

<b>PROYECTO DE EJECUCIÓN</b>
<b>EDIFICIO DE 2 VIVIENDAS (VPO)</b>
<b>CALLE ZAMORANO N°68.</b>
<b>MÁLAGA</b>

Pag. 1 de 480

**ENERO 2010**

**Hoja resumen de los datos generales:**

Fase de proyecto:	EJECUCIÓN
Título del Proyecto:	EDIFICIO DE 2 VIVIENDAS (VPO).
Emplazamiento:	CALLE ZAMORANO N°68. MÁLAGA.

**Usos del edificio**

Uso principal del edificio:

<input checked="" type="checkbox"/> residencial	<input type="checkbox"/> turístico	<input type="checkbox"/> transporte	<input type="checkbox"/> sanitario
<input type="checkbox"/> comercial	<input type="checkbox"/> industrial	<input type="checkbox"/> espectáculo	<input type="checkbox"/> deportivo
<input type="checkbox"/> oficinas	<input type="checkbox"/> religioso	<input type="checkbox"/> agrícola	<input type="checkbox"/> educación

Usos subsidiarios del edificio:

<input type="checkbox"/> residencial	<input type="checkbox"/> Garajes	<input type="checkbox"/> Locales	<input type="checkbox"/> Otros:
--------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	---------------------------------

Nº Plantas	Sobre rasante	B+1	Bajo rasante:	0
------------	---------------	-----	---------------	---

**Superficies**

superficie total construida s/ rasante	191,84	superficie total	191,84
superficie total construida b/ rasante	0	presupuesto ejecución material	155.944,93 €

**Estadística**

nueva planta	<input checked="" type="checkbox"/>	rehabilitación	<input type="checkbox"/>	vivienda libre	<input checked="" type="checkbox"/>	núm. viviendas	2
legalización	<input type="checkbox"/>	reforma-ampliación	<input type="checkbox"/>	VP pública	<input type="checkbox"/>	núm. locales	0
				VP privada	<input type="checkbox"/>	núm. plazas garaje	0

Pag. 2 de 480

**CONTROL DE CONTENIDO DEL PROYECTO:****I. MEMORIA****P.BÁSICO P.EJECUCIÓN****1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

ME 1.1	Agentes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ME 1.2	Información previa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ME 1.3	Descripción del proyecto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ME 1.4	Prestaciones del edificio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**2. MEMORIA CONSTRUCTIVA**

MC 2.1	Sustentación del edificio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MC 2.2	Sistema estructural	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MC 2.3	Sistema envolvente	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MC 2.4	Sistema de compartimentación	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MC 2.5	Sistemas de acabados	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MC 2.6	Sistemas de acondicionamiento de instalaciones	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MC 2.7	Equipamiento	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**3. CUMPLIMIENTO DEL CTE**

<b>DB-SE 3.1</b>	<b>Exigencias básicas de seguridad estructural</b>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SE-AE	Acciones en la edificación	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SE-C	Cimentaciones	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SE-A	Estructuras de acero	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SE-F	Estructuras de fábrica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SE-M	Estructuras de madera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
NCSE	Norma de construcción sismorresistente	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
EHE	Instrucción de hormigón estructural	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
EFHE	Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>DB-SI 3.2</b>	<b>Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SI 1	Propagación interior	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SI 2	Propagación exterior	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SI 3	Evacuación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SI 4	Instalaciones de protección contra incendios	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SI 5	Intervención de bomberos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SI 6	Resistencia al fuego de la estructura	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>DB-SU 3.3 Exigencias básicas de seguridad de utilización</b>			
SU1	Seguridad frente al riesgo de caídas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SU2	Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SU3	Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SU4	Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SU5	Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SU6	Seguridad frente al riesgo de ahogamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SU7	Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SU8	Seguridad frente al riesgo relacionado con la acción del rayo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>DB-HS 3.4 Exigencias básicas de salubridad</b>			
HS1	Protección frente a la humedad	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HS2	Eliminación de residuos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HS3	Calidad del aire interior	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HS4	Suministro de agua	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HS5	Evacuación de aguas residuales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
DB-HR 3.5	Exigencias básicas de protección frente el ruido (CA-88)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>DB-HE 3.6 Exigencias básicas de ahorro de energía</b>			
HE1	Limitación de demanda energética	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HE2	Rendimiento de las instalaciones térmicas (RITE)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HE3	Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HE4	Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HE5	Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>4. CUMPLIMIENTO DE OTROS REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES</b>			
4.1	Accesibilidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2	Habitabilidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3	Baja Tensión	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4.4	Telecomunicaciones	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>5. ANEJOS A LA MEMORIA</b>			
5.1	Información geotécnica (Tomos aparte)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.2	Cálculo de la estructura	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.3	Protección contra el incendio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.4	Instalaciones del edificio (Tomo aparte)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.5	Eficiencia energética	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.6	Estudio de impacto ambiental	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.7	Plan de control de calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.8	Estudio de Seguridad y Salud (Tomo aparte)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.9	Normativa de Obligado Cumplimiento	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>II. PLANOS</b>			
	Índice de Planos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>III. PLIEGO DE CONDICIONES</b>			
	Pliego de cláusulas administrativas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Disposiciones generales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Disposiciones facultativas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Disposiciones económicas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Pliego de condiciones técnicas particulares	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Prescripciones sobre los materiales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>IV. MEDICIONES</b>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>V. PRESUPUESTO</b>			
	Presupuesto aproximado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Presupuesto detallado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>VI. INSTRUCCIONES DE USO Y MANTENIMIENTO</b>			
<b>VII. SEPARATA DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR</b>			
<b>MEMORIA</b>			
<b>PLANOS</b>			
	(Índice de Planos)		

**II. PLANOS****ARQUITECTURA**

A-01	DISTRIBUCIÓN. PLANTA BAJA.	1:50
A-02	DISTRIBUCIÓN. PLANTA PRIMERA.	1:50
A-03	DISTRIBUCIÓN. PLANTA CASETON DE CUBIERTA.	1:50
A-04	DISTRIBUCIÓN. PLANTA DE CUBIERTA.	1:50
A-05	ACOTADO. PLANTA BAJA.	1:50
A-06	ACOTADO. PLANTA PRIMERA.	1:50
A-07	ACOTADO. PLANTA CASETON DE CUBIERTA.	1:50
A-08	ACOTADO. PLANTA DE CUBIERTA.	1:50
A-09	ALZADO SUR (CALLE ZAMORANO) (I)	1:50
A-10	ALZADO SUR (CALLE ZAMORANO) (II)	1:50
A-11	ALZADO NORTE (PATIO)	1:50
A-12	ALZADO ESTE (MEDIANERA)	1:50
A-13	SECCIÓN A-A'	1:50
A-14	SECCIÓN B-B'	1:50
A-15	SECCIÓN C-C'	1:50
A-16	SECCIÓN D-D'	1:50

**DETALLES CONSTRUCTIVOS**

DC-01	SECCIÓN CONSTRUCTIVA B-B'	1:25
DC-02	SECCIÓN CONSTRUCTIVA E-E'	1:25
DC-03	MEMORIA DE CERRAMIENTOS Y TABIQUERÍA	1:10
DC-04	MEMORIA DE SUELOS Y CUBIERTAS	1:10
DC-05	DETALLES DE PUENTES TÉRMICOS	1:10
DC-06	DETALLES DE IMPERMEABILIZACIÓN (I)	1:10
DC-07	DETALLES DE IMPERMEABILIZACIÓN (II)	1:10

**CARPINTERÍAS**

C-01	REFERENCIA DE CARPINTERÍA. PLANTA BAJA	1:50
C-02	REFERENCIA DE CARPINTERÍA. PLANTA PRIMERA	1:50
C-03	REFERENCIA DE CARPINTERÍA. PLANTA CASETON DE CUBIERTA.	1:50
C-04	REFERENCIA DE CARPINTERÍA. PLANTA DE CUBIERTA.	1:50
C-05	MEMORIA DE CARPINTERÍA. MADERA	1:20
C-06	MEMORIA DE CARPINTERÍA. ALUMINIO	1:20
C-07	MEMORIA CARPINTERIA. CERRAJERÍA (I)	1:20
C-08	MEMORIA CARPINTERIA. CERRAJERÍA (II)	1:20
C-09	MEMORIA CARPINTERIA. CERRAJERÍA (III)	1:20
C-10	MEMORIA CARPINTERIA. CERRAJERÍA (IV)	1:20
C-11	MEMORIA CARPINTERIA. CERRAJERÍA (V) PERGOLA	1:20

**ESTRUCTURA**

E-01	CIMENTACIÓN	1:100
E-02	PILARES. CUADRO, REPLANTEO Y DETALLES	S/E
E-03	DETALLES DE FORJADOS	S/E
E-04	PLANTA PRIMERA. REPLANTEO, VIGAS Y ARMADOS	1:100
E-05	PLANTA BAJO CUBIERTA Y CUBIERTA. REPLANTEO, VIGAS Y ARMADOS	1:100
E-06	DESPIECE DE ESCALERAS	1:100

**INSTALACIONES**

IE-01	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	PUESTA A TIERRA. ESQUEMAS	1:50
IE-02	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	PLANTAS	1:50
IF-01	INSTALACION SUMINISTRO AGUA	PLANTAS, ESQUEMAS	1:50
IS-01	INSTALACIÓN SANEAMIENTO	PLANTAS	1:50
IV-01	INSTALACION CALIDAD AIRE INTERIOR.	PLANTAS	1:50
IG-01	INSTALACION GAS NATURAL	PLANTAS, ESQUEMAS	1:50

**DB-SU 3.3 Exigencias básicas de seguridad de utilización**

SU1	Seguridad frente al riesgo de caídas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SU2	Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SU3	Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SU4	Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SU5	Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SU6	Seguridad frente al riesgo de ahogamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SU7	Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SU8	Seguridad frente al riesgo relacionado con la acción del rayo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**DB-HS 3.4 Exigencias básicas de salubridad**

HS1	Protección frente a la humedad	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HS2	Eliminación de residuos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HS3	Calidad del aire interior	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HS4	Suministro de agua	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HS5	Evacuación de aguas residuales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**DB-HR 3.5 Exigencias básicas de protección frente el ruido (CA-88)**

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------------------------------------	--------------------------

**DB-HE 3.6 Exigencias básicas de ahorro de energía**

HE1	Limitación de demanda energética	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HE2	Rendimiento de las instalaciones térmicas (RITE)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HE3	Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HE4	Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HE5	Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**4. CUMPLIMIENTO DE OTROS REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES**

4.1	Accesibilidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2	Habitabilidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3	Baja Tensión	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4.4	Telecomunicaciones	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**5. ANEJOS A LA MEMORIA**

5.1	Información geotécnica (Tomos aparte)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.2	Cálculo de la estructura	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.3	Protección contra el incendio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.4	Instalaciones del edificio (Tomo aparte)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.5	Eficiencia energética	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.6	Estudio de impacto ambiental	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.7	Plan de control de calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.8	Estudio de Seguridad y Salud (Tomo aparte)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5.9	Normativa de Obligado Cumplimiento	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**II. PLANOS**

Índice de Planos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

**III. PLIEGO DE CONDICIONES**

Pliego de cláusulas administrativas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Disposiciones generales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Disposiciones facultativas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Disposiciones económicas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Pliego de condiciones técnicas particulares	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Prescripciones sobre los materiales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**IV. MEDICIONES**

<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
--------------------------	-------------------------------------

**V. PRESUPUESTO**

Presupuesto aproximado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Presupuesto detallado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**VI. INSTRUCCIONES DE USO Y MANTENIMIENTO****VII. SEPARATA DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR****MEMORIA****PLANOS**

(Índice de Planos)

**II. PLANOS****ARQUITECTURA**

A-01	DISTRIBUCIÓN. PLANTA BAJA.	1:50
A-02	DISTRIBUCIÓN. PLANTA PRIMERA.	1:50
A-03	DISTRIBUCIÓN. PLANTA CASETON DE CUBIERTA.	1:50
A-04	DISTRIBUCIÓN. PLANTA DE CUBIERTA.	1:50
A-05	ACOTADO. PLANTA BAJA.	1:50
A-06	ACOTADO. PLANTA PRIMERA.	1:50
A-07	ACOTADO. PLANTA CASETON DE CUBIERTA.	1:50
A-08	ACOTADO. PLANTA DE CUBIERTA.	1:50
A-09	ALZADO SUR (CALLE ZAMORANO) (I)	1:50
A-10	ALZADO SUR (CALLE ZAMORANO) (II)	1:50
A-11	ALZADO NORTE (PATIO)	1:50
A-12	ALZADO ESTE (MEDIANERA)	1:50
A-13	SECCIÓN A-A'	1:50
A-14	SECCIÓN B-B'	1:50
A-15	SECCIÓN C-C'	1:50
A-16	SECCIÓN D-D'	1:50

**DETALLES CONSTRUCTIVOS**

DC-01	SECCIÓN CONSTRUCTIVA B-B'	1:25
DC-02	SECCIÓN CONSTRUCTIVA E-E'	1:25
DC-03	MEMORIA DE CERRAMIENTOS Y TABIQUERÍA	1:10
DC-04	MEMORIA DE SUELOS Y CUBIERTAS	1:10
DC-05	DETALLES DE PUENTES TÉRMICOS	1:10
DC-06	DETALLES DE IMPERMEABILIZACIÓN (I)	1:10
DC-07	DETALLES DE IMPERMEABILIZACIÓN (II)	1:10

**CARPINTERÍAS**

C-01	REFERENCIA DE CARPINTERÍA. PLANTA BAJA	1:50
C-02	REFERENCIA DE CARPINTERÍA. PLANTA PRIMERA	1:50
C-03	REFERENCIA DE CARPINTERÍA. PLANTA CASETON DE CUBIERTA.	1:50
C-04	REFERENCIA DE CARPINTERÍA. PLANTA DE CUBIERTA.	1:50
C-05	MEMORIA DE CARPINTERÍA. MADERA	1:20
C-06	MEMORIA DE CARPINTERÍA. ALUMINIO	1:20
C-07	MEMORIA CARPINTERIA. CERRAJERÍA (I)	1:20
C-08	MEMORIA CARPINTERIA. CERRAJERÍA (II)	1:20
C-09	MEMORIA CARPINTERIA. CERRAJERÍA (III)	1:20
C-10	MEMORIA CARPINTERIA. CERRAJERÍA (IV)	1:20
C-11	MEMORIA CARPINTERIA. CERRAJERÍA (V) PERGOLA	1:20

**ESTRUCTURA**

E-01	CIMENTACIÓN	1:100
E-02	PILARES. CUADRO, REPLANTEO Y DETALLES	S/E
E-03	DETALLES DE FORJADOS	S/E
E-04	PLANTA PRIMERA. REPLANTEO, VIGAS Y ARMADOS	1:100
E-05	PLANTA BAJO CUBIERTA Y CUBIERTA. REPLANTEO, VIGAS Y ARMADOS	1:100
E-06	DESPIECE DE ESCALERAS	1:100

**INSTALACIONES**

IE-01	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	PUESTA A TIERRA. ESQUEMAS	1:50
IE-02	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	PLANTAS	1:50
IF-01	INSTALACION SUMINITRO AGUA	PLANTAS, ESQUEMAS	1:50
IS-01	INSTALACIÓN SANEAMIENTO	PLANTAS	1:50
IV-01	INSTALACION CALIDAD AIRE INTERIOR.	PLANTAS	1:50
IG-01	INSTALACION GAS NATURAL	PLANTAS, ESQUEMAS	1:50



## 1.-MEMORIA DESCRIPTIVA

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)

**1. Memoria descriptiva:** Descriptiva y justificativa, que contenga la información siguiente:

**1.2 Información previa\*.** Antecedentes y condicionantes de partida, datos del emplazamiento, entorno físico, normativa urbanística, otras normativas, en su caso. Datos del edificio en caso de rehabilitación, reforma o ampliación. Informes realizados.

**1.3 Descripción del proyecto\*.** Descripción general del edificio, programa de necesidades, uso característico del edificio y otros usos previstos, relación con el entorno.

Cumplimiento del CTE y otras normativas específicas, normas de disciplina urbanística, ordenanzas municipales, edificabilidad, funcionalidad, etc. Descripción de la geometría del edificio, volumen, superficies útiles y construidas, accesos y evacuación.

Descripción general de los parámetros que determinan las previsiones técnicas a considerar en el proyecto respecto al sistema estructural (cimentación, estructura portante y estructura horizontal), el sistema de compartimentación, el sistema envolvente, el sistema de acabados, el sistema de acondicionamiento ambiental y el de servicios.

**1.4 Prestaciones del edificio\*.** Por requisitos básicos y en relación con las exigencias básicas del CTE. Se indicarán en particular las acordadas entre promotor y proyectista que superen los umbrales establecidos en el CTE.

Se establecerán las limitaciones de uso del edificio en su conjunto y de cada una de sus dependencias e instalaciones.

**Habitabilidad** (Artículo 3. Requisitos básicos de la edificación. Ley 38/1999 de 5 de noviembre. Ordenación de la Edificación. BOE núm. 266 de 6 de noviembre de 1999)

1. Higiene, salud y protección del medioambiente, de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio y que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos.
2. Protección contra el ruido, de tal forma que el ruido percibido no ponga en peligro la salud de las personas y les permita realizar satisfactoriamente sus actividades.
3. Ahorro de energía y aislamiento térmico, de tal forma que se consiga un uso racional de la energía necesaria para la adecuada utilización del edificio.
4. Otros aspectos funcionales de los elementos constructivos o de las instalaciones que permitan un uso satisfactorio del edificio.

**Seguridad** (Artículo 3. Requisitos básicos de la edificación. Ley 38/1999 de 5 de noviembre. Ordenación de la Edificación. BOE núm. 266 de 6 de noviembre de 1999)

1. Seguridad estructural, de tal forma que no se produzcan en el edificio, o partes del mismo, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.
2. Seguridad en caso de incendio, de tal forma que los ocupantes puedan desalojar el edificio en condiciones seguras, se pueda limitar la extensión del incendio dentro del propio edificio y de los colindantes y se permita la actuación de los equipos de extinción y rescate.
3. Seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal del edificio no suponga riesgo de accidente para las personas.

**Funcionalidad** (Artículo 3. Requisitos básicos de la edificación. Ley 38/1999 de 5 de noviembre. Ordenación de la Edificación. BOE núm. 266 de 6 de noviembre de 1999)

1. Utilización, de tal forma que la disposición y las dimensiones de los espacios y la dotación de las instalaciones faciliten la adecuada realización de las funciones previstas en el edificio.
2. Accesibilidad, de tal forma que se permita a las personas con movilidad y comunicación reducidas el acceso y la circulación por el edificio en los términos previstos en su normativa específica.
3. Acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información de acuerdo con lo establecido en su normativa específica.

## 1.1 AGENTES

- Promotor:**
- **INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA DEL EXCMO. AYUNTAMIENTO DE MÁLAGA.**
  - **C.I.F. P-790003A**
  - **Domicilio en:** C/. Saint Exupery, nº 22. C.P. 29007, Málaga.
  - **Teléfono:** 952 135 494
  - **Representantes:** D. Francisco Javier Carmona Conde.

- Arquitectos:**
- **Juan Manuel Sánchez La Chica**
  - **Colegiado nº 1054** Colegio de Arquitectos de Málaga
  - **N.I.F. 25665505N**
  - **Domicilio en:** Monte Miramar Alto, nº10, Edificio Santa Paula, 7ºA. 29016 MALAGA
  - **Teléfono:** 646 56 44 80
  - **Adolfo de la Torre Prieto**
  - **Colegiado nº 1047** Colegio de Arquitectos de Málaga
  - **N.I.F. 78683461R**
  - **Domicilio en:** Calle Dos Aceras 14, 2ºA. 29015 MALAGA
  - **Teléfono:** 651 46 18 33

**Director de Obra:** • **SIN DEFINIR**

**Director de la ejecución de la obra:**

- **SIN DEFINIR**

### Telecomunicaciones

Autor del proyecto:

- **Jesús Pérez Canca**
- **Ingeniero de Telecomunicaciones**
- **Colegiado nº 7.856** Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación
- **Domicilio en:** c/Lingüista Manuel Seco, nº6, Blq 2, Portal 3, 4ºB, 29016 Málaga
- **Teléfono:** 670 66 72 03

### Seguridad y Salud

Autor del estudio:

- **Rafael Gómez Pretel**
- **Colegiado nº** Colegio de Arquitectos Técnicos de Málaga
- **N.I.F. 25 661 692 - V**
- **Teléfono:** 607 67 89 84

Coordinador durante en elaboración del proyecto

- **SIN DEFINIR**

Coordinador durante la ejecución de la obra

- **SIN DEFINIR**

### Otros agentes

Constructor • **SIN DEFINIR**

Entidad de Control de Calidad

- **SIN DEFINIR**

Redactor del Estudio Geotécnico:

- **ENYPSA. Ensayos y proyectos**

- **Luis Tobaruela Martínez (Ingeniero de Caminos Canales y Puertos)**
- **Domicilio en:** Polígono Industrial San Luis, C/ Veracruz, nº35, Málaga
- **Teléfono:** 952 34 34 62

**Redactor del Estudio Topográfico**

- **Pablo Dragán Ingeniería Técnica Topográfica**
- **C/Los Pedregales, Ed. Mercado Planta 1 Puerta 10**
- **29120 Alhaurín el Grande**
- **Teléfono:** 952 59 60 02

## 2.-MEMORIA CONSTRUCTIVA

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)

## **2. Memoria constructiva: Descripción de las soluciones adoptadas:**

### **2.1 Sustentación del edificio\*.**

Justificación de las características del suelo y parámetros a considerar para el cálculo de la parte del sistema estructural correspondiente a la cimentación.

### **2.2 Sistema estructural** (cimentación, estructura portante y estructura horizontal).

Se establecerán los datos y las hipótesis de partida, el programa de necesidades, las bases de cálculo y procedimientos o métodos empleados para todo el sistema estructural, así como las características de los materiales que intervienen.

### **2.3 Sistema envolvente.**

Definición constructiva de los distintos subsistemas de la envolvente del edificio, con descripción de su comportamiento frente a las acciones a las que está sometido (peso propio, viento, sismo, etc.), frente al fuego, seguridad de uso, evacuación de agua y comportamiento frente a la humedad, aislamiento acústico y sus bases de cálculo.

El Aislamiento térmico de dichos subsistemas, la demanda energética máxima prevista del edificio para condiciones de verano e invierno y su eficiencia energética en función del rendimiento energético de las instalaciones proyectado según el apartado 2.6.2.

### **2.4 Sistema de compartimentación.**

Definición de los elementos de compartimentación con especificación de su comportamiento ante el fuego y su aislamiento acústico y otras características que sean exigibles, en su caso.

### **2.5 Sistemas de acabados.**

Se indicarán las características y prescripciones de los acabados de los paramentos a fin de cumplir los requisitos de funcionalidad, seguridad y habitabilidad.

### **2.6 Sistemas de acondicionamiento e instalaciones.**

Se indicarán los datos de partida, los objetivos a cumplir, las prestaciones y las bases de cálculo para cada uno de los subsistemas siguientes:

1. Protección contra incendios, anti-intrusión, pararrayos, electricidad, alumbrado, ascensores, transporte, fontanería, evacuación de residuos líquidos y sólidos, ventilación, telecomunicaciones, etc.
2. Instalaciones térmicas del edificio proyectado y su rendimiento energético, suministro de combustibles, ahorro de energía e incorporación de energía solar térmica o fotovoltaica y otras energías renovables.

### **2.7 Equipamiento.**

Definición de baños, cocinas y lavaderos, equipamiento industrial, etc

## 2.0. TRABAJOS PREVIOS

No existen sobre el solar objeto de este proyecto edificaciones ni construcciones que sea necesario demoler. El primer trabajo a realizar será el desbroce y limpieza del terreno.

Una vez efectuada la limpieza se procederá a realizar el replanteo general de la edificación en la parcela y a verificar la distancia a los linderos. Igualmente se procederá al vallado de la obra y a la colocación de la señalización adecuada y a la adopción de todas aquellas medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes, según lo previsto en el Estudio de Seguridad y Salud y en la normativa vigente.

Será necesario señalar en el terreno los elementos fijos reseñados en los planos de replanteo para encajar el edificio a su situación real en la parcela, a fin de indicar las excavaciones que vayan a realizarse para la cimentación del futuro edificio.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que no puedan ser afectados por el vaciado, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos se anotarán en un estadillo para su control por la dirección facultativa.

## 2.1. SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO

Justificación de las características del suelo y parámetros a considerar para el cálculo de la parte del sistema estructural correspondiente a la cimentación.

### 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 debe comprobarse 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 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.
Empresas:	ENYPSA C/Veracruz 31. Pol. Ind. San Luis. 29006-Málaga Tfno: 952 34 34 62
Nombre del autor/es firmantes:	Luis Tobaruela Martínez (Ingeniero de Caminos, C. y P.)
Titulación/es:	Luis M. Rosa López (Dtor. Técnico) Juan Martín Sánchez (Dtor. Gerente)
Número de Sondeos:	1 sondeo y 2 penetros
Descripción de los	- Rellenos de arenas arcillosas marrones, rojizas y blanquecinas con

terrenos:

abundantes gravas y gravillas  
- Limos arcillosos marrones-verdosos

## Resumen parámetros geotécnicos:

Cota de cimentación	-0.15 m
Estrato previsto para cimentar	Nivel 1 con mejora de terreno
Nivel freático	-4.3 a -6.3 con variaciones ocasionales o estacionales
Tensión admisible considerada	100 kPa
Peso específico del terreno	$\gamma=18 \text{ kN/m}^3$
Angulo de rozamiento interno del terreno	$\varphi=30^\circ$
Coeficiente de empuje en reposo	$K'=1-\tan^2 \varphi$
Valor de empuje al reposo	0.50
Coeficiente de Balasto	32 MN/m <sup>3</sup>

Se exigirá la CONFIRMACIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO ANTES DE LA EJECUCIÓN, es decir, iniciada la obra e iniciadas las excavaciones (se elaborará una relación de asuntos concretos, aspectos constructivos a determinar, inicio de excavaciones y taludes previsto...etc).

El autor del Estudio Geotécnico, u otro técnico competente, deberá confirmar, a la vista del terreno excavado para la situación precisa de los elementos dimensionados con los datos aportados por el Estudio Geotécnico, la validez de dichos datos, y en su caso, alterarlos como corresponda a la realidad observada, para que se reconsideren como proceda los elementos estructurales definidos en proyecto antes de su ejecución.

Pag. 16 de 480

**2.2 SISTEMA ESTRUCTURAL**

Se establecerán los datos y las hipótesis de partida, el programa de necesidades, las bases de cálculo y procedimientos o métodos empleados para todo el sistema estructural, así como las características de los materiales que intervienen.

**CIMENTACIÓN:**

Datos y las hipótesis de partida

En función del carácter heterogéneo y la falta de consistencia del nivel 1 se prevé cimentación directa por losa armada sobre 50 cm de relleno de regularización dispuestos sobre mejora de terreno compuesta por pilotes suelo-cemento de D45 y 6 m de longitud, hasta alcanzar el nivel -7.1m, en cuadrícula <1.4x1.6

Para el cálculo de la estructura se realiza la hipótesis de asiento nulo en cimentación, arranques de pilar con vinculación exterior. El cálculo de la losa de cimentación se realiza con los arranques y cargas en cimentación de modelo anterior, que permite la consideración de módulo de balasto (rigidez interacción suelo-cimiento) no equiparable al asiento real estimado.

Programa de necesidades

Según la DB-SE-C, podemos admitir para este tipo de terreno un asiento general máximo uniforme de menos de 25 mm. y un asiento diferencial relativo inferior a 1/500 de la distancia entre soportes. Sobre la plataforma de mejora de terreno (-0.90) se dispone relleno de regularización de 25 cm de espesor compuesto por terreno "seleccionado" (s/PG-3) compactado al 98% PM (UNE 103.501 /94) en una tongada.

Bases de cálculo

Losa de cimentación: se considera la cimentación apoyada sobre un suelo elástico (método del coeficiente de balasto), de acuerdo al modelo de WINKLER, basado en una constante de proporcionalidad entre fuerzas y desplazamientos, cuyo valor es el coeficiente de balasto.



$$P = K \cdot y$$

**p:** tensión (T/m<sup>2</sup>)

**K:** coeficiente de balasto (T/m<sup>3</sup>)

**y:** desplazamiento (m) vertical

Siguiendo las indicaciones del apdo. 2.1, el módulo de balasto a utilizar es 32 MN/m<sup>3</sup>.

Para resolver la ecuación diferencial de la cimentación flotante, conocido el coeficiente de balasto **K** y el ancho **b** de la cimentación, sometida a un sistema de cargas **q(x)**:

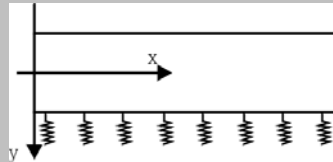


Fig 44

$$\frac{d^2M}{dx^2} = -b(q(x) - p(x))$$

$$Q = -\frac{dM}{dx} \text{ obtenida al derivar esta ecuación}$$

$y(x)$  es la deformada de la pieza

Además,

$$M = -EI \frac{d^2y}{dx^2}$$

$$\text{sustituyendo se obtiene } EI \frac{d^4y}{dx^4} + bK \cdot y(x) = b \cdot q(x)$$

que es la solución general sin deformación por cortante, que se resuelve y se obtiene la solución del sistema.

En general, se determina el factor de deformación por cortante

$$\phi = \frac{24 I (1 + \nu)}{A_{\text{cortante}} \cdot L^2}$$

**I:** inercia de la pieza

**ν:** coeficiente de Poisson

**A<sub>cortante</sub>:** área de cortante

**L:** longitud de la pieza

Si dicho factor  $\phi$  es menor que 0.1, no se considera la deformación por cortante y es válida la solución general que, además, es exacta.

Si es mayor que 0.1, se obtiene una solución aproximada descomponiendo la matriz de rigidez en una matriz de rigidez de la barra y otra de rigidez del suelo.

Para obtener una solución aproximada de esta última se toman como funciones de forma polinomios de tercer grado para obtener una solución aproximada de la integración, obteniendo la matriz de rigidez final superponiendo ambas.

En general, las losas se descomponen en elementos cortos de 0.25 m de longitud, en las que normalmente  $\phi > 0.1$ , por lo que se aplica la aproximación con deformación por cortante. Lo mismo sucede en vigas de cimentación en las que se apoyan forjados, ya que se generan nudos intermedios y, por tanto, barras cortas. En vigas de cimentación largas en las que  $\phi < 0.1$ , se aplicará la formulación exacta.

Obtenida la deformada, se tienen los desplazamientos en los nudos, y por lo tanto puede obtener los esfuerzos para cada hipótesis.

Procedimientos o métodos empleados para todo el sistema estructural

Para la determinación de las acciones exteriores, se sigue el método "Determinista", que consiste en ir sumando las cargas de los distintos elementos que componen la estructura, de acuerdo con las tablas y valores que contempla el DB-SE-AE. Estas acciones se aplicarán independientemente, a cada una de sus hipótesis simples y serán combinadas de acuerdo a los coeficientes expresados y según la tabla 2.1 del DB-SE-Cimientos.

El proceso de cálculo elegido es el propuesto en el DB-SE, método de los Estados Límites, según se expresa en 3.2. del citado documento. Los estados límites son los que corresponden a aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que la estructura no cumple alguna de las funciones para las que ha sido proyectada. Se comprobará, en este sentido, que la estructura no supera ninguno de los estados límites últimos y de servicio en cualquiera de las situaciones de proyecto, considerando los valores de cálculo de las acciones, de las características de los materiales y de los datos geométricos.

Para ello, se deducen por una parte, el efecto de las acciones aplicadas a la estructura o parte de ella y, por otro, la respuesta de la estructura para la situación límite estudiada. Quedará garantizado el estado límite si se verifica que la respuesta estructural no es inferior que el efecto de las acciones aplicadas.

Características de los materiales que intervienen

#### PILOTES:

HORMIGÓN HM-30/F/20/IIa+Qa

R. carac. 28 días (p. cil.)

$f_{ck} = 30 \text{ N / mm}^2$

Resistencia de cálculo.

$f_{cd} = 30 / 1,5 = 20.0 \text{ N / mm}^2$

Módulo de elasticidad.

$E = 8.500 (f_{ck}+8)^{(1/3)} = 28.577$

$\text{N/mm}^2$

Coeficiente de Poisson

$n = 0,20$

Coeficiente de dilatación térmica

$10^{-5}$

#### LOSA DE CIMENTACIÓN:

HORMIGÓN HA-25/B/25/IIa

R. carac. 28 días (p. cil.)

$f_{ck} = 25 \text{ N / mm}^2$

Resistencia de cálculo.

$f_{cd} = 25 / 1,5 = 16,67 \text{ N / mm}^2$

Módulo de elasticidad.

$E = 8.500 (f_{ck}+8)^{(1/3)} = 27.264$

$\text{N/mm}^2$

Coeficiente de Poisson

$n = 0,20$

Coeficiente de dilatación térmica

$10^{-5}$

ACERO B-500S.

Límite elástico.

$f_{yk} = 500 \text{ N / mm}^2$

Resistencia de cálculo.

$f_{yd} = 500 / 1,15 = 434.8 \text{ N / mm}^2$

Módulo de elasticidad.

$E = 200.000 \text{ N / mm}^2$

Los parámetros determinantes han sido, en relación a la capacidad portante, el equilibrio de la cimentación y la resistencia local y global del terreno, y en relación a las condiciones de servicio, el control de las deformaciones, las vibraciones y el deterioro de otras unidades constructivas; determinados por los documentos básicos DB-SE de Bases de Cálculo y DB-SE-C de Cimientos, y la norma EHE de Hormigón Estructural.

#### ESTRUCTURA PORTANTE:

Datos y las hipótesis de partida

Estructura está compuesta por placas aligeradas (forjados reticulares de casetón perdido) soportadas por pilares y muros de sótano de hormigón armado. Los pilares verticales tienen dimensión rectangular en planta con las caras orientadas a soportar los mayores momentos a flexión provocados por la actuación de la estructura.

Para la determinación de las acciones exteriores, se sigue el método "Determinista", que consiste en ir sumando las cargas de los distintos

	<p>elementos que componen la estructura, de acuerdo con las tablas y valores que contempla el DB-SE-AE. Estas acciones se aplicarán independientemente, a cada una de sus hipótesis simples y serán combinadas de acuerdo a los coeficientes expresados y según la tabla 4.2 del DB-SE.</p>
Programa de necesidades	<p>Conforme a lo establecido en el art. 10. del DB-SE, las exigencias básicas de seguridad que habrá de satisfacer la estructura son las siguientes:</p> <p><u>Resistencia y Estabilidad:</u> La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no 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.</p> <p><u>Aptitud al Servicio:</u> La aptitud al servicio será, conforme con el uso previsto de 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.</p>
Bases de cálculo	<p>El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: pilares, muros, vigas y forjados.</p> <p>Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo (diafragma rígido). Por tanto, cada planta sólo podrá girar y desplazarse en su conjunto (3 grados de libertad).</p> <p>Cuando en una misma planta existan zonas independientes, se considerará cada una de éstas como una parte distinta de cara a la indeformabilidad de esa zona, y no se tendrá en cuenta en su conjunto. Por tanto, las plantas se comportarán como planos indeformables independientes.</p> <p>Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático, (excepto cuando se consideran acciones dinámicas por sismo, en cuyo caso se emplea el análisis modal espectral), y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.</p> <p>Para el cálculo de los términos de la matriz de rigidez de los elementos se han distinguido los valores:</p> <p>    EI/L: rigidez a flexión          GJ/L: rigidez torsional          EA/L: rigidez axil</p> <p>Para el dimensionado de las secciones de hormigón armado en estados límites últimos se emplean el método de la parábola-rectángulo y el diagrama rectangular, con los diagramas tensión-deformación del hormigón y para cada tipo de acero, de acuerdo con EHE.</p> <p>Se utilizan los límites exigidos por las cuantías mínimas y máximas indicadas por las normas, tanto geométricas como mecánicas, así como las disposiciones indicadas referentes a número mínimo de redondos, diámetros mínimos y separaciones mínimas y máximas.</p>
Procedimientos o métodos empleados	<p>El proceso de cálculo elegido es el propuesto en el DB-SE, método de los Estados Límites, según se expresa en el artículo 3.2. del citado documento. Los estados límites son los que corresponden a aquellas</p>

## Características de los materiales que intervienen

situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que la estructura no cumple alguna de las funciones para las que ha sido proyectada.

Se comprueba, en este sentido, que la estructura no supera ninguno de los estados límites últimos y de servicio en cualquiera de las situaciones de proyecto, considerando los valores de cálculo de las acciones, de las características de los materiales y de los datos geométricos indicados.

Para ello, se deducen por una parte, el efecto de las acciones aplicadas a la estructura o parte de ella y, por otro, la respuesta de la estructura para la situación límite estudiada. Queda garantizado el estado límite si se verifica que la respuesta estructural no es inferior que el efecto de las acciones aplicadas.

**HORMIGÓN HA-25/B/20/I**

R. carac. 28 días (p. cil.)	$f_{ck} = 25 \text{ N / mm}^2$
Resistencia de cálculo.	$f_{cd} = 25 / 1,5 = 16,67 \text{ N / mm}^2$
Módulo de elasticidad.	$E = 8.500 (f_{ck}+8)^{(1/3)} = 27.264 \text{ N/mm}^2$
Coeficiente de Poisson	$\nu = 0,20$
Coeficiente de dilatación térmica	$1.1 \cdot 10^{-5} \text{ m/m}^\circ\text{C}$

**ACERO B-500S.**

Límite elástico.	$f_{yk} = 500 \text{ N / mm}^2$
Resistencia de cálculo.	$f_{yd} = 500 / 1,15 = 434.8 \text{ N / mm}^2$
Módulo de elasticidad.	$E = 200.000 \text{ N / mm}^2$
Coeficiente de dilatación térmica	$1.2 \cdot 10^{-5} \text{ m/m}^\circ\text{C}$

**FÁBRICA DE LMP**

Resistencia carac. bloque	$f_b = 10 \text{ N / mm}^2$
Resistencia carac. mortero	$f_m = 5-7.5 \text{ N / mm}^2$
Resistencia carac. fábrica	$f_k = 4.0 \text{ N / mm}^2$
Resistencia de cálculo fábrica	$f_d = 4.0/2.5 = 1.6 \text{ N / mm}^2$
Módulo elasticidad secante	$E = 1000 \cdot f_k \text{ N / mm}^2 (0.6 \cdot E \text{ para ELS})$

**ELS)**

Módulo elasticidad transversal	$G = 400 \cdot f_k \text{ N / mm}^2$
Coeficiente de dilatación térmica	$9 \cdot 10^{-6} \text{ m/m}^\circ\text{C}$

**FÁBRICA DE LHD. Como LMP salvo:**

Resistencia carac. fábrica	$f_k = 2.0 \text{ N / mm}^2$
Resistencia de cálculo fábrica	$f_d = 2.0/2.5 = 0.8 \text{ N / mm}^2$

Los parámetros que determinaron sus previsiones técnicas han sido, en relación a su capacidad portante, la resistencia estructural de todos los elementos, secciones, puntos y uniones, y la estabilidad global del edificio y de todas sus partes; y en relación a las condiciones de servicio, el control de las deformaciones, las vibraciones y los daños o el deterioro que pueden afectar desfavorablemente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra; determinados por los documentos básicos DB-SE de Bases de Cálculo, DB-SI-6 Resistencia al fuego de la estructura y la norma EHE de Hormigón Estructural.

**Estructura horizontal:**

Datos y las hipótesis de partida

Programa de necesidades

Bases de cálculo

Ver Estructura portante

Procedimientos o métodos empleados

Características de los materiales que intervienen

Los parámetros básicos que se han tenido en cuenta son, en relación a su capacidad portante, la resistencia estructural de todos los elementos, secciones, puntos y uniones, y la estabilidad global del edificio y de todas sus partes; y en relación a las condiciones de servicio, el control de las deformaciones, las vibraciones y los daños o el deterioro que pueden afectar desfavorablemente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra; determinados por los documentos básicos DB-SE de Bases de Cálculo, DB-SI-6 Resistencia al fuego de la estructura, la norma EHE de Hormigón Estructural.

Se dispondrá antes de iniciar los trabajos de hormigonado de la DOCUMENTACION ESENCIAL siguiente relativa a la fabricación e identificación de componentes del hormigón:

- Certificado (o marca) de calidad de la central de fabricación del hormigón.
- Cumplimiento de la DURABILIDAD- ensayo de determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión- (según UNE.83309:90 EX) (sólo se si utilizara HA-30, por condiciones de durabilidad).
- Materias primas y dosificación empleada para la fabricación del hormigón.
- Composición (componentes) de la dosificación del hormigón, a emplear en obra.
- Certificados de calidad del cemento (AENOR) , marcado CE y cumplimiento de la Instrucción RC-03, utilizado en la preparación del hormigón.
- Plan de control de calidad del hormigón según EHE.
- Certificados de calidad del hormigón y marcado CE de los áridos a emplear.
- Plan de control de calidad de acero (barras y mallazos), según EHE.
- El acero de armaduras(barras y mallazos), dispondrá del sello AENOR (control de calidad), así como, los requisitos de identificación, adherencia...etc, señalados en EHE (materiales).

Pag. 21 de 480

## 2.3 SISTEMA ENVOLVENTE

Definición constructiva de los distintos subsistemas de la envolvente del edificio, con descripción de su comportamiento frente a las acciones a las que está sometido (peso propio, viento, sismo, etc.), frente al fuego, seguridad de uso, evacuación de agua y comportamiento frente a la humedad, aislamiento acústico y aislamiento térmico, y sus bases de cálculo.

El Aislamiento térmico de dichos subsistemas, la demanda energética máxima prevista del edificio para condiciones de verano e invierno y su eficiencia energética en función del rendimiento energético de las instalaciones proyectado según el apartado 2.6.2.

### 2.3.1.-FACHADAS

La definición del cerramiento de fachada está condicionada por la aplicación de varios Documentos Básicos: DB-SE, DB-HS, DB-HE, DB-SI y la norma básica NBE-CA-88

Se proyectan las fachadas del edificio cumpliendo los siguientes requisitos esenciales.

- **Seguridad estructural:**

## EXIGENCIAS

Las fachadas se ven afectadas por las exigencias del DB SE:

1. 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.

2. SE 2 Aptitud al servicio

## EVALUACIÓN DE ACCIONES

A partir del documento DB SE AE, se obtienen los siguientes datos:

- Presión dinámica del viento  $q_b$ : Puede adoptarse de forma simplificada 0,5 kN/m<sup>2</sup> (apartado 3.3.2 del DB SE AE) o bien obtener un valor más preciso mediante el anejo D. Según este anejo, la presión dinámica del viento para la zona A en la que se encuentra Málaga es igual a 0,42 kN/m<sup>2</sup>.

- Coeficiente de exposición  $c_e$ : En edificios urbanos de hasta 8 plantas puede tomarse simplificado un valor de 2,0, o bien obtenerse en función de la altura del punto considerado en la tabla 3.4 del DB SE AE. En nuestro caso, para una altura de 6,6 m y para un edificio en zona urbana se obtiene 1,7.

- Coeficiente eólico o de presión: En edificios de pisos se pueden adoptar coeficientes eólicos globales en función de la esbeltez en el plano paralelo al viento. En nuestro caso, con una altura de 6,6 m y una profundidad de 12,1 m, tenemos una esbeltez aproximada de 0,55, por lo que tomando el valor de 0,75 (por el lado de la seguridad) los coeficientes globales serán:

- Coeficiente eólico de presión  $c_p = 0,8$
- Coeficiente eólico de succión  $c_s = -0,4$

Ahora podemos obtener el valor de la acción de viento mediante la ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Presión} &= q_e = q_b c_e c_p = 0,42 \times 1,7 \times 0,8 = 0,57 \text{ kN/m} \\ \text{Succión} &= q_e = q_b c_e c_s = 0,42 \times 1,7 \times (-0,4) = -0,29 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Evaluación de la capacidad resistente

Considerando el muro como cerramiento confinado, obtenemos el espesor mínimo del muro para los paños en presión, y la entrega mínima para los elementos en succión. En este caso, la altura libre es de 3,00 m. En el caso de las zonas sometidas a presión para una acción de viento de 0,8 kN/m<sup>2</sup>, el espesor mínimo del muro es de 84 mm, bastante menor que los 115 mm de un ladrillo de medio pie. En cuanto a la succión, para un valor de 0,4 kN/m<sup>2</sup>, se obtiene una entrega mínima de 71 mm, que habrá que cumplir.

### - Salubridad: protección contra la humedad:

Las fachadas en contacto con el terreno se ven afectados por la exigencia **HS 1 Protección frente a la humedad** del DB HS, por lo que habrá que obtener el grado de impermeabilidad (GI) exigido

#### Datos de partida

Zona pluviométrica de promedios: III

Clase de entorno: E1 (terreno tipo IV, zona urbana, industrial o forestal)

Zona Eólica: A

Grado de exposición al viento: V3

**Obtención del grado de impermeabilidad exigido**

Con los datos de partida obtenemos el grado de impermeabilidad mínimo exigido:

Grado de impermeabilidad mínimo exigido: **3**

Para resolver las soluciones constructivas se tendrá en cuenta las características del revestimiento exterior previsto y del grado de impermeabilidad exigido ( $\leq 3$ )

**Con revestimiento exterior:****R1+B1+C1**

**R1** el revestimiento exterior tendrá al menos una resistencia media al exterior:

-espesor comprendido entre 10 y 15 mm, salvo los acabados con una capa plástica delgada

-adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad

-permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal

-adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento aceptable frente a la fisuración

**B1** cámara de aire sin ventilar

**C1** 1/2 pie de ladrillo cerámico perforado o macizo

**- Salubridad: evacuación de aguas:**

No influye en el diseño y cálculo de la parte opaca de las fachadas

**- Seguridad en caso de incendio:**

Exigencias

SI 2 Propagación exterior en los encuentros de la fachada con elementos de compartimentación, medianerías o cubiertas pertenecientes a sectores o edificios diferentes.

Se limita en esta Sección la distancia mínima entre huecos entre dos edificios, los pertenecientes a dos sectores de incendio del mismo edificio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas, o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas. El paño de fachada o de cubierta que separa ambos huecos deberá ser como mínimo EI-60.

Fachadas					Cubiertas		
Distancia horizontal (m) (1)			Distancia vertical (m)		Distancia (m)		
Ángulo entre planos	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto	
180	0,5	>0,50	-	-	1m (EI 60)	>1m (EI 60)	
(1) La distancia horizontal entre huecos depende del ángulo α que forman los planos exteriores de las fachadas:							
Para valores intermedios del ángulo α, la distancia d puede obtenerse por interpolación							
α	0° (fachadas paralelas enfrentadas)		45°	60°	90°	135°	180°
d (m)	3.00		2.75	2.50	2.00	1.25	0.50

**- Seguridad de utilización:**

No influye en el diseño y cálculo de la parte opaca de las fachadas

**- Protección contra el ruido:**

Las fachadas de las viviendas cumplirán la norma básica NBE-CA.88

Aislamiento de paramentos ciegos.

F1.- Partición formada revoco mortero de mixto de cal aérea y cemento blanco, acabado tipo estuco de cal (1,5cm) + 1/2 pie de ladrillo perforado (11,5cm) + enfoscado de mortero de cemento (1cm) + aislamiento térmico (4cm) + cámara de aire (3,9cm) + estructura de perfiles de acero galvanizado de 46mm + placa de cartón yeso de 15 mm de espesor

Masa = 217,79 kg/m<sup>2</sup>

Aislamiento de 51 dBA > R exigido (30 dBA) – CUMPLE

Separación recomendada entre hojas:

D (cm) ≥ 100 / m)

D (cm) ≥ 100 / 14.89 ) = 6,71 cm

7.9 cm ≥ 6,71 cm – CUMPLE

### - Ahorro de energía y protección térmica

Las fachadas que formen parte de la envolvente térmica del edificio cumplirán el documento básico DB-HE 1

En la justificación del DB-HE 1 de la presente memoria se definen las distintas características de los materiales y de las soluciones constructivas que definen las fachadas del edificio y el cumplimiento de la norma. Para la justificación de este apartado se ha utilizado el programa informático de referencia "LIDER".

1 Se prestará especial cuidado en la ejecución de los puentes térmicos integrados en los *cerramientos* tales como pilares, contornos de huecos y cajas de persiana, atendiéndose a los detalles constructivos correspondientes.

2 Se controlará que la puesta en obra de los aislantes térmicos se ajusta a lo indicado en el proyecto, en cuanto a su colocación, posición, dimensiones y tratamiento de puntos singulares.

3 Se prestará especial cuidado en la ejecución de los puentes térmicos tales como frentes de forjado y encuentro entre *cerramientos*, atendiéndose a los detalles constructivos correspondientes.

Se proyectan las siguientes soluciones:

#### F1.- Cerramiento exterior

- 1.- Placa de cartón yeso de 15 mm de espesor pintado en blanco RAL s/D.F.
- 2.- Estructura de perfiles de acero galvanizado de 46mm
- 3.- Cámara de aire (3,9cm)
- 4.- Aislamiento térmico (lana de vidrio de 4cms)
- 5.- Enfoscado de mortero de cemento hidrófugo (1cm)
- 6.- 1/2 pie de ladrillo cerámico perforado (11,5cms)
- 7.- Revoco mortero de mixto de cal aérea y cemento blanco, acabado tipo estuco de cal (1,5cm)

#### F4.-

- 1.- Placa de cartón yeso (15mms) y pintado en blanco ral s/d.f.
- 2.- Estructura de perfil de acero galvanizado (46mm)
- 3.- Cámara de aire (3,5cms)
- 4.- Aislamiento térmico (fibra de vidrio) (4cms)
- 5.- Enfoscado mortero de cemento hidrófugo (1cm)
- 6.- 1/2 pie de ladrillo cerámico macizo perforado estructural (12cms)



7.- Revoco mortero de mixto de cal aérea y cemento blanco, acabado tipo estuco de cal (1,5cm)

Será de obligado cumplimiento humedecer los ladrillos cuya succión supere los  $0,10\text{g/cm}^2$ . min. En piezas de baja succión, no será necesario humedecer el ladrillo

En los morteros no se utilizará arena de playa. Las arenas utilizadas tendrán una curva granulométrica continua y bien distribuida.

La fábrica de ladrillo tendrá refuerzos de **armadura "Murfor"** o similar RND4/Z de 80mm de ancho en los siguientes puntos.

**-Plano de apoyo:** los movimientos diferenciales de la base de sustentación de una fábrica, provocan que ésta se quede "en vano" debido a la enorme rigidez del muro. La colocación de armaduras Murfor o similar en las primeras hiladas suministran la tracción necesaria en el tirante del arco de descarga, para que éste se produzca sin riesgo de fisuración.

**-Esquinas, encuentros y cruces de muros:** los enlaces entre muros son zonas propensas a la acumulación de tensiones. Ello se agrava si no se consigue una correcta traba entre los elementos que se conectan. La armadura Murfor restituye la traba interrumpida y disipa las tensiones acumuladas.

**-Formación de huecos:** son zonas debilitadas de la superficie del muro, muy propensas a la acumulación de tensiones, principalmente en las esquinas. La armadura Murfor se colocará en las hiladas superiores e inferiores al hueco y se prolongará adecuadamente en el interior del muro para disipar las tensiones acumuladas.

**-Zonas de discontinuidad geométrica** cuando existe un cambio de altura o espesor en el muro, o en zonas debilitadas por la presencia de rebajes o por el contacto con elementos estructurales, la armadura Murfor permite que se produzca la continuidad de esfuerzos a pesar de la discontinuidad originada en la geometría

La armadura "Murfor" es una armadura prefabricada, constituida por una malla plana formada por dos alambres paralelos unidos por otro alambre diagonal continuo, soldado a los anteriores, que se incorpora preferentemente en los tendeles de la fábrica. El ladrillo utilizado con la armadura será de baja succión. Se controlará el espesor constante del llagueado y la disposición de la armadura sobre la tabla de las piezas para que se garantice el recubrimiento total de la armadura, tanto por los efectos que ello supone respecto a la adherencia, como respecto a la propia protección del acero. Tendrán un recubrimiento mínimo de 15mm respecto al borde exterior; y de 2mm, respecto a los bordes superior e inferior.

La cuantía mínima de la armadura de tendel Murfor para controlar la fisuración y dotar de ductilidad a la fábrica es de 0,03% de la sección vertical de la misma, y la separación entre armaduras debe ser no mayor de 60 cm.

#### FORMACIÓN DE HUECOS

Para la formación de los huecos se utilizarán dinteles de hormigón prefabricado.

Las jambas serán del material de la fachada

Los alfeizares serán de piedra caliza blanca con formación de goterón en su parte inferior por roza.

Las albardillas también serán piedra caliza blanca con formación de goterón en su parte inferior por roza. Se sellarán las juntas entre piezas.

#### CONDICIONES DE LOS PUNTOS SINGULARES

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, así como las de continuidad o discontinuidad relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

### **Juntas de dilatación**

1 Deben disponerse juntas de dilatación en la hoja principal de tal forma que cada junta estructural coincida con una de ellas y que la distancia entre juntas de dilatación contiguas sea como máximo la que figura en la tabla 2.1 Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas del DBSE- F Seguridad estructural: Fábrica.

2 En las juntas de dilatación de la hoja principal debe colocarse un sellante sobre un relleno introducido en la junta. Deben emplearse rellenos y sellantes de materiales que tengan una elasticidad y una adherencia suficientes para absorber los movimientos de la hoja previstos y que sean impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos. La profundidad del sellante debe ser mayor o igual que 1 cm y la relación entre su espesor y su anchura debe estar comprendida entre 0,5 y 2. En fachadas enfoscadas debe enrasarse con el paramento de la hoja principal sin enfoscar.

3 El revestimiento exterior debe estar provisto de juntas de dilatación de tal forma que la distancia entre juntas contiguas sea suficiente para evitar su agrietamiento.

### **Arranque de la fachada desde la cimentación**

1 Debe disponerse una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

2 Cuando la fachada esté constituida por un material poroso o tenga un revestimiento poroso, para protegerla de las salpicaduras, debe disponerse un zócalo de un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3%, de más de 30 cm de altura sobre el nivel del suelo exterior que cubra el impermeabilizante del muro o la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada, y sellarse la unión con la fachada en su parte superior, o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto (Véase la figura 2.7 del DB-HS1).

3 Cuando no sea necesaria la disposición del zócalo, el remate de la barrera impermeable en el exterior de la fachada debe realizarse según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 del DB-HS1 o disponiendo un sellado.

### **Encuentros de la fachada con los forjados**

Cuando la hoja principal esté interrumpida por los forjados y se tenga revestimiento exterior continuo se adoptará la solución siguiente:

-Refuerzo del revestimiento exterior con mallas dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm por encima del forjado y 15 cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.

### **Encuentros de la fachada con los pilares**

1 Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, en el caso de fachada con revestimiento continuo, debe reforzarse éste con armaduras dispuestas a lo largo del pilar de tal forma que lo sobrepasen 15 cm por ambos lados.

2 Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, si se colocan piezas de menor espesor que la hoja principal por la parte exterior de los pilares, para conseguir la estabilidad de estas piezas, debe disponerse una armadura o cualquier otra solución que produzca el mismo efecto (Véase la figura 2.9 del DB-HS1).

### **Encuentro de la fachada con la carpintería**

1.-Debe sellarse la junta entre el cerco y el muro con un cordón que debe estar introducido en un llagueado practicado en el muro de forma que quede encajado entre dos bordes paralelos.

2.-Cuando la carpintería esté retranqueada respecto del paramento exterior de la fachada, debe rematarse el alféizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia que llegue a él y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo y disponerse un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia discurra por la parte inferior del dintel hacia la carpintería o adoptarse soluciones que produzcan los mismos efectos.

3.- El vierteaguas debe tener una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo, debe ser impermeable o disponerse sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas y que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo. El vierteaguas debe disponer de un goterón en la cara inferior del saliente, separado del paramento exterior de la fachada al menos 2 cm, y su entrega lateral en la jamba debe ser de 2 cm como mínimo (Véase la figura 2.12).

4.- La junta de las piezas con goterón deben tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

### **Antepechos y remates superiores de las fachadas**

1 Los antepechos deben rematarse con albardillas para evacuar el agua de lluvia que llegue a su parte superior y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

2 Las albardillas deben tener una inclinación de 10° como mínimo, deben disponer de goterones en la cara inferior de los salientes hacia los que discurre el agua, separados de los paramentos correspondientes del antepecho al menos 2 cm y deben ser impermeables o deben disponerse sobre una barrera impermeable que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo. Deben disponerse juntas de dilatación cada dos piezas cuando sean de piedra o prefabricadas y cada 2 m cuando sean cerámicas. Las juntas entre las albardillas deben realizarse de tal manera que sean impermeables con un sellado adecuado.

### **Anclajes a la fachada**

Cuando los anclajes de elementos tales como barandillas o mástiles se realicen en un plano horizontal de la fachada, la junta entre el anclaje y la fachada debe realizarse de tal forma que se impida la entrada de agua a través de ella mediante el sellado, un elemento de goma, una pieza metálica u otro elemento que produzca el mismo efecto.

### **Aleros y cornisas**

1 Los aleros y las cornisas de constitución continua deben tener una pendiente hacia el exterior para evacuar el agua de 10° como mínimo y los que sobresalgan más de 20 cm del plano de la fachada deben

a) ser impermeables o tener la cara superior protegida por una barrera impermeable, para evitar que el agua se filtre a través de ellos;

b) disponer en el encuentro con el paramento vertical de elementos de protección prefabricados o realizados in situ que se extiendan hacia arriba al menos 15 cm y cuyo remate superior se resuelva de forma similar a la descrita en el apartado 2.4.4.1.2 del DB-HS1, para evitar que el agua se filtre en el encuentro y en el remate;

c) disponer de un goterón en el borde exterior de la cara inferior para evitar que el agua de lluvia evacuada alcance la fachada por la parte inmediatamente inferior al mismo.

2 En el caso de que no se ajusten a las condiciones antes expuestas debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

3 La junta de las piezas con goterón deben tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

#### **Condiciones de la hoja principal**

1 Cuando la hoja principal sea de ladrillo, deben sumergirse en agua brevemente antes de su colocación, excepto los ladrillos hidrofugados y aquellos cuya succión sea inferior a 1 kg/(m<sup>2</sup>.min) según el ensayo descrito en UNE EN-772 11:2001 y UNE EN 772-11:2001/A1:2006. Cuando se utilicen juntas con resistencia a la filtración alta o media, el material constituyente de la hoja debe humedecerse antes de colocarse.

2 Deben dejarse enjarjes en todas las hiladas de los encuentros y las esquinas para trabar la fábrica.

3 Cuando la hoja principal no esté interrumpida por los pilares, el anclaje de dicha hoja a los pilares debe realizarse de tal forma que no se produzcan agrietamientos en la misma. Cuando se ejecute la hoja principal debe evitarse la adherencia de ésta con los pilares.

