecha máxima $(5pl^4/384EI)$ | $f \text{ (mm)} =$         | 16           |
|                                |             |                               | $L /$                      | 408          |

#### Verificaciones en sección de arranque de voladizo

|                           |       |                      |     |
|---------------------------|-------|----------------------|-----|
| Peso propio viga          | D     | $q \text{ (KN/m)} =$ | 0.9 |
| Carga muerta              | D     | $q \text{ (KN/m)} =$ | 3.3 |
| Carga viva sobre cubierta | $L_r$ | $q \text{ (KN/m)} =$ | 3.3 |
| Viento                    | W     | $q \text{ (KN/m)} =$ | 2.6 |



#### Esfuerzos en sección de arranque del voladizo (resultados obtenidos del modelo de barras STAAD)

|                          | C_ELS 10     | C_ELU 20     | C_ELU 30     | C_ELU 40     | C_ELU 50     | C_ELU 60     | C_ELU 70     |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| $M_{zd} \text{ (mKN)} =$ | 110          | 155          | 5            | 65           | 65           | 50           | 50           |
| $M_{yd} \text{ (mKN)} =$ | 0            | 0            | 0            | 60           | 20           | 60           | 20           |
| $\sigma \text{ (MPa)} =$ | 128          | 181          | 6            | 196          | 116          | 179          | 98           |
|                          | < $f_y$ , ok | < $f_y$ , ok | < $f_y$ , ok | < $f_y$ , ok | < $f_y$ , ok | < $f_y$ , ok | < $f_y$ , ok |

|                                |          |                            |                      |      |
|--------------------------------|----------|----------------------------|----------------------|------|
| Máxima deformación en servicio | COMB_ELS | $D + 0.75 L_r + 0.75 W$    | $q \text{ (KN/m)} =$ | 8.62 |
|                                |          | Flecha máxima $(pl^4/8EI)$ | $f \text{ (mm)} =$   | 26   |
|                                |          |                            | $L /$                | 381  |

# Verificaciones en sección de base de pilar

## Esfuerzos en sección de arranque del pilar

(resultados obtenidos del modelo de barras STAAD)

|                  | C_ELS 10 | C_ELU 20 | C_ELU 30 | C_ELU 40 | C_ELU 50 | C_ELU 60 | C_ELU 70 |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Mzd (mKN) =      | 110      | 155      | 0        | 90       | 145      | 75       | 130      |
| Myd (mKN) =      | 0        | 0        | 0        | 55       | 20       | 55       | 20       |
| Nd (KN) =        | 45       | 65       | 0        | 25       | 25       | 20       | 20       |
| $\sigma$ (MPa) = | 30       | 42       | 0        | 68       | 54       | 64       | 50       |
|                  | < fy, ok | < fy, ok | < fy, ok | < fy, ok | < fy, ok | < fy, ok | < fy, ok |

Además de la verificación elástica de tensiones, dada la esbeltez del pilar en la dirección perpendicular al voladizo, se realiza una verificación mediante una aproximación conservadora del pandeo del ala comprimida del pilar. Se verifica considerando sólo el ala comprimida del pilar como una viga en voladizo cargada por una fuerza axial igual al axil del pilar dividido por 2 más una fuerza igual a la flexión en la base del pilar dividida por el brazo del pilar.

Flexión en sección de arranque del pilar

Md (mKN) = 155

Axil en sección de arranque del pilar

Nd (KN) = 65

Brazo mecánico

z (m) = 0.60

Fuerza de compresión (sobre ala comprimida)

Fd (KN) = 291

Verificación inestabilidad:

Factor de longitud efectiva

K = 2.0

Radio de giro asociado

I (mm<sup>4</sup>) = 21200000

A (mm<sup>2</sup>) = 7500

r (mm) = 53

L (m) = 4.00

KL/r = 150

Longitud del pilar

Esfuerzo crítico de pandeo elástico

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2}$$

$$F_{cr} = 0.877 F_e$$

Fe (MPa) = 87

Esfuerzo de pandeo por flexión

Fcr (MPa) = 76

Resistencia nominal a compresión

$$P_n = F_{cr} A_g$$

$$F_{cr} = \left[ 0.658^{F_y/F_e} \right] F_y$$

Pn (KN) = 573

Resistencia de diseño

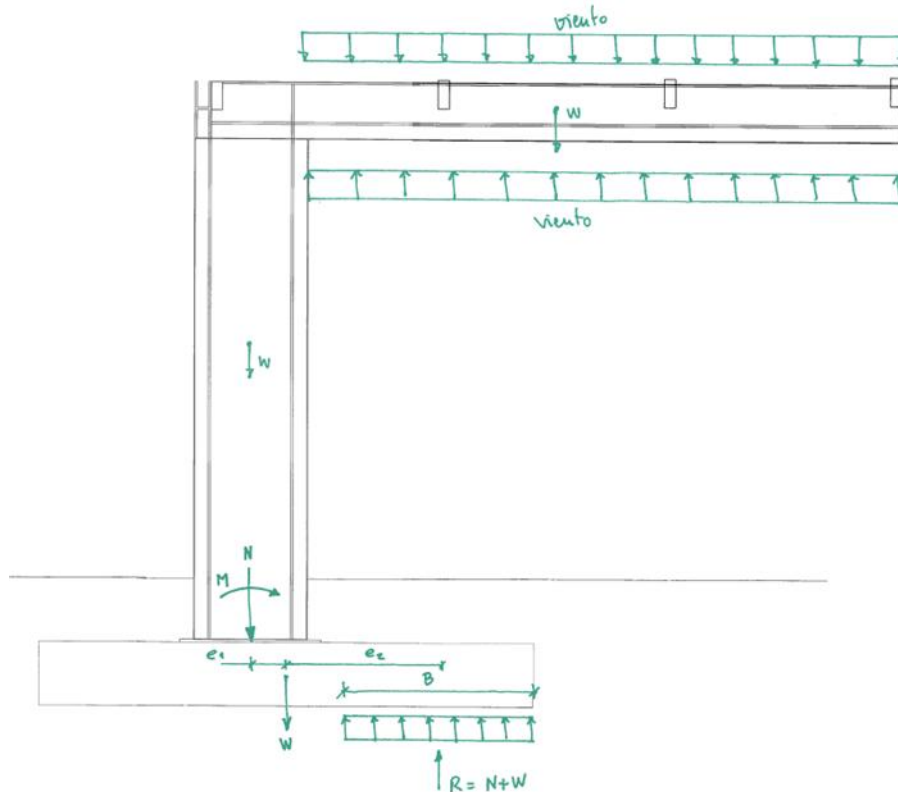
$$\phi_c P_n \quad \phi_c \cdot P_n \text{ (KN)} = 516$$

> Fd, ok  
177%



## CIMENTACIÓN

|                            |                            |      |
|----------------------------|----------------------------|------|
| Longitud de la cimentación | $l$ (m) =                  | 4.00 |
| Ancho de la cimentación    | $c$ (m) =                  | 1.50 |
| Canto de la cimentación    | $h$ (m) =                  | 0.45 |
| Peso del concreto          | $w$ (KN/m <sup>3</sup> ) = | 25   |
| Peso de la cimentación     | $W$ (KN) =                 | 68   |



### Esfuerzos en sección de arranque del pilar

(resultados obtenidos del modelo de barras STAAD)

|                      | C_ELS 10 | C_ELU 20 | C_ELU 30 | C_ELU 40 | C_ELU 50 | C_ELU 60 | C_ELU 70 |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| (Trans.) Mzd (mKN) = | 110      | 155      | 0        | 90       | 145      | 75       | 130      |
| (Long.) Myd (mKN) =  | 0        | 0        | 0        | 55       | 20       | 55       | 20       |
| Nd (KN) =            | 45       | 65       | 0        | 25       | 25       | 20       | 20       |

La flexión en la base del pilar en dirección transversal será centrada por la viga centradora entre cimentaciones.

Para poder centrar la reacción se deberá mobilizar una fuerza igual  $Myd / b$  (siendo  $b$  la distancia entre pérgolas).

|            |     |     |     |     |     |     |     |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $F$ (KN) = | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.5 | 3.1 | 8.5 | 3.1 |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

### Excentricidad transversal del pilar respecto a cimentación

|            |      |      |      |      |      |      |      |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|
| $e1$ (m) = | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|

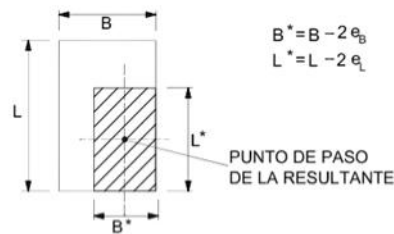
Reacciones sobre cimentación  $M = M_{zd} - (N_d + F) \cdot e_1$   $R = N_d + W + F$

|          |           |     |     |    |     |     |    |     |
|----------|-----------|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|
| (Trans.) | M (mKN) = | 65  | 90  | 0  | 57  | 117 | 47 | 107 |
|          | R (KN) =  | 113 | 133 | 68 | 101 | 96  | 96 | 91  |

Excentricidad de la carga en dirección transversal  $e_2 = M / R$

|          |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|
| e2 (m) = | 0.58 | 0.68 | 0.00 | 0.56 | 1.22 | 0.48 | 1.18 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|

Longitud de cimentación equivalente en dirección transversal



|         |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| B (m) = | 2.84 | 2.64 | 4.00 | 2.88 | 1.55 | 3.03 | 1.64 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|

Tensión media bajo cimentación  $\sigma = R / (B \times c)$

|                  |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| $\sigma$ (KPa) = | 26 | 33 | 11 | 23 | 41 | 21 | 37 |
|------------------|----|----|----|----|----|----|----|

#### ZAPATA - Verificación a flexión

Armadura en cara inferior de cimentación

|                              |      |
|------------------------------|------|
| $\emptyset$ (#) =            | 5    |
| sep. (m) =                   | 0.20 |
| $A_s$ (cm <sup>2</sup> /m) = | 9.9  |

Momento resistente

|                 |     |
|-----------------|-----|
| $M_n$ (mKN/m) = | 150 |
|-----------------|-----|

Factor de reducción

|                 |     |
|-----------------|-----|
| $\Phi$ =        | 0.9 |
| $M_u$ (mKN/m) = | 135 |

Momento flector de diseño

|                 |              |
|-----------------|--------------|
| $M_d$ (mKN) =   | 155          |
| $M_d$ (mKN/m) = | 103          |
|                 | < $M_u$ , ok |
|                 | 130%         |

#### ZAPATA - Cuantía mecánica mínima

Armadura mínima a flexión

|                                    |                            |
|------------------------------------|----------------------------|
| $A_{s,min}$ (cm <sup>2</sup> /m) = | 13.3                       |
|                                    | $A_s > 1.3 A_{s,nec}$ , ok |

$$A_{s,min} = \frac{0.25 \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d \quad (C.10-3)$$

pero no menor a  $1.4 b_w d / f_y$

#### ZAPATA - Verificación a cortante

Reacción máxima bajo cimentación

|              |     |
|--------------|-----|
| $R_d$ (KN) = | 133 |
|--------------|-----|

Cortante de diseño por ml

|                |      |
|----------------|------|
| $V_d$ (KN/m) = | 88   |
| $\Phi$ =       | 0.85 |
| $v_u$ (MPa) =  | 0.69 |

Capacidad a cortante del concreto

|                          |               |              |
|--------------------------|---------------|--------------|
| $v_c = 0.18 \sqrt{f'_c}$ | $v_c$ (MPa) = | 0.94         |
|                          |               | > $v_u$ , ok |

VIGA CENTRADORA - Verificación a flexión

|  |                         |      |
|--|-------------------------|------|
| Geometría sección transversal            | h (m) =                 | 0.45 |
|  | b (m) =                 | 0.80 |
| Armadura en cara inferior de cimentación | Ø (#) =                 | 5    |
|  | n =                     | 6    |
|  | As (cm <sup>2</sup> ) = | 12   |
| Momento resistente                       | Mn (mKN) =              | 180  |
| Factor de reducción                      | Φ =                     | 0.9  |
|  | Mu (mKN) =              | 162  |
| Momento flector de diseño                | Md (mKN) =              | 55   |
|  | < Mu, ok<br>294%        |      |

VIGA CENTRADORA - Cuantía mecánica mínima

|                           |                             |      |
|---------------------------|-----------------------------|------|
| Armadura mínima a flexión | As.min (cm <sup>2</sup> ) = | 10.7 |
|                           | < As, ok                    |      |

$$A_{s,min} = \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d \quad (C.10-3)$$

pero no menor a  $1.4b_w d/f_y$

VIGA CENTRADORA - Verificación a cortante

|                                   |            |      |
|-----------------------------------|------------|------|
| Cortante de diseño por ml         | Vd (KN) =  | 8.5  |
|                                   | Φ =        | 0.85 |
| Capacidad a cortante del concreto | vu (MPa) = | 0.00 |
|                                   | vc (MPa) = | 0.94 |
|                                   | > vu, ok   |      |

$$v_c = 0.18\sqrt{f'_c}$$

## IX. ESTRUCTURA ESCENARIO

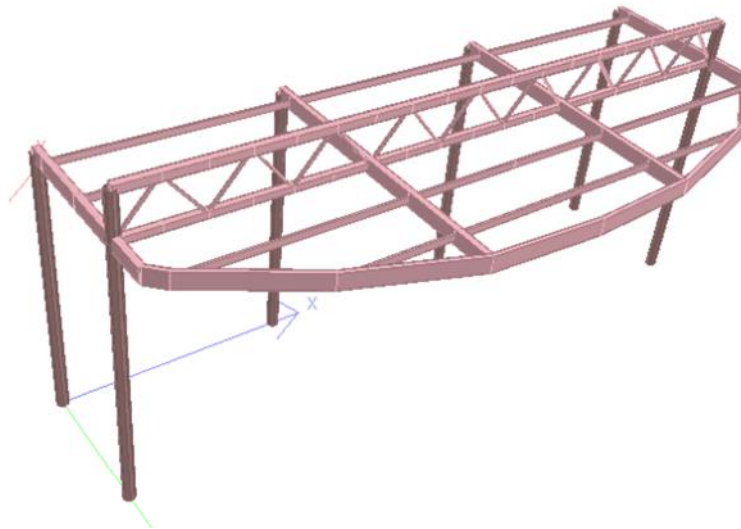
|                      |            |
|----------------------|------------|
| ESTRUCTURA ESCENARIO | 26/01/2015 |
|----------------------|------------|

### Normativa

Reglamento colombiano de construcción sísmo resistente NSR-10

### Materiales

|                                      |                |                 |                    |
|--------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------|
| Concreto en cimentaciones            |                | $f_c$ (MPa) =   | 27.4               |
| Recubrimiento en cimentaciones       |                | $r$ (mm) =      | 50                 |
| Acero barras de refuerzo en concreto | Grado 60 (420) | $f_y$ (MPa) =   | 420                |
| Acero estructural                    | ASTMA 36       | Límite elástico | $f_y$ (MPa) = 250  |
|                                      |                | Módulo elástico | $E$ (MPa) = 200000 |



### Geometría

|                         |                    |                          |          |
|-------------------------|--------------------|--------------------------|----------|
| Correas                 | Canto              | $h$ (mm) =               | 150      |
|                         | Ancho              | $b$ (mm) =               | 50       |
|                         | Espesor            | $t$ (mm) =               | 4        |
|                         | Area               | $A$ (mm <sup>2</sup> ) = | 1536     |
|                         | Inercia eje fuerte | $I$ (mm <sup>4</sup> ) = | 4040992  |
| Jácnas                  | Canto              | $h$ (mm) =               | 300      |
|                         | Ancho              | $b$ (mm) =               | 150      |
|                         | Espesor            | $t$ (mm) =               | 10       |
|                         | Area               | $A$ (mm <sup>2</sup> ) = | 8600     |
|                         | Inercia eje fuerte | $I$ (mm <sup>4</sup> ) = | 99686667 |
| Cordon inferior celosía | Canto              | $h$ (mm) =               | 150      |
|                         | Ancho              | $b$ (mm) =               | 150      |
|                         | Espesor            | $t$ (mm) =               | 10       |
|                         | Area               | $A$ (mm <sup>2</sup> ) = | 5600     |
|                         | Inercia eje fuerte | $I$ (mm <sup>4</sup> ) = | 18386667 |

|                    |                    |                        |           |
|--------------------|--------------------|------------------------|-----------|
| Cordon superior    | Canto              | h (mm) =               | 180       |
|                    | Ancho              | b (mm) =               | 180       |
|                    | Espesor            | t (mm) =               | 12.5      |
|                    | Area               | A (mm <sup>2</sup> ) = | 8375      |
|                    | Inercia eje fuerte | I (mm <sup>4</sup> ) = | 39379948  |
| Diagonales celosía | Canto              | h (mm) =               | 50        |
|                    | Ancho              | b (mm) =               | 50        |
|                    | Espesor            | t (mm) =               | 3         |
|                    | Area               | A (mm <sup>2</sup> ) = | 564       |
|                    | Inercia eje fuerte | I (mm <sup>4</sup> ) = | 208492    |
|                    | Inercia eje debil  | I (mm <sup>4</sup> ) = | 208492    |
| Pilares            | Diámetro           | Ø (mm) =               | 244       |
|                    | Espesor            | t (mm) =               | 10        |
|                    | Area               | A (mm <sup>2</sup> ) = | 7351      |
|                    | Inercia eje fuerte | I (mm <sup>4</sup> ) = | 50408048  |
| Viga de borde      | Canto              | h (mm) =               | 400       |
|                    | Ancho              | b (mm) =               | 100       |
|                    | Espesor            | t (mm) =               | 10        |
|                    | Area               | A (mm <sup>2</sup> ) = | 9600      |
|                    | Inercia eje fuerte | I (mm <sup>4</sup> ) = | 167520000 |

#### Acciones. Cargas muertas (D)

|                               |                           |      |
|-------------------------------|---------------------------|------|
| Peso propio acero estructural | γs (Kg/m <sup>3</sup> ) = | 7850 |
| Peso chapa grecada            | q (KN/m <sup>2</sup> ) =  | 0.10 |
| Carga muerta falso techo      | q (KN/m <sup>2</sup> ) =  | 0.25 |

#### Acciones. Sobrecarga de cubierta (Lr)

|                        |                          |      |
|------------------------|--------------------------|------|
| Sobrecarga en cubierta | q (KN/m <sup>2</sup> ) = | 0.50 |
|------------------------|--------------------------|------|

#### Acciones. Sobrecarga de viento (W)

|                      |                          |      |
|----------------------|--------------------------|------|
| Sobrecarga de viento | p (KN/m <sup>2</sup> ) = | 0.40 |
|----------------------|--------------------------|------|

Presión por velocidad  $q_z = 0.613 K_z K_{zt} K_d V^2 I$  en (N/m<sup>2</sup>); V en m/s Categoría de exposición B

|                                      |                           |      |
|--------------------------------------|---------------------------|------|
| Factor de direccionalidad del viento | Kd =                      | 0.95 |
| Coefficiente de exposición           | Kz =                      | 0.70 |
| Factor topográfico                   | Kzt =                     | 1.00 |
| Velocidad básica del viento          | V (m/s) =                 | 17   |
| Factor de importancia                | I =                       | 1.00 |
| Presión por velocidad                | qz (KN/m <sup>2</sup> ) = | 0.12 |

|                   |                 |                         |                  |      |
|-------------------|-----------------|-------------------------|------------------|------|
| Presión de viento | $p = q_h G C_N$ | Factor de efecto ráfaga | G =              | 0.85 |
|                   |                 | Coefficiente de fuerza  | C <sub>N</sub> = | 1.80 |

|                        |                          |      |
|------------------------|--------------------------|------|
| Presión de viento      | p (KN/m <sup>2</sup> ) = | 0.18 |
| (Valor mínimo B.6.1.3) | p (KN/m <sup>2</sup> ) = | 0.40 |

#### Acciones. Sismo

|  |                |         |      |
|--|----------------|---------|------|
| Aceleración pico efectiva                          | (Apéndice A-4) | $A_a =$ | 0.40 |
| Velocidad pico efectiva                            | (Apéndice A-4) | $A_v =$ | 0.35 |
| Coefficiente de capacidad de disipación de energía |                | $R_0 =$ | 1.00 |

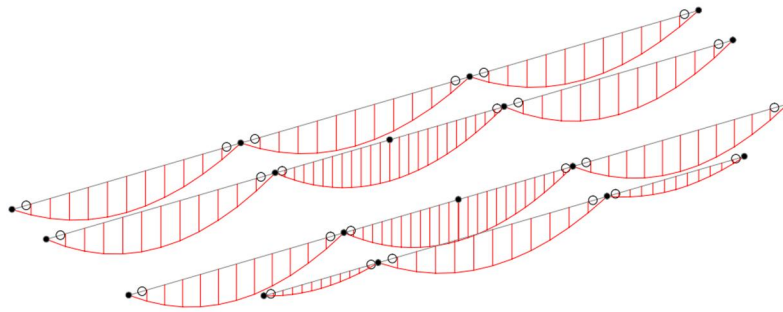
Se tienen en cuenta los efectos ortogonales suponiendo la concurrencia simultánea del 100% de las fuerzas sísmicas en una dirección y el 30% de las fuerzas sísmicas en la dirección perpendicular.

#### Combinación de acciones

|                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| Combinaciones en ELS | $D + 0.75 L_r + 0.75 W$   |
| Combinaciones en ELU | $1.2 D + 1.6 L_r + 0.8 W$ |
|                      | $1.2 D + 1.0 E$           |

#### Verificaciones capacidad última perfiles metálica

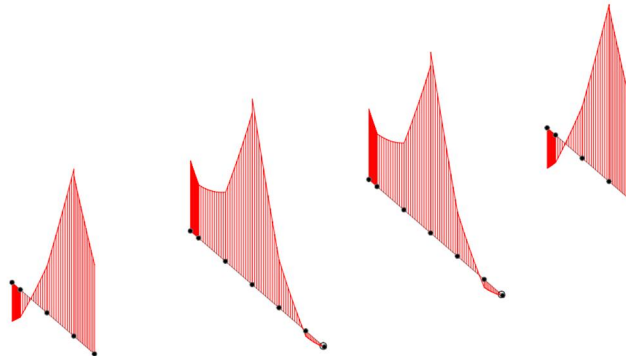
##### Correas



Momento flector en ELU  
(Resultados modelo de barras STAAD)  
Tensión elástica

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| $M_d$ (mKN) =      | 6.0          |
| $\sigma_y$ (MPa) = | 111          |
|                    | < $f_y$ , ok |

##### Jácnas



Momento flector en ELU  
(Resultados modelo de barras STAAD)  
Tensión elástica

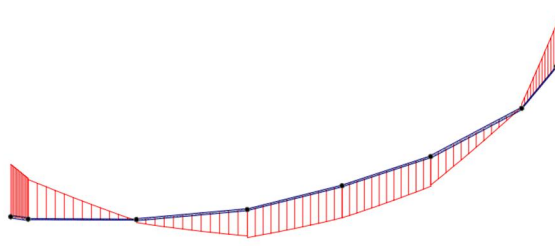
|                    |              |
|--------------------|--------------|
| $M_d$ (mKN) =      | 50           |
| $\sigma_y$ (MPa) = | 75           |
|                    | < $f_y$ , ok |

Deformaciones máximas en combinación de servicio  
Longitud del voladizo

|            |     |
|------------|-----|
| $d$ (mm) = | 27  |
| $L$ (m) =  | 6.5 |
| $L/d$ =    | 241 |



Viga de borde

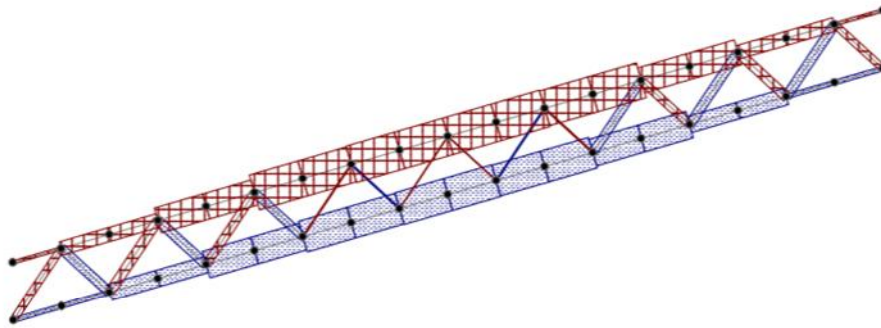


Momento flector en ELU  
(Resultados modelo de barras STAAD)  
Tensión elástica

Md (mKN) = 30

$\sigma_y$  (MPa) = 36  
<  $f_y$ , ok

Celosía



Deformaciones máximas en combinación de servicio  
Longitud del voladizo

d (mm) = 10  
L (m) = 15  
L/d = 1500

Cordón inferior celosía  
Axil (tracción)  
(Resultados modelo de barras STAAD)  
Tensión elástica

Nd (KN) = 230

$\sigma_y$  (MPa) = 41  
<  $f_y$ , ok

Cordón superior celosía  
Axil (compresión)  
(Resultados modelo de barras STAAD)

Nd (KN) = 260

Verificación inestabilidad:  
Factor de longitud efectiva  
Radio de giro asociado

K = 1.0  
I (mm<sup>4</sup>) = 39379948  
A (mm<sup>2</sup>) = 8375  
r (mm) = 69  
L (m) = 15.0  
KL/r = 219

Longitud del pilar

Esfuerzo crítico de pandeo elástico  
Esfuerzo de pandeo por flexión

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2}$$

$$F_{cr} = 0.877 F_e$$

Fe (MPa) = 41

Fcr (MPa) = 36

Resistencia nominal a compresión

$$P_n = F_{cr} A_g$$

$$F_{cr} = \left[ 0.658^{F_y/F_e} \right] F_y$$

Pn (KN) = 303

Resistencia de diseño

$\Phi_c P_n$   $\Phi_c \cdot P_n$  (KN) = 273  
> Nd, ok  
105%

Debe tenerse en cuenta en esta verificación que se ha realizado una aproximación conservadora en la que no se ha contabilizado la coacción lateral aportada por las diagonales al cordón superior de la celosía lo cual contribuirá a aumentar el axil crítico del cordón superior que a su vez aumentará su seguridad frente al pandeo.

Diagonales celosía  
Axil (tracción)  
(Resultados modelo de barras STAAD)  
Tensión elástica

Nd (KN) = 65

$\sigma_y$  (MPa) = 115  
< fy, ok

Axil (compresión)

Nd (KN) = 65

Verificación inestabilidad:  
Factor de longitud efectiva  
Radio de giro asociado

K = 1.0  
I (mm<sup>4</sup>) = 208492  
A (mm<sup>2</sup>) = 564  
r (mm) = 19  
L (m) = 1.3  
KL/r = 68

Longitud

Esfuerzo crítico de pandeo elástico  
Esfuerzo de pandeo por flexión

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2}$$

$$F_{cr} = \left[ 0.658^{F_y/F_e} \right] F_y$$

Fe (MPa) = 432

Fcr (MPa) = 196

Resistencia nominal a compresión

$$P_n = F_{cr} A_g$$

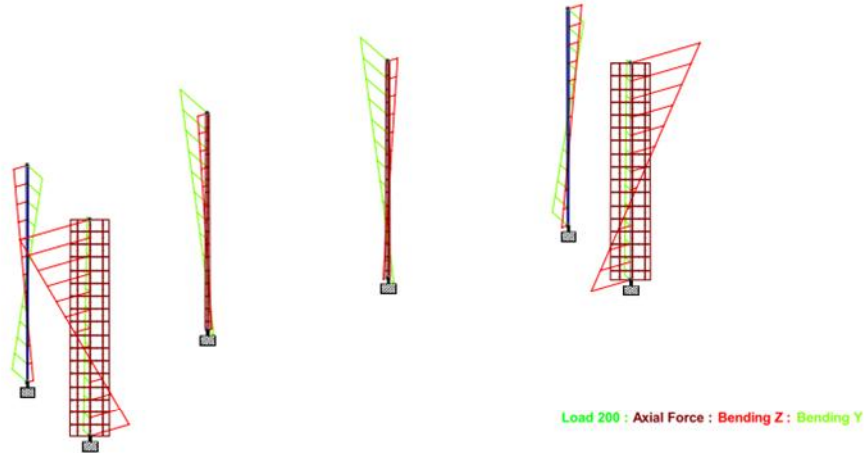
$$F_{cr} = 0.877 F_e$$

Pn (KN) = 111

Resistencia de diseño

$\Phi_c P_n$   $\Phi_c \cdot P_n$  (KN) = 100  
> Nd, ok  
153%

## Pilares



Axil (compresión) en ELU  
Momento flector en ELU  
(Resultados modelo de barras STAAD)  
Tensión elástica

|                    |     |
|--------------------|-----|
| Nd (KN) =          | 100 |
| Md (mKN) =         | 90  |
| $\sigma_y$ (MPa) = | 231 |

Verificación inestabilidad:  
Factor de longitud efectiva  
Radio de giro asociado

|                        |          |
|------------------------|----------|
| K =                    | 2.0      |
| I (mm <sup>4</sup> ) = | 50408048 |
| A (mm <sup>2</sup> ) = | 7351     |
| r (mm) =               | 83       |
| L (m) =                | 6.00     |
| KL/r =                 | 145      |

Longitud del pilar

Esfuerzo crítico de pandeo elástico  
Esfuerzo de pandeo por flexión

|                                  |   |                  |    |
|----------------------------------|---|------------------|----|
| $F_e = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2}$ | $F_{cr} = \left[ 0.658^{F_y/F_e} \right] F_y$ | $F_e$ (MPa) =    | 94 |
|                                  |   | $F_{cr}$ (MPa) = | 82 |

Resistencia nominal a compresión

|                    |                      |              |     |
|--------------------|----------------------|--------------|-----|
| $P_n = F_{cr} A_g$ | $F_{cr} = 0.877 F_e$ | $P_n$ (KN) = | 604 |
|--------------------|----------------------|--------------|-----|

Resistencia de diseño

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| $\Phi_c =$                | 0.90     |
| $\Phi_c \cdot P_n$ (KN) = | 543      |
|                           | > Nd, ok |
|                           | 543%     |

## X. VOLADIZO DIQUE

ESTRUCTURA VOLADIZO 26/01/2015

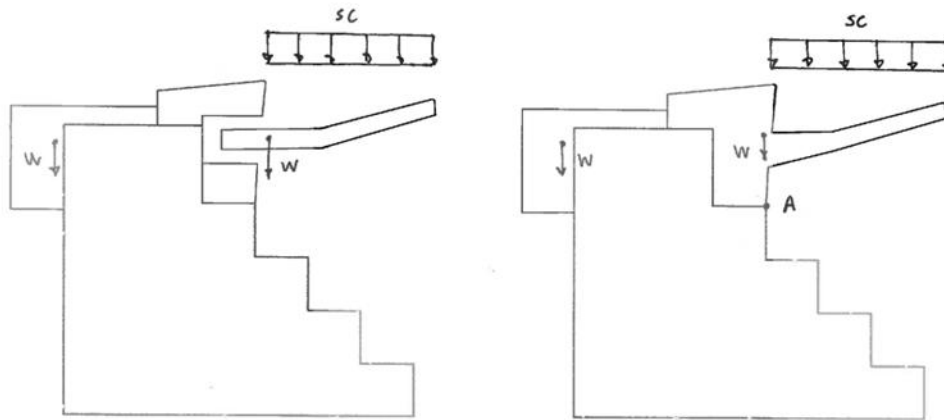
Normativa

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10

Materiales

|                                |                                   |      |
|--------------------------------|-----------------------------------|------|
| Concreto                       | $f_c$ (MPa) =                     | 27.4 |
| Peso del concreto armado       | $\gamma_c$ (KN/m <sup>3</sup> ) = | 25   |
| Recubrimiento en cimentaciones | $r$ (mm) =                        | 40   |

|                                      |                |               |     |
|--------------------------------------|----------------|---------------|-----|
| Acero barras de refuerzo en concreto | Grado 60 (420) | $f_y$ (MPa) = | 420 |
|--------------------------------------|----------------|---------------|-----|



