

INDICE

1	CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA	3
1.1	Objeto y alcance	3
1.2	Normativa y documentación empleada.....	3
1.3	Bases cálculo	3
1.4	Coefficientes parciales de seguridad de las acciones	4
1.5	Coefficientes parciales de seguridad de los materiales.....	7
1.6	Durabilidad.....	7
1.7	Materiales	8
1.8	Presiones del terreno de cimentación	8
1.9	Acciones	9
1.9.1	Gravitatorias	9
1.9.2	Eólicas.....	9
1.9.3	Nieve	9
1.9.4	Sísmicas	10
1.9.5	Térmicas y reológicas	10
1.10	Informe de cálculo.....	11
1.10.1	Normativa	11
1.10.2	Método del cálculo de esfuerzos	11
1.10.3	Opciones de cálculo.....	11
1.10.4	Hipótesis de carga	11
1.10.5	Coefficientes de mayoración	12
1.10.6	Opciones de cargas	12
1.10.7	Armado y comprobación	13
2	JUSTIFICACIÓN DE CALCULOS.....	15

COMPLEJO DEPORTIVO EN VILANOVA DE AROUSA,

FASE 1: VESTUARIOS Y BAR CAMPO DE FÚTBOL
JULIO 2014 M. G. SANCHIDRIÁN - ARQUITECTO

1 CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

1.1 Objeto y alcance

El presente documento tiene por objeto justificar los cálculos de la estructura y la cimentación para la realización de una edificación para albergar unos vestuarios sobre un sótano y un local para taquillas y bar.

1.2 Normativa y documentación empleada

El cálculo se ha realizado teniendo en cuenta las prescripciones recogidas en la siguiente normativa:

- Norma CTE-DB-AE: Acciones en la edificación.
- Norma CTE-DB-SE: Seguridad estructural
- Norma CTE-DB-SE-A: Seguridad estructural. Acero
- Eurocódigo 1: Acciones en Estructuras
- Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero
- EHE-08
- EAE

1.3 Bases cálculo

El dimensionamiento de la estructura se ha realizado según los principios de la mecánica racional y teoría de estructuras, adaptadas al diseño estructural.

El cálculo se ha realizado siguiendo el principio de los estado límites, que establece que la seguridad de la estructura en su conjunto, o en cualquiera de sus partes, se garantiza comprobando que la sollicitación no supera la respuesta última de las mismas.

La obtención de los esfuerzos en las diferentes hipótesis simples del entramado estructural, se harán de acuerdo a un cálculo lineal de primer orden, es decir admitiendo proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones, el principio de superposición de acciones, y un comportamiento lineal y geométrico de los materiales y la estructura.

El dimensionado de los soportes se comprueba para todas las combinaciones definidas.

El cálculo se realiza mediante programa informático de cálculo sobre ordenador compatible.

Los datos de ordenador y de programa empleado son los siguientes:

- Tipo de ordenador: PC Compatible Pentium IV
- Programa utilizado: TRICALC (Arktec SA)
- Número de Licencia: 60522004
- Versión: 7.4.0

1.4 Coeficientes parciales de seguridad de las acciones

Para determinar los valores de cálculo de las acciones en elementos de hormigón, se han considerado los coeficientes de ponderación indicados en el artículo 12 de la instrucción EHE-08, teniendo en cuenta el efecto, favorable o desfavorable, de las acciones. Tabla 12.1.a. Coeficientes parciales de seguridad para las acciones aplicables para la evaluación de los Estados Límite Últimos

TIPO DE ACCIÓN	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,50$	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,80$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Accidental	--	--	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

Para la determinación de los coeficientes de mayoración de acciones, según lo indicado en proyecto, se ha adoptado un nivel de control de ejecución normal.

Los coeficientes parciales de seguridad de las acciones para la comprobación de los Estados Límites de Servicio se han adoptado según el artículo 12.2 de la EHE-08, que se muestran a continuación.

Tabla 12.2. Coeficientes parciales de seguridad para las acciones aplicables para la evaluación de los Estados Límite de servicio.

TIPO DE ACCIÓN		Efecto Favorable	Efecto Desfavorable
Permanente		$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	Armadura pretesa	$\gamma_P = 0,95$	$\gamma_P = 1,05$
	Armadura postesa	$\gamma_P = 0,90$	$\gamma_P = 1,10$
Permanente de valor no constante		$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Variable		$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$

Para determinar los valores de cálculo de las acciones en elementos de acero se han considerado los coeficientes parciales de seguridad indicados en la tabla 4.1. del C.T.E. en el Documento Básico de Seguridad Estructural

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria
----------------------	----------------	-------------------------------------

		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente Peso propio, peso del terreno	1,35 1,35	0,80 0,70
	Empuje del terreno Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente Peso propio, peso del terreno	1,10 1,35	0,90 0,80
	Empuje del terreno Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

Las combinaciones de cálculo consideradas son las descritas en el artículo 4.2.2. del CTE-DB-SE. El valor de los distintos coeficientes de ponderación se obtiene del cuadro anterior.

