

## Seguridad Estructural

### Prescripciones aplicables conjuntamente con DB-SE

El DB-SE constituye la base para los Documentos Básicos siguientes y se utilizará conjuntamente con ellos:

	apartado		Procede	No procede
DB-SE	3.1.1	Seguridad estructural:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-AE	3.1.2.	Acciones en la edificación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-C	3.1.3.	Cimentaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-A	3.1.7.	Estructuras de acero	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DB-SE-F	3.1.8.	Estructuras de fábrica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
DB-SE-M	3.1.9.	Estructuras de madera	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Deberán tenerse en cuenta, además, las especificaciones de la normativa siguiente:

	apartado		Procede	No procede
NCSE	3.1.4.	Norma de construcción sismorresistente	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
EHE	3.1.5.	Instrucción de hormigón estructural	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EFHE	3.1.6	Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.( BOE núm. 74,Martes 28 marzo 2006)

**Artículo 10. Exigencias básicas de seguridad estructural (SE).**

1. El objetivo del requisito básico «Seguridad estructural» consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, fabricarán, construirán y mantendrán de forma que cumplan con una fiabilidad adecuada las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. Los Documentos Básicos «DB SE Seguridad Estructural», «DB-SE-AE Acciones en la edificación», «DBSE-C Cimientos», «DB-SE-A Acero», «DB-SE-F Fábrica» y «DB-SE-M Madera», especifican parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad estructural.
4. Las estructuras de hormigón están reguladas por la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

**10.1 Exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad:** la resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.

**10.2 Exigencia básica SE 2: Aptitud al servicio:** la aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.



### Análisis estructural y dimensionado

Proceso	<div>-DETERMINACIÓN DE SITUACIONES DE DIMENSIONADO</div> <div>-ESTABLECIMIENTO DE LAS ACCIONES</div> <div>-ANÁLISIS ESTRUCTURAL</div> <div>-DIMENSIONADO</div>	
Situaciones de dimensionado	PERSISTENTES	condiciones normales de uso
	TRANSITORIAS	condiciones aplicables durante un tiempo limitado.
	EXTRAORDINARIAS	condiciones excepcionales en las que se puede encontrar o estar expuesto el edificio.
Periodo de servicio	50 Años	
Método de comprobación	Estados límites	
Definición estado limite	Situaciones que de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple con alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido	
Resistencia y estabilidad	<div>ESTADO LIMITE ÚLTIMO:</div> <div>Situación en la que, de ser superada, existe un riesgo para las personas, ya sea por una puesta fuera de servicio o por colapso parcial o total de la estructura:</div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>- Pérdida de equilibrio.</li><li>- Deformación excesiva.</li><li>- Transformación de la estructura en mecanismo.</li><li>- Rotura de elementos estructurales o de sus uniones.</li><li>- Inestabilidad general o de determinados elementos estructurales.</li></ul></div>	
Aptitud de servicio	<div>ESTADO LIMITE DE SERVICIO</div> <div>Situación en la que, de ser superada, afecta:</div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>- El nivel de confort y bienestar de los usuarios.</li><li>- El correcto funcionamiento del edificio.</li><li>- La apariencia de la construcción .</li></ul></div>	

## Acciones

Clasificación de las acciones

PERMANENTES	Aquellas que actúan en todo instante, con posición constante y valor constante (pesos propios) o con variación despreciable, como las acciones reológicas
VARIABLES	Aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio: Generalmente el uso y las acciones climáticas (viento y nieve).
ACCIDENTALES	Aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña pero de gran importancia: sismo, incendio, impacto o explosión.

Valores característicos de las acciones

Los valores de las acciones considerados en el cálculo se recogerán en tabla anexa.

Datos geométricos de la estructura

La definición geométrica de la estructura está indicada en los planos de proyecto. Se desarrollan las estructuras necesarias para la ejecución del nuevo edificio y rampa de acceso al mismo.

El edificio de nueva ejecución contará con estructura formada por pilares de acero y forjados de vigueta de hormigón y bovedilla cerámica. El forjado de planta inferior será un forjado de vigueta autoportante, con interejes de 60,0 c, bovedilla cerámica y de 25 cm de canto total, apoyado sobre muretes de fábrica de ladrillo.

El forjado de cubierta será de semivigueta de hormigón, intereje de 70,0 cm, bovedilla cerámica y 27,0 cm de canto total. Este forjado cuenta con un hueco de sección necesaria para el paso del conducto de extracción de humos de la cocina. Este forjado tiene dimensiones en planta de 6,81 m x 5,60 m, de forma que las luces resultantes son reducidas. No son necesarias vigas de cuelgue, todas ellas son planas de 27 cm de canto.