Voladizo prefabricado de concreto reforzado

|                                   |           |      |
|-----------------------------------|-----------|------|
| Longitud de segmento prefabricado | $L$ (m) = | 2.40 |
| Longitud de sección completa      | $l$ (m) = | 1.20 |
| Longitud de huecos                | $l$ (m) = | 0.60 |
| Número de huecos                  | $n$ =     | 2    |

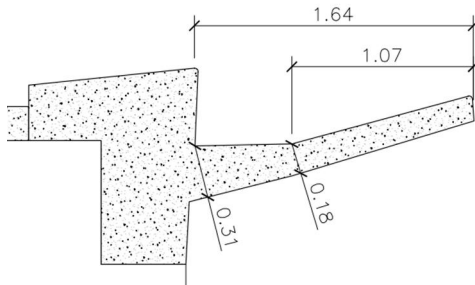
|   |                         |      |
|---|-------------------------|------|
| Area de concreto en sección completa              | $A$ (m <sup>2</sup> ) = | 1.10 |
| Peso del tramo                                    | $W$ (KN) =              | 33   |
| Distancia de centro de gravedad a punto de giro A | $b$ (m) =               | 0.00 |

|   |                         |      |
|---|-------------------------|------|
| Area de concreto en sección con huecos            | $A$ (m <sup>2</sup> ) = | 0.90 |
| Peso del tramo                                    | $W$ (KN) =              | 27   |
| Distancia de centro de gravedad a punto de giro A | $b$ (m) =               | 0.05 |

|   |            |      |
|---|------------|------|
| Peso total del segmento prefabricado              | $W$ (KN) = | 60   |
| Distancia de centro de gravedad a punto de giro A | $b$ (m) =  | 0.02 |

### Geometría mínima para control de deflexiones según NSR-10 (C 9.5.2)

|  |         |         |
|--|---------|---------|
| Longitud del voladizo en cambio de sección | L (m) = | 1.64    |
| Canto del voladizo en cambio de sección    | h (m) = | 0.31    |
|  | L / h = | 5.3     |
|  |         | < 8, ok |
| Longitud del voladizo en cambio de sección | L (m) = | 1.07    |
| Canto del voladizo en cambio de sección    | h (m) = | 0.18    |
|  | L / h = | 5.9     |
|  |         | < 8, ok |



### Contrapeso de concreto reforzado in situ

|   |                       |       |
|---|-----------------------|-------|
| Longitud de segmento prefabricado                 | L (m) =               | 2.40  |
| Area de concreto en sección completa              | A (m <sup>2</sup> ) = | 0.45  |
| Peso del segmento prefabricado                    | W (KN) =              | 27    |
| Distancia de centro de gravedad a punto de giro A | b (m) =               | -1.70 |

### Sobrecarga de uso en voladizo

|                               |                          |      |
|-------------------------------|--------------------------|------|
| Longitud de voladizo          | l (m) =                  | 1.70 |
| Sobrecarga de uso             | q (KN/m <sup>2</sup> ) = | 5.0  |
| Sobrecarga total por segmento | Q (KN) =                 | 20   |
| Factor de mayoración          | γ =                      | 1.60 |
| Sobrecarga de diseño          | Qd (KN) =                | 33   |

### Verificación estabilidad

|                               |                  |     |
|-------------------------------|------------------|-----|
| Momento volcador              | Mvolc (mKN) =    | 29  |
| Momento estabilizador         | Mest (mKN) =     | 46  |
| Factor de seguridad al vuelco | FS =             | 1.6 |
|                               | Mest > Mvolc, ok |     |

### ELU Flexión voladizo

|  |                       |      |
|--|-----------------------|------|
| Area de voladizo                                       | A (m <sup>2</sup> ) = | 0.32 |
| Peso voladizo  | W (KN) =              | 19   |
| Factor de mayoración                                   | γ =                   | 1.40 |
| Carga de diseño  | Wd (KN) =             | 27   |
| Distancia de centro de gravedad a arranque de voladizo | b (m) =               | 0.80 |
| Momento flector  | Md (mKN) =            | 22   |

|  |            |      |
|--|------------|------|
| Sobrecarga de diseño                                   | Qd (KN) =  | 33   |
| Distancia de centro de gravedad a arranque de voladizo | b (m) =    | 0.85 |
| Momento flector  | Md (mKN) = | 28   |

|   |              |    |
|---|--------------|----|
| Momento flector total                                 | Md (mKN) =   | 49 |
| Momento flector por metro lineal (descontando huecos) | Md (mKN/m) = | 41 |

|                                       |                           |      |
|---------------------------------------|---------------------------|------|
| Armadura en cara superior de voladizo | Ø (#) =                   | 5    |
|                                       | sep. (m) =                | 0.15 |
|                                       | As (cm <sup>2</sup> /m) = | 13.2 |

|                     |                  |      |
|---------------------|------------------|------|
| Canto del voladizo  | h (m) =          | 0.18 |
| Momento resistente  | Mn (mKN) =       | 70   |
| Factor de reducción | Φ =              | 0.9  |
|                     | Mu (mKN) =       | 63   |
|                     | > Md, ok<br>153% |      |

|                           |                               |     |
|---------------------------|-------------------------------|-----|
| Armadura mínima a flexión | As.min (cm <sup>2</sup> /m) = | 9.0 |
|---------------------------|-------------------------------|-----|

$$A_{s,min} = \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d \quad (C.10-3)$$

pero no menor a  $1.4b_w d/f_y$

### ELU Cortante voladizo

|                             |      |             |    |
|-----------------------------|------|-------------|----|
| Esfuerzo cortante de diseño | (pl) | Vd (KN/m) = | 60 |
|-----------------------------|------|-------------|----|

|   |             |     |
|---|-------------|-----|
| Resistencia al cortante por el concreto | Vc (KN/m) = | 125 |
|---|-------------|-----|

$$V_c = 0.17\lambda\sqrt{f'_c}b_w d \quad (C.11-3)$$

|                     |             |     |
|---------------------|-------------|-----|
| Factor de reducción | Φ =         | 0.9 |
|                     | Vu (KN/m) = | 112 |
|                     | > Vd, ok    |     |



## XI. SALA DE BOMBAS Y DEPÓSITO

ESTRUCTURA SALA DE BOMBAS Y DEPÓSITO

26/01/2015

Normativa

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10

Materiales

Concreto en cimentaciones

$f_c$  (MPa) = 27.4

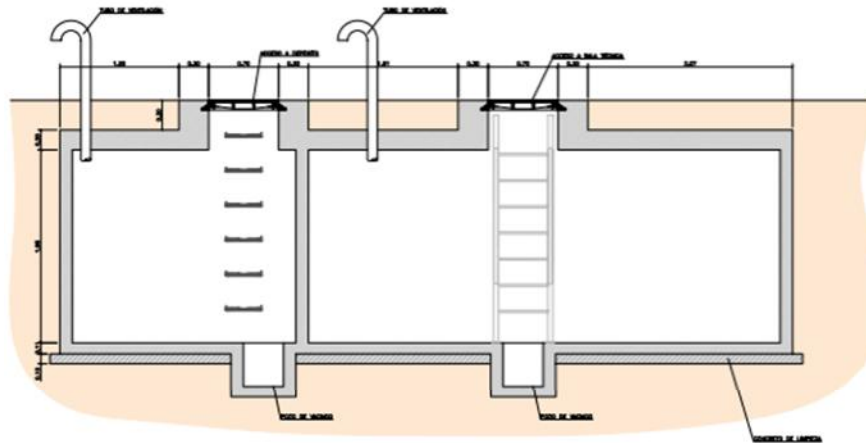
Recubrimiento

$r$  (mm) = 50

Acero barras de refuerzo en concreto

Grado 60 (420)

$f_y$  (MPa) = 420



Geometría

Altura interior libre

$h$  (m) = 1.95

Anchura interior libre

$a$  (m) = 2.25

Largo interior libre

$l$  (m) = 7.15

Espesor losa superior

$h$  (m) = 0.30

Espesor muros

$h$  (m) = 0.30

Espesor losa inferior

$h$  (m) = 0.30

Area en planta

$A$  (m<sup>2</sup>) = 22

Volumen concreto

$V$  (m<sup>3</sup>) = 25

Acciones. Cargas muertas (D)

Peso propio concreto

$\gamma_s$  (Kg/m<sup>3</sup>) = 2500

Relleno

$\gamma_r$  (Kg/m<sup>3</sup>) = 2000

$h$  (m) = 0.30

$q$  (KN/m<sup>2</sup>) = 6.0

Acciones. Sobrecarga (L)

Sobrecarga en cubierta

$q$  (KN/m<sup>2</sup>) = 10

Combinación de acciones

Combinaciones en ELU

1.2 D + 1.6 L

Coefficiente de mayoración de acciones (cargas permanentes)

$\gamma$  = 1.20

Coefficiente de mayoración de acciones (cargas variables)

$\gamma$  = 1.60

Verificación estabilidad al levantamiento

|                                       |             |                      |                |
|---------------------------------------|-------------|----------------------|----------------|
| Peso total del cajón                  |             | W (KN) =             | 624            |
|                                       |             | W (KN/m2) =          | 28             |
| Peso relleno sobre cajón              | (sumergido) | $\gamma_r$ (Kg/m3) = | 1000           |
|                                       |             | W (KN/m2) =          | 3              |
| Peso total                            |             | W (KN/m2) =          | 31.2           |
| Presión máxima de agua                |             | u (KN/m2) =          | 26             |
| Coeficiente de mayoración de acciones |             | $\gamma$ =           | 1.20           |
| Presión máxima de agua                |             | u (KN/m2) =          | 30.6           |
|                                       |             |                      | < W, ok<br>98% |

LOSA SUPERIOR E INFERIOR. Esfuerzos de diseño y verificación a flexión y cortante

|  |              |                   |                  |
|--|--------------|-------------------|------------------|
| Carga total mayorada por encima de losa superior   |              | qd (KN/m2) =      | 32               |
| Luz de cálculo   |              | L (m) =           | 2.50             |
| Momento flector de diseño (por metro lineal)<br>(se considera la losa biapoyada en extremos) | ( $pl^2/8$ ) | Md (mKN/m) =      | 25               |
| Armadura en cara superior de voladizo  |              | $\emptyset$ (#) = | 4                |
|  |              | sep. (m) =        | 0.15             |
|  |              | As (cm2/m) =      | 8.4              |
| Canto  |              | h (m) =           | 0.30             |
| Momento resistente   |              | Mn (mKN) =        | 80               |
| Factor de reducción  |              | $\Phi$ =          | 0.9              |
|  |              | Mu (mKN) =        | 72               |
|  |              |                   | > Md, ok<br>286% |
| Armadura mínima a flexión  |              | As.min (cm2/m) =  | 8.3              |

$$A_{s,min} = \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d \quad (C.10-3)$$

pero no menor a  $1.4b_w d/f_y$

|   |            |                                     |          |
|---|------------|-------------------------------------|----------|
| Esfuerzo cortante de diseño             | ( $pl/2$ ) | Vd (KN/m) =                         | 40       |
| Resistencia al cortante por el concreto |            | Vc (KN/m) =                         | 222      |
|   |            | $V_c = 0.17\lambda\sqrt{f'_c}b_w d$ | (C.11-3) |
| Factor de reducción                     |            | $\Phi$ =                            | 0.9      |
|   |            | Vu (KN/m) =                         | 200      |
|   |            |                                     | > Vd, ok |

MUROS LATERALES. Esfuerzos de diseño y verificación a flexión y cortante

|  |                                 |              |
|--|---------------------------------|--------------|
| Coeficiente de empuje al reposo considerado  | $K_0 =$                         | 0.50         |
| Carga horizontal mayorada en cota superior de cajón  | $q_h \text{ (KN/m}^2\text{)} =$ | 14           |
| Altura del cajón   | $h \text{ (m)} =$               | 1.95         |
| Carga horizontal mayorada en cota inferior de cajón  | $q_h \text{ (KN/m}^2\text{)} =$ | 43           |
| Momento flector de diseño (por metro lineal)<br>(se considera la losa biapoyada en extremos) | $M_d \text{ (mKN/m)} =$         | 14           |
| Armadura en cara superior de voladizo  | $\emptyset \text{ (\#)} =$      | 4            |
|  | sep. (m) =                      | 0.15         |
|  | $A_s \text{ (cm}^2\text{/m)} =$ | 8.4          |
| Canto  | $h \text{ (m)} =$               | 0.30         |
| Momento resistente   | $M_n \text{ (mKN)} =$           | 80           |
| Factor de reducción  | $\Phi =$                        | 0.9          |
|  | $M_u \text{ (mKN)} =$           | 72           |
|  |                                 | > $M_d$ , ok |

|                           |                                       |     |
|---------------------------|---------------------------------------|-----|
| Armadura mínima a flexión | $A_{s,min} \text{ (cm}^2\text{/m)} =$ | 8.3 |
|---------------------------|---------------------------------------|-----|

$$A_{s,min} = \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d \quad (C.10-3)$$

pero no menor a  $1.4b_w d/f_y$

|                             |        |                        |    |
|-----------------------------|--------|------------------------|----|
| Esfuerzo cortante de diseño | (pl/2) | $V_d \text{ (KN/m)} =$ | 33 |
|-----------------------------|--------|------------------------|----|

|   |  |                        |     |
|---|--|------------------------|-----|
| Resistencia al cortante por el concreto |  | $V_c \text{ (KN/m)} =$ | 222 |
|---|--|------------------------|-----|

$$V_c = 0.17\lambda\sqrt{f'_c}b_w d \quad (C.11-3)$$

|                     |                        |              |
|---------------------|------------------------|--------------|
| Factor de reducción | $\Phi =$               | 0.9          |
|                     | $V_u \text{ (KN/m)} =$ | 200          |
|                     |                        | > $V_d$ , ok |

## XII. ESTRUCTURA TOLDOS

Se han dimensionado los cables de soporte de los toldos con forma circular mostrando a continuación los cálculos y esquemas realizados. Se toma una presión de viento de 0,40 kN/m<sup>2</sup> que se puede reducir un 20% ya que las lonas no ocupan una superficie inferior al 80% del área total sobre las canchas.



| Nom. diameter<br>Ø | weight<br>peso | minimum breaking load<br>carga de rotura mínima  |        |
|--------------------|----------------|--|--------|
| mm                 | ca. kg/m       | 1770 N/mm <sup>2</sup><br>180 kp/mm <sup>2</sup> |        |
|                    |                | kN   | kp     |
| 3                  | 0,0342         | 5,29   | 538    |
| 4                  | 0,0609         | 9,40   | 956    |
| 5                  | 0,0952         | 14,70  | 1.490  |
| 6                  | 0,1380         | 21,20  | 2.150  |
| 7                  | 0,1870         | 28,80  | 2.930  |
| 8                  | 0,2430         | 37,60  | 3.820  |
| 9                  | 0,3080         | 47,60  | 4.840  |
| 10                 | 0,3810         | 58,80  | 5.970  |
| 11                 | 0,4610         | 71,10  | 7.230  |
| 12                 | 0,5480         | 84,60  | 8.610  |
| 13                 | 0,6430         | 99,30  | 10.100 |
| 14                 | 0,7460         | 115  | 11.700 |
| 16                 | 0,9740         | 150  | 15.300 |

### Dimensionamiento Cables Cancha Malecón BUENAVENTURA

#### ACCIONES

|                   |                         |      |
|-------------------|-------------------------|------|
| Peso cables       | pc(KN/m <sup>2</sup> )= | 0,06 |
| Peso lonas        | pp(KN/m <sup>2</sup> )= | 0,2  |
| Carga viento      | cm(KN/m <sup>2</sup> )= | 0,32 |
| Carga servicio ml | p(kN/m)=                | 0,95 |

#### GEOMETRIA

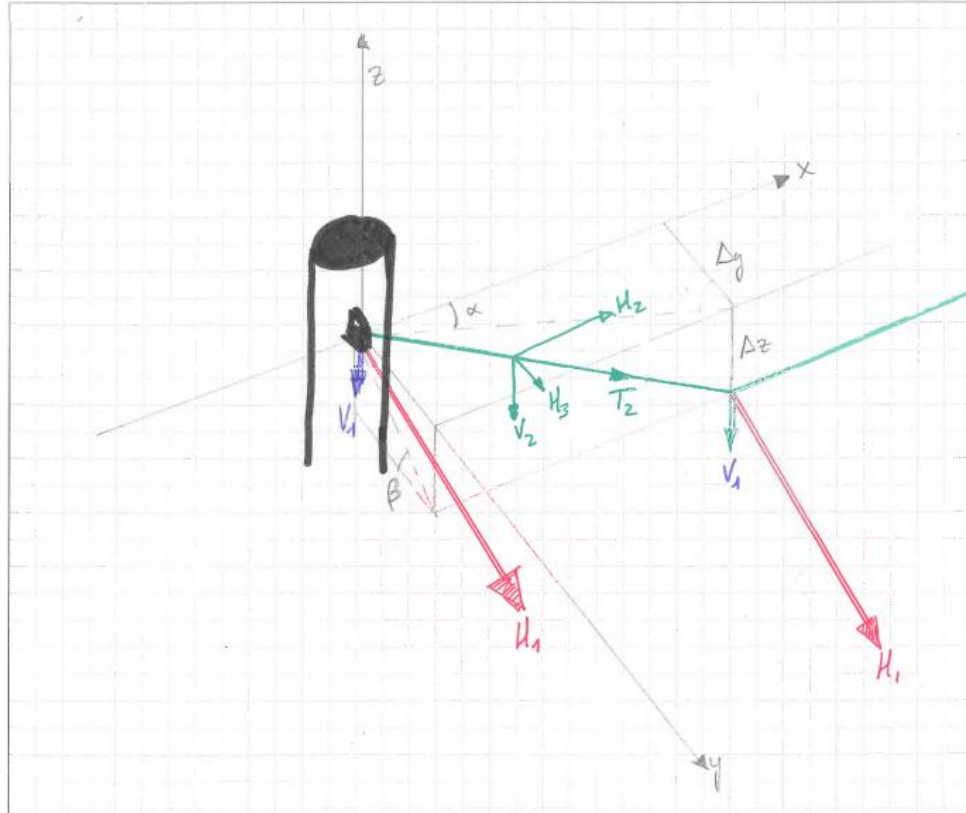
|                     |        |       |
|---------------------|--------|-------|
| Ancho pórtico       | b(m)=  | 19,70 |
| Separacion pórticos | s(m)=  | 6,70  |
| Separación cables   | s'(m)= | 2,18  |
| Sag vertical transv | f(m)=  | 1,40  |

|                     |                 |      |
|---------------------|-----------------|------|
| Sag horizontal long | Ay(m)=          | 1,00 |
| Sag vertical long   | Az(m)=          | 0,40 |
| Ángulo Alpha        | $\alpha$ (rad)= | 0,43 |
| Ángulo Beta         | $\beta$ (rad)=  | 0,38 |

#### ESFUERZOS CABLES

|                               |          |    |
|-------------------------------|----------|----|
| Tiro Transversal              | H1(kN)=  | 33 |
| Fuerza vertical Transversales | V1(kN)=  | 9  |
| Tracción cable Transversal    | T1(kN)=  | 34 |
| Tiro Longitudinal OX          | H2(kN)=  | 72 |
| Tiro transversal OY           | H3(kN)=  | 33 |
| Fuerza vertical Longitudinal  | V2(kN)=  | 9  |
| Tiro longitudinal proyectado  | H'2(kN)= | 73 |
| Tracción cable longitudinal   | T2(kN)=  | 80 |

|                                   |                |        |
|-----------------------------------|----------------|--------|
| Tensión rotura                    | Pu(N/mm2)=     | 1770   |
| Tensión trabajo (40%)             | Pk(N/mm2)=     | 708    |
| Área necesaria Transversales      | At(mm2)=       | 48,5   |
| Diámetro necesario Transversales  | Ø(mm)=         | 7,86   |
| Diametro colocado Transversales   | Ø(mm)=         | 10,00  |
| Peso cable colocado               | p(kg/m)=       | 0,35   |
| Deformación Esperable             | $\epsilon_t$ = | 0,0037 |
| Área necesaria Longitudinales     | Al(mm2)=       | 113    |
| Diámetro necesario Longitudinales | Ø(mm)=         | 11,98  |
| Diámetro colocado Longitudinales  | Ø(mm)=         | 16,00  |
| Peso cable colocado               | p(kg/m)=       | 0,89   |

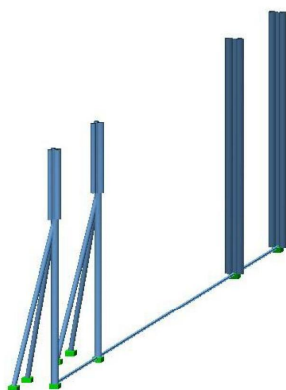


Las fuerzas de trabajo obtenidas del cálculo anterior se han aplicado en el modelo de barras empleado para modelizar los postes de atado de los cables.


Se muestra a continuación el modelo utilizado para modelizar tanto los postes interiores como los laterales, ya que según dónde están ubicados tienen empujes en unas direcciones u otras.

|                               |  |                                  |
|-------------------------------|--|----------------------------------|
| ESTRUCTURAS<br>TOLDOS_MALECON |  | Page 1                           |
|                               |  | 30.01.15, 14:48                  |
| ESTEYCO                       |  | LCS      Statik-5 - Version 2.01 |

Structure



Structure



STRUCTURE 3D

NODE DATA

| Id   | Coordinates |          |          | Supports |    |    |    |    |    | Specialties |
|------|-------------|----------|----------|----------|----|----|----|----|----|-------------|
|      | X<br>[m]    | Y<br>[m] | Z<br>[m] | DX       | DY | DZ | RX | RY | RZ |             |
| K_1  | 0           | 0        | 0        | B        | B  | B  | B  | B  | B  |             |
| K_2  | 6,20        | 0        | 0        | B        | B  | B  | B  | B  | B  |             |
| K_3  | -1,00       | 1,50     | 0        | B        | B  | B  | B  | B  | B  |             |
| K_4  | 1,00        | 1,50     | 0        | B        | B  | B  | B  | B  | B  |             |
| K_5  | 5,20        | 1,50     | 0        | B        | B  | B  | B  | B  | B  |             |
| K_6  | 7,20        | 1,50     | 0        | B        | B  | B  | B  | B  | B  |             |
| K_17 | 25,80       | 0        | 0,00     | B        | B  | B  | B  | B  | B  |             |
| K_18 | 25,80       | 0        | 10,00    |          |    |    |    |    |    |             |
| K_19 | 32,00       | 0        | 0,00     | B        | B  | B  | B  | B  | B  |             |
| K_20 | 32,00       | 0        | 10,00    |          |    |    |    |    |    |             |
| S1   | 0           | 0        | 10,00    |          |    |    |    |    |    |             |
| S2   | 6,20        | 0        | 10,00    |          |    |    |    |    |    |             |
| !1   | 32,00       | 0        | 3,00     |          |    |    |    |    |    |             |
| !2   | 0           | 0        | 3,67     |          |    |    |    |    |    |             |

Nr.:

C:\Users\luis castro\Desktop\ESTRUCTURAS\TOLDOS\_MALECON\_v3.S5P

ESTRUCTURAS

TOLDOS\_MALECON

ESTEYCO

LCS

Page 2

30.01.15, 14:48

Statik-5 - Version 2.01

| Id | X<br>[m] | Coordinates |  | Z<br>[m] | DX | DY | Supports |    |    | Specialties |
|----|----------|-------------|--|----------|----|----|----------|----|----|-------------|
|    |          | Y<br>[m]    |  |          |    |    | DZ       | RX | RY |             |
| !3 | 6,20     | 0           |  | 3,67     |    |    |          |    |    |             |
| !4 | 0,00     | 0           |  | 7,03     |    |    |          |    |    |             |
| !5 | 6,20     | 0           |  | 7,03     |    |    |          |    |    |             |

B / E : Blocked / Elastically supported

MEMBER DATA

| ID   | beginning | Nodes<br>end | Cross section<br>Name>Variant          | Length<br>[m] | Status | Specialties |
|------|-----------|--------------|--|---------------|--------|-------------|
| S_1  | K_5       | !5           | ROR219.1/12.5>Construction. *<br>steel | 7,26          |        |             |
| S_2  | K_6       | !5           | ROR219.1/12.5>Construction. *<br>steel | 7,26          |        |             |
| S_3  | K_1       | K_2          | HEA100>Construction steel *            | 6,20          |        |             |
| S_4  | K_1       | !2           | ROR323.9/16>Construction s. *          | 3,67          |        |             |
| S_5  | !2        | !4           | ROR323.9/16>Construction s. *          | 3,37          |        |             |
| S_6  | !4        | S1           | Tubos Unidos                           | 2,97          |        | O           |
| S_7  | K_2       | !3           | ROR323.9/16>Construction s. *          | 3,67          |        |             |
| S_8  | !3        | !5           | ROR323.9/16>Construction s. *          | 3,37          |        |             |
| S_9  | !5        | S2           | Tubos Unidos                           | 2,97          |        | O           |
| S_10 | K_3       | !4           | ROR219.1/12.5>Construction. *<br>steel | 7,26          |        |             |
| S_11 | K_4       | !4           | ROR219.1/12.5>Construction. *<br>steel | 7,26          |        |             |
| S_12 | K_2       | K_17         | HEA100>Construction steel *            | 19,60         |        |             |
| S_25 | K_17      | K_18         | 2x323x16+HEBs                          | 10,00         |        | O           |
| S_26 | K_17      | K_19         | HEA100>Construction steel *            | 6,20          |        |             |
| S_28 | K_19      | !1           | 2x323x16+HEBs                          | 3,00          |        | O           |
| S_29 | !1        | K_20         | 2x323x16+HEBs                          | 7,00          |        | O           |

\* : For rolled steel the variant corresponds to steel quality  
O : Special case, local coordinate system (s. table 'Oriented members')

Oriented members

| ID<br>(*=SL-Abschn.) | $\alpha$<br>[°] | type | XY plane |          |          |
|----------------------|-----------------|------|----------|----------|----------|
|                      |                 |      | X<br>[m] | Y<br>[m] | Z<br>[m] |
| S_6                  | -90,0           |      |          |          |          |
| S_9                  | -90,0           |      |          |          |          |
| S_25                 | -90,0           |      |          |          |          |
| S_28                 | -90,0           |      |          |          |          |
| S_29                 | -90,0           |      |          |          |          |

Cross section: Geometry

| Name          | Variant        | Materials | Type    | Dimensions [m]   |
|---------------|----------------|-----------|---------|--|
| 2x323x16+HEBs |                | 4         | Fagus   | b=0,32, h=0,80<br>y <sub>L</sub> =-0,16, y <sub>R</sub> =0,16, z <sub>B</sub> =-0,40, z <sub>T</sub> =0,40 |
| HEA100        | Construction * | 4         | Profile | b=0,10, h=0,10<br>y <sub>L</sub> =-0,05, y <sub>R</sub> =0,05, z <sub>B</sub> =-0,05, z <sub>T</sub> =0,05 |
| ROR219.1/12.5 | Construction * | 4         | Profile | b=0,22, h=0,22<br>y <sub>L</sub> =-0,11, y <sub>R</sub> =0,11, z <sub>B</sub> =-0,11, z <sub>T</sub> =0,11 |
| ROR323.9/16   | Construction * | 4         | Profile | b=0,32, h=0,32<br>y <sub>L</sub> =-0,16, y <sub>R</sub> =0,16, z <sub>B</sub> =-0,16, z <sub>T</sub> =0,16 |
| Tubos_Unidos  |                | 4         | Fagus   | b=0,68, h=0,51<br>y <sub>L</sub> =-0,34, y <sub>R</sub> =0,34, z <sub>B</sub> =-0,26, z <sub>T</sub> =0,25 |

Materials : s. table 'Materials'  
\* : For rolled steel the variant corresponds to steel quality

Nr.:



ESTRUCTURAS

TOLDOS\_MALECON

ESTEYCO

LCS

Page 3

30.01.15, 14:48

Statik-5 - Version 2.01

Cross section: CS stiffness

| Name          | Variant        | $\beta$ | $EA_x$<br>$GA_y$<br>$GA_z$<br>[kN]     | $GJ_x$<br>$EJ_y$<br>$EJ_z$<br>[kNm <sup>2</sup> ] | $e_y$<br>$e_z$<br>[m] | CS mass<br>Additional mass<br>[t/m] | Materials |
|---------------|----------------|---------|--|---|-----------------------|-------------------------------------|-----------|
| 2x323x16+HEBs |                | 0       | 6974978,93<br>2682709,75<br>2682709,75 | 59485,54<br>442185,28<br>77320,24                 | 0<br>0                | 0,27                                | 4         |
| HEA100        | Construction * | 0       | 445200,02<br>129232,00<br>35538,80     | 4,23<br>732,90<br>281,40                          | 0<br>0                | 0,02                                | 4         |
| ROR219.1/12.5 | Construction * | 0       | 1703764,14<br>221208,84<br>221208,84   | 7018,23<br>9123,62<br>9123,62                     | 0<br>0                | 0,06                                | 4         |
| ROR323.9/16   | Construction * | 0       | 3250115,98<br>418582,48<br>418582,48   | 29707,10<br>38618,86<br>38618,86                  | 0<br>0                | 0,12                                | 4         |
| Tubos_Unidos  |                | -0,1    | 5793924,07<br>2228453,56<br>2228453,56 | 39426,27<br>129657,25<br>176216,97                | 0<br>0                | 0,22                                | 4         |

$\beta$

: Angle between member Y axis and first principal axis of cross section

$e_y, e_z$

: Distance center of gravity-axis point

Materials

: s. table 'Materials'

\*

: For rolled steel the variant corresponds to steel quality

Cross sections, cross section values

| Cross section     |              | Materials           | Ideal cross section values                     |  |  |  |  |  |
|-------------------|--------------|---------------------|--|--|--|--|--|--|
| Name              | Variants     | $E_{ref}$ $G_{ref}$ | $A_{x,id} = EA_x/E_{ref}$<br>[m <sup>2</sup> ] | $J_{y,id} = EJ_y/E_{ref}$<br>[m <sup>4</sup> ] | $J_{z,id} = EJ_z/E_{ref}$<br>[m <sup>4</sup> ] | $J_{x,id} = GJ_x/G_{ref}$<br>[m <sup>4</sup> ] | $A_{y,id} = GA_y/G_{ref}$<br>[m <sup>2</sup> ] | $A_{z,id} = GA_z/G_{ref}$<br>[m <sup>2</sup> ] |
| 2x323x16+HEBs     |              | 4                   | 0,0332   | 0,002106                                       | 0,000368                                       | 0,000736                                       | 0,0332   | 0,0332   |
| 2x323x16+pletinas |              | 1                   | 0,3903   | 0,020478                                       | 0,005024                                       | 0,002064                                       | 0,3903   | 0,3903   |
| Tubos_Unidos      |              | 4                   | 0,0276   | 0,000617                                       | 0,000839                                       | 0,000488                                       | 0,0276   | 0,0276   |
| HEA100            | Construction | 4                   | 0,0021   | 0,000003                                       | 0,000001                                       | 0,000000                                       | 0,0016   | 0,0004   |
| ROR323.9/16       | Construction | 4                   | 0,0155   | 0,000184                                       | 0,000184                                       | 0,000368                                       | 0,0052   | 0,0052   |
| ROR219.1/12.5     | Construction | 4                   | 0,0081   | 0,000043                                       | 0,000043                                       | 0,000087                                       | 0,0027   | 0,0027   |

Materials

: s. table 'Materials'