4 Cuando la hoja principal no esté interrumpida por los forjados el anclaje de dicha hoja a los forjados, debe realizarse de tal forma que no se produzcan agrietamientos en la misma. Cuando se ejecute la hoja principal debe evitarse la adherencia de ésta con los forjados.

#### **Condiciones del revestimiento intermedio**

Debe disponerse adherido al elemento que sirve de soporte y aplicarse de manera uniforme sobre éste.

#### **Condiciones del aislante térmico**

1 Debe colocarse de forma continua y estable.

2 Cuando el aislante térmico sea a base de paneles o mantas y no rellene la totalidad del espacio entre las dos hojas de la fachada, el aislante térmico debe disponerse en contacto con la hoja interior y deben utilizarse elementos separadores entre la hoja exterior y el aislante.

#### **Condiciones del revestimiento exterior**

Debe disponerse adherido o fijado al elemento que sirve de soporte.

#### **Condiciones de los puntos singulares**

Las juntas de dilatación deben ejecutarse aplomadas y deben dejarse limpias para la aplicación del relleno y del sellado.

Los petos de cubierta se realizarán con:

- 1.- Revoco mortero de mixto de cal aérea y cemento blanco, acabado tipo estuco de cal (1,5cm)
- 2.- 1 pie de ladrillo cerámico caravista (24cms)
- 3.- Revoco mortero de mixto de cal aérea y cemento blanco, acabado tipo estuco de cal (1,5cm)

En la ejecución se dejará una junta entre el peto de cubierta y la solería, esta junta de contorno, será de poliestireno expandido (espesor mínimo, 3 cm).

SE PONDRÁ ESPECIAL CUIDADO A LA DEFINICIÓN en obra de las juntas de dilatación de fábricas.

### **2.3.2.-CUBIERTAS**

Se exigirá a los materiales a emplear en la obra las condiciones de identificación, características y forma de comercialización, que rige la Norma; y al constructor y al aplicador del producto, el cumplimiento de la Norma en lo referente a los materiales y sus condiciones de ejecución. Será imprescindible al finalizar la obra que se prepare un documento para mantenimiento del edificio por los usuarios

Todas las cubiertas cumplirán con las condiciones de las soluciones constructivas y de los componentes según el punto 2.4 del DB-HS-1.

Se proyectan las cubiertas del edificio cumpliendo los siguientes requisitos esenciales.

- **Seguridad estructural:** Son estables y resistentes a las acciones consideradas en el cálculo de la estructura (ver memoria y planos); los materiales de recubrimiento resisten la acción del viento según DB-SE-AE.

- **Salubridad: protección contra la humedad:** Se ha proyectado la cubierta de modo que se limitará el riesgo previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus cerramientos como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños. El grado de impermeabilidad es único e independiente de factores climáticos

- **Salubridad: evacuación de aguas:** Se proyecta la evacuación de aguas para que cumpla con lo exigido por el documento básico HS-5. Se colocarán en la cubierta para la evacuación de aguas varios puntos de recogida en función de la superficie. En la memoria de saneamiento y en los planos correspondientes se definen todos los requerimientos.

- **Seguridad en caso de incendio:** La resistencia al fuego de la cubierta y de los encuentros de ésta con elementos de compartimentación –fachadas, muros- en sectores, se ajustan a lo establecido por el DB-SI.

Toda cubierta tendrá una resistencia al fuego REI 60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un sector de incendio.

En la memoria de estructura se especifica la resistencia al fuego de los elementos estructurales que la componen.

- **Seguridad de utilización:** Se ha dispuesto en el perímetro de las cubiertas transitables de barreras de protección en los desniveles (fábrica, cerrajería), cuya altura es igual o mayor una altura de 900 mm cuando la diferencia de cota que protegen no exceda de 6 m y de 1100 mm en el resto de los casos

- **Protección contra el ruido:** en el caso de cubierta transitable, el aislamiento al ruido aéreo y el nivel de ruido en el espacio subyacente se ajusta a la NBE-CA.88 “Condiciones acústicas en los edificios” y, en las cubiertas no transitables, el aislamiento al ruido aéreo se ajusta igualmente a la norma.

Cubierta no transitable.

Partición formada por forjado bidireccional (25+5 cm) + aislamiento + teja curva sobre faldón de tablero machihembrado y capa de comprensión, todo ello sobre tabiques palomeros + enlucido de techo (2cm).

Contando solamente con la masa del forjado y el enlucido:

$$\text{Masa} = 370 + 20 = 390 \text{ kg / m}^2$$

$$\text{Aislamiento} = 53\text{dBA} > 45\text{dBA} - \text{Cumple}$$

Cubierta no transitable.

Partición formada por losa maciza (15 cm) + aislamiento + teja curva sobre capa de comprensión+ enlucido de techo (2cm).

Contando solamente con la masa del forjado y el enlucido:

$$\text{Masa} = 360 + 20 = 380 \text{ kg / m}^2$$

Aislamiento = 53dBA > 45dBA – Cumple

Cubierta transitable.

Partición formada por forjado bidireccional (25+5 cm) + aislamiento + terminación de baldosa cerámica + enlucido de techo (2cm)

$$\text{Masa} = 370 + 56 + 20 = 446 \text{ kg / m}^2$$

Aislamiento = 57dBA > 45dBA – Cumple

Nivel de ruido de impacto = 78 < 80 dBA – Cumple

**- Ahorro de energía y protección térmica:** Se ha tenido en cuenta la ubicación del edificio dentro de la zona climática A3 según el DB-HE 1. El espesor del aislante térmico se ha calculado según el DB-HE 1.

Se proyectan las siguientes soluciones:

#### **C1.- Cubierta inclinada no transitable – Cubierta sobre tabiques palomeros**

Sobre el forjado reticular de hormigón armado de 25+5cm de espesor se dispondrá la formación de pendientes formadas por tablero de rasillones sobre tabiquillos empalmados, capa de compresión de 3 cm de espesor HA-200 mallazo intermedio #15 de Ø5 con acabado liso, sobre esta la impermeabilización ADHERIDA formada por: imprimación asfáltica con una dotación mínima de 300 gr./m2, adhesión por simple contacto de lámina impermeabilizante autoadhesiva por ambas caras de betún polimérico con una armadura de fieltro de fibra de vidrio (FV) designación: LBA-20-FV, capa de mortero de protección de 2cm de espesor y acabado con teja amorturada. Sobre el forjado, entre los tabiquillos palomeros se colocará una capa aislante térmico acústico formado por una manta de lana de vidrio de 8cm revestida por una de sus caras de papel Kraft a modo de barrera de vapor

#### **C2.- Cubierta inclinada no transitable – Cubierta de casetón**

Sobre el forjado de losa de hormigón armado se dispondrá una capa de regularización de mortero de cemento y arena de miga y sobre esta la impermeabilización ADHERIDA formada por: imprimación asfáltica con una dotación mínima de 300 gr./m2, adhesión por simple contacto de lámina impermeabilizante autoadhesiva por ambas caras de betún polimérico con una armadura de fieltro de fibra de vidrio (FV) designación: LBA-20-FV; Capa de aislamiento térmico constituida por planchas rígidas de poliestireno extruido de 35kg/m3 de densidad y resistencia a la compresión de 3 kp/cm2 con superficie acanalada en su cara superior de 40 mm. de espesor lista para recibir el acabado con teja amorturada

#### **C3.- Cubierta plana transitable. Terrazas**

Sobre el forjado de hormigón armado se dispondrá la formación de pendiente con capa de hormigón ligero con espesor medio de 5cm., ofreciendo una terminación superior endurecida; Membrana impermeabilizante bicapa NO ADHERIDA, constituida por lámina de betún plastomérico APP con armadura de fibra de vidrio (FV) designación LBM-30-FV, lámina superior totalmente adherida a la inferior, de betún plastomérico APP con armadura de fieltro de poliéster (FP) designación LBM-30-FP; Capa separadora de polipropileno-polietileno con una resistencia a la perforación de 525 N, Capa de aislamiento térmico constituida por planchas rígidas de poliestireno extraído de 35kg/m3 de densidad y resistencia a la compresión de 3 kp/cm2, capa separadora de polietileno, capa de compresión de 5cm de espesor de mortero de cemento armado con mallazo electrosoldado # Ø6 C/15 cms., solado de baldosa de piedra de mármol de Sierra Elvira con acabado abujardado.

**La longitud de las tejas será igual o superior a 40 cm. y el solape que no será inferior a 12 cm será decidido en obra por el director de ejecución.**

Las tejas que forman el alero volarán 5 cm. sobre la línea de alero; la separación entre tejas estará comprendida entre 3 y 5 cm. Una vez colocadas y alineadas se rellenará con mortero el espacio entre ellas. Posteriormente se macizará el frente de alero utilizando el mismo mortero. Todo ello según las especificaciones de la NTE-QTT.

Para la ventilación del faldón de tejas, se dispondrán tejas especiales a razón de 1 cada 5 m<sup>2</sup>. de faldón aproximadamente. Se preverá igualmente la ventilación de las cámaras bajo el faldón disponiendo huecos de entrada y salida de aire por la parte inferior y superior de la cámara respectivamente.

## CONDICIONES DE LOS COMPONENTES

### Sistema de formación de pendientes

1.- El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.

2.- Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

3.- El sistema de formación de pendientes en cubiertas planas debe tener una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua incluida dentro de los intervalos que figuran en la tabla siguiente en función del uso de la cubierta y del tipo de protección.

#### Pendientes de cubiertas planas

Uso	Protección	Pendiente en %
Transitables	Peatones	Solado fijo 1-5 (1)
	Vehículos	Solado flotante 1-5
		Capa de rodadura 1-5 (1)
No transitables	Grava	1-5
	Lámina autoprotegida	1-15
Ajardinadas	Tierra vegetal	1-5

(1) Para rampas no se aplica la limitación de pendiente máxima.

4.- El sistema de formación de pendientes en cubiertas inclinadas, cuando éstas no tengan capa de impermeabilización, debe tener una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua mayor que la obtenida en la tabla 2.10 en función del tipo de tejado.

#### Pendientes de cubiertas inclinadas

	Pendiente mínima en %
Teja	Teja curva 32
	Teja mixta y plana monocanal 30
	Teja plana marsellesa o alicantina 40
	Teja plana con encaje 50
Pizarra	60
Placas y perfiles	
Cinc	10
Fibrocemento	Placas simétricas de onda grande 10
	Placas asimétricas de nervadura grande 10

<b>Placas asimétricas de nervadura media</b>		<b>25</b>
<b>Sintéticos</b>	<b>Perfiles de ondulado grande</b>	<b>10</b>
	<b>Perfiles de ondulado pequeño</b>	<b>15</b>
	<b>Perfiles de grecado grande</b>	<b>5</b>
	<b>Perfiles de grecado medio</b>	<b>8</b>
	<b>Perfiles nervados</b>	<b>10</b>
<b>Galvanizados</b>	<b>Perfiles de ondulado pequeño</b>	<b>15</b>
	<b>Perfiles de grecado o nervado grande</b>	<b>5</b>
	<b>Perfiles de grecado o nervado medio</b>	<b>8</b>
	<b>Perfiles de nervado pequeño</b>	<b>10</b>
	<b>Paneles</b>	<b>5</b>
<b>Aleaciones ligeras</b>	<b>Perfiles de ondulado pequeño</b>	<b>15</b>
	<b>Perfiles de nervado medio</b>	<b>5</b>

4.- Cuando la formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización, su superficie debe ser uniforme y limpia.

#### **Barrera contra el vapor**

1 La barrera contra el vapor debe extenderse bajo el fondo y los laterales de la capa de aislante térmico.

2 Debe aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.

#### **Aislante Térmico**

1 El material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.

2 Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.

3 Cuando el aislante térmico se disponga encima de la capa de impermeabilización y quede expuesto al contacto con el agua, dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación.

4 Debe colocarse de forma continua y estable

#### **Capa de impermeabilización**

1 Cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma.

2 Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deben utilizarse sistemas no adheridos.

3 Cuando se utilicen sistemas no adheridos debe emplearse una capa de protección pesada.

4 Las láminas deben aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.

5 Cuando se interrumpan los trabajos deben protegerse adecuadamente los materiales.



**6** La impermeabilización debe colocarse en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente.

**7** Las distintas capas de la impermeabilización deben colocarse en la misma dirección y a cubreuntas.

**8** Los solapos deben quedar a favor de la corriente de agua y no deben quedar alineados con los de las hileras contiguas.

### **Capa de protección**

**1** Cuando se disponga una capa de protección, el material que forma la capa debe ser resistente a la intemperie en función de las condiciones ambientales previstas y debe tener un peso suficiente para contrarrestar la succión del viento.

#### **Grava**

**1** La grava puede ser suelta o aglomerada con mortero

**2** La grava suelta sólo puede emplearse en cubiertas cuya pendiente sea menor que el 5 %.

**3** La grava debe estar limpia y carecer de sustancias extrañas. Su tamaño debe estar comprendido entre 16 y 32 mm y debe formar una capa cuyo espesor sea igual a 5 cm como mínimo. Debe establecerse el lastre de grava adecuado en cada parte de la cubierta en función de las diferentes zonas de exposición en la misma.

**4** Deben disponerse pasillos y zonas de trabajo con una capa de protección de un material apto para cubiertas transitables con el fin de facilitar el tránsito en la cubierta para realizar las operaciones de mantenimiento y evitar el deterioro del sistema.

#### **Solado fijo**

**1** El material que se utilice debe tener una forma y unas dimensiones compatibles con la pendiente.

**2** Las piezas no deben colocarse a hueso.

### **Tejado**

**1** Debe estar constituido por piezas de cobertura tales como tejas, pizarra, placas, etc. El solapo de las piezas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.

**2** Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio.

## **CONDICIONES DE LOS PUNTOS SINGULARES**

### **CUBIERTAS PLANAS**

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

### **Encuentro de la cubierta con un paramento vertical**

1 La impermeabilización debe prolongarse por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la *protección de la cubierta* (Véase la figura 2.13).

2 El encuentro con el paramento debe realizarse redondeándose con un radio de curvatura de 5 cm aproximadamente o achaflanándose una medida análoga según el sistema de impermeabilización.

3 Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por el remate superior de la impermeabilización, dicho remate debe realizarse de alguna de las formas siguientes o de cualquier otra que produzca el mismo efecto:

a) mediante una roza de 3 x 3 cm como mínimo en la que debe recibirse la impermeabilización con mortero en bisel formando aproximadamente un ángulo de 30° con la horizontal y redondeándose la arista del paramento;

b) mediante un retranqueo cuya profundidad con respecto a la superficie externa del paramento vertical debe ser mayor que 5 cm y cuya altura por encima de la protección de la cubierta debe ser mayor que 20 cm;

c) mediante un perfil metálico inoxidable provisto de una pestaña al menos en su parte superior, que sirva de base a un cordón de sellado entre el perfil y el muro. Si en la parte inferior no lleva pestaña, la arista debe ser redondeada para evitar que pueda dañarse la lámina.

### **Encuentro de la cubierta con un sumidero o un canalón**

1 El sumidero o el canalón debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice y debe disponer de un ala de 10 cm de anchura como mínimo en el borde superior.

2 El sumidero o el canalón debe estar provisto de un elemento de protección para retener los sólidos que puedan obturar la bajante. En cubiertas transitables este elemento debe estar enrasado con la capa de protección y en cubiertas no transitables, este elemento debe sobresalir de la capa de protección.

3 El elemento que sirve de soporte de la impermeabilización debe rebajarse alrededor de los sumideros o en todo el perímetro de los canalones (Véase la figura 2.14 del DB-HS1) lo suficiente para que después de haberse dispuesto el impermeabilizante siga existiendo una pendiente adecuada en el sentido de la evacuación.

4 La impermeabilización debe prolongarse 10 cm como mínimo por encima de las alas.

5 La unión del impermeabilizante con el sumidero o el canalón debe ser estanca.

6 Cuando el sumidero se disponga en la parte horizontal de la cubierta, debe situarse separado 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales o con cualquier otro elemento que sobresalga de la cubierta.

7 El borde superior del sumidero debe quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta.

8 Cuando se disponga un canalón su borde superior debe quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta y debe estar fijado al elemento que sirve de soporte.

### **Anclaje de elementos**

Los anclajes de elementos deben realizarse de una de las formas siguientes:

a) sobre un paramento vertical por encima del remate de la impermeabilización;

b) sobre la parte horizontal de la cubierta de forma análoga a la establecida para los encuentros con elementos pasantes o sobre una bancada apoyada en la misma.

### **Rincones y esquinas**

1 En los rincones y las esquinas deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ hasta una distancia de 10 cm como mínimo desde el vértice formado por los dos planos que conforman el rincón o la esquina y el plano de la cubierta.

### **Accesos y aberturas**

Los accesos y las aberturas situados en un paramento vertical deben realizarse de una de las formas siguientes:

a) disponiendo un desnivel de 20 cm de altura como mínimo por encima de la protección de la cubierta, protegido con un impermeabilizante que lo cubra y ascienda por los laterales del hueco hasta una altura de 15 cm como mínimo por encima de dicho desnivel;

b) disponiéndolos retranqueados respecto del paramento vertical 1 m como mínimo. El suelo hasta el acceso debe tener una pendiente del 10% hacia fuera y debe ser tratado como la cubierta, excepto para los casos de accesos en balconeras que vierten el agua libremente sin antepechos, donde la pendiente mínima es del 1%.

### **Cubiertas inclinadas**

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee

### **Encuentro de la cubierta con un paramento vertical**

1 En el encuentro de la cubierta con un paramento vertical deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.

2 Los elementos de protección deben cubrir como mínimo una banda del paramento vertical de 25 cm de altura por encima del tejado y su remate debe realizarse de forma similar a la descrita en las cubiertas planas.

3 Cuando el encuentro se produzca en la parte inferior del faldón, debe disponerse un canalón y realizarse según lo dispuesto en el apartado de canalones

4 Cuando el encuentro se produzca en la parte superior o lateral del faldón, los elementos de protección deben colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro

### **Alero**

1 Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo y media pieza como máximo del soporte que conforma el alero.

2 Cuando el tejado sea de pizarra o de teja, para evitar la filtración de agua a través de la unión de la primera hilada del tejado y el alero, debe realizarse en el borde un recalde de asiento de las piezas de la primera hilada de tal manera que tengan la misma pendiente que las de las siguientes, o debe adoptarse cualquier otra solución que produzca el mismo efecto.

### **Borde lateral**

1 En el borde lateral deben disponerse piezas especiales que vuelen lateralmente más de 5 cm o baberos protectores realizados in situ. En el último caso el borde puede rematarse con piezas especiales o con piezas normales que vuelen 5 cm.

### **Cumbreras y limatesas**

1 En las cumbreras y limatesas deben disponerse piezas especiales, que deben solapar 5 cm como mínimo sobre las piezas del tejado de ambos faldones.

2 Las piezas del tejado de la última hilada horizontal superior y las de la cumbrera y la limatesa deben fijarse.

3 Cuando no sea posible el solape entre las piezas de una cumbrera en un cambio de dirección o en un encuentro de cumbreras este encuentro debe impermeabilizarse con piezas especiales o baberos protectores.

**Encuentro de la cubierta con *elementos pasantes***

- 1 Los *elementos pasantes* no debe disponerse en las limahoya.
- 2 La parte superior del encuentro del faldón con el *elemento pasante* debe resolverse de tal manera que se desvíe el agua hacia los lados del mismo.
- 3 En el perímetro del encuentro deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del *elemento pasante* por encima del tejado de 20 cm de altura como mínimo.

**Anclaje de elementos**

- 1 Los anclajes no deben disponerse en las limahoyas.
- 2 Deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento anclado de una altura de 20 cm como mínimo por encima del tejado.

**Canalones**

- 1 Para la formación del canalón deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.
- 2 Los canalones deben disponerse con una pendiente hacia el desagüe del 1% como mínimo.
- 3 Las piezas del tejado que vierten sobre el canalón deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre el mismo.
- 4 Cuando el canalón sea visto, debe disponerse el borde más cercano a la fachada de tal forma que quede por encima del borde exterior del mismo.
- 5 Cuando el canalón esté situado junto a un paramento vertical deben disponerse:
  - a) cuando el encuentro sea en la parte inferior del faldón, los elementos de protección por debajo de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo
  - b) cuando el encuentro sea en la parte superior del faldón, los elementos de protección por encima de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo
  - c) elementos de protección prefabricados o realizados in situ de tal forma que cubran una banda del paramento vertical por encima del tejado de 25 cm como mínimo y su remate se realice de forma similar a la descrita para cubiertas planas

Cualquier unión o membrana impermeabilizante deberá ser aprobada por la dirección facultativa y la propiedad. Una vez ejecutada, se realizarán las pruebas de estanqueidad que se estimen oportunas.

Los parámetros básicos que se han tenido en cuenta a la hora de la elección del sistema de cubierta han sido la zona climática, el grado de impermeabilidad y recogida de aguas pluviales, las condiciones de propagación exterior y de resistencia al fuego y las condiciones de aislamiento acústico determinados por los documentos básicos DB-HS-1 de Protección frente a la humedad, DB-HS-5 de Evacuación de aguas, DB-HE-1 de Limitación de la demanda energética y DB-SI-2 de Propagación exterior y la norma NBE-CA-88 de condiciones acústicas en los edificios.

**2.3.3.-SUELOS**

Se proyectan los suelos del edificio cumpliendo los siguientes requisitos esenciales.

- **Seguridad estructural:** Son estables y resistentes a las acciones consideradas en el cálculo de la estructura (ver memoria y planos).
- **Salubridad: protección contra la humedad:** Los suelos en contacto con el terreno se ven afectados por la exigencia **HS 1 Protección frente a la humedad** del DB HS, por lo que habrá que obtener el grado de impermeabilidad (GI) exigido

**Datos de partida**

Coeficiente de permeabilidad del terreno desconocido por lo que tomamos de manera conservadora el coeficiente más desfavorable -  $K_s > 10^{-5} \text{ cm/s}$ .

Presencia de agua baja (cara inferior del suelo por encima de nivel freático)

#### **Obtención del grado de impermeabilidad exigido**

Con los datos de partida obtenemos el grado de impermeabilidad mínimo exigido:

Grado de impermeabilidad mínimo exigido: **2**

#### **Grado de impermeabilidad $\leq 2$ . Muro flexorresistentes-placa, inyecciones C2+C3+D1**

**C2** cuando el suelo se constituya in situ debe utilizarse hormigón hidrófugo de elevada compacidad

**C3** debe realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo

**D1** debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En el caso que se utilice como capa drenante un encachado, debe disponerse una lámina de polietileno por encima de ella

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

**- Salubridad: evacuación de aguas:** No procede

**- Seguridad en caso de incendio:** La resistencia al fuego de los distintos suelos y de los encuentros de éstos con elementos de compartimentación –fachadas, muros- en sectores, se ajustan a lo establecido por el DB-SI.

En la memoria de estructura se especifica la resistencia al fuego de los elementos estructurales que la componen.

**- Seguridad de utilización:** Debe comprobarse que el pavimento elegido tiene la clase de resbaladidad exigida en función del uso de la zona en que se encuentre. La exigencia de resbaladidad no se aplica al uso Residencial Vivienda.

Excepto en zonas de *uso restringido* o exteriores y con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de traspies o de tropiezos, el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

a) No tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°.

b) Los desniveles que no excedan de 50 mm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%;

c) En zonas interiores para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 15 mm de diámetro.

#### **- Protección contra el ruido:**

##### **1.- Forjado suelo vivienda / vivienda.**

Partición formada por forjado bidireccional (25+5 cm) + solería de terrazo + enlucido de techo (2cm)

$$\text{Masa} = 370 + 120 = 490 \text{ kg / m}^2$$

$$\text{Aislamiento} = 57\text{dBA} > 45\text{dBA} - \text{Cumple}$$

$$\text{Nivel de ruido de impacto} = 78 < 80 \text{ dBA} - \text{Cumple}$$

##### **1.2.-Forjado suelo vivienda / zona común.**

Partición formada por forjado bidireccional (25+5 cm) + solería de terrazo + (2cm)+falso techo de placas de cartón yeso de 15mm

Masa =  $370 + 120 = 490 \text{ kg / m}^2$

Aislamiento = 57dBA > 45dBA – Cumple

Nivel de ruido de impacto = 78 < 80 dBA – Cumple

**- Ahorro de energía y protección térmica:** Se ha tenido en cuenta la ubicación del edificio dentro de la zona climática A3 según el DB-HE 1. El espesor del aislante térmico se ha calculado según el DB-HE 1.

Se proyectan las siguientes soluciones:

**S-1.- Separación de planta baja y terreno natural**

1. Terreno natural mejorado mediante pozos tipo mix
2. Lámina geotextil
3. Terreno "seleccionado" (s/pg-3) de 50cm de espesor compactado al 98% p.m. (une 103.501 /94) en tongadas de 25cm (50cms)
4. Film de polietileno
5. Hormigón de limpieza (10cms)
6. Losa de hormigón hidrófugo de elevada compacidad y retracción moderada. (según estructura)
7. Hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.
8. Encofrado tipo Caviti-10 o similar (15cm) relleno con hormigón ha-25 n/mm<sup>2</sup> y armado con mallazo b-500t me 15x15xØ6 (espesor mínimo 5cm)

**S-4.- Separación vivienda y cuarto de instalaciones**

1. Guarnecido con yeso negro Y-12 y enlucido con yeso blanco Y-25F (2cms)
2. Forjado bidireccional de hormigón armado (25+5cms)
3. Aislamiento térmico a base de placas de poliestireno extruido, 35 kg/m<sup>3</sup> de densidad y una resistencia a la compresión de 3 kp/cm<sup>2</sup> (4cms)
4. Capa separadora de polietileno
5. Capa de compresión de mortero con mallazo electrosoldado # Ø6 c/15 cms. (5cms)
6. Solería de baldosa de gres porcelánico de 30x59cm de la marca "Saloni" o similar, serie Efir, color blanco, tomada con cemento cola especial para gres porcelánico. Lecheado del color del pavimento. Rodapié del mismo material.

**2.3.4.-PAREDES ENTRE VIVIENDAS:**

La definición de la separación entre viviendas está condicionada por la aplicación de varios Documentos Básicos: DB-HE, DB-SI y la norma básica NBE-CA-88

Cumplirán los siguientes requisitos esenciales.

**- Seguridad estructural:**

Según el apartado 3.2 del DB SE AE, todos los elementos divisorios, incluidos los tabiques, deben soportar una carga horizontal a 1,2 m de altura que depende de la zona en la que estén. Para el caso de viviendas, esta carga es de 0,4 kN/m.

**- Salubridad: protección contra la humedad:**

No influye en el diseño y cálculo de la separación entre viviendas

**- Salubridad: evacuación de aguas:**

No influye en el diseño y cálculo de la separación entre viviendas

**- Seguridad en caso de incendio:**

Entre viviendas cumplirá EI 60.

**- Seguridad de utilización:**

No influye en el diseño y cálculo de la separación entre viviendas

**- Protección contra el ruido:**

Separación entre viviendas. (R exigido  $\geq 45$  dBA)

Aislamiento de 51 dBA > R exigido (45 dBA) – CUMPLE

**- Ahorro de energía y protección térmica**

Se ha tenido en cuenta la ubicación del edificio dentro de la zona climática A3 según el DB-HE 1

Se proyectan las siguientes soluciones:

**P1.- Separación entre viviendas. Entre estancias**

1. Doble placa de cartón yeso (15mms) y pintado en blanco RAL s/D.F.
2. Estructura de perfil de acero galvanizado (46mm) con aislamiento térmico (lana de vidrio en su interior) (4cms)
3. Chapa metálica de acero galvanizado (0.8mm)
4. Estructura de perfil de acero galvanizado (46mm) con aislamiento térmico (lana de vidrio en su interior) (4cms)
5. Doble placa de cartón yeso (15mms) y pintado en blanco RAL s/D.F.

**P2.- Separación entre viviendas. Entre estancia y zona húmeda**

1. Doble placa de cartón yeso (15mms) y pintado en blanco RAL s/D.F.
2. Estructura de perfil de acero galvanizado (46mm) con aislamiento térmico (lana de vidrio en su interior) (4cms)
3. Chapa metálica de acero galvanizado (0.8mm)
4. Estructura de perfil de acero galvanizado (46mm) con aislamiento térmico (lana de vidrio en su interior) (4cms)
5. Doble placa de cartón yeso WA (15mms) para su posterior alicatado

**P3.- Separación entre viviendas. Entre zonas húmedas**

1. Doble placa de cartón yeso WA (15mms) para su posterior alicatado
2. Estructura de perfil de acero galvanizado (46mm) con aislamiento térmico (lana de vidrio en su interior) (4cms)
3. Chapa metálica de acero galvanizado (0.8mm)
4. Estructura de perfil de acero galvanizado (46mm) con aislamiento térmico (lana de vidrio en su interior) (4cms)
5. Doble placa de cartón yeso WA (15mms) para su posterior alicatado

**2.3.5.-PAREDES INTERIORES SOBRE RASANTE EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES:**

La definición de la separación entre viviendas y cuartos de instalaciones está condicionada por la aplicación de varios Documentos Básicos: DB-HE, DB-SI y la norma básica NBE-CA-88

Cumplirán los siguientes requisitos esenciales.

**- Seguridad estructural:**

Según el apartado 3.2 del DB SE AE, todos los elementos divisorios, incluidos los tabiques, deben soportar una carga horizontal a 1,2 m de altura que depende de la zona en la que estén. Para el caso de viviendas, esta carga es de 0,4 kN/m.

**- Salubridad: protección contra la humedad:**

No influye en el diseño y cálculo de la separación entre viviendas

**- Salubridad: evacuación de aguas:**

No influye en el diseño y cálculo de la separación entre viviendas

**- Seguridad en caso de incendio:**

Entre viviendas y cuartos de instalaciones cumplirá EI 90.

**- Seguridad de utilización:**

No influye en el diseño y cálculo de la separación entre viviendas y cuartos de instalaciones

**- Protección contra el ruido:**

Aislamiento de 51 dBA > R exigido (45 dBA) – CUMPLE

**- Ahorro de energía y protección térmica**

Las fachadas que formen parte de la envolvente térmica del edificio cumplirán el documento básico DB-HE 1

En la justificación del DB-HE 1 de la presente memoria se definen las distintas características de los materiales y de las soluciones constructivas que definen la envolvente del edificio y el cumplimiento de la norma. Para la justificación de este apartado se ha utilizado el programa informático de referencia "LIDER".

1 Se controlará que la puesta en obra de los aislantes térmicos se ajusta a lo indicado en el proyecto, en cuanto a su colocación, posición, dimensiones y tratamiento de puntos singulares.

2 Se prestará especial cuidado en la ejecución de los puentes térmicos tales como frentes de forjado y encuentro entre *ceramientos*, atendiéndose a los detalles constructivos correspondientes.

Se proyectan las siguientes soluciones:

**P4.-Separación viviendas-cuartos instalaciones**

1. Doble placa de cartón yeso (15mms) y pintado en blanco ral s/d.f.
2. Estructura de perfil de acero galvanizado (46mm) con aislamiento térmico (lana de vidrio en su interior) (4cms)
3. Chapa metálica de acero galvanizado (0.8mm)
4. Estructura de perfil de acero galvanizado (46mm)
5. Doble placa de cartón yeso wa (15mms) para su posterior alicatado

### **2.3.6.-CARPINTERÍA EXTERIOR**

#### **CARPINTERÍA DE ALUMINIO**

Utilizaremos los siguientes tipos de elementos de carpintería de aluminio:



**-V1.- PUERTA DE ACCESO A TERRAZA DESDE SALA DE ESTAR**

Puerta de dos hojas abatibles de dimensión total de hueco 180x220 cm de aluminio anodizado color RAL 9006, con premarco de aluminio, con acristalamiento stadip 6+6, sistema compacto incorporado (monoblock) con persiana de lamas de aluminio anodizado color RAL 9006 relleno de poliuretano, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor. Persiana de seguridad.

**-V2.- PUERTA DE ACCESO A TERRAZA DESDE SALA DE ESTAR Y VENTANA DORMITORIOS**

Puerta de una hoja abatible de apertura hacia el interior de dimensión total de hueco 85x220 cm, de aluminio anodizado color RAL 9006, con premarco de aluminio, con acristalamiento stadip 6+6, sistema compacto incorporado (monoblock) con persiana de lamas de aluminio anodizado color RAL 9006 relleno de poliuretano, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor. Serán persianas de seguridad en planta baja

**-V3.- VENTANA A DORMITORIOS**

Puerta de una hoja abatible de apertura hacia el interior de dimensión total de hueco 94x220 cm, de aluminio anodizado color RAL 9006, con premarco de aluminio, con acristalamiento stadip 6+6, sistema compacto incorporado (monoblock) con persiana de lamas de aluminio anodizado color RAL 9006 relleno de poliuretano, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.

**-V4.- PUERTA DE ACCESO A LAVADERO**

Puerta de una hoja abatible de apertura hacia el interior de dimensión total de hueco 90x220 cm, de aluminio anodizado color RAL 9006, con premarco de aluminio, con acristalamiento stadip 6+6.

**-V5.- VENTANA EN ESTAR/COMEDOR/COCINA**

Ventana de dos hojas abatibles de dimensión de hueco 198x120cm de aluminio anodizado color RAL 9006, con premarco de aluminio, con doble acristalamiento con cámara de aire tipo climalit (6-12-5 mm.). Sistema compacto incorporado (monoblock) con persiana de lamas de aluminio anodizado color RAL 9006 relleno de poliuretano, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor. Persianas de seguridad.

Las ventanas que lleven incorporadas persianas monoblock tendrán cerco con carriles para persiana.

Las persianas de planta baja serán de seguridad

Perfiles de Aluminio, espesor medio mínimo de pared de 1,5 mm, y color uniforme. El anodizado de color RAL 9006 será con espesor mínimo de 15 micras y realizado por una empresa con certificación EWA/EURAS

En función de su movimiento (norma UNE 85-202) se proyectan aperturas abatibles. Las ventanas abatibles disponen de bisagras en el montante vertical; se aplica un sistema de apertura mediante cremón de acero inoxidable de tres puntos, encastrada en el montante. Se utilizará: tornillería de acero inoxidable, accesorios en aluminio, manetas de aluminio lacadas en color RAL idéntico a la perfilaría, tapajuntas interiores desmontables, bisagras regulables en aluminio con camisa de poliamida y ejes de acero inoxidable, cerradura y mecanismos de cierre / apertura en cremón encastrada en el perfil (3 puntos).

Los materiales de carpintería se protegerán de la agresión ambiental durante la obra y se garantizará su plena compatibilidad entre los elementos empleados y los de la fábrica en donde se anclen.

Cada hueco dispondrá de precerco, cerco, bastidor y acristalamiento

**PRESTACIONES DE LAS VENTANAS**

Datos de partida

- Edificio Residencial.
- Emplazamiento: Zona Urbana.
- Altura sobre rasante: 7,50 m.
- Cota de la ventana más alta: 5.80 m.
- Dimensiones de las mayores ventanas: 1.80x2.20 m.
- Distancia vertical entre dos ventanas consecutivas. H = 3.00 m.
- Dimensiones del acristalamiento: 0.75x2.05 m.

**1.-Resistencia al viento.**

Situación: Málaga. Según el mapa de isotacas, a Málaga le corresponde la zona A.

Según SE-AE Anexo E. Velocidad del viento básica.

Zona A.  $V = 26$  m/s.

P básica = 422,5 Pa.

Considerando que el edificio está en zona urbana (Categoría del terreno. Terreno tipo IV.) y que las fachadas están en situación expuesta, para la ventana más alta, la clasificación necesaria con respecto a la Resistencia al viento es Clase 4.

El nivel de flecha frontal relativa recomendable para acristalamiento monolítico o laminar,  $f \leq L/200$ .

El nivel de flecha frontal relativa recomendable para acristalamiento doble,  $f \leq L/300$ .

Según norma **UNE EN 122210**, para una  $f \leq L/200$  y para una  $f \leq L/300$ , la clasificación final necesaria es, respectivamente, según la Resistencia al viento **Clase B4** para ventanas con vidrios laminados y **Clase C4** para ventanas con vidrios dobles (climalit)

**2.-Estanqueidad al agua.**

Según mapa de Zonas Pluviométricas, a Málaga le corresponde la Zona III

Considerando que todas las fachadas están en situación expuesta y para la ventana más alta, con una H entre ventanas de 3.00 m, colocada a haces interiores y Resistencia al viento: C4, la clasificación necesaria según la Estanqueidad al agua es de **Clase 4A**.

**3.-Permeabilidad al aire.**

Según CTE, DB-HE. A Málaga le corresponde la zona climática: A3, y según la norma UNE 85220, la Presión promedio de viento, le corresponde la zona G.

Considerando que todas las fachadas están en situación expuesta y para la ventana más alta, en zona urbana con altura inferior a 50 m, la clasificación necesaria según Permeabilidad al aire es de **Clase 1**.

La clase 1 cumple con los requisitos del CTE para la zona climática A.

Debido a la norma NBE-CA se utilizan ventanas tipo A2 que equivalen a una ventana **Clase 3**

**CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE VENTANAS DE ALUMINIO**

<b>Resistencia al viento</b>	<b>Clase B4</b> para ventanas con vidrios laminados <b>Clase C4</b> para ventanas con vidrios dobles
<b>Estanqueidad al agua</b>	<b>Clase 4A</b>
<b>Permeabilidad al aire</b>	<b>Clase 3</b>

## REQUISITOS DE LOS COMPONENTES

### PRECERCOS

Los requisitos de los precercos se recogen en la norma UNE 85241:1990.

Se adoptarán las medidas necesarias para evitar la corrosión electroquímica por par galvánico susceptible de producirse al poner en contacto metales diferentes en presencia de un electrolito conductor, como agua, humedad,.. Así mismo, se tomarán precauciones respecto a los elementos de unión, como tornillos o remaches, aislándolos adecuadamente.

Los precercos estarán formados por un perfil tubular de aluminio, serán de diseño idéntico en todo el perímetro. Tendrán rigidez al descuadre y alabeo y deberán cumplir un adecuado y resistente atornillado acorde con las necesidades de las clasificaciones de resistencia I viento y permeabilidad al aire de la carpintería.

Dispondrá de patillas de anclaje para fijar el hueco de la fachada. La perfilera prevista en la solución del proyecto no responde a un tipo previo, el dibujo y el cálculo está dirigido a obtener el dimensionado de los perfiles que componen el hueco de carpintería y que debe soportar las solicitaciones de uso y de carga de viento, adaptándose a la normativa Básica y Tecnológica existente; en la colocación de los precercos, se cumplirá la norma FCL-19 (fijación del cerco con patillas laterales, patilla superior y a la peana) y FCL-29, en función del tipo de hueco con persiana o sin persiana, teniendo en cuenta las fijaciones a los paramentos laterales, superior e inferior y al material sobre el cual se fija (albañilería, hormigón...etc).

El precerco será de aluminio anodizado y tendrá la rigidez suficiente para soportar y recibir la carpintería, además de contar con la cantidad suficiente de garras de fijación.

### PERFILES

Los perfiles de aluminio empleados en la fabricación de ventanas deberán cumplir las especificaciones técnicas que figuran en el real decreto 2699/1985 de 27 de diciembre.

El perfil deberá de tener las medidas y secciones reflejadas en los planos de carpintería exterior y detalles. Para asegurar una protección suficiente contra la lluvia batiente, las uniones en ángulos deben ser encoladas adicionalmente y las uniones de las escuadras cortadas en inglete y tratadas con masilla (interiormente).

Perfiles de Aluminio, espesor medio mínimo de pared de 1,5 mm, y color uniforme. El anodizado de color RAL 9006 será con espesor mínimo de 15 micras y realizado por una empresa con certificación EWA/EURAS

Los perfiles de las hojas y marcos permitirán una protección contra la lluvia batiente y en segundo lugar de las juntas. Por ello las juntas no estarán expuestas a la intemperie sino protegidas dentro de los perfiles. El agua que penetra en la ventana por lluvia batiente debe ser recogida en una cámara, delante del perfil de estanqueidad; la hoja batiente debe tener un perfil de vierteaguas, para evitar el deslizamiento del agua por el lado interior del perfil. Habrá que prestar especial atención al montaje del vidrio en carpintería; es decir: dimensiones de galces, holguras, calzos, acuñaado y masillado.

Se realizará un sellado profundo con espuma de poliuretano inyectado entre marco y precerco, y un sellado con silicona color neutra, entre marco y paramento revestidos.

### HERRAJES

Los herrajes solamente se unirán al marco y la hoja, y deberán de ser de material anticorrosivo; los orificios de descarga estarán protegidos contra el viento y la lluvia. Para

lograr una estanqueidad óptima de las juntas y protección contra la lluvia batiente, no debe interrumpirse la junta perimetral.

Para ventanas correderas, se utilizará: tornillería de acero inoxidable, acristalamiento directo sin junquillos, con ruedas sobre carcasas metálicas, manetas (con mecanismos de apertura y cierre, encastrados en el perfil de aluminio (cremona de 3 puntos) de aluminio lacadas en color RAL idéntico a la perfilería, tapajuntas interiores desmontables.

Para ventanas abatibles, se utilizará: tornillería de acero inoxidable, accesorios en aluminio, manetas de aluminio lacadas en color RAL idéntico a la perfilería, tapajuntas interiores desmontables, bisagras regulables en aluminio con camisa de poliamida y ejes de acero inoxidable, cerradura y mecanismos de cierre / apertura en cremona encastrada en el perfil (3 puntos).

## SELLADORES

Los selladores empleados para asegurar la estanqueidad de la ventana serán de uno de los siguientes tipos, según la norma ISO 11600

-Para acristalamiento: se elegirá entre los selladores de acristalamiento definidos en la norma: G25LM, G25HM, G20LM, G20HM.

Los selladores utilizados para la instalación de doble acristalamiento serán siempre compatibles con los empleados en la junta de estanqueidad del doble acristalamiento y en su caso compatibles con el butiral del vidrio laminar.

-Para el sellado marco-obra: se elegirán en función del movimiento previsto de la junta, pero siempre elásticos y de bajo módulo.

## PRUEBA DE SERVICIO, ESTANQUEIDAD AL AGUA Y FUNCIONAMIENTO.

Este ensayo será imprescindible, estará documentado por un laboratorio homologado, y se incorporará a la Documentación Final de Obra. Se realizará según especificación de NTE-FCL, mediante un difusor de ducha, conectado a una manguera, que se proyectará en forma de lluvia sobre la carpintería completamente montada. Se mantendrá en ensayo durante ocho horas. Se realizará en una de cada veinte unidades de carpintería, y se producirá la no aceptación automática, si se produce penetración de agua al interior.

En cuanto al funcionamiento, se realizará la apertura y cierre de la parte practicable de la carpintería, en el 100% de las unidades de carpintería, y será condición de no aceptación, el mal funcionamiento de los mecanismos de maniobra y cierre.

## ACRISTALAMIENTO

Se proyectan las acristalamientos del edificio cumpliendo los siguientes requisitos esenciales.

### - Seguridad estructural:

Para la ventana estudiada anteriormente

$$\text{Si } a/b < 3 \quad \rightarrow \quad e = 0.12 (a \times b \times w)^{0.5} = 5.66 \text{ mm.}$$

Según la norma UNE 85220, para un vidrio apoyado en todo su contorno con una  $S = 1,395 \text{ m}^2$ , y una  $P$  cálculo entre 1500 Pa y 2000 Pa, el espesor mínimo recomendado del vidrio es de 6 mm.

Para doble acristalamiento,  $e_t = e \times C_e = 6 \times 1.5 = 9 \text{ mm.}$

**- Seguridad de utilización:**

Los vidrios existentes en las áreas con riesgo de impacto tendrán una clasificación de prestaciones X(Y)Z determinada según la norma UNE EN 12600:2003.

Se identifican las siguientes áreas con riesgo de impacto (véase figura 1.2):

- a) en puertas, el área comprendida entre el nivel del suelo, una altura de 1500 mm y una anchura igual a la de la puerta más 300 mm a cada lado de esta;
- b) en paños fijos, el área comprendida entre el nivel del suelo y una altura de 900 mm.

Tendremos áreas con riesgo de impacto en los siguientes elementos

- V1.- Puerta de acceso a terraza desde sala de estar
- V2.- Puerta de acceso a terraza desde sala de estar y ventana dormitorios
- V3.- Ventana de dormitorios
- V4.- Puerta de acceso a lavadero

Para las puertas de acceso a terrazas y lavaderos tendrán que cumplir unas prestaciones; X = 1,2 o 3, Y = B o C, Z = cualquiera, ya que el desnivel entre ambos lados es menor de 0,55m. En el resto de los casos, hay una diferencia de cota a ambos lados de entre 0,55m y 12m por lo que la clasificación será X= cualquiera, Y= B o C, Z= 1 o 2

Los vidrios de todas estas zonas se resolverán con vidrios laminares 6+6 con butiral intermedio.

**- Protección contra el ruido:**

Aislamiento acústico de la parte acristalada. No se fija normativamente aislamiento específico mínimo obligatorio.

Calculamos la protección al ruido del acristalamiento doble (6/12/5) según NBE-CA  
Aplicando la fórmula:  $R = 13,3 \log e + 14,5 = 13,3 \log 11 + 14,5 = 28,35 \text{ dBA}$

Calculamos la protección al ruido del acristalamiento laminar (6+6) según NBE-CA  
Aplicando la fórmula:  $R = 13,3 \log e + 14,5 = 13,3 \log 12 + 14,5 = 28,85 \text{ dBA}$

**- Ahorro de energía y protección térmica**

Se ha tenido en cuenta la ubicación del edificio dentro de la zona climática A3 según el DB-HE 1

Se proyectan las siguientes soluciones:

- Vidrio 6/12/5 en ventana V5.
- Vidrio 6+6 en ventanas V1, V2, V3 y V4.

Esta vidriería se fija sobre carpintería metálica mediante calzos perimetrales y laterales, sellado en frío con cantonera de neopreno EPDM, y montada en taller, de forma que el material de carpintería de aluminio llega a la obra completo de vidriería.

**CERRAJERÍA****BARANDILLAS**

Barandillas de terrazas

Las barandillas exteriores de las terrazas de plantas piso serán metálicas de acero galvanizado compuesta por varillas redondas macizas de Ø10, soldados a pletina superior e inferior de acero de 40x10mm. Durante la ejecución de los forjados de hormigón armado, se deberá dejar embutida una pletina base donde se fijarán las pletinas de anclaje.

### Barandillas de escaleras

Estarán formadas por un tubo de acero galvanizado Ø40 mm. y 3mm. de espesor soldado a redondos de acero galvanizado Ø8mm para anclaje mediante soldadura a tubo metálico anclado a forjado y a viga metálica para apoyo de tabique.

Las distintas barandillas así como sus resoluciones específicas aparecen solucionadas en los planos de memorias de carpinterías.

### REJAS

Reja metálica de acero galvanizado compuesta por perfiles redondos horizontales macizos de Ø10, soldados a marco de pletinas de acero de 40x10mm. Sistema de sujeción mediante soldadura a redondo de acero Ø10mm anclado a fábrica de ladrillo cara vista.

### PUERTAS

#### A1.- Armario de contador de agua

Puerta metálica de dos hojas abatibles de dimensiones totales de 125x204,5cm, e=4,5 cm, ejecutada con perfiles de chapa galvanizada en marco y hoja, con doble rejilla de lamas de ventilación 30x25cm, garras de fijación, herrajes de cuelgue, seguridad con picaporte metálico blanco y cerradura. Totalmente terminada, acabada al esmalte en color a elegir por D.F.

#### A2.- Armario de contador de electricidad

Puerta metálica EI2 60-c5 de dos hojas abatibles de dimensiones totales 90x204,5cm, e=45 mm, ejecutada con perfiles de chapa galvanizada en marco y hoja, con doble rejilla intumescente de lamas de ventilación 30x25 cm, en cada hoja, incluso garras de fijación, perfil inferior antihumo, herrajes de cuelgue y seguridad, con picaporte metálico blanco, cerradura según compañía, acabado en pintura al esmalte color a elegir por D.F.

#### A3.- Armario de contador de electricidad

Puerta metálica EI2 60-c5 de dos hojas abatibles de dimensiones totales 90x204,5cm, e=45 mm, ejecutada con perfiles de chapa galvanizada en marco y hoja, con doble rejilla intumescente de lamas de ventilación 30x25 cm, en cada hoja, incluso garras de fijación, perfil inferior antihumo, herrajes de cuelgue y seguridad, con picaporte metálico blanco, cerradura, acabado en pintura al esmalte color a elegir por D.F.

El diseño cumplirá los requerimientos de seguridad y facilidad de limpieza. Se replantearán en obra, se construirán en taller y se ajustarán sobre los elementos de soporte y fijación previstas en el replanteo inicial.

TOPE METÁLICO protección puertas de goma y acero inoxidable atornillado a pavimento. Se clorarán en fase de terminación de obra para evitar golpes a paramentos (Puertas P1 a P4)

### PUERTA DE ENTRADA PRINCIPAL AL EDIFICIO (C1)

Puerta de entrada de seguridad, formada por:

Hoja abatible de 260x104 cm realizada con un marco de tubos cuadrados 40.5 de acero galvanizado con parte al exterior de perfiles de acero galvanizado L40.5 y LD80.40.5, plementada con tablas de 103,2x20x2 cm de madera de pino tratada para exteriores en autoclave, pintada en color según D.F., con agujeros de diámetro 3, 6 y 12 cm según diseño y parte al interior de vidrio stadip 6+6 con butiral traslúcido en el interior, con 5 bisagras de seguridad y cerradura de seguridad con sistema antipalanca en acero inoxidable inscrita en una circunferencia de diámetro 12 cm.

Fijo superior de 60x104 cm realizado con un marco de perfiles de acero galvanizado L40.4 plementada con tablas de 103,2x20x2 cm de madera de pino tratada para exteriores en autoclave, pintada en color según D.F. centrado en el fijo se pintará en color gris a elegir por D.F. el número 68 de indicación de portal. Altura del número 45 cm.

### CONTRAVENTANAS CORREDERAS

En fachada habrá contraventanas correderas formadas por marco de perfiles de acero galvanizado L40.4 pintados en color a elegir por D.F., plementado con tablas de 103,2x20x2 cm de madera de pino tratada para exteriores en autoclave, pintada en color según D.F., con agujeros de diámetro 3, 6 y 12 cm, según diseño.

Los parámetros básicos que se han tenido en cuenta a la hora de la elección de la carpintería exterior han sido la zona climática, la transmitancia térmica, el grado de permeabilidad, las condiciones de accesibilidad por fachada, las condiciones de seguridad de utilización en lo referente a los huecos y elementos de protección y las condiciones de aislamiento acústico determinados por los documentos básicos DB-HE-1 de Limitación de la demanda energética, DB-SI-5 Intervención de bomberos, DB-SU-1 Seguridad frente al riesgo de caídas y DB-SU-2 Seguridad frente al riesgo de impacto y atrapamiento.

## 2.4 SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

### COMPARTIMENTACIONES VERTICALES

A continuación se procede a hacer referencia al comportamiento de los elementos de compartimentación frente a las acciones siguientes. Cumplirán los siguientes requisitos esenciales.

**- Seguridad estructural:**

Según el apartado 3.2 del DB SE AE, todos los elementos divisorios, incluidos los tabiques, deben soportar una carga horizontal a 1,2 m de altura que depende de la zona en la que estén. Para el caso de viviendas, esta carga es de 0,4 kN/m.

**- Salubridad: protección contra la humedad:**

No influye en el diseño y cálculo de las compartimentaciones verticales

**- Seguridad en caso de incendio:**

Entre viviendas EI 60. Entre cuartos de instalaciones EI-90

**- Seguridad de utilización:**

No influye en el diseño y cálculo de las compartimentaciones verticales

**- Protección contra el ruido:**

**1.1.- Entre áreas de igual uso (R exigido  $\geq$  30dBA)**

**1.1.1.-Dormitorios:**

Placa de cartón yeso de 15 mm de espesor + estructura de perfiles de acero galvanizado de 70 mm + placa de cartón yeso formado de 15 mm de espesor

Masa = 27,06 kg/m<sup>2</sup>.

Aislamiento de 43dBA > R exigido (30 dBA) - CUMPLE

**1.2.-Entre áreas de distinto uso (R exigido  $\geq$  35dBA)**

**1.2.1.-Salón / Aseo:**

Placa de cartón yeso de 15 mm de espesor + estructura de perfiles de acero galvanizado de 70 mm + placa de cartón yeso (WR) de 15 mm de espesor + alicatado sobre adhesivo especial (2cm).

Masa = 45,06 kg/m<sup>2</sup>.

Aislamiento de 43dBA > R exigido (35 dBA) – CUMPLE

**1.2.2.-Dormitorio / Baño:**

Placa de cartón yeso de 15 mm de espesor + estructura de perfiles de acero galvanizado de 70 mm + placa de cartón yeso (WR) de 15 mm de espesor + alicatado sobre adhesivo especial (2cm).

Masa = 45,06 kg/m<sup>2</sup>.

Aislamiento de 43dBA > R exigido (35 dBA) – CUMPLE

#### - Ahorro de energía y protección térmica

No influye en el diseño y cálculo de las compartimentaciones verticales

Se proyectan las siguientes soluciones:

#### P5.- Separación entre cuarto de basuras y armario contadores:

1. Doble placa de cartón yeso WA (15mms) para su posterior alicatado
2. Estructura de perfil de acero galvanizado (46mm)
3. Doble placa de cartón yeso WA (15mms) para su posterior alicatado

#### P6.- Separación entre aseo y estancia

1. Placa de cartón yeso WA (15mms) para su posterior alicatado
2. Estructura de perfil de acero galvanizado (70mm)
3. Placa de cartón yeso (15mms) pintado en blanco RAL s/D.F

#### P7.- Separación entre estancias

1. Placa de cartón yeso (15mms) pintado en blanco RAL s/D.F
2. Estructura de perfil de acero galvanizado (70mm)
3. Placa de cartón yeso (15mms) pintado en blanco RAL s/D.F

Particiones	Descripción	Comportamiento ante el fuego Resistencia al fuego DB SI	Aislamiento acústico Protección contra el ruido NBE CA 88
<b>P1</b>	Separación entre cuarto de basuras y armario contadores	EI-90	-----
<b>P2</b>	Separación entre aseo y estancia	-----	35dBA
<b>P3</b>	Separación entre estancias	-----	30dBA

#### Reacción al fuego de elementos constructivos, decorativos y de mobiliario

Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1 de esta Sección.

Situación del elemento	Revestimiento			
	De techos y paredes		De suelos	
	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Zonas comunes del edificio	C-s2,d0	C-s2,d0	E <sub>FL</sub>	E <sub>FL</sub>
Aparcamiento	A2-s1,d0	A2-s1,d0	A2 <sub>FL</sub> -s1	A2 <sub>FL</sub> -s1
Escaleras protegidas	B-s1,d0	B-s1,d0	C <sub>FL</sub> -s1	C <sub>FL</sub> -s1
Recintos de riesgo especial	B-s1,d0	B-s1,d0	B <sub>FL</sub> -s1	B <sub>FL</sub> -s1

### COMPARTIMENTACIONES HORIZONTALES

A continuación se procede a hacer referencia al comportamiento de los elementos de compartimentación frente a las acciones siguientes. Cumplirán los siguientes requisitos esenciales.

#### - Seguridad estructural:



Este requisito debe satisfacerse siguiendo las indicaciones del DB SE. Los métodos de verificación para particiones horizontales pueden tomarse de la EHE

**- Salubridad: protección contra la humedad:**

No influye en el diseño y cálculo de las compartimentaciones horizontales

**- Seguridad en caso de incendio:**

1. Entre las diferentes plantas de vivienda será R 60 y por separar viviendas entre sí EI 60, por tanto su resistencia cumplirá REI 60

2. Entre el cuarto de instalaciones y las viviendas cumplirá REI 90.

**- Seguridad de utilización:**

La exigencia de resbaladicidad no se aplica al uso Residencial Vivienda.

En zonas comunes se aplicarán las condiciones sobre discontinuidades en el pavimento de la sección SU1 del CTE

**- Protección contra el ruido:**

**Forjado suelo vivienda / vivienda.**

Partición formada por forjado bidireccional (25+5 cm) + plastón de mortero + solería de gres + enlucido de techo (2cm)

$$\text{Masa} = 370 + 120 = 490 \text{ kg / m}^2$$

$$\text{Aislamiento} = 57\text{dBA} > 45\text{dBA} - \text{Cumple}$$

$$\text{Nivel de ruido de impacto} = 78 < 80 \text{ dBA} - \text{Cumple}$$

**Forjado suelo vivienda / zona común.**

Partición formada por forjado bidireccional (25+5 cm) + poliestireno extruido + plastón de mortero + solería de gres + falso techo (2cm)

$$\text{Masa} = 370 + 120 = 490 \text{ kg / m}^2$$

$$\text{Aislamiento} = 57\text{dBA} > 45\text{dBA} - \text{Cumple}$$

$$\text{Nivel de ruido de impacto} = 78 < 80 \text{ dBA} - \text{Cumple}$$

**- Ahorro de energía y protección térmica**

No influye en el diseño y cálculo de las compartimentaciones verticales

Se proyectan las siguientes soluciones:

**S2.-Separación entre viviendas**

1. Guarnecido con yeso negro y-12 y enlucido con yeso blanco y-25f (2cms)
2. Forjado bidireccional de hormigón armado (25+5cms)
3. Capa de nivelación de mortero y arena de miga (3cms)
4. Capa base para pavimento de mortero de cemento m-10 maestreada y fratasada (5cms)
5. Solería de baldosa de gres porcelánico de 30x59cm de la marca "Saloni" o similar, serie Efir, color blanco, tomada con cemento cola especial para gres porcelánico. Lecheado del color del pavimento. Rodapié del mismo material.

**S3.-Separación entre viviendas (aseo)**

- 1.- Falso techo de cartón yeso tipo Pladur WA pintado en blanco RAL s/D.F. anclada al forjado mediante perfiles de acero galvanizado  $\Omega$  de 45mm (1,5cms)
2. Forjado bidireccional de hormigón armado (25+5cms)
3. Capa de nivelación de mortero y arena de miga (3cms)

4. Capa base para pavimento de mortero de cemento m-10 maestreada y fratasada (5cms)

5. Solería de baldosa de gres porcelánico de 30x59cm de la marca "Saloni" o similar, serie Efir, color blanco, tomada con cemento cola especial para gres porcelánico. Lecheado del color del pavimento. Rodapié del mismo material.

La formación de escaleras, se proyecta mediante peldañoado con ladrillo hueco doble de 25x12x8 cm, recibido con mortero de cemento II-Z/35A, se admitiría la variante constructiva de ejecutarlas en hormigón "in situ" moldeando los peldaños sobre la losa de H.A.