En el caso del forjado de planta baja, este se apoya sobre muretes de fábrica de ladrillo tosco de un pie de espesor. El forjado de cubierta apoya sobre pilares metálicos dispuestos en tres pórticos, de forma que tenemos dos crujiás. Los pilares se han dispuesto de forma que la nueva cimentación no interfiera con la existente, es decir, la intención es mantener el nuevo bloque absolutamente independiente del existente. Esto lleva a la aparición de una junta estructural en cada nivel, según la línea de límite entre ambos forjados, el existente y el nuevo.

La cimentación, formada por zapatas corridas de hormigón armado, se apoya sobre un estrato de gran resistencia constituido por la piedra granítica propia de la sierra de Madrid. Este sustrato aparece a 1,20 / 1,60 m de profundidad, de forma que el apoyo de cimentaciones será ejecutado a esa cota con hormigón de limpieza con una altura aproximada de 80 o 90 cm. Posteriormente la zapata corrida con altura de 50 cm.

La ejecución de cimentación requiere de demoliciones previas (pequeño cuerpo hoy dedicado a despensa, vallado de la zona de patio que será edificada, fachada actual de la cocina). Una vez realizadas, será preciso picar la solera existente para la apertura de las zanjas de cimentación hasta la cota indicada en planos y que ha sido determinada (ya mencionada) por el estudio geotécnico realizado. Una vez hecho esto, formación de zapatas corridas mediante la excavación de tierras y colocación de hormigón de limpieza hasta alcanzar la cota de firme y hormigón armado HA-25 N/mm<sup>2</sup>/B/20/II. Sobre las zapatas, y antes del apoyo de los pilares metálicos, se ejecutarán "enanos" de 25x25 cm de sección sobre los cuales disponer la placa de apoyo de esos soportes metálicos. Los enanos quedarán sensiblemente "dentro" del trazado de esos muretes sobre los cuales se ejecutará el forjado, pero no perfectamente centrados (ver planos).

El apoyo de los pilares metálicos será sobre placas dispuestas en la cara superior del forjado sanitario y coincidentes en planta con los enanos mencionados. Se realizará la conexión de las estructuras metálicas a tierra, mediante la colocación de arqueta de tierra de polipropileno de 200x200x215 mm con tapa, que dispone pica de acero con recubrimiento de cobre de 2 m de longitud y 14,3 mm de diámetro y sacos de sales minerales para mejora de la conductividad del terreno. Se realizará la conexión a tierra con conductor desnudo de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> para redes de tierra, compuesto por cobre electrolítico rígido clase 2 según norma UNE-EN 60228/ EN 60228 /IEC 60228. Construidos con formaciones cableadas de cobre electrolítico rígido clase 2 según UNE 21022. Realización de soldadura aluminotérmica entre cable desnudo de cobre y placa, ejecutada por medio de molde de grafito.

Los pilares P1-P4 y P7-P8 se conectan entre sí con dos barras dispuestas en diagonal, a modo de cruz de San Andrés, y de sección LPN 50.4 para garantizar la estabilidad ante movimientos horizontales del conjunto. Estas barras se sueldan en su base a la placa de arranque de los pilares y a cara de pilar en su extremo superior.

La rampa de acceso está formada por doble tablero de rasilla apoyado sobre muretes de fábrica de ladrillo tosco de medio pie de espesor, con capa de mortero de cemento ligeramente armado, de no menos de 7,0 cm de espesor.

Características de los materiales	Los valores característicos de las propiedades de los materiales se detallarán a continuación:
	Hormigón en forjados: HA-25 Coef. Seguridad: 1,15. Nivel Control Normal.
	Hormigón en cimentación: HA-25 IIa Coef. Seguridad: 1,15. Nivel Control Normal.
	Acero de armar: B-400 S. Coef. Seguridad: 1,15. Nivel Control Normal.
	Acero laminado en pilares: S275

Modelo análisis estructural	Se realiza un cálculo espacial en tres dimensiones por métodos matriciales de rigidez, formando las barras los elementos que definen la estructura: pilares, vigas y brochales. Se establece la compatibilidad de deformación en todos los nudos considerando seis grados de libertad y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta (dada su rigidez), para simular el comportamiento del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo. A los efectos de obtención de solicitaciones y desplazamientos, para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales, por tanto, un cálculo en primer orden. La estructura cuenta, aunque sus nudos son rígidos, con algunos planos de arriostramiento verticales que minimizan los desplazamientos de los nudos de forma que se considera, en el cálculo, intraslacional.
-----------------------------	--