SITUACIÓN DE PROYECTO	COMBINACIÓN
Permanente o transitoria	$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
Situación accidental	$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_A A_k + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$
Situaciones sísmicas	$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_A A_k + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$

Las combinaciones adoptadas para los estados límites de servicio, se han considerado de acuerdo a lo indicado en el artículo 4.3.2. del CTE-DB-SE, los coeficientes de ponderación se obtienen de la tabla anterior:

SITUACIÓN DE PROYECTO	COMBINACIÓN
Poco probable o característica	$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
Combinación frecuente	$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$
Combinación cuasipermanente	$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$

donde:

$\gamma_{G,j}, \gamma_{Q,1}, \gamma_{Q,i}, \gamma_A$: Coeficientes parciales de seguridad para las acciones

$G_{k,j}$: Valor característico de las acciones permanentes

$G^*_{k,j}$: Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante

P_k : Valor característica de la acción del pretensado

$Q_{k,1}$: Valor característico de la acción variable determinante

$\psi_{0,i} Q_{k,i}$: Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes

$\psi_{1,1} Q_{k,1}$: Valor representativo frecuente de la acción variable determinante

$\psi_{2,i} Q_{k,i}$: Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables con la acción determinante o con la accidental

A_k : Valor característico de la acción accidental

$A_{E,k}$: Valor característico de la acción sísmica

Las combinaciones de acciones se han realizado teniendo en cuenta los coeficientes indicados en la siguiente tabla del CTE.

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría F)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría G)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento	0	0	0

(Categoría H)			
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

1.5 Coeficientes parciales de seguridad de los materiales

Los coeficientes de seguridad parcial adoptados para los materiales se han elegido según lo indicado en la EHE para los elementos de hormigón:

- Coef. de minoración del hormigón $\gamma_c = 1,50$
- Coef de minoración del acero de armar $\gamma_s = 1,15$
- Coef de minoración del hormigón en situación accidental $\gamma_c = 1,30$
- Coef de minoración acero de armar en situación accidental $\gamma_s = 1,00$

En lo que respecta a los coeficientes de seguridad empleados para los elementos de acero, son los indicados en el apartado 2.3.3. del Documento básico SE-A del CTE:

- Coef. relativo a la plastificación del material $\gamma_{M0} = 1,05$
- Coef relativo a los fenómenos de inestabilidad $\gamma_{M1} = 1,05$
- Coef relativo a la resist última y a los medios de unión $\gamma_{M2} = 1,25$
- Coef resist al deslizamiento de uniones con tornillos en ELS $\gamma_{M3} = 1,10$
- Coef resist al deslizamiento de uniones con tornillos en ELU $\gamma_{M3} = 1,25$

1.6 Durabilidad

La durabilidad de una estructura es su capacidad para soportar, durante la vida útil para la que ha sido proyectada, las condiciones físicas y químicas a las que está expuesta, y que pueden llegar a provocar la degradación como consecuencia de efectos diferentes a las cargas y sollicitaciones consideradas en el análisis estructural.

En el planteamiento de la estrategia de durabilidad de la cimentación y la estructura se definen en primer lugar los ambientes a los que previsiblemente estarán expuestos los elementos de la estructura.

En los ensayos realizados al terreno descritos en el estudio geotécnico se a detectado la presencia de nivel freático. Por ello y teniendo en cuenta la cercanía del mar se han considerado los siguientes ambientes:

- Cimentación: IIIa

Para conseguir una durabilidad adecuada del hormigón se deben cumplir los requisitos generales siguientes:

- Relación máxima agua cemento. Ambiente IIIa 0,50
- Mínimo contenido de cemento. Ambiente IIIa 300

Asimismo, según el ambiente estimado para la obra de hormigón armado, se indican los recubrimientos nominales considerados:

- Inferior cimentación (hormigón de limpieza) 3,5 cm
- Laterales cimentación (hormigón contra el terreno) 5,0 cm

1.7 Materiales

Las designaciones de los materiales indican parte de las propiedades físicas, los utilizados en el presente proyecto son:

- Hormigón de limpieza HL-150/C/TM
- Hormigón de cimentaciones HA-30/B/40/IIIa
- Acero armaduras B-500S
- Acero mallazo B-500T
- Acero perfiles laminados S 275 JR
- Acero chapas de anclaje y uniones S 275 JR
- Pernos de anclaje B-500S

Las resistencias características consideradas para estos materiales están implícitas en su denominación y son:

- Resistencia característica del hormigón 30 N/mm²
- Límite elástico acero de armar/mallazo 500 N/mm²
- Límite elástico acero laminado 275 N/mm²

1.8 Presiones del terreno de cimentación

Se ha adoptado como presión admisible del terreno de cimentación, para cota de apoyo de la cimentación comprendida entre 0.00 y -2,5m:

- $T_{adm.} = 1,5 \text{ Kg/cm}^2$

1.9 Acciones

1.9.1 Gravitatorias

Se indican a continuación las cargas consideradas en el dimensionamiento de la estructura:

FORJADO

- Peso propio del forjado colaborante SFC5912(e=12cm). (Pesos introducidos directamente por el programa).
- Cargas muertas:
 - Solado = 100 kg/m².
 - Tabiquería = 100 kg/m².
- Cerramiento de bloque + ladrillo = 356 kg/m².(x altura).
- Sobrecargas de USO = 500 kg/m².