Particiones	Descripción	Comportamiento ante el fuego Resistencia al fuego DB SI	Aislamiento acústico Protección contra el ruido NBE CA 88
S2	Separación entre viviendas	REI 60	Masa = 370 + 120 = 490 kg / m <sup>2</sup> Aislamiento = 57dBA > 45dBA – Cumple Nivel de ruido de impacto = 78 < 80 dBA – Cumple
S3	Separación entre viviendas (aseo)	REI 60	Masa = 370 + 120 = 490 kg / m <sup>2</sup> Aislamiento = 57dBA > 45dBA – Cumple Nivel de ruido de impacto = 78 < 80 dBA – Cumple

Pag. 50 de 480

## CARPINTERÍAS INTERIORES

En este capítulo se incluyen los siguientes elementos:

### P1.- Puerta de acceso a vivienda plantas altas

Puerta de entrada de seguridad normalizada (82,5x210x4,5 cm.), con tablero contrachapado multicapa marino liso macizo, canteado y rechapado en madera dm lacada en blanco, cerco visto macizo pino lacado en blanco, RAL a elegir por D.F., de 152x45 mm., tapajuntas lisos macizos de madera dm lacada en blanco de 70x10 mm. en ambas caras, y panel fijo superior en el exterior de madera dm lacada de 80x50 cms., 5 bisagras de seguridad largas y cerradura de seguridad con sistema antipalanca en acero inoxidable, con cantonera de 2 vueltas y 3 puntos de anclaje, tirador exterior esférico de acero inoxidable, picaporte al interior, mirilla de acero inoxidable gran angular.

### P2.- Puerta de acceso a dormitorios

Puerta de paso ciega normalizada, con tablero aligerado liso rechapado en madera lacada en blanco, canteado en todo su perímetro, hoja de dimensiones 72.5x203x3,5 cm, galce o cerco visto de pino rechapado en madera lacada en blanco, RAL a elegir por D.F, de 100x32 mm., tapajuntas lisos macizos de pino rechapado en madera lacada 70x10 mm. En ambas caras, y herrajes de colgar, de cierre y picaporte de acero inoxidable, dotada de muletilla para condena. Hueco inferior de 1,2 cm para ventilación. Con juntas elásticas para mejorar la estanqueidad acústica. Las puertas con bloqueo desde el interior tendrán sistema de desbloqueo desde el exterior.

### P3.- Puerta de acceso a baños

Puerta de paso ciega normalizada, con tablero aligerado liso rechapado en madera lacada en blanco, canteado en todo su perímetro, hoja de dimensiones 72.5x203x3,5 cm, galce o cerco visto de pino rechapado en madera lacada en blanco, RAL a elegir por D.F, de 100x32 mm., tapajuntas lisos macizos de pino rechapado en madera lacada en blanco, RAL a elegir por D.F, de 70x10 mm. En ambas caras, y herrajes de colgar, de cierre y picaporte de acero inoxidable, dotada de muletilla para condena. Hueco inferior de 1,8 cm para ventilación. Con juntas elásticas para mejorar la estanqueidad acústica. Las puertas con bloqueo desde el interior tendrán sistema de desbloqueo desde el exterior.

**P4.-PUERTA DE ACCESO A C. BASURAS**

Puerta de paso ciega normalizada, con tablero aligerado liso rechapado en madera dm lacada en blanco, canteado en todo su perímetro, hoja de dimensiones 80x210x3,5 cm, galce o cerco visto de pino rechapado en madera lacada en blanco, RAL a elegir por D.F, de 100x32 mm., tapajuntas lisos macizos de pino rechapado en madera lacada en blanco, RAL a elegir por D.F, de 70x10 mm. En cara exterior y de madera dm lacada en cara exterior, y panel fijo superior en el exterior de madera dm lacada de 78x50 cms. Y herrajes de colgar y seguridad, cerradura y picaporte de acero inoxidable.

**P5.-PUERTA DE ACCESO A C. INSTALACIONES**

Puerta de paso ciega normalizada, con tablero aligerado liso rechapado en madera dm lacada en blanco, canteado en todo su perímetro, hoja de dimensiones 72.5x210x3,5 cm, galce o cerco visto de pino rechapado en madera lacada en blanco, RAL a elegir por D.F, de 100x32 mm., tapajuntas lisos macizos de pino rechapado en madera lacada en blanco, RAL a elegir por D.F, de 70x10 mm. En cara exterior y de madera dm lacada en cara exterior, y panel fijo superior en el exterior de madera dm lacada de 78x50 cms. Y herrajes de colgar y seguridad, cerradura y picaporte de acero inoxidable. Tendrá rejillas superior e inferior de 500x300mm de aluminio pintada en blanco.

Las puertas se podrán desmontar con facilidad, y se colocará un tope fijado con un tornillo al pavimento.

**2.5 SISTEMAS DE ACABADOS**

Se indicarán las características y prescripciones de los acabados de los paramentos a fin de cumplir los requisitos de funcionalidad, seguridad y habitabilidad

**2.5.1.-PAVIMENTOS****1.-Pavimento en interior de vivienda:**

Solería de baldosa de gres porcelánico de 30x59cm de la marca "Saloni" o similar, serie Efir, color blanco, tomada con cemento cola especial para gres porcelánico. Lecheado del color del pavimento. Rodapié del mismo material.

**2.-Pavimento en patio y terrazas de vivienda:**

Solería de piedra de Sierra Elvira con acabado abujardado de 30x60x2cm. Lecheado del color del pavimento.

**3.-Pavimento en zonas comunes interiores**

Solería de piedra de Sierra Elvira con acabado apomazado de 30x60x2cm. Lecheado del color del pavimento.

**4.-Pavimento en cuartos de instalaciones**

Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado antideslizante higiénico de 1ª calidad de 25x25 cms. a elegir por la D.F.; recibidas con mortero de cemento M-5. Lecheado del color del pavimento. Rodapié del mismo material.

Cuando exista un cambio de pavimento, por ejemplo en terrazas y patios, se utilizará una pieza de umbral de material a definir por la dirección de obra según el caso.

Se deberá contar con una previsión fuera de la obra de piezas de recambio.

**2.5.2.- PAREDES**

## REVESTIMIENTOS CONTINUOS

### REVOCOS

El revoco de mortero mixto en exteriores en fachadas cumplirán la siguiente condición según DB-HS1

**R1** el revestimiento exterior tendrá al menos una resistencia media al exterior:

- espesor comprendido entre 10 y 15 mm, salvo los acabados con una capa plástica delgada
- adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad
- permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal
- adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento aceptable frente a la fisuración

Antes de iniciar los trabajos, se cumplirán las siguientes condiciones:

- Los soportes (fachadas de ladrillo), estarán limpios, sin manchas de salitre, yeso, polvo...etc; serán humidificados en profundidad, se realizarán los retoques necesarios para preparar la superficie a enfoscar.

- Para evitar la fisuración: la albañilería, deberá estar acabada desde un mes antes como mínimo de aplicar el revestimiento. Se preverán en obra, juntas destinadas a evitar las fisuras de retracción del revestimiento; las juntas estructurales se situarán en todo el espesor del revestimiento para ser tapadas con un mástico de tipo plástico. La unión de soportes yuxtapuestos, o de naturaleza diferente serán tratados con mallas tipo mallatex, que sobresaldrán 15 cm por las dos partes, estará bien recubierta (1ª mano, revoco, mallatex, 2ª mano) la zona a tratar. El revoco se aplicará en tres capas manualmente de forma que las dos primeras capas, tengan un espesor de 13mm, y la tercera capa de acabado, un espesor de 2 mm como mínimo. La calidad del revestimiento será: ejecutado manualmente regleado (la planeidad se mide con flecha de 1 cm, tomada bajo la regla de 2 m). El revestimiento, no deberá sonar a hueco, y se prepararán tres tomas de muestra, para una superficie de 50m², deben dar un índice de adherencia medio de 0,3Mpa y, sin que ningún resultado sea inferior a 0,2MPa; el aspecto de la superficie será regular, sin ampollas ni bolsas, ni grietas o fisuras significativas, las juntas serán rectas, y las aristas no presentarán ni salientes ni desconchones.

Se proyectan:

- Revoco mortero de mixto de cal aérea y cemento blanco, acabado tipo estuco de cal (1,5cm).

### GUARNECIDOS Y ENLUCIDOS

- **Guarnecidos, y enlucidos** sin maestrear de pasta de yeso y aditivos especiales para proyectar, aplicado por medios mecánicos sobre los paramentos horizontales (20mm), en los interiores de las viviendas (excepto zonas húmedas)

Se aplica una 1ª capa de guarnecido de yeso, sobre la preparación del soporte, ejecutado por proyección mecánica, con yeso de construcción de granulometría gruesa, aditivada y con posible adición de agregados ligeros, y la 2ª es la base de la capa de acabado (enlucido), de espesor mínimo 2-3 mm.

Se aplicará la NTE-RPG, antes de comenzar los trabajos se limpiará y humedecerá la superficie que se va a revestir.

La superficie resultante será plana, vertical y exenta de coqueras. Antes de revestir de yeso, deberá estar terminada la cubierta del edificio. El espesor de la aplicación, no será inferior a 1 cm, ni superior a 2 cm. El enlucido, o terminación, tendrá un espesor de 2 a 3 mm, se evitará que forme una capa con consistencia propia. Los encuentros del enlucido

(guarnecidos) con el rodapié, cajas,... quedará perfectamente perfilados (por ej. colocando una regla).

Calidad del revestimiento acabado.

-La planeidad se medirá con la flecha tomada bajo la regla de 2 m; y será 1 cm en terminación a buena vista.

-La verticalidad, sólo en paramentos verticales, la tolerancia máxima será de 1,5 cm, en 3 m de altura.

-Adherencia. No debe "sonar a hueco". Se realizarán, al menos, tres tomas de muestra, para una superficie de 50 m<sup>2</sup>, deben dar un índice de adherencia medio de 0,3 Mpa, y ningún resultado será inferior a 0,2 Mpa.

-Aspecto. El estado de la superficie será regular, sin ampollas, ni bolsas, ni grietas, ni fisuras, juntas rectas y aristas sin salientes ni desconchones.

## ALICATADOS

Se proyectan:

- **Baños:** baldosa de gres porcelánico de 30x59cm de la marca "Saloni" o similar, serie Efir, color blanco. Tomado con adhesivo especial sobre panel de cartón yeso

- **Cuartos de instalaciones y cuartos de basuras:** Alicatado con plaqueta de gres esmaltado pasta blanca, 30x30 de primera calidad color blanco. Tomado con adhesivo especial sobre panel de cartón yeso

## 2.5.3.- TECHOS

Se dispondrán enlucidos y falsos techos:

- **Guarnecidos, y enlucidos** sin maestrear de pasta de yeso y aditivos especiales para proyectar, aplicado por medios mecánicos sobre los paramentos horizontales (20mm), en los interiores de las viviendas.

Se dispondrán falsos techo en los lugares indicados en los planos del proyecto.

Se proyectan los siguientes falsos techos.

-**Techo continuo Pladur Tc/60/N-15 o similar** (en zonas comunes interiores)

Falso techo formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado a base de perfiles continuos en forma de "U" de 60 mm. de ancho y separados entre ellos 600 mm., suspendidos del forjado por medio de "horquillas" especiales y varilla roscada, a la cual se atornilla una placa de yeso laminado Pladur tipo N de 15 mm. de espesor listo para imprimir, pintar o decorar. Se colocará en zonas definidas en planos.

-**Techo continuo Pladur Tc/60/N-15 Wa o similar** (en cuartos de instalaciones, baños y aseos)

Falso techo formado por placas de cartón yeso hidrófugo de 15mm. de espesor, colocadas sobre una estructura portante oculta de acero galvanizado formada por angulares, maestras, montantes y canales, con p.p. de juntas de dilatación, remate con paramentos, tabica realizado con Pladur o mismo material, para solucionar encuentros o coincidencias con saneamiento de plantas superiores y manta de lana de roca de 3 cm. para aislamiento acústico de esos puntos, incluso replanteo auxiliar, accesorios de fijación,

nivelación y repaso de juntas con cinta y pasta, terminado según NTE-RTC y siguiendo las normas del fabricante del producto. Se colocará en zonas definidas en planos.

#### 2.5.4.- PINTURAS

Los trabajos de pintura previstos en proyecto son:

- **Pintura plástica lisa blanca mate:** en paramentos verticales y/o horizontales en todas las zonas interiores.

La aplicación de estas pinturas se realizará, si previamente se ha extendido una imprimación sobre los paramentos y éstos a su vez han sido emplastecidos o repasados.

Se aplicará una primera mano, cuya función primordial es proporcionar la opacidad y el cuerpo necesarios para la ejecución de las capas de acabado (en nuestro caso una segunda mano, interiores).

Se realizará el trabajo en atmósfera sin riesgo de condensación, y en ausencia de viento, sol directo...etc y cuando la humedad relativa no sobrepase el 65%.

En exteriores, aplicamos una primera mano de imprimación con producto diluido al 10% de agua, y acabado con producto, pintura sin diluir, tendremos en cuenta que será imposible pintar con higrometría superior al 80% de humedad relativa.

Antes de proceder a un trabajo de pintura se ejecutará una superficie de referencia como muestra, (10 m²).

La terminación y aplicación de la pintura plástica lisa satinada en color blanco en interiores, será ejecutado con un nivel de acabado A, es decir, sobre paramento de planeidad satisfactoria, en los que se habrán realizado los trabajos previos necesarios (emplastecido, lijado...) para que el aspecto del conjunto sea uniforme, liso y libre de defectos de planeidad (según Normas). Además el enlucido de yeso presentará un grado de dureza (al tratarse de proyectado) media > 65 (dureza shore C).

Se tomarán las siguientes medidas antes de iniciar los trabajos de pintura:

- Sellar con mastic las zonas de contacto entre materiales distintos.
- En zona de ángulos, cantos...etc, se aplicará una capa adicional de imprimación.

La terminación presentará las siguientes características una vez terminada:

- ausencia de descuelgues, gotas, marcas de brocha.
- espesor suficiente.

Los elementos de **cerrajería**; barandillas, soportes...etc situadas en el exterior del edificio se prevén galvanizados (galvanizado en caliente), si bien es cierto que la protección que aporta el galvanizado es proporcional al espesor de la capa de protección, aplicando la norma internacional ISO9223, fijamos un espesor mínimo de (15) micras teniendo en cuenta el tipo de ambiente (urbano - marítimo).

El procedimiento para su obtención-galvanizado en caliente consiste en la inmersión de las piezas en un baño de cinc fundido. Cubriendo la totalidad de su superficie.

Las zonas de soldadura se restauran mediante pintura de cinc- galvanizado en frío-.

Los elementos galvanizados irán pintados con pintura especial para elementos galvanizados tipo Galvazin de Valentine o similar en color según D.F.

En elementos de cerrajería que no estén galvanizados, se aplicará una imprimación a base de una emulsión poliuretana de fosfato de zinc (aplicación de dos manos) y a

continuación dos manos de acabado (pintura metálica, acabado forja). Se tendrá en cuenta las recomendaciones del fabricante y se comprobará que no existen descolgamientos, cuarteamientos, bolsas, gotas y falta de uniformidad.

La aplicación se debe realizar mediante pistola, de atomización sin aire (airless).

## 2.6 SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES

Las distintas instalaciones se desarrollan en apartados específicos en los anejos de la presente memoria. A continuación se indicarán los datos de partida, los objetivos a cumplir, las prestaciones y las bases de cálculo para cada uno de los subsistemas siguientes:

### 2.6.1.- ABASTECIMIENTO DE AGUA

El desarrollo de esta instalación se hace según la memoria específica de instalación de saneamiento en los anejos de esta memoria.

A modo resumen, las viviendas presentan una tipología básica, ambas con una cocina y un lavadero completos, y un baño completo y un aseo.

A su vez en el edificio existen instalaciones pertenecientes al portal, para la limpieza del mismo y suministro al sistema solar de ACS.

En el diseño de las instalaciones de ACS deben aplicarse condiciones análogas a las de las redes de agua fría.

Al ser de aplicación la contribución mínima de energía solar para la producción de agua caliente sanitaria, de acuerdo con la sección HE-4 del DB-HE, deben disponerse, además de las tomas de agua fría previstas para la conexión de la lavadora y el lavavajillas, sendas tomas de agua caliente para permitir la instalación de equipos bitérmicos.

Tanto en instalaciones individuales como en instalaciones de producción centralizada, la red de distribución debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m. No es necesario red de retorno al no superarse la distancia máxima señalada.

### 2.6.2.- SANEAMIENTO

El vertido de las aguas fecales y pluviales se realizará mediante un sistema separativo que se conectará a la red municipal de saneamiento.

El desarrollo de esta instalación se hace según la memoria específica de instalación de saneamiento en los anejos de esta memoria.

La evacuación de la red de saneamiento de bajantes del edificio se hace efectiva por gravedad.

La red de saneamiento de fecales consta de:

- Evacuación de las aguas sucias procedentes de los aparatos sanitarios de las viviendas y de las cocinas.

La red de pluviales consta de:

- Captación y evacuación de aguas de cubiertas y casetones.
- Captación y evacuación de aguas superficiales.

La red de evacuación del edificio transcurre verticalmente y su recogida es horizontal en planta baja.

### 2.6.3.- ELECTRICIDAD Y PUESTA A TIERRA

El edificio presenta acometida a la red pública con CGP en fachada, centralización de contadores en planta baja y derivaciones individuales hasta cada uno de los suministros (viviendas, servicios comunes de escalera) para posteriormente realizar la instalación interior propiamente dicha de cada uno de ellos.

En el punto 4 de la memoria referente al cumplimiento de otros reglamentos, en el apartado referente a la instalación eléctrica se presentan unas tablas con los distintos elementos antes señalados para cada uno de los portales.

Todo esto se encuentra desarrollado en el correspondiente anexo de cálculo de las instalaciones eléctricas.

#### **TOMA A TIERRA**

Se establecerá una toma de tierra de protección, según el siguiente sistema: Instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima según se indica en la ITC-BT-18, formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo deberán conectarse electrodos, verticalmente hincados en el terreno, cuando se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo.

A la toma de tierra establecida se conectará toda masa metálica importante, existente en la zona de la instalación, y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación así lo exijan.

A esta misma toma de tierra deberán conectarse las partes metálicas de los depósitos de gasóleo, de las instalaciones de calefacción general, de las instalaciones de agua, de las instalaciones de gas canalizado y de las antenas de radio y televisión.

#### **Instalación de Portero automático**

Se ha proyectado la instalación de un portero automático en el acceso al edificio.

En cada vivienda se instala un telefonillo que permite la comunicación con cada uno de los dos accesos al edificio

El portero eléctrico estará conectado a una fuente de alimentación autónoma que garantice, al menos durante 15 minutos, la falta de energía eléctrica.

Se cumplirá la ordenanza reguladora de la accesibilidad del municipio de Málaga.

#### **2.6.4.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.**

##### **USO RESIDENCIAL VIVIENDA**

Extintores portátiles

- 1 extintor eficacia 21A-113B cada 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.

##### **ZONAS DE RIESGO ESPECIAL EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS**

Extintores portátiles

-1 extintor eficacia 21A-113B en el exterior del local y próximo a la puerta de acceso. En el interior del local se instalarán los extintores necesarios para que el recorrido real hasta alguno de ellos no sea mayor que 15 m si el riesgo es medio o bajo, o que 10 m si el riesgo es alto.

#### **2.6.5.- GAS NATURAL**



El suministro de gas a ambos edificios se hará a través de la conducción de gas que la Cía. Gas Natural posee en la zona. Según datos de los técnicos de la propia Cía el suministro se realiza en Media Presión A. No siendo necesario por tanto instalación de regulador de presión previo a la acometida, regulando individualmente cada instalación particular en la propia centralización de contadores.

La topología de la instalación es la reflejada en los planos correspondientes, con acometida desde Calle Zamorano, con llave de acometida instalada en acera y posteriormente trazado subterráneo hasta un nicho en fachada previsto para alojar los dos contadores de cada una de las viviendas proyectadas. Desde cada contador partirá el montante correspondiente que subirá hasta la cubierta, alojado en un conducto convenientemente ventilado, para acometer al lavadero donde se encuentran los equipos a suministrar.

Los materiales utilizados para todo ello tendrán las especificaciones técnicas reglamentarias posteriormente señaladas, a modo resumen tendremos Polietileno para las redes enterradas en las zonas exteriores, los montantes individuales a cada una de las viviendas se ejecutarán en cobre, estando al aire los tramos instalados en cubierta y alojados en conductos ventilados los tramos verticales hasta las viviendas.

Una vez realizada la instalación y antes de proceder al suministro de gas, se realiza la prueba de estanqueidad, presurizando la instalación con aire o gas inerte hasta presión máxima de servicio y durante un mínimo de quince minutos, comprobando con agua jabonosa o producto similar las juntas y accesorios de la instalación.

La instalación se realizará de acuerdo con las Normas Básicas de Instalación de Gas en edificios habitados y la instrucción sobre documentación y puesta en servicio de las instalaciones receptoras de gas, así como la normativa interna de la empresa suministradora GAS NATURAL SDG.

#### 2.6.6 INSTALACIONES DE CAPTACIÓN SOLAR PARA PRODUCCIÓN DE A.C.S.

El desarrollo de esta instalación se hace según la memoria específica de instalación de saneamiento en los anejos de esta memoria.

En líneas generales, la instalación está compuesta por un campo de captadores solares térmicos, tipo captador plano, situados en la cubierta del edificio y un sistema de acumulación distribuida en cada una de las viviendas mediante íter acumuladores con intercambiador interno, además existirá un sistema de aporte de energía convencional auxiliar mediante calentador estanco de gas natural.

Los dos sistemas están unidos entre sí mediante circuitos hidráulicos que conducen el fluido calor portador según el esquema de la instalación recogido en los planos correspondientes.

#### 2.6.7.- INSTALACIONES ESPECIALES

##### 2.6.7.1.- VENTILACIÓN

##### VENTILACIÓN MECÁNICA VIVIENDAS

Las viviendas disponen de un sistema general de ventilación mecánica con las siguientes características

a) el aire debe circular desde los locales secos a los húmedos, para ello los comedores, los dormitorios y las salas de estar disponen de aberturas de admisión; los aseos, las cocinas y los cuartos de baño disponen de aberturas de extracción; las particiones situadas entre los locales con admisión y los locales con extracción disponen de aberturas de paso

b) los locales con varios usos de los del punto anterior, deben disponer en cada zona destinada a un uso diferente de las aberturas correspondientes

c) como aberturas de admisión, se dispondrán aberturas dotadas de aireadores o aperturas fijas de la carpintería, como son los dispositivos de microventilación con una permeabilidad al aire según UNE EN 12207:2000 en la posición de apertura de clase 1 o superior.

d) los aireadores deben disponerse a una distancia del suelo mayor que 1,80 m;

e) cuando algún local con extracción esté compartimentado, deben disponerse aberturas de paso entre los compartimentos; la abertura de extracción debe disponerse en el compartimento más contaminado que, en el caso de aseos y cuartos de baños, es aquel en el que está situado el inodoro, y en el caso de cocinas es aquel en el que está situada la zona de cocción; la abertura de paso que conecta con el resto de la vivienda debe estar situada en el local menos contaminado;

g) las aberturas de extracción deben conectarse a conductos de extracción y deben disponerse a una distancia del techo menor que 200 mm y a una distancia de cualquier rincón o esquina vertical mayor que 100 mm;

h) un mismo conducto de extracción puede ser compartido por aseos, baños, cocinas y trasteros.

Las cocinas, comedores, dormitorios y salas de estar disponen de un sistema complementario de ventilación natural. Para ello disponen de una ventana exterior practicable o una puerta exterior.

#### COCINAS

Las cocinas disponen de un sistema adicional específico de ventilación con extracción mecánica para los vapores y los contaminantes de la cocción. Para ello se dispone un extractor conectado a un conducto de extracción independiente de los de la ventilación general de la vivienda que no puede utilizarse para la extracción de aire de locales de otro uso. Cuando este conducto sea compartido por varios extractores, cada uno de éstos debe estar dotado de una válvula automática que mantenga abierta su conexión con el conducto sólo cuando esté funcionando o de cualquier otro sistema antirrevoco.

Se ha empleado un sistema de extracción colectivo utilizando una única vertical para la extracción de campanas de las cocinas. Las viviendas que se encuentran en la misma vertical, comporten conducto.

#### CALENTADORES ESTANCOS

Los calentadores que se prevén son de tipo estanco por lo que se colocará una chimenea para aparatos de circuito estanco con entrada/salida de aire directamente desde la cubierta del edificio, mediante conductos concéntricos. Se instalará un sistema colectivo utilizando una única vertical para viviendas de plantas sucesivas.

Se tendrá especial atención con los siguientes puntos críticos:

- Aspirador estático: remate superior del conducto, sobre una bancada de obra en cubierta, de altura 20 cm. sobre la capa de grava de protección. La sección útil será igual a la del conducto de tiro forzado natural según NTE-ISV-10.

- Rejilla de lamas: las lamas en el sentido de circulación de aire, situada sobre un orificio practicado en el conducto, a 1,80 m. de altura del pavimento (en el interior del local) esmaltada en blanco colocada en muros a dos caras.

- Capa de poliestireno expandido: de 2 cm de espesor se colocará alrededor del conducto a su paso a través del forjado.

Se han señalado en las plantas acotadas, y en las de la instalación mediante un símbolo, la numeración de cada columna de ventilación, así mismo, se realizará en obra un plano de esquemas de cada conducto para verificar tomas y recorridos y facilitar su replanteo en obra.

Se mantendrán obligatoriamente las Condiciones generales de ventilación en los locales en que se instalen aparatos que producen calor y vapor de agua (cocina): las entradas de aire se considerarán directas, por medio de aperturas permanentes o conductos que comuniquen el local con el exterior, o indirectas, es decir, que el aire se aporte a través

de otro local que disponga de entrada directa, que no podrá ser dormitorio, cuarto de baño, de ducha o aseo.

El dimensionamiento de las entradas de aire se hará en función de la potencia de los aparatos instalados.

### 2.6.8.2.- INSTALACIÓN DE CUARTO DE INSTALACIONES Y CONTADORES

#### **Agua, electricidad**

Se han dispuesto armarios de contadores de instalaciones en zona común de planta baja.

Están ventilados mediante rejillas en las puertas (electricidad) y dotados de una puerta (distintas medidas), con apertura hacia el exterior y con cerradura según compañías (terminación según detalle de planos).

Junto a la puerta se situará un extintor, el armario tendrá un punto de luz, y dispondrá de los dispositivos señalados por DB-SI.

Se terminarán los paramentos, de la forma siguiente:

-Pavimento: suelo no resbaladizo, en el que se situará un sumidero.

-Paramentos: Alicatado con plaqueta de gres esmaltado pasta blanca, 30x30 de primera calidad color blanco.

-Techos: falso techo de paneles de cartón yeso de 15mm resistente al agua tipo pladur WR en cuartos húmedos

-Puerta: (ver planos de detalle).

#### **RITU**

Se ha dispuesto en planta baja.

-Recinto Superior (RITU): 1,00 x 0,50 (ancho x fondo). Dispone de instalación eléctrica (300 lx) y aparato de iluminación de emergencia.

El recinto se identificará con una placa en la que figure el número de registro asignado por la Jefatura Provincial de Inspección de Telecomunicaciones.

### 2.6.10.- TELECOMUNICACIONES.

De acuerdo con el art. 3 del RD-401/2003, la instalación de la ICT, infraestructura común de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación, es obligatoria en el presente proyecto de edificio por ser Edificios y conjuntos inmobiliarios en los que exista continuidad en la edificación, de uso residencial o no, y sean o no de nueva construcción, que estén acogidos, o deban acogerse, al régimen de propiedad horizontal regulado por la Ley 49/1960, de 21 de julio de Propiedad Horizontal, modificada por la Ley 8/1999, de 6 de abril.

#### Proyecto de ICT (art. 8, RD 401/2003)

La ICT será objeto de proyecto técnico redactado por técnico titulado competente en materia de telecomunicaciones que actuará en coordinación con el autor del presente proyecto de edificación.

#### Boletín de instalación de telecomunicaciones (art. 3, O.M. CTE/1296/2003)

La ICT será ejecutada por un instalador de telecomunicaciones que una vez finalizada esta expedirá un boletín.

#### Certificado de fin de obra de ICT (art. 3, O.M. CTE/1296/2003)

La ICT será ejecutada bajo la dirección de un técnico titulado competente en materia de telecomunicaciones que expedirá un certificado en los casos de edificios de uso:

-Residencial con mas de 20 viviendas o si en la ICT se incluyen elementos activos en la red de distribución.

-No residencial.

#### **Bases de acceso terminal y registros de toma**

En viviendas, como mínimo, serán tres, una para cada servicio (TB+RDSI, TLCA +

SAFI, RTV), por cada dos estancias o fracción que no sean baños o trasteros, con un mínimo de dos para cada servicio, previendo asimismo la instalación futura, por el usuario, de un servicio en cada una de las estancias habitables restantes.

#### 2.6.10.- SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL.

Los materiales y los sistemas elegidos garantizan unas condiciones de higiene, salud y protección del medioambiente, de tal forma que se alcanzan condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio haciendo que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos.

### **2.7 EQUIPAMIENTO**

#### COCINA - LAVADEROS

Las cocinas se entregarán sin amueblar y sin ningún electrodoméstico. Únicamente se realizará la preinstalación prevista en proyecto.

Todas las viviendas incorporarán espacio para lavadero, incluyendo la preinstalación para una lavadora, y un acumulador de ACS y un calentador de gas totalmente instalados, así como un lavadero de porcelana, también instalado.

#### CUARTOS DE BAÑO

Tendrán dos cuartos de baño. Uno de ellos irá equipado con lavabo e inodoro. El otro irá equipado con lavabo, inodoro, bidé y bañera

### **2.8 VARIOS**

- La reposición de acerado y bordillos de viales (partida a justificar).
- Rotulación de viviendas (acceso), y plantas de piso, con números de acero inoxidable ancladas a paramentos en viviendas según planos
- Rotulación de cuartos de instalaciones según planos
- Buzones postales modelo Neo de Arregui o similar, tamaño buzón: 1 (h-8500): 345x120x250 mm, acabado cuerpo negro y puerta de acero inoxidable, modo de unión mediante tapajuntas de acero inoxidable, dotadas de cerradura y tapa, con una previsión de: viviendas y cartero. En total son 3

### 3. CUMPLIMIENTO DEL CTE

Justificación de las prestaciones del edificio por requisitos básicos y en relación con las exigencias básicas del CTE. La justificación se realizará para las soluciones adoptadas conforme a lo indicado en el CTE.

También se justificarán las prestaciones del edificio que mejoren los niveles exigidos en el CTE.

<b>3. Cumplimiento del CTE</b>			
DB-SE 3.1	Exigencias básicas de seguridad estructural		SI
DB-SI 3.2	Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio		
SI 1	Propagación interior		SI
SI 2	Propagación exterior		SI
SI 3	Evacuación		SI
SI 4	Instalaciones de protección contra incendios		SI
SI 5	Intervención de bomberos		SI
SI 6	Resistencia al fuego de la estructura		SI
DB-SU 3.3	Exigencias básicas de seguridad de utilización		
SU1	Seguridad frente al riesgo de caídas		SI
SU2	Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento		SI
SU3	Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento		SI
SU4	Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada		SI
SU5	Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación		NO
SU6	Seguridad frente al riesgo de ahogamiento		NO
SU7	Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento		NO
SU8	Seguridad frente al riesgo relacionado con la acción del rayo		SI
DB-HS 3.4	Exigencias básicas de salubridad		
HS1	Protección frente a la humedad		SI
HS2	Eliminación de residuos		SI
HS3	Calidad del aire interior		SI
HS4	Suministro de agua		SI
HS5	Evacuación de aguas residuales		SI
DB-HR 3.5	Exigencias básicas de protección frente el ruido. NBE-CA/88		SI
DB-HE 3.6	Exigencias básicas de ahorro de energía		
HE1	Limitación de demanda energética		SI
HE2	Rendimiento de las instalaciones térmicas		SI
HE3	Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación		SI
HE4	Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria		SI
HE5	Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica		NO

### 3.1. 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 checked="" type="checkbox"/>	<input 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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EHE	3.1.5.	Instrucción de hormigón estructural	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EFHE	3.1.6	Características de los forjados	<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.



### 3.1.1 SEGURIDAD ESTRUCTURAL (SE)

**Análisis estructural y dimensionado**

Proceso	-DETERMINACIÓN DE SITUACIONES DE DIMENSIONADO -ESTABLECIMIENTO DE LAS ACCIONES -ANÁLISIS ESTRUCTURAL -DIMENSIONADO	
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 límite	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	ESTADO LIMITE ÚLTIMO:  Situación 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: - pérdida de equilibrio - deformación excesiva - transformación estructura en mecanismo - rotura de elementos estructurales o sus uniones - inestabilidad de elementos estructurales	
Aptitud de servicio	ESTADO LIMITE DE SERVICIO  Situación que de ser superada se afecta:: - el nivel de confort y bienestar de los usuarios - correcto funcionamiento del edificio - apariencia de la construcción	

Pag. 66 de 480

**Acciones**

Clasificación de las acciones	PERMANENTES	Aquellas que actúan en todo instante, con posición constante y valor constante (pesos propios) o con variación despreciable: acciones reológicas
	VARIABLES	Aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio: uso y acciones climáticas
	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 se recogerán en la justificación del cumplimiento del DB SE-AE	
Datos geométricos de la estructura	La definición geométrica de la estructura esta indicada en los planos de proyecto	
Características de los materiales	Los valores característicos de las propiedades de los materiales se detallarán en la justificación del DB correspondiente o bien en la justificación de la EHE.	
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, brochales y viguetas. 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. 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.	

**Verificación de la estabilidad** $E_{d,dst} \leq E_{d,stb}$  **$E_{d,dst}$** : valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras **$E_{d,stb}$** : 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 y los correspondientes coeficientes de seguridad se han obtenido de la fórmula 4.3 y de las tablas 4.1 y 4.2 del presente DB.

El valor de cálculo de las acciones correspondientes a una situación extraordinaria se ha obtenido de la expresión 4.4 del presente DB y los valores de cálculo de las acciones se han 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 1/500 de la luz

desplazamientos  
horizontales

El desplome total límite es 1/500 de la altura total

El desplome local límite es 1/250 de la altura de la planta, en cualquiera de ellas

### 3.1.2. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN (SE-AE)

<b>Acciones Permanentes (G):</b>	Peso Propio de la estructura:	Corresponde generalmente a los elementos de hormigón armado, calculados a partir de su sección bruta y multiplicados por 25 (peso específico del hormigón armado) en pilares, paredes y vigas. En losas macizas será el canto $h$ (cm) $\times$ 25 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).
	Peso propio de tabiques pesados y muros de cerramiento:	Estos 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. El pretensado se regirá por lo establecido en la Instrucción EHE. Las acciones del terreno se tratarán de acuerdo con lo establecido en DB-SE-C.

<b>Acciones Variables (Q):</b>	La sobrecarga de uso:	Se adoptarán los valores de la tabla 3.1. Los equipos pesados no están cubiertos por los valores indicados. Las fuerzas sobre las barandillas y elementos divisorios: Se considera una sobrecarga lineal de 2 kN/m en los balcones volados de toda clase de edificios.
	Las acciones climáticas:	<u>El viento:</u> Las disposiciones de este documento no son de aplicación en los edificios situados en altitudes superiores a 2.000 m. 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. En los casos especiales de estructuras sensibles al viento será necesario efectuar un análisis dinámico detallado. La presión dinámica del viento $Q_b = 1/2 \times R \times V_b^2$ . A falta de datos más precisos se adopta $R = 1.25 \text{ kg/m}^3$ . La velocidad del viento se obtiene del anejo E. En MÁLAGA está en zona A, con lo que $v = 26 \text{ m/s}$ , correspondiente a un periodo de retorno de 50 años. Los coeficientes de presión exterior e interior se encuentran en el Anejo D.  <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  <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 $S_k = 0$ se adoptará una sobrecarga no menor de 0.20 kN/m <sup>2</sup>
	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 regirá por el DB-SE-A. En cuanto a las estructuras de hormigón estructural se regirán 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. 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*	Peso propio del Forjado	Peso propio del Solado	Carga Total
Baja	2.00 kN/m <sup>2</sup>	0.00 kN/m <sup>2</sup>	10.00 kN/m <sup>2</sup>	2.00 kN/m <sup>2</sup>	14.00 kN/m <sup>2</sup>
Primera	2.00 kN/m <sup>2</sup>	0.00 kN/m <sup>2</sup>	4.30 kN/m <sup>2</sup>	1.00 kN/m <sup>2</sup>	7.30 kN/m <sup>2</sup>

Bajo Cubierta transitable	2.00 KN/m <sup>2</sup>	0.00 KN/m <sup>2</sup>	4.30 KN/m <sup>2</sup>	2.00 KN/m <sup>2</sup>	8.30 KN/m <sup>2</sup>
Bajo Cubierta no transitable	1.00 KN/m <sup>2</sup>	0.00 KN/m <sup>2</sup>	4.30 KN/m <sup>2</sup>	1.7-4.5 KN/m <sup>2</sup>	7.0-9.8 KN/m <sup>2</sup>
Cubierta casetón	1.00 KN/m <sup>2</sup>	0.00 KN/m <sup>2</sup>	3.75 KN/m <sup>2</sup>	1.10 KN/m <sup>2</sup>	5.85 KN/m <sup>2</sup>

(\*) Se introducen como cargas lineales

### 3.1.3. 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 debe comprobarse 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 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.																		
Empresa:	ENYPSA C/Veracruz 31. Pol. Ind. San Luis. 29006-Málaga Tfno: 952 34 34 62																		
Nombre del autor/es firmantes:	Luis Tobaruela Martínez (Ingeniero de Caminos, C. y P.) Luis M. Rosa López (Dtor. Técnico) Juan Martín Sánchez (Dtor. Gerente)																		
Titulación/es:	Ver arriba																		
Número de Sondeos:	1 sondeo y 2 penetros																		
Descripción de los terrenos:	1. Rellenos de arenas arcillosas marrones, rojizas y blanquecinas con abundantes gravas y gravillas 2. Limos arcillosos marrones-verdosos																		
Resumen parámetros geotécnicos:	<table border="1"> <tr> <td>Cota de cimentación</td><td>-0.13 m</td></tr> <tr> <td>Estrato previsto para cimentar</td><td>Nivel 1 con mejora de terreno</td></tr> <tr> <td>Nivel freático</td><td>-4.3 a -6.3 con variaciones ocasionales o estacionales</td></tr> <tr> <td>Tensión admisible considerada</td><td>100 kPa</td></tr> <tr> <td>Peso específico del terreno</td><td><math>\gamma = 18 \text{ kN/m}^3</math></td></tr> <tr> <td>Angulo de rozamiento interno del terreno</td><td><math>\varphi = 30^\circ</math></td></tr> <tr> <td>Coefficiente de empuje en reposo</td><td><math>K' = 1 - \tan^2 \varphi</math></td></tr> <tr> <td>Cohesión (K30)</td><td>0.50</td></tr> <tr> <td>Coefficiente de Balasto</td><td>32 MN/m<sup>3</sup></td></tr> </table>	Cota de cimentación	-0.13 m	Estrato previsto para cimentar	Nivel 1 con mejora de terreno	Nivel freático	-4.3 a -6.3 con variaciones ocasionales o estacionales	Tensión admisible considerada	100 kPa	Peso específico del terreno	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$	Angulo de rozamiento interno del terreno	$\varphi = 30^\circ$	Coefficiente de empuje en reposo	$K' = 1 - \tan^2 \varphi$	Cohesión (K30)	0.50	Coefficiente de Balasto	32 MN/m <sup>3</sup>
Cota de cimentación	-0.13 m																		
Estrato previsto para cimentar	Nivel 1 con mejora de terreno																		
Nivel freático	-4.3 a -6.3 con variaciones ocasionales o estacionales																		
Tensión admisible considerada	100 kPa																		
Peso específico del terreno	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$																		
Angulo de rozamiento interno del terreno	$\varphi = 30^\circ$																		
Coefficiente de empuje en reposo	$K' = 1 - \tan^2 \varphi$																		
Cohesión (K30)	0.50																		
Coefficiente de Balasto	32 MN/m <sup>3</sup>																		

**Cimentación:**

Descripción:	Losa armada de 40cm a la -0.13 sobre 10cm de hormigón de limpieza, 50 cm de relleno de regularización y mejora de terreno con pilotes suelo-cemento de 6m de profundidad en retícula <1.4x1.6 m.
Material adoptado:	Hormigón armado.
Dimensiones y armado:	Las dimensiones y armados se indican en planos de estructura. Se han dispuesto armaduras que cumplen con las cuantías mínimas indicadas en la tabla 42.3.5 de la instrucción de hormigón estructural (EHE) atendiendo a elemento estructural considerado.
Condiciones de ejecución:	Sobre la superficie de excavación del terreno (-1.13) y plataforma de mejora de terreno, se debe de extender una capa de regularización de 50 cm compuesta por terreno seleccionado (s/PG-3) compactado al 98% PM (UNE 103.501 /94) en una tongada y una solera de asiento o limpieza con espesor mínimo de 10 cm. La cimentación está dimensionada para transmitir al terreno tensiones inferiores al tope estructural. La dirección facultativa comprobará las condiciones geométricas de los pilotes, así como la profundidad alcanzada por los mismos.



**Sistema de contenciones:**

Descripción:

Muros de hormigón armado de 20 cm de espesor, calculados en flexo-compresión compuesta con valores de empuje activo

Material adoptado:

Hormigón armado.

Dimensiones y armado:

Las dimensiones y armados se indican en planos de estructura. Se han dispuesto armaduras que cumplen con las cuantías mínimas indicadas en la tabla 42.3.5 de la instrucción de hormigón estructural (EHE) atendiendo a elemento estructural considerado.

Condiciones de ejecución:

Sobre la superficie de excavación del terreno (-1.37) y plataforma de mejora de terreno, se debe de extender una capa de regularización de 50 cm compuesta por terreno seleccionado (s/PG-3) compactado al 98% PM (UNE 103.501 /94) en una tongada sobre la que se dispone directamente la zapata corrida del muro. Cuando sea necesario, la dirección facultativa decidirá ejecutar la excavación mediante bataches al objeto de garantizar la estabilidad de los terrenos y de las cimentaciones de edificaciones colindantes.

### 3.1.4. 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).

Clasificación de la construcción:	Edificio de vivienda unifamiliar (Construcción de normal importancia)
Tipo de Estructura:	Forjado reticular sobre pilares y muros de hormigón armado
Aceleración Sísmica Básica (ab):	ab=0.11 g, (siendo g la aceleración de la gravedad)
Coefficiente de contribución (K):	K=1
Coefficiente adimensional de riesgo (ρ):	ρ=1, (en construcciones de normal importancia)
Coefficiente de amplificación del terreno (S): (art. 2.2 de NCSE 02)	Para (pab > 0.1 g), tenemos que $S = C/1.25 + 3.33(\rho \cdot a_b/g - 0.1) \cdot (1 - C/1.25)$
Coefficiente de tipo de terreno (C): (Valor de los 30 primeros metros bajo la superficie art. 2.4 NCSE 02)	Terreno tipo I, II, III y IV: $C = \frac{5.4 \cdot 2.0 + 1.6 \cdot 1.6 + 8.5 \cdot 1.3 + 14.5 \cdot 1.0}{30} = 1.30$
Aceleración sísmica de cálculo (ac):	$A_c = S \times \rho \times a_b = 0.11 \text{ g}$
Método de cálculo adoptado:	Análisis Modal Espectral.
Factor de amortiguamiento:	Estructura de hormigón armado compartimentada: 5%
Periodo de vibración de la estructura:	Se analiza hasta el periodo $T_A = K \cdot C/10 = 0.13 \text{ s}$
Número de modos de vibración considerados:	6 modos de vibración (La masa total desplazada >90% en ambos ejes)
Fracción cuasi-permanente de sobrecarga:	La parte de sobrecarga a considerar en la masa sísmica movilizable es = 0.5 (viviendas)
Coefficiente de comportamiento por ductilidad:	$\mu = 2$ (ductilidad baja)
Efectos de segundo orden (efecto pΔ): (La estabilidad global de la estructura)	Los desplazamientos reales de la estructura son los considerados en el cálculo multiplicados por 1.59
Medidas constructivas consideradas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Arriostramiento de la cimentación mediante vigas riostras</li> <li>b) Pasar las hiladas alternativamente de unos tabiques sobre los otros.</li> </ul>
Observaciones:	

### **3.1.5. 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:

Se ha diseñado una estructura de forjados compuestos por placas aligeradas de hormigón armado con casetones perdidos de hormigón prefabricado, soportados por pilares del mismo material.

Salvo las excepciones que siguen más abajo los forjados empleados serán reticulares con capa de compresión de 5 cm y canto total de 30 cm. Los forjados serán realizados con nervios "in situ" de 12 cm de ancho separados entre sí 60 cm por casetones perdidos de hormigón prefabricados de dimensiones 60x20x25 como geometría óptima en función de la previsión de cargas, distribución de pilares (luces y situación) y disponibilidad del mercado local de elementos prefabricados.

El canto se ha previsto en función de la deformación máxima admisible en los vanos más solicitados de acuerdo con los límites descritos en el apdo 3.4 de la presente memoria.

El forjado sanitario de planta baja se resuelve con solera ventilada formada por casetones perdidos tipo Caviti o similar de 10 cm de altura más capa de compresión de 5 cm, sobre losa de cimentación.

Las losas de escaleras se han resuelto con losas armadas en función de la dificultad de fijación de los bloques en forjados inclinados durante el hormigonado y la estética de canto reducido.

**3.1.1.4. Programa de cálculo:**

Nombre comercial:

Cypecad

Empresa

Cype Ingenieros  
Avenida Eusebio Sempere nº5  
Alicante.

Descripción del programa:  
idealización de la estructura:  
simplificaciones efectuadas.

**A. Estructura y cimentación:** CYPECAD - 2010.1 (CYPE Ingenieros, S.A.), cuyo objeto es el diseño, cálculo y dimensionado de estructuras de hormigón armado y metálicas compuestas por: pilares, pantallas y muros; vigas de hormigón, metálicas y mixtas; forjados de viguetas (genéricos, armados, pretensados, in situ, metálicos de alma llena y de celosía), placas aligeradas, losas mixtas, forjados reticulares y losas macizas; cimentaciones por losas o vigas de cimentación, zapatas y encepados.

Los esfuerzos y dimensionado de la estructura se obtienen de modelo con asiento nulo en base de pilares y muros. Los de la losa se obtienen de copia del modelo anterior sin vinculación exterior en los pilares y muros que descansan en la losa de cimentación sobre terreno en las condiciones elásticas descritas en anejo 2.

**B. Muros de contención:** Muros en ménsula de hormigón armado – 2010.1 (CYPE Ingenieros, S.A.) cuyo objeto es el cálculo, comprobación y dimensionamiento de muros en ménsula de hormigón armado para contención de tierras y su correspondiente cimentación corrida (zapata ó encepado sobre pilotes). En el análisis se incluyen la acción sísmica y la estabilidad global (círculos de deslizamiento).

Se considera apoyo de muro en zapata continua.

**Memoria de cálculo**

Método de cálculo

El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites de la vigente EHE, artículo 8, utilizando el Método de Cálculo en Rotura.

Redistribución de esfuerzos:

Se realiza una plastificación de hasta un 15% de momentos negativos en vigas, según el artículo 24.1 de la EHE.

Deformaciones

Lím. flecha total	Lím. flecha activa	Máx. recomendada
L/250	L/400	1cm.
Valores de acuerdo al artículo 50.1 de la EHE.		
Para la estimación de flechas se considera la Inercia Equivalente ( $I_e$ ) a partir de la Formula de Branson.		
Se considera el modulo de deformación $E_c$ establecido en la EHE, art. 39.6.		

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-08  
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  
Norma Básica Española AE/88.

**cargas verticales (valores en servicio)**

Primera... 7.3 kN/m<sup>2</sup>

p.p. del forjado...	4.3 kN/m <sup>2</sup>
Pavim. y encascado	1.0 kN/m <sup>2</sup>
tabaquería	Como cargas lineales
sobrecarga de uso...	2.0 kN / m <sup>2</sup>

Bajo Cub-Transitable... 8.3 kN/m<sup>2</sup>

p.p. del forjado...	4.3 kN/m <sup>2</sup>
Pavim. y encascado	2.0 kN/m <sup>2</sup>
tabaquería	Como cargas lineales
sobrecarga de uso...	2.0 kN / m <sup>2</sup>

Bajo Cub-No trans....7.0/9.8 kN/m<sup>2</sup>

p.p. forjado	4.3 kN / m <sup>2</sup>
Recercidos y acabado	1.7/4.5 kN / m <sup>2</sup>
tabaquería	No se considera
Sobrecarga de uso	1.0 kN / m <sup>2</sup>

Cub. Casetón...5.85 kN/m<sup>2</sup>

p.p. forjado	3.75 kN / m <sup>2</sup>
Pavim. y pendientes	1.1 kN / m <sup>2</sup>
tabaquería	No se considera
Sobrecarga uso	1.0 kN / m <sup>2</sup>

Verticales: Cerramientos

Fachadas (1/2 pie LMP + pladur): 2.4 x h  
Interior viviendas:  
Pladur: 0.4 x h  
Pladur + alicatado 1 cara: 0.7 x h  
Pladur + alicatado 2 caras: 1.0 x h  
Peto cubierta (1 pie LMP): 4.0 x h  
Cerramiento patio (16cm LHD): 2.3 x h

Horizontales: Barandillas

1.6 kN/m a 1.20 metros de altura

Horizontales: Viento

Según el apdo 3.3 del DB SE-AE (Seguridad estructural: Acciones en la edificación) la acción del viento puede simularse mediante una presión estática equivalente en cada punto expuesto obtenida con la siguiente formulación:  
 $Q_e = q_b \cdot C_e \cdot (C_p - C_s)$   
donde,  
 $q_b$  presión dinámica del viento  
 $C_e$  coeficiente de exposición  
 $C_p, C_s$  coeficientes eólicos del viento (presión y succión)  
A continuación se evalúan estos parámetros siguiendo indicaciones del apartado referido.  
Anejo D: la presión dinámica del viento para la zona A, en la que está comprendido MÁLAGA, alcanza un valor de 0.42 kN/m<sup>2</sup>.  
De la tabla 3.3 para la máxima altura representativa del edificio sobre rasante de 9 m y el grado de aspereza IV (zona urbana en general, industrial o forestal), se obtiene un  $C_e = 1.7$   
En cada una de las direcciones principales (X e Y), se obtienen los coeficientes eólicos entrando en la tabla 3.4 con la esbeltez correspondiente.

Cargas Térmicas

Dadas las dimensiones del edificio son inferiores a 40 m, y al haber adoptado las cuantías geométricas exigidas por la EHE en la tabla 42.3.5, no se ha considerado la acción de la carga térmica.

Sobrecargas En El Terreno

A los efectos de calcular el empuje de los muros de contención, se ha considerado en el terreno una sobre carga de 5.0 kN/m<sup>2</sup> por tratarse de solar privado pendiente de obra.

**3.1.5.5. Características de los materiales:**

-Hormigón	HM-30/HA-25/25/30 en pilotes suelo-cemento/cimentación/estructura interior/estructura exterior respectivamente
-tipo de cemento...	CEM II/B-S SR en pilotes, CEM II/A en ciment. y estr. int. y CEM II/B-V en estructura exterior
-tamaño máximo de árido...	20/25/30/20 mm en pilotes, ciment., solera exterior y estructura int. o ext. respect.
-máxima relación agua/cemento	0.5/0.6/0.65/0.5 en pilotes/ciment./est.int/est.ext
-mínimo contenido de cemento	325/275/250/300 kg/m <sup>3</sup> , en pilotes/ciment./est.int/est.ext
-F <sub>ck</sub> ....	30/25/25/30 Mpa (N/mm <sup>2</sup> )
-tipo de acero...	B 500 S (B 500 T en mallazos)
-F <sub>yk</sub> ...	500 N/mm <sup>2</sup> (500 N/mm <sup>2</sup> )

**Coefficientes de seguridad y niveles de control**

El nivel de control de ejecución de acuerdo al artº 92 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 86 y 88 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...	1.35	Cargas variables 1.50
	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:	<p>A los efectos de determinar los recubrimientos exigidos en la tabla 37.2.4. de la vigente EHE, se considera la mejora de terreno en ambiente IIa+Qa (presencia de sulfatos en agua 507 mg/l), la cimentación en ambiente IIa (sometidos a humedad alta (&gt;65%)), la estructura revestida en ambiente I (interior) y la estructura sin revestir en ambiente IIIa (por estar el edificio a menos de 5 km del litoral marino).</p> <p>Para el ambiente IIa+Qa se exige recubrimiento mínimo de 40 mm y nominal de 50 mm, ambiente IIa mínimo de 25 mm y nominal de 35 mm. Para el ambiente I un recubrimiento mínimo de 20 mm y nominal de 30 mm. Para los elementos de hormigón visto que se consideren en ambiente IIIa, el recubrimiento mínimo será de 35 mm, esto es recubrimiento nominal de 45 mm, a cualquier armadura (estribos). 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 69.8.2 de la vigente EHE.</p>
Cantidad mínima de cemento:	Para los ambientes considerados IIa/I/IIIa, la cantidad mínima de cemento requerida es de 275/250/300 kg/m <sup>3</sup> .
Cantidad máxima de cemento:	Para el tamaño de árido previsto de 25 mm. la cantidad máxima de cemento es de 400 kg/m <sup>3</sup> .
Resistencia mínima recomendada:	Para ambiente IIa+Qa/IIa/I/IIIa la resistencia mínima es de 30/25/25/30 Mpa.
Relación agua cemento:	La cantidad máxima de agua en los ambientes IIa+Qa/IIa/I/IIIa será de a/c ≤ 0.5/0.60/0.65/0.50

### **3.1.6. CARACTERÍSTICAS DE LOS FORJADOS**



**3.1.6.1. Características técnicas de los forjados reticulares (casetón perdido).**

Material adoptado:	Los forjados reticulares están compuestos por nervios de hormigón armado en dos direcciones más piezas de entrevigado aligerantes (casetones perdidos), compuestas por bovedillas aligerantes de hormigón vibropresado y hormigón vertido en obra en relleno de nervios y formando la losa superior (capa de compresión), según detalles mostrados en los planos de la estructura.			
Sistema de unidades adoptado:	Se indican en los planos de los forjados los detalles de la sección del forjado, indicando el espesor total, el intereje, ancho del nervio, dimensiones de las bovedillas de hormigón vibropresado que forman los casetones perdidos y el espesor de la capa de compresión. Así mismo se indican los armados de los nervios inferiores y superiores en ambas direcciones.			
Dimensiones y armado:	Canto Total	30	Casetón perdido	25
	Capa de Compresión	5	Nº. Piezas casetón	3
	Intereje	72	Hormigón "in situ"	HA-25/B/20/I
	Arm. c. compresión	#20x20 Ø4	Acero refuerzos	B 500 S
	Ancho del nervio	12	Peso aligeramiento	10 kN/m³
	Tipo de Bovedilla	Hormigón vibro presado	Peso propio total	3.9 kN/m²
Observaciones:	En lo que respecta al estudio de la deformabilidad de las vigas de hormigón armado y los forjados reticulares, que son elementos estructurales solicitados a flexión simple o compuesta, se obtiene la flecha instantánea del modelo de cálculo y se evalúa la flecha diferida como 1.5-2.5 veces la flecha instantánea, obteniendo así la flecha activa. Los límites de flechas establecidos para asegurar la compatibilidad de deformaciones de los distintos elementos estructurales y constructivos, según lo establecido en el artículo 50 de la EHE, son:			
	Límite de la flecha total a plazo infinito	Límite relativo de la flecha activa	Límite absoluto de la flecha activa	
	$\text{flecha} \leq L/250$	$\text{flecha} \leq L/400$	$\text{flecha} \leq 1 \text{ cm}$	

**3.1.6.2. Características técnicas de los forjados de losas macizas de hormigón armado.**

Material adoptado:	Los forjados de losas macizas se definen por el canto (espesor del forjado) y la armadura, consta de una malla que se dispone en dos capas (superior e inferior) con los detalles de refuerzo a punzonamiento (en los pilares), con las cuantías y separaciones según se indican en los planos de los forjados de la estructura.			
Sistema de unidades adoptado:	Se indican en los planos de los forjados de las losas macizas de hormigón armado los detalles de la sección del forjado, indicando el espesor total, y la cuantía y separación de la armadura.			
Dimensiones y armado:	Canto Total	15	Hormigón "in situ"	HA-25/B/20/I
	Peso propio total	3.75 kN/m <sup>2</sup>	Acero refuerzos	B 500 S
Observaciones:	En lo que respecta al estudio de la deformabilidad de las vigas de hormigón armado y los forjados reticulares, que son elementos estructurales solicitados a flexión simple o compuesta, se obtiene la flecha instantánea del modelo de cálculo y se evalúa la flecha diferida como 1.5-2.5 veces la flecha instantánea, obteniendo así la flecha activa. Los límites de flechas establecidos para asegurar la compatibilidad de deformaciones de los distintos elementos estructurales y constructivos, según lo establecido en el artículo 50 de la EHE, son:			
	Límite de la flecha total a plazo infinito	Límite relativo de la flecha activa	Límite absoluto de la flecha activa	
	flecha $\leq L/250$	flecha $\leq L/400$	flecha $\leq 1$ cm	

### 3.1.7. ESTRUCTURAS DE ACERO (SE-A)

## 3.1.8.1. Bases de cálculo

## Criterios de verificación

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

<input checked="" type="checkbox"/>	Manualmente	<input checked="" type="checkbox"/>	Toda la estructura:	<i>(Estructura metálica puertas principales de acceso a la manzana)</i>	
		<input type="checkbox"/>	Parte de la estructura:		
<input type="checkbox"/>	Mediante programa informático	<input type="checkbox"/>	Toda la estructura	Nombre del programa:	-
				Versión:	-
				Empresa:	-
				Domicilio:	-
		<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.  
 Se consideran a su vez los incrementos producidos en los esfuerzos por causa de las deformaciones (efectos de 2º orden) allí donde no resulten despreciables.  
 En el análisis estructural se han tenido en cuenta las diferentes fases de la construcción, incluyendo el efecto del apeo provisional de los forjados cuando así fuere necesario.

<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 <input type="checkbox"/>	► justificar
		<input checked="" type="checkbox"/>	no existen juntas de dilatación				¿Se han tenido en cuenta las acciones térmicas y reológicas en el cálculo?	si <input type="checkbox"/>	no <input checked="" type="checkbox"/>	► justificar
<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  $R_d$ , 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.

**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 se recogen en el presente proyecto en el apartado de "Pliego de Condiciones Técnicas".

Se han de incluir dichas consideraciones en el pliego de condiciones

**3.1.8.3. Materiales**

El tipo de acero utilizado en chapas y perfiles es: S235JR

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.

$f_y$  tensión de límite elástico del material

$f_u$  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  
(estructura 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”.