Materials

| Id | Material           | E<br>[kN/mm <sup>2</sup> ] | G<br>[kN/mm <sup>2</sup> ] | $\rho$<br>[t/m <sup>3</sup> ] | Material class | $\alpha$<br>[%] | $\nu$ |
|----|--------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------|-----------------|-------|
| 1  | Concrete           | 30                         | 13                         | 2,5                           | H250           | 0,010           | 0,17  |
| 2  | Reinf. steel       | 210                        | 81                         | 8,0                           | AEH500         | 0,012           | 0,30  |
| 4  | Construction steel | 210                        | 81                         | 8,0                           | AE355          | 0,012           | 0,30  |

Load case CAB: Cables

P2: P<sub>y</sub>  
-99,00 kN

P1: P<sub>z</sub>  
-27,00 kN

P3: P<sub>y</sub>  
-66,00 kN

P4: P<sub>z</sub>  
-18,00 kN

P11: P<sub>y</sub>  
-99,00 kN

P12: P<sub>z</sub>  
-27,00 kN

P13: P<sub>z</sub>  
-18,00 kN

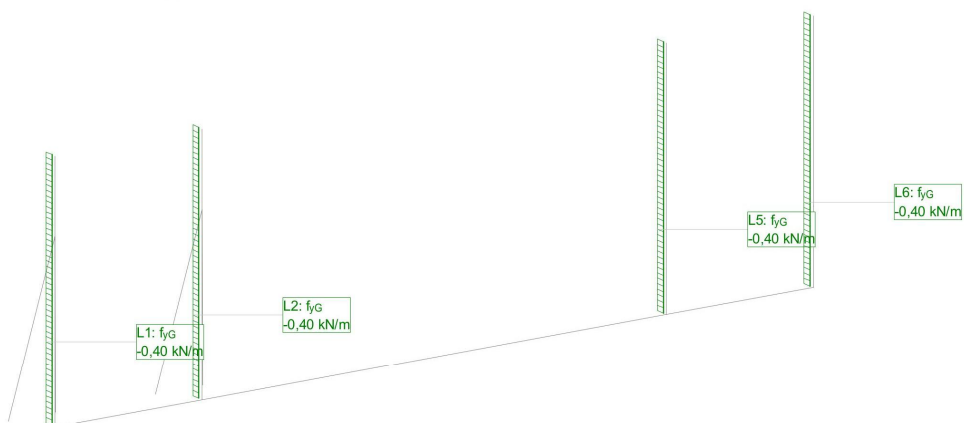
P14: P<sub>y</sub>  
-66,00 kN

Nr.:

C:\Users\luis castro\Desktop\ESTRUCTURAS\TOLDOS\_MALECON\_v3.S5P

|                               |  |                                  |  |
|-------------------------------|--|----------------------------------|--|
| ESTRUCTURAS<br>TOLDOS_MALECON |  | Page 4                           |  |
| ESTEYCO                       |  | 30.01.15, 14:48                  |  |
|                               |  | LCS      Statik-5 - Version 2.01 |  |

Load case SLW: Lateral\_Wind



**Limit state specification: Resistencia**

**Description**  
Standard design situation: Ultimate limit state type 2 (1B)

**Action combinations**

| No | Action Name       | Fac | 1   | 2   | Action combinations |
|----|-------------------|-----|-----|-----|---------------------|
| 1  | Dead load         | 1   | 1,2 | 1,2 |                     |
| 2  | Live load general | 1   | 1,6 | 0,9 |                     |
| 3  | Wind loads        | 1   | 0,9 | 1,6 |                     |

Fac : all combination factors are multiplied by this factor

**Load case superpositions for the actions**  
for limit state specification Resistencia

| Action            | Alt | additive    | exclusive | Load case        | Factor | Comb. |
|-------------------|-----|-------------|-----------|------------------|--------|-------|
| Dead load         |     | permanent   |           | SW Self weight   | 1,000  |       |
| Live load general |     | if critical |           | CAB Cables       | 1,000  |       |
| Wind loads        |     | if critical |           | SLW Lateral Wind | 1,000  |       |

Alt : Alternative superposition

**Limit state specification: Servicio**

**Description**  
Standard design situation: Serviceability occasional combination

**Action combinations**

| No | Action Name       | Fac | 1   | 2   | Action combinations |
|----|-------------------|-----|-----|-----|---------------------|
| 1  | Dead load         | 1   | 1   | 1   |                     |
| 2  | Live load general | 1   | 1   | 0,7 |                     |
| 3  | Wind loads        | 1   | 0,6 | 1   |                     |

Fac : all combination factors are multiplied by this factor

Nr.:

C:\Users\luis castro\Desktop\ESTRUCTURAS\TOLDOS\_MALECON\_v3.S5P

|                |     |                         |
|----------------|-----|-------------------------|
| ESTRUCTURAS    |     | Page 5                  |
| TOLDOS_MALECON |     | 30.01.15, 14:48         |
| ESTEYCO        | LCS | Statik-5 - Version 2.01 |

Load case superpositions for the actions

for limit state specification Servicio

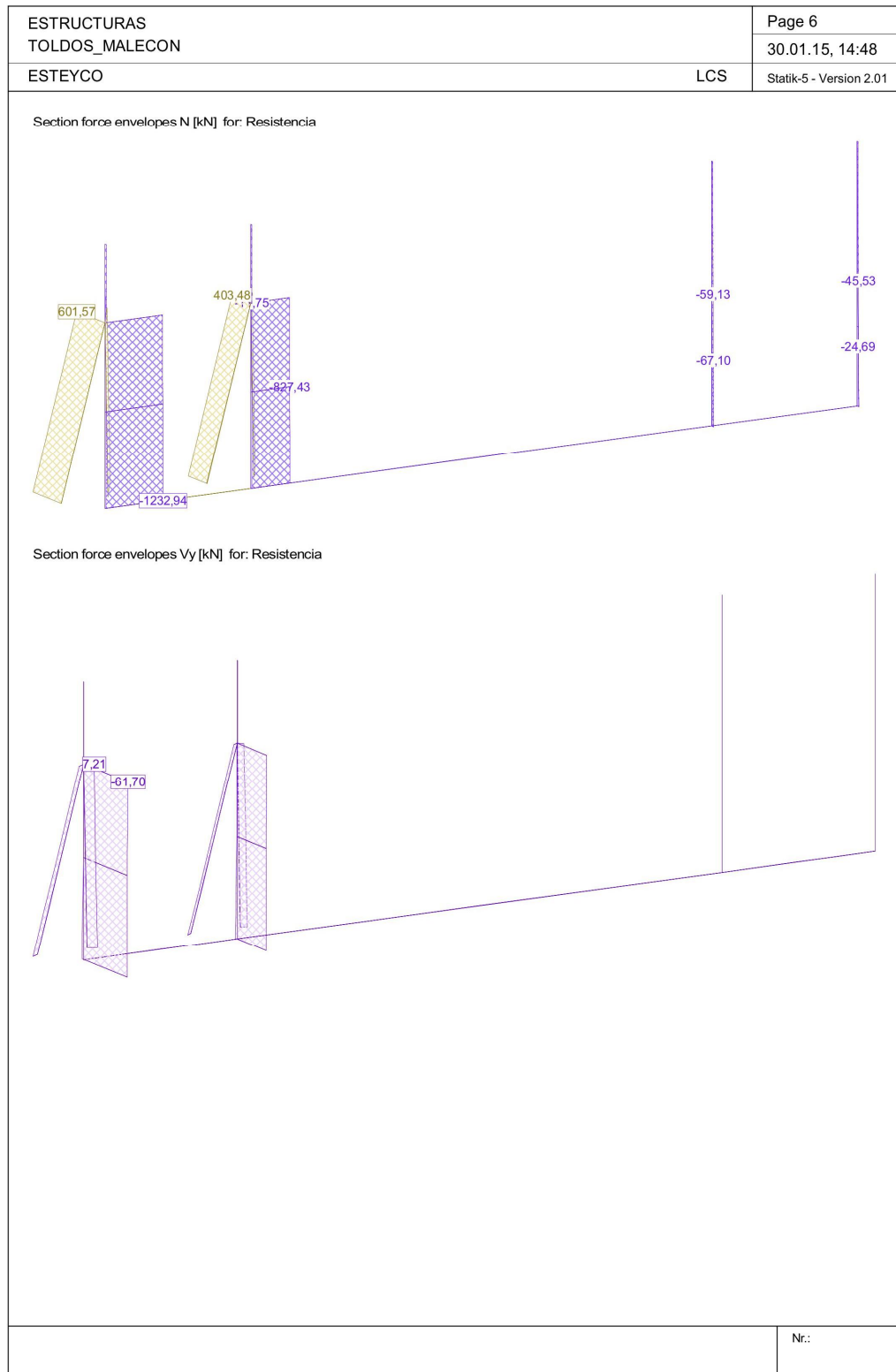
| Action            | Alt | additive    | exclusive | Load case        | Factor | Comb. |
|-------------------|-----|-------------|-----------|------------------|--------|-------|
| Dead load         |     | permanent   |           | SW Self weight   | 1,000  |       |
| Live load general |     | if critical |           | CAB Cables       | 1,000  |       |
| Wind loads        |     | if critical |           | SLW Lateral Wind | 1,000  |       |

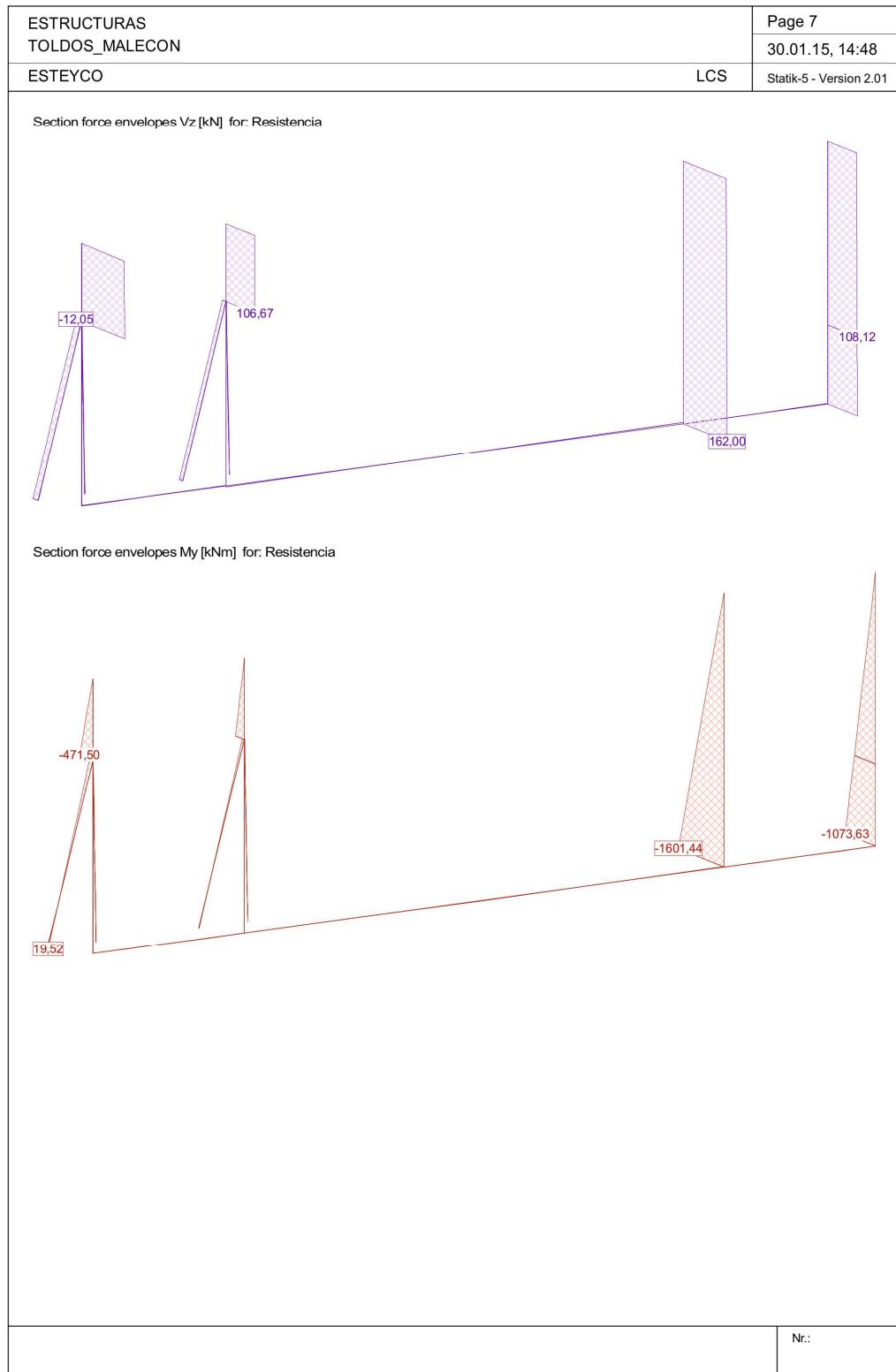
Alt : Alternative superposition

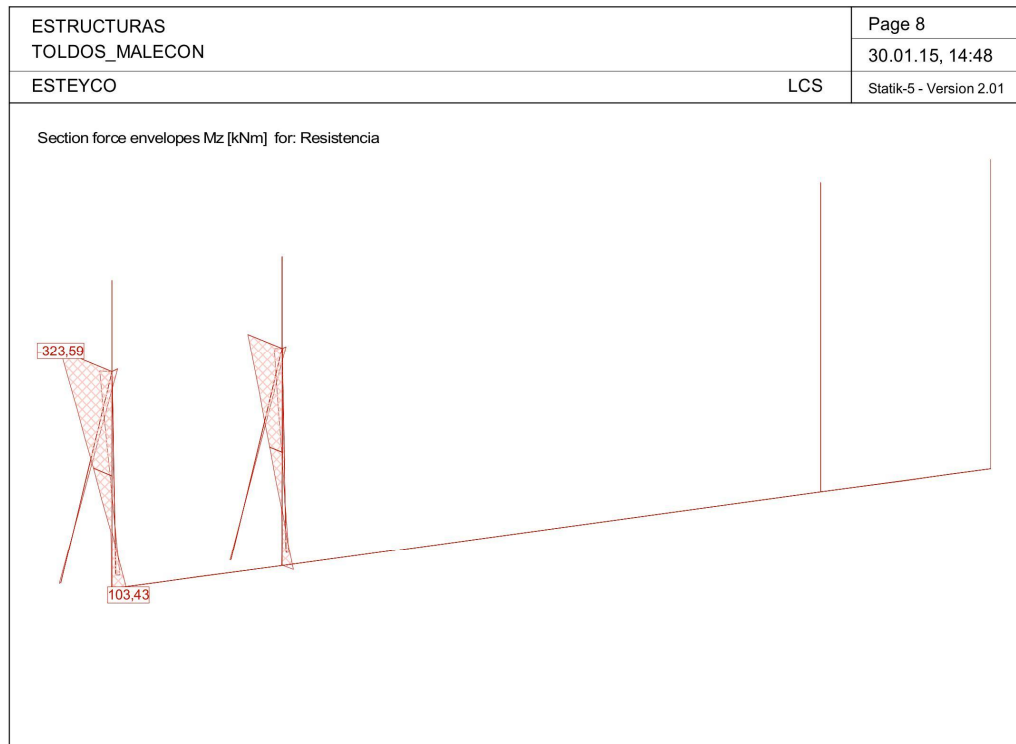
Reaction envelopes for MY and corresponding components [kN]/[kNm], Specification: Servicio

FX=0,10<->-34,46<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11<->-0,11

C:\Users\luis castro\Desktop\ESTRUCTURAS\TOLDOS\_MALECON\_v3.S5P

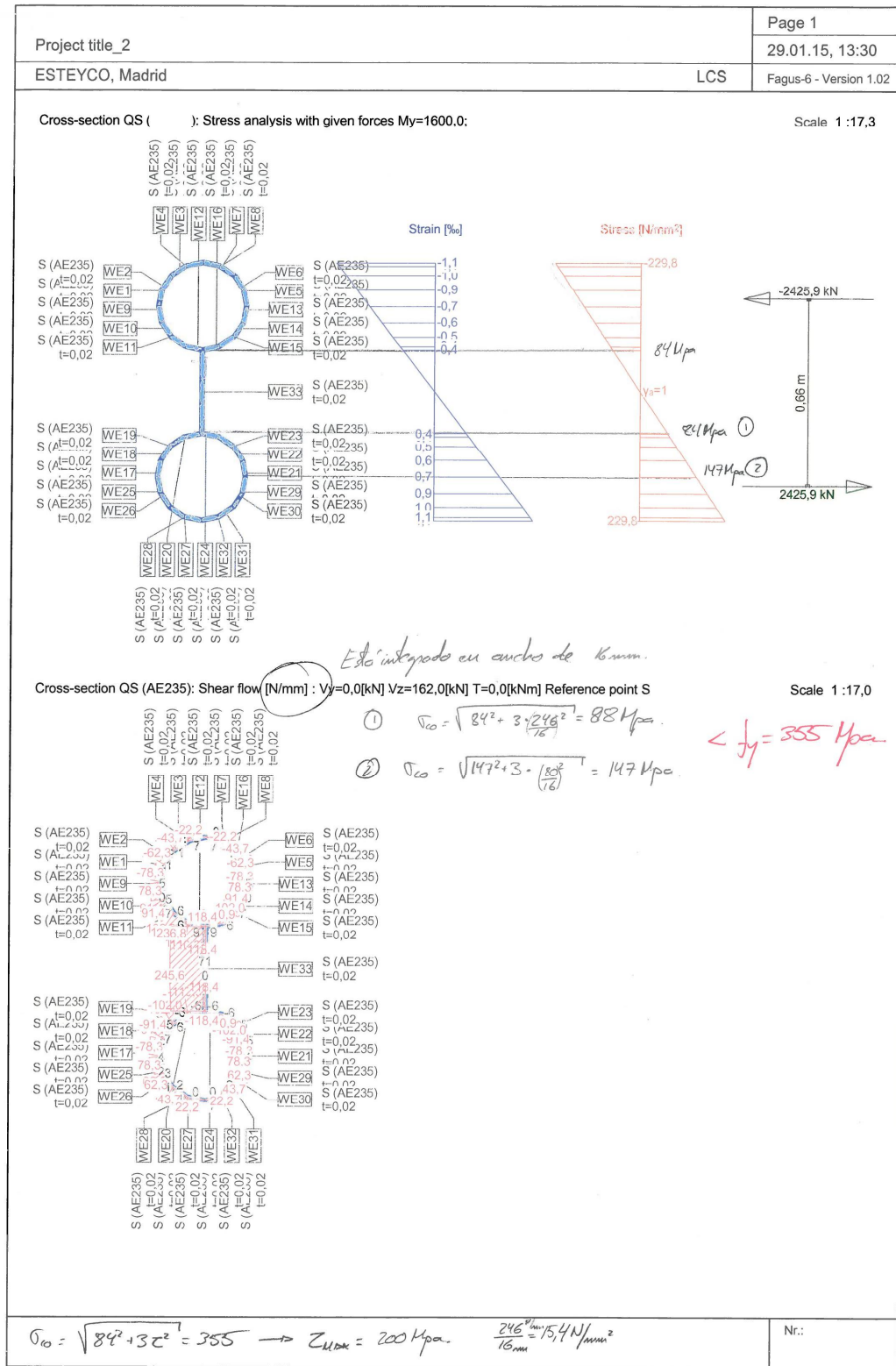




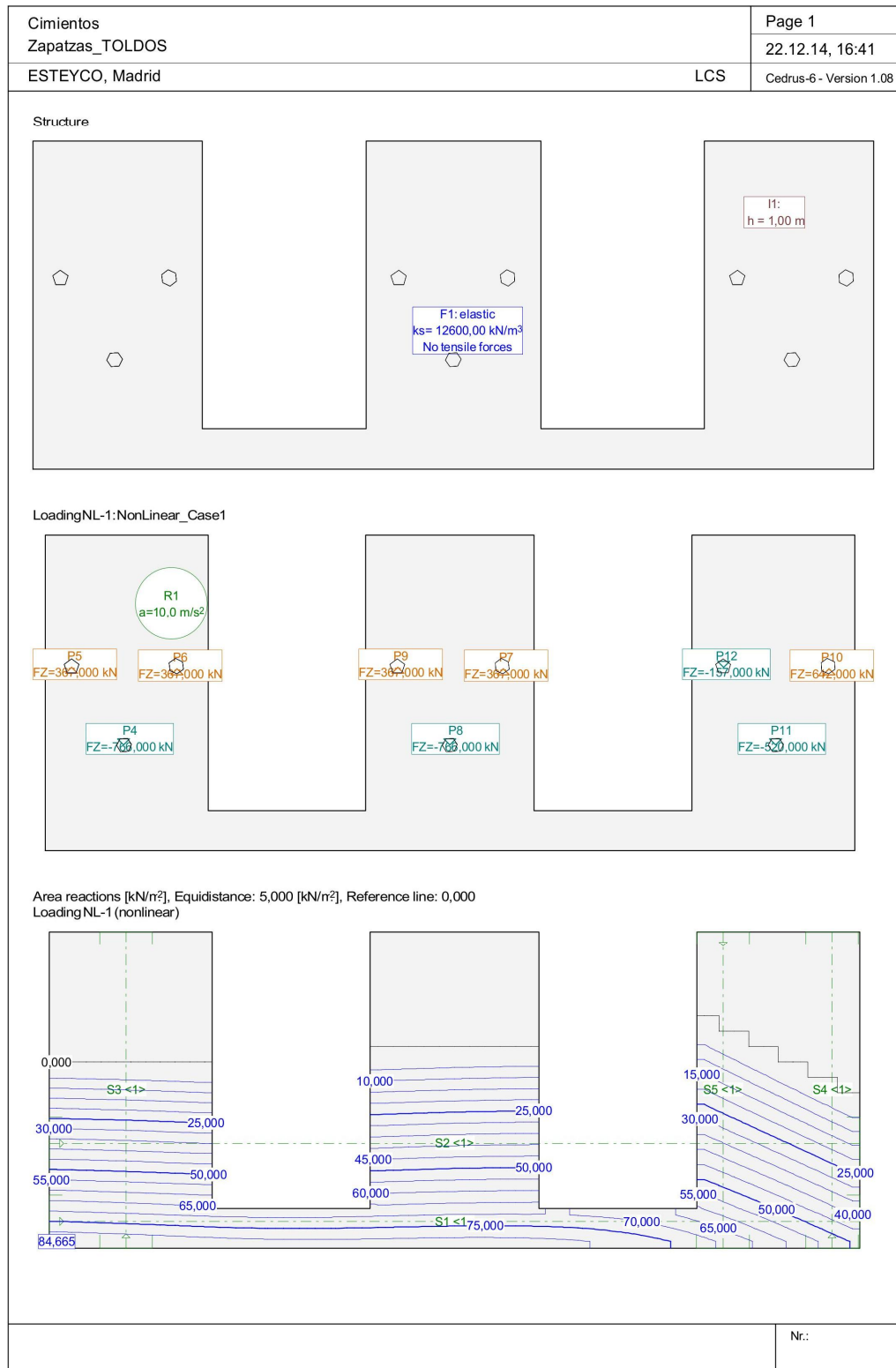


Los axiles y esfuerzos flectores en estado de servicio son los que se han escogido para aplicar sobre los modelos de placa que se han realizado para la comprobación y dimensionamiento de las cimentaciones superficiales.

Para el dimensionamiento de las cimentaciones superficiales y para verificar la transmisión de presión sobre el terreno, se realiza un cálculo no lineal, permitiendo que la cimentación “despegue” del terreno sin generarse tracciones imposibles en el terreno.

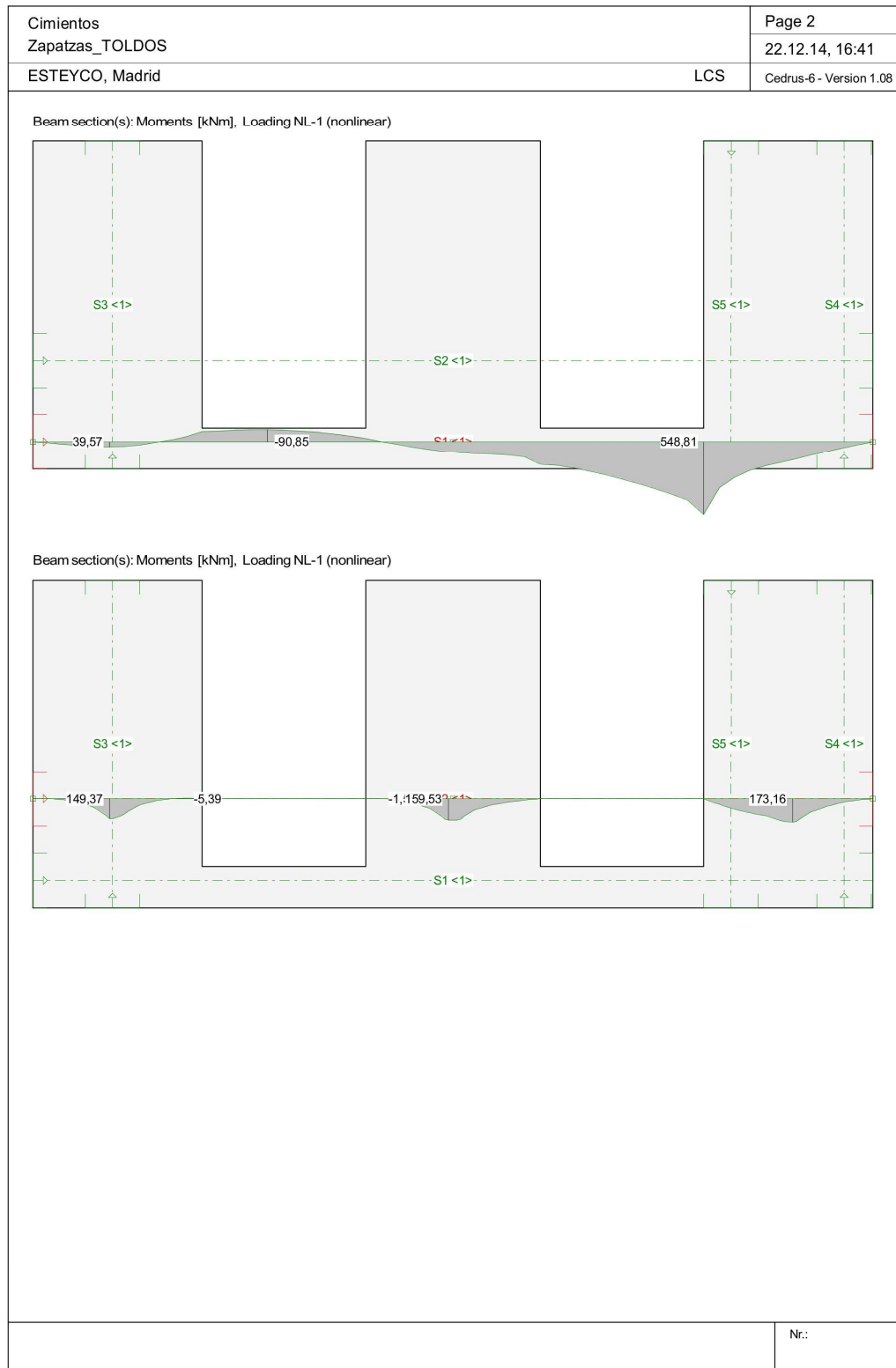


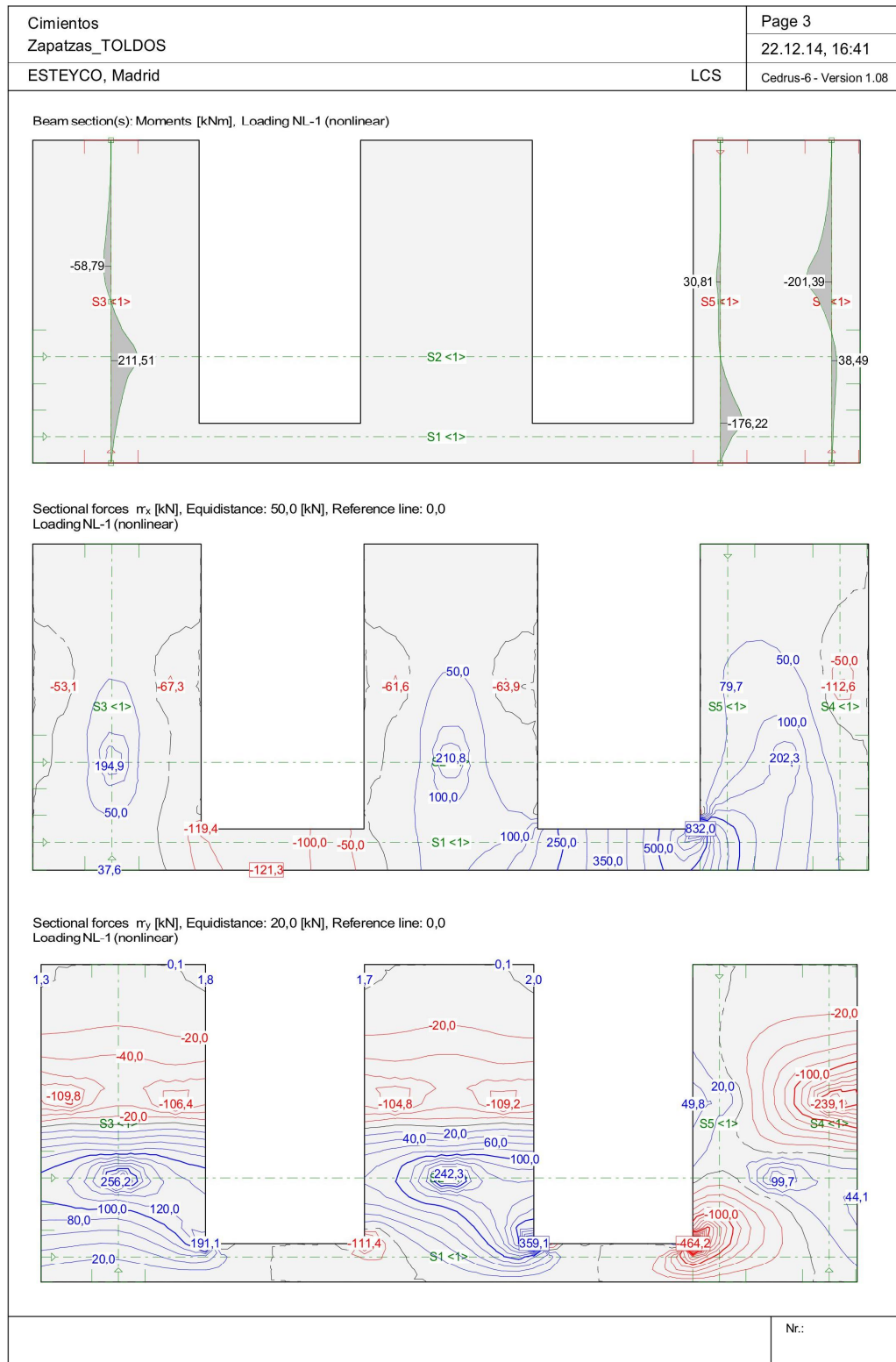
$\frac{200}{15,4} = 13$  Parte copiado/total 1/2