CUBIERTA

- Peso propio de la estructura. (Pesos introducidos directamente por el programa).
- Peso de panel de cubierta tipo Sándwich = 15 kg/m².
- Peso de falso techo. = 20 kg/m².

1.9.2 Eólicas

De acuerdo con lo indicado en el CTE en el documento básico de Acciones, se han considerado los siguientes parámetros para el cálculo de las acciones producidas por el viento:

- | | |
|---|-------------------|
| - Altura de coronación de la estructura | 4,25 m |
| - Zona eólica | B |
| - Velocidad del viento | 27 m/s |
| - Grado de aspereza del entorno | I (Borde del mar) |

1.9.3 Nieve

La distribución y la carga de nieve depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, relieve del entorno, forma de la cubierta, los efectos del viento y de los intercambios térmicos.

Como valor de la carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal q_n , puede tomarse:

$$q_n = \mu s_k$$

siendo

μ =coeficiente de forma según el apartado 3.5.3 del CTE SE-AE (1 para cubiertas con inclinación $\leq 30^\circ$ y 0 para cubiertas con inclinación $\geq 60^\circ$)

s_k =valor característico, que en nuestro caso es igual a 0,40 kN/m².

1.9.4 Sísmicas

No será necesaria la consideración de las acciones sísmicas cuando la aceleración sísmica horizontal básica al desplazamiento a_b definida en el apartado 3.4, de la NSCE, cumpla:

$$a_b < 0,04g$$

1.9.5 Térmicas y reológicas

Se han tenido en cuenta las acciones térmicas sobre la estructura de la edificación.

1.10 Informe de cálculo**1.10.1 Normativa**

Acciones:	CTE DB SE-AE
Viento:	CTE DB SE-AE
Hormigón:	EHE-08
Acero:	EAE
Otras:	CTE DB SE-C, CTE DB SI

1.10.2 Método del cálculo de esfuerzos

Método de altas prestaciones

1.10.3 Opciones de cálculo

Indeformabilidad de todos forjados horizontales en su plano
Se realiza un cálculo elástico de 1er. orden2. Cargas

1.10.4 Hipótesis de carga

NH	Nombre	Tipo	Descripción
0	G	Permanentes	Permanentes
1	Q1	Sobrecargas	Sobrecargas
2	Q2	Sobrecargas	Sobrecargas
7	Q3	Sobrecargas	Sobrecargas
8	Q4	Sobrecargas	Sobrecargas
9	Q5	Sobrecargas	Sobrecargas
10	Q6	Sobrecargas	Sobrecargas
3	W1	Viento	Viento
4	W2	Viento	Viento
25	W3	Viento	Viento
26	W4	Viento	Viento
22	S	Nieve	Nieve
11	M1	Sin definir	Móviles
12	M2	Sin definir	Móviles
13	M3	Sin definir	Móviles
14	M4	Sin definir	Móviles
15	M5	Sin definir	Móviles
16	M6	Sin definir	Móviles
17	M7	Sin definir	Móviles
18	M8	Sin definir	Móviles
19	M9	Sin definir	Móviles
20	M10	Sin definir	Móviles
21	T	Sin definir	Temperatura
23	A	Sin definir	Accidentales

1.10.5 Coeficientes de mayoración

Tipo	Hipótesis	Hormigón	Aluminio/Otros/CTE/EAE
Cargas permanentes	0	1,35	1,35
Cargas variables	1	1,50	1,50
	2	1,50	1,50
	7	1,50	1,50
	8	1,50	1,50
	9	1,50	1,50
	10	1,50	1,50
Cargas de viento no simultáneas	3	1,50	1,50
	4	1,50	1,50
	25	1,50	1,50
	26	1,50	1,50
Cargas móviles	11	1,50	1,50
	12	1,50	1,50
	13	1,50	1,50
	14	1,50	1,50
	15	1,50	1,50
	16	1,50	1,50
	17	1,50	1,50
	18	1,50	1,50
	19	1,50	1,50
20	1,50	1,50	
Cargas de temperatura	21	1,50	1,50
Cargas de nieve	22	1,50	1,50
Carga accidental	23	1,00	1,00