### 3.1.8. ESTRUCTURAS DE FÁBRICA (SE-F)

**3.1.8.1. Estructura**

Descripción del sistema estructural: Muros de carga de LMP de 12 cm de espesor para apoyar losa de cubierta y muros de cerramiento de patio de LHD de 16 cm de espesor. Arriostrados con muros transversales, aparejados en esquinas.

**3.1.8.2. Programa de cálculo:**

Nombre comercial: Cypecad Espacial , v 2010.1

Empresa: Cype Ingenieros S.A.  
Avenida Eusebio Sempere nº5  
Alicante.

Descripción del programa:  
idealización de la estructura:  
simplificaciones efectuadas.

La discretización efectuada es por elementos finitos tipo lámina gruesa tridimensional, que considera la deformación por cortante. Están formados por seis nodos, en los vértices y en los puntos medios de los lados, con seis grados de libertad cada uno. Su forma es triangular y se realiza un mallado del muro en función de las dimensiones, geometría, huecos, generándose un mallado con refinamiento en zonas críticas, lo que reduce el tamaño de los elementos en las proximidades de ángulos, bordes y singularidades. Se establece la compatibilidad de deformación en todos los nudos considerando seis grados de libertad. 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.

**Memoria de cálculo**

Método de cálculo: El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites del vigente CTE SE-F, apdo. 5.

Espesor de cálculo ( $t_d$ ): En muros de una hoja, doblado o de tendel hueco, es el real, y si es preciso descontar rozas o rebajes, el residual. Si el residual es menor que la mitad del real, este borde se considera libre.  
En muro de capuchino con ambas hojas entrelazadas el espesor eficaz es:

$$t_d = \sqrt[3]{t_1^3 + k \cdot t_2^3}$$

donde  $t_1$  es el espesor de la hoja cargada,  $t_2 \leq t_1$ , y  $k$  es la relación del módulo de elasticidad de la hoja descargada respecto al de la cargada ( $\leq 1$ ).

Altura de cálculo ( $h_d$ ): De un paño de muro de altura  $h$ , longitud  $L$  y grueso  $t$ :

- Arriostrado en cabeza y en base, (caso 1),  $h_d = h$ . Si arriostrados con forjados de hormigón armado con entrega  $\geq 2t/3$  y 85 mm y excentricidad e compresión de cabeza  $< 0.25 \cdot t$ , (caso 2), puede tomarse  $h_d = 0.75 \cdot h$
- Arriostrado en un solo borde vertical con  $L \geq 15 \cdot t$ , o en los dos bordes verticales con  $L \geq 30 \cdot t$ , se tratará como muro arriostrado sólo en cabeza y en base.
- Arriostrados en cabeza y en pie, y en uno o dos bordes verticales el valor es de tabla 5.1 de SE-F.
- Para muro libre en cabeza  $h_d = 2 \cdot h$ . Si está arriostrado en algún borde vertical el valor será el doble del establecido en la referida tabla 5.1, según corresponde, para el caso 1.

Esbeltez de un muro: La esbeltez geométrica de un muro es la relación  $\lambda = h_d/t_d$ , que no debe ser mayor que 27.

**3.1.8.3. Estado de cargas consideradas:**

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

DOCUMENTO BASICO SE (CODIGO TÉCNICO)

Los valores de las acciones serán los recogidos en:

DOCUMENTO BASICO SE-AE (CODIGO TECNICO)  
Norma Básica Española AE/88.**cargas verticales (valores en servicio)**Cubierta (5.9 kN/m<sup>2</sup>)

p.p. forjado	3.8 kN /m <sup>2</sup>
Pavim. y encascado	1,1 kN /m <sup>2</sup>
Sobrecarga de tabiquería	0.0 kN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de uso	1.0 kN /m <sup>2</sup>

Verticales: Cerramientos

Muro LMP de 12 cm de espesor revestido por ambas caras: 2.2 x h (kN/m)  
Muro LHD de 16 cm de espesor revestido por ambas caras: 2.3 x h (kN/m)

Horizontales: Barandillas

0.8 kN/m a 1.20 metros de altura

Horizontales: Viento

Según el apdo 3.3 del DB SE-AE (Seguridad estructural: Acciones en la edificación) la acción del viento puede simularse mediante una presión estática equivalente en cada punto expuesto obtenida con la siguiente formulación:

$$Q_e = Q_b \cdot C_e \cdot (C_p - C_s)$$

donde,

Q<sub>b</sub> presión dinámica del vientoC<sub>e</sub> coeficiente de exposiciónC<sub>p</sub>, C<sub>s</sub> coeficientes eólicos del viento (presión y succión)

A continuación se evalúan estos parámetros siguiendo indicaciones del apartado referido.

Anejo D: la presión dinámica del viento para la zona A, en la que está comprendido MÁLAGA, alcanza un valor de 0.42 kN/m<sup>2</sup>.

De la tabla 3.3 para la máxima altura representativa del edificio sobre rasante de 9 m y el grado de aspereza IV (zona urbana en general, industrial o forestal), se obtiene un C<sub>e</sub> = 1.7

En cada una de las direcciones principales (X e Y), se obtienen los coeficientes eólicos entrando en la tabla 3.4 con la esbeltez correspondiente.

Cargas Térmicas

Dado que las dimensiones de la estructura de fábrica de ladrillo son inferiores 12 m, no es necesario considerar la acción de las cargas Térmicas.

Sobrecargas en el terreno

No se consideran



**3.1.8.4. Características de los materiales:**

-Fábrica	Ladrillo perforado (LMP) y hueco doble (LHD) de resistencia normalizada $f_b = 10 \text{ N/mm}^2$ para muro de carga y cerramiento respectivamente.
-Mortero	De resistencia M-5 a M-7.5, graso, dosificación en volumen 1:1:7 y espesor de juntas de 1-1.5 cm.
-Resist. caract. compresión	$f_k = 4 \text{ N/mm}^2$ en LMP, y $f_k = 2.0-3.0 \text{ N/mm}^2$ en LHD para mortero M-5 o M-7.5 respectivamente
-Resist. caract. cortante	$f_{vk} = f_{vko} + 0.36 \cdot \sigma_k \leq 0.065 \cdot f_b$ $f_{vko}$ resistencia a corte puro, sin tensión de compresión (tabla 4.5 de SE-F) $\sigma_k$ si hay compresión, tensión característica normal media perpendicular a la tabla, debida a cargas permanentes.
-Resist. caract. flexión	En función del plano de rotura se distinguen 2 resistencias: $f_{xk1} = 0.1 \text{ N/mm}^2$ , plano paralelo a los tendeles. $f_{xk2} = 0.4 \text{ N/mm}^2$ , plano perpendicular a los tendeles.
-Deformabilidad	Módulo de elasticidad secante instantáneo, $E = 1000 \cdot f_k$ Para límites de servicio, $E = 600 \cdot f_k$ Deformaciones diferidas, $1.5 \cdot E$ Elasticidad transversal, $G = 0.4 \cdot E$ Deformación reológica (retracción por humedad), $-0.2 \text{ mm/m}$ Coeficiente de dilatación térmica, $9 \cdot 10^{-6} \text{ m/m } ^\circ\text{C}$

**Coeficientes de seguridad y niveles de control**

Para muros de fábrica de ladrillo de bloques silico-calcáreos con categoría de control de fabricación II y categoría de ejecución B, según tabla 4.8 de SE-F se tiene:			
Fábrica de ladrillo perforado	Coeficiente de minoración ( $\gamma_M$ )	2.5	
	Categoría de ejecución	B	
	Control de fabricación	II	
Ejecución	Coeficiente de mayoración		
	Cargas Permanentes	1.35	Cargas variables 1.50

Pag. 89 de 480

**Durabilidad (capítulo 3 SE-F)**

Clase de exposición:	a) Muros de carga exteriores: IIIa (proximidad al mar por encima de la pleamar), corrosión de las armaduras por cloruros, sabulización de los ladrillos y expansión de núcleos de cal.
Adecuación de las piezas:	a) Muros de carga exteriores: ladrillo perforado de extrusión de categoría II revestido con revoco de 15 mm de espesor.
Adecuación de los morteros:	a) Muros de carga exteriores: de horno alto y/o puzolánico CEM III con plastificante.
Adecuación de las armaduras de los tendeles:	a) Muros de carga exteriores: revocos laterales en tendeles con armadura con recubrimiento total $>30 \text{ mm}$ , ó galvanizado de $140 \mu\text{m}$ ( $1000 \text{ gr/m}^2$ ).
Recubrimientos:	Lateral a borde exterior: $r \geq 15 \text{ mm}$ Por encima y debajo: $r \geq 2 \text{ mm}$

### 3.3. SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN

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 12. Exigencias básicas de seguridad de utilización (SU).**

1. El objetivo del requisito básico «Seguridad de Utilización consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos durante el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
1. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
2. El Documento Básico «DB-SU Seguridad de Utilización» especifica 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 de utilización.

**12.1 Exigencia básica SU 1: Seguridad frente al riesgo de caídas:** se limitará el riesgo de que los usuarios sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo, se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas, facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.

**12.2 Exigencia básica SU 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento:** se limitará el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto o atrapamiento con elementos fijos o móviles del edificio.

**12.3 Exigencia básica SU 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento:** se limitará el riesgo de que los usuarios puedan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.

**12.4 Exigencia básica SU 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada:** se limitará el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los edificios, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.

**12.5 Exigencia básica SU 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación:** se limitará el riesgo causado por situaciones con alta ocupación facilitando la circulación de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención en previsión del riesgo de aplastamiento.

**12.6 Exigencia básica SU 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento:** se limitará el riesgo de caídas que puedan derivar en ahogamiento en piscinas, depósitos, pozos y similares mediante elementos que restrinjan el acceso.

**12.7 Exigencia básica SU 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento:** se limitará el riesgo causado por vehículos en movimiento atendiendo a los tipos de pavimentos y la señalización y protección de las zonas de circulación rodada y de las personas.

**12.8 Exigencia básica SU 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo:** se limitará el riesgo de electrocución y de incendio causado por la acción del rayo, mediante instalaciones adecuadas de protección contra el rayo.

SU1.1  
Resbaladizidad de  
los suelos

(Clasificación del suelo en función de su grado de deslizamiento UNE ENV 12633:2003)

		Clase	
		NORMA	PROY
<input type="checkbox"/>	Zonas interiores secas con pendiente < 6%	1	-
<input type="checkbox"/>	Zonas interiores secas con pendiente ≥ 6% y escaleras	2	-
<input type="checkbox"/>	Zonas interiores húmedas (entrada al edificio o terrazas cubiertas) con pendiente < 6%	2	-
<input type="checkbox"/>	Zonas interiores húmedas (entrada al edificio o terrazas cubiertas) con pendiente ≥ 6% y escaleras	3	-
<input type="checkbox"/>	Zonas exteriores, Piscinas y duchas	3	-

## SU1.2 Discontinuidades en el pavimento(excepto en zonas de uso restringido y en exteriores)

		NORMA	PROY
<input checked="" type="checkbox"/>	No tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4mm. Los elementos salientes del nivel de pavimento, puntuales y de pequeña dimensión no deben salir del pavimento más de 12 mm y salientes de más de 6mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no deben formar un ángulo mayor de 45°		Cumple
<input checked="" type="checkbox"/>	Pendiente máxima para desniveles ≤ 50 mm Excepto para acceso desde espacio exterior	≤ 25 %	Cumple
<input checked="" type="checkbox"/>	Perforaciones o huecos en suelos de zonas de circulación	Ø ≤ 15 mm	Cumple
<input type="checkbox"/>	Altura de barreras para la delimitación de zonas de circulación	≥ 800 mm	No Procede
<input type="checkbox"/>	Nº de escalones mínimo en zonas de circulación  Excepto en los casos siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• En zonas de uso restringido</li> <li>• En las zonas comunes de los edificios de uso <i>Residencial Vivienda</i>.</li> <li>• En los accesos a los edificios, bien desde el exterior, bien desde porches, garajes, etc. (figura 2.1)</li> <li>• En salidas de uso previsto únicamente en caso de emergencia.</li> <li>• En el acceso a un estrado o escenario</li> </ul>	3	No Procede
<input type="checkbox"/>	Distancia entre la puerta de acceso a un edificio y el escalón más próximo. (excepto en edificios de uso <i>Residencial Vivienda</i> ) (figura 2.1)	≥ 1.200 mm. y ≥ anchura hoja	No Procede

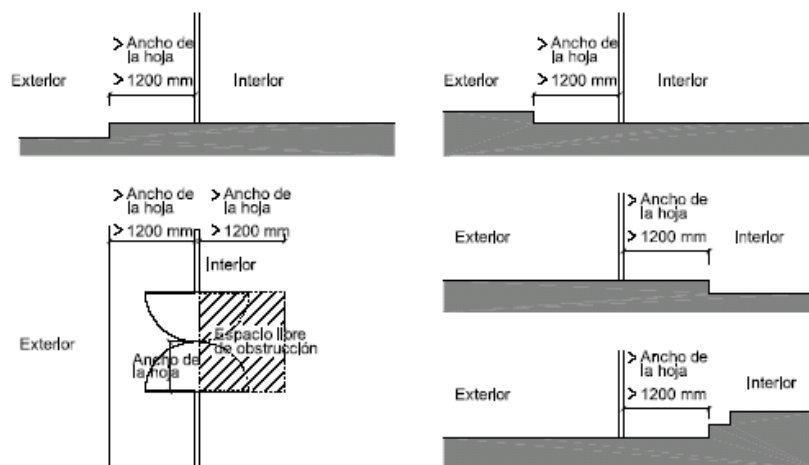


Figura 2.1 Distancia entre la puerta de acceso y el escalón más próximo

## SU 1.3. Desniveles

## Protección de los desniveles

<input checked="" type="checkbox"/>	Barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc. con diferencia de cota (h).	Para $h \geq 550$ mm
<input checked="" type="checkbox"/>	• Señalización visual y táctil en zonas de uso público	para $h \leq 550$ mm Dif. táctil $\geq 250$ mm del borde

## Características de las barreras de protección

Altura de la barrera de protección:

	NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/> diferencias de cotas $\leq 6$ m.	$\geq 900$ mm	$\geq 900$ mm
<input checked="" type="checkbox"/> resto de los casos	$\geq 1.100$ mm	1.100 mm
<input checked="" type="checkbox"/> huecos de escaleras de anchura menor que 400 mm.	$\geq 900$ mm	No procede

## Medición de la altura de la barrera de protección (ver gráfico)

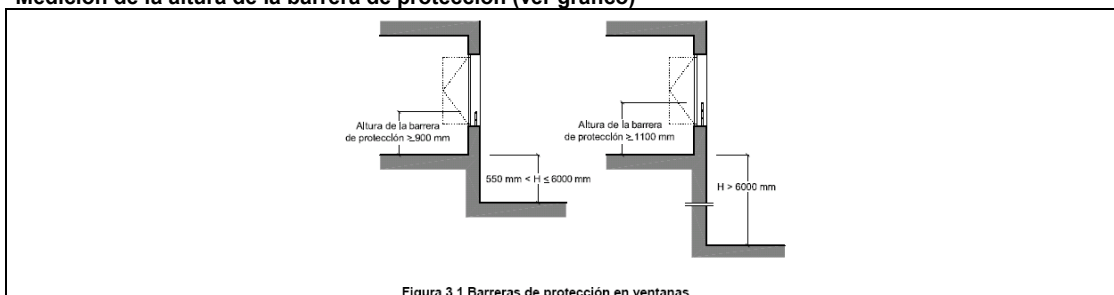


Figura 3.1 Barreras de protección en ventanas.

Resistencia y rigidez frente a fuerza horizontal de las barreras de protección (Ver tablas 3.1 y 3.2 del Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación)

	NORMA	PROYECTO
<b>Características constructivas de las barreras de protección:</b>	No serán escalables	
<input checked="" type="checkbox"/> No existirán puntos de apoyo en la altura accesible ( $H_a$ ).	$200 \geq H_a \leq 700$ mm	No procede
<input checked="" type="checkbox"/> Limitación de las aberturas al paso de una esfera	$\varnothing \leq 100$ mm	No procede
<input checked="" type="checkbox"/> Límite entre parte inferior de la barandilla y línea de inclinación	$\leq 50$ mm	No procede

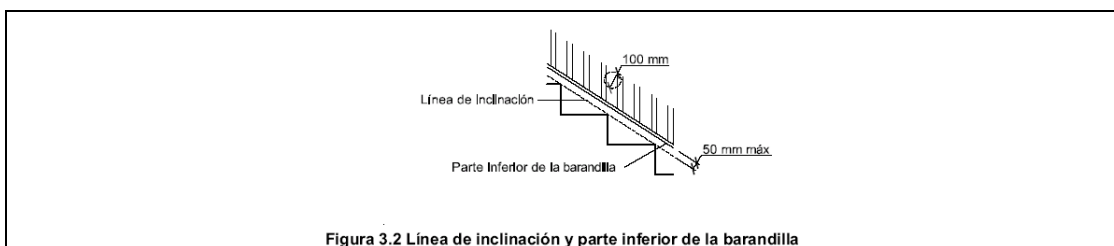


Figura 3.2 Línea de inclinación y parte inferior de la barandilla

## SU 1.4. Escaleras y rampas

## Escaleras de uso restringido

<input checked="" type="checkbox"/> Escalera de trazado lineal	NORMA	PROYECTO
Ancho del tramo	$\geq 800$ mm	950
Altura de la contrahuella	$\leq 200$ mm	200
Ancho de la huella	$\geq 220$ mm	220
<input type="checkbox"/> Escalera de trazado curvo	ver CTE DB-SU 1.4	-

- ☐ Mesetas partidas con peldaños a  $45^\circ$
- ☐ Escalones sin tabica (dimensiones según gráfico)

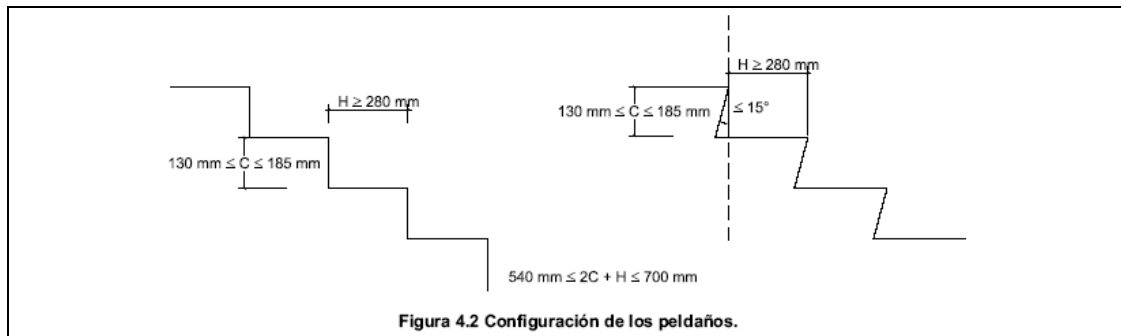


Figura 4.1 Escalones sin tabica

**Escaleras de uso general: peldaños**

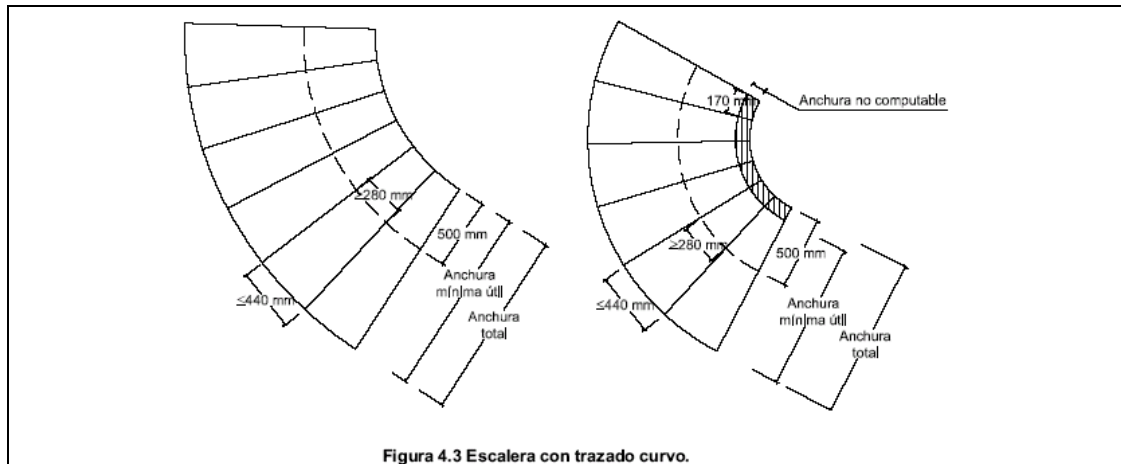
- ☐
- tramos rectos de escalera

	NORMA	PROYECTO
huella	$\geq 280 \text{ mm}$	-
contrahuella	$130 \geq H \geq 185 \text{ mm}$	-
se garantizará $540 \text{ mm} \leq 2C + H \leq 700 \text{ mm}$ (H = huella, C= contrahuella)	la relación se cumplirá a lo largo de una misma escalera	-



- ☐
- escalera con trazado curvo

	NORMA	PROYECTO
huella	H ≥ 170 mm en el lado más estrecho	-
	H ≤ 440 mm en el lado más ancho	-



- ☐
- escaleras de evacuación ascendente

Escalones (la tabica será vertical o formará ángulo $\leq 15^\circ$ con la vertical)	
--	--

- ☐
- escaleras de evacuación descendente

Escalones, se admite	
----------------------	--

**Escaleras de uso general: tramos**

	CTE	PROY
<input type="checkbox"/> Número mínimo de peldaños por tramo	3 En residencial vivienda puede haber escalones sueltos	-
<input type="checkbox"/> Altura máxima a salvar por cada tramo	≤ 3,20 m	-
<input type="checkbox"/> En una misma escalera todos los peldaños tendrán la misma contrahuella		-
<input type="checkbox"/> En tramos rectos todos los peldaños tendrán la misma huella		-
<input type="checkbox"/> En tramos curvos (todos los peldaños tendrán la misma huella medida a lo largo de toda línea equidistante de uno de los lados de la escalera),	El radio será constante	-
<input type="checkbox"/> En tramos mixtos	la huella medida en el tramo curvo ≥ huella en las partes rectas	-
Anchura útil del tramo (libre de obstáculos)		
<input type="checkbox"/> comercial y pública concurrencia	1200 mm	-
<input type="checkbox"/> otros	1000 mm	-

**Escaleras de uso general: Mesetas**

<input type="checkbox"/> entre tramos de una escalera con la misma dirección:		
• Anchura de las mesetas dispuestas	≥ anchura escalera	-
• Longitud de las mesetas (medida en su eje).	≥ 1.000 mm	-
<input type="checkbox"/> entre tramos de una escalera con cambios de dirección: (figura 4.4)		
• Anchura de las mesetas	≥ ancho escalera	-
• Longitud de las mesetas (medida en su eje).	≥ 1.000 mm	-

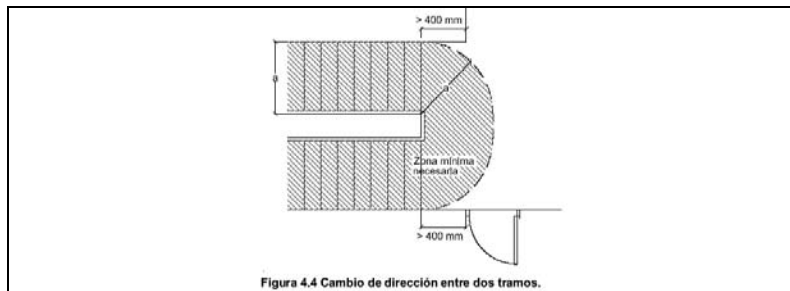


Figura 4.4 Cambio de dirección entre dos tramos.

**Escaleras de uso general: Pasamanos****Pasamanos continuo:**

<input type="checkbox"/> en un lado de la escalera	Cuando salven altura ≥ 550 mm
<input type="checkbox"/> en ambos lados de la escalera	Cuando ancho ≥ 1.200 mm o estén previstas para P.M.R.

**Pasamanos intermedios.**

<input type="checkbox"/> Se dispondrán para ancho del tramo	≥ 2.400 mm	-
<input type="checkbox"/> Separación de pasamanos intermedios	≤ 2.400 mm	-
<input type="checkbox"/> Altura del pasamanos	900 mm ≤ H ≤ 1.100 mm	-

**Configuración del pasamanos:**

será firme y fácil de asir

<input type="checkbox"/> Separación del paramento vertical	≥ 40 mm	-
--	---------	---

el sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano

## SU 1.4. Escaleras y rampas

## Rampas

<input type="checkbox"/>	Pendiente:	rampa estándar	6% < p < 12%	-
<input type="checkbox"/>		usuario silla ruedas (PMR)	l < 3 m, p ≤ 10% l < 6 m, p ≤ 8% resto, p ≤ 6%	
<input type="checkbox"/>		circulación de vehículos en garajes, también previstas para la circulación de personas	p ≤ 18%	
	Tramos:	longitud del tramo:		
<input type="checkbox"/>		rampa estándar	l ≤ 15,00 m	
<input type="checkbox"/>		usuario silla ruedas	l ≤ 9,00 m	
		ancho del tramo:		
		ancho libre de obstáculos	ancho en función de DB-SI	
		ancho útil se mide entre paredes o barreras de protección		
		rampa estándar:		
<input type="checkbox"/>		ancho mínimo	a ≥ 1,00 m	-
		usuario silla de ruedas		
<input type="checkbox"/>		ancho mínimo	a ≥ 1200 mm	
<input type="checkbox"/>		tramos rectos	a ≥ 1200 mm	
<input type="checkbox"/>		anchura constante	a ≥ 1200 mm	
<input type="checkbox"/>		para bordes libres, → elemento de protección lateral	h = 100 mm	
	Mesetas:	entre tramos de una misma dirección:		
<input type="checkbox"/>		ancho meseta	a ≥ ancho rampa	-
<input type="checkbox"/>		longitud meseta	l ≥ 1500 mm	-
		entre tramos con cambio de dirección:		
<input type="checkbox"/>		ancho meseta (libre de obstáculos)	a ≥ ancho rampa	-
<input type="checkbox"/>		ancho de puertas y pasillos	a ≤ 1200 mm	-
<input type="checkbox"/>		distancia de puerta con respecto al arranque de un tramo	d ≥ 400 mm	
		distancia de puerta con respecto al arranque de un tramo (PMR)	d ≥ 1500 mm	
	Pasamanos	pasamanos continuo en un lado		
<input type="checkbox"/>		pasamanos continuo en un lado (PMR)		
<input type="checkbox"/>		pasamanos continuo en ambos lados	No procede (desnivel<0,55m)	
<input type="checkbox"/>		altura pasamanos	900 mm ≤ h ≤ 1100 mm	-
<input type="checkbox"/>		altura pasamanos adicional (PMR)	650 mm ≤ h ≤ 750 mm	-
<input type="checkbox"/>		separación del paramento	d ≥ 40 mm	-
		características del pasamanos:		
<input type="checkbox"/>		Sist. de sujeción no interfiere en el paso continuo de la mano firme, fácil de asir		

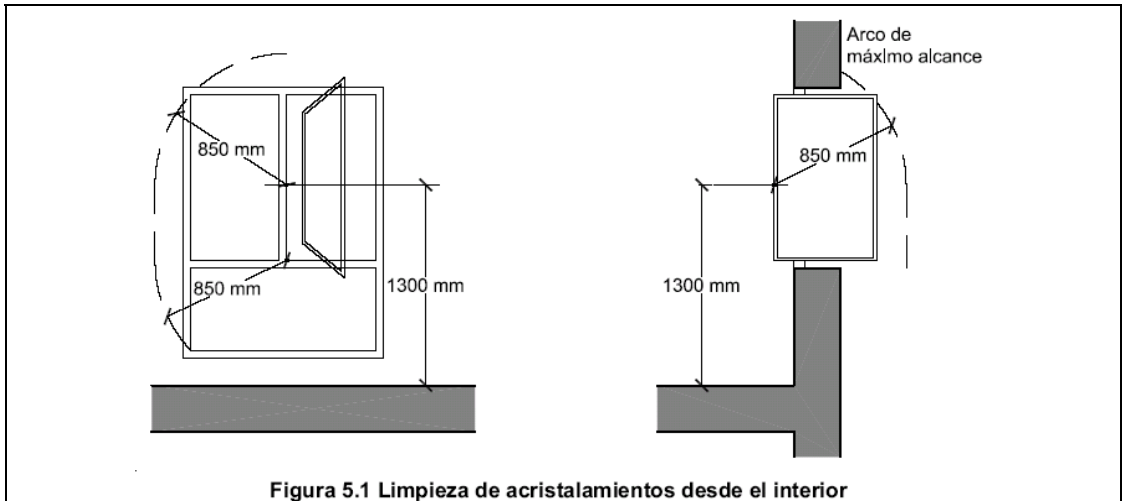


## SU 1.5. Limpieza de los acristalamientos exteriores

**Limpieza de los acristalamientos exteriores**

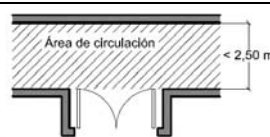

limpieza desde el interior:

<input checked="" type="checkbox"/>	toda la superficie interior y exterior del acristalamiento se encontrará comprendida en un radio $r \leq 850$ mm desde algún punto del borde de la zona practicable $h \max \leq 1.300$ mm, excepto si son practicables o fácilmente desmontables	Las ventanas son practicables
<input type="checkbox"/>	en acristalamientos invertidos, Dispositivo de bloqueo en posición invertida	No Procede

**Figura 5.1 Limpieza de acristalamientos desde el interior**

<input type="checkbox"/>	limpieza desde el exterior y situados a $h > 6$ m	No procede
<input type="checkbox"/>	plataforma de mantenimiento	$a \geq 400$ mm
<input type="checkbox"/>	barrera de protección	$h \geq 1.200$ mm
<input type="checkbox"/>	equipamiento de acceso especial	previsión de instalación de puntos fijos de anclaje con la resistencia adecuada

SU2.1 Impacto

CON ELEMENTOS FIJOS		NORMA	PROYECTO		NORMA	PROYECTO
Altura libre de paso en zonas de circulación	<input checked="" type="checkbox"/> uso restringido	≥ 2.100 mm	2.200 mm	<input checked="" type="checkbox"/> resto de zonas	≥ 2.200 mm	≥ 2.200 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Altura libre en umbrales de puertas					≥ 2.000 mm	> 2.000 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Altura de los elementos fijos que sobresalgan de las fachadas y que estén situados sobre zonas de circulación					> 2.200 mm	> 2.200 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Vuelo de los elementos en las zonas de circulación con respecto a las paredes en la zona comprendida entre 1.000 y 2.200 mm medidos a partir del suelo					≤ 150 mm	< 150 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Restricción de impacto de elementos volados cuya altura sea menor que 2.000 mm disponiendo de elementos fijos que restrinjan el acceso hasta ellos.					Cumple	
CON ELEMENTOS PRACTICABLES						
<input checked="" type="checkbox"/> disposición de puertas laterales a vías de circulación en pasillo a < 2,50 m (zonas de uso general)					Cumple	
<input type="checkbox"/> En puertas de vaivén se dispondrá de uno o varios paneles que permitan percibir la aproximación de las personas entre 0,70 m y 1,50 m mínimo					No Procede	
<div><p>Figura 1.1 Disposición de puertas laterales a vías de circulación</p></div>						
con elementos frágiles						
<input checked="" type="checkbox"/> Superficies acristaladas situadas en áreas con riesgo de impacto con barrera de protección					SU1, apartado 3.2	
Superficies acristaladas situadas en áreas con riesgo de impacto sin barrera de protección					Norma: (UNE EN 12600:2003)	
<input checked="" type="checkbox"/> diferencia de cota a ambos lados de la superficie acristalada 0,55 m ≤ ΔH ≤ 12 m					(Cualquiera), (B o C), (1 o 2)	
<input checked="" type="checkbox"/> diferencia de cota a ambos lados de la superficie acristalada ≥ 12 m					(Cualquiera), (B o C), (1)	
<input checked="" type="checkbox"/> resto de casos					(1,2 o3), (B o C), (cualquiera)	
<input checked="" type="checkbox"/> duchas y bañeras:						
partes vidriadas de puertas y cerramientos					resistencia al impacto nivel 3	
áreas con riesgo de impacto						
<div><p>Figura 1.2 Identificación de áreas con riesgo de impacto</p></div>						
Impacto con elementos insuficientemente perceptibles						
Grandes superficies acristaladas y puertas de vidrio que no dispongan de elementos que permitan identificarlas						
<input type="checkbox"/> señalización:				NORMA	PROYECTO	
		altura inferior:		850mm<h<1100mm	NP	
		altura superior:		1500mm<h<1700mm	NP	
<input type="checkbox"/> travesaño situado a la altura inferior					NP	
<input type="checkbox"/> montantes separados a ≥ 600 mm					NP	

## SU2.2 Atrapamiento

	NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/> puerta corredera de accionamiento manual ( d= distancia hasta objeto fijo más próx)	$d \geq 200 \text{ mm}$	-
<input type="checkbox"/> elementos de apertura y cierre automáticos: dispositivos de protección	-	-

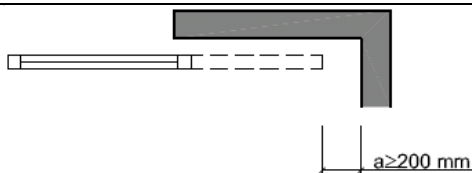


Figura 2.1 Holgura para evitar atrapamientos

## SU3 Aprisionamiento

## Riesgo de aprisionamiento

en general:

<input checked="" type="checkbox"/>	Recintos con puertas con sistemas de bloqueo interior	disponen de desbloqueo desde el exterior e iluminación controlada desde el interior	
<input checked="" type="checkbox"/>	baños y aseos	iluminación controlado desde el exterior	
		NORMA	PROY
<input checked="" type="checkbox"/>	Fuerza de apertura de las puertas de salida	≤ 140 N	≤ 140 N
usuarios de silla de ruedas:			
<input checked="" type="checkbox"/>	Recintos de pequeña dimensión para usuarios de sillas de ruedas	ver Reglamento de Accesibilidad	
		NORMA	PROY
<input checked="" type="checkbox"/>	Fuerza de apertura en pequeños recintos adaptados	≤ 25 N	≤ 25 N

SU4.1 Alumbrado normal  
en zonas de circulación

Nivel de iluminación mínimo de la instalación de alumbrado (medido a nivel del suelo)

			NORMA	PROYECTO
Zona			Iluminancia mínima [lux]	
Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras	10	No Procede
		Resto de zonas	5	No Procede
	Para vehículos o mixtas		10	No Procede
Interior	Exclusiva para personas	Escaleras	75	No Procede
		Resto de zonas	50	Cumple*
	Para vehículos o mixtas		50	No Procede
factor de uniformidad media			fu ≥ 40%	Cumple*

(\*) Ver Anexo de cálculos luminotécnicos en apartado correspondiente

Dotación

Contarán con alumbrado de emergencia:

<input checked="" type="checkbox"/>	recorridos de evacuación
<input type="checkbox"/>	aparcamientos con S > 100 m2
<input checked="" type="checkbox"/>	locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección
<input type="checkbox"/>	locales de riesgo especial
<input checked="" type="checkbox"/>	lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de instalación de alumbrado
<input checked="" type="checkbox"/>	las señales de seguridad

Condiciones de las luminarias

	NORMA	PROYECTO
altura de colocación	h ≥ 2 m	h ≥ 2 m

se dispondrá una luminaria en:

<input checked="" type="checkbox"/>	cada puerta de salida
<input type="checkbox"/>	señalando peligro potencial
<input checked="" type="checkbox"/>	señalando emplazamiento de equipo de seguridad
<input checked="" type="checkbox"/>	puertas existentes en los recorridos de evacuación
<input type="checkbox"/>	escaleras, cada tramo de escaleras recibe iluminación directa
<input checked="" type="checkbox"/>	en cualquier cambio de nivel
<input checked="" type="checkbox"/>	en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos

Características de la instalación

Será fija
Dispondrá de fuente propia de energía
Entrará en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en las zonas de alumbrado normal
El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar como mínimo, al cabo de 5s, el 50% del nivel de iluminación requerido y el 100% a los 60s.

Condiciones de servicio que se deben garantizar: (durante una hora desde el fallo)

		NORMA	PROY
<input checked="" type="checkbox"/>	Vías de evacuación de anchura ≤ 2m	Iluminancia eje central Iluminancia de la banda central	≥ 1 lux ≥ 0,5 lux
<input type="checkbox"/>	Vías de evacuación de anchura > 2m	Pueden ser tratadas como varias bandas de anchura ≤ 2m	-
<input checked="" type="checkbox"/>	a lo largo de la línea central	relación entre iluminancia máx. y mín	≤ 40:1
	puntos donde estén ubicados	- equipos de seguridad - instalaciones de protección contra incendios - cuadros de distribución del alumbrado	Iluminancia ≥ 5 luxes ≥ 5 luxes
	Señales: valor mínimo del Índice del Rendimiento Cromático (Ra)	Ra ≥ 40	Ra ≥ 40

Iluminación de las señales de seguridad

	NORMA	PROY
<input checked="" type="checkbox"/>	Iluminancia de cualquier área de color de seguridad	≥ 2 cd/m <sup>2</sup>
<input checked="" type="checkbox"/>	relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco de seguridad	≤ 10:1
<input checked="" type="checkbox"/>	relación entre la luminancia L <sub>blanca</sub> y la luminancia L <sub>color</sub> > 10	≥ 5:1 y ≤ 15:1
<input checked="" type="checkbox"/>	Tiempo en el que deben alcanzar el porcentaje de iluminación	→ 5 s → 60 s

(\*) Ver Anexo de cálculos luminotécnicos para el alumbrado de emergencias en apartado correspondiente.

## SU4.2 Alumbrado de emergencia

**NO ES DE APLICACIÓN A ESTE PROYECTO**

Ámbito de aplicación

**SU5**  
situaciones de  
alta ocupación



Las condiciones establecidas en esta Sección son de aplicación a los graderíos de estadios, pabellones polideportivos, centros de reunión, otros edificios de uso cultural, etc. previstos para más de 3000 espectadores de pie.  
En todo lo relativo a las condiciones de evacuación les es también de aplicación la Sección SI 3 del Documento Básico DB-SI

No es de aplicación a este  
proyecto

**NO ES DE APLICACIÓN A ESTE PROYECTO****Barreras de protección**

Control de acceso de niños a piscina	si <input type="checkbox"/>	no <input type="checkbox"/>
deberá disponer de barreras de protección	si <input type="checkbox"/>	
Resistencia de fuerza horizontal aplicada en borde superior	0,5 KN/m.	

**Características constructivas de las barreras de protección:**

	NORMA	PROY
<input type="checkbox"/> No existirán puntos de apoyo en la altura accesible (Ha).	$200 \geq Ha \leq 700 \text{ mm}$	-
<input type="checkbox"/> Limitación de las aberturas al paso de una esfera	$\varnothing \leq 100 \text{ mm}$	-
<input type="checkbox"/> Límite entre parte inferior de la barandilla y línea de inclinación	$\leq 50 \text{ mm}$	-

**Características del vaso de la piscina:****Profundidad:**

	NORMA	PROY
<input type="checkbox"/> Piscina infantil	$p \leq 500 \text{ mm}$	-
<input type="checkbox"/> Resto piscinas (incluyen zonas de profundidad < 1.400 mm).	$p \leq 3.000 \text{ mm}$	-

**Señalización en:**

<input type="checkbox"/> Puntos de profundidad > 1400 mm	-
<input type="checkbox"/> Señalización de valor máximo	-
<input type="checkbox"/> Señalización de valor mínimo	-
<input type="checkbox"/> Ubicación de la señalización en paredes del vaso y andén	-

**Pendiente:**

	NORMA	PROY
<input type="checkbox"/> Piscinas infantiles	$\text{pend} \leq 6\%$	-
<input type="checkbox"/> Piscinas de recreo o polivalentes	$p \leq 1400 \text{ mm}$ ▶ $\text{pend} \leq 10\%$	-
<input type="checkbox"/> Resto	$p > 1400 \text{ mm}$ ▶ $\text{pend} \leq 35\%$	-

**Huecos:**

<input type="checkbox"/> Deberán estar protegidos mediante rejillas u otro dispositivo que impida el atrapamiento.
--

**Características del material:**

	CTE	PROY
<input type="checkbox"/> Resbaladidad material del fondo para zonas de profundidad $\leq 1500 \text{ mm}$ .	clase 3	-
revestimiento interior del vaso	color claro	-

**Andenes:**

<input type="checkbox"/> Resbaladidad	clase 3	-
<input type="checkbox"/> Anchura	$a \geq 1200 \text{ mm}$	-
<input type="checkbox"/> Construcción	evitará el encharcamiento	-

**Escaleras: (excepto piscinas infantiles)**

<input type="checkbox"/> Profundidad bajo el agua	$\geq 1.000 \text{ mm}$ , o bien hasta 300 mm por encima del suelo del vaso
Colocación	No sobresaldrán del plano de la pared del vaso.
	peldaños antideslizantes
	carecerán de aristas vivas
	se colocarán en la proximidad de los ángulos del vaso y en los cambios de pendiente
Distancia entre escaleras	$D < 15 \text{ m}$

**Pozos y depósitos**

Los pozos, depósitos, o conducciones abiertas que sean accesibles a personas y presenten riesgo de ahogamiento estarán equipados con sistemas de protección, tales como tapas o rejillas, con la suficiente rigidez y resistencia, así como con cierres que impidan su apertura por personal no autorizado.

**SU6.1 Piscinas** Esta Sección es aplicable a las piscinas de uso colectivo.  
Quedan excluidas las piscinas de viviendas unifamiliares.

**SU6.2**  
Pozos y depósitos

**NO ES DE APLICACIÓN A ESTE PROYECTO**

Características constructivas

Espacio de acceso y espera:

<input checked="" type="checkbox"/>	Localización	en su incorporación al exterior	
		NORMA	PROY
<input checked="" type="checkbox"/>	Profundidad	$p \geq 4,50 \text{ m}$	-
<input checked="" type="checkbox"/>	Pendiente	$\text{pend} \leq 5\%$	-

Acceso peatonal independiente:

<input type="checkbox"/>	Ancho	$A \geq 800 \text{ mm.}$	-
<input type="checkbox"/>	Altura de la barrera de protección	$h \geq 800 \text{ mm}$	-

☐ Pavimento a distinto nivel

Protección de desniveles (para el caso de pavimento a distinto nivel):

<input type="checkbox"/>	Barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales con diferencia de cota (h))	-
<input type="checkbox"/>	Señalización visual y táctil en zonas de uso público para $h \leq 550 \text{ mm}$ , Diferencia táctil $\geq 250 \text{ mm}$ del borde	-

Protección de recorridos peatonales

<input type="checkbox"/>	Plantas de garaje > 200 vehículos o $S > 5.000 \text{ m}^2$	<input type="checkbox"/> pavimento diferenciado con pinturas o relieve
		<input type="checkbox"/> zonas de nivel más elevado

Protección de desniveles (para el supuesto de zonas de nivel más elevado):

<input type="checkbox"/>	Barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales con diferencia de cota (h). para $h \geq 550 \text{ mm}$	-
<input type="checkbox"/>	Señalización visual y táctil en zonas de uso público para $h \leq 550 \text{ mm}$ Dif. táctil $\geq 250 \text{ mm}$ del borde	-

Señalización

Se señalizará según el Código de la Circulación:

<input checked="" type="checkbox"/>	Sentido de circulación y salidas.	-
<input checked="" type="checkbox"/>	Velocidad máxima de circulación 20 km/h.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Zonas de tránsito y paso de peatones en las vías o rampas de circulación y acceso.	-
<input type="checkbox"/>	Para transporte pesado señalización de gálibo y alturas limitadas	
<input type="checkbox"/>	Zonas de almacenamiento o carga y descarga señalización mediante marcas viales o pintura en pavimento	-

SU7 Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento.

Ámbito de aplicación: Zonas de uso aparcamiento y vías de circulación de vehículos, excepto de viviendas unifamiliares



SU8 Seguridad frente al riesgo relacionado con la acción del rayo

## Procedimiento de verificación

<input type="checkbox"/>	Ne (frecuencia esperada de impactos) > Na (riesgo admisible)	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ne (frecuencia esperada de impactos) ≤ Na (riesgo admisible)	

## Determinación de Ne

Ng [nº impactos/año, km2]	Ae [m2]	C1	Ne $N_e = N_g A_e C_1 10^{-6}$
------------------------------	------------	----	-----------------------------------

densidad de impactos sobre el terreno	superficie de captura equivalente del edificio aislado en m <sup>2</sup> , que es la delimitada por una línea trazada a una distancia 3H de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado	Coeficiente relacionado con el entorno	
		Situación del edificio	C1

1,5 (Málaga)	2421,73	Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
		Rodeado de edificios más bajos	0,75
		Aislado	1
		Aislado sobre una colina o promontorio	2

Ne = 0,0018

## Determinación de Na

C <sub>2</sub> coeficiente en función del tipo de construcción				C <sub>3</sub> contenido del edificio	C <sub>4</sub> uso del edificio	C <sub>5</sub> necesidad de continuidad en las activ. que se desarrollan en el edificio	Na $N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$
	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera	uso residencial	uso residencial	uso residencial	
Estructura metálica	0,5	1	2	1	1	1	Na = 0,0055
Estructura de hormigón	1	1	2,5				
Estructura de madera	2	2,5	3				

## Tipo de instalación exigido

Na	Ne	$E = 1 - \frac{N_a}{N_e}$	Nivel de protección	
			$E \geq 0,98$	1
			$0,95 \leq E < 0,98$	2
			$0,80 \leq E < 0,95$	3
			$0 \leq E < 0,80$	4

La frecuencia esperada de impactos Ne es menor que el riesgo admisible Na. Por ello, no será necesaria la instalación de un sistema contra el rayo

Pag. 105 de 480

## 3.4. SALUBRIDAD

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 13. *Exigencias básicas de salubridad (HS) «Higiene, salud y protección del medio ambiente».*

1. El objetivo del requisito básico «Higiene, salud y protección del medio ambiente», tratado en adelante bajo el término salubridad, consiste en reducir a límites aceptables el *riesgo* de que los *usuarios*, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el *riesgo* de que los *edificios* se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento*.
2. Para satisfacer este objetivo, los *edificios* se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de tal forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. El Documento Básico «DB-HS Salubridad» especifica 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 salubridad.

13.1 Exigencia básica HS 1: Protección frente a la humedad: se limitará el *riesgo* previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los *edificios* y en sus *cerramientos* como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

13.2 Exigencia básica HS 2: Recogida y evacuación de residuos: los *edificios* dispondrán de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida de tal manera que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.

13.3 Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior.

1. Los edificios dispondrán de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.
2. Para limitar el riesgo de contaminación del aire interior de los edificios y del entorno exterior en fachadas y patios, la evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá con carácter general por la cubierta del edificio, con independencia del tipo de combustible y del aparato que se utilice, y de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas.

13.4 Exigencia básica HS 4: Suministro de agua.

1. Los edificios dispondrán de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto de agua apta para el consumo de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del caudal del agua.
2. Los equipos de producción de agua caliente dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.

13.5 Exigencia básica HS 5: Evacuación de aguas: los edificios dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

## HS1 PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD

## HS 1 PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD

### 2 Diseño

Los elementos constructivos (muros, suelos, fachadas, cubiertas, ...) deberán cumplir las condiciones de diseño del apartado 2 (HS1) relativas a los elementos constructivos.

La definición de cada elemento constructivo será la siguiente:

#### 2.1 MUROS

Datos de partida

Coeficiente de permeabilidad del terreno desconocido por lo que tomamos de manera conservadora el coeficiente más desfavorable -  **$K_s > 10^{-2}$  cm/s.**

Presencia de agua **baja** (cara inferior de suelo en contacto con el terreno por encima de nivel freático)

Obtención del grado de impermeabilidad

Con los datos de partida obtenemos el grado de impermeabilidad mínimo exigido:

Grado de impermeabilidad mínimo exigido: **1.**

<p><b>Muro hormigón</b></p> <p><b>Grado de impermeabilidad</b></p> <p><b>El grado de impermeabilidad es 1</b></p> <p><b>Muro flexorresistente - Imp. Exterior - I2+I3+D1+ D5</b></p> <p>Se cumple el grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua del terreno y de las escorrentías obtenidos de la tabla 2.1 en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.</p> <p><b>Condiciones de las soluciones constructivas</b></p> <p>Las condiciones de la solución constructiva, en función del tipo de muro, del tipo de impermeabilización y del grado de impermeabilidad será la siguiente:</p> <p><b>C) Constitución del muro:</b></p> <p>No se establecen condiciones en la constitución del muro.</p> <p><b>I) Impermeabilización:</b></p> <p><b>I2.-</b>La impermeabilización debe realizarse mediante la aplicación de una pintura impermeabilizante o según lo establecido en I1 En muros pantalla construidos con excavación, la impermeabilización se consigue mediante la utilización de lodos bentoníticos.</p> <p><b>I3.-</b>Cuando el muro sea de fábrica debe recubrirse por su cara interior con un revestimiento hidrófugo, tal como una capa de mortero hidrófugo sin revestir, una hoja de cartón-yeso sin yeso higroscópico u otro material no higroscópico.</p> <p><b>D) Drenaje y evacuación:</b></p> <p><b>D1.-</b>Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante entre el muro y el terreno o, cuando existe una capa de impermeabilización, entre ésta y el terreno. La capa drenante puede estar constituida por una lámina drenante, grava, una fábrica de bloques de arcilla porosos u otro material que produzca el mismo efecto.</p> <p>Cuando la capa drenante sea una lámina, el remate superior de la lámina debe protegerse de la entrada de agua procedente de las precipitaciones y de las escorrentías.</p>
--

**D5.-**Debe disponerse una red de evacuación del agua de lluvia en las partes de la cubierta y del terreno que puedan afectar al muro y debe conectarse aquélla a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior.

#### **V) Ventilación de la cámara:**

No se establecen condiciones en la ventilación de la cámara.

Se proyecta la siguiente solución:

#### **Muro flexorresistente - Imp. Exterior - I2+I3+D1+ D5**

- 1.-Muro de hormigón armado (según estructura)
- 2.-Imprimación asfáltica con una dotación mínima de 500 gr./m<sup>2</sup>
- 3.-Lámina asfáltica autoadhesiva de betún modificado con polímeros y sin cargas con terminación superior de film de polietileno coextrusionado totalmente adherida al soporte por simple contacto
- 4.-Capa drenante de poliestireno (HIPS) anclada mecánicamente en su parte superior
- 5.-Capa separadora de geotextil de 150 gr/m<sup>2</sup>

### **2.1.3 Condiciones de los puntos singulares**

Se respetan las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

#### **2.1.3.1 Encuentros del muro con las fachadas**

Cuando el muro se impermeabilice por el exterior, en los arranques de las fachadas sobre el mismo, el impermeabilizante debe prolongarse más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior y el remate superior del impermeabilizante debe realizarse según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 del DB-HS-1

#### **2.1.3.4 Paso de conductos**

Los pasatubos se dispondrán de tal forma que entre ellos y los conductos exista una holgura que permita las tolerancias de ejecución y los posibles movimientos diferenciales entre el muro y el conducto.

Se fija el conducto al muro con elementos flexibles.

Se dispone un impermeabilizante entre el muro y el pasatubos y se sella la holgura entre el pasatubos y el conducto con un perfil expansivo o un mástico elástico resistente a la compresión.

#### **2.1.3.5 Esquinas y rincones**

Las bandas de refuerzo aplicadas antes que el impermeabilizante irán adheridas al soporte previa aplicación de una imprimación.

## **2.2 SUELOS**

#### **Datos de partida**

Coeficiente de permeabilidad del terreno desconocido por lo que tomamos de manera conservadora el coeficiente más desfavorable -  **$K_s > 10^{-5}$  cm/s.**

Presencia de agua **baja** (cara inferior del suelo por encima de nivel freático)

#### **Obtención del grado de impermeabilidad exigido**

Con los datos de partida obtenemos el grado de impermeabilidad mínimo exigido:

Grado de impermeabilidad mínimo exigido: **2**

### Losa

#### Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad es 2

#### Muro flexorresistente – Placa, con inyecciones, C2+C3+D1

Se cumple el grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que estarán en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.3 en función de la presencia de agua determinada de acuerdo con 2.1.1 y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

**Tabla 2.3 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos**

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
	$K_s > 10^{-5}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	4
Media	4	3
Baja	2	1

La presencia de agua se considera Baja

#### Condiciones de las soluciones constructivas

Las condiciones de la solución constructiva, en función del tipo de muro, del tipo de suelo, del tipo de intervención en el terreno y del grado de impermeabilidad será la siguiente:

#### C) Constitución del muro:

**C2.-**Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón de retracción moderada.

**C3.-**Debe realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.

#### I) Impermeabilización:

No se establecen condiciones en la impermeabilización del suelo.

#### D) Drenaje y evacuación:

**D1.-**Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En el caso de que se utilice como capa drenante un enchado, debe disponerse una lámina de polietileno por encima de ella.

#### P) Tratamiento perimétrico:

No se establecen condiciones en el tratamiento perimétrico del suelo.

#### S) Sellado de juntas:

No se establecen condiciones en el sellado de juntas del suelo.

#### V) Ventilación de la cámara:

No se establecen condiciones en la ventilación de la cámara del suelo.  
Se proyecta la siguiente solución:

1. Terreno natural mejorado mediante pozos tipo mix

2. Lámina geotextil
3. Terreno "seleccionado" (s/PG-3) de 50cm de espesor compactado al 98% P.M. (UNE 103.501/94) en tongadas de 25cm (50cms)
4. Film de polietileno
5. Hormigón de limpieza (10cms)
6. Losa de hormigón hidrófugo de elevada compacidad y retracción moderada. (según estructura)
7. Hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.
8. Encofrado tipo Caviti-10 o similar (15cm) relleno con hormigón HA-25 n/mm<sup>2</sup> y armado con mallazo B-500T ME 15x15xØ6 (espesor mínimo 5cm)

### 2.2.3 Condiciones de los puntos singulares

Se respetan las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee. (apartado 2.2.3 HS1).

#### 2.2.3.1 Encuentros de los suelos con los muros

En el proyecto no existen encuentros del suelo con los muros.

En el proyecto no existen encuentros entre suelos y particiones interiores.

## 2.3 FACHADAS

### Capuchina

#### Con revestimiento exterior → R1+B1+C1

##### R) Resistencia a la filtración del revestimiento exterior:

**R1.**-El revestimiento exterior debe tener al menos una resistencia media a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:

- revestimientos continuos de las siguientes características:
  - espesor comprendido entre 10 y 15 mm, salvo los acabados con una capa plástica delgada;
  - adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;
  - permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal;
  - adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento aceptable frente a la fisuración;
  - cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la hoja principal, compatibilidad química con el aislante y disposición de una armadura constituida por una malla de fibra de vidrio o de poliéster.
- revestimientos discontinuos rígidos pegados de las siguientes características:
  - de piezas menores de 300 mm de lado;
  - fijación al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;
  - disposición en la cara exterior de la hoja principal de un enfoscado de mortero;
  - adaptación a los movimientos del soporte.

##### B) Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua:

**B1.**-Debe disponerse al menos una barrera de resistencia media a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:

- cámara de aire sin ventilar;
- aislante no hidrófilo colocado en la cara interior de la hoja principal.



**C) Composición de la hoja principal:**

**C1.-**Debe utilizarse al menos una hoja principal de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

- ½ pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente;
- 12 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

**H) Higroscopicidad del material componente de la hoja principal:**

No se establecen condiciones en la higroscopicidad del material componente de la hoja principal.

**J) Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal:**

No se establecen condiciones en la resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal

Véase apartado 5.1.3.1 para condiciones de ejecución relativas a las juntas.

**N) Resistencia a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal:**

No se establecen condiciones en la resistencia a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal.

Se proyectan las siguientes soluciones:

**F1.-Cerramiento exterior capuchina**

1. Placa de cartón yeso (15mm) y pintado en blanco RAL s/D.F.
2. Estructura de perfil de acero galvanizado (46mm)
3. Cámara de aire (3,9cms)
4. Aislamiento térmico (lana de vidrio) (4cms)
5. Enfoscado mortero de cemento hidrófugo (1cm)
6. 1/2 pie de ladrillo cerámico perforado (11,5cms)
7. Revoco mortero de mixto de cal aérea y cemento blanco, acabado tipo estuco de cal (1,5cm)

**M1.-Medianera sin construir**

1. Placa de cartón yeso (15mm) y pintado en blanco RAL s/D.F.
2. Estructura de perfil de acero galvanizado (46mm)
3. Aislamiento térmico (lana de vidrio) (4cms)
4. Enfoscado mortero de cemento hidrófugo (1cm)
5. 1/2 pie de ladrillo cerámico perforado (11,5cms)
6. Revoco mortero de mixto de cal aérea y cemento blanco, acabado tipo estuco de cal (1,5cm)

**2.3.3 Condiciones de los puntos singulares**

Se respetarán las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, así como las de continuidad o discontinuidad relativas al sistema de impermeabilización que se emplee. (Condiciones de los puntos singulares (apartado 2.3.3 HS1)

**2.3.3.1 Juntas de dilatación**

En el proyecto no existen juntas de dilatación.

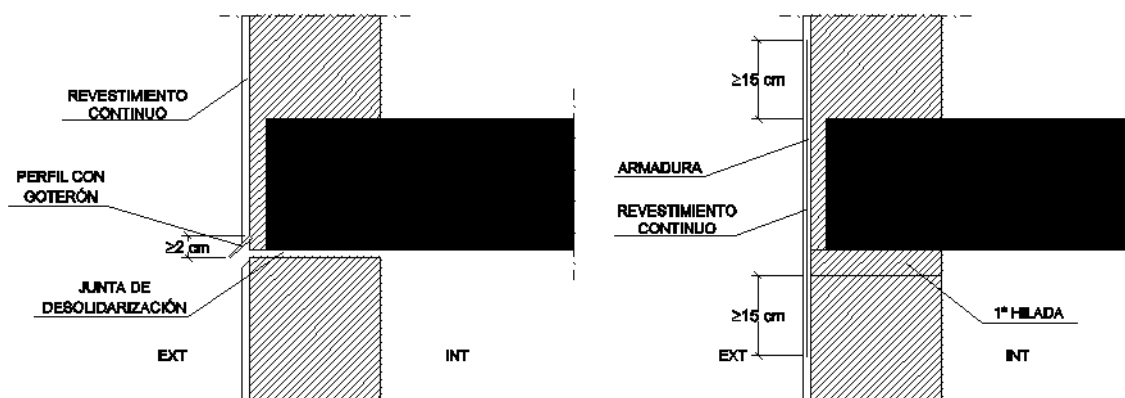
### 2.3.3.2 Arranque de la fachada desde la cimentación

Se dispondrá una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o se adopta otra solución que produzca el mismo efecto. (Arranque de la fachada desde la cimentación -apartado 2.3.3.2.1 HS1).

