

MEMORIA DE CALCULO

- 1.1.- GENERALIDADES 2*
- 1.2.- NORMATIVA. 2*
- 1.3.- UNIDADES 2*
- 1.4.- NECESIDAD DE ESTUDIO GEOTÉCNICO. 3*
- 1.5.- ACCIONES. 3*
 - 1.5.1. Forjado tipo. 4*
 - 1.5.2. Cerramientos. 4*
- 1.6.- EXPOSICIÓN AMBIENTAL. 4*
- 1.7.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES. 4*
- 1.8.- SIMULTANEIDAD DE ACCIONES. 5*
- 1.9.- DIMENSIONADO DEL ARMADO. HORMIGON ARMADO 5*
 - 1.9.1.- Flexión simple o compuesta con $@ < 0.31$ 5*
 - 1.9.2.- Flexión simple con $@ > 0.31$ 5*
- 1.10.- ESTRUCTURA METÁLICA EA-95. 6*
 - 1.10.1.- Acciones ponderadas. 6*
 - 1.10.2. Bases de cálculo. Análisis estructural 6*
 - 1.10.4.- Proceso de cálculo. 6*
- 1.11.- ACCIONES DEL VIENTO. 7*
- 1.12.- ACCIONES SÍSMICAS. 7*
- 1.13.- COEFICIENTE DE SEGURIDAD. 7*
- 1.14.- ANÁLISIS ESTRUCTURAL. 8*
- 1.15.- PROCESO DE CÁLCULO. 8*
- 1.16.- EMPLEO DE MATERIALES Y APARATOS 8*
- 1.17.- SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN 8*
- 1.18.- CURADO DEL HORMIGÓN 9*



1.1.- GENERALIDADES

La intervención estructural en dicha reforma afecta al módulo de nueva creación que contiene el gimnasio, aularios polivalentes y zona administrativa. En la edificación existente no se modifica ningún elemento estructural.

La estructura del elemento a dimensionar es de las siguientes características:

- Zapatas corridas y vigas riostras de cimentación.
- Muro de HA. de 30 cm de espesor en muros cierre posterior edificio y rampas de acceso, sobre zapata continua de cimentación.
- Forjado sanitario unidireccional, de viguetas pretensadas, bovedilla de hormigón y capa de compresión armada de 5cm con mallazo 5x15x15.
- Forjado unidireccional de canto 35+5cm, intereje 120 cm, placa alveolar pretensada.
- Forjado de losa maciza armada en una zona puntual sobre el acceso del módulo.
- Losa maciza armada de 14 cm como losa de escalera.
- Jácenas y Pilares de hormigón armado de sección cuadrada o rectangular.
- Muro de carga de bloque H20 de 20cm, convenientemente homologado para soporte forjado sanitario.
- Perfiles laminados de acero A42b en zona de lucernario.

Las características de los materiales se estimarán de acuerdo con los artículos 38 y 39 de la EHE, y vendrán determinados en el apartado correspondiente de esta memoria de cálculo. Todos los elementos citados se ejecutarán con hormigón y acero corrugado, siguiendo los planos y las órdenes de la Dirección Facultativa.

La estructura se ha diseñado y calculado cumpliendo las recomendaciones de la EHE, y las normas vigentes del Ministerio de Obras públicas.

1.2.- NORMATIVA.

En la obtención de las acciones sobre la estructura se ha tenido en cuenta la siguiente Normativa:

- EHE Instrucción de Hormigón Estructural.
- NBE-AE 88. Acciones en la Edificación.
- NTE. Normas Tecnológicas de la Edificación y normas vigentes del Ministerio de Obras Públicas.
- EFEHE. Instrucción para el proyecto y la Ejecución de Forjados Unidireccionales con elementos prefabricados de hormigón armado o pretensado.
- FL-90. Muros de fábrica de ladrillo, en el caso de estructuras mixtas, muro de carga y hormigón armado.
- EA-95. Estructuras de Acero en la Edificación, en el caso de estructuras metálicas o bien mixtas de hormigón armado y metálicas.

1.3.- UNIDADES

En la actual EHE se adopta el Sistema Internacional de Unidades Métricas (S.I.), en el que se definen los siguientes conceptos. Tabla de equivalencias entre sistemas:

$1\text{Kp} = 1\text{Kgr} = 10\text{N}$
$1\text{N/mm}^2 = 10\text{Kgr/cm}^2 = 10\text{Kp/cm}^2$



CONCEPTO DE MEDIDA	UNIDAD
Resistencia y tensión	N/mm ²
Fuerza	KN
Fuerza por unidad de longitud	KN/m
Fuerza por unidad de superficie	KN/m ²
Fuerza por unidad de volumen	KN/m ³
Momento	MkN

Donde:

N	Newton
KN	Kilonewton
MkN	Megakilonewton
Kp	Kilopondio
Kgr	Kilogramo

1.4.- NECESIDAD DE ESTUDIO GEOTÉCNICO.