1.10.6 Opciones de cargas

Viento activo Sentido+- habilitado

Sismo no activo

Se considera el Peso propio de las barras

1.10.6.1 *Hormigón/ Eurocódigo / Código Técnico de la Edificación/ EAE*

Tipo de carga	\square_0	\square_1	\square_2
Gravitatorias	0,70	0,50	0,30
Móviles	0,70	0,50	0,30
Viento	0,60	0,50	0,00
Nieve	0,50	0,20	0,00
Temperatura	0,60	0,50	0,00

1.10.6.2 *Opciones de cargas de viento*

Dirección 1:

Vector dirección: 1,00; 0,00; 0,00

Hipótesis: 3
 Presión global del viento $q_b \cdot c_e$ (kN/m²): 0,69
 Dirección 2:
 Vector dirección: 0,00; 0,00; 1,00
 Hipótesis: 4
 Presión global del viento $q_b \cdot c_e$ (kN/m²): 0,69
 Dirección 3:
 Vector dirección: -1,00; 0,00; 0,00
 Hipótesis: 25
 Presión global del viento $q_b \cdot c_e$ (kN/m²): 0,69
 Dirección 4:
 Vector dirección: 0,00; 0,00; -1,00
 Hipótesis: 26
 Presión global del viento $q_b \cdot c_e$ (kN/m²): 0,69
 Modo de reparto puntual en nudos
 Superficie actuante: Fachada

1.10.7 Armado y comprobación

Recubrimientos(mm):

Vigas: 36

Pilares: 36

Cálculo de 1er. orden:

No se consideran los coeficientes de amplificación

Y_p : Pandeo se comprueba como traslacional

Z_p : Pandeo se comprueba como traslacional

Se comprueba torsión en vigas

Se comprueba torsión en pilares

Redistribución de momentos en vigas del 15%

Fisura máxima: 0,40 mm

Momento positivo mínimo $qL^2 / 16$

Se considera flexión lateral

Tamaño máximo del árido: 20 mm

Intervalo de cálculo: 30 cm

Comprobación de flecha activa:

Vanos:

Flecha relativa $L / 500$

Flecha combinada $L / 1000 + 5$ mm

Voladizos:

Flecha relativa $L / 500$

Flecha combinada $L / 1000 + 5$ mm

Comprobación de flecha total:

Vanos:

Flecha relativa $L / 350$

Flecha combinada $L / 500 + 10$ mm

Voladizos:

Flecha relativa $L / 350$

Flecha combinada $L / 500 + 10$ mm

70 % Peso estructura (de las cargas Permanentes)

20 % Tabiquería (de las cargas Permanentes)

0% Tabiquería (de las Sobrecargas)

50 % Sobrecarga a larga duración
 3 meses Estructura / tabiquería
 60 meses Flecha diferida
 28 días Desencofrado
 No se considera deformación por cortante

Armadura de montaje en vigas:

Superior : ø 12mm Resistente
 Inferior: ø 12mm Resistente
 Piel: ø 12mm

Armadura de refuerzos en vigas:

ø Mínimo: 12m
 m
 ø Máximo: 25m
 m
 Número máximo: 8
 Permitir 2 capas

Armadura de pilares:

ø Mínimo: 12m
 m
 ø Máximo: 25m
 m
 4 caras iguales
 Igual ø
 Máximo número de redondos por cara en pilares rectangulares: 8
 Máximo número de redondos en pilares circulares: 10

Armadura de estribos en vigas:

ø Mínimo: 6mm
 ø Máximo: 12m
 m
 Separación mínima 5 cm; máxima 60 cm; módulo 5 cm
 % de carga aplicada en la cara inferior (carga colgada):
 0% en vigas con forjado(s) enrasado(s) superiormente
 100% en vigas con forjado(s) enrasado(s) inferiormente
 50% en el resto de casos

Armadura de estribos en pilares:

ø Mínimo: 8mm
 ø Máximo: 12m
 m
 Separación mínima 5 cm; máxima 60 cm; módulo 5 cm