### 2.3.3.3 Encuentros de la fachada con los forjados

Se adoptará alguna de las dos soluciones de la imagen:

- disposición de una junta de desolidarización entre la hoja principal y cada forjado por debajo de éstos dejando una holgura de 2 cm que debe rellenarse después de la retracción de la hoja principal con un material cuya elasticidad sea compatible con la deformación prevista del forjado y protegerse de la filtración con un goterón;
- refuerzo del revestimiento exterior con mallas dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm por encima del forjado y 15 cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.



**Figura 2.8 Ejemplos de encuentros de la fachada con los forjados**

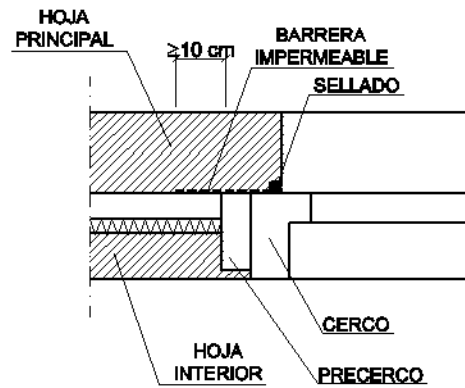
Cuando el paramento exterior de la hoja principal sobresalga del borde del forjado, el vuelo será menor que 1/3 del espesor de dicha hoja.

### 2.3.3.5 Encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles

En el proyecto no existen encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles.

### 2.3.3.6 Encuentro de la fachada con la carpintería

En las carpinterías retranqueadas respecto del paramento exterior de la fachada y grado de impermeabilidad exigido igual a 5 se dispondrá precerco y se coloca una barrera impermeable en las jambas entre la hoja principal y el precerco, o en su caso el cerco, prolongada 10 cm hacia el interior del muro (Véase la figura 2.11).

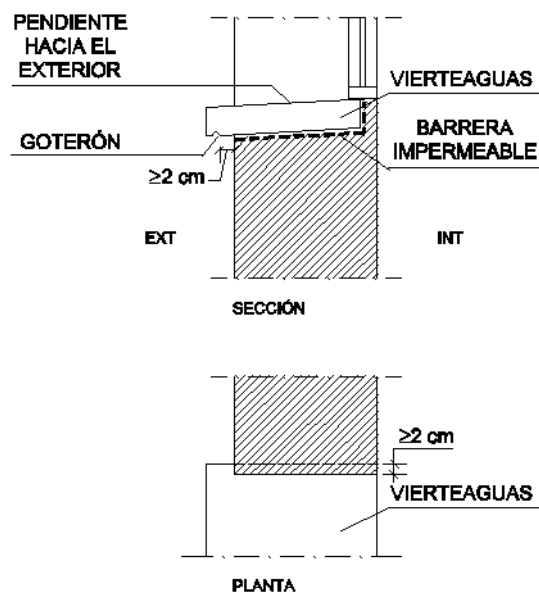


**Figura 2.11 Ejemplo de encuentro de la fachada con la carpintería**

Se remata el alféizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia que llegue a él y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo y se dispondrá un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia discurra por la parte inferior del dintel hacia la carpintería o se adoptarán soluciones que produzcan los mismos efectos.

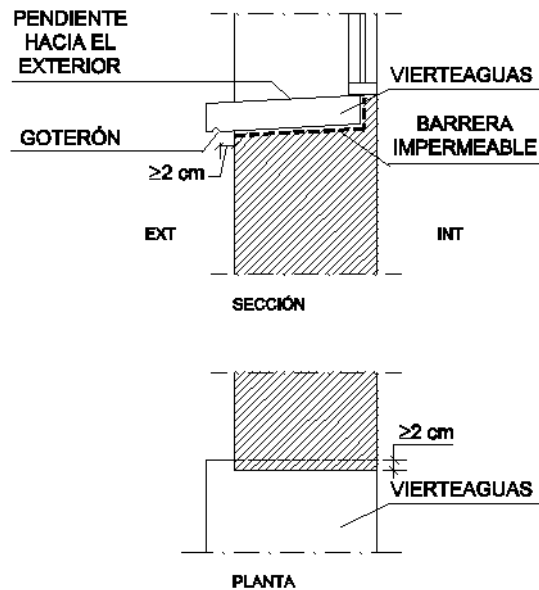
Se sella la junta entre el cerco y el muro con un cordón que debe estar introducido en un llagueado practicado en el muro de forma que quede encajado entre dos bordes paralelos.

El vierteaguas tendrá una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo, será impermeable o se dispondrá sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas y que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo.



**Figura 2.12 Ejemplo de vierteaguas**

El vierteaguas dispondrá de un goterón en la cara inferior del saliente, separado del paramento exterior de la fachada al menos 2 cm, y su entrega lateral en la jamba debe ser de 2 cm como mínimo. (Véase la figura 2.12).



**Figura 2.12 Ejemplo de vierteaguas**

La junta de las piezas con goterón tendrá la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

### 2.3.3.7 Antepechos y remates superiores de las fachadas

Los antepechos se rematarán con albardillas para evacuar el agua de lluvia que llegue a su parte superior y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo o se adopta otra solución que produzca el mismo efecto.

Las albardillas tendrán una inclinación de  $10^\circ$  como mínimo, dispondrá de goterones en la cara inferior de los salientes hacia los que discurre el agua, separados de los paramentos correspondientes del antepecho al menos 2 cm y serán impermeables o se dispondrán sobre una barrera impermeable que tenga una pendiente hacia el exterior de  $10^\circ$  como mínimo.

Se dispondrán juntas de dilatación cada dos piezas cuando sean de piedra o prefabricadas y cada 2 m cuando sean cerámicas y las juntas entre las albardillas se realizarán de tal manera que sean impermeables con un sellado adecuado.

### 2.3.3.8 Anclajes a la fachada

Existen anclajes de elementos tales como barandillas o mástiles que se realizarán en un plano horizontal de la fachada.

En estos casos la junta entre el anclaje y la fachada se realiza de tal forma que se impida la entrada de agua a través de ella mediante el sellado, un elemento de goma, una pieza metálica u otro elemento que produzca el mismo efecto.

### 2.3.3.9 Aleros o cornisas

En el proyecto no existen aleros o cornisas.

## 2.4 CUBIERTAS

Se proyectan las siguientes soluciones:

**C1.- Cubierta inclinada no transitable – Cubierta sobre tabiques palomeros**

Sobre el forjado reticular de hormigón armado de 25+5cm de espesor se dispondrá la formación de pendientes formadas por tablero de rasillones sobre tabiquillos empalomados, capa de compresión de 3 cm de espesor HA-200 mallazo intermedio #15 de Ø5 con acabado liso, sobre esta la impermeabilización ADHERIDA formada por: imprimación asfáltica con una dotación mínima de 300 gr./m<sup>2</sup>, adhesión por simple contacto de lámina impermeabilizante autoadhesiva por ambas caras de betún polimérico con una armadura de fieltro de fibra de vidrio (FV) designación: LBA-20-FV, capa de mortero de protección de 2cm de espesor y acabado con teja amorturada. Sobre el forjado, entre los tabiquillos palomeros se colocará una capa aislante térmico acústico formado por una manta de lana de vidrio de 8cm revestida por una de sus caras de papel Kraft a modo de barrera de vapor

**C2.- Cubierta inclinada no transitable – Cubierta de casetón**

Sobre el forjado de losa de hormigón armado se dispondrá una capa de regularización de mortero de cemento y arena de miga y sobre esta la impermeabilización ADHERIDA formada por: imprimación asfáltica con una dotación mínima de 300 gr./m<sup>2</sup>, adhesión por simple contacto de lámina impermeabilizante autoadhesiva por ambas caras de betún polimérico con una armadura de fieltro de fibra de vidrio (FV) designación: LBA-20-FV; Capa de aislamiento térmico constituida por planchas rígidas de poliestireno extruido de 35kg/m<sup>3</sup> de densidad y resistencia a la compresión de 3 kp/cm<sup>2</sup> con superficie acanalada en su cara superior de 40 mm. de espesor lista para recibir el acabado con teja amorturada

**C3.- Cubierta plana transitable. Terrazas**

Sobre el forjado de hormigón armado se dispondrá la formación de pendiente con capa de hormigón ligero con espesor medio de 5cm., ofreciendo una terminación superior endurecida; Membrana impermeabilizante bicapa NO ADHERIDA, constituida por lámina de betún plastomérico APP con armadura de fibra de vidrio (FV) designación LBM-30-FV, lámina superior totalmente adherida a la inferior, de betún plastomérico APP con armadura de fieltro de poliéster (FP) designación LBM-30-FP; Capa separadora de polipropileno-polietileno con una resistencia a la perforación de 525 N, Capa de aislamiento térmico constituida por planchas rígidas de poliestireno extraído de 35kg/m<sup>3</sup> de densidad y resistencia a la compresión de 3 kp/cm<sup>2</sup>, capa separadora de polietileno, capa de compresión de 5cm de espesor de mortero de cemento armado con mallazo electrosoldado # Ø6 C/15 cms., solado de baldosa de piedra de mármol de Sierra Elvira con acabado abujardado.

**2.4.2 Condiciones de las soluciones constructivas**

La cubierta dispondrá de un sistema de formación de pendientes cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y su soporte resistente no tenga la pendiente adecuada al tipo de protección y de impermeabilización que se vaya a utilizar.

La cubierta dispondrá de un aislante térmico, según se determine en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía".

Existen cubiertas planas o con pendiente inferior a la que aparece en la tabla o cuyo solapo de las piezas de la protección sea insuficiente, por ello la cubierta dispondrá de una capa de impermeabilización.

En alguna cubierta del proyecto la impermeabilización tendrá una resistencia pequeña al punzonamiento estático.

Existe una capa separadora entre la capa de protección y la capa de impermeabilización.

En alguna cubierta del proyecto se utiliza tierra vegetal como capa de protección.

Existe una capa separadora entre la capa de protección y el aislante térmico. La capa separadora será antipunzonante.

Existen cubiertas planas sin capa de impermeabilización autoprotegida.

La cubierta dispondrá de una capa de protección.

Existen cubiertas inclinadas.

La cubierta dispondrá de un tejado.

La cubierta dispondrá de un sistema de evacuación de aguas, que puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos, dimensionado según el cálculo descrito en la sección HS 5 del DB-HS.

## 2.4.3 Condiciones de los componentes

### 2.4.3.1 Sistema de formación de pendientes

El sistema de formación de pendientes tendrá una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución será adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes .

El sistema de formación de pendientes será el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización.

El material que constituye el sistema de formación de pendientes será compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

El sistema de formación de pendientes en cubiertas planas tendrá una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua incluida dentro de los intervalos que figuran en la tabla 2.9 en función del uso de la cubierta y del tipo de tejado.

**Tabla 2.9 Pendientes de cubiertas planas**

Uso	Protección		Pendiente en %
<b>Transitables</b>	<b>Peatones</b>	<b>Solado fijo</b>	1-5 <sup>(1)</sup>
		<b>Solado flotante</b>	1-5
	<b>Vehículos</b>	<b>Capa de rodadura</b>	1-15
<b>No transitables</b>		<b>Grava</b>	1-5
		<b>Lámina autoprotegida</b>	1-15
<b>Ajardinadas</b>		<b>Tierra vegetal</b>	1-5

<sup>(1)</sup> Para rampas no se aplica la limitación de pendiente máxima.

### 2.4.3.2 Aislante térmico

El material del aislante térmico tendrá una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.

Cuando el aislante térmico estará en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales son compatibles; o, en caso contrario se dispondrá una capa separadora entre ellos.

Cuando el aislante térmico se dispondrá encima de la capa de impermeabilización y queda expuesto al contacto con el agua, dicho aislante tendrá unas características adecuadas para esta situación.

### 2.4.3.3 Capa de impermeabilización

Como capa de impermeabilización, existen materiales bituminosos y bituminosos modificados que se indican en el proyecto.

Se cumplen estas condiciones para dichos materiales:

1. Las láminas pueden ser de oxiasfalto o de betún modificado.
2. Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15%, deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente.
3. Cuando la pendiente de la cubierta esté comprendida entre 5 y 15%, deben utilizarse sistemas adheridos.

4. Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deben utilizarse sistemas no adheridos.
5. Cuando se utilicen sistemas no adheridos debe emplearse una capa de protección pesada.

#### **2.4.3.5 Capa de protección**

Existen capas de protección cuyo material será resistente a la intemperie en función de las condiciones ambientales previstas y tendrá un peso suficiente para contrarrestar la succión del viento.

En la capa de protección se usan estos materiales u otros que produzcan el mismo efecto.

- a) cuando la cubierta no sea transitable, grava, solado fijo o flotante, mortero, tejas y otros materiales que conformen una capa pesada y estable;
- b) cuando la cubierta sea transitable para peatones, solado fijo, flotante o capa de rodadura;
- c) cuando la cubierta sea transitable para vehículos, capa de rodadura.

##### **2.4.3.5.2 Solado fijo**

El solado fijo tendrá estas características.

- El solado fijo puede ser de los materiales siguientes:
  - baldosas recibidas con mortero,
  - capa de mortero,
  - piedra natural recibida con mortero,
  - hormigón, adoquín sobre lecho de arena,
  - mortero filtrante, aglomerado asfáltico
  - u otros materiales de características análogas.
- El material que se utilice debe tener una forma y unas dimensiones compatibles con la pendiente.
- Las piezas no deben colocarse a hueso.

#### **2.4.3.6 Tejado**

El tejado estará constituido por piezas de cobertura tales como tejas, pizarra, placas, etc.

El solapo de las piezas se establece de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.

Se recibe o fija al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio.

### **2.4.4 Condiciones de los puntos singulares**

#### **2.4.4.1 Cubiertas planas**

En las cubiertas planas se respetarán las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

##### **2.4.4.1.2 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical**

La impermeabilización se prolonga por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta (Véase la figura 2.13)

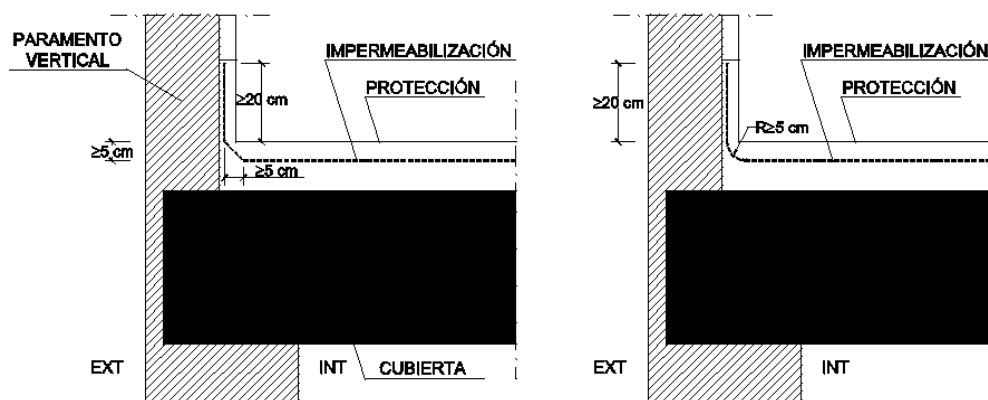


Figura 2.13 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical

El encuentro con el paramento se realiza redondeándose con un radio de curvatura de 5 cm aproximadamente o achaflanándose una medida análoga según el sistema de impermeabilización.

Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por los remates superiores de la impermeabilización, dichos remates se realizarán de alguna de las formas siguientes o de cualquier otra que produzca el mismo efecto:

- mediante una roza de 3 x 3 cm como mínimo en la que debe recibirse la impermeabilización con mortero en bisel formando aproximadamente un ángulo de 30° con la horizontal y redondeándose la arista del paramento;
- mediante un retranqueo cuya profundidad con respecto a la superficie externa del paramento vertical debe ser mayor que 5 cm y cuya altura por encima de la protección de la cubierta debe ser mayor que 20 cm;
- mediante un perfil metálico inoxidable provisto de una pestaña al menos en su parte superior, que sirva de base a un cordón de sellado entre el perfil y el muro. Si en la parte inferior no lleva pestaña, la arista debe ser redondeada para evitar que pueda dañarse la lámina.

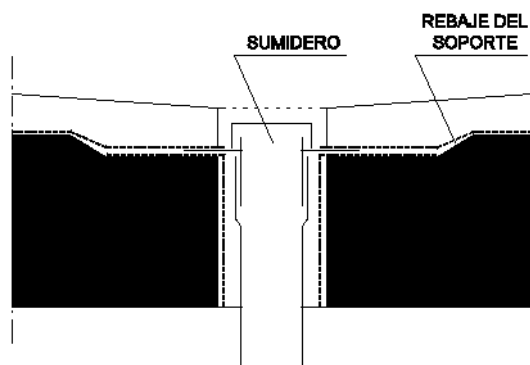
#### 2.4.4.1.4 Encuentro de la cubierta con un sumidero o un canalón

El sumidero o el canalón será una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice y dispondrá de un ala de 10 cm de anchura como mínimo en el borde superior.

El sumidero o el canalón estará provisto de un elemento de protección para retener los sólidos que puedan obturar la bajante. En cubiertas transitables este elemento estará enrasado con la capa de protección y en cubiertas no transitables, este elemento sobresale de la capa de protección.

El elemento que sirve de soporte de la impermeabilización se rebaja alrededor de los sumideros o en todo el perímetro de los canalones (Véase la figura 2.14) lo suficiente para que después de haberse dispuesto el impermeabilizante siga existiendo una pendiente adecuada en el sentido de la evacuación.





**Figura 2.14 Rebaje del soporte alrededor de los sumideros**

La impermeabilización se prolonga 10 cm como mínimo por encima de las alas.

La unión del impermeabilizante con el sumidero o el canalón será estanca.

Cuando el sumidero se dispondrá en la parte horizontal de la cubierta, se sitúa separado 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales o con cualquier otro elemento que sobresalga de la cubierta.

El borde superior del sumidero queda por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta.

Se dispondrá algún canalón.

El borde superior del canalón queda por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta y estará fijado al elemento que sirve de soporte.

Existe algún canalón que se dispondrá en el encuentro con un paramento vertical.

El ala del canalón de la parte del encuentro asciende por el paramento y se dispondrá una banda impermeabilizante que cubra el borde superior del ala, de 10 cm como mínimo de anchura centrada sobre dicho borde resuelto según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2.

#### **2.4.4.1.8 Rincones y esquinas**

En los rincones y las esquinas se dispondrán elementos de protección prefabricados o realizados in situ hasta una distancia de 10 cm como mínimo desde el vértice formado por los dos planos que conforman el rincón o la esquina y el plano de la cubierta.

#### **2.4.4.1.9 Accesos y aberturas**

Se realizarán los accesos y las aberturas situados en un paramento vertical disponiendo un desnivel de 20 cm de altura como mínimo por encima de la protección de la cubierta, protegido con un impermeabilizante que lo cubra y ascienda por los laterales del hueco hasta una altura de 15 cm como mínimo por encima de dicho desnivel.

#### **2.4.4.2 Cubiertas inclinadas**

En las cubiertas inclinadas se respetarán las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

##### **2.4.4.2.1 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical**

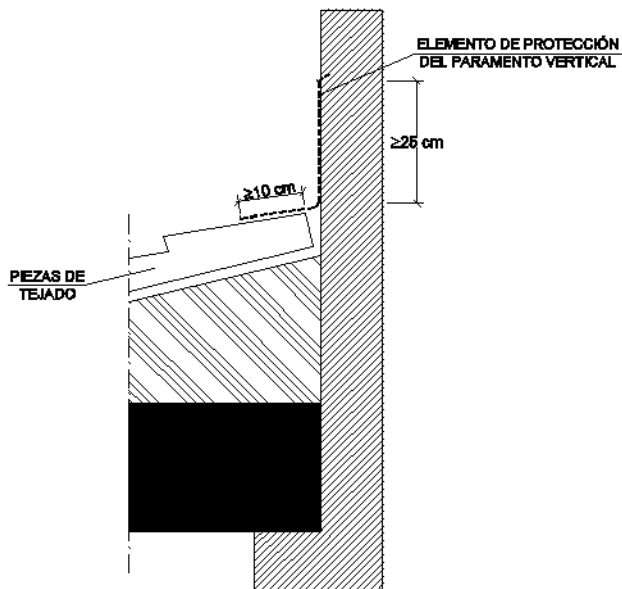
En el encuentro de la cubierta con un paramento vertical se dispondrán elementos de protección prefabricados o realizados in situ.

Los elementos de protección cubrirán como mínimo una banda del paramento vertical de 25 cm de altura por encima del tejado y su remate se realiza de forma similar a la descrita en las cubiertas planas en el CTE.

En el encuentro de la cubierta con un paramento vertical en la parte inferior del faldón se dispone un canalón realizado según lo dispuesto en el apartado 2.4.4.2.9 del HS1.

Existen encuentros de la cubierta con un paramento vertical en la parte superior o lateral del faldón.

En estos casos los elementos de protección se colocarán por encima de las piezas del tejado y se prolongarán 10 cm como mínimo desde el encuentro (Véase la figura 2.16).



**Figura 2.16 Encuentro en la parte superior del faldón**

#### **2.4.4.2.2 Alero**

En el proyecto existen aleros

Las piezas del tejado sobresalen 5 cm como mínimo y media pieza como máximo del soporte que conforma el alero.

Existe algún tejado de pizarra o teja. En estos casos, para evitar la filtración de agua a través de la unión de la primera hilada del tejado y el alero, se realiza en el borde un recalde de asiento de las piezas de la primera hilada de tal manera que tengan la misma pendiente que las de las siguientes, o bien se adopta cualquier otra solución que produzca el mismo efecto.

#### **2.4.4.2.3 Borde lateral**

En la cubierta inclinada del proyecto existe algún borde lateral.

Existen bordes rematados mediante piezas especiales que vuelan lateralmente más de 5 cm.

#### **2.4.4.2.5 Cumbreras y limatesas**

En las cumbreras y limatesas se dispondrán piezas especiales, que solapan 5 cm como mínimo sobre las piezas del tejado de ambos faldones.

Las piezas del tejado de la última hilada horizontal superior y las de la cumbrera y la limatesa se fijarán.

#### **2.4.4.2.6 Encuentro de la cubierta con elementos pasantes**

No existe ningún elemento pasante ubicado en la limahoya.

La parte superior del encuentro del faldón con el elemento pasante se resuelve de tal manera que se desvíe el agua hacia los lados del mismo.

En el perímetro del encuentro se dispondrán elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento pasante por encima del tejado de 20 cm de altura como mínimo.

#### 2.4.4.2.8 Anclaje de elementos

No existe ningún anclaje dispuesto en la limahoya.

Se dispondrán elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que cubren una banda del elemento anclado de una altura de 20 cm como mínimo por encima del tejado.

#### 2.4.4.2.9 Canales

En el proyecto existen canales en cubiertas inclinadas.

Para la formación del canalón se dispondrán elementos de protección prefabricados o realizados in situ.

Los canales se dispondrán con una pendiente hacia el desagüe del 1% como mínimo.

Las piezas del tejado que vierten sobre el canalón sobresalen 5 cm como mínimo sobre el mismo.

Existen canales situados junto a un paramento vertical en donde se cumplen estos criterios:

- cuando el encuentro sea en la parte inferior del faldón, los elementos de protección por debajo de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo (Véase la figura 2.17);
- cuando el encuentro sea en la parte superior del faldón, los elementos de protección por encima de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo (Véase la figura 2.17);
- elementos de protección prefabricados o realizados in situ de tal forma que cubran una banda del paramento vertical por encima del tejado de 25 cm como mínimo y su remate se realice de forma similar a la descrita para cubiertas planas (Véase la figura 2.17).

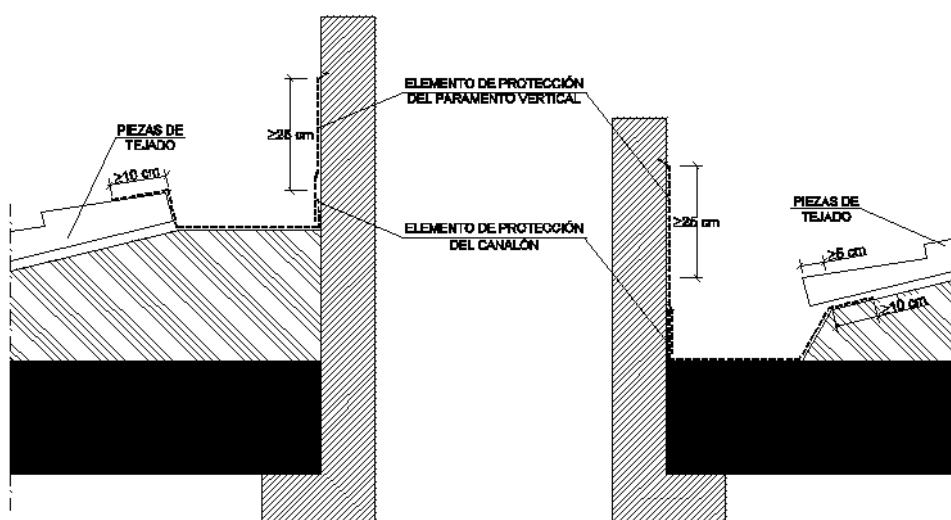


Figura 2.17 Canales

## 4 PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

### 4.1 Características exigibles a los productos

#### 4.1.1 Introducción

El comportamiento de los edificios frente al agua se caracteriza mediante las propiedades hídricas de los productos de construcción que componen sus cerramientos.

Los productos para aislamiento térmico y los que forman la hoja principal de la fachada se definen mediante las siguientes propiedades:

- a) La absorción de agua por capilaridad ( $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{s } 0,5)$  ó  $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ).
- b) La succión o tasa de absorción de agua inicial ( $\text{Kg}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ ).
- c) La absorción al agua a largo plazo por inmersión total ( $\%$  ó  $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

Los productos para la barrera contra el vapor se definirán mediante la resistencia al paso del vapor de agua ( $\text{MN} \cdot \text{s}/\text{g}$  ó  $\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}/\text{mg}$ ).

Los productos para la impermeabilización se definirán mediante las siguientes propiedades, en función de su uso: (apartado 4.1.1.4)

- a) estanquidad;
- b) resistencia a la penetración de raíces;
- c) envejecimiento artificial por exposición prolongada a la combinación de radiación ultravioleta, elevadas temperaturas y agua;
- d) resistencia a la fluencia ( $^{\circ}\text{C}$ );
- e) estabilidad dimensional ( $\%$ );
- f) envejecimiento térmico ( $^{\circ}\text{C}$ );
- g) flexibilidad a bajas temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ );
- h) resistencia a la carga estática ( $\text{kg}$ );
- i) resistencia a la carga dinámica ( $\text{mm}$ );
- j) alargamiento a la rotura ( $\%$ );
- k) resistencia a la tracción ( $\text{N}/5\text{cm}$ ).

## 5 CONSTRUCCIÓN

### 5.1 Ejecución

Las obras de construcción del edificio, en relación con esta sección, se ejecutarán con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la parte I del CTE. En el pliego de condiciones se indicarán las condiciones de ejecución de los cerramientos.

#### 5.1.1 Muros

##### 5.1.1.1 Condiciones de los pasatubos

Los pasatubos serán estancos y suficientemente flexibles para absorber los movimientos previstos.

##### 5.1.1.2 Condiciones de las láminas impermeabilizantes

#### 5.1.2 Suelos

##### 5.1.2.1 Condiciones de los pasatubos

Los pasatubos serán flexibles para absorber los movimientos previstos y estancos.

### 5.1.2.3 Condiciones de las arquetas

Se sellarán todas las tapas de arquetas al propio marco mediante bandas de caucho o similares que permitan el registro.

### 5.1.2.4 Condiciones del hormigón de limpieza

En la ejecución del hormigón de limpieza se cumplirán estas condiciones.

- El terreno inferior de las soleras y placas drenadas debe compactarse y tener como mínimo una pendiente del 1%.
- Cuando deba colocarse una lamina impermeabilizante sobre el hormigón de limpieza del suelo o de la cimentación, la superficie de dicho hormigón debe allanarse.

## 5.1.3 Fachadas

### 5.1.3.1 Condiciones de la hoja principal

En la ejecución de la hoja principal de las fachadas se cumplirán estas condiciones.

- Cuando la hoja principal sea de ladrillo, deben sumergirse en agua brevemente antes de su colocación, excepto los ladrillos hidrofugados y aquellos cuya succión sea inferior a 1 Kg/(m<sup>2</sup>·min) según el ensayo descrito en UNE EN 772-11:2001 y UNE EN 772-11:2001/A1:2006. Cuando se utilicen juntas con resistencia a la filtración alta o media, el material constituyente de la hoja debe humedecerse antes de colocarse.
- Deben dejarse enjarjes en todas las hiladas de los encuentros y las esquinas para trabar la fábrica.
- Cuando la hoja principal no esté interrumpida por los pilares, el anclaje de dicha hoja a los pilares debe realizarse de tal forma que no se produzcan agrietamientos en la misma. Cuando se ejecute la hoja principal debe evitarse la adherencia de ésta con los pilares.
- Cuando la hoja principal no esté interrumpida por los forjados el anclaje de dicha hoja a los forjados, debe realizarse de tal forma que no se produzcan agrietamientos en la misma. Cuando se ejecute la hoja principal debe evitarse la adherencia de ésta con los forjados.

### 5.1.3.2 Condiciones del revestimiento intermedio

El revestimiento intermedio se dispone adherido al elemento que sirve de soporte y se aplica de manera uniforme sobre éste.

### 5.1.3.3 Condiciones del aislante térmico

En la ejecución del aislante térmico se cumplirán estas condiciones: (apartado 5.1.3.3)

- Debe colocarse de forma continua y estable.
- Cuando el aislante térmico sea a base de paneles o mantas y no rellene la totalidad del espacio entre las dos hojas de la fachada, el aislante térmico debe disponerse en contacto con la hoja interior y deben utilizarse elementos separadores entre la hoja exterior y el aislante.

### 5.1.3.5 Condiciones del revestimiento exterior

El revestimiento exterior se dispondrá adherido o fijado al elemento que sirve de soporte.

## 5.1.4 Cubiertas

### 5.1.4.1 Condiciones de la formación de pendientes

Cuando la formación de pendientes será el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización, su superficie será uniforme y limpia.

### 5.1.4.2 Condiciones de la barrera contra el vapor

En la ejecución de la barrera contra el vapor se cumplirán estas condiciones:

- La barrera contra el vapor debe extenderse bajo el fondo y los laterales de la capa de aislante térmico.
- Debe aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.

#### 5.1.4.3 Condiciones del aislante térmico

El aislante térmico se coloca de forma continua y estable.

#### 5.1.4.4 Condiciones de la impermeabilización

En la ejecución de la impermeabilización se cumplirán estas condiciones:

- Las láminas deben aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.
- Cuando se interrumpan los trabajos deben protegerse adecuadamente los materiales.
- La impermeabilización debe colocarse en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente.
- Las distintas capas de la impermeabilización deben colocarse en la misma dirección y a cubrejuntas.
- Los solapos deben quedar a favor de la corriente de agua y no deben quedar alineados con los de las hileras contiguas.

#### 5.2 Control de la ejecución

El control de la ejecución de las obras se realiza de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anejos y modificaciones autorizados por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.

Se comprueba que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en el pliego de condiciones del proyecto.

Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra queda en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.

#### 5.3 Control de la obra terminada

En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.4 de la parte I del CTE. En esta sección del DB no se prescriben pruebas finales.

### 6 MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Se realizarán las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, se incluyen en la tabla 6.1 y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos.

<b>Tabla 6.1 Operaciones de mantenimiento</b>		
	<b>Operación</b>	<b>Periodicidad</b>
<b>Muros</b>	Comprobación del correcto funcionamiento de los canales y bajantes de evacuación de los muros parcialmente estancos	1 año (1)
	Comprobación de que las aberturas de ventilación de la cámara de los muros parcialmente estancos no están obstruidas	1 año
	Comprobación del estado de la impermeabilización interior	1 año
<b>Suelos</b>	Comprobación del estado de limpieza de la red de drenaje y de evacuación	1 año (2)
	Limpieza de las arquetas	1 año (2)
	Comprobación del estado de las bombas de achique, incluyendo las de reserva, si hubiera sido necesarias su implantación para poder garantizar el drenaje	1 año

	Comprobación de la posible existencia de filtraciones por fisuras y grietas	1 año
<b>Fachadas</b>	Comprobación del estado de conservación del revestimiento: posible aparición de fisuras, desprendimientos, humedades y manchas	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años
	Comprobación de la posible existencia de grietas y fisuras, así como desplomes u otras deformaciones, en la hoja principal	5 años
	Comprobación del estado de limpieza de las llagas o de las aberturas de ventilación de la cámara	10 años
<b>Cubiertas</b>	Limpieza de los elementos de desagüe (sumideros, canalones y rebosaderos) y comprobación de su correcto funcionamiento	1 años
	Recolocación de la grava	1 años
	Comprobación del estado de conservación de la protección o tejado	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años
(1) Además debe realizarse cada vez que haya habido tormentas importantes.		
(2) Debe realizarse cada año al final del verano.		

## HS2 RECOGIDA Y EVACUACIÓN DE RESIDUOS



## SECCIÓN HS 2 RECOGIDA Y EVACUACIÓN DE RESIDUOS

### 2 Diseño y dimensionado

#### 2.1 Almacén de contenedores de edificio y espacio de reserva

El número estimado de ocupantes habituales del edificio, a efectos del cálculo correspondiente al HS2, es de 7 personas.

En la ciudad de Málaga no existe un servicio de recogida de residuos puerta a puerta, por lo que no es necesario prever un almacén de contenedores pero si está previsto un espacio de reserva.

##### 2.1.2.2 Superficie del espacio de reserva.

Fracción	Factor de fracción [m²/persona] $F_f = T_f \cdot G_f \cdot C_f$	Superficie del espacio de reserva según HS $S_R = P \cdot \sum F_f$	Superficie útil de almacén de proyecto
Papel / Cartón	0,03906	1,87698	4
Envases ligeros	0,06048		
Materia orgánica	0,0054		
Vidrio	0,012		
Varios	0,0378		

##### 2.1.3 Otras características

El almacén de contenedores tendrá las siguientes características:

- su emplazamiento y su diseño deben ser tales que la temperatura interior no supere 30°;
- el revestimiento de las paredes y el suelo debe ser impermeable y fácil de limpiar; los encuentros entre las paredes y el suelo deben ser redondeados;
- debe contar al menos con una toma de agua dotada de válvula de cierre y un sumidero sifónico antimúridos en el suelo;
- debe disponer de una iluminación artificial que proporcione 100 lux como mínimo a una altura respecto del suelo de 1 m y de una base de enchufe fija 16A 2p+T según UNE 20.315:1994;
- satisfará las condiciones de protección contra incendios que se establecen para los almacenes de residuos en el apartado 2 de la Sección SI1 del DBSI Seguridad en caso de incendio;

#### 2.3 Espacios de almacenamiento inmediato en las viviendas

Se dispondrán en cada vivienda espacios para almacenar cada una de las cinco fracciones de los residuos ordinarios generados en ella.

Fracción	Coefficiente de almacenamiento [dm³/persona]. Según tabla 2.3	Nº estimado de ocupantes habituales de la vivienda	Capacidad exigida, según HS, de almacenamiento en la vivienda por fracción [dm³]	Capacidad de proyecto correspondiente al almacenamiento en la vivienda por fracción [dm³]	Superficie en planta	Situación
Envases ligeros	7.8	4	31,2	45	>= 30x30cm	Cocina
Materia orgánica	3	4	12	45	>= 30x30cm	Cocina

Papel / Cartón	10.85	4	43,4	45	>= 30x30cm	Cocina
Vidrio	3.36	4	13,44	45	>= 30x30cm	Cocina
Varios	10.50	4	42	45	>= 30x30cm	Cocina

Se dispondrán en cada vivienda espacios para almacenar cada una de las cinco fracciones de los residuos ordinarios generados en ella.

Se dispondrán en cada vivienda espacios para almacenar cada una de las cinco fracciones de los residuos ordinarios generados en ella.

### 3 Mantenimiento y conservación

#### 3.1 Almacén de contenedores de edificio

Se señalizarán correctamente los contenedores, según la fracción correspondiente y el almacén de contenedores.

En el interior del almacén de contenedores se dispondrán en un soporte indeleble, junto con otras normas de uso y mantenimiento, instrucciones para que cada fracción se vierta en el contenedor correspondiente.

Se realizarán las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, se incluyen en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1 Operaciones de mantenimiento**

Operación	Periodicidad
Limpieza de los contenedores	3 días
Desinfección de los contenedores	1,5 meses
Limpieza del suelo del almacén	1 día
Lavado con manguera del suelo del almacén	2 semanas
Limpieza de las paredes, puertas, ventanas, etc.	4 semanas
Limpieza general de las paredes y techos del almacén, incluidos los elementos del sistema de ventilación, las luminarias, etc.	6 meses
Desinfección, desinsectación y desratización del almacén de contenedores	1,5 meses

## HS3 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

A continuación se exponen los criterios adoptados para el cumplimiento de estas exigencias básicas. Lo aquí reflejado se complementa y completa con el anexo de cálculos correspondiente.

### Caudal de ventilación (Caracterización y cuantificación de las exigencias)

Tabla 2.1.

	nº ocupantes por depend. (1)	Caudal de ventilación mínimo exigido $q_v$ [l/s] (2)	total caudal de ventilación mínimo exigido $q_v$ [l/s] (3) = (1) x (2)
dormitorio individual	1	5 por ocupante	5
dormitorio doble	2	5 por ocupante	10
comedor y sala de estar	$\Sigma$ ocupantes de todos los dormitorios	3 por ocupante	12
aseos y cuartos de baño	1 baños	15 por local	15
superficie útil de la dependencia			
cocinas	7 m <sup>2</sup>	2 por m <sup>2</sup> útil 50 por <i>local</i> <sup>(1)</sup>	14
trasteros y sus zonas comunes	varios	0,7 por m <sup>2</sup> útil	
aparcamientos y garajes		120 por plaza <sup>(2)</sup>	
almacenes de residuos		10 por m <sup>2</sup> útil	

(1) Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

(2) Se ha dimensionado para 150 l por plaza según requiere el DB-SI para evacuación de humos en caso de incendios.

### Diseño

#### HS3.Calidad del aire interior

Ámbito de aplicación: esta sección se aplica, en los edificios de viviendas, al interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes. Se considera que forman parte de los aparcamientos y garajes las zonas de circulación de los vehículos

Viviendas	Sistema de ventilación de la vivienda:		<input type="checkbox"/> híbrida <input checked="" type="checkbox"/> mecánica	
	circulación del aire en los locales:		de seco a húmedo	
	a		b	
	dormitorio /comedor / sala de estar		cocina	baño/ aseo
	aberturas de admisión (AA)		aberturas de extracción (AE)	
	<input checked="" type="checkbox"/> carpintería ext. clase 2-4 (UNE EN 12207:2000)	AA = aberturas dotadas de aireadores o aperturas fijas	dispondrá de sistema complementario de ventilación natural > ventana/puerta ext. practicable	
	<input type="checkbox"/> carpintería ext. clase 0-1 (UNE EN 12207:2000)	AA = juntas de apertura	sistema adicional de ventilación con extracción mecánica (1) (ver DB HS3 apartado 3.1.1).	
	<input type="checkbox"/> para ventilación híbrida	AA comunican directamente con el exterior	local compartimentado > AE se sitúa en el inodoro	
	dispondrá de sistema complementario de ventilación natural > ventana/puerta ext. practicable		AE: conectadas a conductos de extracción	
	particiones entre locales (a) y (b)		locales con varios usos	
aberturas de paso		zonas con aberturas de admisión y extracción		
cuando local compartimentado > se sitúa en el local menos contaminado		distancia a rincón o equina vertical > 100 mm		
		conducto de extracción no se comparte con locales de otros usos, salvo trasteros		

## Diseño

HS3.Calidad del aire interior  
Diseño

Viviendas

Sistema de ventilación de la vivienda:  
circulación del aire en los locales:

☐ híbrida

☒ mecánica

☐ de seco a húmedo

a		b	
dormitorio / comedor / sala de estar		cocina	baño/aseo
aberturas de admisión (AA)		aberturas de extracción (AE)	
carpintería ext. clase 2-4 (UNE EN 12207:2000)	AA = aberturas dotadas de aireadores o aperturas fijas	dispondrá de sistema complementario de ventilación natural > ventana/puerta ext. practicable	SI
carpintería ext. clase 0-1 (UNE EN 12207:2000)		sistema adicional de ventilación con extracción mecánica (1) (ver DB HS3 apartado 3.1.1).	SI
para ventilación híbrida	AA comunican directamente con el exterior	local compartimentado > AE se sitúa en el inodoro	
dispondrá de sistema complementario de ventilación natural > ventana/puerta ext. practicable		AE: conectadas a conductos de extracción	
particiones entre locales (a) y (b)	locales con varios usos	distancia a techo > 100 mm	
aberturas de paso	zonas con aberturas de admisión y extracción	distancia a rincón o esquina vertical > 100 mm	
cuando local compartimentado > se sitúa en el local menos contaminado		conducto de extracción no se comparte con locales de otros usos, salvo trasteros	

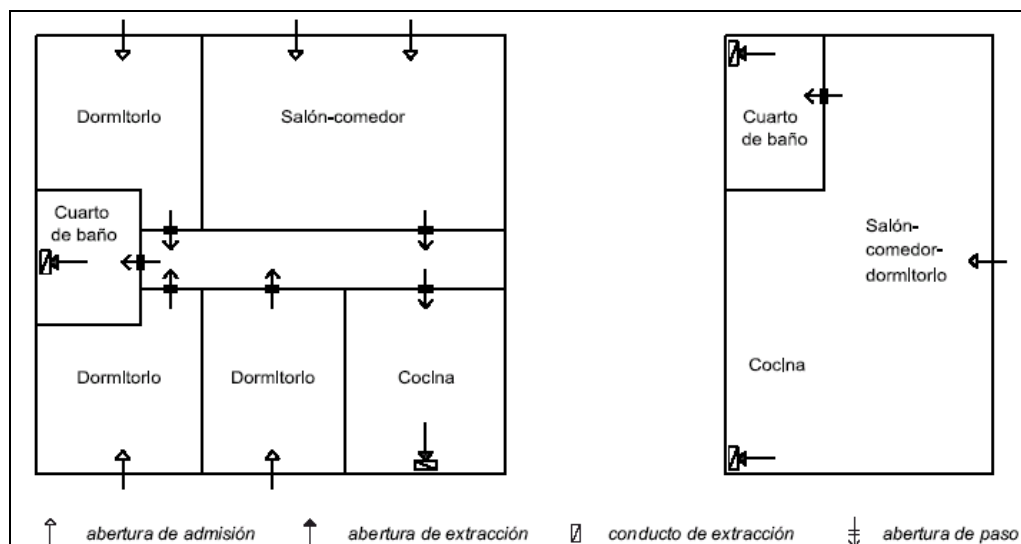


Figura 3.1 Ejemplos de ventilación en el interior de las viviendas

Pag. 133 de 480

## Diseño 2 (continuación)

HS3. Calidad del aire interior  
Diseño

Almacén de residuos: (NO PROCEDE)

Sistema de ventilación

☐ Ventilación natural:

☐ Ventilación híbrida y mecánica:

<input type="checkbox"/> natural	<input type="checkbox"/> híbrida	<input type="checkbox"/> mecánica
<input type="checkbox"/> mediante aberturas mixtas	se dispondrán en dos partes opuestas del cerramiento	
<input type="checkbox"/> mediante aberturas de admisión y extracción	aberturas comunican directamente con el exterior	
	separación vertical $\geq 1,5$ m	
<input type="checkbox"/> ventilación híbrida:	longitud de conducto de admisión $> 10$ m	
<input type="checkbox"/> almacén compartimentado:	abertura de extracción en compartimento más contaminado	
	abertura de admisión en el resto de compartimentos	
	habrá apertura de paso entre compartimentos	
aberturas de extracción	conectadas a conductos de extracción	
conductos de extracción	no pueden compartirse con locales de otros usos	

Trasteros (NO PROCEDE)

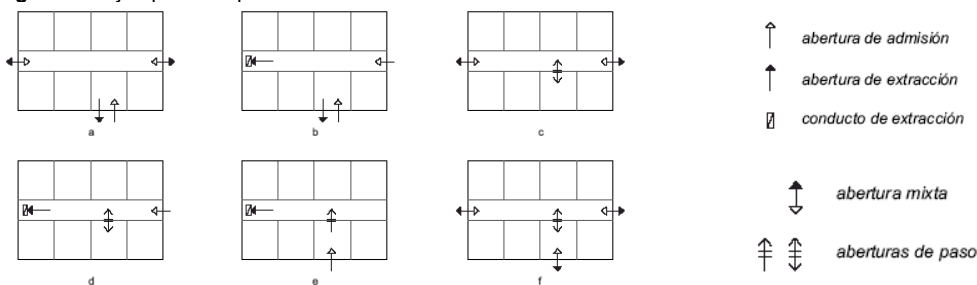
Sistema de ventilación

☐ Ventilación natural:

☐ Ventilación híbrida y mecánica:

<input type="checkbox"/> natural	<input type="checkbox"/> híbrida	<input type="checkbox"/> mecánica
<input type="checkbox"/> mediante aberturas mixtas	se dispondrán en dos partes opuestas del cerramiento	
	d max $\leq 15,00$ m	
<input type="checkbox"/> ventilación a través de zona común:	partición entre trastero y zona común $\rightarrow$ dos aberturas de paso con separación vertical $\geq 1,5$ m	
<input type="checkbox"/> mediante aberturas de admisión y extracción	aberturas comunican directamente con el exterior con separación verti. $\geq 1,5$ m	
<input checked="" type="checkbox"/> ventilación a través de zona común:	extracción en la zona común	
particiones entre trastero y zona común	tendrán aberturas de paso	
aberturas de extracción	conectadas a conductos de extracción	
aberturas de admisión	conectada directamente al exterior	
conductos de admisión en zona común	longitud $\leq 10$ m	
aberturas de admisión/extracción en zona común	distancia a cualquier punto del local $\leq 15$ m	
abertura de paso de cada trastero	separación vertical $\geq 1,5$ m	

Figura 3.2 Ejemplos de tipos de ventilación en trasteros



- a) Ventilación independiente y natural de trasteros y zonas comunes.  
 b) Ventilación independiente de trasteros y zonas comunes. Ventilación natural en trasteros e híbrida o mecánica en zonas comunes.  
 c) Ventilación dependiente y natural de trasteros y zonas comunes.  
 d) Ventilación dependiente de trasteros y zonas comunes. Ventilación natural en trasteros y híbrida o mecánica en zonas comunes.  
 e) Ventilación dependiente e híbrida o mecánica de trasteros y zonas comunes.  
 f) Ventilación dependiente y natural de trasteros y zonas comunes.

## Diseño 3 (continuación)

HS3. Calidad del aire interior  
Diseño

aparcamientos y garajes de cualquier tipo de edificio: (NO PROCEDE)

Sistema de ventilación:

☐ natural ☐ mecánica

☐ Ventilación natural:

deben disponerse aberturas mixtas en dos zonas opuestas de la fachada la distancia a lo largo del recorrido mínimo libre de obstáculos entre cualquier punto del local y la abertura más próxima a él será  $\leq 25$  m para garajes  $< 5$  plazas ► pueden disponerse una o varias aberturas de admisión que comuniquen directamente con el exterior en la parte inferior de un cerramiento y una o varias aberturas de extracción que comuniquen directamente con el exterior en la parte superior del mismo cerramiento, separadas verticalmente como mínimo 1,5 m

☐ Ventilación mecánica:

se realizará por admisión y extracción mecánica  
será de uso exclusivo del aparcamiento  
2/3 de las aberturas de extracción tendrán una distancia del techo  $\leq 0,5$  m

aberturas de ventilación	<input checked="" type="checkbox"/>	una abertura de admisión y otra de extracción por cada 100 m <sup>2</sup> de superficie útil	6 aberturas de admisión mínimo
	<input checked="" type="checkbox"/>	separación entre aberturas de extracción más próximas $> 10$ m	-

aparcamientos compartimentados cuando la ventilación sea conjunta deben disponerse las aberturas de admisión en los compartimentos y las de extracción en las zonas de circulación comunes de tal forma que en cada compartimento se disponga al menos una abertura de admisión.

Número min. de redes de conductos de extracción	nº de plazas de aparcamiento	Número min. de redes	
		NORMA	PROYECTO
	$P \leq 15$	1	
	$15 < P \leq 80$	2	
	$80 < P$	1 + parte entera de P/40	-

aparcamientos  $> 5$  plazas se dispondrá un sistema de detección de monóxido de carbono que active automáticamente los *aspiradores mecánicos*; cuando se alcance una concentración de 50 p.p.m. en aparcamientos donde se prevea que existan empleados y una concentración de 100 p.p.m. en caso contrario

## Condiciones particulares de los elementos

Serán las especificadas en el DB HS3.2

<input checked="" type="checkbox"/>	Aberturas y bocas de ventilación	DB HS3.2.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Conductos de admisión	DB HS3.2.2
<input checked="" type="checkbox"/>	Conductos de extracción para ventilación híbrida	DB HS3.2.3
<input checked="" type="checkbox"/>	Conductos de extracción para ventilación mecánica	DB HS3.2.4
<input checked="" type="checkbox"/>	Aspiradores híbridos, aspiradores mecánicos y extractores	DB HS3.2.5
<input checked="" type="checkbox"/>	Ventanas y puertas exteriores	DB HS3.2.6

**Dimensionado**☐ Aberturas de ventilación:

El área efectiva total de las aberturas de ventilación para cada local debe ser como mínimo:

Aberturas de ventilación	Área efectiva de las aberturas de ventilación [cm <sup>2</sup> ]			
Aberturas de admisión <sup>(1)</sup>	4·q <sub>v</sub>	4·q <sub>va</sub>	*	*
Aberturas de extracción	4·q <sub>v</sub>	4·q <sub>ve</sub>	*	*
Aberturas de paso	70 cm <sup>2</sup>	8·q <sub>vp</sub>	*	*
Aberturas mixtas <sup>(2)</sup>	8·q <sub>v</sub>			

(1) Cuando se trate de una abertura de admisión constituida por una apertura fija, la dimensión que se obtenga de la tabla no podrá excederse en más de un 10%.

(2) El área efectiva total de las aberturas mixtas de cada zona opuesta de fachada y de la zona equidistante debe ser como mínimo la mitad del área total exigida

q <sub>v</sub>	caudal de ventilación mínimo exigido para un local [l/s]	(ver tabla 2.1: caudal de ventilación)
q <sub>va</sub>	caudal de ventilación correspondiente a la abertura de admisión calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales, [l/s].	
q <sub>ve</sub>	caudal de ventilación correspondiente a la abertura de extracción calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales, [l/s].	
q <sub>vp</sub>	caudal de ventilación correspondiente a la abertura de paso calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales, [l/s].	

(\*) Características de las aberturas utilizadas en proyecto:

Las entradas de aire serán autorregulables de material plástico PS con rejillas de aletas orientables y con un nivel de atenuación acústico definido.

Se instalarán en el interior de cada local seco (dormitorios y comedor), directamente adosadas a la caja de persiana, en los cuales se habrá realizado de fábrica un recorte constituido por 2 ranuras aproximadamente de 170 x12 mm (aproximadamente 10 l/s de caudal de admisión, de relación por abertura practicada).

Se garantizará de esta forma, que la superficie de paso de aire desde el exterior al interior de la vivienda sea como mínimo la de la entrada de aire en su posición de apertura máxima.

Su ubicación en cada estancia se estudiará de tal forma que se realice la máxima superficie de barrido de aire posible, desde las propias entradas de aire hasta la puerta de acceso al local en el cual estén situadas.

Se colocarán a una altura mínima de 1,8 metros del suelo de tal forma que la aportación de aire se dirija hacia el techo con el fin de evitar cualquier molestia por sensaciones de corriente.

Se instalarán una o dos entradas de aire por dormitorio simple o doble. En el comedor, se instalarán un mínimo de 2 entradas de aire siendo la cantidad definitiva, la necesaria para equilibrar la instalación entre caudales de admisión y caudales de extracción.

Por razones estéticas, se utilizarán entradas de aire de color adaptado a las carpinterías dentro de la gamma de color propia a cada modelo.

Con el fin de garantizar la buena circulación del aire por el interior de la vivienda, las aberturas de paso de aire se realizarán mediante rebaje de 1 a 2 cm de la parte inferior de cada puerta o colocando rejillas en paredes o puertas cuando dicho rebaje no sea suficiente garantizando las secciones mínimas exigidas.

Las bocas de extracción situadas en baños y cocinas (en techo o pared) serán autorregulables y estarán fabricadas en plástico PS. Dichas bocas incorporarán igualmente una membrana de silicona de geometría variable capaz de definir automáticamente la superficie de paso necesaria para obtener el caudal para el cual han sido diseñadas.

Se colocarán en un punto que permita obtener la máxima superficie de barrido de aire posible, desde la puerta de acceso hasta la propia boca de extracción.

Se colocarán a una altura mínima de 1,8 metros del suelo y a una distancia mínima de 10 cm de cualquier esquina de techo o pared.

☒ Conductos de extracción:☐ ventilación híbrida

determinación de la zona térmica (conforme a la tabla 4.4, DB HS 3)

Provincia	Altitud [m]	
	≤800	>800
Las Palmas	Z	Y
Sta. Cruz Tenerife	X	W

determinación de la clase de tiro

		Zona térmica			
		W	X	Y	Z
Nº de plantas	1				T-4
	2				
	3				
	4				
	5		T-2		
	6			T-3	
	7				
	≥8		T-1		T-2

determinación de la sección del conducto de extracción

		Clase de tiro			
		T-1	T-2	T-3	T-4
Caudal de aire en el tramo del	q <sub>vt</sub> ≤ 100	1 x 225	1 x 400	1 x 625	1 x 625
	100 < q <sub>vt</sub> ≤ 300	1 x 400	1 x 625	1 x 625	1 x 900
	300 < q <sub>vt</sub> ≤ 500	1 x 625	1 x 900	1 x 900	2 x 900



conducto en l/s	$500 < q_{vt} \leq 750$	1 x 625	1 x 900	1 x 900 + 1 x 625	3 x 900
	$750 < q_{vt} \leq 1\ 000$	1 x 900	1 x 900 + 1 x 625	2 x 900	3 x 900 + 1 x 625

☒ ventilación mecánica

conductos contiguos a local habitable

el nivel sonoro continuo equivalente estandarizado ponderado producido por la instalación  $\leq 30$  dBAsección del conducto  
 $S = 2,50 \cdot q_{vt}$ 

SI\*

conductos en la cubierta

sección del conducto  
 $S = 2 \cdot q_{vt}$ 

SI\*

(\* Ver Anexo de cálculo.)

La red de conductos individuales se realizará mediante conductos oblongos de PVC de 200x60 mm, que garantiza la sección mínima de paso exigida, para el caso de los conductos colectivos de extracción (red horizontal en falso techo de zonas comunes y zonas exteriores) se realizará con conductos circulares de acero galvanizado y accesorios con junta con nivel de estanqueidad de clase C según norma de ensayo EN 12237.

La red ha sido calculada para garantizar una velocidad no superior a 4 m/s. Igualmente ha sido diseñada para asegurar una presión disponible en cada boca de extracción Bap Color situada entre 50 y 150 Pa, presión necesaria para asegurar la autorregulación.

Las soportaciones de conducto (abrazaderas y apoyos en redes exteriores) incorporarán un elemento aislante con el fin de amortiguar las posibles vibraciones a través de la red de extracción. De la misma forma, el conducto de extracción será revestido por un elemento amortiguador para evitar las vibraciones en cada paso de forjado, siempre y cuando dicho paso no sea por un patinillo. Gracias al nivel de estanqueidad proporcionado por los accesorios con junta, no es necesario añadir masilla o cinta adhesiva en las uniones de la red. Sin embargo, en el caso de conductos oblongos de PVC, la estanqueidad de la red se asegurará utilizando en cada unión cinta adhesiva de fibra sintética recubierta con una lamina de polietileno.

☐ Aspiradores híbridos, aspiradores mecánicos y extractores

Estarán de acuerdo con el caudal extraído y para una depresión suficiente para contrarrestar las pérdidas de carga previstas del sistema.

La unión entre conductos y cajas de ventilación se realizará mediante lonas flexibles de categoría M0.

## HS4 SUMINISTRO DE AGUA

Se desarrollan en este apartado el DB-HS4 del Código Técnico de la Edificación, así como las “Normas sobre documentación, tramitación y prescripciones técnicas de las instalaciones interiores de suministro de agua”, aprobadas el 12 de Abril de 1996<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> “Normas sobre documentación, tramitación y prescripciones técnicas de las instalaciones interiores de suministro de agua”. La presente Orden es de aplicación a las instalaciones interiores (generales o particulares) definidas en las “Normas Básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua”, aprobadas por Orden del Ministerio de Industria y Energía de 9 de diciembre de 1975, en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias, si bien con las siguientes precisiones:

- Incluye toda la parte de agua fría de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria (alimentación a los aparatos de producción de calor o frío).
- Incluye la parte de agua caliente en las instalaciones de agua caliente sanitaria en instalaciones interiores particulares.
- No incluye las instalaciones interiores generales de agua caliente sanitaria, ni la parte de agua caliente para calefacción (sean particulares o generales), que sólo podrán realizarse por las empresas instaladoras a que se refiere el Real Decreto 1.618/1980, de 4 de julio.

A continuación se exponen los criterios adoptados para el cumplimiento de estas exigencias básicas. Lo aquí reflejado se complementa y completa con el anexo de cálculos correspondiente.

## 1. Condiciones mínimas de suministro

### 1.1. Caudal mínimo para cada tipo de aparato.

**Tabla 1.1** Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

### 1.2. Presión mínima.

En los puntos de consumo la presión mínima ha de ser :

- 100 KPa para grifos comunes.
- 150 KPa para fluxores y calentadores.

### 1.3. Presión máxima.

Así mismo no se ha de sobrepasar los 500 KPa, según el C.T.E.

## 2. Diseño de la instalación.

### 2.1. Esquema general de la instalación de agua fría.

Se trata de un complejo edificado compuesto de dos edificios independientes unidos en las plantas de sótano común (2 en total). Dichos edificios constan respectivamente de 5 y 8 portales, descritos en nº y tipo de viviendas en el apartado descriptivo correspondiente de la memoria (en el Anexo de cálculo se reflejan tablas resúmenes de tipologías y caudales).

El esquema de instalación correspondiente a cada uno de los portales se repite a lo largo de todos ellos, variando únicamente el nº y tipología de viviendas a alimentar, siendo invariable por tanto la topología del propio esquema, validando de esta forma por tanto el siguiente esquema para cada uno de los portales proyectados.