Se ha realizado un Estudio Geotécnico del solar, por parte de la empresa LBC, de fecha 20/12/05, visado núm. 15578

Estudiados los resultados del mismo la tensión del terreno para cimentación por losa será de 2.0 Kp/cm²., como se desprende de las conclusiones del geotécnico.

Se adjunta avance del **estudio geotécnico** como anexo a la documentación del proyecto.

1.5.- ACCIONES.

Según el artículo 9 de la EHE las acciones se clasifican en:

POR NATURALEZA

Acciones directas: Peso propio, sobrecargas de uso, cargas permanentes.
Acciones indirectas: Incrementos de temperatura, asentos, sismo, viento.

VARIACIÓN TIEMPO

Permanentes: Peso propio, tabiquería
Permanentes de Valor no Cte: Reológicas, pretensado
Variables: Climáticas, de uso
Accidentales: Sísmicas

VARIACIÓN ESPACIO

Fijas: Peso propio.
Libres: Sobrecargas de uso

El valor representativo de las acciones se calculará de acuerdo con las tablas 12.1.a y 12.1.b si se realiza el cálculo como Estado Límite Último o con la tabla 12.2 si se realiza con Estado Límite de Servicio.



1.5.1. Forjado tipo.

- Planta sanitaria.

Peso propio del forjado	(UNIDIRECCIONAL)	350 kg/m ² .	3.5kN/m2.
Cargas muertas		250 kg/m ² .	2.5kN/m2.
Sobrecarga de nieve		200 kg/m ² .	2.0kN/m2.
TOTAL		800 kg/m² .	8.0kN/m2.

- Planta tipo.

Peso propio del forjado	(PLACA ALVEOLAR)	550 kg/m ² .	5.5kN/m2.
Cargas muertas		250 kg/m ² .	2.5kN/m2.
Sobrecarga de uso		200 kg/m ² .	2.0kN/m2.
TOTAL		1000 kg/m² .	10.0kN/m2.

- Planta tipo.

Peso propio del forjado	(LOSA ARMADA)	450 kg/m ² .	4.5kN/m2.
Cargas muertas		100 kg/m ² .	1.0kN/m2.
Sobrecarga de uso		200 kg/m ² .	2.0kN/m2.
TOTAL		750 kg/m² .	7.5kN/m2.

1.5.2. Cerramientos.

- Carga de Cerramientos **800 kg/m² . 8.0kN/m2.**

A lo que hay que sumar el peso propio del resto de elementos estructurales, densidad media de 2.5 T/m³, en el hormigón y 7.85 T/m³, en el acero.

1.6.- EXPOSICIÓN AMBIENTAL.

Dependiendo de la situación del edificio, o elemento estructural se determinará la clase de exposición en función del artículo 8.2.2 y de las tablas 8.2.2 y 8.2.3ª de la EHE.

Grado de exposición del edificio: NORMAL IIIa Elementos revestidos.

1.7.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

- Tipo de hormigón en cimentación: HA25-P-40-IIa
- Tipo de hormigón en estructura: HA30-P-20-IIIa
- Cemento: CEM II 42.5
- Árido: Machaqueo calcáreo
- Acero: Corrugados B 500 S
- Mallazos B 500 T
- Laminado A42b



1.8.- SIMULTANEIDAD DE ACCIONES.

Se computarán las hipótesis de carga que a continuación se indican y se elegirá la que, en cada caso, resulte más desfavorable. En cada hipótesis deberán tenerse en cuenta solamente aquellas acciones cuya actuación simultánea sea compatible.

Hay que recordar que las acciones se diversifican en:

- Acciones permanentes.
- Acciones permanentes en valor no constante.
- Acciones variables.
- Acciones accidentales.

Y que todas pueden ser, directas o indirectas, fijas o libres.

HIPOTESI I: $\sum_{j>1} \gamma_{g,j} G_{kj} + \gamma_{q,i} Q1$

HIPOTESI II: $\sum_{j>1} \gamma_{g,j} G_{kj} + \sum_{i>1} 0.9 \gamma_{q,i} Q2$

HIPOTESI III: $\sum_{j>1} \gamma_{g,j} G_{kj} + \gamma_A A + \sum_{i>1} 0.8 \gamma_{q,i} Q2$

Ver artículo 13.2 de la EHE. Donde:

G_{kj} : Valor característico de las acciones permanentes.

$Q1$: Valor característico de la acción variable determinante.

$Q2$: Valor representativo de la combinación de acciones variables concomitantes.

A : Valor característico de la acción sísmica.