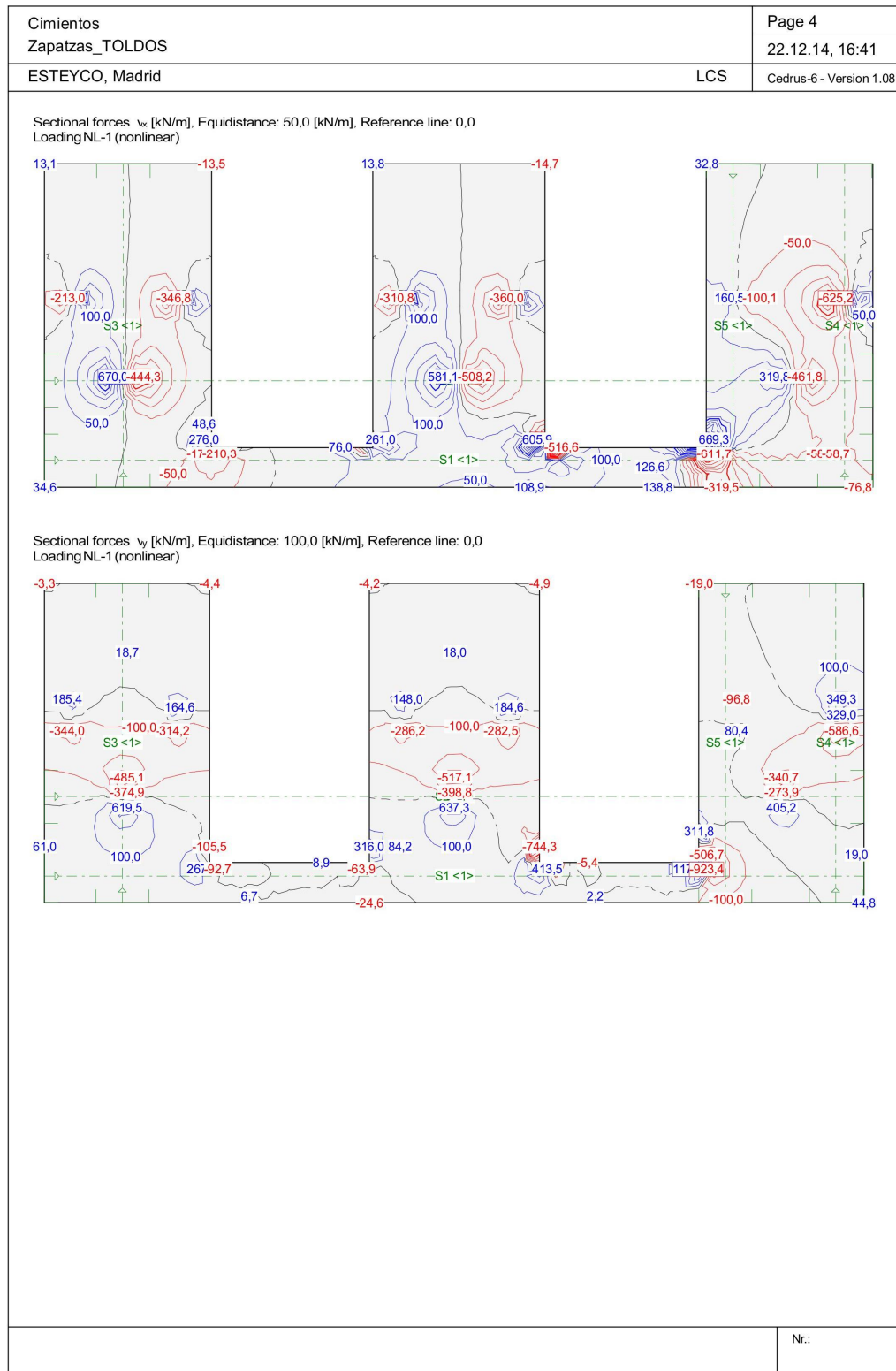
C:\Users\luis castro\Documents\MALECON\New Folder\Zapatas\_TOLDOS\_v3.C6P

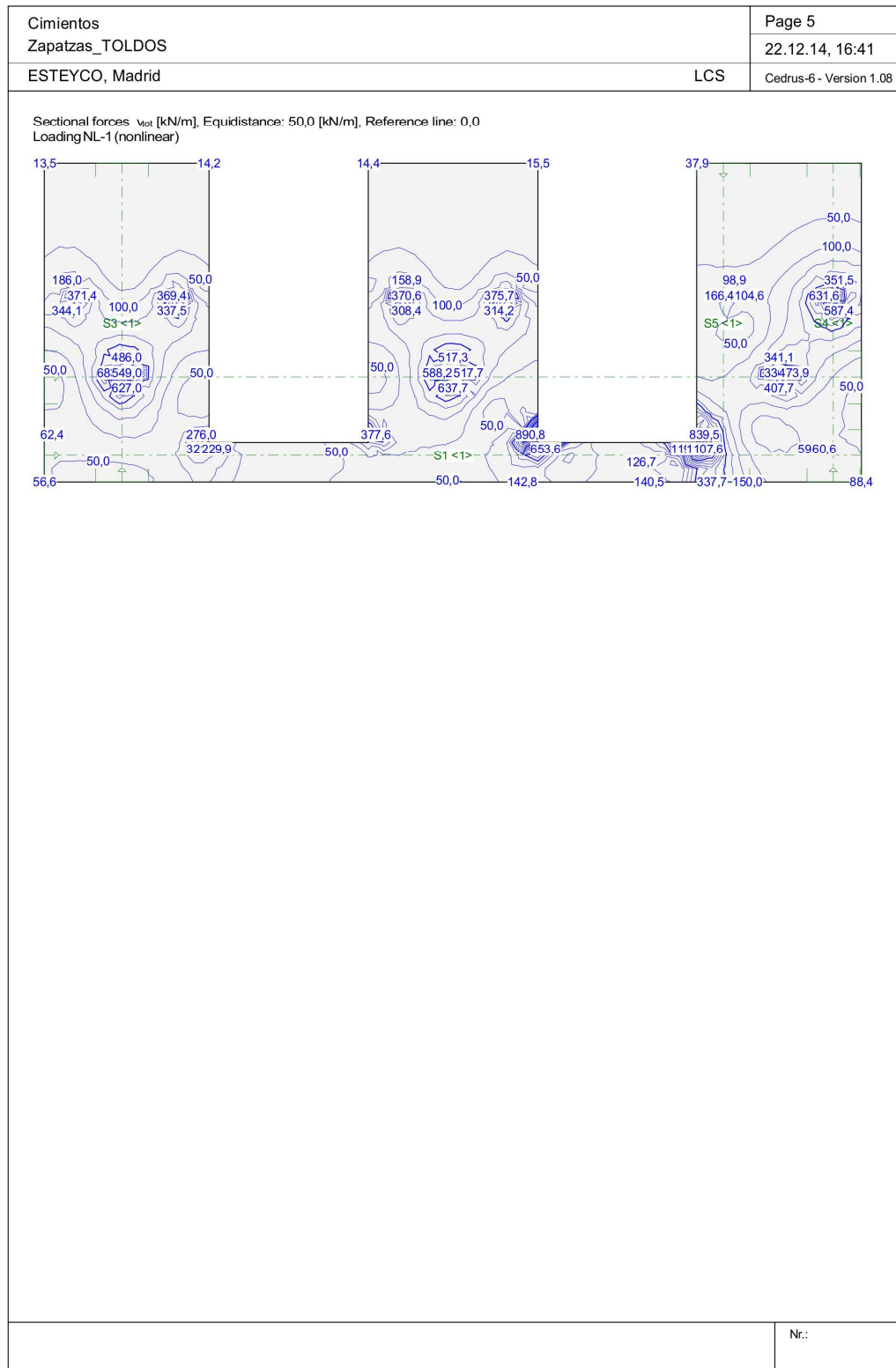




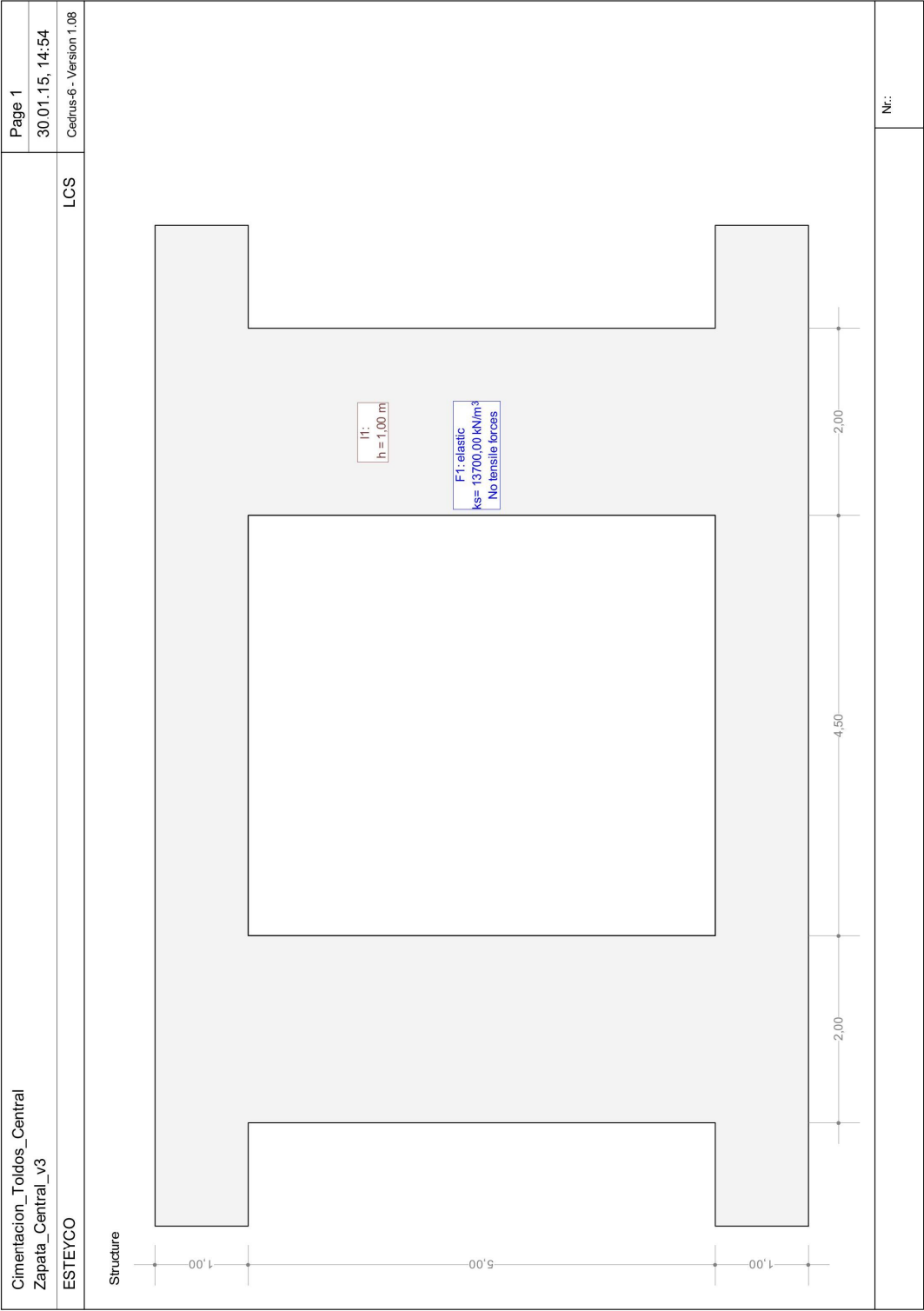


C:\Users\luis castro\Documents\MALECON\New Folder\Zapatas\_TOLDOS\_v3.C6P

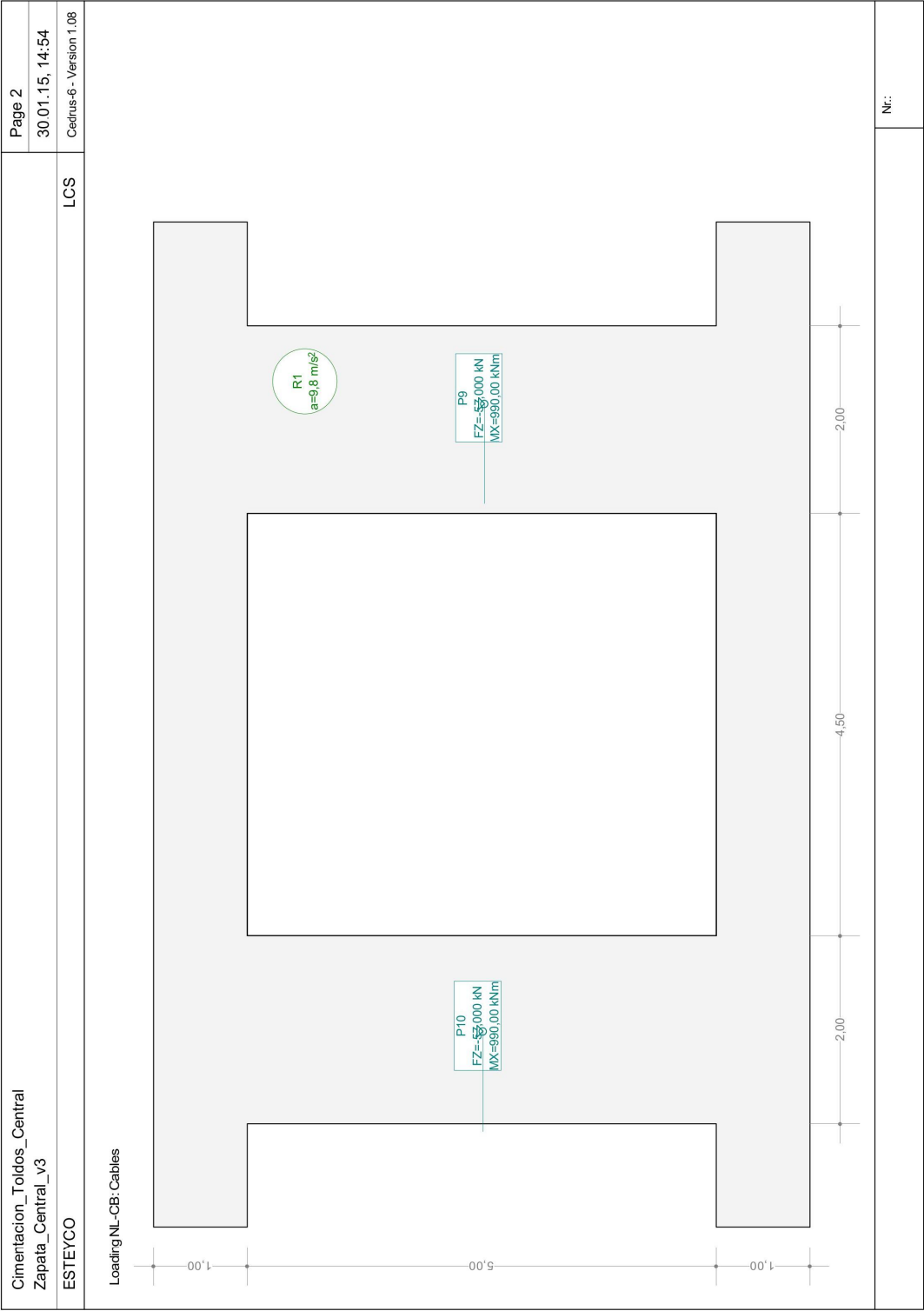


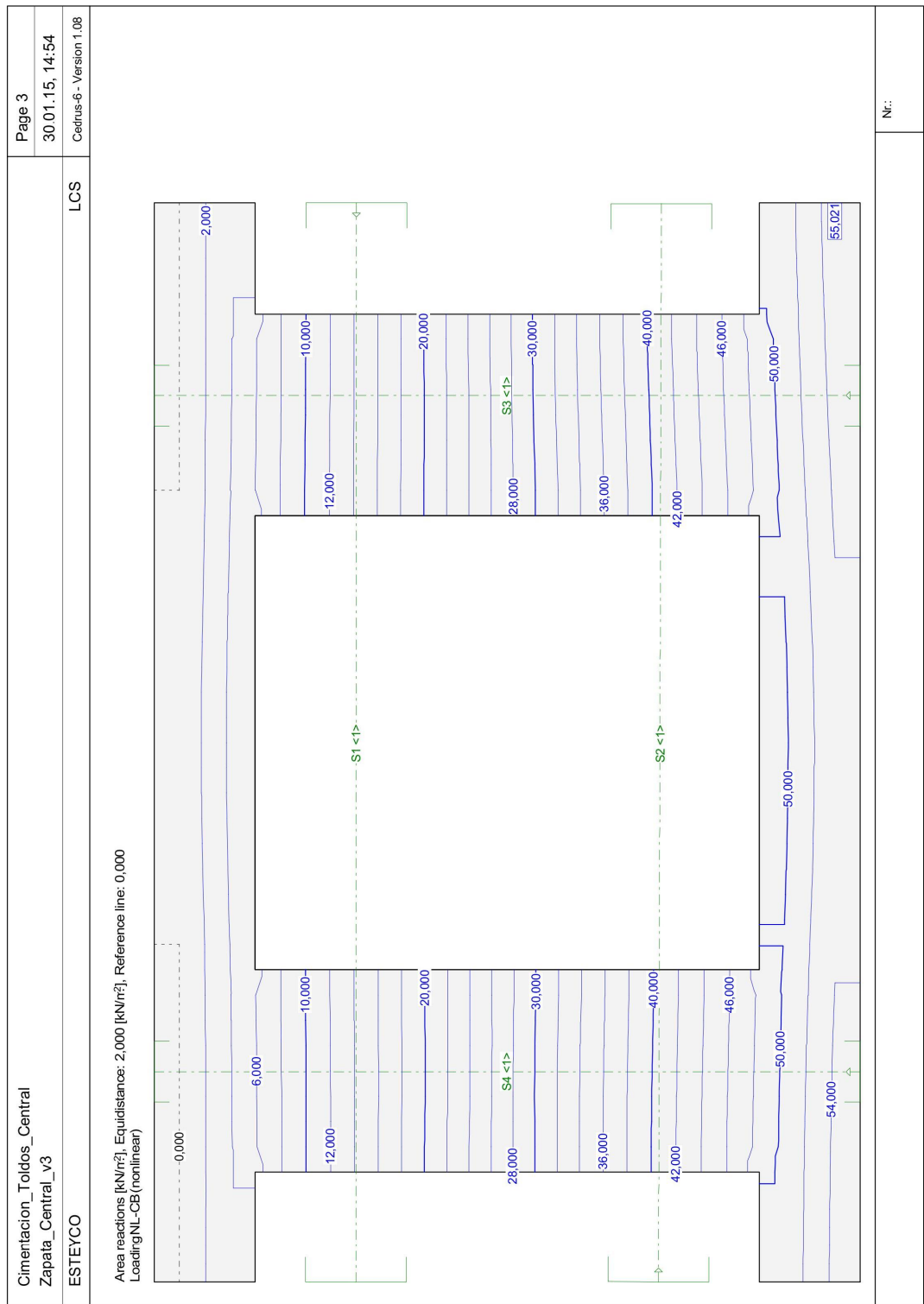


C:\Users\luis castro\Documents\MALECON\New Folder\Zapatzas\_TOLDOS\_v3.C6P

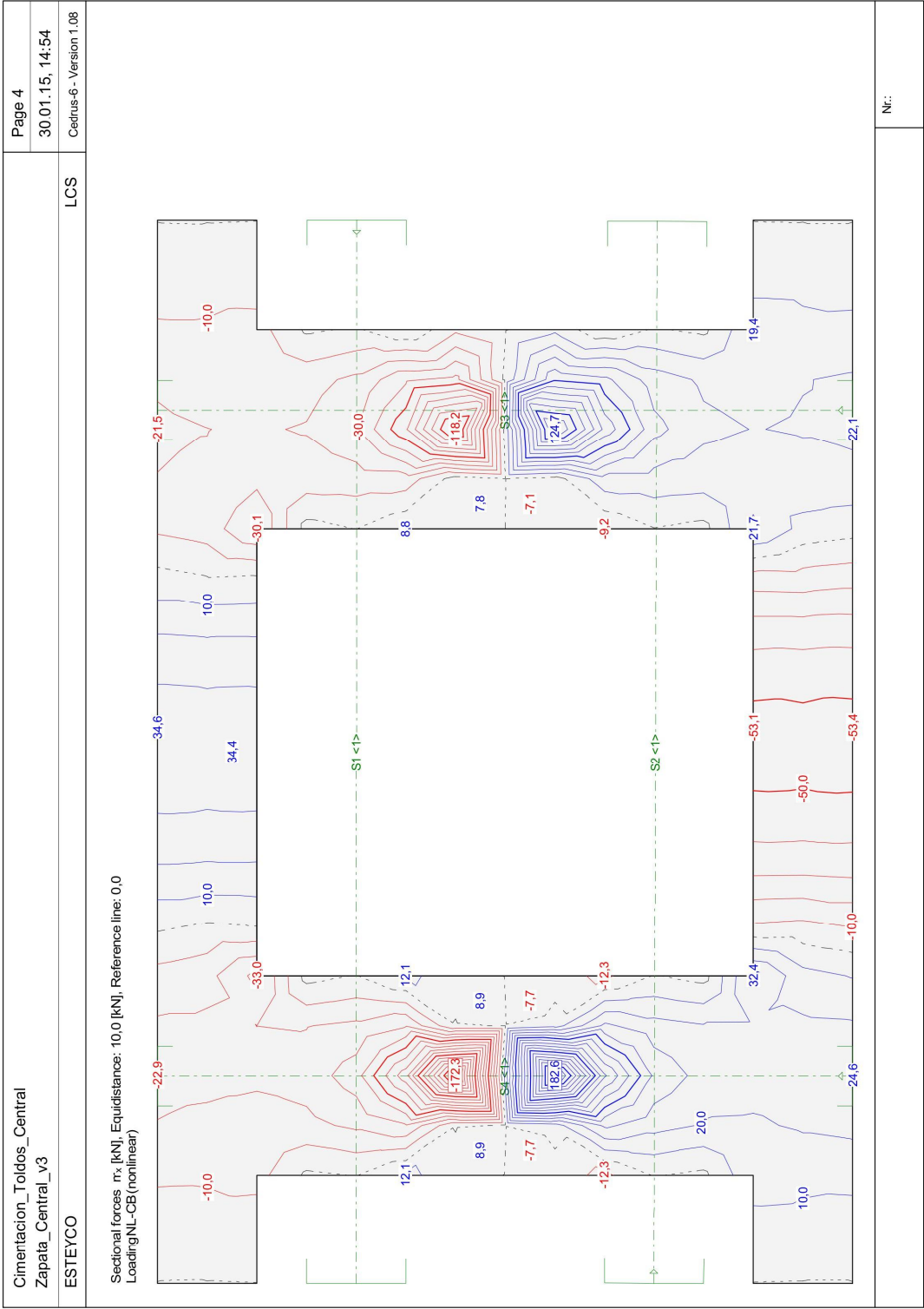


C:\Users\luis castro\Documents\MALECON\New Folder\Zapata\_Central\_v3.C6P

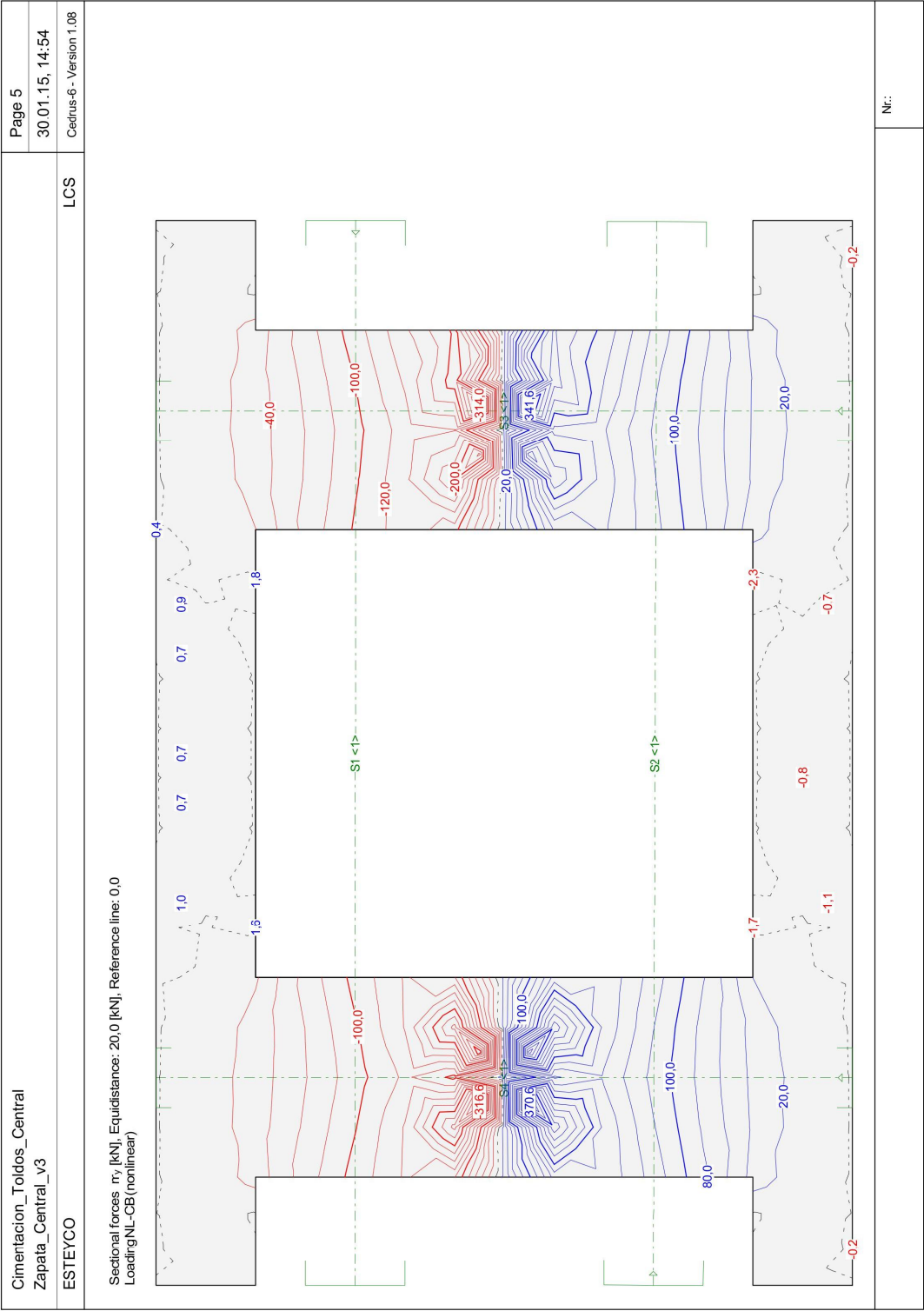




C:\Users\luis.castrolDocuments\MALECON\New Folder\Zapata\_Central\_v3.C6P







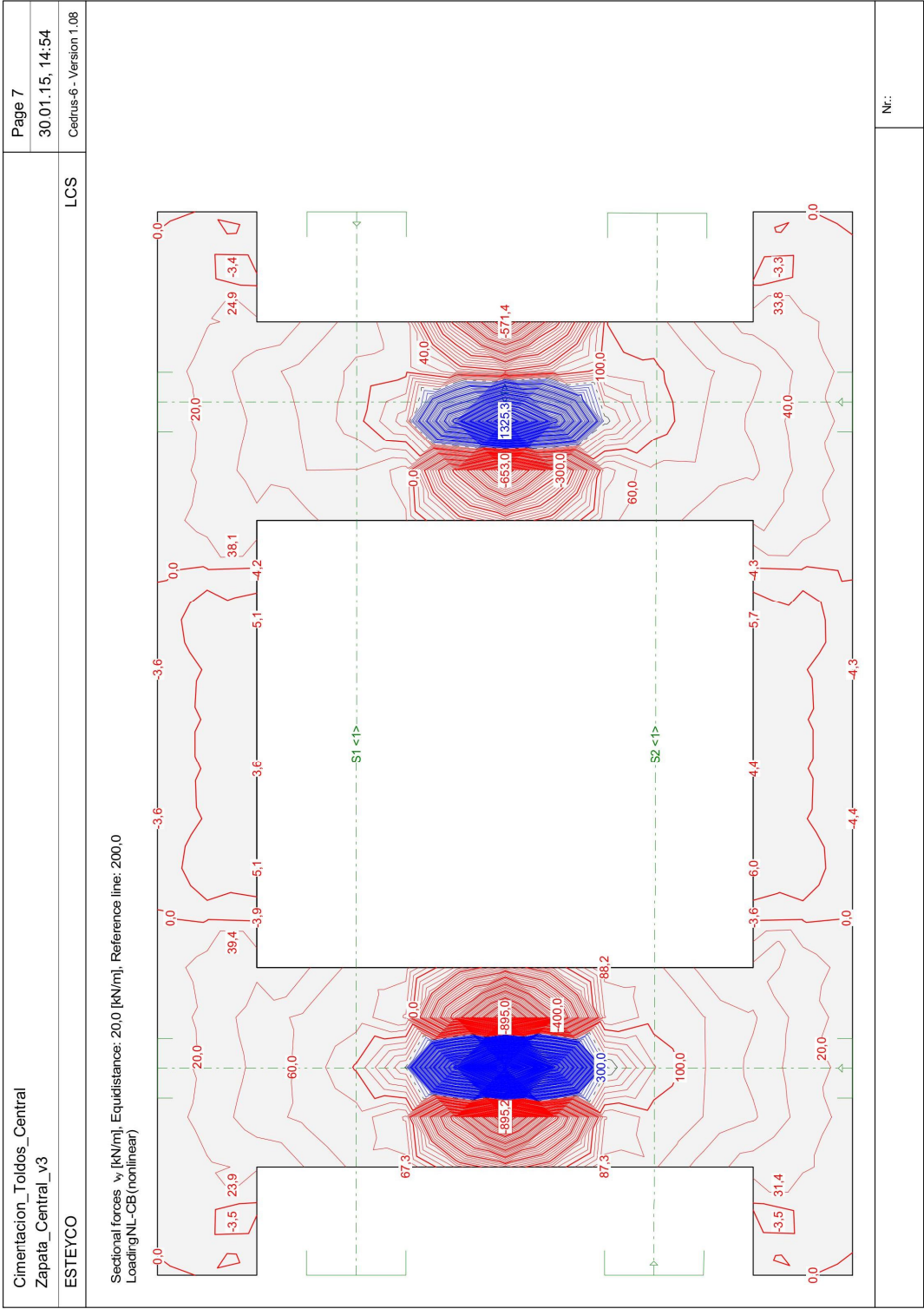
Sectional forces  $w_x$  [kN/m], Equidistance: 20.0 [kN/m], Reference line: 200.0  
Loading NL-CB (nonlinear)