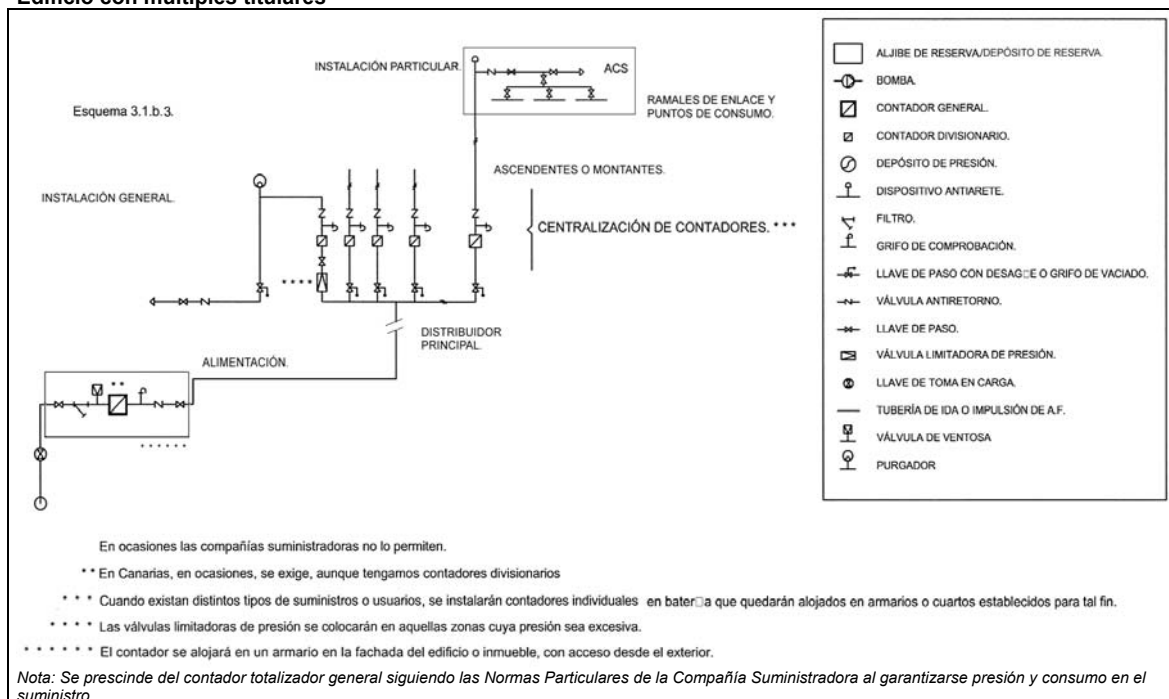
En función de los parámetros de suministro de caudal (continuo o discontinuo) y presión (suficiente o insuficiente) correspondientes al municipio, localidad o barrio, donde vaya situado el edificio se elegirá alguno de los esquemas que figuran a continuación:

- ☐ Edificio con un solo titular.  
 (Coincide en parte la Instalación Interior General con la Instalación Interior Particular).

- ☒ Edificio con múltiples titulares.

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/>            | Aljibe y grupo de presión. (Suministro público discontinuo y presión insuficiente). |
| <input type="checkbox"/>            | Depósito auxiliar y grupo de presión. ( Sólo presión insuficiente).                 |
| <input type="checkbox"/>            | Depósito elevado. Presión suficiente y suministro público insuficiente.             |
| <input type="checkbox"/>            | Abastecimiento directo. Suministro público y presión suficientes.                   |
| <input type="checkbox"/>            | Aljibe y grupo de presión. Suministro público discontinuo y presión insuficiente.   |
| <input type="checkbox"/>            | Depósito auxiliar y grupo de presión. Sólo presión insuficiente.                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Abastecimiento directo. Suministro público continuo y presión suficiente.           |

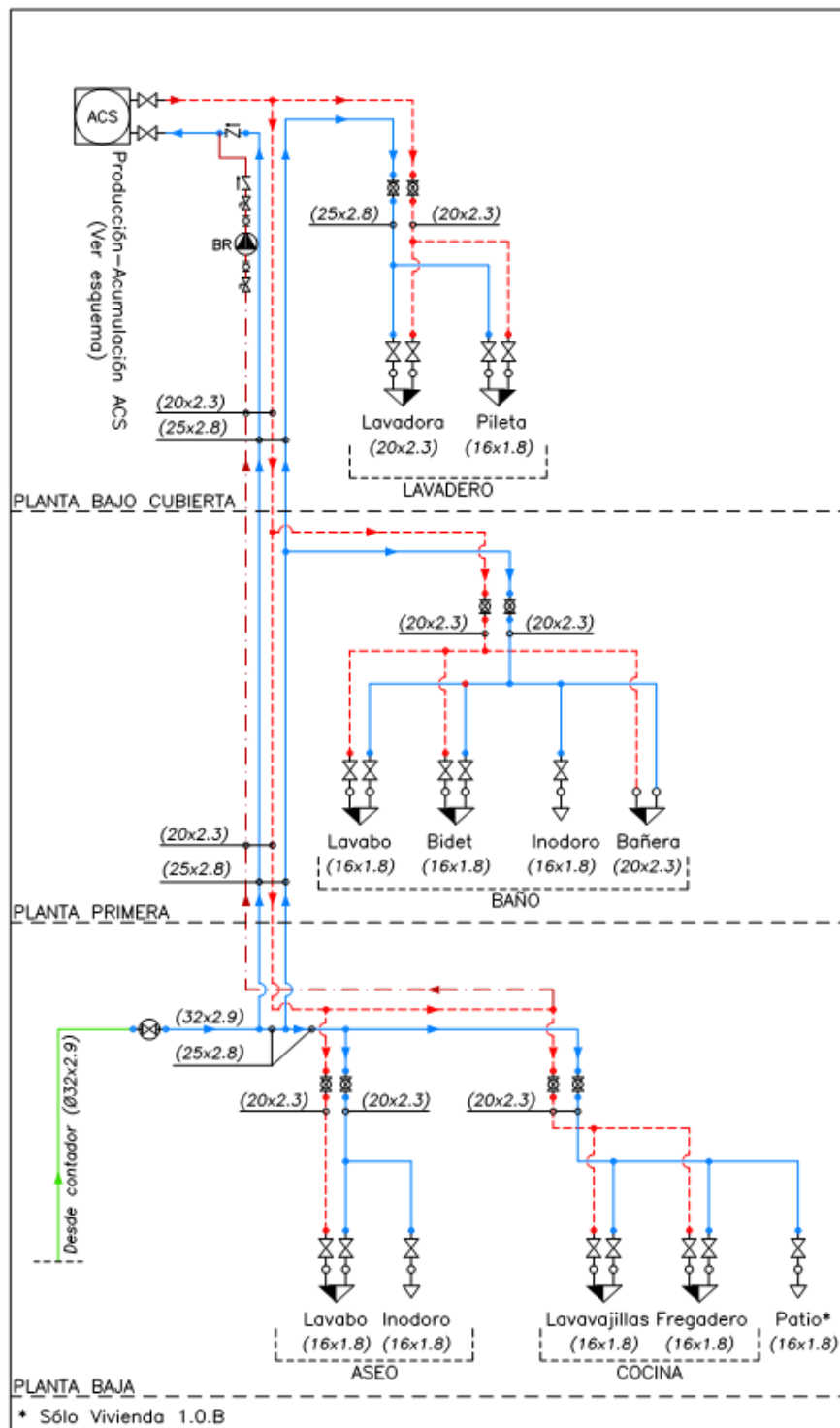
### Edificio con múltiples titulares



## 2.2. Esquema. Instalación interior particular.

### Edificio con múltiples titulares. Incluso A.C.S.

Se exponen a continuación el esquema de instalación individual. Atiende a una instalación interior con producción de ACS mediante sistema de energía solar térmica y acumulación solar individual, con sistema de apoyo para producción de ACS mediante calentador instantáneo, tipo estanco, y modulante para optimizar el consumo de combustible, Gas Natural. La descripción de la instalación de ACS se desarrolla en el apartado correspondiente de esta memoria.



ESQUEMA INSTALACIÓN INTERIOR VIVIENDA

### 3. Dimensionado de las Instalaciones y materiales utilizados. (Dimensionado: CTE. DB HS 4 Suministro de Agua)

Para el dimensionado de las redes, expuesto en el correspondiente Anexo de Cálculos justificativos, se ha utilizado el programa informático “Cálculo de Instalaciones en Edificios. Dm ELECT. Versión 9.2.2.” el cual en sus bases de cálculos recoge las exigencias del CTE en lo que esta instalación se refiere, tanto para agua fría como para agua caliente.

#### 3.1. Reserva de espacio para el contador general

En los edificios dotados con contador general único se preverá un espacio para un armario o una cámara para alojar el contador general de las dimensiones indicadas en la tabla 4.1.

Como se ha señalado anteriormente, se prescinde del contador totalizador general siguiendo las Normas Particulares de la Compañía Suministradora al garantizarse presión y consumo en el suministro.

**Tabla 4.1** Dimensiones del armario y de la cámara para el contador general

Dimensiones en mm	Diámetro nominal del contador en mm										
	Armario					Cámara					
	15	20	25*	32	40	50	65	80	100	125	150
Largo	600	600	900	900	1300	2100	2100	2200	2500	3000	3000
Ancho	500	500	500	500	600	700	700	800	800	800	800
Alto	200	200	300	300	500	700	700	800	900	1000	1000

(\*) Agua contraincendios, comparte armario homologado por C.S. con acometida a portal 7.

#### 3.2 Dimensionado de las redes de distribución

El cálculo se realizará con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente habrá que comprobar en función de la pérdida de carga que se obtenga con los mismos. Este dimensionado se hará siempre teniendo en cuenta las peculiaridades de cada instalación y los diámetros obtenidos serán los mínimos que hagan compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma.

##### 3.2.1. Dimensionado de los tramos

El dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

- el caudal máximo de cada tramos será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla 2.1.
- establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.
- determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.

Cuadro de caudales (Ver Anexo de Cálculos)

Tramo	Q <sub>i</sub> caudal instalado (l/seg)	n= nº grifos	$K = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$	Q <sub>c</sub> caudal de cálculo (l/seg)

d) elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:

- i) tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s
- ii) tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s

e) Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

### 3.2.2. Comprobación de la presión

1 Se comprobará que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera con los valores mínimos indicados en el apartado 2.1.3 y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- a) determinar la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas podrán estimarse en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo o evaluarse a partir de los elementos de la instalación.

Cuadros operativos (monograma flamant\_cobre). (Ver Anexo de Cálculos)

Tramo	Qp (l/seg)	l <sub>i</sub> (l/seg)	V (m/seg)		Ø (m.m)	J (m.c.a./ml)	l <sub>2</sub> (m)	L (l <sub>1</sub> + l <sub>2</sub> )	J x L (m.c.a.)	Presión disponible para depósitos elevados.
			Máx	Real						Z <sub>0</sub> - J x L = p <sub>1</sub> (m.c.a.)

Cuadro operativo (monograma flamant\_hierro). (Ver Anexo de Cálculos)

Tramo	Qp (l/seg)	l <sub>i</sub> (l/seg)	V (m/seg)		Ø (")	J (m.c.a./ml)	l <sub>2</sub> (m)	L (l <sub>1</sub> + l <sub>2</sub> )	J x L (m.c.a.)	Presión disponible para redes con presión inicial.
			Máx	Real						p <sub>0</sub> (Z <sub>0</sub> - J x L) = p <sub>1</sub> (m.c.a.)

Cuadros operativos (ábaco polibutileno). (Ver Anexo de Cálculos)

Tramo	Qp (l/seg)	l (l/seg)	V (m/seg)		Ø Ext (mm)	J (m.c.a./ml)	R (J x l) m.ca	ε	V <sub>2</sub>	V <sup>2</sup> /2g	Δ <sub>R</sub> = ζ x V <sup>2</sup> /2g (m.c.a.)	Pérdida de carga total
			Máx	Real								R + Δ <sub>R</sub> (m.c.a.)

- b) comprobar la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se verifica si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable. En el caso de que la presión disponible en el punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida sería necesaria la instalación de un grupo de presión.

### 3.3. Dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace

- 1. Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionarán conforme a lo que se establece en las tabla 4.2. En el resto, se tomarán en cuenta los criterios de

suministro dados por las características de cada aparato y se dimensionará en consecuencia.

**Tabla 3.2** Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace			
	Tubo de acero (")		Tubo de Polibutileno(mm)	
	NORMA	PROYECTO	NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/> Lavabo, bidé	½	-	12	16x1.8
<input checked="" type="checkbox"/> Bañera >1,40 m	¾	-	20	20x2.3
<input checked="" type="checkbox"/> Inodoro con cisterna	½	-	12	16x1.8
<input checked="" type="checkbox"/> Fregadero doméstico	½	-	12	16x1.8
<input checked="" type="checkbox"/> Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	-	12	16x1.8
<input checked="" type="checkbox"/> Lavadora doméstica	¾	-	20	20x2.3
<input checked="" type="checkbox"/> Lavadero	¾	-	16	16x1.8
<input checked="" type="checkbox"/> Grifo Terraza	¾	-	12	16x1.8

- 2 Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se dimensionarán conforme al procedimiento establecido en el apartado 4.2, adoptándose como mínimo los valores de la tabla 4.3:

**Tabla 3.3** Diámetros mínimos de alimentación

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación			
	Acero (")		Tubo de Polibutileno (mm)	
	NORMA	PROYECTO	NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/> Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	¾	-	20	25x2.8
<input checked="" type="checkbox"/> Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	¾	-	20	25x2.8 32x2.9
<input checked="" type="checkbox"/> Columna (montante o descendente)	¾	-	20	25x2.8 32x2.9
<input checked="" type="checkbox"/> Distribuidor principal	1	-	25	25x2.8 32x2.9
Alimentación equipos de climatización	<input type="checkbox"/> < 50 kW	½	12	-
	<input type="checkbox"/> 50 - 250 kW	¾	20	-
	<input type="checkbox"/> 250 - 500 kW	1	25	-
	<input type="checkbox"/> > 500 kW	1 ¼	32	-

### 3.4 Dimensionado de las redes de ACS

#### 3.4.1 Dimensionado de las redes de impulsión de ACS

Para las redes de impulsión o ida de ACS se seguirá el mismo método de cálculo descrito para redes de agua fría. Habiéndole calculado de manera simultanea. (Ver Anexo de cálculo correspondiente)

#### 3.4.2 Dimensionado de las redes de retorno de ACS.

- 1 Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se estimará que en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura sea como máximo de 3 °C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.
- 2 En cualquier caso no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema, para poder efectuar un adecuado equilibrado hidráulico.
- 3 El caudal de retorno se podrá estimar según reglas empíricas de la siguiente forma:



- a) considerar que se recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.
- b) los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la tabla 4.4.

**Tabla 3.4** Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS

Diámetro de la tubería (pulgadas)	Caudal recirculado (l/h)
½	140
¾	300
1	600
1 ¼	1.100
1 ½	1.800
2	3.300

**3.4.3 Cálculo del aislamiento térmico**

El espesor del aislamiento de las conducciones, tanto en la ida como en el retorno, se dimensionará de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITE.

**3.4.4 Cálculo de dilatadores**

En los materiales metálicos se considera válido lo especificado en la norma UNE 100 156:1989 y para los materiales termoplásticos lo indicado en la norma UNE ENV 12 108:2002.

En todo tramo recto sin conexiones intermedias con una longitud superior a 25 m se deben adoptar las medidas oportunas para evitar posibles tensiones excesivas de la tubería, motivadas por las contracciones y dilataciones producidas por las variaciones de temperatura. El mejor punto para colocarlos se encuentra equidistante de las derivaciones más próximas en los montantes.

**3.5 Dimensionado de los equipos, elementos y dispositivos de la instalación.****3.5.1 Dimensionado de los contadores.**

El calibre nominal de los distintos tipos de contadores se adecuará, tanto en agua fría como caliente (caso de proyectarse), a los caudales nominales y máximos de la instalación.

**3.5.2 Cálculo del grupo de presión. (No Procede)**

(El dimensionamiento mínimo para este apartado se contempla de igual forma en el propio anexo de cálculo de la instalación.)

**a) Cálculo del depósito auxiliar de alimentación (No Procede)**

El volumen del depósito se calculará en función del tiempo previsto de utilización, aplicando la siguiente expresión:  $V = Q \cdot t \cdot 60$  (4.1)

Siendo:

V es el volumen del depósito [l];  
 Q es el caudal máximo simultáneo [dm³/s];  
 t es el tiempo estimado (de 15 a 20) [min].

La estimación de la capacidad de agua se podrá realizar con los criterios de la norma UNE 100 030:1994.

Igualmente se han de seguir las indicaciones de la Compañía Suministradora (EMASA), quien a modo orientativo establece aproximadamente entre 200 y 300 litros de almacenamiento máximo para cada vivienda.

b) Cálculo de las bombas (No Procede)

- 1 El cálculo de las bombas se hará en función del caudal y de las presiones de arranque y parada de la/s bomba/s (mínima y máxima respectivamente), siempre que no se instalen bombas de caudal variable. En este segundo caso la presión será función del caudal solicitado en cada momento y siempre constante.
- 2 El número de bombas a instalar en el caso de un grupo de tipo convencional, excluyendo las de reserva, se determinará en función del caudal total del grupo. Se dispondrán dos bombas para caudales de hasta 10 dm<sup>3</sup>/s, tres para caudales de hasta 30 dm<sup>3</sup>/s y 4 para más de 30 dm<sup>3</sup>/s.
- 3 El caudal de las bombas será el máximo simultáneo de la instalación o caudal punta y vendrá fijado por el uso y necesidades de la instalación.
- 4 La presión mínima o de arranque (Pb) será el resultado de sumar la altura geométrica de aspiración (Ha), la altura geométrica (Hg), la pérdida de carga del circuito (Pc) y la presión residual en el grifo, llave o fluxor (Pr).

c) Cálculo del depósito de presión: (No Procede)

- 1 Para la presión máxima se adoptará un valor que limite el número de arranques y paradas del grupo de forma que se prolongue lo más posible la vida útil del mismo. Este valor estará comprendido entre 2 y 3 bar por encima del valor de la presión mínima.
- 2 El cálculo de su volumen se hará con la fórmula siguiente.

$$V_n = P_b \times V_a / P_a (4.2)$$

Siendo:

Vn es el volumen útil del depósito de membrana;

Pb es la presión absoluta mínima;

Va es el volumen mínimo de agua;

Pa es la presión absoluta máxima.

d) Cálculo del diámetro nominal del reductor de presión: (No Procede)

- 1 El *diámetro nominal* se establecerá aplicando los valores especificados en la tabla 4.5 en función del caudal máximo simultáneo:

**Tabla 3.5** Valores del *diámetro nominal* en función del caudal máximo simultáneo

Diámetro nominal del reductor de presión	Caudal máximo simultáneo	
	dm <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /h
15	0,5	1,8
20	0,8	2,9
25	1,3	4,7
32	2,0	7,2
40	2,3	8,3
50	3,6	13,0
65	6,5	23,0
80	9,0	32,0
100	12,5	45,0
125	17,5	63,0
150	25,0	90,0
200	40,0	144,0
250	75,0	270,0

- 2 Nunca se calcularán en función del *diámetro nominal* de las tuberías.

### **3.5.4 Dimensionado de los sistemas y equipos de tratamiento de agua.**

(No se proyectan.)

#### **3.5.4.1 Determinación del tamaño de los aparatos dosificadores**

- 1 El tamaño apropiado del aparato se tomará en función del caudal punta en la instalación, así como del consumo mensual medio de agua previsto, o en su defecto se tomará como base un consumo de agua previsible de  $60 \text{ m}^3$  en 6 meses, si se ha de tratar tanto el agua fría como el ACS, y de  $30 \text{ m}^3$  en 6 meses si sólo ha de ser tratada el agua destinada a la elaboración de ACS.
- 2 El límite de trabajo superior del aparato dosificador, en  $\text{m}^3/\text{h}$ , debe corresponder como mínimo al caudal máximo simultáneo o caudal punta de la instalación.
- 3 El volumen de dosificación por carga, en  $\text{m}^3$ , no debe sobrepasar el consumo de agua previsto en 6 meses.

#### **3.5.4.2 Determinación del tamaño de los equipos de descalcificación**

Se tomará como caudal mínimo 80 litros por persona y día.

## HS5 EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

## 1. Descripción General:

**1.1. Objeto:** En general el objeto de estas instalaciones es la evacuación de aguas pluviales y fecales. Así como conducir las aguas de drenaje del terreno a fin de garantizar la integridad de los sistemas constructivos propuestos.

**1.2. Características del Alcantarillado de Acometida:**

- ☒ Público.
- ☐ Privado. (en caso de urbanización en el interior de la parcela).
- ☐ Unitario / Mixto<sup>2</sup>.
- ☐ Separativo<sup>3</sup>.

**1.3. Cotas y Capacidad de la Red:**

- ☒ Cota alcantarillado > Cota de evacuación
- ☐ Cota alcantarillado < Cota de evacuación (Implica definir estación de bombeo)

Diámetro de la/las Tubería/s de Alcantarillado (estimado)	315 mm
Pendiente %	Variable según zona

## 2. Descripción del sistema de evacuación y sus partes.

**2.1. Características de la Red de Evacuación del Edificio:** Se proyecta una red Separativa hasta la acometida a la red general, (que continúa en sistema separativo) por lo que cada red acometerá a la general de igual naturaleza.  
 A modo descriptivo general, desde los puntos de captación, tanto para las redes pluviales como las residuales, se traza una red vertical, con desvíos en la planta baja a fin de acomodar la instalación a la arquitectura existente, para posteriormente conducir las redes hasta la distintas acometidas proyectadas. La totalidad de las aguas recogidas, tanto pluviales como residuales, se evacuan por gravedad. (Para mayor definición mirar el apartado de planos y anexo de calculos)

- ☐ Separativa total.
- ☒ Separativa hasta salida edificio.
- ☒ Red enterrada.)
- ☒ Red colgada.
- ☐ Otros aspectos de interés:

### 2.2. Partes específicas de la red de evacuación:

#### Desagües y derivaciones

Material:	PVC (ver observaciones tabla 1)
Sifón individual:	En cocinas y aseos de planta baja.
Bote sifónico:	En baños.

#### Bajantes

Indicar material y situación exterior por patios o interiores en patinillos registrables /no registrables de instalaciones

<sup>2</sup>. Red Urbana Mixta: Red Separativa en la edificación hasta salida edificio.  
 -. Pluviales ventiladas  
 -. Red independiente (salvo justificación) hasta colector colgado.  
 -. Cierres hidráulicos independientes en sumideros, cazoletas sifónicas, etc.  
 -. Puntos de conexión con red de fecales. Si la red es independiente y no se han colocado cierres hidráulicos individuales en sumideros, cazoletas sifónicas, etc. , colocar cierre hidráulico en la/s conexión/es con la red de fecales.

<sup>3</sup>. Red Urbana Separativa: Red Separativa en la edificación.  
 -. No conexión entre la red pluvial y fecal y conexión por separado al alcantarillado.

Material:	PVC situados en patinillos no registrables. (ver observaciones tabla 1)
Situación:	
<b>Colectores</b>	Características incluyendo acometida a la red de alcantarillado
Materiales:	PVC.(ver observaciones tabla 1)
Situación:	En planta baja.

**Tabla 1:** Características de los materiales

De acuerdo a las normas de referencia mirar las que se correspondan con el material :

- **Fundición Dúctil:**

- UNE EN 545:2002 “Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo”.
- UNE EN 598:1996 “Tubos, accesorios y piezas especiales de fundición dúctil y sus uniones para el saneamiento. Prescripciones y métodos de ensayo”.
- UNE EN 877:2000 “Tubos y accesorios de fundición, sus uniones y piezas especiales destinados a la evacuación de aguas de los edificios. Requisitos, métodos de ensayo y aseguramiento de la calidad”.

- **Plásticos :**

- UNE EN 1 329-1:1999 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.
- UNE EN 1 401-1:1998 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.
- UNE EN 1 453-1:2000 “Sistemas de canalización en materiales plásticos con tubos de pared estructurada para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVCU). Parte 1: Especificaciones para los tubos y el sistema”.
- UNE EN 1455-1:2000 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para la evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.
- UNE EN 1 519-1:2000 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Polietileno (PE). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.
- UNE EN 1 565-1:1999 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Mezclas de copolímeros de estireno (SAN + PVC).

## Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema".

- UNE EN 1 566-1:1999 "Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli (cloruro de vinilo) clorado (PVC-C). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema".
- UNE EN 1 852-1:1998 "Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Polipropileno (PP). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema".
- UNE 53 323:2001 EX "Sistemas de canalización enterrados de materiales plásticos para aplicaciones con y sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resinas de poliéster insaturado (UP) "

## 2.3. Características Generales:

**Registros:** Accesibilidad para reparación y limpieza

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> en cubiertas:                            | Acceso a parte baja<br>conexión por falso techo.   | El registro se realiza:<br>Por la parte alta.  |
| <input checked="" type="checkbox"/> en bajantes:                             | Es recomendable situar en<br>patios o patinillos<br>registrables.<br>En lugares entre cuartos<br>húmedos. Con registro.  | El registro se realiza:<br>Por parte alta en ventilación<br>primaria, en la cubierta.<br>En Bajante.<br>Accesible a piezas<br>desmontables situadas por<br>encima de acometidas.<br>Baño, etc<br>En cambios de dirección.<br>A pie de bajante. |
| <input checked="" type="checkbox"/> en colectores<br>colgados:               | Dejar vistos en zonas<br>comunes secundarias del<br>edificio.  | Conectar con el<br>alcantarillado por gravedad.<br>Con los márgenes de<br>seguridad.<br>Registros en cada<br>encuentro y cada 15 m.<br>En cambios de dirección se<br>ejecutará con codos de 45°.   |
| <input checked="" type="checkbox"/> en colectores<br>enterrados:             | En edificios de pequeño-<br>medio tamaño.<br>Viviendas aisladas:<br>Se enterrará a nivel<br>perimetral.<br>Viviendas entre<br>medianeras:<br>Se intentará situar en<br>zonas comunes | Los registros:<br>En zonas exteriores con<br>arquetas con tapas<br>practicables.<br><br>En zonas habitables con<br>arquetas ciegas.  |
| <input checked="" type="checkbox"/> en el interior<br>de cuartos<br>húmedos: | Accesibilidad. Por falso<br>techo.<br>Cierre hidráulicos por el<br>interior del local  | Registro:<br>Sifones:<br>Por parte inferior.   |

Botes sifónicos:  
Por parte superior.

- Ventilación**
- ☒ **Primaria** Siempre para proteger cierre hidráulico
- ☐ **Secundaria** Conexión con Bajante.  
En edificios de 6 ó más plantas. Si el cálculo de las bajantes está sobredimensionado, a partir de 10 plantas.
- ☐ **Terciaria** Conexión entre el aparato y ventilación secundaria o al exterior
- En general: Siempre en ramales superior a 5 m.  
Edificios alturas superiores a 14 plantas.  
Ramales desagües de inodoros si la distancia a bajante es mayor de 1 m..  
Bote sifónico. Distancia a desagüe 2,0 m.
- Es recomendable: Ramales resto de aparatos baño con sifón individual (excepto bañeras), si desagües son superiores a 4 m.
- ☐ **Sistema elevación:** Para la red de baldeo y filtración de plantas de sótano.  
(ver anexo de cálculos y mediciones y presupuesto)

### 3. Dimensionado

Para el dimensionado de las redes, expuesto en el correspondiente Anexo de Cálculos justificativos, se ha utilizado el programa informático "Cálculo de Instalaciones en Edificios. Dm ELECT. Versión 9.2.2." el cual en sus bases de cálculos recoge las exigencias del CTE en lo que esta instalación se refiere, tanto para agua fría como para agua caliente.

#### 2.4. Desagües y derivaciones.

##### 3.1.1 Red de pequeña evacuación de aguas residuales .

##### A. Derivaciones individuales

- 1 La adjudicación de UD's a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de sifones y derivaciones individuales se establecen en la tabla 3.1 en función del uso privado o público.
- 2 Para los desagües de tipo continuo o semicontinuo, tales como los de los equipos de climatización, bandejas de condensación, etc., se tomará 1 UD para 0,03 dm<sup>3</sup>/s estimados de caudal.

3

**Tabla 3.1** UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual [mm]	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50



Inodoros	Con cisterna	4	5	100	100
	Con fluxómetro	8	10	100	100
Urinario	Pedestal	-	4	-	50
	Suspendido	-	2	-	40
	En batería	-	3.5	-	-
Fregadero	De cocina	3	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-	40
	Lavadero	3	-	40	-
	Vertedero	-	8	-	100
	Fuente para beber	-	0.5	-	25
	Sumidero sifónico	1	3	40	50
	Lavavajillas	3	6	40	50
	Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-

- Los diámetros indicados en la tabla se considerarán válidos para ramales individuales con una longitud aproximada de 1,5 m. Si se supera esta longitud, se procederá a un cálculo pormenorizado del ramal, en función de la misma, su pendiente y caudal a evacuar.
- El diámetro de las conducciones se elegirá de forma que nunca sea inferior al diámetro de los tramos situados aguas arriba.
- Para el cálculo de las UD's de aparatos sanitarios o equipos que no estén incluidos en la tabla anterior, podrán utilizarse los valores que se indican en la tabla 3.2 en función del diámetro del tubo de desagüe:

**Tabla 3.2** UD's de otros aparatos sanitarios y equipos

Diámetro del desagüe, mm	Número de UD's
32	1
40	2
50	3
60	4
80	5
100	6

**B. Botes sifónicos o sifones individuales**

- Los sifones individuales tendrán el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada.
- Los botes sifónicos se elegirán en función del número y tamaño de las entradas y con la altura mínima recomendada para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura.

**C. Ramales colectores**

Se utilizará la tabla 3.3 para el dimensionado de ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

**Tabla 3.3** UD's en los ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

Diámetro mm	Máximo número de UD's
-------------	-----------------------

	Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
32	-	1	1
40	-	2	3
50	-	6	8
63	-	11	14
75	-	21	28
90	47	60	75
110	123	151	181
125	180	234	280
160	438	582	800
200	870	1.150	1.680

## 3.2. Bajantes

### 3.2.1. Bajantes de aguas residuales

1. El dimensionado de las bajantes se realizará de forma tal que no se rebase el límite de  $\pm 250$  Pa de variación de presión y para un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no sea nunca superior a 1/3 de la sección transversal de la tubería.
2. El dimensionado de las bajantes se hará de acuerdo con la tabla 3.4 en que se hace corresponder el número de plantas del edificio con el número máximo de UD's y el diámetro que le correspondería a la bajante, conociendo que el diámetro de la misma será único en toda su altura y considerando también el máximo caudal que puede descargar en la bajante desde cada ramal sin contrapresiones en éste.

**Tabla 3.4** Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD's

Diámetro, mm	Máximo número de UD's, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD's, en cada ramal para una altura de bajante de:	
	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas
50	10	25	6	6
63	19	38	11	9
75	27	53	21	13
90	135	280	70	53
110	360	740	181	134
125	540	1.100	280	200
160	1.208	2.240	1.120	400
200	2.200	3.600	1.680	600
250	3.800	5.600	2.500	1.000
315	6.000	9.240	4.320	1.650

3. Las desviaciones con respecto a la vertical, se dimensionarán con los siguientes criterios:
  - a) Si la desviación forma un ángulo con la vertical inferior a  $45^\circ$ , no se requiere ningún cambio de sección.
  - b) Si la desviación forma un ángulo de más de  $45^\circ$ , se procederá de la manera siguiente.
    - i) el tramo de la bajante por encima de la desviación se dimensionará como se ha especificado de forma general;

- ii) el tramo de la desviación en si, se dimensionará como un colector horizontal, aplicando una pendiente del 4% y considerando que no debe ser inferior al tramo anterior;
- iii) el tramo por debajo de la desviación adoptará un diámetro igual al mayor de los dos anteriores.

### 3.3. Colectores

#### 3.3.1. Colectores horizontales de aguas residuales

Los colectores horizontales se dimensionarán para funcionar a media de sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme.

Mediante la utilización de la Tabla 3.5, se obtiene el diámetro en función del máximo número de UD's y de la pendiente.

**Tabla 3.5** Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD's y la pendiente adoptada

Diámetro mm	Máximo número de UD's		
	Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
50	-	20	25
63	-	24	29
75	-	38	57
90	96	130	160
110	264	321	382
125	390	480	580
160	880	1.056	1.300
200	1.600	1.920	2.300
250	2.900	3.500	4.200
315	5.710	6.920	8.290
350	8.300	10.000	12.000

## 3.6.-AHORRO DE ENERGÍA

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 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE).**

1. El objetivo del requisito básico «Ahorro de energía» consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. El Documento Básico «DB-HE Ahorro de Energía» especifica 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 ahorro de energía.

**15.1 Exigencia básica HE 1:** Limitación de demanda energética: los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

**15.2 Exigencia básica HE 2:** Rendimiento de las instalaciones térmicas: los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes, regulando el rendimiento de las mismas y de sus equipos. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.

**15.3 Exigencia básica HE 3:** Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación: los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

**15.4 Exigencia básica HE 4:** Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria: en los edificios con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta, en los que así se establezca en este CTE, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

**15.5 Exigencia básica HE 5:** Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica: en los edificios que así se establezca en este CTE se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

## HE1 LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA

## Terminología

**Cerramiento:** Elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, ya sea aire, terreno u otros edificios.

**Componentes del edificio:** Se entienden por componentes del edificio los que aparecen en su *envolvente edificatoria*: *cerramientos*, *huecos* y *puentes térmicos*.

**Condiciones higrotérmicas:** Son las condiciones de temperatura seca y humedad relativa que prevalecen en los ambientes exterior e interior para el cálculo de las condensaciones intersticiales.

**Demanda energética:** Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio unas condiciones de confort definidas reglamentariamente en función del uso del edificio y de la zona climática en la que se ubique. Se compone de la demanda energética de calefacción, correspondiente a los meses de la temporada de calefacción y de refrigeración respectivamente.

**Envolvente edificatoria:** Se compone de todos los *cerramientos* del edificio.

**Envolvente térmica:** Se compone de los *cerramientos* del edificio que separan los recintos *habitables* del ambiente exterior y las *particiones interiores* que separan los *recintos habitables* de los *no habitables* que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

**Espacio habitable:** Espacio formado por uno o varios *recintos habitables* contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

**Espacio no habitable:** Espacio formado por uno o varios *recintos no habitables* contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

**Hueco:** Es cualquier elemento semitransparente de la *envolvente del edificio*. Comprende las ventanas y puertas acristaladas.

**Partición interior:** Elemento constructivo del edificio que divide su interior en recintos independientes. Pueden ser verticales u horizontales (suelos y techos).

**Puente térmico:** Se consideran puentes térmicos las zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos. Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías.

**Recinto habitable:** Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes:

- a) Habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales
- b) Aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente
- c) Quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario
- d) Oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo
- e) Cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso
- f) Zonas comunes de circulación en el interior de los edificios
- g) Cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

**Recinto no habitable:** Recinto interior no destinado al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los garajes, trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes.

**Transmitancia térmica:** Es el flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.

**Unidad de uso:** Edificio o parte de él destinada a un uso específico, en la que sus usuarios están vinculados entre sí bien por pertenecer a una misma unidad familiar, empresa, corporación; o bien por formar parte de un grupo o colectivo que realiza la misma actividad. Se consideran unidades de uso diferentes entre otras, las siguientes:

En edificios de vivienda, cada una de las viviendas.

En hospitales, hoteles, residencias, etc., cada habitación incluidos sus anexos.

En edificios docentes, cada aula, laboratorio, etc.

## SECCIÓN HE 1

### LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA

#### 1. Ámbito de aplicación

El edificio en estudio se encuentra dentro del ámbito de aplicación de esta Sección al englobarse en el apartado a) Edificios de nueva construcción.

#### 2. Procedimiento de verificación

Para la verificación de la presente Sección se ha optado por seguir la Opción General, basada en la evaluación de la demanda energética del edificio, mediante la comparación de ésta con la correspondiente a un edificio de referencia que define la propia opción.

Esta opción puede ya que el edificio cumple los requisitos especificados en el punto 3.3.1.2. de la Sección. Además se limita la presencia de condensaciones en la superficie y en el interior de los cerramientos y se limitan las pérdidas energéticas debidas a las infiltraciones de aire.

#### 3. Objeto de la Opción General

1 El objeto de la opción general consiste por un lado en limitar la demanda energética del edificio de una manera directa, evaluando dicha demanda mediante el método de cálculo especificado en el punto 3.3.2 de la Sección HE 1. Esta evaluación se realizará considerando el edificio en dos situaciones:

- i) como edificio objeto, es decir, el edificio tal cual ha sido proyectado en geometría (forma y tamaño), construcción y operación;
- ii) como edificio de referencia, que tiene la misma forma y tamaño del edificio objeto; la misma zonificación interior y el mismo uso de cada zona que tiene el edificio objeto; los mismos obstáculos remotos del edificio objeto; y unas calidades constructivas de los componentes de fachada, suelo y cubierta por un lado y unos elementos de sombra por otro que garantizan el cumplimiento de las exigencias de demanda energética, establecidas en el apartado 2.1

Por otro lado trata de limitar la presencia de condensaciones en la envolvente térmica, según el apartado 2.2 de la Sección HE 1 y finalmente persigue limitar las infiltraciones de aire para las condiciones establecidas en el apartado 2.3 de la Sección HE 1

#### 4. Conformidad con la Opción General

Para verificar que el edificio es conforme con la opción general se ha comprobado que:

- a) las demandas energéticas de la envolvente térmica del edificio objeto para régimen de calefacción y refrigeración son ambas inferiores a las del edificio de referencia. Por régimen de calefacción se entiende, como mínimo, los meses de diciembre a febrero ambos inclusive y por régimen de refrigeración los meses de junio a septiembre, ambos inclusive.

Como excepción, se admite que en caso de que para el edificio objeto una de las dos demandas

anteriores sea inferior al 10% de la otra, se ignore el cumplimiento de la restricción asociada a la demanda más baja.

Además para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica tienen una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 2.1 de la Sección en función de la zona climática en la que se ubica el edificio (todos los datos se reflejan en el informe resultante de la comprobación anexo al proyecto).

- b) la humedad relativa media mensual en la superficie interior es inferior al 80% para controlar las condensaciones superficiales. Además, que la humedad acumulada en cada capa del cerramiento se seca a lo largo de un año, y que la máxima condensación acumulada en un mes no es mayor que el valor admisible para cada material aislante.



c) el cumplimiento de las limitaciones de permeabilidad al aire de las carpinterías de los huecos establecidas en el apartado 2.3.

d) La limitación de la transmitancia térmica de las particiones interiores que limitan las unidades de uso con las zonas comunes del edificio según el apartado 2.4 de la Sección.

Todas estas comprobaciones se han realizado mediante la utilización del programa informático LIDER, cuyo informe resultado del estudio se adjunta anexo al presente DB.

## **5. Calificación de eficiencia energética del edificio.**

La calificación de eficiencia energética es la expresión del consumo de energía que se estima necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación.

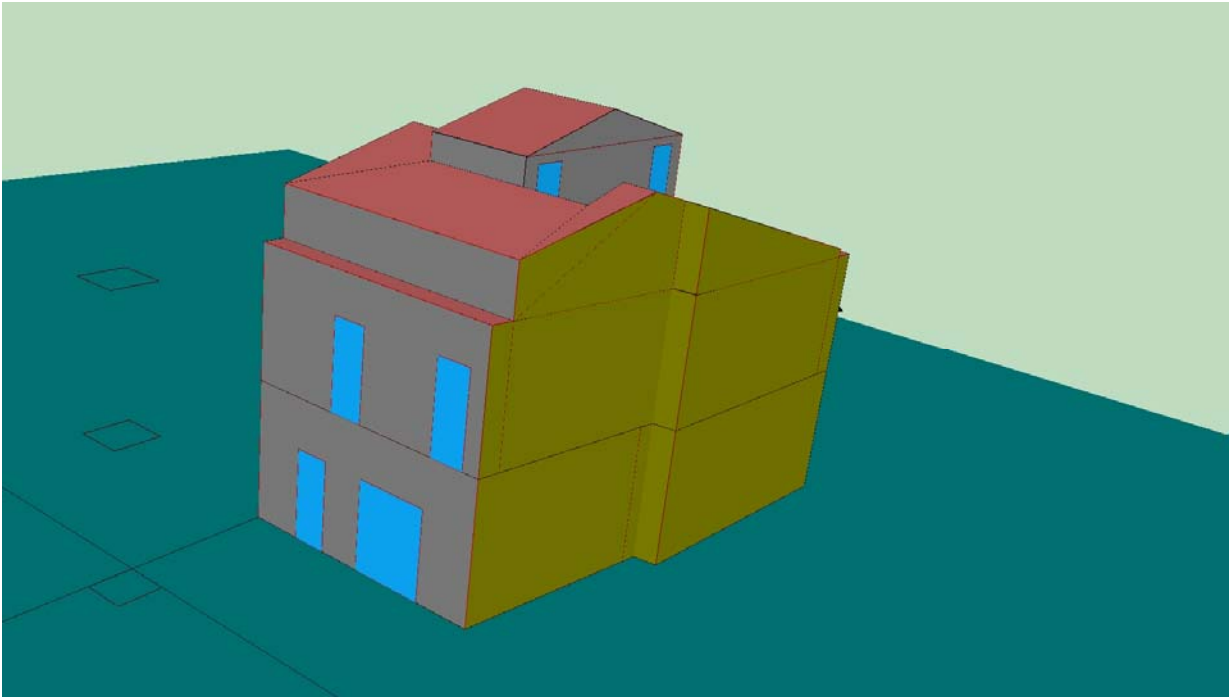
Se ha determinado de acuerdo con la metodología de cálculo que figura en el Anexo I del REAL DECRETO 47/2007 y se expresa con indicadores energéticos mediante la etiqueta de eficiencia energética del Anexo II. de dicho Decreto.

La obtención de la calificación de eficiencia energética del edificio se ha realizado mediante la opción general, de carácter prestacional, a través del programa informático CALENER VYP, que desarrolla la metodología de cálculo del Anexo I de una manera directa.

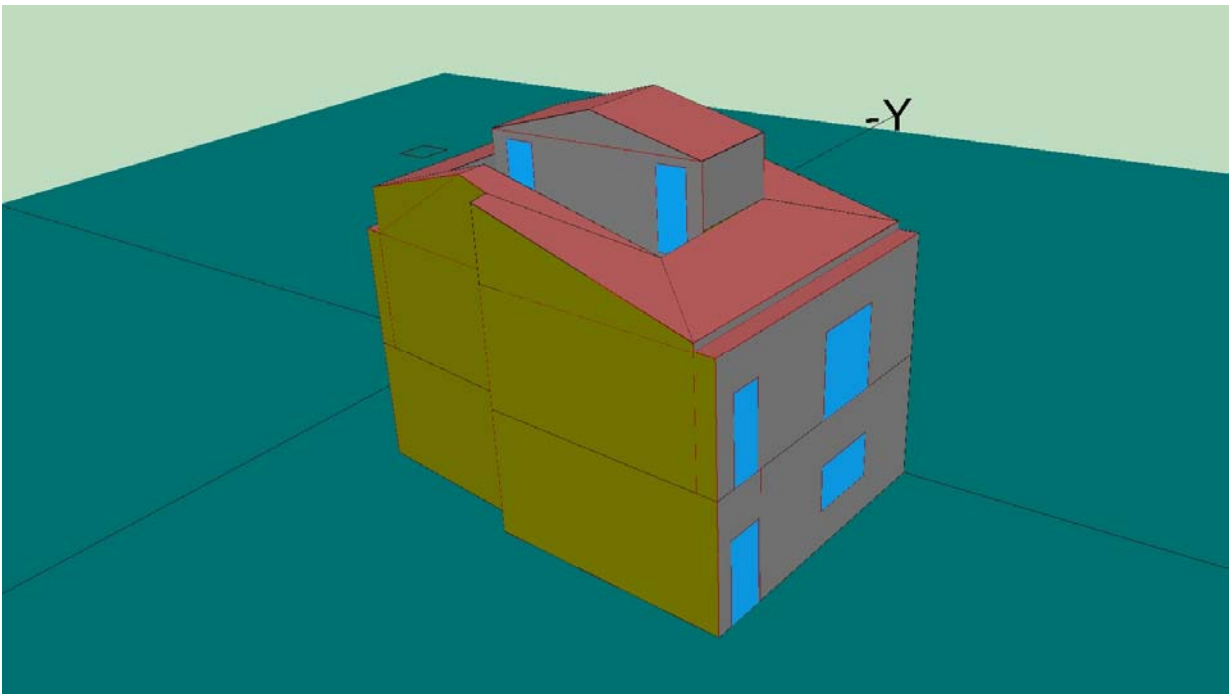
Se adjunta en el proyecto el informe sobre la Calificación Energética del edificio, obtenida mediante dicha aplicación informática.

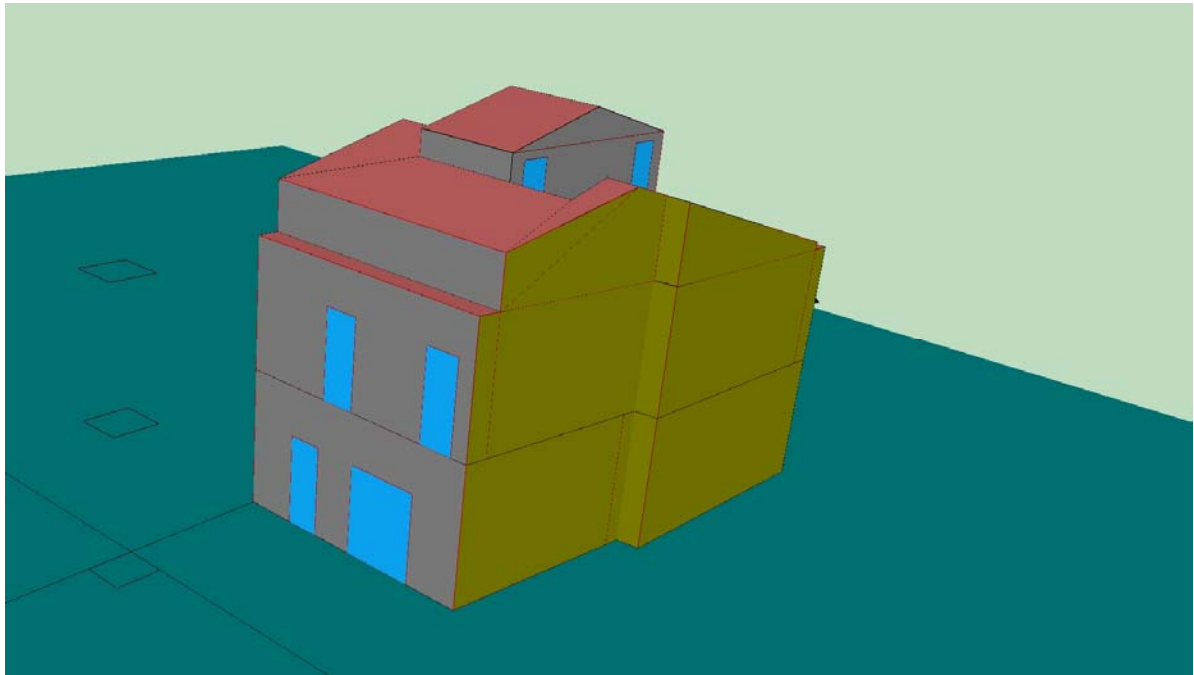
## **6. Imágenes del edificio con el programa Lider.**

A continuación se muestran una serie de imágenes obtenidas desde el programa de cálculo utilizado, Lider.

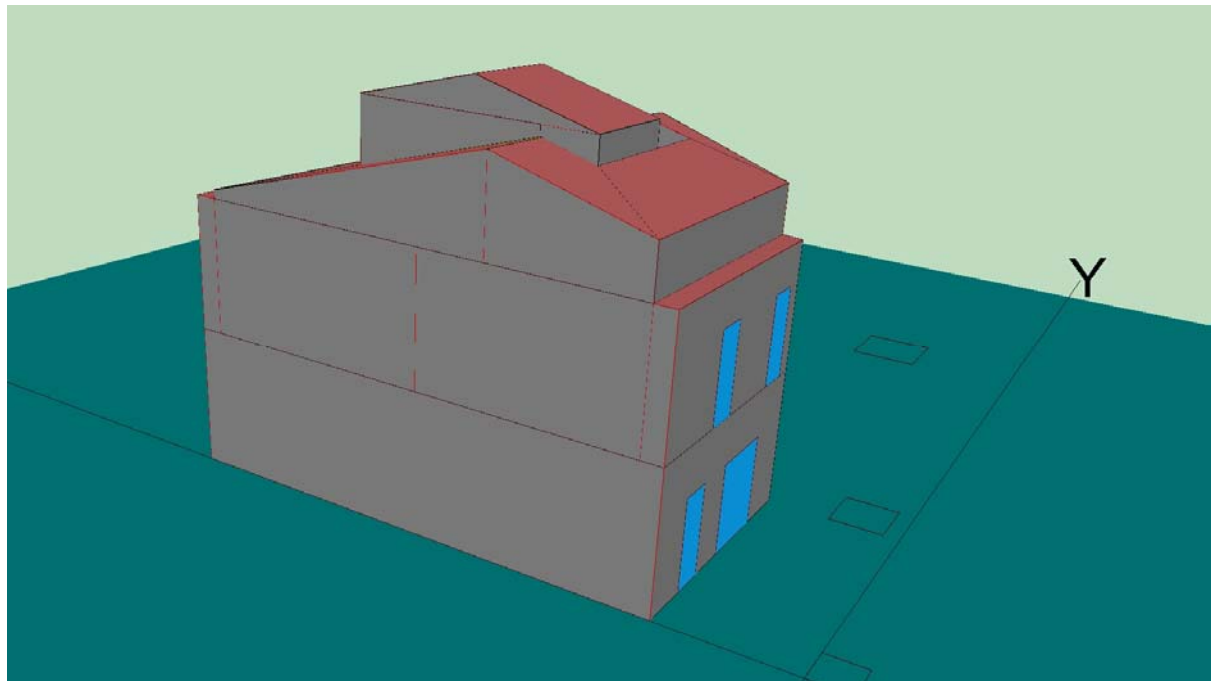


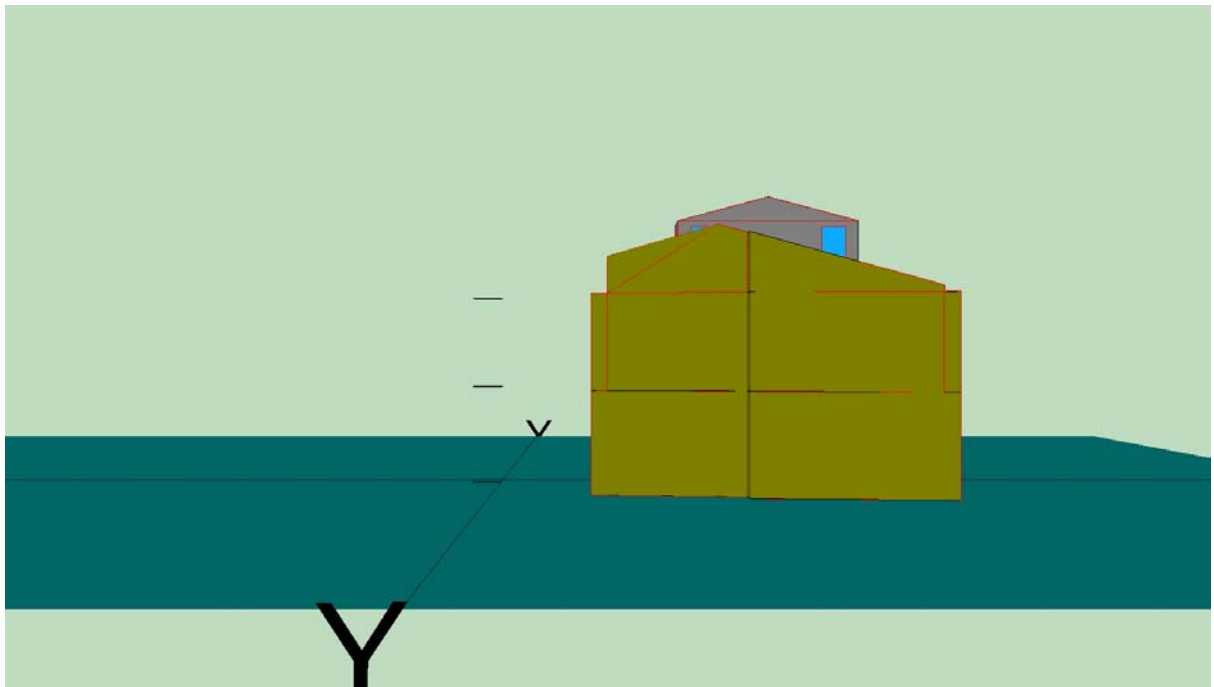
Pag. 162 de 480



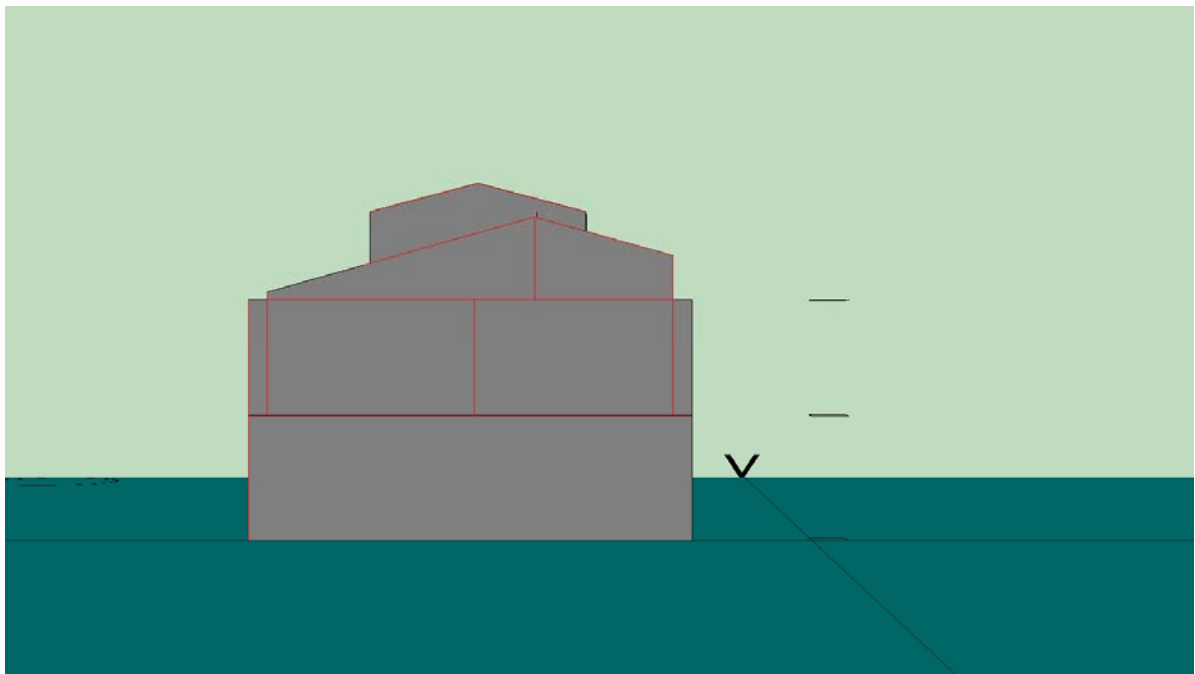


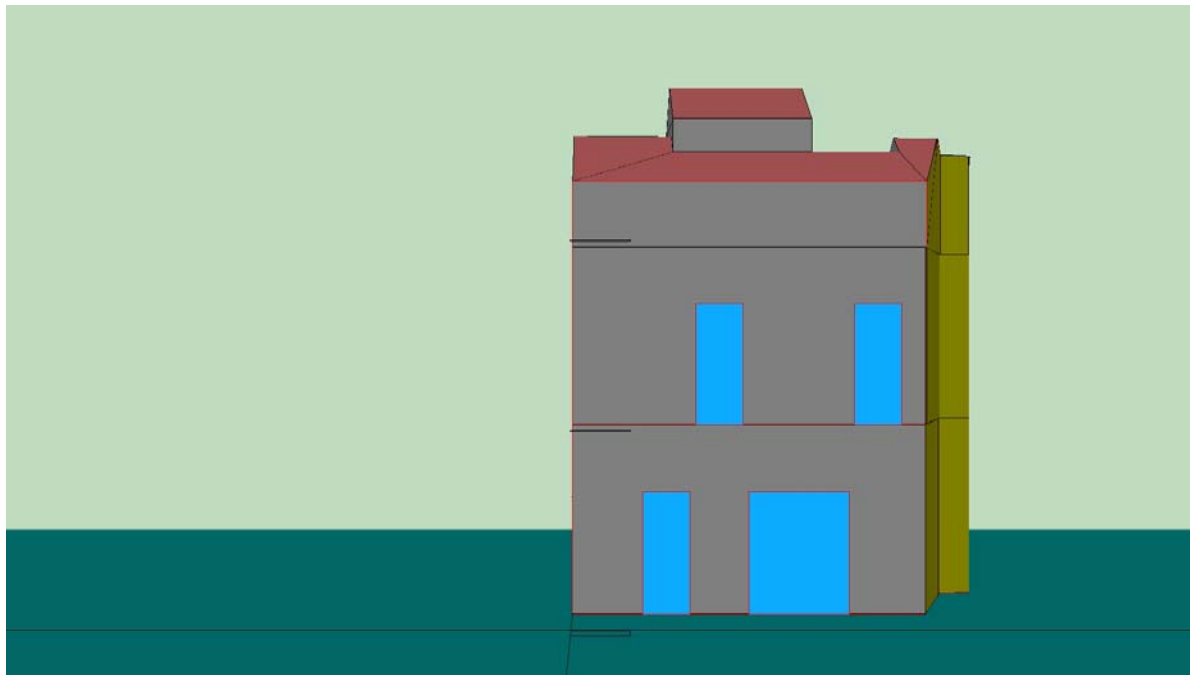
Pag. 163 de 480



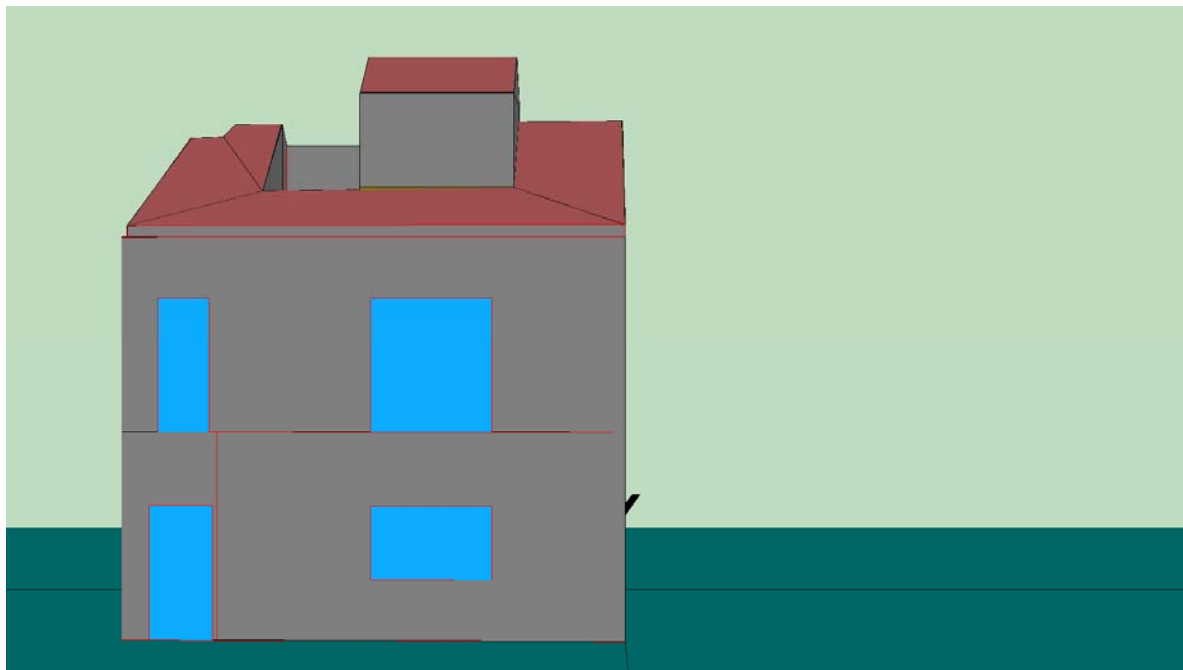


Pag. 164 de 480





Pag. 165 de 480



# Código Técnico de la Edificación

---



***LIDER***

**DOCUMENTO  
BÁSICO HE  
AHORRO DE ENERGÍA**

**HE1: LIMITACIÓN  
DE DEMANDA  
ENERGÉTICA**



DIRECCIÓN GENERAL  
DE ARQUITECTURA  
Y POLÍTICA DE VIVIENDA

**Proyecto: Edificio de 2 viviendas (VPO)**

**Fecha: 26/01/2010**

**Localidad: Málaga**

**Comunidad: Andalucía**

<b>CTE</b> <small>CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN</small>	HE-1	Proyecto	
	Opción General	Edificio de 2 viviendas (VPO)	
		Localidad	Comunidad
		Málaga	Andalucía