γ : Coeficientes de mayoración y minoración según la Tabla 12.1 i 12.2

1.9.- DIMENSIONADO DEL ARMADO. HORMIGON ARMADO

El dimensionado del armado a tracción y compresión de los elementos sometidos a esfuerzos de flexión se realizará mediante fórmulas aproximadas. Método más próximo al de la parábola - rectángulo. Cabe distinguir la armadura pasiva de la armadura activa, según las determinaciones del artículo 31 y 32 de la EHE.

1.9.1.- Flexión simple o compuesta con $@ < 0.31$

$$W = (I + M) - @ \quad \text{con } W' = 0$$

1.9.2.- Flexión simple con $@ > 0.31$

$$W = (@ - 0.31) / 1 - d' \quad \text{con } W = W' - 0.41 - A$$

Siendo:

$$\begin{aligned} @ &= M_d / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd}) \\ W &= (A \cdot f_{dy}) / (b \cdot d \cdot f_{cd}) \\ W' &= (A' \cdot f_{yd}) / (d \cdot d \cdot f_{cd}) \\ d' &= d' / d \end{aligned}$$

Donde:

A Sección de acero a tracción y,
 A' Sección de acero a compresión.



1.10.- ESTRUCTURA METÁLICA EA-95.

1.10.1.- Acciones ponderadas.

Según el artículo 3.1.5 de la EA-95 las acciones se clasifican en:

Acciones constantes: Peso propio, cargas permanentes, peso y empuje del terreno, acciones térmicas y asentamientos de las cimentaciones.

Acciones variables: Sobrecarga de uso, sobrecarga de ejecución, nieve, sismo, y acción del viento.

El valor del coeficiente de ponderación de las acciones se calculará de acuerdo con las tablas 3.1.5

1.10.2. Bases de cálculo. Análisis estructural

Las condiciones de agotamiento vienen definidas por el art. 3.1.6 de la EA-95 siendo estas las siguientes:

Raíz de $\frac{1}{2} ((\varphi_I - \varphi_{II})^2 + (\varphi_{II} - \varphi_{III})^2 + (\varphi_{III} - \varphi_I)^2) = \varphi_u$ para un estado de triple tensión, definido por tensiones principales.

Raíz de $\frac{1}{2} ((\varphi_x - \varphi_y)^2 + (\varphi_y - \varphi_z)^2 + (\varphi_z - \varphi_x)^2 + 6(\gamma_{xy}^2 + \gamma_{xz}^2 + \gamma_{yz}^2)) = \varphi_u$ para un estado de triple tensión, en ejes desconocidos. Si $\varphi_I < \varphi_{II} < \varphi_{III} < 0$ tenemos que $\varphi_I = 2\varphi_u$.

Raíz de $\varphi_x^2 + \varphi_y^2 - \varphi_x \varphi_y + 3\gamma_{xy}^2 = \varphi_u$ para un estado plano de tensión. Tensión principal nula.

Raíz de $\varphi_I^2 + \varphi_{II}^2 - \varphi_I \varphi_{II} = \varphi_u$ para un estado definido por las tensiones principales. En un estado simple de tracción o compresión la condición será $\varphi = \varphi_u$.

En un estado de cordura simple la condición será $\gamma_u = 0.576\varphi_u$.

Para estas condiciones se define $\varphi_u = \varphi_e / \zeta_a$ donde φ_e es el límite elástico, 2600 kg/cm² para A42, y ζ_a el coeficiente de minoración de 1.1.

Constantes del acero:

- Módulo de elasticidad E: 2100000 kg/cm²
- Coeficiente de Poisson U: 0.30
- Dilatación térmica η : 0.000012 m/m °C

1.10.4.- Proceso de cálculo.

El proceso de cálculo viene definido por el estudio particular de los elementos estructurales, que conforman las partes de la ampliación o reforma. Dado que la estructura metálica tiene un buen comportamiento de resistencia tanto a compresión como a tracción, se plantea el cálculo para que cumpla con la flecha máxima permitida y definida en cada elemento, siendo las formulas a aplicar las siguientes:

$$f_{\max} = (5pl^4 / 384EI) \text{ para carga lineal en viga biapoyada y,}$$

$$f_{\max} = (pl^3 / 48EI) \text{ para carga puntual centrada en viga biapoyada y,}$$

$$f_{\max} = (pl / 9EI \text{ raíz de } 3)(l^2 - b^2)^{3/4} \text{ para carga puntual descentrada en viga biapoyada.}$$



Se realizará el cálculo a resistencia como comprobación de los resultados obtenidos mediante las directrices anteriores. Se tomará la luz entre soportes como luz de cálculo. La unión de una barra se dispondrá de tal manera que el eje baricéntrico de roblones, tornillería o soldadura de la unión coincida con el de la barra, si no es posible se calculará con la excentricidad. Las cartelas se proyectarán de forma sencilla sin ángulos entrantes y sus dimensiones serán las menores posibles para reducir los esfuerzos secundarios.