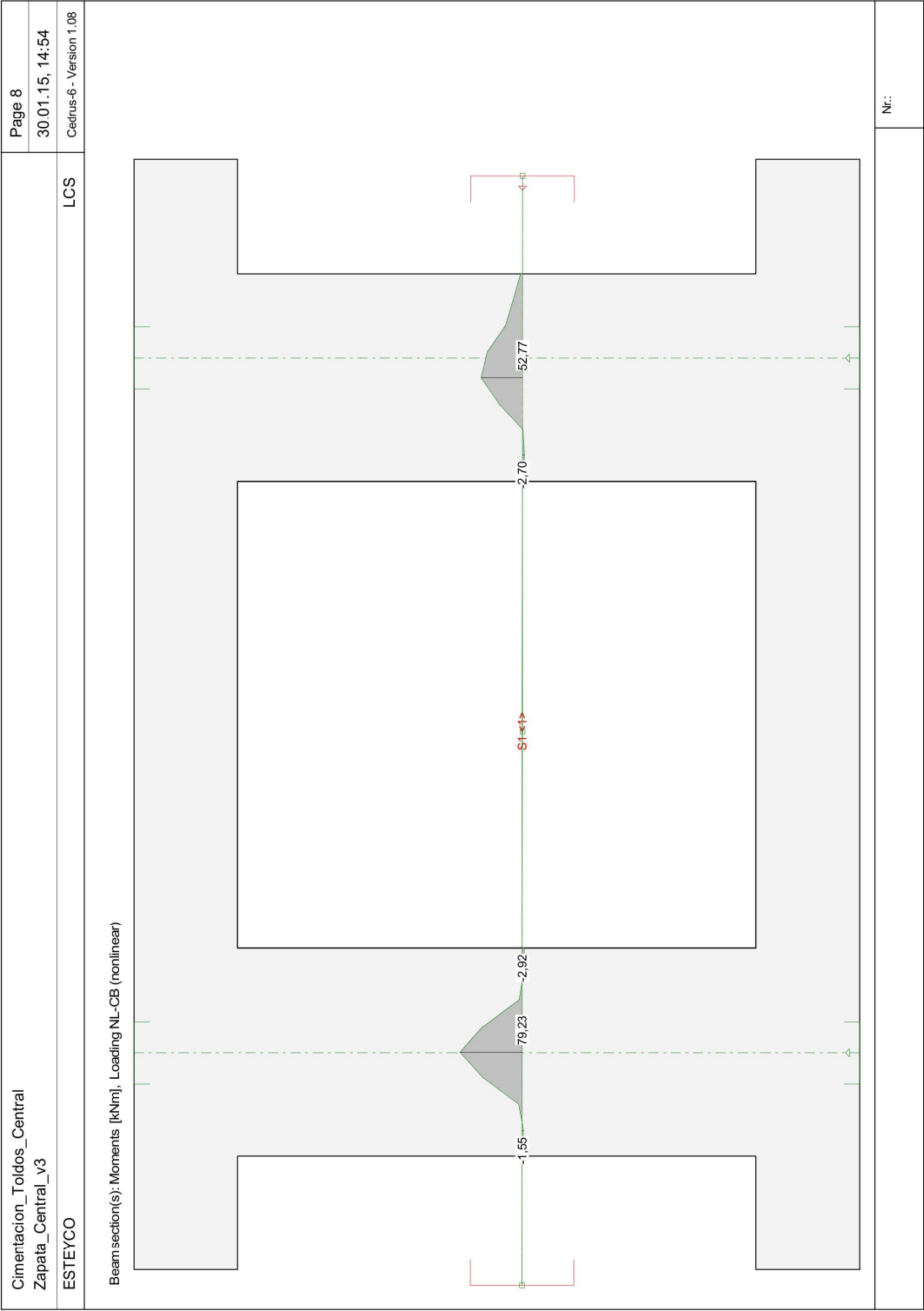
Page 6  
30.01.15, 14:54  
Cedrus-6 - Version 1.08

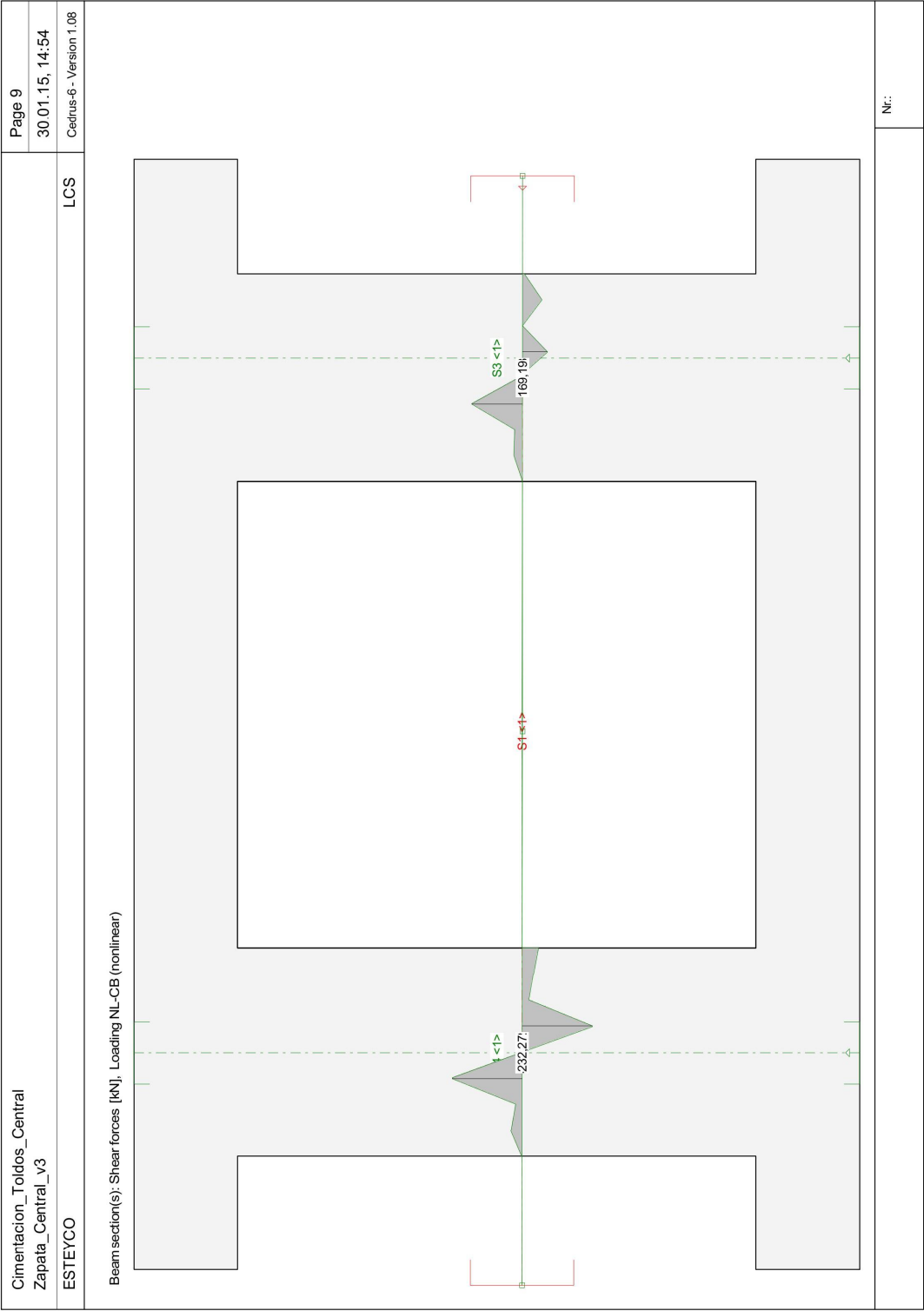
LCS

ESTEYCO

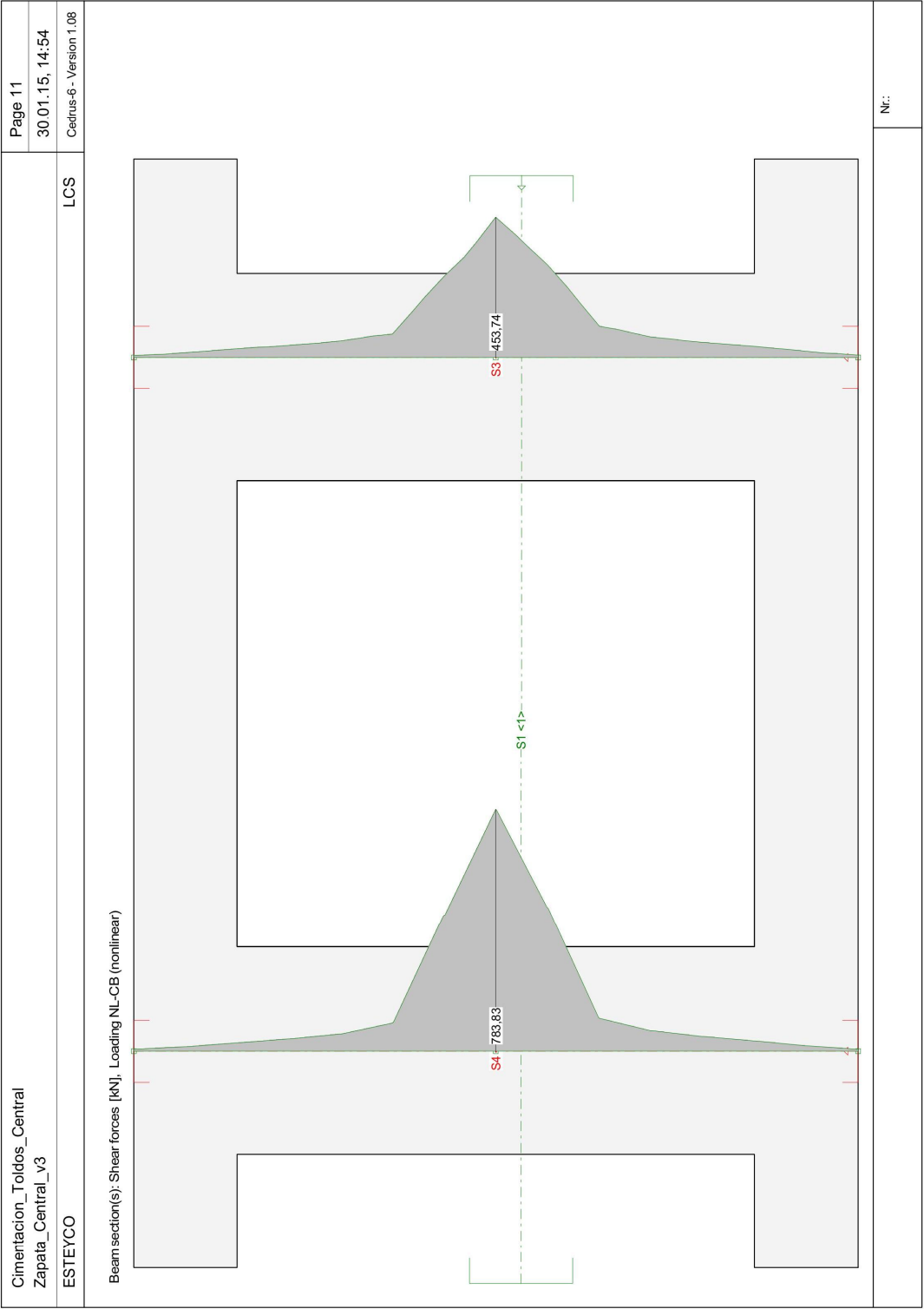
Nr.:







|   |   |
|---|---|
| Cimentacion_Toldos_Central<br>Zapata_Central_v3   | Page 10<br>30.01.15, 14:54<br>Cedrus-6 - Version 1.08 |
| ESTEYCO   | LCS   |
| <p>Beam section(s): Moments [kNm], Loading NL-CB (nonlinear)</p> <p>Diagram illustrating the beam section (S1 &lt;1&gt;) showing moments and loading. The beam is divided into two main sections by a vertical dashed line. The left section is labeled 'S4' and the right section is labeled 'S1 &lt;1&gt;'. The beam is supported by a central rectangular opening. The diagram shows the moment distribution along the beam, with values -86.82, -117.61, 113.37, and 137.83. The beam is labeled 'S1 &lt;1&gt;' and 'S4'.</p> |   |
|   | Nr.:  |



A continuación se exponen las verificaciones seccionales. Tanto a fisuración como resistencia.

## FISURACIÓN

Normativa: Norma AASHTO 2010

### Geometría:

|  |   |         |
|--|---|---------|
| Ancho de la sección, $b$                       | : | 1.000 m |
| Canto de la sección, $h$                       | : | 1.000 m |
| Recubrimiento mecánico de las armaduras, $r_m$ | : | 0.070 m |

Elemento estructural: Zapata

### Armadura:

Fibra inferior : 6.7Ø16

### Hormigón:

Denominación: C27

Resistencia a compresión,  $f'_c$  : 27.0 MPa

Módulo elástico longitudinal,  $E_c$  : 26315.6 MPa

Diagrama tensión-deformación: lineal

Módulo elástico longitudinal,  $E_c$  : 26315.6 MPa

### Acero:

Denominación: Grado 60 ASTM A-706

Diagrama tensión-deformación: lineal

Tensión de fluencia nominal,  $f_y$  : 414 MPa

Tensión máxima,  $f_{y\max}$  : 552 MPa

Módulo de elasticidad,  $E_s$  : 199947 MPa

Deformación última en tracción,  $\epsilon_{\max,2}$  : -0.01000

Densidad del acero,  $\gamma$  : 77.0 kN/m<sup>3</sup>

### Factor de exposición:

Factor de exposición,  $\gamma_e$  : 1.000

### Esfuerzos de cálculo:

Axil,  $N_k$  : 0.0 kN

Flector,  $M_k$  : 200.0 kNm

### Resultados del cálculo:

#### Esfuerzos de fisuración:

Axil de fisuración,  $N_{fis}$  : 0.0 kN

Flector de fisuración,  $M_{fis}$  : 448.3 kNm

#### Abertura de fisura:

##### *Fibra superior:*

Tensión en la fibra superior,  $\sigma_{c,FS}$  : 3.75 MPa

Módulo de rotura,  $f_r$  : -2.62 MPa



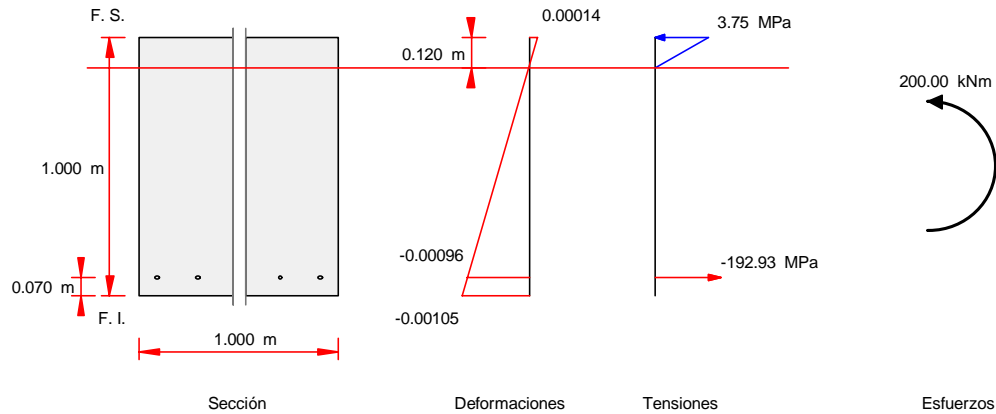
Abertura de fisura en la fibra superior,  $w_{k,FS}$  : 0.00 mm

La fibra superior no fisura.

*Fibra inferior :*

|   |   |             |
|---|---|-------------|
| Recubrimiento mecánico, $d_c$   | : | 0.070 m     |
| Coefficiente $\beta_s$  | : | 1.108       |
| Tensión de la armadura correspondiente a los esfuerzos de cálculo, $f_{ss}$ | : | -192.93 MPa |
| Separación entre barras, $s$  | : | 150 mm      |
| Separación máxima admisible entre barras, $s_{max}$                         | : | 434 mm      |
| Abertura de fisura en la fibra inferior, $w_{k,FI}$                         | : | 0.22 mm     |

$s = 150 \text{ mm} < s_{max} = 434 \text{ mm} \rightarrow$  La sección cumple a fisuración.



Esfuerzos de cálculo:

|                |   |           |
|----------------|---|-----------|
| Axil, $N_k$    | : | 0.0 kN    |
| Flector, $M_k$ | : | 105.0 kNm |

Resultados del cálculo:

Esfuerzos de fisuración:

|                                  |   |           |
|----------------------------------|---|-----------|
| Axil de fisuración, $N_{fis}$    | : | 0.0 kN    |
| Flector de fisuración, $M_{fis}$ | : | 448.3 kNm |

Abertura de fisura:

*Fibra superior:*

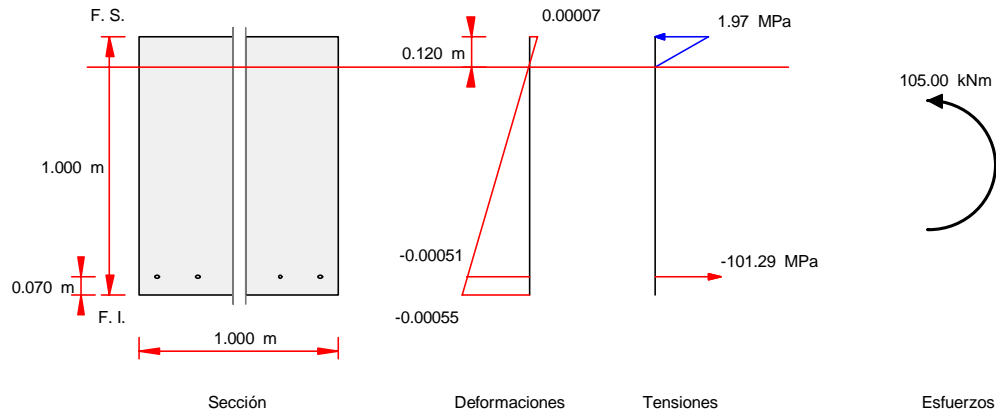
|   |   |           |
|---|---|-----------|
| Tensión en la fibra superior, $\sigma_{c,FS}$       | : | 1.97 MPa  |
| Módulo de rotura, $f_r$                             | : | -2.62 MPa |
| Abertura de fisura en la fibra superior, $w_{k,FS}$ | : | 0.00 mm   |

La fibra superior no fisura.

*Fibra inferior :*

|   |   |             |
|---|---|-------------|
| Recubrimiento mecánico, $d_c$   | : | 0.070 m     |
| Coefficiente $\beta_s$  | : | 1.108       |
| Tensión de la armadura correspondiente a los esfuerzos de cálculo, $f_{ss}$ | : | -101.29 MPa |
| Separación entre barras, $s$  | : | 150 mm      |
| Separación máxima admisible entre barras, $s_{max}$                         | : | 953 mm      |
| Abertura de fisura en la fibra inferior, $w_{k,FI}$                         | : | 0.12 mm     |

$s = 150 \text{ mm} < s_{\max} = 953 \text{ mm} \rightarrow$  La sección cumple a fisuración.



#### Esfuerzos de cálculo:

Axil,  $N_k$  : 0.0 kN  
Flector,  $M_k$  : 212.0 kNm

#### Resultados del cálculo:

##### Esfuerzos de fisuración:

Axil de fisuración,  $N_{fis}$  : 0.0 kN  
Flector de fisuración,  $M_{fis}$  : 448.3 kNm

##### Abertura de fisura:

##### *Fibra superior:*

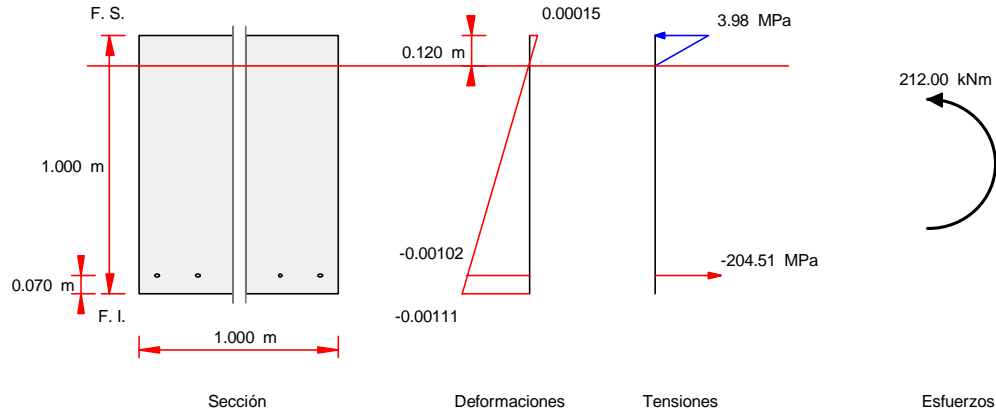
Tensión en la fibra superior,  $\sigma_{c,FS}$  : 3.98 MPa  
Módulo de rotura,  $f_r$  : -2.62 MPa  
Abertura de fisura en la fibra superior,  $w_{k,FS}$  : 0.00 mm

La fibra superior no fisura.

##### *Fibra inferior :*

Recubrimiento mecánico,  $d_c$  : 0.070 m  
Coeficiente  $\beta_s$  : 1.108  
Tensión de la armadura correspondiente a los esfuerzos de cálculo,  $f_{ss}$  : -204.51 MPa  
Separación entre barras,  $s$  : 150 mm  
Separación máxima admisible entre barras,  $s_{\max}$  : 401 mm  
Abertura de fisura en la fibra inferior,  $w_{k,FI}$  : 0.23 mm

$s = 150 \text{ mm} < s_{\max} = 401 \text{ mm} \rightarrow$  La sección cumple a fisuración.



### Esfuerzos de cálculo:

|                |   |           |
|----------------|---|-----------|
| Axil, $N_k$    | : | 0.0 kN    |
| Flector, $M_k$ | : | 550.0 kNm |

### Resultados del cálculo:

#### Esfuerzos de fisuración:

|                                  |   |           |
|----------------------------------|---|-----------|
| Axil de fisuración, $N_{fis}$    | : | 0.0 kN    |
| Flector de fisuración, $M_{fis}$ | : | 454.8 kNm |

#### Abertura de fisura:

##### *Fibra superior:*

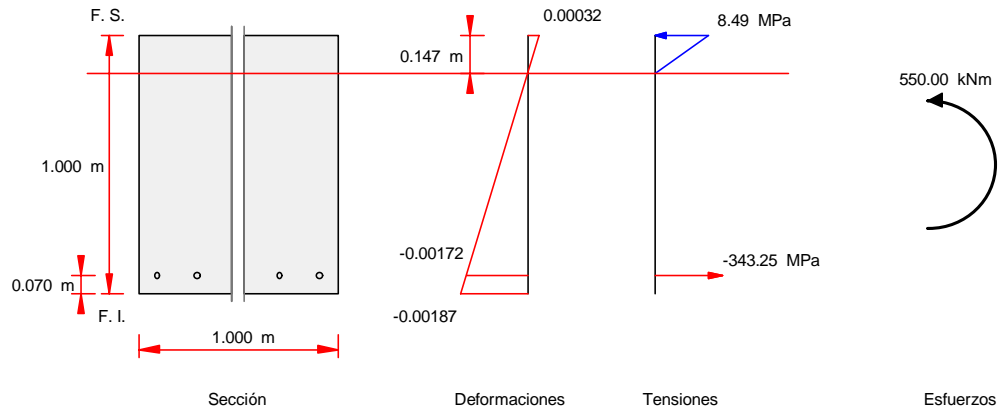
|   |   |           |
|---|---|-----------|
| Tensión en la fibra superior, $\sigma_{c,FS}$       | : | 8.49 MPa  |
| Módulo de rotura, $f_r$                             | : | -2.62 MPa |
| Abertura de fisura en la fibra superior, $w_{k,FS}$ | : | 0.00 mm   |

La fibra superior no fisura.

##### *Fibra inferior :*

|   |   |             |
|---|---|-------------|
| Recubrimiento mecánico, $d_c$   | : | 0.070 m     |
| Coefficiente $\beta_s$  | : | 1.108       |
| Tensión de la armadura correspondiente a los esfuerzos de cálculo, $f_{ss}$ | : | -343.25 MPa |
| Separación entre barras, $s$  | : | 150 mm      |
| Separación máxima admisible entre barras, $s_{max}$                         | : | 182 mm      |
| Abertura de fisura en la fibra inferior, $w_{k,FI}$                         | : | 0.39 mm     |

$s = 150 \text{ mm} < s_{max} = 182 \text{ mm} \rightarrow$  La sección cumple a fisuración.



## CORTANTE

Normativa: Norma AASHTO 2010

Geometría:

|   |   |         |
|---|---|---------|
| Ancho de la sección, $b$                                | : | 1.000 m |
| Canto de la sección, $h$                                | : | 1.000 m |
| Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, $r$ | : | 0.070 m |

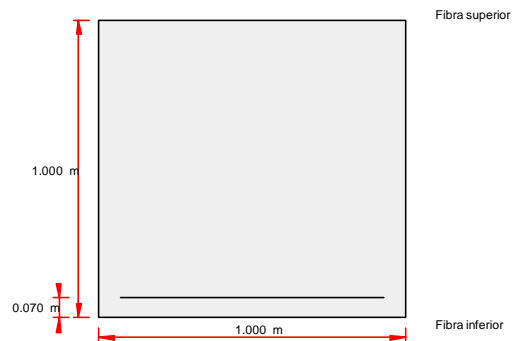
Elemento estructural: Zapata

Armadura de flexión:

|  |   |                      |
|--|---|----------------------|
| Armadura en fibra superior, $A_{s, sup}$ | : | 0.0 cm <sup>2</sup>  |
| Armadura en fibra inferior, $A_{s, inf}$ | : | 13.0 cm <sup>2</sup> |

Armadura de cortante:

|                               |   |                        |
|-------------------------------|---|------------------------|
| Armadura de cortante, $A_v/s$ | : | 0.0 cm <sup>2</sup> /m |
|-------------------------------|---|------------------------|



### Hormigón:

Denominación: C27

Resistencia a compresión,  $f'_c$  : 27.0 MPa

### Acero:

Denominación: Grado 60 ASTM A-706

Tensión de fluencia nominal,  $f_y$  : 414 MPa

Tensión máxima,  $f_{y\max}$  : 552 MPa

Método de cálculo: Artículo 5.8 de la AASHTO 2010.

### Esfuerzos de cálculo:

Cortante mayorado de cálculo,  $V_u$  : 300.0 kN

Axil concomitante de cálculo,  $N_u$  : 0.0 kN

Flector concomitante de cálculo,  $M_u$  : 318.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza,  $\alpha$  : 90.0 °

### Resultados del cálculo:

#### Resistencia nominal

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

Resistencia a compresión del hormigón,  $f'_c$  : 27.0 MPa

Ancho de la sección,  $b_v$  : 1.000 m

Brazo mecánico,  $d_v$  : 0.837 m

Cortante nominal máximo por compresión del alma,  $V_{n,\max}$  : 5649.8 kN

$$V_u = 300.0 \text{ kN} < V_{r,\max} = 0.9 \times 5649.8 = 5084.8 \text{ kN} \rightarrow \text{Cumple}$$

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma:

Deformación del alma,  $\varepsilon$  : 0.00262

Ancho de la sección,  $b_v$  : 1.000 m

Brazo mecánico,  $d_v$  : 0.837 m

Coefficiente,  $\beta$  : 1.16

Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza,  $\theta$  : 38.2 °

Límite de fluencia a cortante de la armadura,  $f_y$  : 413.68 MPa

Contribución del hormigón a la resistencia a esfuerzo cortante,  $V_c$  : 419.6 kN

Contribución de la armadura transversal del alma,  $V_s$  : 0.0 kN

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma,  $V_n$  ( $V_n = V_c + V_s$ ) : 419.6 kN

Armadura de cortante dispuesta,  $A_v/s$ : 0.0 cm<sup>2</sup>/m

#### Resistencia mayorada

Factor de resistencia,  $\phi$  : 0.900

Resistencia nominal,  $V_n$  : 419.6 kN

Resistencia a cortante mayorada,  $V_r$  : 377.6 kN

$$V_u = 300.0 \text{ kN} > V_r = 377.6 \text{ kN} \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Se debe aumentar la sección y/o la resistencia del hormigón.

Comprobación de la armadura mínima

Armadura mínima de cortante,  $(A_v/s)_{\min}$ : 0.0 cm<sup>2</sup>/m

La armadura de cortante dispuesta es superior a la armadura mínima

Separación máxima entre cercos,  $s_t$ : 0.610 m

Separación máxima entre ramas de cercos,  $s_r$ : 0.837 m

Factor de seguridad adicional

Cortante mayorado,  $V_u$ : 300.0 kN

Resistencia a cortante mayorada,  $V_r$ : 377.6 kN

Factor de seguridad de rotura por cortante: 1.259

Normativa: Norma AASHTO 2010

Geometría:

Ancho de la sección,  $b$ : 0.750 m

Canto de la sección,  $h$ : 1.000 m

Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión,  $r$ : 0.050 m

Elemento estructural: Zapata

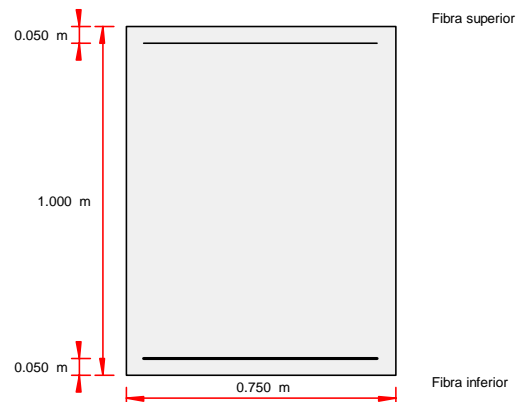
Armadura de flexión:

Armadura en fibra superior,  $A_{s, \sup}$ : 13.0 cm<sup>2</sup>

Armadura en fibra inferior,  $A_{s, \inf}$ : 24.0 cm<sup>2</sup>

Armadura de cortante:

Armadura de cortante,  $A_v/s$ : 0.0 cm<sup>2</sup>/m



Hormigón:

Denominación: C27

Resistencia a compresión,  $f'_c$ : 27.0 MPa

Acero:

Denominación: Grado 60 ASTM A-706

Tensión de fluencia nominal,  $f_y$  : 414 MPa

Tensión máxima,  $f_{y\max}$  : 552 MPa

Método de cálculo: Artículo 5.8 de la AASHTO 2010.

Esfuerzos de cálculo:

Cortante mayorado de cálculo,  $V_u$  : 291.0 kN

Axil concomitante de cálculo,  $N_u$  : 0.0 kN

Flector concomitante de cálculo,  $M_u$  : 300.0 kNm

Ángulo de las armaduras transversales con el eje de la pieza,  $\alpha$  : 90.0 °

Resultados del cálculo:

#### Resistencia nominal

Comprobación de agotamiento por compresión oblicua del alma:

Resistencia a compresión del hormigón,  $f'_c$  : 27.0 MPa

Ancho de la sección,  $b_v$  : 0.750 m

Brazo mecánico,  $d_v$  : 0.855 m

Cortante nominal máximo por compresión del alma,  $V_{n,\max}$  : 4328.4 kN

$$V_u = 291.0 \text{ kN} < V_{r,\max} = 0.9 \times 4328.4 = 3895.6 \text{ kN} \rightarrow \text{Cumple}$$

Comprobación de agotamiento por tracción en el alma:

Deformación del alma,  $\varepsilon$  : 0.00134

Ancho de la sección,  $b_v$  : 0.750 m

Brazo mecánico,  $d_v$  : 0.855 m

Coefficiente,  $\beta$  : 1.70

Ángulo entre las bielas de compresión del hormigón y el eje de la pieza,  $\theta$  : 33.7 °

Límite de fluencia a cortante de la armadura,  $f_y$  : 413.68 MPa

Contribución del hormigón a la resistencia a esfuerzo cortante,  $V_c$  : 470.7 kN

Contribución de la armadura transversal del alma,  $V_s$  : 0.0 kN

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma,  $V_n$  ( $V_n = V_c + V_s$ ) : 470.7 kN

Armadura de cortante dispuesta,  $A_v/s$ : 0.0 cm<sup>2</sup>/m

#### Resistencia mayorada

Factor de resistencia,  $\phi$  : 0.900

Resistencia nominal,  $V_n$  : 470.7 kN

Resistencia a cortante mayorada,  $V_r$  : 423.7 kN

$$V_u = 291.0 \text{ kN} > V_r = 423.7 \text{ kN} \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Se debe aumentar la sección y/o la resistencia del hormigón.