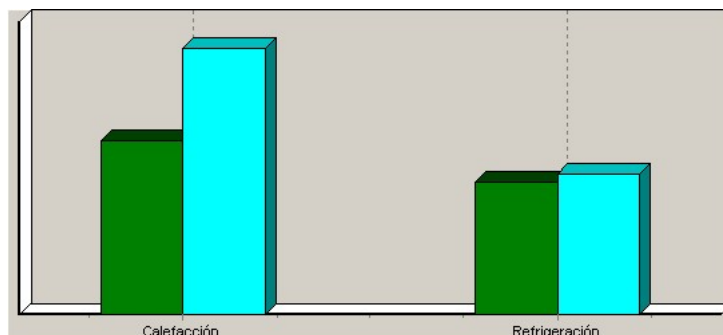
## 1. DATOS GENERALES

<b>Nombre del Proyecto</b>	
Edificio de 2 viviendas (VPO)	
<b>Localidad</b>	<b>Comunidad Autónoma</b>
Málaga	Andalucía
<b>Dirección del Proyecto</b>	
Calle Zamorano Nº68	
<b>Autor del Proyecto</b>	
Juan Manuel Sánchez la Chica, Adolfo de la Torre Prieto	
<b>Autor de la Calificación</b>	
<b>E-mail de contacto</b>	<b>Teléfono de contacto</b>
<b>Tipo de edificio</b>	
Bloque	

## 2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	65.1	94.1
Proporción relativa calefacción refrigeración	56.6	43.4



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1,2 W/m²K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

<b>CTE</b> <small>CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN</small>	HE-1 Opción General	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
		Localidad Málaga	Comunidad Andalucía

### 3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

#### 3.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m²)	Altura (m)
ESP-17898	00	Nivel de estanqueidad 4	3	7.23	3.40
ESP-1786B	00	Residencial	3	12.75	3.40
ESP-1787B	00	Residencial	3	68.25	3.40
ESP-178FF	01	Residencial	3	31.76	3.20
ESP-17914	01	Residencial	3	3.31	3.20
ESP-178F1	01	Residencial	3	4.28	3.20
ESP-17921	01	Residencial	3	23.07	3.20
ESP-17933	01	Residencial	3	10.00	3.20
ESCALERA	01	Residencial	3	15.82	3.20
CASETÓN	02	Residencial	3	15.82	2.50
ESP-17CE3	02	Nivel de estanqueidad 4	3	19.32	2.25
ESP-17CC6	02	Nivel de estanqueidad 4	3	35.51	2.25


Pag. 168 de 480

#### 3.2. Cerramientos opacos

##### 3.2.1 Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)	Just.
Plaqueta o baldosa de gres	2.300	2500.00	1000.00	-	30	--
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.550	1125.00	1000.00	-	10	--
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2.300	2400.00	1000.00	-	80	--



 <b>HE-1</b> Opción General	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
	Localidad Málaga	Comunidad Andalucía


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)	Just.
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2	0.034	37.50	1000.00	-	100	SI
Polipropileno [PP]	0.220	910.00	1800.00	-	10000	--
Lámina Bituminosa AD	0.130	1650.00	1000.00	-	1	SI
Hormigón celular curado en autoclave d 700	0.200	700.00	1000.00	-	6	--
FR Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	1.947	1670.00	1000.00	-	10	--
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.570	1150.00	1000.00	-	6	--
Teja de arcilla cocida	1.000	2000.00	800.00	-	30	--
Asfalto	0.700	2100.00	1000.00	-	50000	--
Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 m	0.228	670.00	1000.00	-	10	--
Betún fieltro o lámina	0.230	1100.00	1000.00	-	50000	--
Gres cuarzoso 2600 < d < 2800	2.600	2700.00	1000.00	-	30	--
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.700	1350.00	1000.00	-	10	--
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.300	625.00	1000.00	-	10	--
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.250	825.00	1000.00	-	4	--
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.041	40.00	1000.00	-	1	SI
Cámara de aire sin ventilar vertical 10 cm	-	-	-	1.00	-	--
Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm	-	-	-	1.00	-	--
Acero	50.000	7800.00	450.00	-	1e+30	--
Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	-	-	-	1.00	-	--
1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80	0.567	1020.00	1000.00	-	10	--
Mortero de cemento o cal para albañilería y	1.800	2100.00	1000.00	-	10	--
Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0.427	920.00	1000.00	-	10	--
Arena y grava [1700 < d < 2200]	2.000	1450.00	1050.00	-	50	--
Polietileno alta densidad [HDPE]	0.500	980.00	1800.00	-	100000	--
Con capa de compresión -Canto 200 mm	1.404	1810.00	1000.00	-	80	--

<b>CTE</b> <small>CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN</small>	HE-1 Opción General	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
		Localidad Málaga	Comunidad Andalucía


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)	Just.
Hormigón en masa 2000 < d < 2300	1.650	2150.00	1000.00	-	70	--
Subcapa fieltro	0.050	120.00	1300.00	-	15	--
Tierra apisonada adobe bloques de tierra co	1.100	1885.00	1000.00	-	1	--

### 3.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
S7_Techo_vivienda-Cubierta_plana	0.57	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.050
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.	0.040
		Polipropileno [PP]	0.002
		Lámina Bituminosa AD	0.004
		Hormigón celular curado en autoclave d 700	0.020
		FR Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0.300
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.015
S6'_Cubierta_Inclinada	2.23	Teja de arcilla cocida	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Asfalto	0.020
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.040
		Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 mm <	0.040
S6_Techo_vivienda-Cubierta_Inclinad	0.62	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.	0.040
		Betún fieltro o lámina	0.020
		FR Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0.300

 <b>HE-1</b> Opción General	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
	Localidad Málaga	Comunidad Andalucía

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
S6_Techo_vivienda-Cubierta_Inclinad	0.62	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.020
S3_Suelo_vivienda-Vivienda	1.68	Gres cuarzoso 2600 < d < 2800	0.016
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.050
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.050
		FR Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0.300
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.020
P6_Particion_int_6	0.56	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.020
		Cámara de aire sin ventilar vertical 10 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015
P4_Particion_int_4	0.31	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.040
		Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm	0.000
		Acero	0.008
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015
P1_Particion_int_1	0.23	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.040
		Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm	0.000
		Acero	0.008
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.040
		Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015

 <b>HE-1</b> Opción General	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
	Localidad Málaga	Comunidad Andalucía

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
M3_Medianera_3	0.41	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	0.115
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.010
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0.000
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.040
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015
M1_Medianera_1	0.41	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	0.115
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.010
		Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm	0.000
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.040
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015
F2_Cerramiento_Cubierta_Inclinada	2.22	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0.110
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
F1_Capuchina-Pladur	0.29	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	0.115
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.010
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.040
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0.000
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015
S1_Vivienda-Terreno_Natural	0.49	Gres cuarzoso 2600 < d < 2800	0.016
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		Arena y grava [1700 < d < 2200]	0.050

<b>CTE</b> <small>CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN</small>	HE-1 Opción General	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
		Localidad Málaga	Comunidad Andalucía

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
S1_Vivienda-Terreno_Natural	0.49	Polietileno alta densidad [HDPE]	0.002
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.	0.030
		Con capa de compresión -Canto 200 mm	0.200
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.400
		Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0.100
		Polietileno alta densidad [HDPE]	0.002
		Arena y grava [1700 < d < 2200]	0.500
		Subcapa fieltro	0.003
		Tierra apisonada adobe bloques de tierra compri	0.250

### 3.3. Cerramientos semitransparentes

#### 3.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m²K)	Factor solar	Just.
VER_ML_661a	5.40	1.00	SI

#### 3.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)	Just.
VER_Normal sin rotura de puente térmico	5.70	--

#### 3.3.3 Huecos

Nombre	V1_VENTANAS
--------	-------------

<b>CTE</b> <small>CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN</small>	HE-1 Opción General	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
		Localidad Málaga	Comunidad Andalucía

<b>Acristalamiento</b>	VER_ML_661a
<b>Marco</b>	VER_Normal sin rotura de puente térmico
<b>% Hueco</b>	15.00
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	9.00
<b>U (W/m²K)</b>	5.45
<b>Factor solar</b>	0.87
<b>Justificación</b>	SI


<b>Nombre</b>	P1_PUERTA_LAVADERO
<b>Acristalamiento</b>	VER_ML_661a
<b>Marco</b>	VER_Normal sin rotura de puente térmico
<b>% Hueco</b>	60.00
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	50.00
<b>U (W/m²K)</b>	5.58
<b>Factor solar</b>	0.50
<b>Justificación</b>	SI

Pag. 174 de 480


### 3.4. Puentes Térmicos

En el cálculo de la demanda energética, se han utilizado los siguientes valores de transmitancias térmicas lineales y factores de temperatura superficial de los puentes térmicos.

	Y W/(mK)	FRSI
Encuentro forjado-fachada	0.41	0.70
Encuentro suelo exterior-fachada	0.36	0.67

 <b>CTE</b> <small>CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN</small>	<b>HE-1</b> Opción General	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
		Localidad Málaga	Comunidad Andalucía

<b>Encuentro cubierta-fachada</b>	0.36	0.67
<b>Esquina saliente</b>	0.08	0.79
<b>Hueco ventana</b>	0.40	0.56
<b>Esquina entrante</b>	-0.15	0.87
<b>Pilar</b>	0.07	0.81
<b>Unión solera pared exterior</b>	0.14	0.72


 <b>HE-1</b> Opción General	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
	Localidad Málaga	Comunidad Andalucía

## 4. Resultados

### 4.1. Resultados por espacios

Espacios	Área (m <sup>2</sup> )	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
ESP-1786B	12.7	1	4.0	52.6	13.6	98.0
ESP-1787B	68.3	1	7.6	48.7	10.4	89.9
ESP-178FF	31.8	1	4.8	61.3	5.0	81.9
ESP-17914	3.3	1	100.0	113.7	61.8	108.0
ESP-178F1	4.3	1	14.9	52.6	100.0	103.5
ESP-17921	23.1	1	5.5	62.9	5.3	83.1
ESP-17933	10.0	1	6.8	100.8	4.6	87.3
ESCALERA	15.8	1	2.4	88.6	3.9	87.3
CASETON	15.8	1	12.1	83.4	22.3	96.5



 <b>HE-1</b> Opción General	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
	Localidad Málaga	Comunidad Andalucía

## 5. Lista de comprobación

Los parámetros característicos de los siguientes elementos del edificio deben acreditarse en el proyecto

Tipo	Nombre
Material	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]]
	Lámina Bituminosa AD
	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]
Acristalamiento	VER_ML_661a

## HE2.- RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

## SECCIÓN HE 2: RITE 07

A continuación se incluye la justificación del cumplimiento de los aspectos generales del RITE. La justificación del cumplimiento de las Instrucciones Técnicas I.T.01 "Diseño y dimensionado", I.T.02 "Montaje", I.T.03 "Mantenimiento y uso" e I.T.04 "Inspecciones" se realiza en la documentación técnica exigida (proyecto específico o memoria técnica), el anexo de cálculo y planos correspondientes y en las instrucciones de uso y mantenimiento.

### Sección HE-2 "Rendimiento de las instalaciones térmicas (RITE-07)"

#### 1 - Ámbito de aplicación para aquellas instalaciones destinadas al bienestar térmico e higiene de las personas:

- ☒ Es aplicable el RITE, dado que el edificio proyectado es de nueva construcción.
- ☐ Es aplicable el RITE, dado que el proyecto redactado es para realizar una reforma, o ampliación de un edificio existente, que supone una modificación, sustitución o ampliación con nuevos subsistemas de la instalación térmica en cuanto a las condiciones del proyecto o memoria técnica originales de la instalación térmica existente, se modifica el tipo de energía utilizada o se cambia el uso del mismo.
- ☐ No es aplicable el RITE, dado que el proyecto redactado es para realizar una reforma, o ampliación de un edificio existente, que no supone una modificación, sustitución o ampliación con nuevos subsistemas de la instalación térmica en cuanto a las condiciones del proyecto o memoria técnica originales de la instalación térmica existente.
- ☐ No es aplicable el RITE, dado que el edificio proyectado no incluye instalaciones destinadas al bienestar térmico ni a la higiene de las personas.

#### 2 - Instalaciones proyectadas:

- |                                     |  |                     |             |
|-------------------------------------|--|---------------------|-------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Instalación para la producción de ACS. | Potencia instalada: | 2x23,7 (kW) |
| <input type="checkbox"/>            | Instalación de calefacción.            | Potencia instalada: | (kW)        |
| <input type="checkbox"/>            | Instalación de refrigeración.          | Potencia instalada: | (kW)        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Instalación de ventilación.            | Potencia instalada: | 0.15 (kW)   |

**Total potencia térmica instalada: 47.55 (kW)**

#### 3 - Documentación técnica:

##### Instalaciones para la generación de frío o calor:

- ☐ La instalación de generación de calor o frío del edificio presenta una potencia térmica nominal  $P < 5$  kW, por lo que no es preceptiva la presentación de proyecto ni memoria técnica de diseño ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma. **La instalación se ejecutará según los cálculos y planos incluidos en el presente proyecto de ejecución.**
- ☐ La instalación de generación de calor o frío del edificio presenta una potencia térmica nominal  $5\text{kW} \leq P \leq 70\text{kW}$ , por lo que **se redacta una memoria técnica de diseño a partir de los cálculos y planos incluidos en el presente proyecto de ejecución.**
  - ☐ Redactada por el autor del proyecto de ejecución.
  - ☐ Redactada por el instalador autorizado.
- ☐ La instalación de generación de calor o frío del edificio presenta una potencia térmica nominal  $P > 70$  kW, por lo que es necesaria la redacción de un proyecto específico para las instalaciones térmicas. **La instalación se ejecutará según los cálculos y planos recogidos en el proyecto específico de las instalaciones térmicas incluido en el presente proyecto de ejecución.**

##### Producción agua caliente sanitaria:

- ☐ La producción de A.C.S. en el edificio se realiza mediante calentadores instantáneos, calentadores acumuladores, termos eléctricos o sistemas solares compuestos por un único elemento prefabricado por lo que no es preceptiva la presentación de proyecto ni memoria técnica de diseño ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma. **La instalación se ejecutará según los cálculos y planos incluidos en el presente proyecto de ejecución.**
- ☒ Dado que la producción de A.C.S. en el edificio se realiza mediante sistemas o aparatos no incluidos en el punto anterior, **se redacta la siguiente documentación a partir de los cálculos y planos incluidos en el presente proyecto de ejecución:**
  - ☐ Proyecto específico.
  - ☒ Memoria técnica de diseño.
    - ☐ Redactada por el autor del proyecto de ejecución.
    - ☒ Redactada por el instalador autorizado.

#### 4 - Exigencias técnicas:

Las instalaciones térmicas del edificio objeto del presente proyecto han sido diseñadas y calculadas de tal forma que:

- Se obtenga una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que son aceptables para los usuarios de la vivienda sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente.
- Se reduzca el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos.
- Se prevenga y reduzca a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades.

Las instalaciones térmicas del edificio se ejecutarán sobre la base de la documentación técnica descrita en el apartado 3 de la presente justificación, según se establece en el artículo 15, que se aporta como anexo a la memoria del presente proyecto de ejecución.

## HE3 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

**Valor de eficiencia energética de la instalación:**

Para la verificación del presente apartado se ha empleado el programa de cálculo luminotécnico "DiaLux V 4.7" (2009). Cuyos resultados se adjuntan en documento anexo.

uso del local	índice del local	nº de puntos considerados en el proyecto	factor de mantenimiento previsto	potencia total instalada en lámparas + equipos aux	valor de eficiencia energética de la instalación	iluminancia media horizontal mantenida	índice de deslumbramiento unificado	índice de rendimiento de color de las lámparas
K	n	Fm	P [W]	VEEI [W/m <sup>2</sup> ]	Em [lux]	UGR	Ra	
1 zonas de no representación <sup>1</sup>					$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$	$E_m = \frac{P \cdot 100}{S \cdot VEEI}$	según CIE nº 117	
administrativo en general					3,5			
zonas comunes					4,5			
almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas					5			
aparcamientos					5			
espacios deportivos					5			
recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior					4,5			
2 zonas de representación <sup>2</sup>								
administrativo en general					6			
zonas comunes en edificios residenciales					7,5			
centros comerciales (excluidas tiendas) (a)					8			
recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior					10			
zonas comunes					10			
tiendas y pequeño comercio					10			

**Cálculo del índice del local (K) y número de puntos (n)**

El nº de puntos considerados en el cálculo es superior en todos los casos estudiados al mínimo exigido en la presente sección para el peor de los casos "25", los cuales se derivan del Índice K de cada local. No reflejándose por tanto dicho índice. Ver Anexo de cálculos de iluminación.

uso	longitud del local	anchura del local	la distancia del plano de trabajo a las luminarias	$K = \frac{L \times A}{H \times (L + A)}$	número de puntos mínimo
u	L	A	H	K	n
				a) $K < 1$	4
				$2 > K \geq 1$	9
				$3 > K \geq 2$	16
				$K \geq 3$	25
local 1					
local 2					
local 3					
local 4					
local 5					
local 4					
local 5					
local 6					

<sup>1</sup> Grupo 1: Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética

<sup>2</sup> Grupo 2: Zonas de representación o espacios donde el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética

**Sistemas de control y regulación****Sistema de encendido y apagado manual**

- ☒ Toda zona dispondrá, al menos, de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control.

**Sistema de encendido: detección de presencia o temporización**

- ☒ Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización.

**Sistema de aprovechamiento de luz natural**

- ☐ b) Se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario. Quedan excluidas de cumplir esta exigencia las zonas comunes en edificios residenciales.

zonas con **cerramientos acristalados al exterior**, cuando se cumplan simultáneamente lo siguiente:

$\theta > 65^\circ$	$\theta$	ángulo desde el punto medio del acristalamiento hasta la cota máxima del edificio obstáculo, medido en grados sexagesimales. (ver figura 2.1)
$T \bullet \frac{A_w}{A} > 0,07$	T	coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local, expresado en tanto por uno.
	$A_w$	área de acristalamiento de la ventana de la zona [m <sup>2</sup> ].
	A	área total de las superficies interiores del local (suelo + techo + paredes + ventanas) [m <sup>2</sup> ].

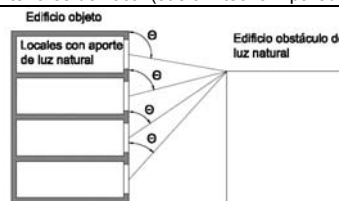


Figura 2.1

zonas con **cerramientos acristalados a patios o atrios**, cuando se cumplan simultáneamente lo siguiente:

**Patios no cubiertos:**

$a_i > 2 \times h_i$	$a_i$	anchura
	$h_i$	distancia entre el suelo de la planta donde se encuentre la zona en estudio y la cubierta del edificio (ver figura 2.2)



Figura 2.2

**Patios cubiertos por acristalamientos:**

$a_i > (2 / T_c) \times h_i$	$h_i$	distancia entre la planta donde se encuentre el local en estudio y la cubierta del edificio (ver figura 2.3)
	$T_c$	coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de cerramiento del patio, expresado en tanto por uno.

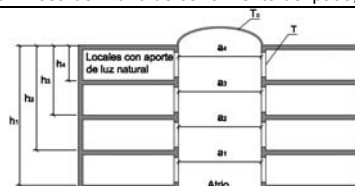


Figura 2.3

Que se cumpla la expresión siguiente:

$T \bullet \frac{A_w}{A} > 0,07$	T	coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local, expresado en tanto por uno.
	$A_w$	área de acristalamiento de la ventana de la zona [m <sup>2</sup> ].
	A	área total de las superficies interiores del local (suelo + techo + paredes + ventanas) [m <sup>2</sup> ].

## HE4.-CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA



<b>HE4</b> Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria 1 Generalidades	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>1.1</b>	<b>Ámbito de aplicación</b>
	<input checked="" type="checkbox"/>	1.1.1	Edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta.
	<input type="checkbox"/>	1.1.2	Disminución de la contribución solar mínima:
	<input type="checkbox"/>	a)	Se cubre el aporte energético de agua caliente sanitaria mediante el aprovechamiento de energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia generación de calor del edificio.
	<input type="checkbox"/>	b)	El cumplimiento de este nivel de producción supone sobrepasar los criterios de cálculo que marca la legislación de carácter básico aplicable.
	<input type="checkbox"/>	c)	El emplazamiento del edificio no cuenta con suficiente acceso al sol por barreras externas al mismo.
	<input type="checkbox"/>	d)	Por tratarse de rehabilitación de edificio, y existan limitaciones no subsanables derivadas de la configuración previa del edificio existente o de la normativa urbanística aplicable.
	<input type="checkbox"/>	e)	Existen limitaciones no subsanables derivadas de la normativa urbanística aplicable, que imposibilitan de forma evidente la disposición de la superficie de captación necesaria.
	<input type="checkbox"/>	f)	Por determinación del órgano competente que debe dictaminar en materia de protección histórico-artística.
	<input type="checkbox"/>	1.2	Procedimiento de verificación

- a) Obtención de la contribución solar mínima según apartado 2.1.  
b) Cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del apartado 3.  
c) Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento del apartado 4.

<b>HE4</b> Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria 2. Caracterización y cuantificación de las exigencias	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>2.1</b>	<b>Contribución solar mínima</b>
	<input checked="" type="checkbox"/>	Caso general Tabla 2.1 (zona climática IV)	60 %
	<input type="checkbox"/>	Efecto Joule	No procede
	<input type="checkbox"/>	Medidas de reducción de contribución solar	No procede
	<input checked="" type="checkbox"/>	Pérdidas por orientación e inclinación del sistema generador	%
	<input checked="" type="checkbox"/>	Orientación del sistema generador	4° Sur
	<input checked="" type="checkbox"/>	Inclinación del sistema generador	55°
	<input checked="" type="checkbox"/>	Evaluación de las pérdidas por orientación e inclinación y sombras de la superficie de captación	9.56 %
	<input type="checkbox"/>	Contribución solar mínima anual piscinas cubiertas	No procede
	<input type="checkbox"/>	Ocupación parcial de instalaciones de uso residencial turísticos, criterios de dimensionado	No procede
	<input type="checkbox"/>	Medidas a adoptar en caso de que la contribución solar real sobrepase el 110% de la demanda energética en algún mes del año o en más de tres meses seguidos el 100%	
	<input checked="" type="checkbox"/>	a) dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos o mediante la circulación nocturna del circuito primario).	
	<input type="checkbox"/>	b) tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador).	
	<input type="checkbox"/>	c) pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares debiendo incluirse este trabajo en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento;	
	<input type="checkbox"/>	d) desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes.	
	<input type="checkbox"/>	Pérdidas máximas por orientación e inclinación del sist, generador	Orientación e inclinación Sombras Total
	<input checked="" type="checkbox"/>	General	10% 10% 15%
	<input type="checkbox"/>	Superposición	20% 15% 30%
	<input type="checkbox"/>	Integración arquitectónica	40% 20% 50%

**3.1 Datos previos. (\* Ver anexo de cálculos)**

<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatura elegida en el acumulador final	60°
<input checked="" type="checkbox"/>	Demanda de referencia a 60°, Criterio de demanda: Viviendas unifamiliares	30 l/p persona
<input checked="" type="checkbox"/>	Nº real de personas (nº mínimo según tabla CTE= 77)	*
<input checked="" type="checkbox"/>	Cálculo de la demanda real	*
<input type="checkbox"/>	Para el caso de que se elija una temperatura en el acumulador final diferente de 60 °C, se deberá alcanzar la contribución solar mínima correspondiente a la demanda obtenida con las demandas de referencia a 60 °C. No obstante, la demanda a considerar a efectos de cálculo, según la temperatura elegida, será la que se obtenga a partir de la siguiente expresión	No procede
$D(T) = \sum_{i=1}^{12} D_i(T) \quad (3.1)$		
$D_i(T) = D_i(60^\circ \text{C}) \times \left( \frac{60 - T_i}{T - T_i} \right) \quad (3.2)$		
siendo D(T) Demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida; D <sub>i</sub> (T) Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura T elegida; D <sub>i</sub> (60 °C) Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura de 60 °C; T Temperatura del acumulador final; T <sub>i</sub> Temperatura media del agua fría en el mes i.		

<input checked="" type="checkbox"/>	Radiación Solar Global		
	Zona climática	MJ/m2	KWh/m2
	IV	H ≥ 18,0	H ≥ 5,0

**3.2 Condiciones generales de la instalación**

La instalación cumplirá con los requisitos contenidos en el apartado 3.2 del Documento Básico HE, Ahorro de Energía, Sección HE 4, referidos a los siguientes aspectos:		Apartado
<input checked="" type="checkbox"/>	Condiciones generales de la instalación	3.2.2
<input checked="" type="checkbox"/>	Fluido de trabajo	3.2.2.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Protección contra heladas	3.2.2.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Protección contra sobrecalentamientos	3.2.2.3.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Protección contra quemaduras	3.2.2.3.2
<input checked="" type="checkbox"/>	Protección de materiales contra altas temperaturas	3.2.2.3.3
<input checked="" type="checkbox"/>	Resistencia a presión	3.2.2.3.4
<input checked="" type="checkbox"/>	Prevención de flujo inverso	3.2.2.3.4

**3.3 Criterios generales de cálculo (\* Ver anexo de cálculos)**

<input checked="" type="checkbox"/>	1	Dimensionado básico: método de cálculo	
<input checked="" type="checkbox"/>		Valores medios diarios	
		demanda de energía	*
		contribución solar	*
<input checked="" type="checkbox"/>	2	Prestaciones globales anuales	
		Demanda de energía térmica	*
		Energía solar térmica aportada	*
		Fracciones solares mensual y anual	ANUAL   *
		Rendimiento medio anual	*
<input checked="" type="checkbox"/>	3	Meses del año en los que la energía producida supera la demanda de la ocupación real	*
		Periodo de tiempo en el cual puedan darse condiciones de sobrecalentamiento	
<input checked="" type="checkbox"/>		Medidas adoptadas para la protección de la instalación	circulación nocturna del circuito primario cuando proceda
<input checked="" type="checkbox"/>	4	Sistemas de captación	
<input checked="" type="checkbox"/>		El captador seleccionado posee la certificación emitida por el organismo competente en la materia según lo regulado en el RD 891/1980 de 14 de Abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de Julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares, o la certificación o condiciones que considere la reglamentación que lo sustituya.	
<input checked="" type="checkbox"/>		Los captadores que integran la instalación son del mismo modelo.	
<input checked="" type="checkbox"/>	5	Conexiónado.	
		La instalación se ha proyectado de manera que los captadores se dispongan en filas constituidas por el mismo número de elementos.	
		Conexión de las filas de captadores	En serie <input type="checkbox"/> En paralelo <input type="checkbox"/> En serie paralelo <input type="checkbox"/>
		Instalación de válvulas de cierre en las baterías de captadores	Entrada <input checked="" type="checkbox"/> Salida <input checked="" type="checkbox"/> Entre bombas <input checked="" type="checkbox"/>
		<input checked="" type="checkbox"/> Instalación de válvula de seguridad	
		Tipo de retorno	Invertido <input type="checkbox"/> Válvulas de equilibrado <input checked="" type="checkbox"/>

HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria  
3 Cálculo y dimensionado

6	Estructura de soporte	
	Cumplimiento de las exigencias del CTE de aplicación en cuanto a seguridad:	
<input checked="" type="checkbox"/>	Previsiones de cálculo y construcción para evitar transferencias de cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico por dilataciones térmicas.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Estructura portante	Modulares de Aluminio anodizado. Aleación 60/63. (Características aportadas por fabricante suministrador de la estructura, con certificación propia del cumplimiento de las exigencias).
<input checked="" type="checkbox"/>	Sistema de fijación de captadores	Tornillos Aclabolts
<input checked="" type="checkbox"/>	Flexión máxima del captador permitida por el fabricante	Valor
	Número de puntos de sujeción de captadores	4/captador
	Area de apoyo	Inferior a proyección vertical de captadores
	Posición de los puntos de apoyo	Cara inferior y junto a zona superior, bajo captador.
<input checked="" type="checkbox"/>	Se ha previsto que los topes de sujeción de los captadores y la propia estructura no arrojen sombra sobre los captadores	
<input type="checkbox"/>	Instalación integrada en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, la estructura y la estanqueidad entre captadores se ajustará a las exigencias indicadas en la parte correspondiente del Código Técnico de la Edificación y demás normativa de aplicación.	
7	Sistema de acumulación solar	
<input checked="" type="checkbox"/>	Volumen del depósito de acumulación solar (litros)	
	Justificación del volumen del depósito de acumulación solar (Considerando que el diseño de la instalación solar térmica debe tener en cuenta que la demanda no es simultánea con la generación),	FÓRMULA $50 < V/A < 180$ RESULTADO $50 < * < 180$
	A= dato Suma de las áreas de los captadores (m2) V= dato Volumen del depósito de acumulación solar (litros)	
<input checked="" type="checkbox"/>	Nº de depósitos del sistema de acumulación solar	1
	Configuración del depósito de acumulación solar	Vertical <input checked="" type="checkbox"/> Horizontal <input type="checkbox"/>
	Zona de ubicación	Exterior <input checked="" type="checkbox"/> Interior <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Fraccionamiento del volumen de acumulación en depósitos: nº de depósitos	1
	Disposición de los depósitos en el ciclo de consumo	<input type="checkbox"/> En serie invertida <input type="checkbox"/> En paralelo, con los circuitos primarios y secundarios equilibrados
<input type="checkbox"/>	Prevención de la legionelosis: medidas adoptadas	
<input type="checkbox"/>	nivel térmico necesario mediante el no uso de la instalación Instalaciones prefabricadas	
<input type="checkbox"/>	conexión puntual entre el sistema auxiliar y el acumulador solar, de forma que se pueda calentar éste último con el auxiliar (resto de instalaciones)	
<input checked="" type="checkbox"/>	Instalación de termómetro	
	Corte de flujos al exterior del depósito no intencionados en caso de daños del sistema (en el caso de volumen mayor de 2 m3)	Válvulas de corte <input checked="" type="checkbox"/> Otro sistema (Especificar) <input type="checkbox"/>
8	Situación de las conexiones	
<input checked="" type="checkbox"/>	Depósitos verticales	
	Altura de la conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al intercambiador	S/FABRICANTE
	La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste	
	La conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red se realizarán por la parte inferior	
<input type="checkbox"/>	la extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior	
	Depósitos horizontales: las tomas de agua caliente y fría estarán situadas en extremos diagonalmente opuestos.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Desconexión individual de los acumuladores sin interrumpir el funcionamiento de la instalación	
9	Sistema de intercambio	
<input type="checkbox"/>	Intercambiador independiente: la potencia P se determina para las condiciones de trabajo en las horas centrales suponiendo una radiación solar de 1.000 w/m2 y un rendimiento de la conversión de energía solar del 50%	Fórmula $P \geq 500 \cdot A$
<input checked="" type="checkbox"/>	Intercambiador incorporado al acumulador: relación entre superficie útil de intercambio (S <sub>Ui</sub> ) y la superficie total de captación (S <sub>Tc</sub> )	*
<input checked="" type="checkbox"/>	Instalación de válvula de cierre en cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del intercambiador de calor	
10	Circuito hidráulico	
<input checked="" type="checkbox"/>	Equilibrio del circuito hidráulico	
<input checked="" type="checkbox"/>	Se ha concebido un circuito hidráulico equilibrado en sí mismo	
<input checked="" type="checkbox"/>	Se ha dispuesto un control de flujo mediante válvulas de equilibrado	
	Caudal del fluido portador	

Pag. 167 de 480

HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria  
3 Cálculo y dimensionado

<input checked="" type="checkbox"/>	El caudal del fluido portador se ha determinado de acuerdo con las especificaciones del fabricante como consecuencia del diseño de su producto. En su defecto, valor estará comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100 m² de red de captadores	<b>CUMPLE *</b> Se cumple que $1,2 \leq 1,39 \leq 2$ c/ 100 m² de red de captadores
<input type="checkbox"/>	Captadores conectados en serie	<b>NO PROCEDE</b>
11	Tuberías	
<input checked="" type="checkbox"/>	El sistema de tuberías y sus materiales se ha proyectado de manera que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal para las condiciones de trabajo.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Con objeto de evitar pérdidas térmicas, se ha tenido en cuenta que la longitud de tuberías del sistema sea lo más corta posible, y se ha evitado al máximo los codos y pérdidas de carga en general.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Pendiente mínima de los tramos horizontales en el sentido de la circulación	1%
<input checked="" type="checkbox"/>	Material de revestimiento para el aislamiento de las tuberías de intemperie con el objeto de proporcionar una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas	
<input checked="" type="checkbox"/>	Tipo de material	Descripción del producto
<input type="checkbox"/>	Aluminio	Chapa de aluminio con piezas especiales.
<input type="checkbox"/>	Poliéster reforzado con fibra de vidrio	
<input type="checkbox"/>	Pintura acrílica	
12	Bombas	
<input checked="" type="checkbox"/>	Caída máxima de presión en el circuito	*
<input checked="" type="checkbox"/>	Se ha diseñado el circuito de manera que las bombas en línea se monten en las zonas más frías del mismo, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.	
<input type="checkbox"/>	Instalaciones superiores a 50 m² de superficie: se han instalado dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario, previéndose el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática.	
<input type="checkbox"/>	Piscinas cubiertas:	Colocación del filtro
	Disposición de elementos	Entre la bomba y los captadores.
		Sentido de la corriente
		bomba-filtro-captadores
		Impulsión del agua caliente
		Por la parte inferior de la piscina.
		Impulsión de agua filtrada
		En superficie
13	Vasos de expansión	
<input checked="" type="checkbox"/>	Se ha previsto su conexión en la aspiración de la bomba.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Altura en la que se sitúan los vasos de expansión	100 cm
14	Purga de aire	
<input checked="" type="checkbox"/>	En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaieración y purgador manual o automático.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Volumen útil del botellín	150 > 100 cm³
<input type="checkbox"/>	Volumen útil del botellín si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaierador con purgador automático.	
<input type="checkbox"/>	Por utilizar purgadores automáticos, adicionalmente, se colocarán los dispositivos necesarios para la purga manual.	
15	Drenajes	
<input type="checkbox"/>	Los conductos de drenaje de las baterías de captadores se diseñarán en lo posible de forma que no puedan congelarse.	
16	Sistema de energía convencional adicional	
<input checked="" type="checkbox"/>	Se ha dispuesto de un Sistema convencional adicional para asegurar el abastecimiento de la demanda térmica.	
<input checked="" type="checkbox"/>	El sistema convencional auxiliar se diseñado para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.	
<input type="checkbox"/>	Sistema de aporte de energía convencional auxiliar con acumulación o en línea: dispone de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con la legislación vigente en cada momento referente a la prevención y control de la legionelosis.	Normativa de aplicación
<input checked="" type="checkbox"/>	Sistema de energía convencional auxiliar sin acumulación, es decir es una fuente instantánea: El equipo es modulante, es decir, capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente con independencia de cual sea la temperatura del agua de entrada al citado equipo.	
<input type="checkbox"/>	Climatización de piscinas: para el control de la temperatura del agua se dispone de una sonda de temperatura en el retorno de agua al intercambiador de calor y un termostato de seguridad dotado de rearme manual en la impulsión que enclava el sistema de generación de calor. a temperatura de tarado del termostato de seguridad será, como máximo, 10 °C mayor que la temperatura máxima de impulsión.	Temperatura máxima de impulsión
		Temperatura de tarado

Pag. 1 de 4

HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria  
3 Cálculo y dimensionado

17	Sistema de Control	
	Tipos de sistema	
<input checked="" type="checkbox"/>	De circulación forzada, supone un control de funcionamiento normal de las bombas del circuito de tipo diferencial.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Con depósito de acumulación solar: el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito deberá actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor que 2 °C.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Colocación de las sondas de temperatura para el control diferencial	en la parte superior de los captadores
<input checked="" type="checkbox"/>	Colocación del sensor de temperatura de la acumulación.	en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador
<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatura máxima a la que debe estar ajustado el sistema de control (de manera que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.)	70° C
<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatura mínima a la que debe ajustarse el sistema de control (de manera que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la de congelación del fluido).	
18	Sistemas de medida	
	Además de los aparatos de medida de presión y temperatura que permitan la correcta operación, para el caso de instalaciones mayores de 20 m2 se deberá disponer al menos de un sistema analógico de medida local y registro de datos que indique como mínimo las siguientes variables:	
<input type="checkbox"/>	temperatura de entrada agua fría de red	
<input type="checkbox"/>	temperatura de salida acumulador solar	
<input type="checkbox"/>	Caudal de agua fría de red.	
<b>3.4 Componentes</b>		
	La instalación cumplirá con los requisitos contenidos en el apartado 3.4 del Documento Básico HE, Ahorro de Energía, Sección HE 4, referidos a los siguientes aspectos:	<b>apartado</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	Captadores solares	3.4.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Acumuladores	3.4.2
<input checked="" type="checkbox"/>	Intercambiador de calor	3.4.3
<input checked="" type="checkbox"/>	Bombas de circulación	3.4.4
<input checked="" type="checkbox"/>	Tuberías	3.4.5
<input checked="" type="checkbox"/>	Válvulas	3.4.6
	Vasos de expansión	
<input checked="" type="checkbox"/>	Cerrados	3.4.7.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Abiertos	3.4.7.2
<input checked="" type="checkbox"/>	Purgadores	3.4.8
<input checked="" type="checkbox"/>	Sistema de llenado	3.4.9
<input checked="" type="checkbox"/>	Sistema eléctrico y de control	3.4.10
<b>3.5 Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación</b>		
1	Introducción	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ángulo de acimut	$\alpha = 4$
<input checked="" type="checkbox"/>	Ángulo de inclinación	$\beta = 55$
<input checked="" type="checkbox"/>	Latitud	$\Phi = 37.9$
<input checked="" type="checkbox"/>	Valor de inclinación máxima	60
<input checked="" type="checkbox"/>	Valor de inclinación mínima	5
	Corrección de los límites de inclinación aceptables	
<input checked="" type="checkbox"/>	Inclinación máxima	55.7
<input checked="" type="checkbox"/>	Inclinación mínima	5
<b>3.6 Cálculo de pérdidas de radiación solar por sombras</b>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Porcentaje de radiación solar perdida por sombras	0.00 %

## HE5.-CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

**NO ES DE APLICACIÓN EN EL PRESENTE PROYECTO****Ámbito de aplicación.**

- Los edificios de los usos, indicados a los efectos de esta sección, en la tabla 1.1 incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos cuando superen los límites de aplicación establecidos en dicha tabla.

**Tabla 1.1** Ámbito de aplicación

Tipo de uso	Límite de aplicación
Hipermercado	5.000 m <sup>2</sup> construidos
Multitienda y centros de ocio	3.000 m <sup>2</sup> construidos
Nave de almacenamiento	10.000 m <sup>2</sup> construidos
Administrativos	4.000 m <sup>2</sup> construidos
Hoteles y hostales	100 plazas
Hospitales y clínicas	100 camas
Pabellones de recintos feriales	10.000 m <sup>2</sup> construidos

- La potencia eléctrica mínima determinada en aplicación de exigencia básica que se desarrolla en esta Sección, podrá disminuirse o suprimirse justificadamente, en los siguientes casos:
  - cuando se cubra la producción eléctrica estimada que correspondería a la potencia mínima mediante el aprovechamiento de otras fuentes de energías renovables;
  - cuando el emplazamiento no cuente con suficiente acceso al sol por barreras externas al mismo y no se puedan aplicar soluciones alternativas;
  - en rehabilitación de edificios, cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la configuración previa del edificio existente o de la normativa urbanística aplicable;
  - en edificios de nueva planta, cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la normativa urbanística aplicable que imposibiliten de forma evidente la disposición de la superficie de captación necesaria;
  - e) cuando así lo determine el órgano competente que deba dictaminar en materia de protección histórico-artística.
- En edificios para los cuales sean de aplicación los apartados b), c), d) se justificará, en el proyecto, la inclusión de medidas o elementos alternativos que produzcan un ahorro eléctrico equivalente a la producción que se obtendría con la instalación solar mediante mejoras en instalaciones consumidoras de energía eléctrica tales como la iluminación, regulación de motores o equipos más eficientes.

**Aplicación de la norma HE5**

uso del edificio:	docente	Conforme al apartado ámbito de aplicación de la norma	HE5, si <input type="checkbox"/> es de aplicación	HE5, no <input checked="" type="checkbox"/> es de aplicación
-------------------	---------	---	---	--

## **4. CUMPLIMIENTO DE OTROS REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES**

- Baja Tensión
- Telecomunicaciones



### **4.3 REAL DECRETO 842/ 2002 DE 2 DE AGOSTO DE 2002, REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN**

#### **Normas de aplicación:**

- Reglamento electrotécnico de baja tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Guías Técnicas de aplicación al reglamento electrotécnico de baja tensión
- Normas particulares para las instalaciones de enlace (Sevillana-Endesa)

La previsión de cargas se realiza para el caso de un Edificio de Viviendas estándar.

Los casos particulares habrá que estudiarlos de forma individual.

### 4.3.1. Previsión de cargas para suministros en Baja Tensión en un edificio de viviendas

Se obtendrá de la siguiente suma:

$$P_T = P_V + P_{SG} + P_{LC} + P_O + P_G$$

siendo:

$P_T$  :Potencia total del edificio

$P_V$  :Potencia media (aritmética) del conjunto de viviendas (ELECTRIFICACION

BÁSICA)

$P_{SG}$  :Potencia de los Servicios Generales

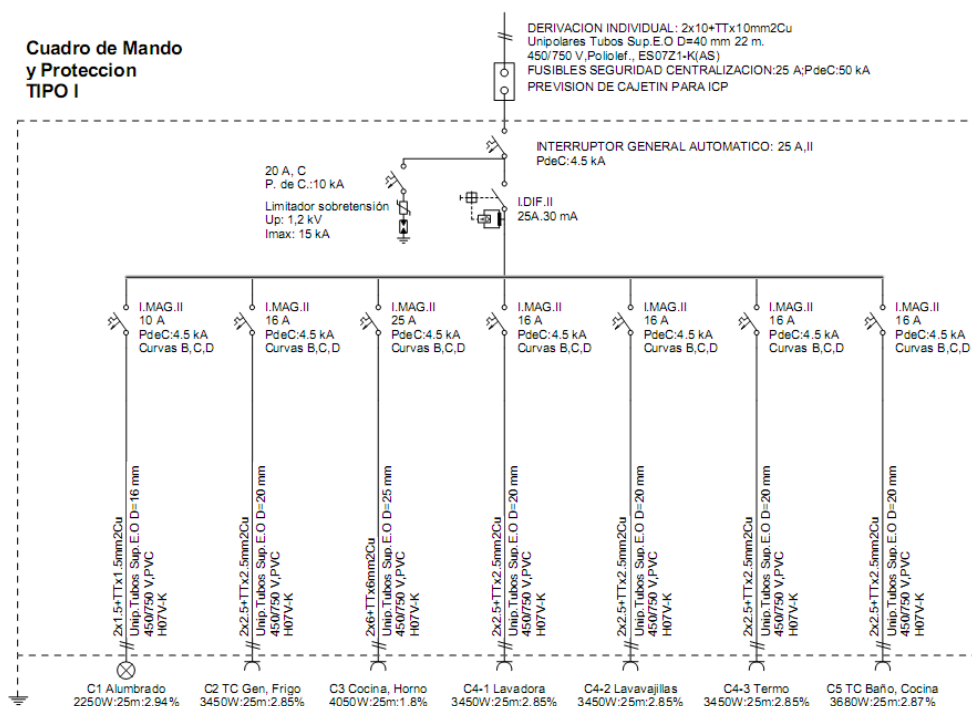
$P_{LC}$  :Potencia de los Locales Comerciales

$P_O$  : Potencia de las oficinas

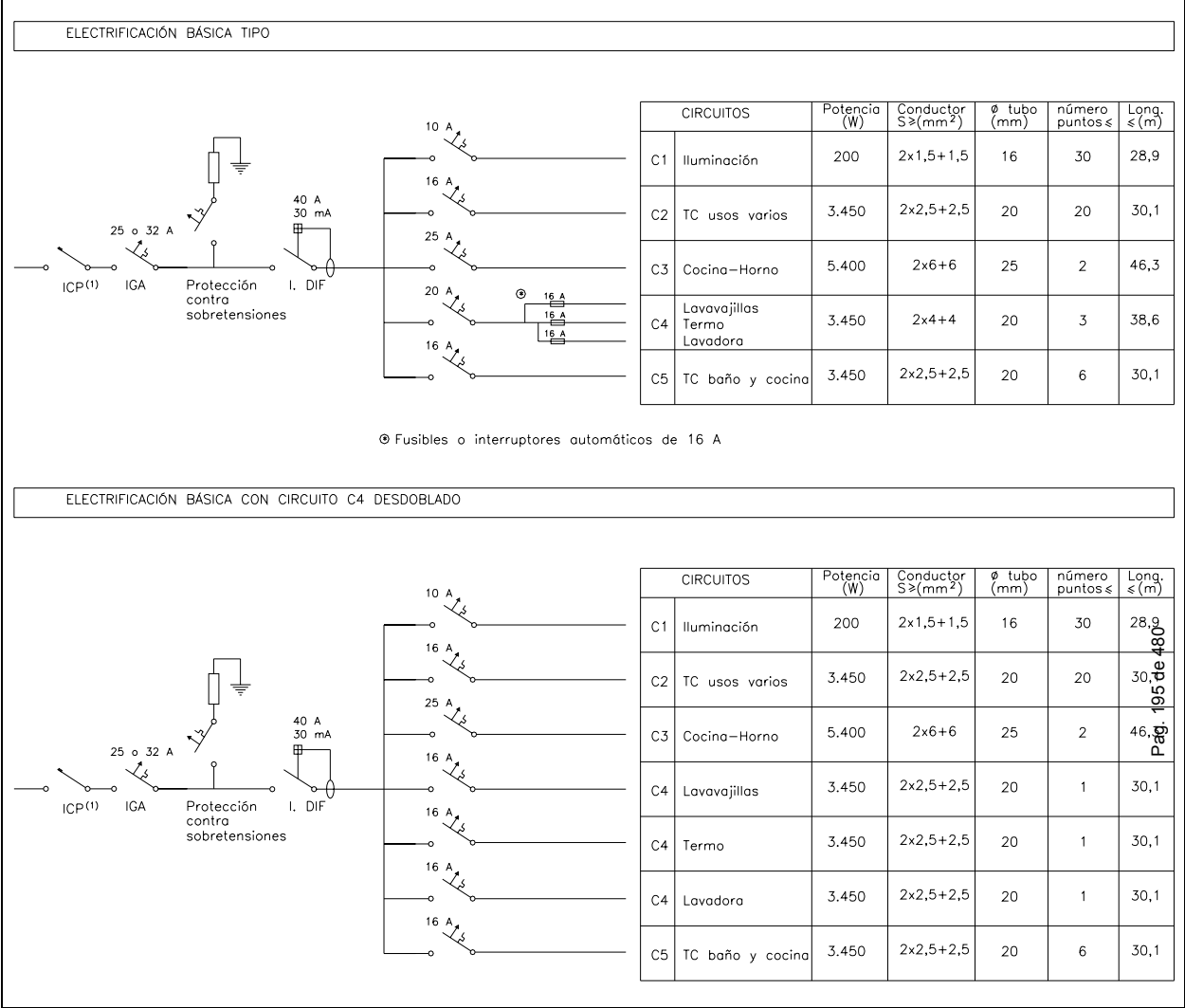
$P_G$  :Potencia del Garaje

$P_V$ viviendas		
	básica	elevada
grado de electrificación	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>s \leq 160 \text{ m}^2</math></li> <li>necesaria para la utilización de los aparatos eléctricos de uso habitual tendrá como mínimo 5 circuitos:</li> <li><math>c_1</math> : puntos de iluminación (<math>\leq 30</math>)</li> <li><math>c_2</math> : tomas de corriente uso general (<math>\leq 20</math>)</li> <li><math>c_3</math> : cocina y horno</li> <li><math>c_4</math> : lavadora, lavavajillas y termo eléctrico</li> <li><math>c_5</math> : tomas de corriente de baños y auxiliares de cocina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>s &gt; 160 \text{ m}^2</math></li> <li>para un nº de puntos de utilización de alumbrado mayor a 30. (circuito <math>c_6</math>)</li> <li>para un nº de puntos de utilización de tomas de corriente de uso general mayor a 20. (circuito <math>c_7</math>)</li> <li>previsión de la instalación de calefacción eléctrica. (circuito <math>c_8</math>)</li> <li>previsión de la instalación de aire acondicionado. (circuito <math>c_9</math>)</li> <li>previsión de la instalación de secadora. (circuito <math>c_{10}</math>)</li> <li>previsión de la instalación de sist. de automatización. (circuito <math>c_{11}</math>)</li> <li>para un nº de puntos de utilización de tomas de corriente de los cuartos de baño y auxiliares de la cocina mayor a 6. (circuito <math>c_{12}</math>)</li> </ul>
previsión de potencia	$\geq 5.750 \text{ w a } 230 \text{ v} \rightarrow \text{iga: } 25 \text{ a}$	$\geq 9.200 \text{ w a } 230 \text{ v} \rightarrow \text{iga: } 40 \text{ a}$

### Esquemas unifilares tipo



Se proyectan viviendas con electrificación básica y C4 desdoblado.



Electrificación	potencia (w)	Calibre Interruptor General Automático (IGA) (A)
Básica	5.750	25
	7.360	32
Elevada	9.200	40
	11.500	50
	14.490	63

Líneas eléctricas	intensidad	caída de tensión
Monofásicas (230 v)	$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi}$	$e(\%) = \frac{2 \times P \times L}{\gamma \times S \times V} \times \frac{100}{V}$
Trifásicas (400 v)	$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi \times \sqrt{3}}$	$e(\%) = \frac{P \times L}{\gamma \times S \times V} \times \frac{100}{V}$

Líneas eléctricas			máx. caída de tensión (%) <sup>(1)</sup> contadores		sección mínima (mm <sup>2</sup> )
			totalmente centralizados	con más de una centralización	
línea general de alimentación (LGA)			0,5	1	10
derivación individual (DI)			1 <sup>(2)</sup>	0,5	6
instalación interior	viviendas	cualquier circuito	3	3	Según circuito
	Otras instalaciones receptoras	Circuito alumbrado	3	3	
		Otros usos	5	5	

(1) El valor de la caída de tensión podrá ser compensado entre la instalación interior y las derivaciones individuales de forma que la caída de tensión total sea < a la suma de los valores límites especificados por ambos.

(2) 1,5 % en el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario donde no existe la LGA

A continuación se muestran de modo general las tablas de elementos mínimos a instalar en el interior de las viviendas, se han separado en dos tipologías, según el número de dormitorios.

Puntos de utilización viviendas 2D										
Estancia	circuito	mecanismo	nº mínimo	superficie (m <sup>2</sup> ) / longitud (m)	circuitos					
					1	2	3	4	5	OTROS
Acceso	C <sub>1</sub>	Pulsador timbre	1	-	-					
Vestíbulo	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	-	-					
		Interruptor 10 A	1	-						
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	1	-		-				
Sala de estar o Salón	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (2 si S > 10 m <sup>2</sup> )	2					
		Interruptor 10 A	1	Uno por cada punto de luz						
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	3 (*)	1 / 6 m <sup>2</sup> , redondeando al entero superior		6				
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1 (**)	Hasta 10 m <sup>2</sup> (2 si S > 10 m <sup>2</sup> )						
	C <sub>9</sub>	Toma de aire acondicionado	1 (**)	Hasta 10 m <sup>2</sup> (2 si S > 10 m <sup>2</sup> )						
Dormitorio Principal	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (2 si S > 10 m <sup>2</sup> )	2					
		Interruptor 10 A	1	Uno por cada punto de luz						
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	3 (*)	1 / 6 m <sup>2</sup> , redondeando al entero superior		4				
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1 (**)	-						
	C <sub>9</sub>	Toma de aire acondicionado	1 (**)	-						
Dormitorio	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (2 si S > 10 m <sup>2</sup> )	2					
		Interruptor 10 A	1	Uno por cada punto de luz						
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	3 (*)	1 / 6 m <sup>2</sup> , redondeando al entero superior		4				
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1 (**)	-						
	C <sub>9</sub>	Toma de aire acondicionado	1 (**)	-						
Baños (2 uds)	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	-	1					
		Interruptor 10 A	1	-						
	C <sub>5</sub>	Base 16 A 2p+T	1	-					1	
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1 (**)	-						
Pasillos o Distribuidores (2, escaleras)	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	Uno cada 5 m de longitud	1					
		Interruptor / Conmutador 10 A	1	Uno en cada acceso						
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	1	Hasta 5 m (2 si L > 5m)		1				
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1 (**)	-						
Cocina (En salón)	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (2 si S > 10 m <sup>2</sup> )	1					
		Interruptor 10 A	1	Uno por cada punto de luz						
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	2	Extractor y Frigorífico		2				
	C <sub>3</sub>	Base 25 A 2p+T	1	Cocina / Horno			1			
	C <sub>4</sub>	Base 16 A 2p+T	3	Lavadora. Lavavajillas y termo (en lavadero)				3		
	C <sub>5</sub>	Base 16 A 2p+T	3(***)	Encima del plano de trabajo					3	
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1 (**)	-						
	C <sub>10</sub>	Base 16 A 2p+T	1 (**)	secadora						
Otros (Lavadero)	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	-	1					
		Interruptor 10 A	1	-						
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	1	-		1				
Total de puntos en circuitos					12	18	1	3	5	V

Puntos de utilización viviendas 3D										
Estancia	circuito	mecanismo	nº mínimo	superficie (m²) / longitud (m)	circuitos					
					1	2	3	4	5	OTROS
Acceso	C <sub>1</sub>	Pulsador timbre	1	-	-					
Vestíbulo	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	-	-					
		Interruptor 10 A	1	-						
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	1	-		-				
Sala de estar o Salón	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (2 si S > 10 m <sup>2</sup> )	2					
		Interruptor 10 A	1	Uno por cada punto de luz						
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	3 (*)	1 / 6 m <sup>2</sup> , redondeando al entero superior		6				
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1 (**)	Hasta 10 m <sup>2</sup> (2 si S > 10 m <sup>2</sup> )						
	C <sub>9</sub>	Toma de aire acondicionado	1 (**)	Hasta 10 m <sup>2</sup> (2 si S > 10 m <sup>2</sup> )						
Dormitorio Principal	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (2 si S > 10 m <sup>2</sup> )	2					
		Interruptor 10 A	1	Uno por cada punto de luz						
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	3 (*)	1 / 6 m <sup>2</sup> , redondeando al entero superior		4				
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1 (**)	-						
	C <sub>9</sub>	Toma de aire acondicionado	1 (**)	-						
Dormitorio 1	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (2 si S > 10 m <sup>2</sup> )	2					
		Interruptor 10 A	1	Uno por cada punto de luz						
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	3 (*)	1 / 6 m <sup>2</sup> , redondeando al entero superior		3				
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1 (**)	-						
	C <sub>9</sub>	Toma de aire acondicionado	1 (**)	-						
Dormitorio 2	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (2 si S > 10 m <sup>2</sup> )	2					
		Interruptor 10 A	1	Uno por cada punto de luz						
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	3 (*)	1 / 6 m <sup>2</sup> , redondeando al entero superior		3				
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1 (**)	-						
	C <sub>9</sub>	Toma de aire acondicionado	1 (**)	-						
Baños (2 uds)	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	-	1					
		Interruptor 10 A	1	-						
	C <sub>5</sub>	Base 16 A 2p+T	1	-					1	
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1 (**)	-						
Pasillos o Distribuidores (2, escaleras)	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	Uno cada 5 m de longitud	1					
		Interruptor / Conmutador 10 A	1	Uno en cada acceso						
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	1	Hasta 5 m (2 si L > 5m)		1				
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1 (**)	-						
Cocina (En salón)	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (2 si S > 10 m <sup>2</sup> )	1					
		Interruptor 10 A	1	Uno por cada punto de luz						
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	2	Extractor y Frigorífico		2				
	C <sub>3</sub>	Base 25 A 2p+T	1	Cocina / Horno			1			
	C <sub>4</sub>	Base 16 A 2p+T	3	Lavadora. Lavavajillas y termo (en lavadero)				3		
	C <sub>5</sub>	Base 16 A 2p+T	3(***)	Encima del plano de trabajo					3	
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1 (**)	-						
	C <sub>10</sub>	Base 16 A 2p+T	1 (**)	secadora						

Otros (Lavadero)	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	-	1					
		Interruptor 10 A	1	-						
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	1	-		1				
Terrazas	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	-	1					
		Interruptor 10 A	1	-						
Total de puntos en circuitos					13	20	1	3	5	V

(\*) En donde se prevea la instalación de una toma para el receptor de TV, la base correspondiente deberá ser múltiple, y en este caso se considerará como una sola base a los efectos del número de puntos de utilización.