#### Verificación de la estabilidad

$E_d, dst \leq E_d, stb$	<b><math>E_d, dst</math></b> : valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras <b><math>E_d, stb</math></b> : valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras
--------------------------	---

#### Verificación de la resistencia de la estructura

$E_d \leq R_d$	$E_d$ : valor de cálculo del efecto de las acciones $R_d$ : valor de cálculo de la resistencia correspondiente
----------------	---

#### Combinación de acciones

El valor de cálculo de las acciones correspondientes a una situación persistente o transitoria, así como de las acciones correspondientes a una situación extraordinaria y los correspondientes coeficientes de seguridad se han obtenido de indicaciones de los DBs (SE-AE, SE-EA) correspondientes y de EHE vigente.
Para los valores de cálculo de las acciones se ha considerado 0 o 1 si su acción es favorable o desfavorable respectivamente.

#### Verificación de la aptitud de servicio

Se considera un comportamiento adecuado en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro si se cumple que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto.
--

Flechas	La limitación de flecha activa establecida en general es de 1/400 de la luz
Desplazamientos horizontales	El desplome total limite es 1/400 de la altura total

## **2. Acciones en la edificación (SE-AE)**

<b>Acciones Permanentes (G):</b>	Peso Propio de la estructura:	Corresponde a los elementos de hormigón armado y de acero laminado que conforman la estructura en su conjunto, calculados a partir de su sección bruta y multiplicados por su peso específico. 25,0 kN/m <sup>3</sup> (peso específico del hormigón armado) en elementos macizados de hormigón como pilares enanos, zapatas y zunchos bajo planta acceso, capas de compresión y elementos prefabricados de hormigón, paredes y muros. En losas macizas será el canto h (cm) x 25 kN/m <sup>3</sup> . En elementos de acero, el peso específico es de 75 kN/m <sup>3</sup> .
	Cargas Muertas:	Se estiman uniformemente repartidas en la planta. Son elementos tales como el pavimento y la tabiquería (aunque esta última podría considerarse una carga variable, si su posición o presencia varía a lo largo del tiempo. De hecho, en este proyecto se ha considerado como variable ya que el coeficiente de seguridad que se le aplica es más conservador).
	Peso propio de tabiques pesados y muros de cerramiento:	Éstos se consideran al margen de la sobrecarga de tabiquería. En el anejo C del DB-SE-AE se incluyen los pesos de algunos materiales y productos, que han servido para la obtención de la carga a considerar en cálculo. El pretensado se rige por lo establecido en la Instrucción EHE. Las acciones del terreno se tratan de acuerdo con lo establecido en DB-SE-C.

<b>Acciones Variables (Q):</b>	La sobrecarga de uso:	Se adoptan los valores de la tabla 3.1. Los equipos pesados situados en planta de acceso también están cubiertos por los valores indicados.
	Las acciones climáticas:	<p><u>El viento:</u> Las disposiciones del DB-SE AE no son de aplicación en los edificios situados en altitudes superiores a 2.000 m (no es el caso). En general, las estructuras habituales de edificación no son sensibles a los efectos dinámicos del viento y podrán despreciarse estos efectos en edificios cuya esbeltez máxima (relación altura y anchura del edificio) sea menor que 6 (no es el caso en uno de los sentidos). En los casos especiales de estructuras sensibles al viento será necesario efectuar un análisis dinámico detallado.</p> <p><i>Los coeficientes de presión exterior e interior se encuentran en el Anejo D de CTE DB-SE-AE.</i></p> <p><u>La temperatura:</u> En estructuras habituales de hormigón estructural o metálicas formadas por pilares y vigas, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan de juntas de dilatación a una distancia máxima de 40 metros (es el caso, en todo el proyecto no existen elementos estructurales de dimensión superior a esa)</p> <p><u>La nieve:</u> Este documento no es de aplicación a edificios situados en lugares que se encuentren en altitudes superiores a las indicadas en la tabla 3.11. En cualquier caso, incluso en localidades en las que el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal Sk=0 se adoptará una sobrecarga no menor de 0.20 Kn/m<sup>2</sup>.</p>
	Las acciones químicas, físicas y biológicas:	Las acciones químicas que pueden causar la corrosión de los elementos de acero se pueden caracterizar mediante la velocidad de corrosión que se refiere a la pérdida de acero por unidad de superficie del elemento afectado y por unidad de tiempo. La velocidad de corrosión depende de parámetros ambientales tales como la disponibilidad del agente agresivo necesario para que se active el proceso de la corrosión, la temperatura, la humedad relativa, el viento o la radiación solar, pero también de las características del acero y del tratamiento de sus superficies, así como de la geometría de la estructura y de sus detalles constructivos. El sistema de protección de las estructuras de acero se ha regido por el DB-SE-A. En cuanto a las estructuras de hormigón estructural, por el Art.3.4.2 del DB-SE-AE.
	Acciones accidentales (A):	Los impactos, las explosiones, el sismo, el fuego. Las acciones debidas al sismo están definidas en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02. Madrid no es zona en la que sea obligatoria la consideración de la acción sísmica. No se ha tenido en cuenta. En este documento básico solamente se recogen los impactos de los vehículos en los edificios, por lo que solo representan las acciones sobre las estructuras portantes. Los valores de cálculo de las fuerzas estáticas equivalentes al impacto de vehículos están reflejados en la tabla 4.1.