#### Comprobación de la armadura mínima

Armadura mínima de cortante, ( $A_v/s$ ) min: 0.0 cm<sup>2</sup>/m

La armadura de cortante dispuesta es superior a la armadura mínima

Separación máxima entre cercos,  $s_t$ : 0.610 m

Separación máxima entre ramas de cercos,  $s_r$ : 0.855 m

Factor de seguridad adicional

|  |   |          |
|--|---|----------|
| Cortante mayorado, $V_u$                   | : | 291.0 kN |
| Resistencia a cortante mayorada, $V_r$     | : | 423.7 kN |
| Factor de seguridad de rotura por cortante | : | 1.456    |

## RESISTENCIA

Normativa: Norma AASHTO 2010

**Geometría:**

|   |   |         |
|---|---|---------|
| Ancho de la sección, $b$                                | : | 1.000 m |
| Canto de la sección, $h$                                | : | 1.000 m |
| Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión, $r$ | : | 0.070 m |

Elemento estructural: Zapata

**Hormigón:**

Denominación: C27

|                                  |   |          |
|----------------------------------|---|----------|
| Resistencia a compresión, $f'_c$ | : | 27.0 MPa |
|----------------------------------|---|----------|

Diagrama rectangular:

|  |   |       |
|--|---|-------|
| Coefficiente profundidad del bloque de compresión, $\beta_1$ | : | 0.850 |
| Coefficiente intensidad del bloque de compresión, $\eta$     | : | 0.850 |

**Acero:**

Denominación: Grado 60 ASTM A-706

|   |   |                        |
|---|---|------------------------|
| Tensión de fluencia nominal, $f_y$                  | : | 414 MPa                |
| Tensión máxima, $f_{y\max}$                         | : | 552 MPa                |
| Módulo de elasticidad, $E_s$                        | : | 199947 MPa             |
| Deformación última en tracción, $\epsilon_{\max,2}$ | : | -0.01000               |
| Densidad del acero, $\gamma$                        | : | 77.0 kN/m <sup>3</sup> |

**Factores de resistencia:**

Comportamiento a tracción:

|                                  |   |          |
|----------------------------------|---|----------|
| Deformación límite, $\epsilon_1$ | : | -0.00500 |
| Factor de resistencia, $\phi$    | : | 0.900    |

Comportamiento a compresión:

|                                  |   |          |
|----------------------------------|---|----------|
| Deformación límite, $\epsilon_2$ | : | -0.00200 |
| Factor de resistencia, $\phi$    | : | 0.750    |

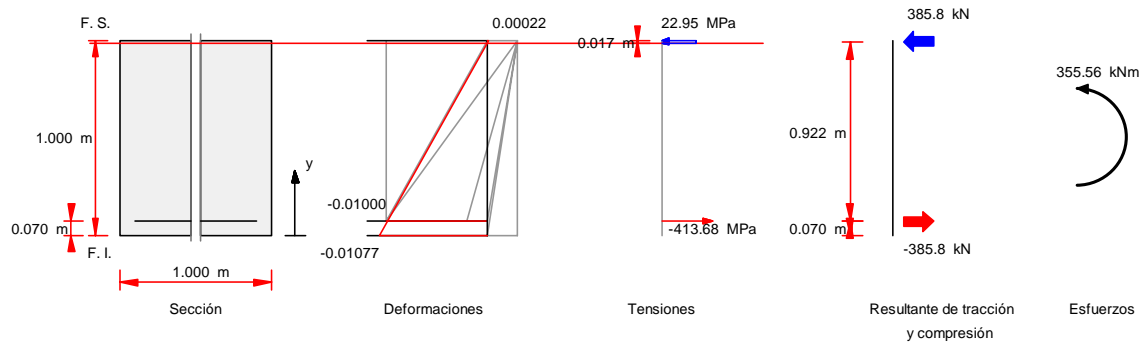
Método de cálculo: Diagrama rectangular.

**Esfuerzos de cálculo:**

|                         |   |           |
|-------------------------|---|-----------|
| Axil mayorado, $N_u$    | : | 0.0 kN    |
| Flector mayorado, $M_u$ | : | 320.0 kNm |

**Resultados del cálculo:**





Armadura necesaria:

|                 | $A_s$ cálculo<br>cm <sup>2</sup> | $A_s$ mecánica<br>cm <sup>2</sup> | $A_s$ geométrica<br>cm <sup>2</sup> | $A_s$ a disponer<br>cm <sup>2</sup> |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Fibra superior: | 0.0                              | 0.0                               | 9.0                                 | 9.0                                 |
| Fibra inferior: | 9.3                              | 12.4                              | 9.0                                 | 12.4                                |

Resistencia nominal:

|                |   |           |
|----------------|---|-----------|
| Axial, $N_n$   | : | 0.0 kN    |
| Flector, $M_n$ | : | 355.6 kNm |

Resistencia mayorada:

|                               |   |           |
|-------------------------------|---|-----------|
| Factor de resistencia, $\phi$ | : | 0.900     |
| Axial, $N_r$                  | : | 0.0 kN    |
| Flector, $M_r$                | : | 320.0 kNm |

Plano de rotura:

|   |   |             |
|---|---|-------------|
| Dominio de rotura                                       | : | 2           |
| Deformación de la fibra superior, $\epsilon_{c,sup}$    | : | 0.00022     |
| Deformación de la armadura inferior, $\epsilon_{s,inf}$ | : | -0.01000    |
| Deformación de la fibra inferior, $\epsilon_{c,inf}$    | : | -0.01077    |
| Posición de la fibra neutra, y                          | : | 0.980 m     |
| Altura del bloque de compresiones, x                    | : | 0.017 m     |
| Tensión del hormigón, $\sigma_c$                        | : | 22.95 MPa   |
| Tensión de la armadura inferior, $\sigma_{s,inf}$       | : | -413.68 MPa |

Resultante de compresiones y tracciones:

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| Resultante de compresiones, C                    | : | 385.8 kN  |
| Resultante de tracciones, T                      | : | -385.8 kN |
| Posición de la resultante de compresiones, $y_c$ | : | 0.992 m   |
| Posición de la resultante de tracciones, $y_t$   | : | 0.070 m   |
| Brazo mecánico, z                                | : | 0.922 m   |

Normativa: Norma AASHTO 2010

Geometría:

Ancho de la sección,  $b$  : 0.750 m  
 Canto de la sección,  $h$  : 1.000 m  
 Recubrimiento mecánico de las armaduras de flexión,  $r$  : 0.050 m

Elemento estructural: Zapata

### Hormigón:

Denominación: C27  
 Resistencia a compresión,  $f'_c$  : 27.0 MPa

Diagrama rectangular:

Coefficiente profundidad del bloque de compresión,  $\beta_1$  : 0.850  
 Coeficiente intensidad del bloque de compresión,  $\eta$  : 0.850

### Acero:

Denominación: Grado 60 ASTM A-706  
 Tensión de fluencia nominal,  $f_y$  : 414 MPa  
 Tensión máxima,  $f_{y\max}$  : 552 MPa  
 Módulo de elasticidad,  $E_s$  : 199947 MPa  
 Deformación última en tracción,  $\epsilon_{\max,2}$  : -0.01000  
 Densidad del acero,  $\gamma$  : 77.0 kN/m<sup>3</sup>

### Factores de resistencia:

Comportamiento a tracción:  
 Deformación límite,  $\epsilon_1$  : -0.00500  
 Factor de resistencia,  $\phi$  : 0.900

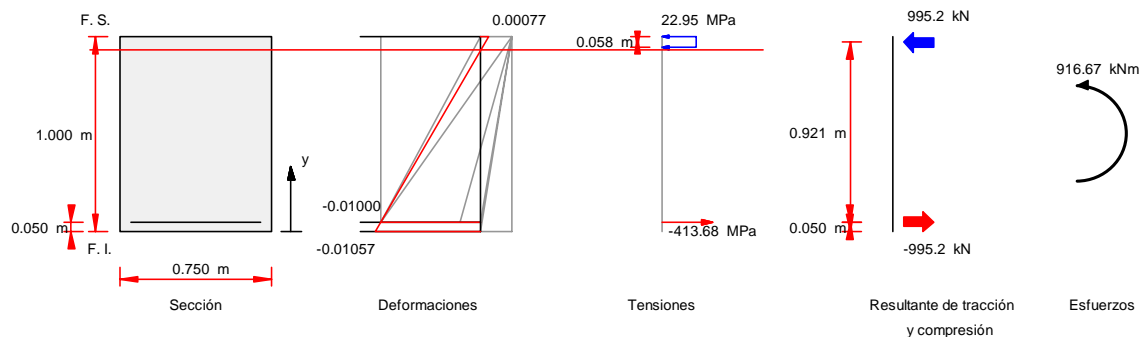
Comportamiento a compresión:  
 Deformación límite,  $\epsilon_2$  : -0.00200  
 Factor de resistencia,  $\phi$  : 0.750

Método de cálculo: Diagrama rectangular.

### Esfuerzos de cálculo:

Axil mayorado,  $N_u$  : 0.0 kN  
 Flector mayorado,  $M_u$  : 825.0 kNm

### Resultados del cálculo:



Armadura necesaria:

|                 | $A_s$ cálculo<br>cm <sup>2</sup> | $A_s$ mecánica<br>cm <sup>2</sup> | $A_s$ geométrica<br>cm <sup>2</sup> | $A_s$ a disponer<br>cm <sup>2</sup> |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Fibra superior: | 0.0                              | 0.0                               | 6.8                                 | 6.8                                 |
| Fibra inferior: | 24.1                             | 23.6                              | 6.8                                 | 24.1                                |

Resistencia nominal:

Axil,  $N_n$  : 0.0 kN  
Flector,  $M_n$  : 916.7 kNm

Resistencia mayorada:

Factor de resistencia,  $\phi$  : 0.900  
Axil,  $N_r$  : 0.0 kN  
Flector,  $M_r$  : 825.0 kNm

Plano de rotura:

Dominio de rotura : 2

Deformación de la fibra superior,  $\epsilon_{c,sup}$  : 0.00077  
Deformación de la armadura inferior,  $\epsilon_{s,inf}$  : -0.01000  
Deformación de la fibra inferior,  $\epsilon_{c,inf}$  : -0.01057

Posición de la fibra neutra,  $y$  : 0.932 m  
Altura del bloque de compresiones,  $x$  : 0.058 m

Tensión del hormigón,  $\sigma_c$  : 22.95 MPa  
Tensión de la armadura inferior,  $\sigma_{s,inf}$  : -413.68 MPa

Resultante de compresiones y tracciones:

Resultante de compresiones,  $C$  : 995.2 kN  
Resultante de tracciones,  $T$  : -995.2 kN

Posición de la resultante de compresiones,  $y_c$  : 0.971 m  
Posición de la resultante de tracciones,  $y_t$  : 0.050 m  
Brazo mecánico,  $z$  : 0.921 m

### XIII. CIMENTACIÓN KIOSKO GUADUA

Para la verificación de la cimentación de la guadua, únicamente se cuenta con los datos aportados por el diseñador de la misma y que se muestran al inicio de la verificación.

Marzo 2015

LCS

KIOSCO GUADUA

①

MALEZÓN BUENAVENTURA

Colombia

➤ Datos de partida proporcionados por el industrial del Kiosco de "bambú"

- Plano general explicativo estructura
- Plano armadura - conexión estructura - cimentación. → conexión mediante 8 barras n.º 4
- Peso muerto estructura = 30 tn.

#### 1.- ACCIONES.

##### 1.1

Acción de viento:

- Presión por velocidad:  $q_z (K_d = 0,95; K_z = 0,75; K_{zt} = 1; v = 17 \text{ m/s}; I = 1) = 0,13 \text{ kN/m}^2$

- Presión de viento:  $\text{Presión} = p_1 = q_h \cdot G \cdot C_N = 0,13 \cdot 0,85 \cdot 1,8 = 0,2 < 0,4 \text{ kN/m}^2$  mínimo

Succión =  $p_2 = q_h \cdot G \cdot C_N = 0,13 \cdot 0,85 \cdot 2,1 = 0,23 < 0,4 \text{ kN/m}^2$

$\theta = 15^\circ$   
 $C_N = [1,8, -2,1]$

→ Se toma  $0,4 \text{ kN/m}^2$  por ser el mínimo fijado por normativo.

1.2 Peso propio → 30 tn → 8 patas =  $3,75 \text{ tn/pata} = 37,5 \text{ kN/pata}$ .

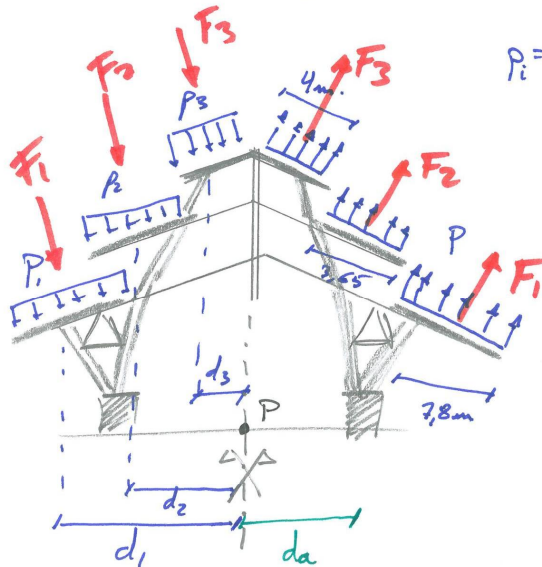
1.3 Sismo → (considerando una  $a_g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ) →  $30 \text{ tn} / 8 \text{ patas} = 37,5 \text{ kN/pata}$ .



## 2.- REACCIONES EN CIMENTACIÓN

②  
LCS

La situación más desfavorable será la siguiente:



$$p_i = 0,40 \text{ kN/m}^2$$

$$d_1 = 8,90 \text{ m}$$

$$d_2 = 4,65 \text{ m}$$

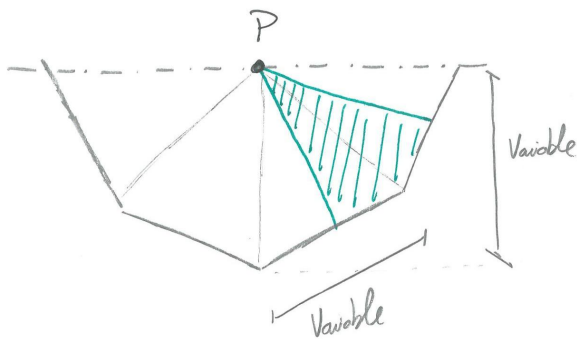
$$d_3 = 2 \text{ m}$$

Tomando las áreas abajo indicadas, se obtienen unos fuerzas  $F_i$  integradas para cada poste de:

$$F_1 = 0,40 \times 44,2 = 17,7 \text{ kN}$$

$$F_2 = 0,40 \times 10,6 = 4,25 \text{ kN}$$

$$F_3 = 0,40 \times 5,3 = 2,13 \text{ kN}$$



Respecto al punto P queriamos unos Momentos (par de fuerzas) tales que:

$$M_1 = 2 \times 17,7 \times 8,90 = 315 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 2 \times 4,25 \times 4,65 = 39,53 \text{ kNm}$$

$$M_3 = 2 \times 2,13 \times 2 = 8,5 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{total}} = 363 \text{ kNm}$$

 = Área tributaria de viento a poste.

$$A_3 \approx 5,3 \text{ m}^2$$

$$A_2 \approx 10,6 \text{ m}^2$$

$$A_1 \approx 44,2 \text{ m}^2$$

Tomando  $d_a = 8 \text{ m}$ , se obtienen Tracción/Compresión:

$$R_1 = \frac{363 \text{ kNm}}{8 \text{ m}} = 45,4 \text{ kN} \approx 22,7 \text{ kN}$$

que se pueden traccionar la estructura de bambú.



Cabe destacar que se está siendo conservador, dado que no se ha tenido en cuenta la inclinación  $\theta = 15^\circ$  de las cubiertas (Reducen <sup>③</sup> LCS el brazo de aplicación de las fuerzas  $F_i$ ).

### 3.- RESULTADOS EN CIMENTACIONES

• Peso propio / carga muerta:  $\rightarrow 3,75 \text{ tn} = 37,5 \text{ kN/zapata.}$

• Viento  $\rightarrow 22,7 \text{ kN/zapata.}$

$R_{\text{MAX}}$  en servicio =  $37,5 + 22,7 = 60,2 \text{ kN/zapata.}$  Servicio.

$R_{\text{MAX}}$  en resistencia =  $37,5 \cdot 1,2 + 22,7 \cdot 1,6 = 81,32 \text{ kN/zapata.}$  Resistencia.

### 4. TENSIONES AL TERRENO

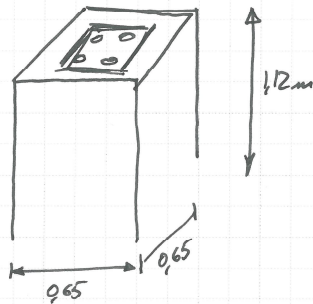
Contando un espesor equivalente de  $1 \text{ m}$  (zapata + pavimento + sobrecarga) se obtienen unas tensiones en el suelo de:  $\frac{2500 \text{ Kg}}{100^2 \text{ cm}^2} = 0,25 \text{ Kg/cm}^2$

Necesitamos una área de zapata que para  $60,2 \text{ kN} = 6 \text{ tn}$  transmitan  $0,25 \text{ Kg/cm}^2$  restantes para alcanzar la capacidad de  $0,5 \text{ Kg/cm}^2$ .

$$\sigma = \frac{6000 \text{ Kg}}{l^2} = 0,25 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow A = 24000 \text{ cm}^2 \rightarrow \underline{\underline{l = 155 \text{ cm}}}$$

Se disponen zapatas de 180 cm de lado. Además de las riostras para eventuales fuerzas horizontales / sismo.

PILA RETE



$$M_d = V \cdot 1,12m = 37,5 \times 1,12 = \underline{42 \text{ Nm}}$$

$$V_{max} = 37,5 \text{ kN} \rightarrow \text{Constante.}$$

Situación peor TRACCIÓN + FLEXIÓN + CORRIENTE.

$$\begin{cases} N = 20,65 \text{ kN} \\ M = 42 \cdot \text{Nm} \end{cases}$$

$$\text{Flexión} \rightarrow M_n \text{ mKN} = A_s \cdot f_y \cdot 0,9 \cdot (h - r) = A_s \cdot 420 \cdot 0,9 \cdot 600 = 226800 A_s$$

$$A_s = \frac{42 \cdot 10^6}{226800} = 186 \text{ mm}^2 \cdot \frac{1}{0,9} = \underline{206 \text{ mm}^2} = 2 \text{ cm}^2 < \text{cantidad mecánica mínima}$$

$$\text{Corriente} \rightarrow V_n \rightarrow v_o = \frac{37500 \cdot N}{0,85 \cdot 650^2} = \underline{0,104 \text{ Mpa}} > v_c = 0,18 \sqrt{27,4} = \underline{0,94 \text{ Mpa}}$$

Se disponen circos.

Cantidad mínima mecánica.

$$\text{Tensión mínima tracción concreto} = 0,62 \sqrt{f'_c} = 3,2 \text{ Mpa}$$

$$\sigma = \frac{M}{I} \cdot h/2 = 3,2 \text{ Mpa.}$$

$$M_{fis} = \frac{1}{12} 650^4 \cdot \left( \frac{2}{650} \right) \cdot 3,2 = \underline{146,47 \text{ kNm}} \times 1,2 = \underline{176 \text{ kNm}}$$

$$A_{s \text{ min mec}} = \frac{176 \cdot 10^6}{A_s \cdot f_y \cdot d} = 767 \text{ mm}^2 \approx \underline{8 \text{ cm}^2}$$

$$\text{Capacidad de absorber tracción} \rightarrow 8 \text{ cm}^2 \times 4 \text{ tn/cm}^2 = 32 \text{ tn} = \underline{320 \text{ kN}} \checkmark$$

$$8 \text{ cm}^2 \rightarrow 4 \text{ barras } n^\circ 5 = 8 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow 2 \text{ n}^\circ 6 + 2 \text{ n}^\circ 4 = 8,54 \text{ cm}^2$$

En zapata  $\rightarrow$  CANTIDAD MECÁNICA MÍNIMA.

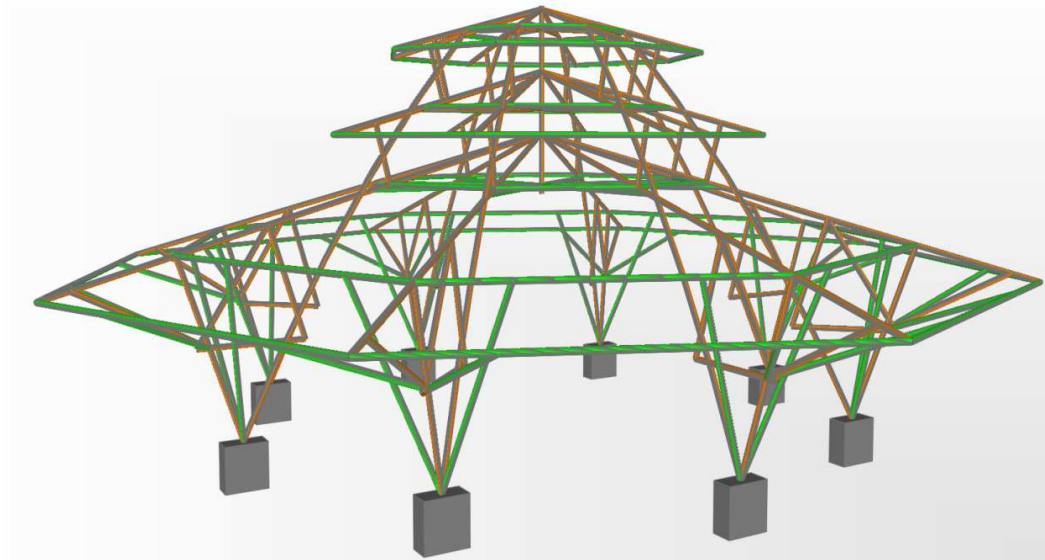
#### XIV. ESTRUCTURA DE GUADUA



---

# KIOSKO MALECON BUENAVENTURA (VALLE, COLOMBIA)

---

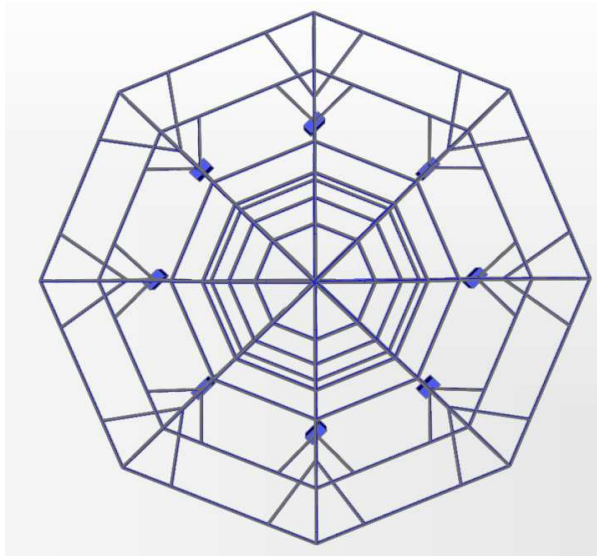


## Memoria de Cálculo Estructural

ING. CÉSAR AUGUSTO CERÓN PINO  
M.P. 1920283590 CAU

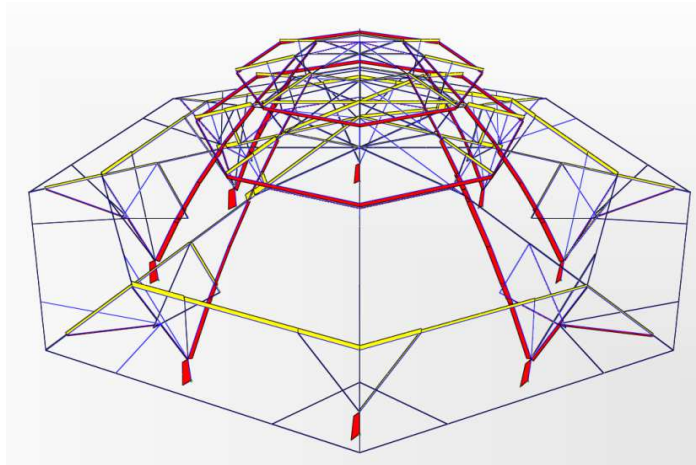
POPAYÁN, MARZO 2015

## **CONTENIDO**



*KIOSKO BUENAVENTURA*

|             |                              |
|-------------|------------------------------|
| <b>I</b>    | <b>RESUMEN</b>               |
| <b>II</b>   | <b>AVAÚO DE CARGAS</b>       |
| <b>III</b>  | <b>ANÁLISIS SÍSMICO</b>      |
| <b>IV</b>   | <b>ESPECTROS DE DISEÑO</b>   |
| <b>V</b>    | <b>IRREGULARIDADES</b>       |
| <b>VI</b>   | <b>DERIVA SISMO - X</b>      |
| <b>VII</b>  | <b>DERIVA SISMO - Y</b>      |
| <b>VIII</b> | <b>DISEÑO DE CORREAS</b>     |
| <b>IX</b>   | <b>DISEÑO VIGAS</b>          |
| <b>X</b>    | <b>DISEÑO COLUMNAS</b>       |
| <b>XI</b>   | <b>DISEÑO DE CIMENTACIÓN</b> |
| <b>XII</b>  | <b>ANEXOS</b>                |



### GENERALIDADES DE LA ESTRUCTURA

|                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| <b>Descripción:</b>           | <i>KIOSKO en Guadua</i>        |
| <b>Ubicación:</b>             | <i>Buenaventura - Colombia</i> |
| <b>Propietario:</b>           |                                |
| <b>Diseño Arquitectónico:</b> | <i>Arq. Roger Martinez</i>     |
| <b>Diseño Estructural:</b>    | <i>Ing. César Cerón</i>        |

### ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

|                           |          |                         |
|---------------------------|----------|-------------------------|
| <b>Concreto:</b>          | $f'_c$ : | 210 Kg/cm <sup>2</sup>  |
| <b>Acero de Refuerzo:</b> | $f_y$ :  | 4200 Kg/cm <sup>2</sup> |
| <b>Guadua:</b>            | E:       | 8000 Kg/cm <sup>2</sup> |
|                           | W:       | 800 Kg/m <sup>3</sup>   |

### CARACTERÍSTICAS GENERALES DE DISEÑO ESTRUCTURAL

|                                    |   |            |        |
|------------------------------------|---|------------|--------|
| <b>Norma de Diseño:</b>            | Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente (NSR-2010) |            |        |
| <b>Fecha:</b>                      | Marzo de 2015   |            |        |
| <b>Sistema Estructural:</b>        | Porticos Espaciales radiales que convergen en un aro central en guadua  |            |        |
| <b>Método de Diseño:</b>           | esfuerzos admisibles  |            |        |
| <b>Nivel de Amenaza Sísmica:</b>   | Alto  | <b>Aa:</b> | 0.25 g |
| <b>Método de Análisis Sísmico:</b> | Método de Análisis Dinámico corregido según NSR-2010                    |            |        |
| <b>Altura:</b>                     | 11 m  |            |        |
| <b>Peso:</b>                       | 13.6 Ton  |            |        |

### CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS DE LA ESTRUCTURA

|                                |                |                         |                  |                  |
|--------------------------------|----------------|-------------------------|------------------|------------------|
| <b>Modos de la Estructura:</b> |                | <b>Derivas Máximas:</b> |                  |                  |
| <i>Modo1</i>                   | <i>0.428 s</i> |                         | <u>Sentido X</u> | <u>Sentido Y</u> |
| <i>Modo2</i>                   | <i>0.428 s</i> | <i>SismoX</i>           | <i>0.50%</i>     | <i>0.20%</i>     |
| <i>Modo3</i>                   | <i>0.410 s</i> | <i>SismoY</i>           | <i>0.20%</i>     | <i>0.50%</i>     |

## Avalúo de Cargas

### Características

Estructura de un nivel. Uso publico. Cubierta en Teja liviana.

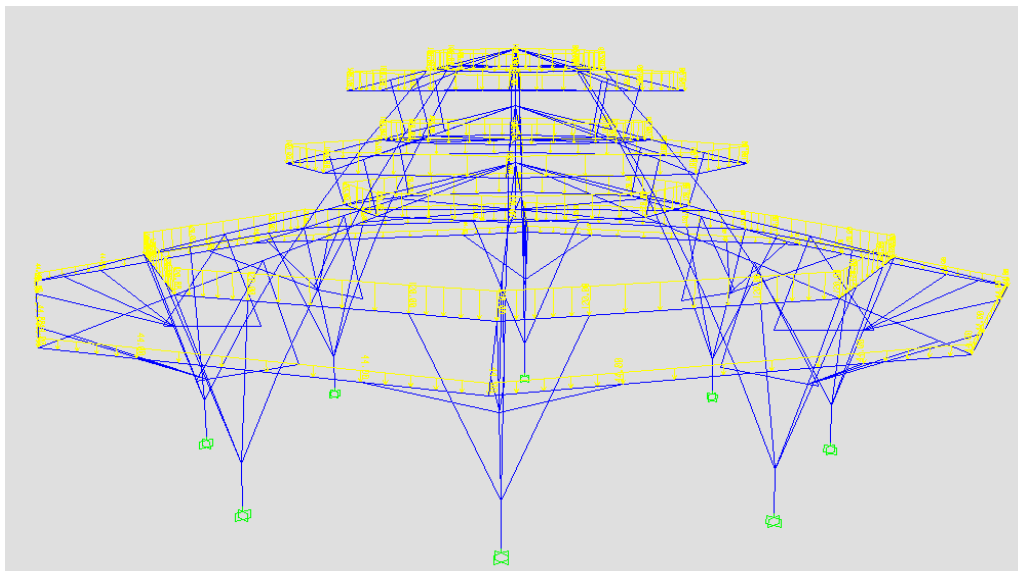
### Especificación de Materiales

|               |           |          |                          |                 |
|---------------|-----------|----------|--------------------------|-----------------|
| Resistencias: | Concreto: | $f'_c$ : | 210 kg/cm <sup>2</sup>   |                 |
|               | Acero:    | $f_y$ :  | 4200 Kg/cm <sup>2</sup>  | Barra Corrugada |
|               | Guadua:   | $E_g$ :  | 80000 Kg/cm <sup>2</sup> |                 |
|               |           | W:       | 800 Kg/m <sup>3</sup>    |                 |

### Avalúo de cargas gravitacionales

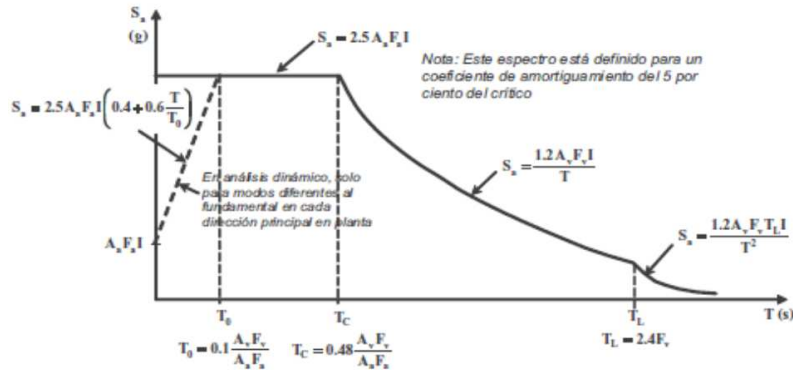
#### Cargas Gravitacionales de Cubierta Inclinada

|                      |  |                        |
|----------------------|--|------------------------|
| <i>Carga Muerta:</i> | Teja liviana                                   | = 10.0                 |
|                      | entramado en guadua y bastidores 5x5           | = 20.0                 |
|                      | <b>Carga Muerta Total</b>                      | $\Sigma$ = <b>30.0</b> |
| <i>Carga Viva:</i>   | Carga Viva Cubierta (Según Norma)>15º          | = 35.0                 |
|                      | <b>Carga Viva Total</b>                        | $\Sigma$ = <b>35.0</b> |
|                      | <b>Carga Total de Servicio según piso tipo</b> | $\Sigma$ = <b>65.0</b> |



### Avalúo de Cargas de Sismo

La carga sísmica se modeló teniendo en cuenta el mapa general de amenaza sísmica y el espectro de diseño presentado en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente de 2010.



#### Análisis Sísmico:

Método de Análisis

Dinámico Ajustado

#### Espectro de Diseño:

Titulo A - NSR-2010 (Ver Espectro)

#### Características Sísmicas

|                      |        |                |      |
|----------------------|--------|----------------|------|
| <b>Ubicación:</b>    | B/tura | <b>Aa:</b>     | 0.25 |
|                      |        | <b>Av:</b>     | 0.2  |
| <b>Perfil Suelo:</b> | D      | <b>Fa:</b>     | 1.6  |
|                      |        | <b>Fv:</b>     | 2.8  |
| <b>Importancia:</b>  |        | <b>Tipo I:</b> | 1    |

### Avalúo de Cargas de Viento

#### Cubierta

La cubierta se realizará con correas construidas con guaduas y teja liviana.