Las cargas de peso propio se considerarán aplicadas en los nudos. El valor de las tensiones normales se calcularán teniendo en cuenta las características geométricas de la sección, magnitud y posición respecto a los ejes. Se utilizarán los momentos de inercia y módulos resistentes.

1.11.- ACCIONES DEL VIENTO.

Se ha aplicado la Norma Tecnológica ECV y la NBE-AE-88. Siendo nuestro edificio de planta rectangular o combinación de rectángulos, se considera una presión p a barlovento y una succión s a sotavento sobre cada metro cuadrado de fachada del edificio, cuya suma q se obtiene en función de la altura sobre el nivel del suelo, de la zona eólica y de la situación topográfica del emplazamiento del edificio.

Siendo nuestra **ZONA EÓLICA Y**, la altura del edificio de **6.40 m.** y nuestra situación topográfica **NORMAL**, la carga de viento q en kg/m^2 , será la que resulta de la aplicación de NTE.

1.12.- ACCIONES SÍSMICAS.

De acuerdo con la Norma Sismorresistente, Baleares se considera zona de riesgo sísmico **GRADO VI** por lo que se ha aplicado una acción de este tipo en el cálculo.

1.13.- COEFICIENTE DE SEGURIDAD.

Según tablas adjuntas de la instrucción EHE.

	Hormigón	Acero
Persistente	1.50	1.15
Accidental	1.30	1.00

	Control	Coeficiente
Acero	Reducido	1.20
	Normal	1.15
	Intenso	1.10
Hormigón	Reducido	1.70
	Normal	1.40
	Intenso	1.50



1.14.- ANÁLISIS ESTRUCTURAL.

Se enuncian las hipótesis básicas según el capítulo 5 sobre análisis estructural de la EHE:

- Se admite el proceso de cálculo en agotamiento o método de los estados límites últimos y de servicio. Así como también el estudio elástico - lineal de los materiales., el estudio no lineal y el análisis plástico. Art. 19 de la EHE.
- Las armaduras tienen la misma deformación que el hormigón que las rodea.
- Las secciones permanecen planas después de la deformación.(Bernuolli.)
- Los diagramas de tensión-deformación son los de la parábola-rectángulo.
- Se supone en el hormigón capacidad nula para resistir tracciones, método de bielas y tirantes.
- En cualquier sección, las tensiones han de equilibrar los esfuerzos debidos a las cargas y acciones exteriores.
- En agotamiento, las deformaciones vendrán definidas por el artículo 50.

1.15.- PROCESO DE CÁLCULO.

Para el calculo de los forjados se introduce el perímetro con todas las referencias importantes a tener en cuenta, como son desniveles, huecos, apoyos, cargas lineales y puntuales, etc.

Así mismo se definen las características de los nervios de hormigón (ancho, separación, etc.), capa de compresión y altura total de forjado. Tipos de acero, coeficientes de mayoraciones y coordenada de referencia de nervio de replanteo (tal y como se ve claramente en la introducción de lo descrito en el ordenador).

Se obtiene la carga total por placa, para su posterior uso en la resolución de esfuerzos horizontales y su distribución en pilares y placa general. Dicha distribución nos aporta los momentos en dirección x e y de todos los elementos verticales y horizontales así como los datos necesarios para la obtención final de armados y dimensiones.

Todo el proceso descrito se resuelve por sistema matricial según programa de cálculo , comercializada por la empresa informática CYPE de cálculo de estructuras, programa que se adapta en todos sus aspectos a las hipótesis básicas de cálculo enunciadas.

Estudio de detalles y puntos singulares de la obra y delineación.

1.16.- EMPLEO DE MATERIALES Y APARATOS

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos, sin que antes sean examinados y aceptados por la dirección técnica, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista las muestras y modelos necesarios previamente contraseñados, para efectuar con ellos las comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones vigente en la obra.

1.17.- SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

El Contratista deberá adoptar los medios y medidas que señala el Estudio de Seguridad e Higiene, y cumplirá los preceptos vigentes correspondientes.



1.18.- CURADO DEL HORMIGÓN

El hormigón colocado en obra debe regarse de forma abundante y cuanto más mejor.

El curado debe extenderse como mínimo 7 días y en las estaciones muy calurosas y con viento seco, conviene adoptar precauciones suplementarias que protejan el hormigón: sacos húmedos, plásticos, líquidos de curado, balsas de agua, etc.

En Palma de Mallorca, Junio de 2007

ESPAIS D'ARQUITECTURA ESTUDI TECNIC SL.
Nadal A. Caldentey Gayá
Manel Mingot Cortés



ANEXO ESTUDIO GEOTECNICO

VER ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL SOLAR, POR PARTE DE LA EMPRESA LBC, DE FECHA 20/12/05, VISADO NÚM. 15578.