**Cargas gravitatorias por niveles.**

Conforme a lo establecido en el DB-SE-AE en la tabla 3.1 y al Anexo A.1 y A.2 de la EHE, las acciones gravitatorias, así como las sobrecargas de uso, tabiquería y nieve que se han considerado para el cálculo de la estructura de este edificio son las indicadas:

Niveles	Sobrecarga de Uso	Sobrecarga de Tabiquería / Nieve	Peso propio losas/forjados	Peso propio del Solado	Carga Total
Nivel 1. Forjado Baja.	3,00 KN/m <sup>2</sup>	1,00 KN/m <sup>2</sup>	2,73 KN/m <sup>2</sup>	1,75 KN/m <sup>2</sup>	8,48 KN/m <sup>2</sup>
Nivel 2. Forjado Cubierta	1,00 KN/m <sup>2</sup>	1,00 KN/m <sup>2</sup>	2,76 KN/m <sup>2</sup>	3,00 KN/m <sup>2</sup>	7,76 KN/m <sup>2</sup>
Acción de Viento:					Según normativa

La sobre carga de nieve se considera No coincidente (no simultaneable) con la sobrecarga de uso de mantenimiento en cubierta.

### **3. Cimentaciones (SE-C)**

### Bases de cálculo

Método de cálculo:

El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites Últimos (apartado 3.2.1 DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2 DB-SE). El comportamiento de la cimentación se comprueba frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud de servicio.

Verificaciones:

Las verificaciones de los Estados Límites están basadas en el uso de un modelo adecuado para el sistema de cimentación elegido y el terreno de apoyo de la misma.

Acciones:

Se ha considerado las acciones que actúan sobre el edificio soportado según el documento DB-SE-AE y las acciones geotécnicas que transmiten o generan a través del terreno en que se apoya según el documento DB-SE en los apartados (4.3 - 4.4 – 4.5).

### Estudio geotécnico disponible

Generalidades:

El análisis y dimensionamiento de la cimentación exige el conocimiento previo de las características del terreno de apoyo, la tipología del edificio previsto y el entorno donde se ubica la construcción. Se ha dispuesto de Estudio Geotécnico.

Datos estimados

Ver Estudio Geotécnico disponible

Tipo de reconocimiento:

Se ha realizado un reconocimiento geotécnico exhaustivo del terreno.

Parámetros geotécnicos estimados:

Cota de cimentación	Ver Estudio Geotécnico disponible
Estrato previsto para cimentar	Ver Estudio Geotécnico disponible
Nivel freático.	Ver Estudio Geotécnico disponible
Tensión admisible considerada	-
Peso específico del terreno	
Angulo de rozamiento interno del terreno	
Coefficiente de empuje en reposo	
Valor de empuje al reposo	
Coefficiente de Balasto	

### Estudio geotécnico realizado

Generalidades:

El análisis y dimensionamiento de la cimentación exige el conocimiento previo de las características del terreno de apoyo, la tipología del edificio previsto y el entorno donde se ubica la construcción. Se ha dispuesto de Estudio Geotécnico.

Empresa:

MAC INGENIO S.L.

Nombre del autor/es firmantes:

Redactado por Luis Tissera Bracamonte.

Titulación/es:

Ingeniero de Caminos.

Número de Sondeos:

3 ensayos DPSH.