#### Análisis Simple

Según la NSR-10 el análisis simple de las fuerzas de viento se calcula, obteniendo la presión p producida por el viento:

$$p = C_p q S_4 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

donde:

|       |  |
|-------|--|
| $C_p$ | Coeficiente de presión                               |
| $q$   | Presión dinámica del viento                          |
| $S_4$ | coeficiente que tiene en cuenta la densidad del aire |

Parámetros de Diseño:

|  |                |                         |            |
|--|----------------|-------------------------|------------|
| Ciudad:  | B/tura (Cauca) | → Velocidad del Viento: | 60 Km/hora |
| Altura de la Estructura sobre Nivel del Suelo: |                |                         | 11 mts     |
| Ángulo de Inclinación de la Cubierta:          |                |                         | 15° aprox. |
| Altura sobre el nivel del mar:                 |                |                         | 1017 mts   |

Tabla B.6.4-1 - Valores de  $q$  en  $\text{kN/m}^2$  ( $1 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kgf/m}^2$ )

| Altura (m) | Velocidad (kph)* |      |      |      |      |      |      |
|------------|------------------|------|------|------|------|------|------|
|            | 60               | 70   | 80   | 90   | 100  | 110  | 120  |
| 0 - 10     | 0.20             | 0.27 | 0.35 | 0.45 | 0.55 | 0.67 | 0.79 |
| 10 - 20    | 0.22             | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.62 | 0.75 | 0.89 |
| 20 - 40    | 0.27             | 0.37 | 0.48 | 0.61 | 0.75 | 0.91 | 1.08 |
| 40 - 80    | 0.33             | 0.45 | 0.59 | 0.74 | 0.92 | 1.11 | 1.32 |
| 80 - 150   | 0.40             | 0.54 | 0.71 | 0.90 | 1.11 | 1.34 | 1.59 |
| > 150      | 0.50             | 0.68 | 0.88 | 1.12 | 1.38 | 1.67 | 1.99 |

(\*véase la figura B.6.5-1)

Altitud de Buenaventura: 7 Sobre el nivel del mar.

Temperatura:  $28^\circ \text{C}$ .



$$q = 0.20 \text{ KN/m}^2$$

$$q = 20 \text{ Kg/m}^2$$

Tabla B.6.4-3 - Valores de  $C_p$  para superficies inclinadas

| Inclinación de la cubierta (grados) | Barlovento | Sotavento              |
|-------------------------------------|------------|------------------------|
| 0 - 10.0                            | - 0.8      | - 0.5                  |
| 10.1 - 20.0                         | - 0.7      | - 0.5                  |
| 20.1 - 30.0                         | - 0.4      | - 0.5                  |
| 30.1 - 40.0                         | - 0.1      | - 0.5                  |
| 40.1 - 50.0                         | + 0.2      | - 0.5                  |
| 50.1 - 60.0                         | + 0.5      | - 0.5                  |
| 60.1 - 70.0                         | + 0.7      | - 0.5                  |
| 70.1 - 80.0                         | + 0.8      | - 0.5                  |
| > 80                                |            | Véase la tabla B.6.4-2 |

Dado el ángulo de inclinación de la cubierta, el coeficiente de presión es:

$$Cp1 = -0.7 \quad \text{Barlovento}$$

$$Cp2 = -0.5 \quad \text{Sotavento}$$

Para B/tura, el coeficiente que tiene en cuenta la densidad del aire es:

$$S4 = 1$$

**Tabla B.6.6**  
**Coeficiente  $S_4$**

| ALTITUD |       |
|---------|-------|
| (m)     | $S_4$ |
| 0       | 1.00  |
| 500     | 0.94  |
| 1000    | 0.88  |
| 1500    | 0.83  |
| 2000    | 0.78  |
| 2500    | 0.73  |
| 3000    | 0.69  |

Aplicando la Ecuación 1, se obtiene que la presión del viento es:

$$p = C_p q S_4 (\text{kN/m}^2)$$

$$p = -0.14 \text{ KN/m}^2 = -14 \text{ Kg/m}^2 \quad (\text{Barlovento})$$

$$p = -0.10 \text{ KN/m}^2 = -10 \text{ Kg/m}^2 \quad (\text{Sotavento})$$

---

USE:  $p = -40 \text{ Kg/m}^2$

## Análisis Sísmico

El análisis sísmico realizado, corresponde al método del Análisis Modal Espectral, usando como excitación el espectro del Título A de la Norma NSR-10. Para aplicar correctamente este método se debe confirmar que en el análisis modal la estructura este excitando al menos el 90% de la masa total, y que la cortante en la base sea igual a la cortante que se obtendría utilizando el método de la Fuerza Horizontal Equivalente (FHE) cuando la estructura clasifica como irregular. La Cortante Basal Dinámica no debe ser menor al 85% del cortante en la Base de la FHE cuando la estructura clasifica como regular.

### 1. Evaluación del Peso de la Estructura

$$\text{Matriz de Masa de la Estructura} = \begin{matrix} & \text{Peso Propio} & \text{Carga Muerta} & \text{Carga Viva} \\ & 1 & 1 & 0.1 \end{matrix}$$

### 2. Análisis Fuerza Horizontal Equivalente

#### DATOS ANÁLISIS FHE - ESPECTRO DE ANÁLISIS

|       |       |
|-------|-------|
|       |       |
| $C_t$ | 0.072 |
| $h$   | 11.00 |
| $T_a$ | 0.407 |
| $I$   | 1.00  |
| $S_a$ | 1.010 |
| $k$   | 1.000 |

Cortante Basal de la Estructura Usando FHE:  $V = S_a * g * M = S_a * W$

$$\begin{aligned} V &= S_a * W \\ V &= 1.010 * 13.6 \\ V &= 13.74 \text{ Ton} \end{aligned}$$

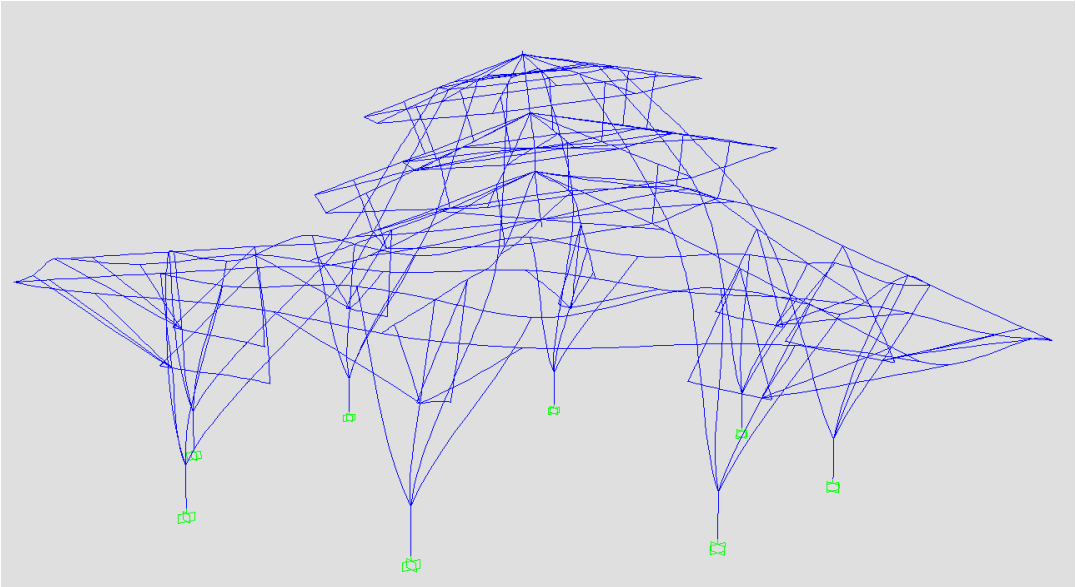
### 3. Modelo Analítico para Análisis Dinámico

Modos de Vibración de la Estructura que alcanzan el 90% de la participación de la masa.

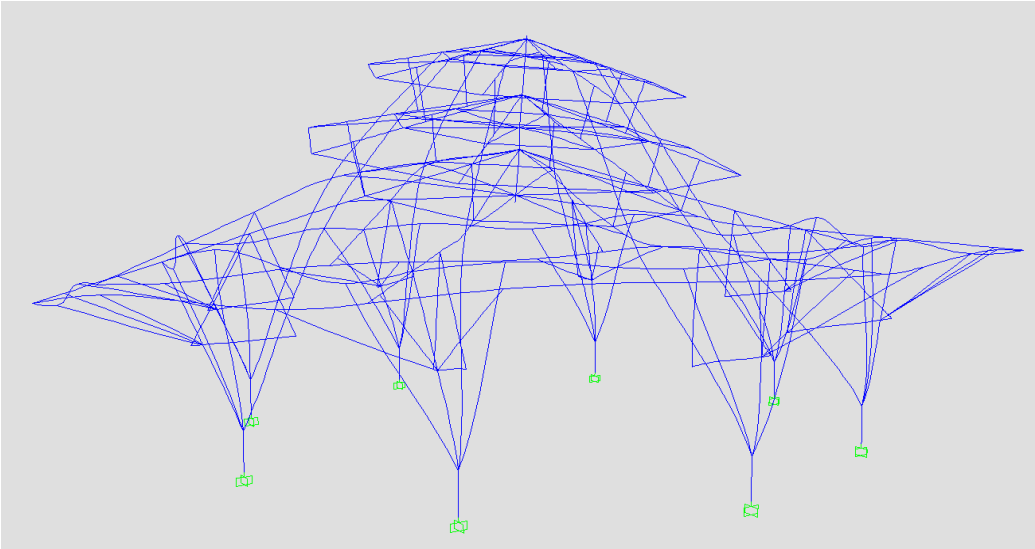
| Mode  | Period   | Mass UX   | Mass UY   | Mass UZ | SumUX   | SumUY |       |
|-------|----------|-----------|-----------|---------|---------|-------|-------|
| MODAL | 0.4283   | 4.145E-19 | 0.328     | 9.7E-18 | 4.1E-19 | 0.328 | NO OK |
| MODAL | 0.4280   | 0.328     | 6.429E-20 | 1.4E-17 | 0.328   | 0.328 | NO OK |
| MODAL | 0.4145   | 3.157E-15 | 1.635E-16 | 7.7E-20 | 0.328   | 0.328 | NO OK |
| MODAL | 0.2713   | 4.759E-17 | 1.85E-18  | 5.1E-17 | 0.328   | 0.328 | NO OK |
| MODAL | 0.003693 | 0.198     | 9.692E-15 | 1.4E-16 | 0.956   | 1     | OK    |



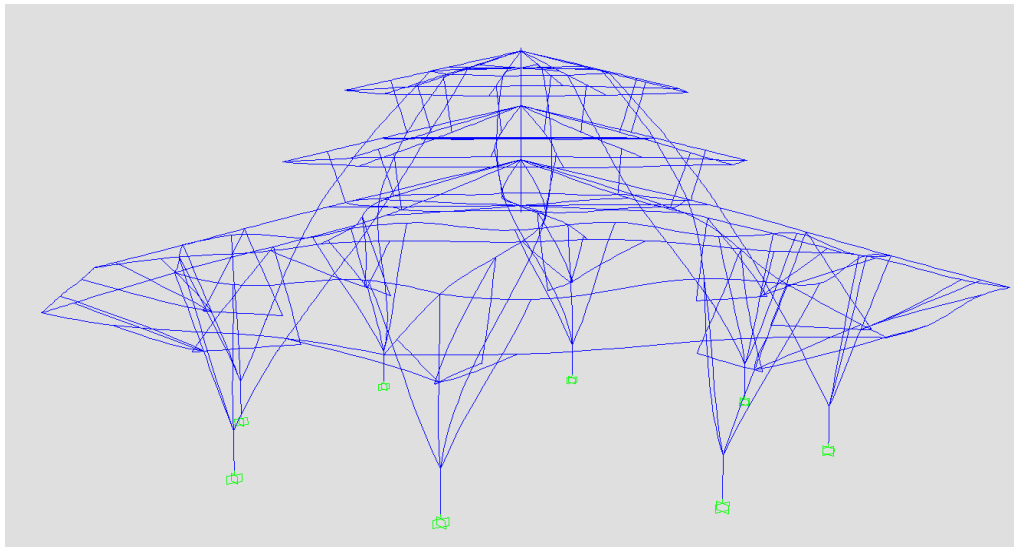
***Modos de Vibración de la Estructura***



Modo 1.  $T = 0.428 \text{ s}$



Modo 2.  $T = 0.428 \text{ s}$



Modo 3. T = 0.415 s

#### 4. Análisis Dinámico

El ajuste debe hacerse teniendo en cuenta el 90% del Cortante Basal obtenido con el método de la Fuerza Horizontal Equivalente.

$$V_{FHE} = 13.74 \text{ Ton} \longrightarrow 90\% V_{FHE} = 12.36 \text{ Ton}$$

- Resultados sin Ajustar

| OutputCase | CaseType    | StepType | GlobalFX | GlobalFY | Factor de Ajuste |
|------------|-------------|----------|----------|----------|------------------|
| Text       | Text        | Text     | Ton      | Ton      |                  |
| SismoX     | LinRespSpec | Max      | 2.7      | 1.2      | 44.92            |
| SismoY     | LinRespSpec | Max      | 1.2      | 2.7      | 44.92            |

- Resultados Ajustados

| OutputCase | CaseType    | StepType | GlobalFX | GlobalFY |    |
|------------|-------------|----------|----------|----------|----|
| Text       | Text        | Text     | Ton      | Ton      |    |
| SismoX     | LinRespSpec | Max      | 13.690   | 6.100    | OK |
| SismoY     | LinRespSpec | Max      | 6.100    | 13.690   | OK |

El modelo refleja las condiciones mínimas para realizar análisis dinámico, las cortantes basales de los métodos de análisis han sido ajustadas satisfactoriamente.

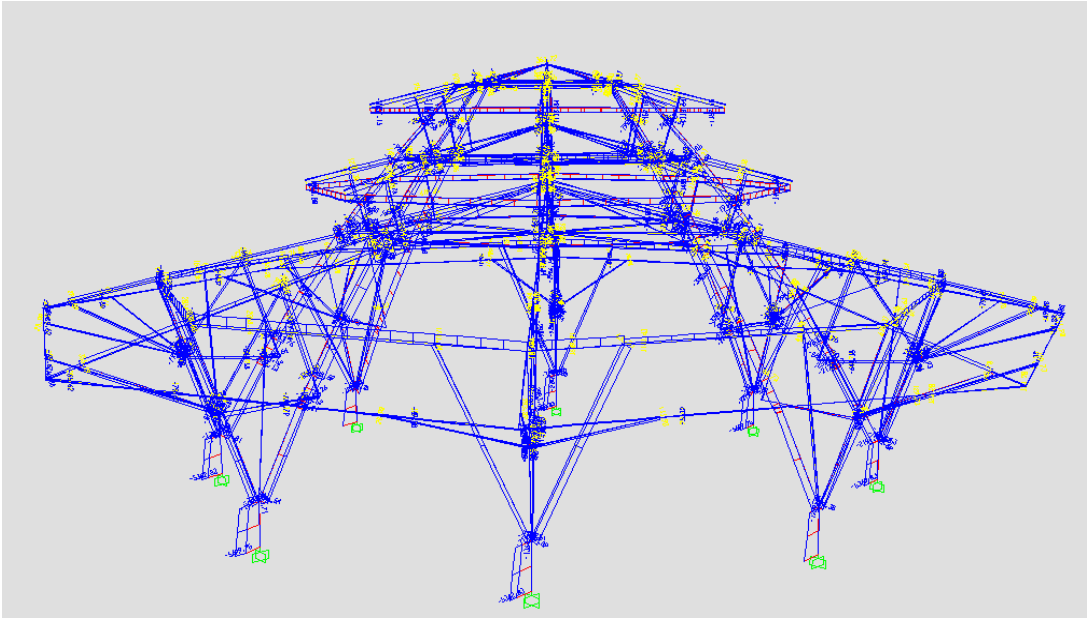
4. Cálculo de Desplazamientos Horizontales

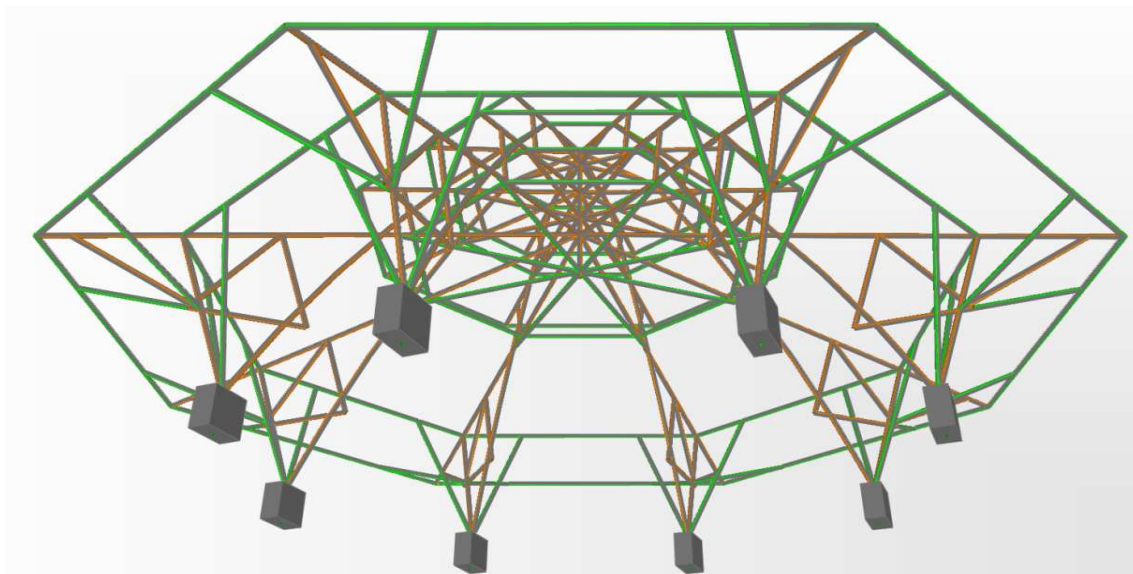
Derivas SISMO X Espectral

| Story     | Item        | Load   | Deriva X | Deriva Y |
|-----------|-------------|--------|----------|----------|
| Nivel +11 | Max Drift X | SISMOX | 0.500%   | 0.200%   |

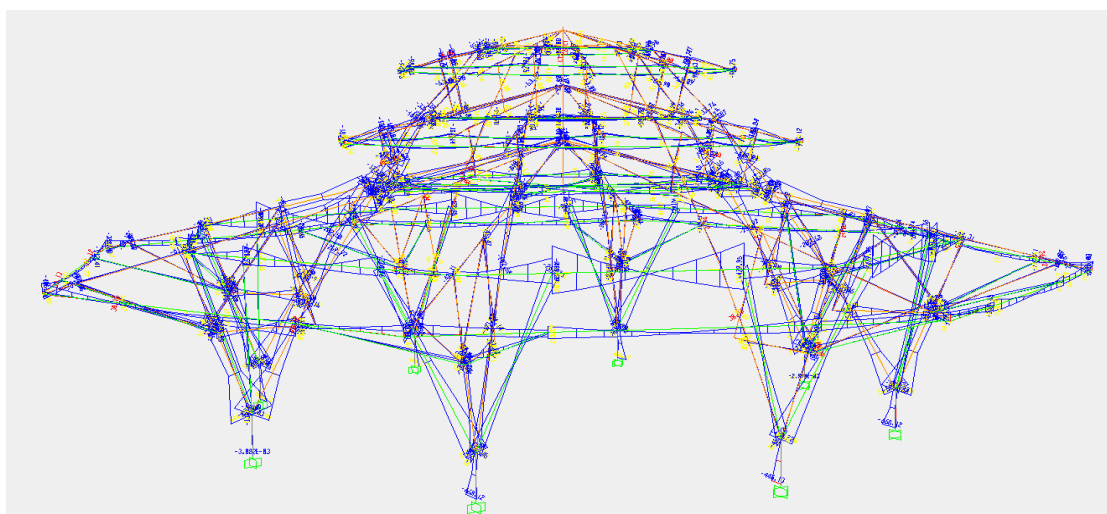
Derivas SISMO Y Espectral

| Story     | Item        | Load   | Deriva X | Deriva Y |
|-----------|-------------|--------|----------|----------|
| Nivel +11 | Max Drift Y | SISMOY | 0.200%   | 0.500%   |





VISTA INFERIOR ESTRUCTURA PRINCIPAL



VISTA ANALISIS ESTRUCTURA PRINCIPAL

## Análisis Sísmico - Espectro de Diseño

### Parámetros Título A - NSR2010

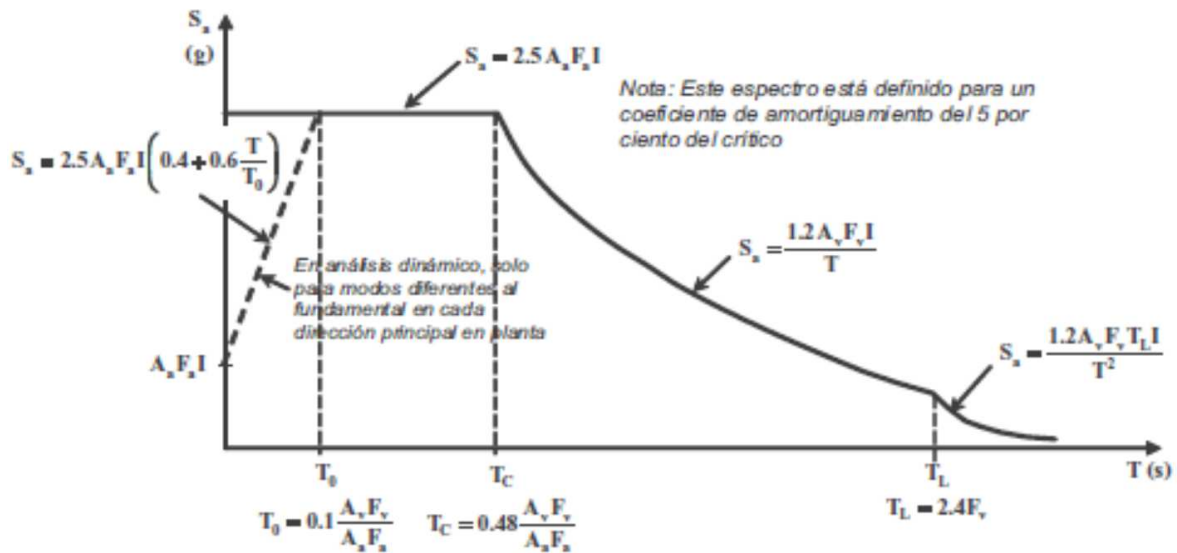
|                      |           |                |      |
|----------------------|-----------|----------------|------|
| <b>Ubicación:</b>    | B/ventura | <i>Aa:</i>     | 0.25 |
|                      |           | <i>Av:</i>     | 0.2  |
| <b>Perfil Suelo:</b> | D         | <i>Fa:</i>     | 1.6  |
|                      |           | <i>Fv:</i>     | 2.8  |
| <b>Importancia:</b>  |           | <i>Tipo I:</i> | 1    |

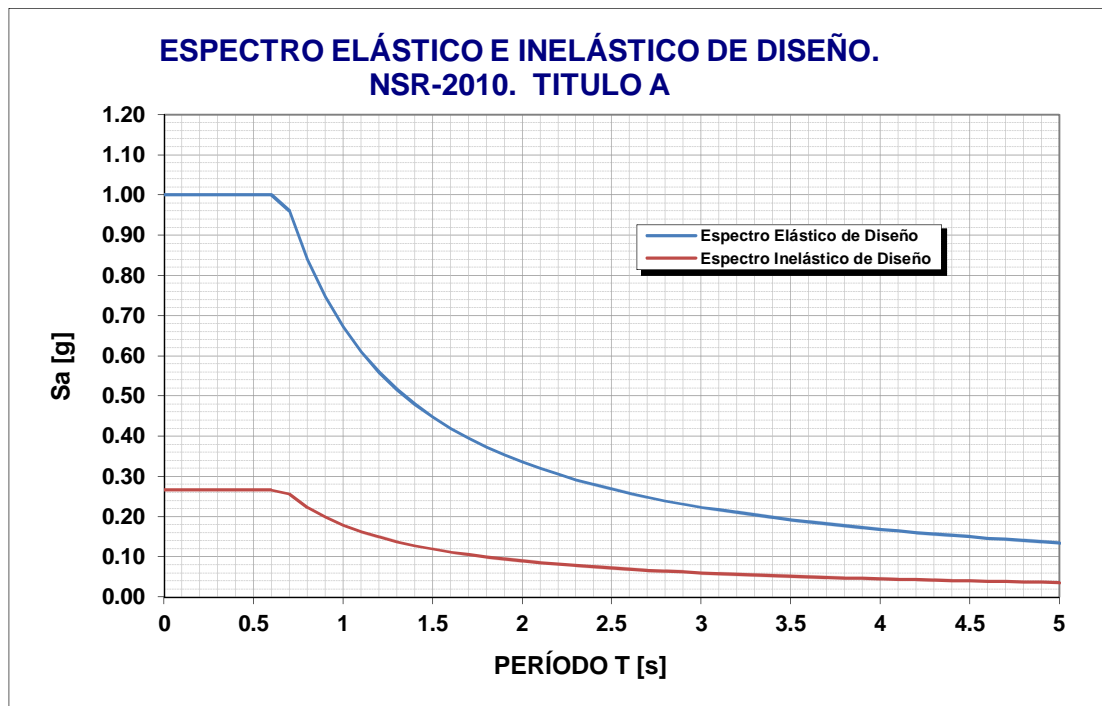
|                               |             |          |
|-------------------------------|-------------|----------|
| <i>Parámetros Espectrales</i> | <i>To :</i> | 0.41 seg |
|                               | <i>Tc :</i> | 0.67 seg |
|                               | <i>Tl :</i> | 6.72 seg |

### Evaluación de Ductilidad de la Estructura

|  |           |      |
|--|-----------|------|
| <i>Coeficiente de Disipación de Energía Básico</i> | <i>Ro</i> | 5    |
| <i>Coeficiente de Irregularidad en Altura</i>      | <i>φa</i> | 1    |
| <i>Coeficiente de Irregularidad en Planta</i>      | <i>φp</i> | 1    |
| <i>Coeficiente de Irregularidad en Redundancia</i> | <i>φr</i> | 0.75 |
| <i>Coeficiente de Disipación de Energía</i>        | <i>R</i>  | 3.75 |

### Espectro de Diseño según Norma





**NOTA:** Espectro obtenido para un amortiguamiento del 5%

| Elástico |      | Inelástico |        |
|----------|------|------------|--------|
| T        | Sa   | T          | Sa     |
| 0        | 1.00 | 0          | 0.2667 |
| 0.1      | 1.00 | 0.1        | 0.2667 |
| 0.2      | 1.00 | 0.2        | 0.2667 |
| 0.3      | 1.00 | 0.3        | 0.2667 |
| 0.4      | 1.00 | 0.4        | 0.2667 |
| 0.5      | 1.00 | 0.5        | 0.2667 |
| 0.6      | 1.00 | 0.6        | 0.2667 |
| 0.7      | 0.96 | 0.7        | 0.2560 |
| 0.8      | 0.84 | 0.8        | 0.2240 |
| 0.9      | 0.75 | 0.9        | 0.1991 |
| 1        | 0.67 | 1          | 0.1792 |
| 1.1      | 0.61 | 1.1        | 0.1629 |
| 1.2      | 0.56 | 1.2        | 0.1493 |
| 1.3      | 0.52 | 1.3        | 0.1378 |
| 1.4      | 0.48 | 1.4        | 0.1280 |
| 1.5      | 0.45 | 1.5        | 0.1195 |
| 1.6      | 0.42 | 1.6        | 0.1120 |
| 1.7      | 0.40 | 1.7        | 0.1054 |
| 1.8      | 0.37 | 1.8        | 0.0996 |
| 1.9      | 0.35 | 1.9        | 0.0943 |
| 2        | 0.34 | 2          | 0.0896 |
| 2.1      | 0.32 | 2.1        | 0.0853 |
| 2.2      | 0.31 | 2.2        | 0.0815 |
| 2.3      | 0.29 | 2.3        | 0.0779 |
| 2.4      | 0.28 | 2.4        | 0.0747 |
| 2.5      | 0.27 | 2.5        | 0.0717 |
| 2.6      | 0.26 | 2.6        | 0.0689 |
| 2.7      | 0.25 | 2.7        | 0.0664 |
| 2.8      | 0.24 | 2.8        | 0.0640 |
| 2.9      | 0.23 | 2.9        | 0.0618 |
| 3        | 0.22 | 3          | 0.0597 |
| 3.1      | 0.22 | 3.1        | 0.0578 |
| 3.2      | 0.21 | 3.2        | 0.0560 |
| 3.3      | 0.20 | 3.3        | 0.0543 |
| 3.4      | 0.20 | 3.4        | 0.0527 |
| 3.5      | 0.19 | 3.5        | 0.0512 |
| 3.6      | 0.19 | 3.6        | 0.0498 |
| 3.7      | 0.18 | 3.7        | 0.0484 |
| 3.8      | 0.18 | 3.8        | 0.0472 |
| 3.9      | 0.17 | 3.9        | 0.0459 |
| 4        | 0.17 | 4          | 0.0448 |
| 4.1      | 0.16 | 4.1        | 0.0437 |
| 4.2      | 0.16 | 4.2        | 0.0427 |
| 4.3      | 0.16 | 4.3        | 0.0417 |

|     |      |     |        |
|-----|------|-----|--------|
| 4.4 | 0.15 | 4.4 | 0.0407 |
| 4.5 | 0.15 | 4.5 | 0.0398 |
| 4.6 | 0.15 | 4.6 | 0.0390 |
| 4.7 | 0.14 | 4.7 | 0.0381 |
| 4.8 | 0.14 | 4.8 | 0.0373 |
| 4.9 | 0.14 | 4.9 | 0.0366 |
| 5   | 0.13 | 5   | 0.0358 |