Se considera los criterios constructivos de NCSE-02

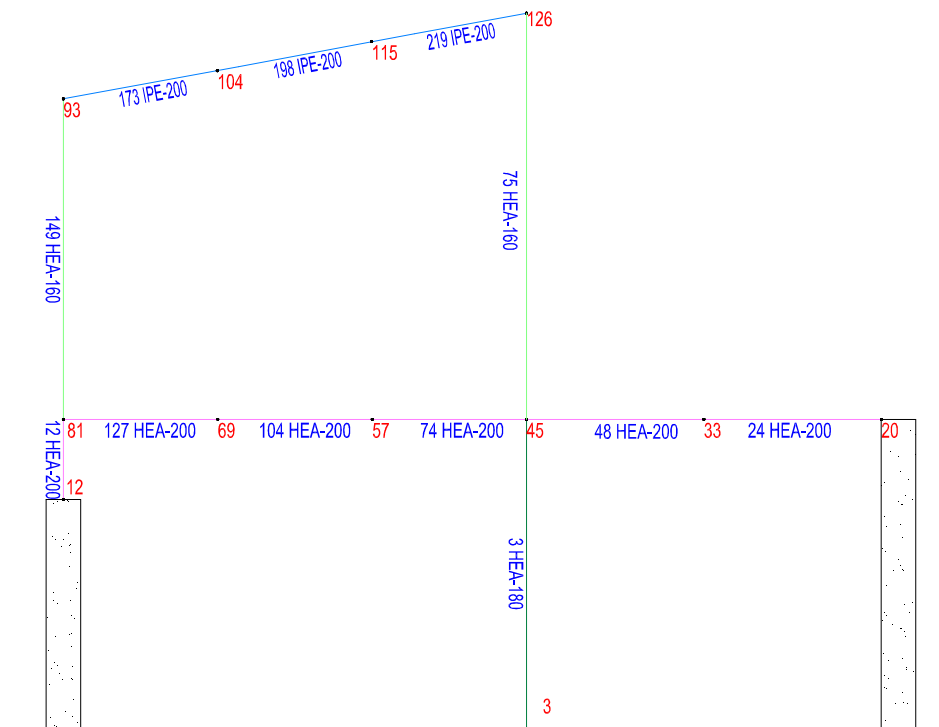
Aplicar criterios constructivos según las opciones de sismo definidas

Se comprueba la Biela de Nudo en pilares de última planta

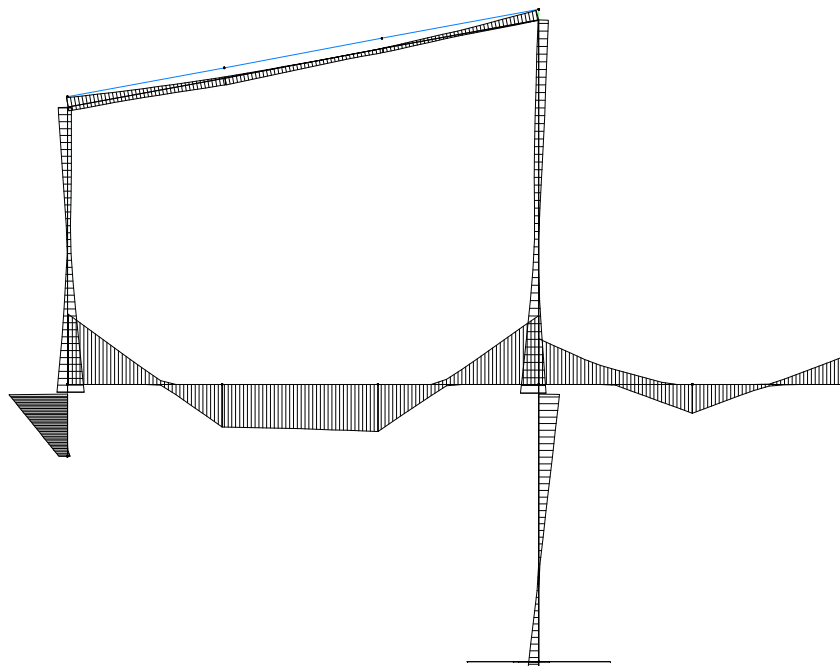
2 JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULOS.

PORTICO TIPO VESTUARIOS

Grafica de Geometría:

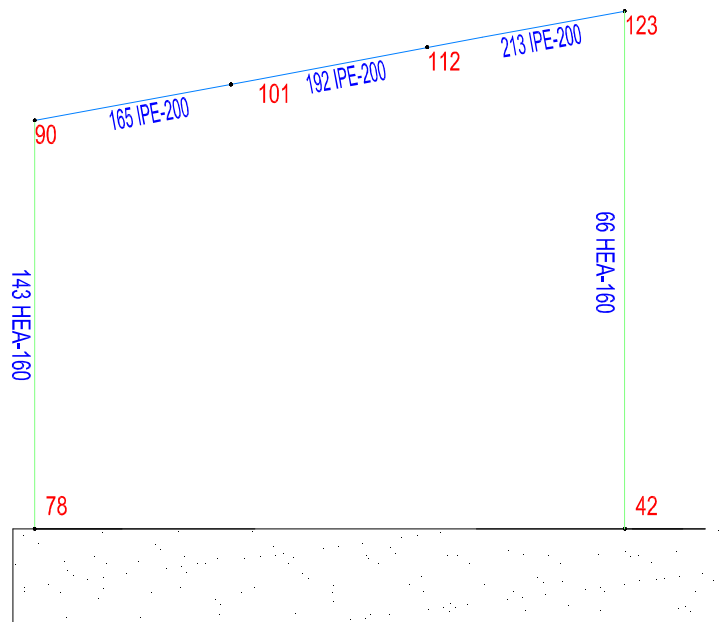


Grafica de momentos flectores :