Descripción de los terrenos:

Nivel A: Hormigón de solera, solado y rellenos, limo arenoso marrón. Aparece hasta una profundidad del orden de 1,00m,  
  
Este nivel A de relleno es de mala calidad geotécnica e inadecuado como apoyo de cimentación.  
  
Nivel B: Granito descompuesto, jabre. Aparece hasta la cota -1,20 / -1,60. No apto para el apoyo de cimentaciones  
  
Nivel C: Macizo granítico masivo. Altamente resistente, estrato de apoyo.

### Cimentación:

Descripción:

Superficial. Zapatas corridas para apoyo de muretes de soporte de forjado sanitario y enanos de base para arranque de pilares metálicos.

Material adoptado:

Hormigón armado. Será HA-25/B/20/IIa. El hormigón de limpieza será HM-20/B/20/IIa.

Dimensiones y armado:

Las dimensiones y armados se indican en planos de estructura y se describen en el punto anterior "descripción".

Condiciones de ejecución:

Empotramiento de al menos 10,0 cm en el firme.

**Sistema de contenciones:**

Descripción:

No procede

Material adoptado:

Dimensiones y armado:

Condiciones de ejecución:

No hay elementos de contención de tierras proyectados.

#### **4. Acción sísmica (NCSE-02)**

RD 997/2002 , de 27 de Septiembre, por el que se aprueba la Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).

**Según la Norma vigente, en Madrid y alrededores no son de aplicación las exigencias al ser su aceleración básica inferior a la mínima exigida.**

**No se ha considerado acción sísmica.**

**5. Cumplimiento de la instrucción de  
hormigón estructural EHE**

(RD 2661/1998, de 11 de Diciembre, por el que se aprueba  
la instrucción de hormigón estructural)

### 3.1.1.3. Estructura

Descripción del sistema estructural:	<p>Forjados unidireccionales de vigueta de hormigón (autoportante o semivigueta según el forjado considerado), bovedilla cerámica.</p> <p>Forjado inferior apoyado sobre muretes de fábrica de ladrillo de 24 cm de espesor.</p> <p>Forjado superior soportado por pilares de acero laminado. Se forman tres pórticos principales paralelos, de dos vanos (tres apoyos) cada uno de ellos. Vigas planas.</p>
--------------------------------------	--

### 3.1.1.4. Programa de cálculo:

Nombre comercial:	CYPE 2016.h
Empresa	Cype Ingenieros S.A. Avda. Eusebio Sempere, 5. 03003 Alicante
Descripción del programa: idealización de la estructura: simplificaciones efectuadas.	<p>El programa realiza un cálculo espacial en tres dimensiones por métodos matriciales de rigidez, formando las barras los elementos que definen la estructura: pilares, vigas, brochales y viguetas o, en este caso, placas alveolares. Se establece la compatibilidad de deformación en todos los nudos considerando seis grados de libertad y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo.</p> <p>A los efectos de obtención de solicitaciones y desplazamientos, para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales, por tanto, un cálculo en primer orden.</p>

### Memoria de cálculo

Método de cálculo	<p>El dimensionado de secciones de hormigón (correspondiente a zapatas y pilares enanos situados bajo pilares metálicos) se realiza según la Teoría de los Estados Límites de la vigente EHE, artículo 8, utilizando el Método de Cálculo en Rotura.</p> <p>En el caso de la parte metálica de la estructura (pilares y vigas de acero laminado), se realiza por medio de las comprobaciones indicadas en CTE DB-SEA.</p>						
Redistribución de esfuerzos:							
Deformaciones	<table><tr><th>Lím. flecha total</th><th>Lím. flecha activa</th><th>Máx. recomendada</th></tr><tr><td>L/250</td><td>L/400</td><td>1cm.</td></tr></table> <p>Valores de acuerdo al artículo 50.1 de la EHE.</p> <p>Para la estimación de flechas se considera la Inercia Equivalente (<math>I_e</math>) a partir de la Formula de Branson.</p> <p>Se considera el módulo de deformación <math>E_c</math> establecido en la EHE, art. 39.1.</p>	Lím. flecha total	Lím. flecha activa	Máx. recomendada	L/250	L/400	1cm.
Lím. flecha total	Lím. flecha activa	Máx. recomendada					
L/250	L/400	1cm.					
Cuantías geométricas	Serán como mínimo las fijadas por la instrucción en la tabla 42.3.5 de la Instrucción vigente.						