PROYECTO KIOSKO BUENAVENTURA

CÁLCULO DEL VALOR DE ACCELERACIÓN ESPECTRAL ( $S_a$ )

| ZONA DE AMENAZA SÍSMICA |       |       |
|-------------------------|-------|-------|
| BAJA                    |       |       |
| INTERMEDIA              |       |       |
| ALTA                    |       |       |
| REGIÓN                  | $A_a$ | $A_v$ |
| 1                       | 0.05  | 0.05  |
| 2                       | 0.10  | 0.10  |
| 3                       | 0.15  | 0.15  |
| 4                       | 0.20  | 0.20  |
| 5                       | 0.25  | 0.25  |
| 6                       | 0.30  | 0.30  |
| 7                       | 0.35  | 0.35  |
| 8                       | 0.40  | 0.40  |
| 9                       | 0.45  | 0.45  |
| 10                      | 0.50  | 0.50  |

| $\alpha$ | TIPO DE ESTRUCTURA   | $C_t$                |
|----------|--|----------------------|
| 0.9      | PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS DE CONCRETO REFORZADO QUE RESISTEN LA TOTALIDAD DE LAS FUERZAS SÍSMICAS Y QUE NO ESTAN LIMITADOS O ADHERIDOS A COMPONENTES MAS RIGIDOS, ESTRUCTURALES O NO ESTRUCTURALES, QUE LIMITEN LOS DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES AL VERSE SOMETIDOS A LAS FUERZAS          | 0.047                |
| 0.8      | PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS DE ACERO ESTRUCTURAL QUE RESISTEN LA TOTALIDAD DE LAS FUERZAS SÍSMICAS Y QUE NO ESTAN LIMITADOS O ADHERIDOS A COMPONENTES MAS RIGIDOS, ESTRUCTURALES O NO ESTRUCTURALES, QUE LIMITEN LOS DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES AL VERSE SOMETIDOS A LAS FUERZAS SÍSMICAS. | 0.072                |
| 0.75     | PORTICOS ARRIOSTRADOS DE ACERO ESTRUCTURAL CON DIAGONALES EXCENTRICAS RESTRINGIDAS A PANDEO.   | 0.073                |
| 0.75     | TODOS LOS OTROS SISTEMAS ESTRUCTURALES BASADOS EN MUROS DE RIGIDEZ SIMILAR O MAYOR A LA DE MUROS DE CONCRETO O MAMPOSTERIA.  | 0.049                |
| 1.00     | ALTERNATIVAMENTE, PARA ESTRUCTURAS QUE TENGAN MUROS ESSTRUICUTURALES DE CONCRETO REFORZADO OMAMPOSTERIA ESTRUCTURAL, PUEDEN EMPLEARSE LOS SIGUIENTES PARAMETROS $C_t$ y $\alpha$ , DONDE $C_w$ SE CALCULA UTILIZANDO LA ECUACION A.4.2-4.  | $0.0062/(C_w)^{0.5}$ |

| COEFICIENTE DE IMPORTANCIA |  |      |
|----------------------------|--|------|
| GRUPO DE USO               |  | $I$  |
| GRUPO 1                    | ESTRUCTURAS DE OCUPACIÓN NORMAL        | 1.00 |
| GRUPO 2                    | ESTRUCTURAS DE OCUPACIÓN ESPECIAL      | 1.10 |
| GRUPO 3                    | ESTRUCTURAS DE ATENCIÓN A LA COMUNIDAD | 1.25 |
| GRUPO 4                    | ESTRUCTURAS INDISPENSABLES             | 1.50 |

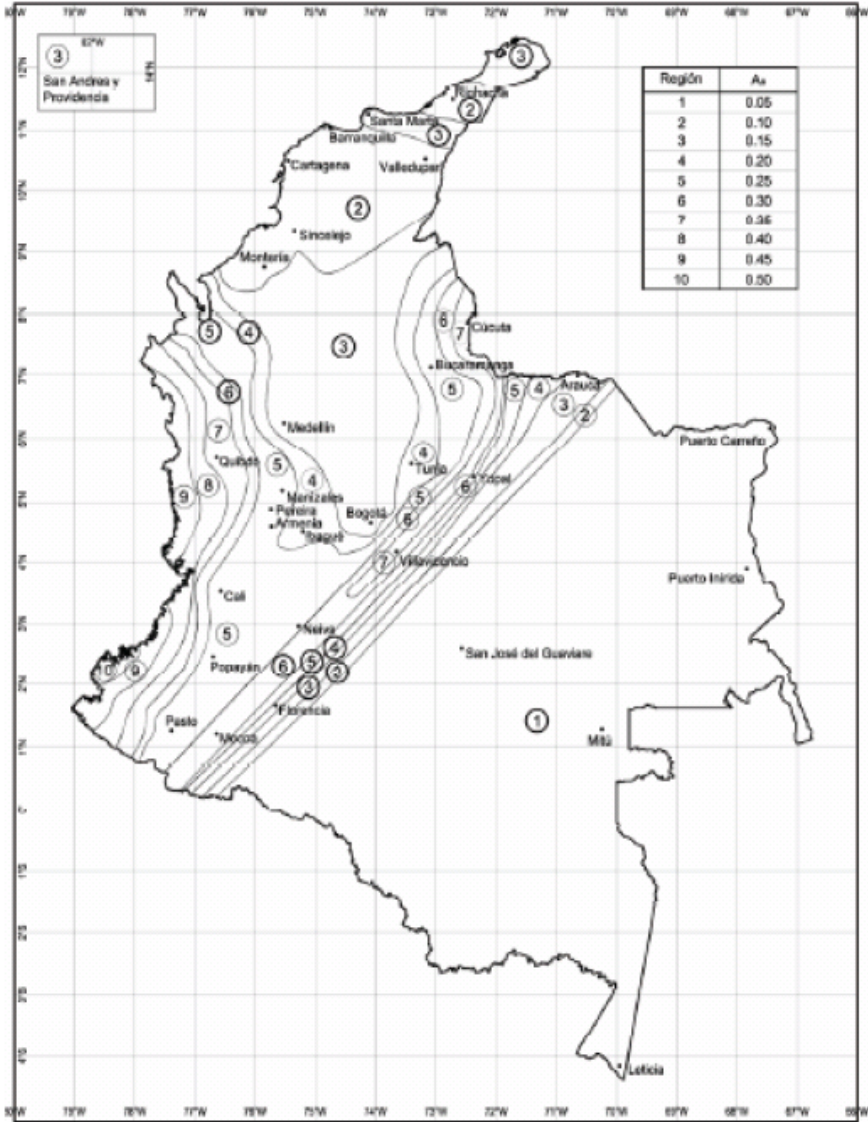


Figura A.2.3-2 — Mapa de valores de  $A_a$

# ECTO KIOSKO BUENAVENTURALA CRUZ BUENAVENTURAMALO

| DATOS INICIALES                         |   |
|---|---|
| NOMBRE DEL PROYECTO                     | ECTO KIOSKO BUENAVENTURALA CRUZ BUENAVENTURAMALO          |
| UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN             | DEPARTAMENTO VALLE  |
|   | MUNICIPIO BUENAVENTURA                                    |
|   | DIRECCIÓN BUENAVENTURA                                    |
| ZONA DE AMENAZA SÍSMICA                 | ALTA  |
| REGIÓN DE AMENAZA SÍSMICA PARA Aa       | 5   |
| COEF. DE ACELERACION PICO EFECTIVA (Aa) | 0.250   |
| REGIÓN DE AMENAZA SÍSMICA PARA Av       | 4   |
| COEF. DE VELOCIDAD PICO EFECTIVA (Av)   | 0.200   |
| TIPO DE USO DE LA EDIFICACIÓN           | ESPACIO PUBLICO   |
| GRUPO DE USO DE LA ESTRUCTURA           | ESTRUCTURAS DE OCUPACIÓN NORMAL                           |
| COEFICIENTE DE IMPORTANCIA (I)          | 1.00  |
| COEFICIENTE Fa                          | 1.6   |
| COEFICIENTE Fv                          | 2.8   |
| TIPO DE ESTRUCTURA                      | PORTICOS ARRIOSTRADOS DE ACERO ESTRUCTURAL CON DIAGONALES |
| ALTURA DE LA EDIFICACIÓN (hn) [m]       | 11.00   |

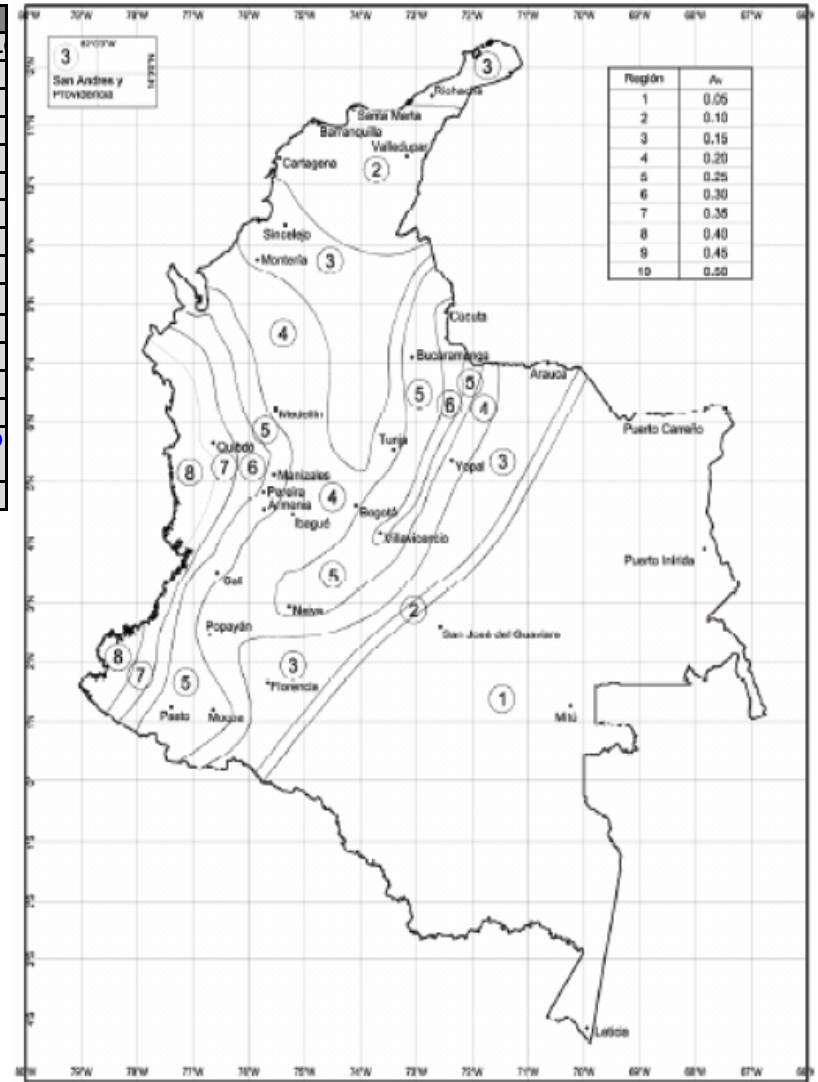
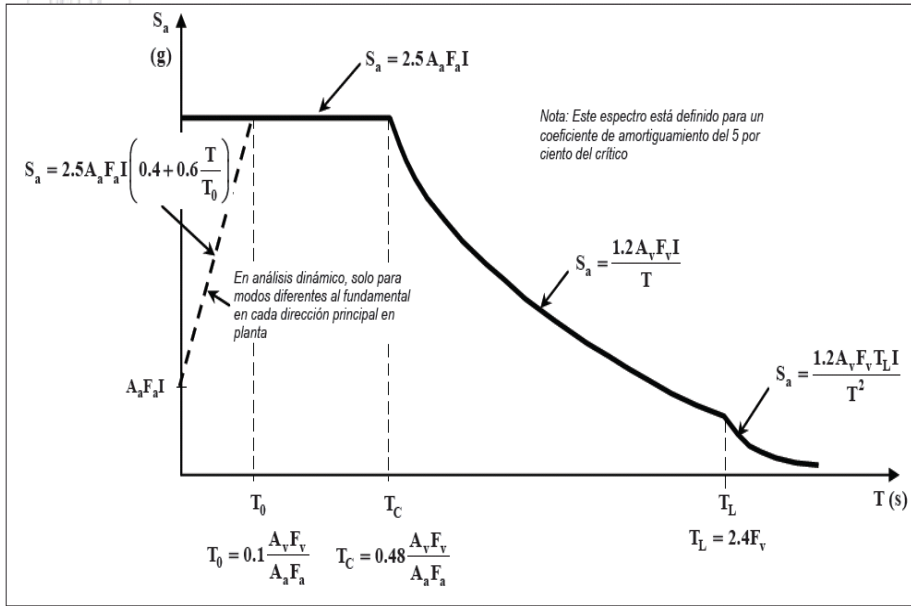


Figura A.2.3-3 - Mapa de valores de  $A_v$

**YECTO KIOSKO BUENAVENTURALA CRUZ BUENAVENTURAMALO**

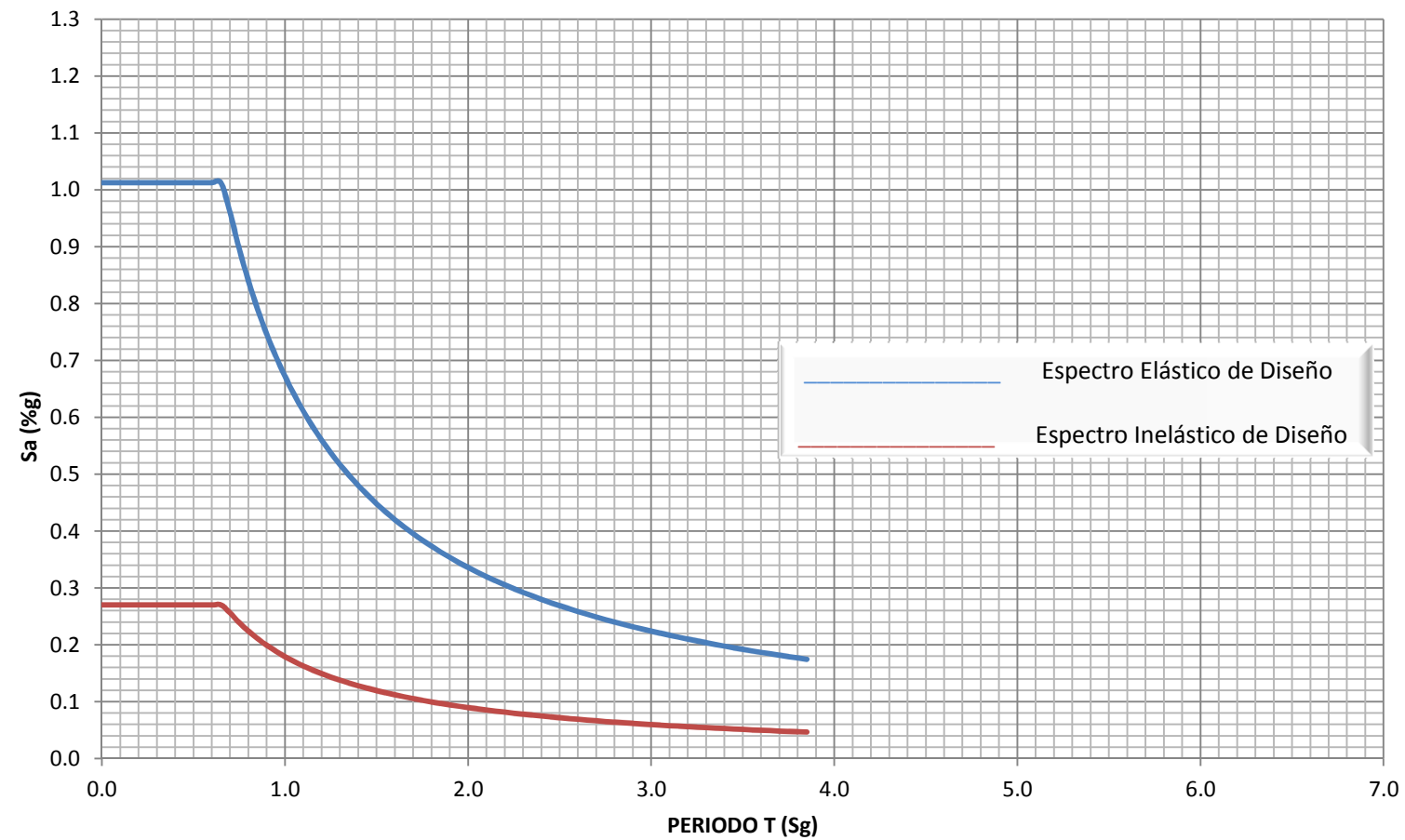
| CÁLCULOS   |       |
|--|-------|
| PERÍODO DE VIBRACIÓN DEL SISTEMA ELÁSTICO $[T = C_t * (h_n)^{0.7}]$ [seg]                            | 0.407 |
| PERÍODO DE VIBRACIÓN CORTO $(T_c = 0.48 * A_v * F_v / (A_a * F_a))$ [seg]                            | 0.664 |
| MÁXIMA ACELERACIÓN HORIZONTAL DE DISEÑO PARA EL PERÍODO CORTO $(S_{a_c} = 2.50 * A_a * F_a * I)$ [g] | 1.013 |
| PERÍODO DE VIBRACIÓN LARGO $(T_L = 2.40 * F_v)$ [seg]  | 6.720 |

| EVALUACIÓN DE LA DÚCTILIDAD DE LA ESTRUCTURA |          |      |
|--|----------|------|
| COEFICIENTE DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA BÁSICO  | Ro       | 5    |
| COEFICIENTE DE IRREGULARIDAD EN ALTURA       | $\phi_a$ | 1    |
| COEFICIENTE DE IRREGULARIDAD EN PLANTA       | $\phi_p$ | 1    |
| COEFICIENTE DE IRREGULARIDAD EN REDUNDANCIA  | $\phi_r$ | 0.75 |
| COEFICIENTE DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA         | R        | 3.75 |

| ANÁLISIS SÍSMICO - ESPECTRO ELÁSTICO |        |         |        |         |        |         |
|--------------------------------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| T [seg]                              | Sa [g] | T [seg] | Sa [g] | T [seg] | Sa [g] | T [seg] |
| 0.000                                | 1.013  | 1.300   | 0.517  | 2.600   | 0.258  | 3.900   |
| 0.050                                | 1.013  | 1.350   | 0.498  | 2.650   | 0.254  | 3.950   |
| 0.100                                | 1.013  | 1.400   | 0.480  | 2.700   | 0.249  | 4.000   |
| 0.150                                | 1.013  | 1.450   | 0.463  | 2.750   | 0.244  | 4.050   |
| 0.200                                | 1.013  | 1.500   | 0.448  | 2.800   | 0.240  | 4.100   |
| 0.250                                | 1.013  | 1.550   | 0.434  | 2.850   | 0.236  | 4.150   |
| 0.300                                | 1.013  | 1.600   | 0.420  | 2.900   | 0.232  | 4.200   |
| 0.350                                | 1.013  | 1.650   | 0.407  | 2.950   | 0.228  | 4.250   |
| 0.400                                | 1.013  | 1.700   | 0.395  | 3.000   | 0.224  | 4.300   |
| 0.450                                | 1.013  | 1.750   | 0.384  | 3.050   | 0.220  | 4.350   |
| 0.500                                | 1.013  | 1.800   | 0.373  | 3.100   | 0.217  | 4.400   |
| 0.550                                | 1.013  | 1.850   | 0.363  | 3.150   | 0.213  | 4.450   |
| 0.600                                | 1.013  | 1.900   | 0.354  | 3.200   | 0.210  | 4.500   |
| 0.650                                | 1.013  | 1.950   | 0.345  | 3.250   | 0.207  | 4.550   |
| 0.700                                | 0.960  | 2.000   | 0.336  | 3.300   | 0.204  | 4.600   |
| 0.750                                | 0.896  | 2.050   | 0.328  | 3.350   | 0.201  | 4.650   |
| 0.800                                | 0.840  | 2.100   | 0.320  | 3.400   | 0.198  | 4.700   |
| 0.850                                | 0.791  | 2.150   | 0.313  | 3.450   | 0.195  | 4.750   |
| 0.900                                | 0.747  | 2.200   | 0.305  | 3.500   | 0.192  | 4.800   |
| 0.950                                | 0.707  | 2.250   | 0.299  | 3.550   | 0.189  | 4.850   |
| 1.000                                | 0.672  | 2.300   | 0.292  | 3.600   | 0.187  | 4.900   |
| 1.050                                | 0.640  | 2.350   | 0.286  | 3.650   | 0.184  | 4.950   |
| 1.100                                | 0.611  | 2.400   | 0.280  | 3.700   | 0.182  | 5.000   |
| 1.150                                | 0.584  | 2.450   | 0.274  | 3.750   | 0.179  | 5.050   |
| 1.200                                | 0.560  | 2.500   | 0.269  | 3.800   | 0.177  | 5.100   |
| 1.250                                | 0.538  | 2.550   | 0.264  | 3.850   | 0.175  | 5.150   |

| ANÁLISIS SÍSMICO - ESPECTRO INELÁSTICO |        |         |        |         |        |         |
|--|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| T [seg]                                | Sa [g] | T [seg] | Sa [g] | T [seg] | Sa [g] | T [seg] |
| 0.000                                  | 0.270  | 1.300   | 0.138  | 2.600   | 0.069  | 3.900   |
| 0.050                                  | 0.270  | 1.350   | 0.133  | 2.650   | 0.068  | 3.950   |
| 0.100                                  | 0.270  | 1.400   | 0.128  | 2.700   | 0.066  | 4.000   |
| 0.150                                  | 0.270  | 1.450   | 0.124  | 2.750   | 0.065  | 4.050   |
| 0.200                                  | 0.270  | 1.500   | 0.119  | 2.800   | 0.064  | 4.100   |
| 0.250                                  | 0.270  | 1.550   | 0.116  | 2.850   | 0.063  | 4.150   |
| 0.300                                  | 0.270  | 1.600   | 0.112  | 2.900   | 0.062  | 4.200   |
| 0.350                                  | 0.270  | 1.650   | 0.109  | 2.950   | 0.061  | 4.250   |
| 0.400                                  | 0.270  | 1.700   | 0.105  | 3.000   | 0.060  | 4.300   |
| 0.450                                  | 0.270  | 1.750   | 0.102  | 3.050   | 0.059  | 4.350   |
| 0.500                                  | 0.270  | 1.800   | 0.100  | 3.100   | 0.058  | 4.400   |
| 0.550                                  | 0.270  | 1.850   | 0.097  | 3.150   | 0.057  | 4.450   |
| 0.600                                  | 0.270  | 1.900   | 0.094  | 3.200   | 0.056  | 4.500   |
| 0.650                                  | 0.270  | 1.950   | 0.092  | 3.250   | 0.055  | 4.550   |
| 0.700                                  | 0.256  | 2.000   | 0.090  | 3.300   | 0.054  | 4.600   |
| 0.750                                  | 0.239  | 2.050   | 0.087  | 3.350   | 0.053  | 4.650   |
| 0.800                                  | 0.224  | 2.100   | 0.085  | 3.400   | 0.053  | 4.700   |
| 0.850                                  | 0.211  | 2.150   | 0.083  | 3.450   | 0.052  | 4.750   |
| 0.900                                  | 0.199  | 2.200   | 0.081  | 3.500   | 0.051  | 4.800   |
| 0.950                                  | 0.189  | 2.250   | 0.080  | 3.550   | 0.050  | 4.850   |
| 1.000                                  | 0.179  | 2.300   | 0.078  | 3.600   | 0.050  | 4.900   |
| 1.050                                  | 0.171  | 2.350   | 0.076  | 3.650   | 0.049  | 4.950   |
| 1.100                                  | 0.163  | 2.400   | 0.075  | 3.700   | 0.048  | 5.000   |
| 1.150                                  | 0.156  | 2.450   | 0.073  | 3.750   | 0.048  | 5.050   |
| 1.200                                  | 0.149  | 2.500   | 0.072  | 3.800   | 0.047  | 5.100   |
| 1.250                                  | 0.143  | 2.550   | 0.070  | 3.850   | 0.047  | 5.150   |

## ESPECTRO ELÁSTICO E INELÁSTICO DE DISEÑO



**CHEQUEO IRREGULARIDADES EN ALTURA Tabla A.3.7**

|      |   | CHEQUEA  | Si |
|------|---|----------|----|
| TIPO | CARACTERÍSTICA  | $\phi_a$ |    |
| 1A   | Cuando la rigidez ante fuerza horizontal de un piso es menor del 70 por ciento de la rigidez del piso superior o menor del 80 por ciento del promedio de la rigidez de los tres pisos superiores, la estructura se considera irregular. | 0.9      |    |

|      |   | CHEQUEA  | Si |
|------|---|----------|----|
| TIPO | CARACTERÍSTICA  | $\phi_a$ |    |
| 2A   | Cuando la masa, $m_i$ , de cualquier piso es mayor que 1.5 veces la masa de uno de los pisos contiguos, la estructura se considera irregular. | 0.9      |    |

|      |  | CHEQUEA  | Si |
|------|--|----------|----|
| TIPO | CARACTERÍSTICA   | $\phi_a$ |    |
| 3A   | Cuando la dimensión horizontal del sistema de resistencia sísmica, en cualquier piso es mayor que 1.3 veces la misma dimension de un piso adyacente, la estructura se considera irregular. Se exceptua el caso de los altillos de un solo piso | 0.9      |    |

|      |  | CHEQUEA  | Si |
|------|--|----------|----|
| TIPO | CARACTERÍSTICA   | $\phi_a$ |    |
| 4A   | Cuando existen desplazamientos de los elementos verticales del sistema de resistencia sísmica, dentro de su plano de acción, mayores que la dimensión horizontal del elemento, la estructura se considera irregular. | 0.8      |    |

|      |   | CHEQUEA  | Si |
|------|---|----------|----|
| TIPO | CARACTERÍSTICA  | $\phi_a$ |    |
| 5A   | Cuando la resistencia del piso es menor del 70 por ciento de la del piso inmediatamente superior, entendiendo la resistencia del piso como la suma de las resistencias de todos los elementos que comparten el cortante del piso para la dirección considerada. | 0.8      |    |

Conclusión: La estructura no tiene irregularidad en altura.

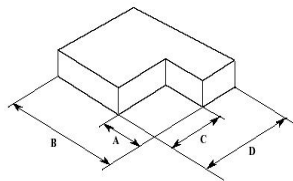
|          |   |
|----------|---|
| $\phi_a$ | 1 |
|----------|---|

**CHEQUEO IRREGULARIDADES EN PLANTA Tabla A.3.6**

|      |  | CHEQUEA  | Si |
|------|--|----------|----|
| TIPO | CARACTERÍSTICA   | $\phi_p$ |    |
| 1P   | La irregularidad torsional existe cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura, calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es más de 1.2 veces la deriva promedio de los dos extremos de la estructura, con respecto al mismo eje de referencia. | 0.9      |    |

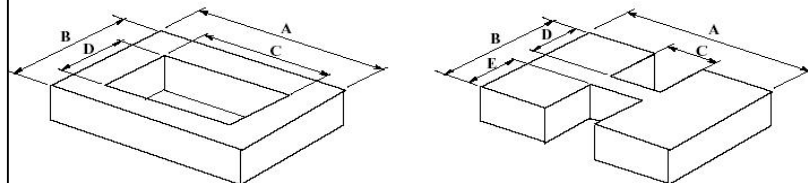
|      |  | CHEQUEA  | Si |
|------|--|----------|----|
| TIPO | CARACTERÍSTICA   | $\phi_p$ |    |
| 2P   | La configuración de una estructura se considera irregular cuando ésta tiene retrocesos excesivos en sus esquinas. Un retroceso en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del retroceso, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del retroceso. | 0.9      |    |

**Tipo 2P – Retrocesos en las esquinas -  $\phi_p = 0.9$**   
 $A > 0.15B$  y  $C > 0.15D$



|      |   | CHEQUEA  | Si |
|------|---|----------|----|
| TIPO | CARACTERÍSTICA  | $\phi_p$ |    |
| 3P   | Cuando el diafragma tiene discontinuidades apreciables o variaciones en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entradas, retrocesos o huecos con áreas mayores al 50% del área bruta del diafragma o existen cambios en la rigidez efectiva del diafragma de mas del 50%, entre niveles consecutivos, la estructura se considera irregular. | 0.9      |    |

**Tipo 3P - Irregularidad del diafragma -  $\phi_p = 0.9$**   
 1)  $C \times D > 0.5 A \times B$       2)  $(C \times D + C \times E) > 0.5 A \times B$



|      |   | CHEQUEA  | Si |
|------|---|----------|----|
| TIPO | CARACTERÍSTICA  | $\phi_p$ |    |
| 4P   | Cuando existen discontinuidades en las trayectorias de las fuerzas inducidas por los efectos sísmicos, tales como desplazamientos del plano de acción de elementos verticales del sistema de resistencia sísmica, la estructura se considera irregular. | 0.8      |    |

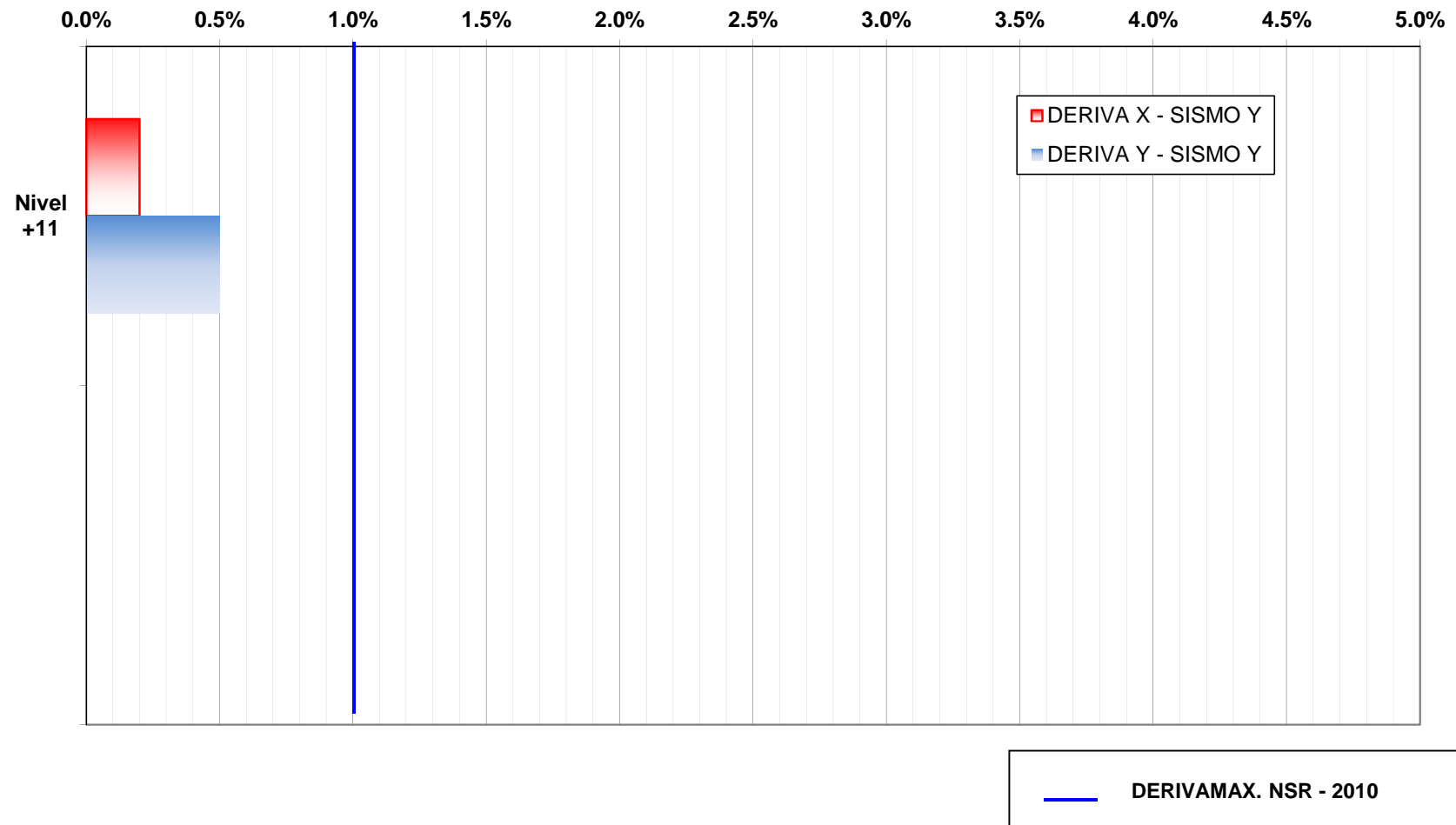
|      |   | CHEQUEA  | Si |
|------|---|----------|----|
| TIPO | CARACTERÍSTICA  | $\phi_p$ |    |
| 5P   | Cuando las direcciones de acción horizontal de los elementos verticales del sistema de resistencia sísmica no son paralelas o simétricas con respecto a los ejes ortogonales horizontales principales del sistema de resistencia sísmica, la estructura se considera irregular. | 0.9      |    |

Conclusión: La estructura no tiene irregularidad en planta.

|          |   |
|----------|---|
| $\phi_p$ | 1 |
|----------|---|



# DERIVAS OBTENIDAS DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL PARA EL SISMO EN SENTIDO Y KIOSKO MALECON BUENAVENTURA



# DERIVAS OBTENIDAS DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL PARA EL SISMO EN SENTIDO X KIOSKO MALECON BUENAVENTURA