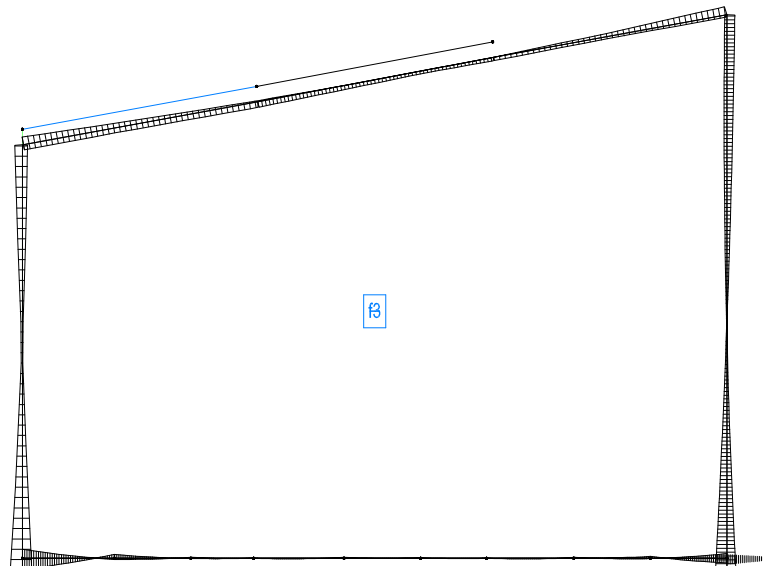


PORTICO TESTERO 1. Vestuarios

Grafica de Geometría:

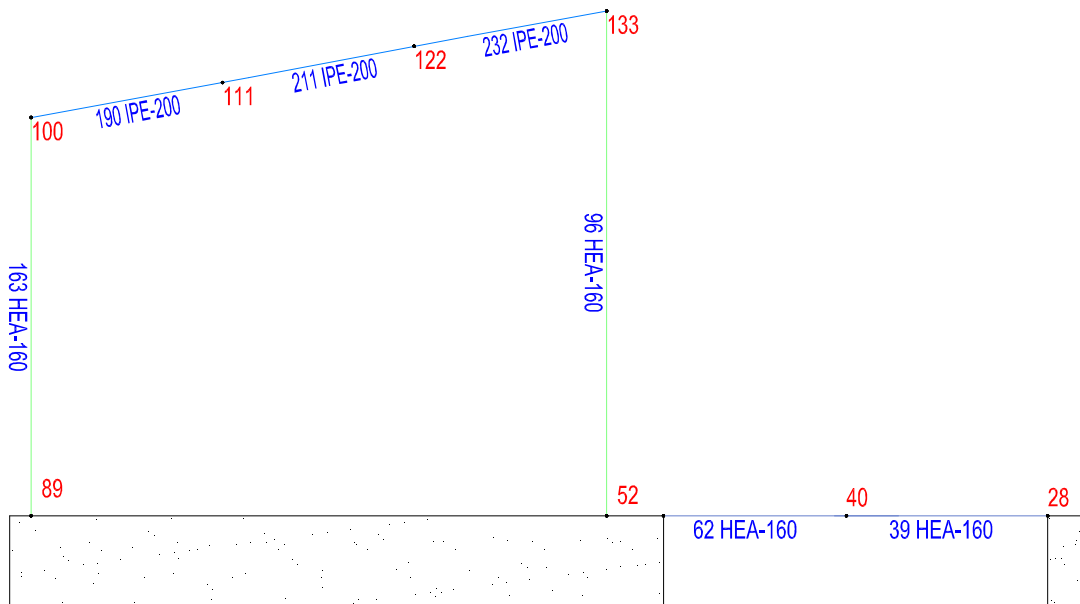


Grafica de momentos flectores :

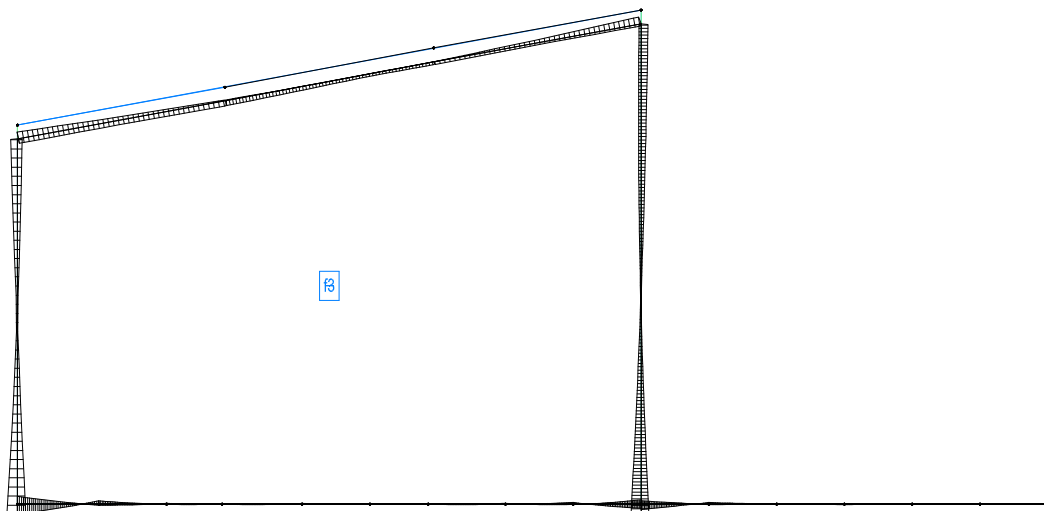


PORTICO TIPO 2. Vestuarios

Grafica de Geometría:

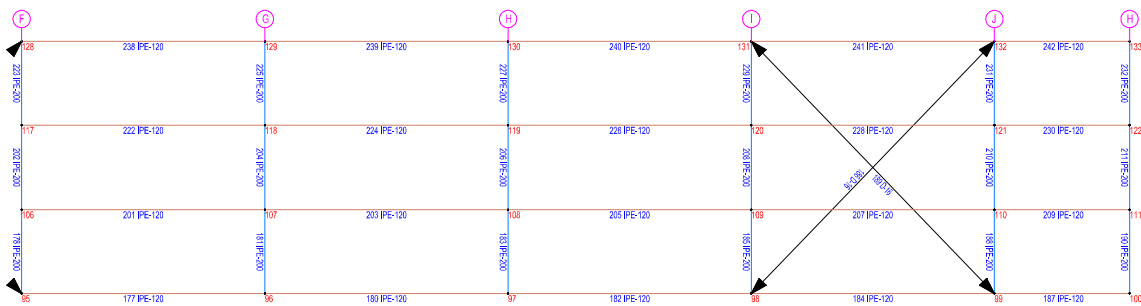
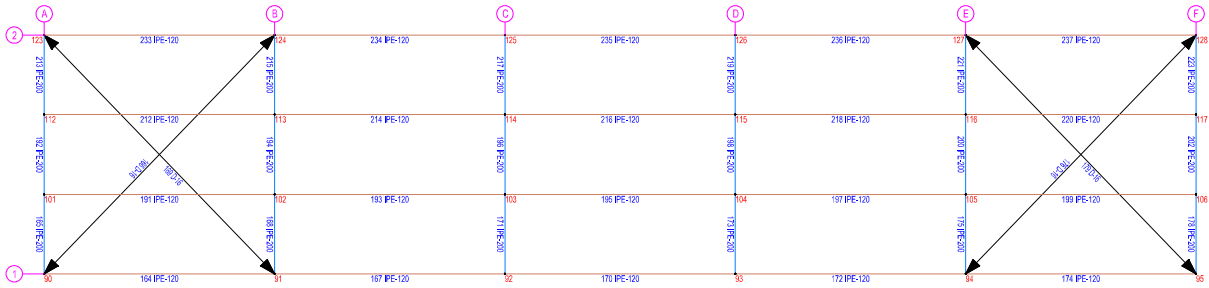


Grafica de momentos flectores :