### 3.1.1.5. Estado de cargas consideradas:

Las combinaciones de las acciones consideradas se han establecido siguiendo los criterios de:

NORMA ESPAÑOLA EHE  
DOCUMENTO BASICO SE (CODIGO TÉCNICO)

Los valores de las acciones serán los recogidos en:

DOCUMENTO BASICO SE-AE (CODIGO TECNICO)  
ANEJO A del Documento Nacional de Aplicación de la norma UNE ENV 1992 parte 1, publicado en la norma EHE

**Cargas verticales (valores en servicio). Se han relacionado en tabla incluida en el punto 3.1.2.**

Verticales: Cerramientos

8,50 kN/ml. Carga desciende directamente a cimentación, no afecta a forjado ni vigas del nivel de sanitario

Horizontales: Antepechos

2.0 KN/m a 0.90 metros de altura

Horizontales: Viento

Se ha considerada la acción del viento estableciendo una presión dinámica de valor  $W = 1,00 \text{ kN/m}^2$  sobre la superficie de fachadas. Esta presión se corresponde con situación normal, altura no mayor de 30 metros y velocidad del viento de 125 km/hora. Esta presión se ha considerado actuando en los dos ejes principales de la edificación y en ambos sentidos posibles. Su incidencia se resuelve colocando cruces de San Andrés para equilibrar esfuerzos horizontales.

Cargas Térmicas

Dadas las dimensiones del edificio, no se ha considerado necesario tener en cuenta este tipo de carga. No se ha contabilizado la acción de la carga térmica.

Sobrecargas En El Terreno

No se ha considerado al encontrarse el edificio suficientemente alejados de las vías rodadas y no existir elementos de contención.

### 3.1.1.5. Características de los materiales:

-Hormigón  
-tipo de cemento...  
-tamaño máximo de árido...  
-máxima relación agua/cemento  
-mínimo contenido de cemento  
- $F_{CK}$ ...  
-tipo de acero...  
- $F_{YK}$ ...

HA-25/B/20/Ila (en forjados o losas)  
CEM I  
20 mm.  
0.60  
 $275 \text{ kg/m}^3$   
 $25 \text{ Mpa (N/mm}^2\text{)} = 255 \text{ Kg/cm}^2$   
B-400S  
 $400 \text{ N/mm}^2 = 4100 \text{ kg/cm}^2$

### Coefficientes de seguridad y niveles de control

El nivel de control de ejecución de acuerdo al artº 95 de EHE para esta obra es normal.  
El nivel control de materiales es estadístico para el hormigón y normal para el acero de acuerdo a los artículos 88 y 90 de la EHE respectivamente

Hormigón	Coeficiente de minoración		1.50
	Nivel de control		ESTADISTICO
Acero	Coeficiente de minoración		1.15
	Nivel de control		NORMAL
Ejecución	Coeficiente de mayoración		
	Cargas Permanentes...	1.5	Cargas variables 1.6
	Nivel de control...		NORMAL

### Durabilidad

Recubrimientos exigidos:

Al objeto de garantizar la durabilidad de la estructura durante su vida útil, el artículo 37 de la EHE establece los siguientes parámetros:

Recubrimientos:

A los efectos de determinar los recubrimientos exigidos en la tabla 37.2.4. de la vigente EHE, se considera toda la estructura en ambiente Ila: esto es exteriores sometidos a humedad alta (>65%).  
Para el ambiente Ila se exigirá un recubrimiento mínimo de 25 mm, lo que requiere un recubrimiento nominal de 35 mm.  
Para garantizar estos recubrimientos se exigirá la disposición de separadores homologados de acuerdo con los criterios descritos en cuando a distancias y posición en el artículo 66.2 de la vigente EHE.



Cantidad mínima de cemento:	Para el ambiente considerado, la cantidad mínima de cemento requerida es de 275 kg/m <sup>3</sup> .
Cantidad máxima de cemento:	Para el tamaño de árido previsto de 20 mm. la cantidad máxima de cemento es de 375 kg/m <sup>3</sup> .
Resistencia mínima recomendada:	Para ambiente IIa la resistencia mínima es de 25 Mpa.
Relación agua cemento:	la cantidad máxima de agua se deduce de la relación $a/c \leq 0.60$



### 3.1.8.1. Bases de cálculo

#### Criterios de verificación

La verificación de los elementos estructurales de acero se ha realizado:

<input type="checkbox"/>	Manualmente	<input type="checkbox"/>	Toda la estructura:	
		<input type="checkbox"/>	Parte de la estructura:	
<input checked="" type="checkbox"/>	Mediante programa informático	<input checked="" type="checkbox"/>	Toda la estructura	Nombre del programa: CypeCAD
				Versión: 2016H
				Empresa: Cype Ingenieros S.L.
				Domicilio: Avda. Eusebio Sempere, 5. 03003 Alicante
		<input type="checkbox"/>	Parte de la estructura:	Identificar los elementos de la estructura:
				Nombre del programa:
				Versión:
				Empresa:
				Domicilio:

Se han seguido los criterios indicados en el Código Técnico para realizar la verificación de la estructura en base a los siguientes estados límites:

Estado límite último	Se comprueba los estados relacionados con fallos estructurales como son la estabilidad y la resistencia.
Estado límite de servicio	Se comprueba los estados relacionados con el comportamiento estructural en servicio.

#### Modelado y análisis

El análisis de la estructura se ha basado en un modelo que proporciona una previsión suficientemente precisa del comportamiento de la misma.  
 Las condiciones de apoyo que se consideran en los cálculos corresponden con las disposiciones constructivas previstas.  
 No se han considerado los incrementos producidos en los esfuerzos por causa de las deformaciones (efectos de 2º orden). Es decir, se ha realizado cálculo de primero orden.  
 Cabe añadir que en el modelo se han considerado los nudos de encuentro de barras como rígidos.

<input checked="" type="checkbox"/>	la estructura está formada por pilares y vigas	<input type="checkbox"/>	existen juntas de dilatación	<input type="checkbox"/>	separación máxima entre juntas de dilatación	D<40 metros	¿Se han tenido en cuenta las acciones térmicas y reológicas en el cálculo?	si <input type="checkbox"/>	► No necesario en la nueva estructura al ser la dimensión longitudinal de elementos continuos inferior a 40,0 m. Se forma junta entre el nuevo bloque y el preexistente
		<input type="checkbox"/>	no existen juntas de dilatación				¿Se han tenido en cuenta las acciones térmicas y reológicas en el cálculo?	si <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	La estructura se ha calculado teniendo en cuenta las solicitaciones transitorias que se producirán durante el proceso constructivo								
<input checked="" type="checkbox"/>	Durante el proceso constructivo no se producen solicitaciones que aumenten las inicialmente previstas para la entrada en servicio del edificio								

### Estados límite últimos

La verificación de la capacidad portante de la estructura de acero se ha comprobado para el estado límite último de estabilidad, en donde:

$E_{d,dst} \leq E_{d,stb}$	siendo: $E_{d,dst}$ el valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras $E_{d,stb}$ el valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras
----------------------------	--

y para el estado límite último de resistencia, en donde

$E_d \leq R_d$	siendo: $E_d$ el valor de cálculo del efecto de las acciones $R_d$ el valor de cálculo de la resistencia correspondiente
----------------	--

Al evaluar  $E_d$  y  $R_d$ , no se han tenido en cuenta los efectos de segundo orden, de acuerdo con los criterios establecidos en el Documento Básico.

### Estados límite de servicio

Para los diferentes estados límite de servicio se ha verificado que:

$E_{ser} \leq C_{lim}$	siendo: $E_{ser}$ el efecto de las acciones de cálculo; $C_{lim}$ valor límite para el mismo efecto.
------------------------	--

### Geometría

En la dimensión de la geometría de los elementos estructurales se ha utilizado como valor de cálculo el valor nominal de proyecto. La geometría de pórticos se describe en la primera parte de esta memoria.

### 3.1.8.2. Durabilidad

Se han considerado las estipulaciones del apartado “3 Durabilidad” del “Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero”, y que además se recogerán en el presente proyecto en el apartado de “Pliego de Condiciones Técnicas”.

*Todos los elementos de acero pertenecientes a la estructura de los edificios (básicamente, pilares aislados, vigas y algunos angulares de sustentación de losas y forjados y sus anclajes) estarán convenientemente protegidos frente a la corrosión por una doble capa de pintura de minio.*

*Las pinturas a aplicar serán convenientemente almacenadas (de acuerdo a las instrucciones del fabricante) y se aplicarán dentro de su periodo de vida útil (se comprobará expresamente que no hayan caducado). Su aplicación se realizará de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Las superficies sobre las que se aplicarán habrán sido convenientemente preparadas según instrucciones contenidas en UNE ENV 1090-1: 1997. Se habrán eliminado, mediante chorro o cepillado (en caso de imposibilidad de aplicación de chorro), la cascarilla de laminación y restos de grasa, barnices, polvo o cualquier otra sustancia.*

*En la aplicación de pintura de esmalte final, se tendrán en cuenta las consideraciones de UNE ENV 1090-1: 1997.*

**Respecto a la resistencia a fuego de la estructura, los pilares de acero laminado y las barras que forman las cruces de San Andrés se protegerán con pintura intumescente resistentes a fuego tal que pueda certificarse su resistencia a fuego durante 60 minutos (R60), correspondiente a edificio de uso docente con altura de evacuación inferior a 15,0 m. Bajo el forjado de cubierta y de planta primera (es decir, en el techo de la cocina) se aplicará un tendido de yeso que garantizará que ese elemento estructural es R60.**

La consideración de cocina como zona integrada en el mismo sector que el resto del edificio se basa en que “En usos distintos de *Hospitalario* y *Residencial Público* no se consideran locales de riesgo especial las cocinas cuyos aparatos estén protegidos con un sistema automático de extinción, aunque incluso en dicho caso les es de aplicación lo que se establece en la nota (2). En el capítulo 1 de la Sección SI4 de este DB, se establece que dicho sistema debe existir cuando la potencia instalada exceda de 50 kW.”

Además, en cocinas, para la determinación de la potencia instalada sólo se considerarán los aparatos directamente destinados a la preparación de alimentos y susceptibles de provocar ignición. Las freidoras y las sartenes basculantes se computarán a razón de 1 kW por cada litro de capacidad, independientemente de la potencia que tengan.

**Por todo lo anterior, se decide instalar sistema de protección contra incendios de los equipamientos implicados en la preparación de alimentos (concretamente la campana, fuegos, marmita y freidora), de forma que la cocina no se considerará local de riesgo especial. Este aspecto se desarrolla en la memoria justificativa de cumplimiento de DB-SI. El resto de equipamiento existente en la cocina (cámaras de frío, hornos, peladora de patatas, ...**

### 3.1.8.3. Materiales

El tipo de acero utilizado en chapas y perfiles es:

Designación	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	f <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )			f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
S235JR S235J0 S235J2	235	225	215	360	20 0 -20
S275JR S275J0 S275J2	275	265	255	410	2 0 -20
S355JR S355J0 S355J2 S355K2	355	345	335	470	20 0 -20 -20 <sup>(1)</sup>
S450J0	450	430	410	550	0

<sup>(1)</sup> Se le exige una energía mínima de 40J.

f<sub>y</sub> tensión de límite elástico del material

f<sub>u</sub> tensión de rotura

#### 3.1.8.4. Análisis estructural

La comprobación ante cada estado límite se realiza en dos fases: determinación de los efectos de las acciones (esfuerzos y desplazamientos de la estructura) y comparación con la correspondiente limitación (resistencias y flechas y vibraciones admisibles respectivamente). En el contexto del "*Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero*" a la primera fase se la denomina de *análisis* y a la segunda de *dimensionado*.

#### 3.1.8.5. Estados límite últimos

La comprobación frente a los estados límites últimos supone la comprobación ordenada frente a la resistencia de las secciones, de las barras y las uniones.

El valor del límite elástico utilizado será el correspondiente al material base según se indica en el apartado 3 del "*Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero*". No se considera el efecto de endurecimiento derivado del conformado en frío o de cualquier otra operación.

Se han seguido los criterios indicados en el apartado "6 Estados límite últimos" del "*Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero*" para realizar la comprobación de la estructura, en base a los siguientes criterios de análisis:

- a) Descomposición de la barra en secciones y cálculo en cada uno de ellas de los valores de resistencia:
  - Resistencia de las secciones a tracción
  - Resistencia de las secciones a corte
  - Resistencia de las secciones a compresión
  - Resistencia de las secciones a flexión
  - Interacción de esfuerzos:
    - Flexión compuesta sin cortante
    - Flexión y cortante
    - Flexión, axil y cortante
- b) Comprobación de las barras de forma individual según esté sometida a:
  - Tracción
  - Compresión
  - La estructura se ha considerado intraslacional
  - Flexión
  - Interacción de esfuerzos:
    - Elementos flectados y traccionados
    - Elementos comprimidos y flectados

#### 3.1.8.6. Estados límite de servicio

Para las diferentes situaciones de dimensionado se ha comprobado que el comportamiento de la estructura en cuanto a deformaciones, vibraciones y otros estados límite, está dentro de los límites establecidos en el apartado "7.1.3. Valores límites" del "*Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Estructuras de acero*".

Madrid, Marzo de 2018

El Arquitecto

Fdo.: D. Ignacio de Rojas Sánchez