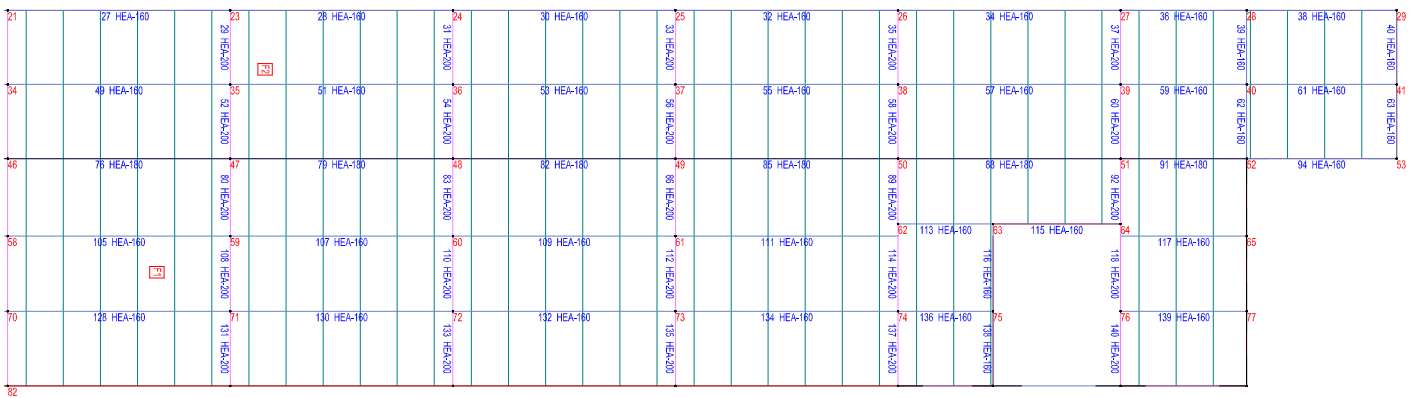
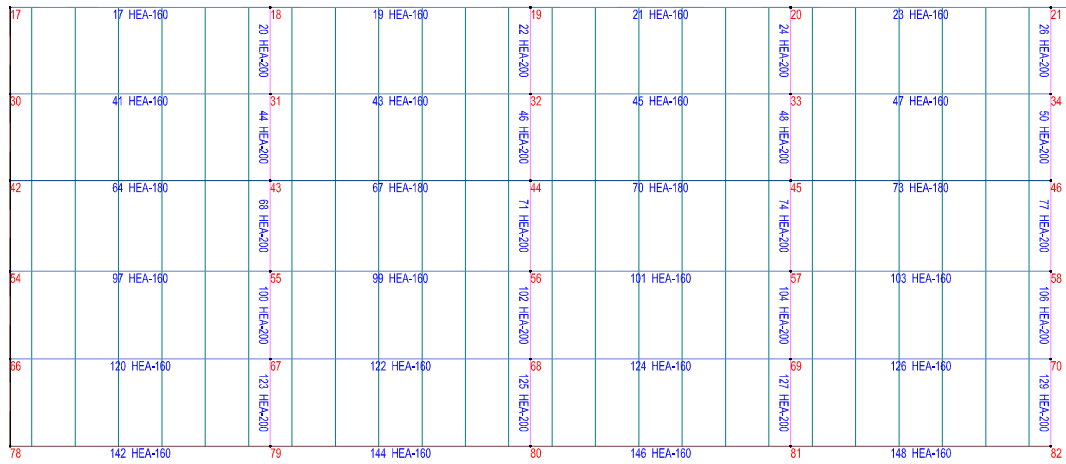
PLANTA DE CUBIERTA. Vestuarios

Grafica de Geometría:



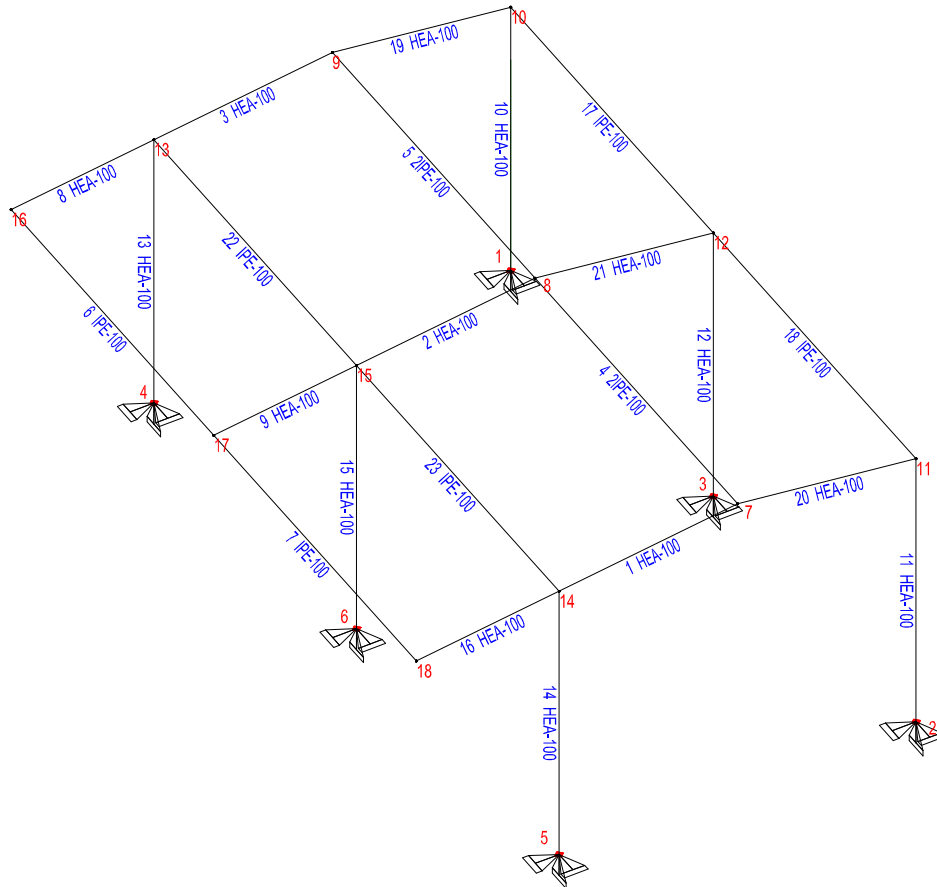
PLANTA DE FORJADO. Vestuarios

Grafica de Geometría:



GEOMETRIA TAQUILLAS-BAR

Grafica de Geometría:



Pontevedra, julio de 2014

El Arquitecto

Fdo.: Manuel González Sanchidrián