(\*\*) Cuando existe previsión de ésta.

(\*\*\*) Se colocarán fuera del volumen delimitado por los planos verticales situados a 0,50 m del fregadero y de la encimera o cocina.

Viviendas								
previsión de cargas	Electrificación	nº de viviendas (n <sub>i</sub> )	potencia (w) (p <sub>i</sub> )	potencia parcial (w) (p <sub>i</sub> x n <sub>i</sub> )	potencia total (w) Σ(p <sub>i</sub> x n <sub>i</sub> )	n (Σn <sub>i</sub> )	(*) S	carga total (w) $\frac{\sum(p_i \times n_i)}{N} \times S$
	básica	2	5.750	11.500	11.500	2	2	11.500
	elevada		9.200					

(\*) Para el cálculo de la carga correspondiente a N viviendas se considera una reducción del nº de éstos (S) en concepto de simultaneidad.

Nº de viviendas: N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Coefficiente Simult.: S	1	2	3	3,8	4,6	5,4	6,2	7	7,8	8,5	9,2	9,9	10,6	11,3	11,9	12,5	13,1	13,7	14,3	14,8	15,3

>21 ⇒ 15,3 + (n-21) x 0,5r

**Nota:** Para edificios con previsión de instalación eléctrica con tarifa nocturna, el coeficiente de simultaneidad será 1.

P <sub>SG</sub> servicios generales (Ver Siguiente Apdo.)							
Características	<b>- Suma de la potencia prevista en ascensores, aparatos elevadores, centrales de calor y frío, grupos de presión, alumbrado de portal, caja de escalera y espacios comunes, etc.</b> - El factor de simultaneidad será en todos los casos 1.						
Previsión de potencia	Esta carga se justificará en cada caso en función del equipamiento previsto. A falta de definición se pueden tomar los siguientes ratios estimativos: - alumbrado de portal y escalera (100-200 lx): lámpara incandescente ≈ 15 W/m <sup>2</sup> ; lámpara fluorescente ≈ 8 W/m <sup>2</sup> . - Ascensor (6 personas): eléctrico ≈ 6.500 W; eléctrico con maquinaria en recinto ≈ 3.000 W; hidráulico ≈ 10.000 W (8 personas): eléctrico ≈ 8.000 W; eléctrico con maquinaria en recinto ≈ 4.000 W; hidráulico ≈ 12.000 W - telecomunicaciones ≈ entre 1.000 y 6.000 W (circuito de 2x6 + T (mm <sup>2</sup> ) y interruptor de 25 A)						
Previsión de cargas	ZONAS	Nº	superficie (m <sup>2</sup> )	W / unidad	Ratio (W / m <sup>2</sup> )	Carga parcial (p <sub>i</sub> ) (W)	Carga total (W)
	Ascensores						Σ(p <sub>i</sub> )
	Almb. portal y escalera	1	20		40	800	2800
	Alumb. zonas comunes						
	Telecomunicaciones	1		2000		2000	
	Equipos comunitarios						
	Otros						

P <sub>LC</sub> + P <sub>O</sub> locales comerciales y oficinas (No procede)						
Carga mínima a considerar	<b>- Ratio ≥ 100 W / m<sup>2</sup></b> - Mínimo por local 3.450 W a 230 V - El factor de simultaneidad será en todos los casos 1.					
Previsión de cargas	Zonas	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ratio Previsto (W / m <sup>2</sup> )	Carga parcial (p <sub>i</sub> ) (W)	Carga real (w)	Carga total (W)
						Σ(p <sub>i</sub> )

P <sub>G</sub> Garajes (No procede)			
Carga mínima a considerar	<b>- Ratio ≥ 10 W / m<sup>2</sup> para ventilación natural; Ratio ≥ 20 W / m<sup>2</sup> para ventilación forzada</b> - Mínimo por local 3.450 W a 230 V - El factor de simultaneidad será en todos los casos 1.		
Observaciones	<b>Si en aplicación de la NBE-CPI/96, la evacuación de los humos en caso de incendios se realiza de forma mecánica, se estudiará de forma especial la previsión de cargas.</b>		
Previsión de cargas	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ratio Previsto (W / m <sup>2</sup> )	Carga total (W)

Carga total del edificio Ver Siguiente Apdo.)  $P_T = P_V + P_{SG} + P_{LC} + P_O + P_G$  $P_T = 14.3 \text{ kW}$ **Reserva de local para la ubicación de un centro de transformación:**

Según el art.13 del REBT, el art. 45 del RD 1955/2000 y las Normas particulares para las instalaciones de enlace (UNELCO-ENDESA), en suelo urbano se preverá la reserva de local para un Centro de Transformación cuando la potencia solicitada sea &gt; 100 kW y de acuerdo con la empresa suministradora.

NO



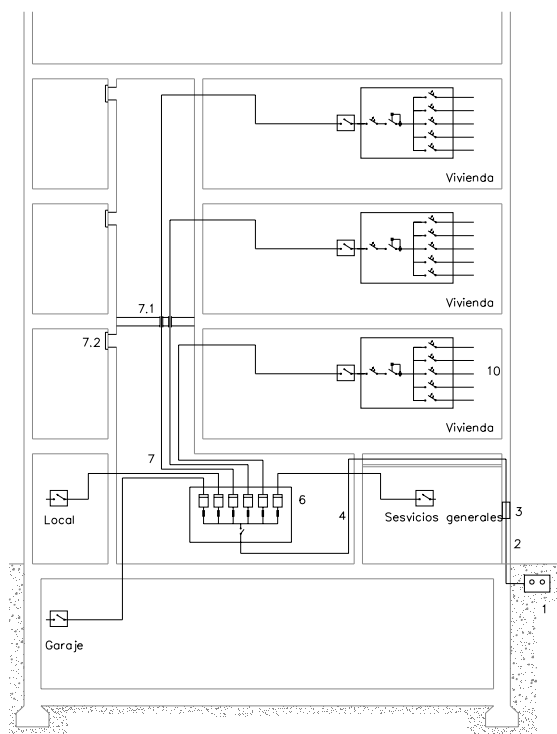
### 4.3.2. Características de las instalaciones eléctricas

1	RED DE DISTRIBUCIÓN					
2	ACOMETIDA (ITC-BT-11) Los conductores o cables serán aislados, de cobre o aluminio - Para redes aéreas → ITC-BT-06 <ul style="list-style-type: none"><li>Conductores aislados de tensión asignada no inferior a 0,6/1kV. Sección mínima: 10 mm<sup>2</sup> (Cu) y 16 mm<sup>2</sup> (Al).</li><li>Conductores desnudos: conductores aislados para una tensión nominal inferior a 0,6/1kV (utilización especial justificada).</li></ul> - Para redes subterráneas → ITC-BT-07 <ul style="list-style-type: none"><li>Cables de uno o más conductores y de tensión asignada no inferior a 0,6/1kV. La sección mínima: 6 mm<sup>2</sup> (Cu) y 16 mm<sup>2</sup> (Al).</li></ul> <u>Cálculo de secciones:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>Máxima carga prevista del edificio (según ITC-BT-10 y tabla 2)</li><li>Tensión de suministro (230 ó 400 V)</li><li>Intensidades máximas admisibles para el tipo de conductor y las condiciones de su instalación.</li><li>La caída de tensión máxima admisible (Según empresa suministradora y R.D. 1955/2000).</li></ul>					
3	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP) (ITC-BT-13) <table><tr><td>Disposición</td><td>Una por cada Línea General de Alimentación</td></tr><tr><td>Intensidad</td><td>La int. de los fusibles de la CGP &lt; int. máxima admisible de la LGA y &gt; a la int. máxima del edificio</td></tr></table>		Disposición	Una por cada Línea General de Alimentación	Intensidad	La int. de los fusibles de la CGP < int. máxima admisible de la LGA y > a la int. máxima del edificio
Disposición	Una por cada Línea General de Alimentación					
Intensidad	La int. de los fusibles de la CGP < int. máxima admisible de la LGA y > a la int. máxima del edificio					

4	LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA) (ITC-BT-14) <table><tr><td>Conductores</td><td>Cables unipolares aislados Aislamiento ≥ 0,6/1 kV Sección mínima ≥ 10 mm<sup>2</sup> (Cu); ≥ 16 mm<sup>2</sup> (Al) No propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida</td></tr></table>		Conductores	Cables unipolares aislados Aislamiento ≥ 0,6/1 kV Sección mínima ≥ 10 mm <sup>2</sup> (Cu); ≥ 16 mm <sup>2</sup> (Al) No propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida				
Conductores	Cables unipolares aislados Aislamiento ≥ 0,6/1 kV Sección mínima ≥ 10 mm <sup>2</sup> (Cu); ≥ 16 mm <sup>2</sup> (Al) No propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida							
5	INTERRUPTOR GENERAL DE MANIOBRA (ITC-BT-16) <table><tr><td>Disposición</td><td>Obligatorio para concentraciones &gt; 2 usuarios</td></tr><tr><td>Intensidad</td><td>- previsión de cargas ≤ 90 kW: 160 A - previsión de cargas ≤ 150 kW: 250 A</td></tr></table>		Disposición	Obligatorio para concentraciones > 2 usuarios	Intensidad	- previsión de cargas ≤ 90 kW: 160 A - previsión de cargas ≤ 150 kW: 250 A		
Disposición	Obligatorio para concentraciones > 2 usuarios							
Intensidad	- previsión de cargas ≤ 90 kW: 160 A - previsión de cargas ≤ 150 kW: 250 A							
6	CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES (CC) (ITC-BT-16) <table><tr><td>Conductores</td><td>- Sección mínima ≥ 6 mm<sup>2</sup> (Cu) - Tensión asignada 450/750 V - No propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida - Hilo de mando 1,5 mm<sup>2</sup></td></tr></table>		Conductores	- Sección mínima ≥ 6 mm <sup>2</sup> (Cu) - Tensión asignada 450/750 V - No propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida - Hilo de mando 1,5 mm <sup>2</sup>				
Conductores	- Sección mínima ≥ 6 mm <sup>2</sup> (Cu) - Tensión asignada 450/750 V - No propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida - Hilo de mando 1,5 mm <sup>2</sup>							
7	DERIVACIÓN INDIVIDUAL (DI) (ITC-BT-15) <table><tr><td>Disposición</td><td>Una para cada usuario</td></tr><tr><td>Conductores</td><td>Aislamiento: - Unipolares 450/750 V entubado - Multipolares 0,6/1 kV - Tramos enterrados 0,6/1 kV entubado Sección mínima: F, N y T ≥ 6 mm<sup>2</sup> (Cu) Hilo de mando 1,5 mm<sup>2</sup> No propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida</td></tr></table>		Disposición	Una para cada usuario	Conductores	Aislamiento: - Unipolares 450/750 V entubado - Multipolares 0,6/1 kV - Tramos enterrados 0,6/1 kV entubado Sección mínima: F, N y T ≥ 6 mm <sup>2</sup> (Cu) Hilo de mando 1,5 mm <sup>2</sup> No propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida		
Disposición	Una para cada usuario							
Conductores	Aislamiento: - Unipolares 450/750 V entubado - Multipolares 0,6/1 kV - Tramos enterrados 0,6/1 kV entubado Sección mínima: F, N y T ≥ 6 mm <sup>2</sup> (Cu) Hilo de mando 1,5 mm <sup>2</sup> No propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida							
8	INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP) (ITC-BT-17) <table><tr><td>Intensidad</td><td>En función del tipo de suministro y tarifa a aplicar, según contratación</td></tr></table>		Intensidad	En función del tipo de suministro y tarifa a aplicar, según contratación				
Intensidad	En función del tipo de suministro y tarifa a aplicar, según contratación							
9	DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN (ITC-BT-17) <table><tr><td colspan="2"><u>Interruptor General Automático (IGA):</u> - Intensidad ≥ 25 A (230 V) - Accionamiento manual</td></tr><tr><td colspan="2"><u>Interruptor Diferencial:</u> - Intensidad diferencial máxima 30 mA - 1 unidad/ 5 circuitos interiores</td></tr><tr><td colspan="2"><u>Interruptor omnipolar magnetotérmico:</u> - Para cada uno los circuitos interiores</td></tr></table>		<u>Interruptor General Automático (IGA):</u> - Intensidad ≥ 25 A (230 V) - Accionamiento manual		<u>Interruptor Diferencial:</u> - Intensidad diferencial máxima 30 mA - 1 unidad/ 5 circuitos interiores		<u>Interruptor omnipolar magnetotérmico:</u> - Para cada uno los circuitos interiores	
<u>Interruptor General Automático (IGA):</u> - Intensidad ≥ 25 A (230 V) - Accionamiento manual								
<u>Interruptor Diferencial:</u> - Intensidad diferencial máxima 30 mA - 1 unidad/ 5 circuitos interiores								
<u>Interruptor omnipolar magnetotérmico:</u> - Para cada uno los circuitos interiores								

10	INSTALACIÓN INTERIOR (ITC-BT-25) <table><tr><td>Conductores</td><td>Aislamiento 450/750 V Sección mínima según circuito (Ver "instalación interior, esquemas unifilares tipo")</td></tr></table> <p>Los <b>Garajes</b> para estacionamiento &gt; 5 vehículos, se considera <b>Local con Riesgo de Incendio y Explosión</b>. La instalación interior de los mismos se realiza según lo especificado en la <b>ITC-BT-29</b>, que clasifica a los mismos como <b>emplazamientos Clase I</b>. En la Norma UNE-EN 60079-10 se recogen reglas precisas para establecer zonas en emplazamientos de Clase I.</p>		Conductores	Aislamiento 450/750 V Sección mínima según circuito (Ver "instalación interior, esquemas unifilares tipo")						
Conductores	Aislamiento 450/750 V Sección mínima según circuito (Ver "instalación interior, esquemas unifilares tipo")									
11	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18; ITC-BT-26) <table><tr><td>Objetivo</td><td>Limitar las diferencias de potencial peligrosas y permitir el paso a tierra de las corrientes de defecto o de descarga de origen atmosférico. Resistencia de tierra, R ≤ 37Ω, tal que la tensión de contacto sea ≤ 24 V en local húmedo y ≤ 50 V en el resto. (En instalaciones de telecomunicaciones R ≤ 10Ω)</td></tr><tr><td>Disposición</td><td>Conductor de tierra formando un anillo perimetral colocado en el fondo de la zanja de cimentación (profundidad ≥ 0,50 m) a la que se conectarán los electrodos verticales necesarios. Se conectarán (mediante soldadura aluminotérmica o autógena) a la estructura metálica del edificio y las zapatas de hormigón armado (como mínimo una armadura principal por zapata).</td></tr><tr><td>Puntos de puesta a tierra</td><td>Todas las masas metálicas importantes del edificio se conectarán a través de los conductores de protección. Centralización de contadores, fosos de ascensores y montacargas, CGP y otros. Se preverá, sobre los conductores de tierra y en zona accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra de la instalación.</td></tr><tr><td>Conductores</td><td><u>Conductor de tierra:</u> cable de cobre desnudo no protegido contra la corrosión. Sección mínima ≥ 25 mm<sup>2</sup>. <u>Conductor de protección:</u> normalmente asociado a los circuitos eléctricos. Si no es así, la sección mínima será de 2,5 mm<sup>2</sup> si dispone de protección mecánica y de 4 mm<sup>2</sup> si no dispone.</td></tr></table>		Objetivo	Limitar las diferencias de potencial peligrosas y permitir el paso a tierra de las corrientes de defecto o de descarga de origen atmosférico. Resistencia de tierra, R ≤ 37Ω, tal que la tensión de contacto sea ≤ 24 V en local húmedo y ≤ 50 V en el resto. (En instalaciones de telecomunicaciones R ≤ 10Ω)	Disposición	Conductor de tierra formando un anillo perimetral colocado en el fondo de la zanja de cimentación (profundidad ≥ 0,50 m) a la que se conectarán los electrodos verticales necesarios. Se conectarán (mediante soldadura aluminotérmica o autógena) a la estructura metálica del edificio y las zapatas de hormigón armado (como mínimo una armadura principal por zapata).	Puntos de puesta a tierra	Todas las masas metálicas importantes del edificio se conectarán a través de los conductores de protección. Centralización de contadores, fosos de ascensores y montacargas, CGP y otros. Se preverá, sobre los conductores de tierra y en zona accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra de la instalación.	Conductores	<u>Conductor de tierra:</u> cable de cobre desnudo no protegido contra la corrosión. Sección mínima ≥ 25 mm <sup>2</sup> . <u>Conductor de protección:</u> normalmente asociado a los circuitos eléctricos. Si no es así, la sección mínima será de 2,5 mm <sup>2</sup> si dispone de protección mecánica y de 4 mm <sup>2</sup> si no dispone.
Objetivo	Limitar las diferencias de potencial peligrosas y permitir el paso a tierra de las corrientes de defecto o de descarga de origen atmosférico. Resistencia de tierra, R ≤ 37Ω, tal que la tensión de contacto sea ≤ 24 V en local húmedo y ≤ 50 V en el resto. (En instalaciones de telecomunicaciones R ≤ 10Ω)									
Disposición	Conductor de tierra formando un anillo perimetral colocado en el fondo de la zanja de cimentación (profundidad ≥ 0,50 m) a la que se conectarán los electrodos verticales necesarios. Se conectarán (mediante soldadura aluminotérmica o autógena) a la estructura metálica del edificio y las zapatas de hormigón armado (como mínimo una armadura principal por zapata).									
Puntos de puesta a tierra	Todas las masas metálicas importantes del edificio se conectarán a través de los conductores de protección. Centralización de contadores, fosos de ascensores y montacargas, CGP y otros. Se preverá, sobre los conductores de tierra y en zona accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra de la instalación.									
Conductores	<u>Conductor de tierra:</u> cable de cobre desnudo no protegido contra la corrosión. Sección mínima ≥ 25 mm <sup>2</sup> . <u>Conductor de protección:</u> normalmente asociado a los circuitos eléctricos. Si no es así, la sección mínima será de 2,5 mm <sup>2</sup> si dispone de protección mecánica y de 4 mm <sup>2</sup> si no dispone.									

### 4.3.3. Previsión de espacios para el paso de las instalaciones eléctricas

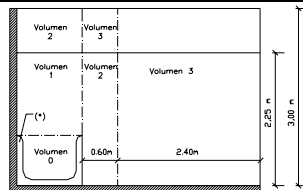


<b>1</b>	<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>
<b>2</b>	<b>ACOMETIDA (ITC-BT-11)</b>
	Discurrirá por terrenos de dominio público excepto en aquellos casos de acometidas aéreas o subterráneas en las que hayan sido autorizadas las correspondientes servidumbres de paso.
<b>3</b>	<b>CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP) (ITC-BT-13)</b>
<b>Colocación</b>	En fachada exterior de los edificios con libre y permanente acceso. Si la fachada no linda con la vía pública se colocará en el límite entre la propiedad pública y privada.
<b>Características</b>	<p><u>Acometida subterránea:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nicho en pared (medidas aproximadas 60x45x16 cm)</li> <li>- la parte inferior de la puerta estará a un mínimo de 30 cm del suelo</li> </ul> <p><u>Acometida aérea:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en montaje superficial</li> <li>- altura desde el suelo entre 3 y 4 m.</li> </ul>
<b>Caso particular</b>	Un único usuario o dos usuarios alimentados desde un mismo punto → <b>CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA</b>
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se admite en montaje superficial</li> <li>- nicho en pared (medidas aproximadas 55x50x20 cm)</li> <li>- altura de lectura de los equipos entre 0,70 y 1,80 m.</li> </ul>
<b>4</b>	<b>LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA) (ITC-BT-14)</b>
<b>Paso</b>	Trazado por zonas de uso comunitario, lo más corto y recto posible
<b>Colocación</b>	
<b>Conductores:</b>	En tubos empotrados, enterrados o en montaje superficial → <b>LGA instalada en el interior de tubo</b>
<b>Diámetro exterior del tubo según la sección del cable (Cu)</b>	
<b>Fase (mm²)</b>	10 16 25 35 50 70 95 120 150 185 240
<b>D tubo (mm)</b>	75 75 110 110 125 140 140 160 160 180 200
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En el interior de <b>canal protectora</b>, cuya tapa sólo se abra con la ayuda de un útil. Permitirá la ampliación de la sección de los conductores en un 100%.</li> <li>- En el interior de <b>conductos cerrados</b> de obra de fábrica. Permitirá la ampliación de la sección de los conductores en un 100%.</li> </ul>

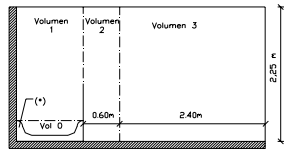
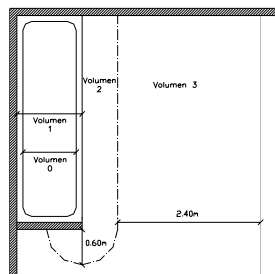
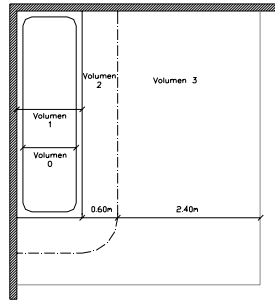
<b>6</b>	<b>CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES (CC) (ITC-BT-16)</b>
<b>Colocación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-De forma concentrada en armario o local</li> <li>-De forma individual → para un único usuario independiente o dos usuarios alimentados desde un mismo punto (CPM: Caja de protección y medida)</li> </ul>
<b>Ubicación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Hasta 12 plantas, centralizados en planta baja, entresuelo o primer sótano</li> <li>-Más de 12 plantas: concentración por plantas intermedias. (Cada concentración comprenderá los contadores de 6 o más plantas)</li> <li>-Podrán disponerse concentraciones por plantas cuando el nº de contadores en cada una de las concentraciones sea &gt; 16.</li> </ul>
<b>Características Generales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil y libre acceso (desde portal o recinto de portería)</li> <li>- Uso exclusivo, incompatible con otros servicios.</li> <li>- No puede servir de paso a otros locales.</li> <li>- Ha de disponer de iluminación y ventilación suficiente</li> <li>- En el exterior se colocará un extintor de eficacia mínima 89B</li> <li>- Se instalará un equipo autónomo de alumbrado de emergencia y una base de enchufe de 16 A.</li> <li>- Altura de colocación de los contadores: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>h \geq 0,25</math> m desde el suelo (parte inferior)</li> <li><math>h \leq 1,80</math> m altura de lectura del contador más alto</li> </ul> </li> <li>- Para un número de contadores <math>\leq 16</math> → armario</li> <li><math>\geq 16</math> → local</li> </ul>

local	características particulares	armario	características particulares
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Altura mínima 2,30 m.</li><li>- a pared soporte de los contadores tendrá una anchura <math>\geq 1,50</math> m, y una resistencia <math>\geq</math> a la de una pared de ladrillo hueco de 15 cm.</li><li>- a distancia desde la pared donde se instale la concentración de contadores hasta el obstáculo más próximo será <math>\geq 1,10</math> m.</li><li>- ispondrá de sumidero cuando la cota del suelo sea igual o inferior a la de los espacios colindantes.</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>- Comportamiento al fuego: local de riesgo especial bajo según CPI-96 (cerramientos RF-90, puerta RF-60 ó RF-30 si existe vestíbulo previo) y paredes M0 y suelos M1.</li><li>- Además de los contadores, el local podrá contener: Equipo de comunicación y adquisición de datos (instalado por Compañía Eléctrica). Cuadro General de Mando y Protección de los servicios comunes.</li></ul>
			<ul style="list-style-type: none"><li>- Empotrado o adosado sobre un paramento de la zona comunitaria.</li><li>- No tendrá bastidores intermedios que dificulten la instalación o lectura de los contadores y demás dispositivos.</li><li>- Desde su parte más saliente hasta la pared opuesta deberá existir un pasillo <math>\geq 1,50</math> m.</li><li>- Comportamiento al fuego Parallamas <math>\geq</math> PF-30.</li></ul>

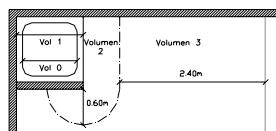
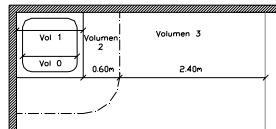
7	<b>DERIVACIÓN INDIVIDUAL (DI) (ITC-BT-15)</b>
<b>Paso</b>	Por lugares de uso común o creando servidumbres de paso
<b>Colocación</b>	Conductores aislados en: <b>Tubo:</b> (Empotrado, enterrado o en montaje superficial) $D_{ext} \geq 32$ mm. Permitirá la ampliación de la sección de los conductores en un 100%. Se dispondrá de un tubo de reserva por cada 10 DI y en locales sin partición un tubo por cada 50 m <sup>2</sup> de superficie. <b>Canal protectora:</b> Permitirá la ampliación de la sección de los conductores en 100%. <b>Conductos cerrados de obra:</b> Dimensiones mínimas
	<b>ANCHO (m) del conducto de obra según profundidad de colocación (P)</b>
	<b>DERIVACIONES</b> <b>Hasta 12</b> 13-24 25-36 36-48
	<b>P = 0,15 m, una fila</b> 0,65 1,25 1,85 2,45
	<b>P = 0,30 m, dos filas</b> 0,50 0,65 0,95 1,35
	<b>Características de los conductos cerrados de obra verticales</b> Serán de uso exclusivo, RF-120, sin curvas ni cambios de dirección, cerrados convenientemente y precintables. Irán empotrados o adosados al hueco de la escalera o zonas de uso común. Cada tres plantas, como mínimo, se dispondrá de elementos cortafuegos y tapas de registro (7.2).
	<b>Tapas de registro (7.1):</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ubicación: parte superior a <math>\geq 0,20</math> m del techo</li><li>- Características: - RF <math>\geq 30</math></li><li>- Anchura = Anchura del canal</li><li>- Altura <math>\geq 0,30</math> m</li></ul>

**10 INSTALACIÓN INTERIOR DE LA VIVIENDA: VOLUMENES DE PROTECCIÓN EN LOCALES QUE CONTIENEN UNA BAÑERA O DUCHA (ITC-BT-27)**

(\*) Volumen 1: Si este espacio es accesible sin el uso de una herramienta o el cierre no garantiza una protección mínima IPX4  
 Volumen 4: Si este espacio es accesible sólo con el uso de una herramienta y el cierre garantiza una protección mínima IPX4



(\*) Volumen 1: Si este espacio es accesible sin el uso de una herramienta o el cierre no garantiza una protección mínima IPX4  
 Volumen 4: Si este espacio es accesible sólo con el uso de una herramienta y el cierre garantiza una protección mínima IPX4



En los locales que contienen bañeras o duchas se contemplan cuatro volúmenes con diferente grado de protección. El grado de protección se clasifica en función de la altura del volumen. Los falsos techos y mamparas no se consideran barreras a efectos de separación de volúmenes.

**Volumen 0** Comprende el volumen del interior de la bañera o ducha.

**Volumen 1** Limitado por

- El plano horizontal superior al volumen 0 y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.
- El volumen 1 también comprende cualquier espacio por debajo de la bañera o ducha que sea accesible sin el uso de una herramienta.

**Volumen 2** Limitado por

- El plano vertical exterior al volumen 1 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,60 m.
- El suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.
- Cuando la altura del techo exceda de 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 1 y el techo o hasta una altura de 3,00 m por encima del suelo se considerará volumen 2.

**Volumen 3** Limitado por

- El plano vertical exterior al volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 2,40 m de éste.
- El suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.
- Cuando la altura del techo exceda de 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 2 y el techo o hasta una altura de 3,00 m por encima del suelo se considerará volumen 3.
- El volumen 3 también comprende cualquier espacio por debajo de la bañera o ducha que sea accesible mediante el uso de un utensilio, siempre que el cerramiento del volumen garantice una protección como mínimo IP-X4. (Esta clasificación no es aplicable al espacio situado por debajo de las bañeras de hidromasajes y cabinas)

**Protección para garantizar la seguridad:** Existirá un conexión equipotencial local suplementaria uniendo el conductor de protección asociado con las partes conductoras accesibles de:

- Equipos clase I en los volúmenes 1, 2 y 3, incluidas tomas de corriente.
- Partes conductoras externas de los volúmenes 0, 1, 2 y 3 (Canalizaciones metálicas, partes metálicas accesibles de la estructura del edificio y partes conductoras externas)

**UBICACIÓN DE LOS MECANISMOS Y APARATOS EN LOS DIFERENTES VOLUMENES DE PROTECCIÓN EN LOS LOCALES QUE CONTIENEN BAÑERA O DUCHA (ITC-BT-27)**

**VOLUMEN 1** - **Mecanismos (1):** No permitida, excepto interruptores de circuitos de muy baja tensión nominal, MBTS, alimentados a una tensión nominal de 12V de valor eficaz en alterna o de 30V en continua, estando la fuente de alimentación instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.

- **Otros aparatos fijos (2):** Aparatos alimentados a MBTS (12V ca o 30V cc).

Calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor  $\leq 30$  mA, según la norma UNE 20.460-4-41.

**VOLUMEN 2** - **Mecanismos (1):** No permitida, excepto interruptores o bases de circuitos MBTS la fuente de alimentación de los cuales esté instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Se permite también la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con UNE-EN 60.742 o UNE-EN 61.558-2-5.

- **Otros aparatos fijos (2):** Todos los permitidos para el volumen 1.

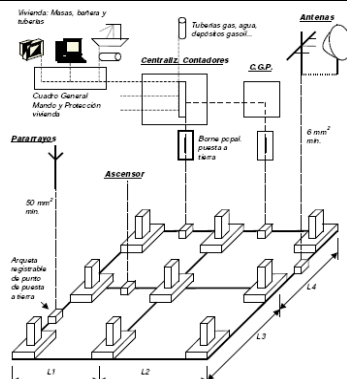
Luminarias, ventiladores, calefactores y unidades móviles para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor  $\leq 30$  mA según norma UNE 20.460-4-41.

**VOLUMEN 3** - **Mecanismos (1):** Se permiten las bases sólo si están protegidas o bien por un transformador de aislamiento, o por MBTS o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor  $\leq 30$  mA, todos ellos según los requisitos de la norma UNE 20.460-4-41.

- **Otros aparatos fijos (2):** Se permiten los aparatos sólo si están protegidos por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor  $\leq 30$  mA, todos ellos según los requisitos de la norma UNE 20.460-4-41.

**11 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18; ITC-BT-26)**

ESQUEMA TIPO DE PUESTA A TIERRA EN EDIFICIO DE VIVIENDAS

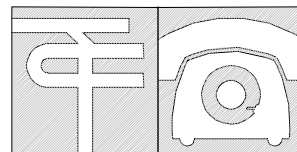


- Anillo Cu 35 mm<sup>2</sup>
- ..... Línea de enlace con tierra o conductor de tierra
- Línea principal de tierra Cu min. 16 mm<sup>2</sup>
- Líneas sec. de tierra y cond. protección

#### **4.4 R.D. LEY 1/1998, DE 27 DE FEBRERO SOBRE INFRAESTRUCTURAS COMUNES DE TELECOMUNICACIÓN**

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EDIFICIO EN MATERIA DE TELECOMUNICACIONES

### 2 VIVIENDAS, Calle Zamorano 68, MÁLAGA



#### OBJETO

Descripción de las previsiones contenidas en el presente proyecto de ejecución para incorporar las ICT, de acuerdo con lo establecido en el Anexo IV Especificaciones técnicas mínimas de las edificaciones en materia de telecomunicaciones del RD 401/2003 de 4 de abril por el que se aprueba el Reglamento Regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones.

#### Obligación de instalación de la ICT

De acuerdo con el art. 3 del RD-401/2003, la instalación de la ICT, infraestructura común de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación, es obligatoria en el presente proyecto de edificio por estar incluido en el tipo señalado en el cuadro siguiente:

<input checked="" type="checkbox"/>	Edificios y conjuntos inmobiliarios en los que exista continuidad en la edificación, de uso residencial o no, y sean o no de nueva construcción, que estén acogidos, o deban acogerse, al régimen de propiedad horizontal regulado por la Ley 49/1960, de 21 de julio de Propiedad Horizontal, modificada por la Ley 8/1999, de 6 de abril.
<input type="checkbox"/>	Edificios que, en todo o en parte, hayan sido o sean objeto de arrendamiento por plazo superior a un año, salvo los que alberguen una única vivienda.

Pag. 206 de 480

#### Documentación de la ICT

##### Proyecto de ICT (art. 8, RD 401/2003)

La ICT será objeto de proyecto técnico redactado por técnico titulado competente en materia de telecomunicaciones que actuará en coordinación con el autor del presente proyecto de edificación.

##### Boletín de instalación de telecomunicaciones (art. 3, O.M. CTE/1296/2003)

La ICT será ejecutada por un instalador de telecomunicaciones que una vez finalizada esta expedirá un boletín.

##### Certificado de fin de obra de ICT (art. 3, O.M. CTE/1296/2003)

La ICT será ejecutada bajo la dirección de un técnico titulado competente en materia de telecomunicaciones que expedirá un certificado en los casos de edificios de uso:

Residencial con mas de 20 viviendas o si en la ICT se incluyen elementos activos en la red de distribución.

No residencial.

#### DESCRIPCION

##### Funciones de la ICT

En la tabla que se incluye a continuación se señalan las funciones de la ICT

<input checked="" type="checkbox"/>	Captación y a adaptación de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales (RTV) y distribución hasta los puntos de conexión de los usuarios de dichas señales y de las correspondientes a la televisión por satélite, en previsión de su instalación durante la obra o en el futuro.
<input checked="" type="checkbox"/>	Proporcionar el acceso a los servicios de telefonía disponible al público y a los servicios que se puedan prestar a través de dicho acceso (TB + RDSI: Telefonía básica red digital de servicios integrados, etc.)
<input checked="" type="checkbox"/>	Proporcionar el acceso a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha: Telecomunicaciones por cable (TLCA) y Servicios de acceso fijo inalámbrico (SAFI).
<input type="checkbox"/>	Captación y a adaptación de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite

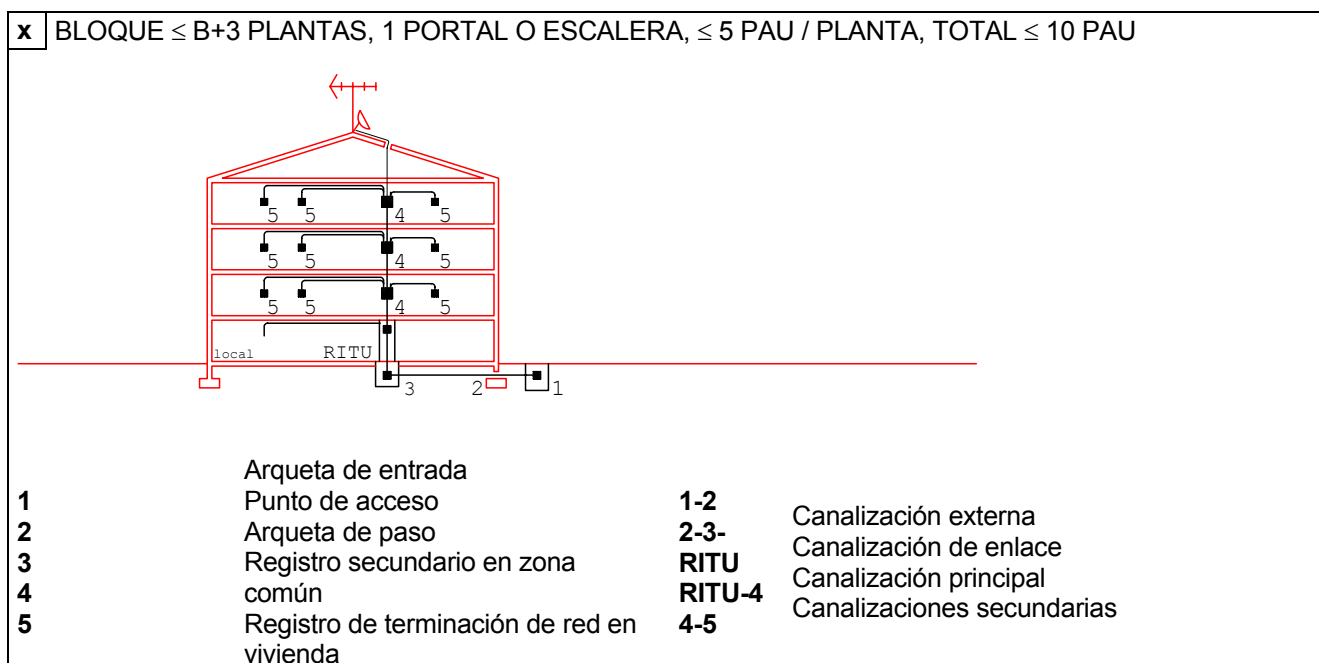
## Número de PAU del edificio

En la tabla siguiente se obtiene el número de puntos de acceso al usuario (PAU), o lugares de unión de las redes de dispersión e interiores de cada usuario de la ICT del edificio.

Usos	Nº de PAU
Viviendas (Anexo III, Nota 1)	1 PAU / vivienda
Oficinas definidas en los planos (Anexo III, Nota 1)	1 PAU / oficina
Locales definidos en los planos (Anexo III, Nota 1)	1 PAU / local
Superficie genérica de oficinas (Anexo I, 3.5.2.b)	1 PAU / 100 m2 o fracción (mínimo 1)
Superficie genérica de locales (Anexo I, 3.5.2.b)	1 PAU / 100 m2 o fracción (mínimo 1)
<b>Total</b>	<b>2</b>

## Esquema

Considerando la tipología del edificio así como el emplazamiento del punto de acceso a las redes de cable, de los elementos de captación de RTV y de las canalizaciones de distribución interiores, la ICT responde al esquema básico que se indica a continuación:



## Elementos de captación de señales RTV

Están compuestos por antenas, mástiles, torretas y sus sistemas de sujeción que deben situarse en un lugar libre de obstáculos y accesible desde el interior del edificio, a una distancia mínima de 5 m al obstáculo o mástil más próximo y de 1,5 veces la longitud del mástil a líneas eléctricas, siendo la altura máxima del mástil de 6 m y pudiendo utilizarse torretas para alturas superiores. Su emplazamiento se indica en los planos y su fijación se hará a elementos de fábrica resistentes y accesibles y alejados de chimeneas u otros obstáculos.

## Arqueta de entrada y canalización externa

La arqueta de entrada permite establecer la unión entre las redes de alimentación de los servicios de telecomunicación de los distintos operadores y la infraestructura común de telecomunicación del inmueble. A ella confluyen, por un lado, las canalizaciones de los distintos operadores y por otro la canalización externa.

La canalización externa permite introducir en el edificio las redes de alimentación de los servicios de telecomunicación de los diferentes operadores. Está constituida por los conductos que van desde la arqueta de entrada hasta el punto de entrada general del inmueble, con arquetas de paso de 40 x 40 x 40 (cm) en caso necesario, cada 50 m de recorrido y en los cambios de dirección.

En el cuadro siguiente se señalan las dimensiones de la arqueta de entrada y de la canalización externa, según 5.1 y 5.2 del Anexo IV del RD 401/2003, en función del número de PAU del edificio.

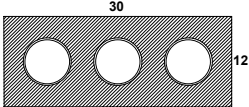
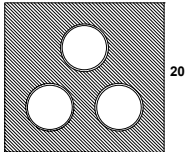
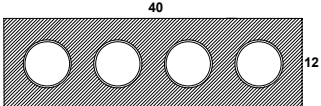
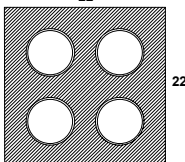
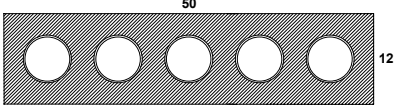
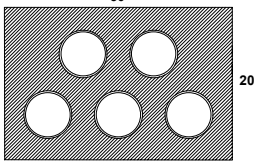
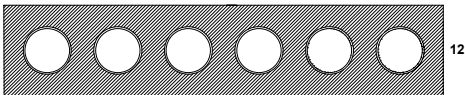
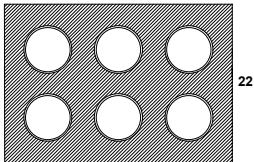
PAU	Arqueta A x B x H (cm)	Composición de la canalización externa	
≤ 4	40 x 40 x 60	1 TB+RDSI, 1 TLCA, 1 reserva	3 Ø 63
≤ 20	40 x 40 x 60	1 TB+RDSI, 1 TLCA, 2 reserva	4 Ø 63
≤ 40	40 x 40 x 60	2 TB+RDSI, 1 TLCA, 2 reserva	5 Ø 63
≤ 100	60 x 60 x 80	3 TB+RDSI, 1 TLCA, 2 reserva	6 Ø 63
> 100	80 x 70 x 82	3 TB+RDSI, 1 TLCA, 2 reserva	6 Ø 63

## Punto de entrada general

Es el elemento pasamuro realizado en el muro de cimentación del edificio, en zona comunitaria o en el propio recinto de instalaciones de telecomunicación, para el paso de los conductos de 63 mm de diámetro exterior de la canalización externa que proviene de la arqueta de entrada.

En la tabla siguiente se señalan las dimensiones mínimas del pasamuro en función del número de PAU y disposición de la canalización externa.



Canalización externa en una línea (cm)	Canalización externa en dos líneas (cm)
<p><input checked="" type="checkbox"/> ≤ 4PAU</p> 	<p><input type="checkbox"/> ≤ 4PAU</p> 
<p><input type="checkbox"/> ≤ 20PAU</p> 	<p><input type="checkbox"/> ≤ 20PAU</p> 
<p><input type="checkbox"/> ≤ 40PAU</p> 	<p><input type="checkbox"/> ≤ 40PAU</p> 
<p><input type="checkbox"/> &gt; 40PAU</p> 	<p><input type="checkbox"/> &gt; 40PAU</p> 

**Canalización de enlace inferior (entre el registro de enlace y el RITU)**

En la tabla que se incluye a continuación se señala la ubicación de la canalización, sus dimensiones aproximadas, la del registro de enlace colocado al final de la misma y las de los registros de paso a colocar cada 30 m en instalación aérea y cada 50 m en instalación enterrada, en los cambios de dirección y a 60 cm como máximo de las intersecciones. En todo caso, estas previsiones estarán sujetas a los cambios que puedan ser introducidos en el proyecto de ICT redactado por el técnico competente.

Para la estimación de las dimensiones de la canalización se consideran, además del número de PAU obtenido anteriormente, el número de pares previsto (número de líneas telefónicas) según 3.1, Anexo II del RD 401/2003:

Pares en viviendas = 2 x nº de viviendas.

Pares en oficinas = 0,2 x nº de puestos de trabajo o si se desconoce el nº de puestos: 0,03 x superficie útil en m<sup>2</sup>; con un mínimo de 3 x (nº de oficinas estimando una oficina cada 100m<sup>2</sup> de sup. construida).

Pares en locales = 3 x (nº de locales.).

Ubicación		PAU	Pares	Composición (mm)	Registros de H x A x P (cm)
	Enterrada	-	-	Igual que la canalización externa	Arqueta 40 x 40 x 40 (cm)
	Superficial	≤ 4	≤ 100	X Tubos: 3 Ø40	Armario 45 x 45 x 12 (cm)
x	Falso techo			Canal: 40 x 110	No se exige
	Cámara			Bandeja: 60 x 75	No se exige
	Empotrada	≤ 20	≤ 100	Tubos: 4 Ø40	Armario 45 x 45 x 12 (cm)
				Canal: 40x110	No se exige
				Bandeja: 60 x 75	No se exige
		≤ 40	≤ 200	Tubos: 5 Ø40	Armario 45 x 45 x 12 (cm)
				Canal: 40 x 110	No se exige
				Bandeja: 60 x 100	No se exige
		≤ 50	≤ 200	Tubos: 6 Ø40	Armario 45 x 45 x 12 (cm)
				Canal: 40 x 110	No se exige
				Bandeja: 60 x 100	No se exige
		≤ 100	≤ 250	Tubos: 6 Ø40	Armario 45 x 45 x 12 (cm)
				Canal: 60 x 110	No se exige
				Bandeja: 60 x 150	No se exige
		> 100	≤ 800	Tubos: 6 Ø63	Armario 45 x 45 x 12 (cm)
				Canal: 60 x 230	No se exige
				Bandeja: 60 x 200	No se exige
Observaciones					

**Canalización de enlace superior (entre los elementos de captación y el RITU)**

Esta canalización soporta los cables que van desde los sistemas de captación de RTV hasta el Recinto de Instalaciones de Telecomunicaciones Unico (RITU).

En el cuadro siguiente se señalan, para cada tramo, el tipo de instalación y composición elegidos, según 5.4.2 del Anexo IV del RD 401/2003.

Tramo	Montaje	Composición (mm)	Registros H x A x P (cm)
Antena - pasamuro	Superficial	Cables sin protección entubada	-
Pasamuro - RITS/RITU	Superficial	Tubos: 4 Ø40	36 x 36 x 12 (cm) c/ 30m
	En falso techo	Canal: 60x190	No se exige
	En cámara		
	Empotrado	<input checked="" type="checkbox"/> Tubos: 4 Ø40	36 x 36 x 12 (cm) c/ 30m

## Recintos de instalaciones de telecomunicación

Los recintos de instalaciones de telecomunicación pueden ser de los tipos siguientes:

**RITI** Local o armario donde se instalarán los registros principales correspondientes a los distintos operadores de los servicios de telecomunicación de TB + RDSI, TLCA y SAFI, y los posibles elementos necesarios para el suministro de estos servicios. Asimismo, de este recinto arranca la canalización principal de la ICT del inmueble

**RITS** Local o armario donde se instalarán los elementos necesarios para el suministro de los servicios de RTV y, en su caso, elementos de los servicios SAFI y de otros posibles servicios. En el se alojarán los elementos necesarios para adecuar las señales procedentes de los sistemas de captación de emisiones radioeléctricas de RTV, para su distribución por la ICT del inmueble o, en el caso de SAFI y de otros servicios, los elementos necesarios para trasladar las señales recibidas hasta el RITI.

**RITU** Recinto único que acumula la funcionalidad del RITI y del RITS.

**RITM** Armario de tipo modular para realización de los RITI, RITS o RITU, cuando sea admisible.

A continuación se indica el tipo y dimensiones del recinto en función de la altura del edificio y del número de PAU, según 4.5 y 5.5 del Anexo IV del RD 401/2003.

Nº de plantas	PAU	Recintos	alto (m)	ancho (m)	fondo (m)
≤ PB+3P	<b>X</b> ≤ 10	RITU de tipo RITM	2,00	1,00	0,50
Cualquiera	≤ 20	RITI y RITS de tipo RITM	2,00	1,00	0,50
	≤ 30	RITI y RITS de tipo RITM	2,00	1,50	0,50
	≤ 45	RITI y RITS de tipo RITM	2,00	2,00	0,50
	> 45	RITI y RITS de tipo local	2,30	2,00	2,00

Pag. 211 de 480

## Canalización principal (RITU - Registros de paso - Registros secundarios de planta)

Esta canalización soporta la red de distribución de la ICT uniendo el RITU/RITI/RITS, o el registro base en el caso de existir mas de una vertical (mas de ocho PAU por planta, etc.), con los registros de cambio de dirección y/o los registros secundarios de planta. Deberá ser lo más rectilínea posible y discurrir, siempre que sea razonable, por la zona común y en cualquier caso por zonas accesibles.

En los cuadros siguientes se señalan para cada tramo, vertical y horizontal en caso de existir, las ubicaciones y composición y las dimensiones de los registros secundarios, según 5.7 y 5.8 del Anexo IV del RD 401/2003.

Tramos verticales	Ubicación	PAU	Composición (mm)	Registros H x A x P(cm)
Unico o principal: RITI / RITU - Registros de planta - RITS (una vertical cada 8 PAU / planta)	Empotrada	≤ 12	Tubos: 5 Ø50	45 x 45 x 15
	En cámara		Canal: 110 x 60	si ≤ 3 PAU/planta o
	En patinillo	≤ 20	Tubos: 6 Ø50	si ≤ 4 PAU/planta y ≤ 5 plantas
	Superficial		Canal 110 x 60	50 x 70 x 15 en general
		≤ 30	Tubos: 7 Ø50	50 x 70 x 15
		≤ 40	Canal: 150 x 60	
		≤ 49	Tubos: 10 Ø50	55 x 100 x 15
			Canal: 190 x 60	
		≤ 49	Tubos: 12 Ø50	
			Canal: 230 x 60	
		≥ 50	S/ proyecto ICT	
Secundarios: Registros base - Registros de planta (una vertical cada 8 PAU / planta)	Empotrada	≤ 12	Tubos: 5 Ø50	45 x 45 x 15
	En cámara		Canal: 110 x 60	si ≤ 3 PAU/planta o
	En patinillo	≤ 20	Tubos: 6 Ø50	si ≤ 4 PAU/planta y ≤ 5 plantas
	Superficial		Canal: 110 x 60	50 x 70 x 15
		≤ 30	Tubos: 7 Ø50	50 x 70 x 15
			Canal: 190 x 60	
		≤ 49	Tubos: 12 Ø50	
			Canal: 230 x 60	
		≥ 50	S/ proyecto ICT	
<b>Observaciones</b>				

Pag. 212 de 480

Tramos horizontales	Ubicación	PAU	Composición (mm)	Registros H x A x P(cm)
RITI - Registro base vertical (una horizontal por cada vertical)	Empotrada		Tubos: 7 Ø50	50 x 70 x 15
	En cámara	≤ 30	Canal: 150 x 60	
	En falso techo		Bandeja	
	Superficial	≤ 40	Tubos: 10 Ø50	55 x 100 x 15
			Canal: 190 x 60	
		≤ 49	Bandeja	
			Tubos: 12 Ø50	
			Canal: 230 x 60	
			Bandeja	
		≥ 50	S/ proyecto ICT	
<b>Observaciones</b>				

### Canalización secundaria

Esta canalización soporta la red de dispersión del inmueble conectando los registros secundarios con los de terminación de red que, a su vez, conectan las canalizaciones secundarias con las interiores de usuario. En ella se intercalan los registros de paso que facilitan el tendido de los cables.

Del registro secundario podrán salir varias canalizaciones secundarias.

En el cuadro siguiente se señalan, para cada tramo, la ubicación y composición y las dimensiones de sus registros, según 5.9 y 5.10 del Anexo IV del RD 401/2003:

Tramo	Ubicación	PAU	Composición (mm)	Registros H x A x P (cm)
<input type="checkbox"/> Común (Obligatorio $\geq 6$ PAU/planta)	<input type="checkbox"/> Empotrada	$\leq 2$	<input type="checkbox"/> Tubos 4 Ø20	De paso c/ 15 m o derivación: <input type="checkbox"/> 36 x 36 x 12
	<input type="checkbox"/> Falso techo		<input type="checkbox"/> Canal 110 x 40	
	<input type="checkbox"/> Superficial	$\leq 3$	<input type="checkbox"/> Tubos 3 Ø32 + 1 Ø25	
			<input type="checkbox"/> Canal 110 x 40	
		$\leq 4$	<input type="checkbox"/> Tubos 4 Ø32	
			<input type="checkbox"/> Canal 110 x 60	
		$\leq 5$	<input type="checkbox"/> Tubos 5 Ø32	
			<input type="checkbox"/> Canal 110 x 60	
		$\leq 6$	<input type="checkbox"/> Tubos 1 Ø40 + 3 Ø32	
			<input type="checkbox"/> Canal 130 x 60	
		$\leq 8$	<input type="checkbox"/> Tubos 2 Ø50 + 2 Ø40	
			<input type="checkbox"/> Canal 150 x 60	
<input checked="" type="checkbox"/> Individual (admisible como tramo único si $< 6$ PAU/planta)	<input checked="" type="checkbox"/> Empotrada	1	<input checked="" type="checkbox"/> Tubos 3 Ø25	De paso c/ 15 m:
	<input checked="" type="checkbox"/> Falso techo		<input type="checkbox"/> Canal 50 x 20	<input checked="" type="checkbox"/> 10 x 10 x 4
	<input type="checkbox"/> Superficial			De terminación de red separados:
				<input type="checkbox"/> 10 x 7 x 4 TB + RDSI
				<input type="checkbox"/> 10 x 17 x 4 TLCA + SAFI
				<input type="checkbox"/> 20 x 30 x 6 RTV
				De terminación de red unidos:
				<input type="checkbox"/> 30 x 40 x 6 RTV y TLCA + SAFI
				<input type="checkbox"/> 30 x 50 x 6 RTV; TLCA + SAFI y TB + RDSI;
Observaciones				

Pag. 213 de 480

**Canalización interior de usuario**

Esta canalización soporta la red interior de usuario, conectando los registros de terminación de red y los registros de toma que alojan las bases de acceso terminal (BAT), o tomas de usuario, para efectuar la conexión con la ICT. En ella se intercalan los registros de paso que facilitan el tendido de los cables.

En el cuadro siguiente se señalan, para cada tramo, la ubicación y composición y las dimensiones de sus registros, según 5.12 y 5.13 del Anexo IV del RD 401/2003.

Tramo	Ubicación	Composición (mm)	Registros H x A x P (cm)
Pasillo/Vestíbulo	<input checked="" type="checkbox"/> Empotrada	<input checked="" type="checkbox"/> Tubos: 3 Ø20	De paso c/ 15 m:
	<input type="checkbox"/> Falso techo	<input type="checkbox"/> Canaleta: 50 x 20	<input checked="" type="checkbox"/> 10 x 10 x 4 TB + RDSI
	<input type="checkbox"/> Superficial		<input checked="" type="checkbox"/> 10 x 16 x 4 TLCA + SAFI
			<input checked="" type="checkbox"/> 10 x 16 x 4 RTV
Estancias	<input type="checkbox"/> Empotrada	<input type="checkbox"/> Tubos: 3 Ø20	De paso c/ 15m:
	<input type="checkbox"/> Falso techo	<input type="checkbox"/> Canaleta: 50 x 20	<input checked="" type="checkbox"/> 10 x 10 x 4 TB + RDSI
	<input type="checkbox"/> Superficial		<input checked="" type="checkbox"/> 10 x 16 x 4 TLCA + SAFI
			<input checked="" type="checkbox"/> 10 x 16 x 4 RTV
			De toma:
			<input checked="" type="checkbox"/> 6,4 x 6,4 x 4,2 Todos
Observaciones			

### Bases de acceso terminal y registros de toma

En la tabla siguiente se señalan las bases de acceso terminal (BAT) que deben instalarse:

- En viviendas, como mínimo, serán tres, una para cada servicio (TB+RDSI, TLCA + SAFI, RTV), por cada dos estancias o fracción que no sean baños o trasteros, con un mínimo de dos para cada servicio, previendo asimismo la instalación futura, por el usuario, de un servicio en cada una de las estancias habitables restantes.
- En locales y oficinas debe instalarse un mínimo de tres BAT, uno para cada servicio fijándose el número definitivo en el Proyecto de ICT.

Viviendas	BAT: TB+RDSI	BAT: TLCA + SAFI	BAT: RTV	Registro genérico
Con 1-2 estancias habitables (≥2 BAT por servicio)	<input type="checkbox"/> Estar/cocina <input type="checkbox"/> Dormitorio	<input type="checkbox"/> Estar/cocina <input type="checkbox"/> Dormitorio	<input type="checkbox"/> Estar/cocina <input type="checkbox"/> Dormitorio	<input type="checkbox"/> Estar/cocina <input type="checkbox"/> Dormitorio
Con 3 estancias habitables (≥2 BAT por servicio + 1 registro + genérico)	<input checked="" type="checkbox"/> Estar/Cocina <input checked="" type="checkbox"/> Dormitorio 1 <input type="checkbox"/> Dormitorio 2	<input checked="" type="checkbox"/> Estar/Cocina <input checked="" type="checkbox"/> Dormitorio 1 <input type="checkbox"/> Dormitorio 2	<input checked="" type="checkbox"/> Estar/Cocina <input checked="" type="checkbox"/> Dormitorio 1 <input type="checkbox"/> Dormitorio 2	<input type="checkbox"/> Estar/Cocina <input type="checkbox"/> Dormitorio 1 <input checked="" type="checkbox"/> Dormitorio 2
Con 4 estancias habitables (≥2 BAT por servicio + 2 registros genéricos)	<input checked="" type="checkbox"/> Estar/Cocina <input checked="" type="checkbox"/> Dormitorio 1 <input type="checkbox"/> Dormitorio 2 <input type="checkbox"/> Dormitorio 3	<input checked="" type="checkbox"/> Estar/Cocina <input checked="" type="checkbox"/> Dormitorio 1 <input type="checkbox"/> Dormitorio 2 <input type="checkbox"/> Dormitorio 3	<input checked="" type="checkbox"/> Estar/Cocina <input checked="" type="checkbox"/> Dormitorio 1 <input type="checkbox"/> Dormitorio 2 <input type="checkbox"/> Dormitorio 3	<input type="checkbox"/> Estar/Cocina <input type="checkbox"/> Dormitorio 1 <input checked="" type="checkbox"/> Dormitorio 2 <input checked="" type="checkbox"/> Dormitorio 3
Con 5 estancias habitables (≥3 BAT por servicio + 2 registros genéricos)	<input type="checkbox"/> Estar <input type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/> Dormitorio 1 <input type="checkbox"/> Dormitorio 2 <input type="checkbox"/> Dormitorio 3	<input type="checkbox"/> Estar <input type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/> Dormitorio 1 <input type="checkbox"/> Dormitorio 2 <input type="checkbox"/> Dormitorio 3	<input type="checkbox"/> Estar <input type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/> Dormitorio 1 <input type="checkbox"/> Dormitorio 2 <input type="checkbox"/> Dormitorio 3	<input type="checkbox"/> Estar <input type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/> Dormitorio 1 <input type="checkbox"/> Dormitorio 2 <input type="checkbox"/> Dormitorio 3
Con 6 estancias habitables (≥3 BAT por servicio + 3 registros genéricos)	<input type="checkbox"/> Estar <input type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/> Dormitorio 1 <input type="checkbox"/> Dormitorio 2 <input type="checkbox"/> Dormitorio 3 <input type="checkbox"/> Dormitorio 4	<input type="checkbox"/> Estar <input type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/> Dormitorio 1 <input type="checkbox"/> Dormitorio 2 <input type="checkbox"/> Dormitorio 3 <input type="checkbox"/> Dormitorio 4	<input type="checkbox"/> Estar <input type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/> Dormitorio 1 <input type="checkbox"/> Dormitorio 2 <input type="checkbox"/> Dormitorio 3 <input type="checkbox"/> Dormitorio 4	<input type="checkbox"/> Estar <input type="checkbox"/> Cocina <input type="checkbox"/> Dormitorio 1 <input type="checkbox"/> Dormitorio 2 <input type="checkbox"/> Dormitorio 3 <input type="checkbox"/> Dormitorio 4
Oficinas y locales	BAT: TB+RDSI	BAT: TLCA + SAFI	BAT: RTV	Registro genérico
Definidos en el proyecto (mínimo 1 toma para cada servicio)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>Observaciones</b>				

## CARACTERÍSTICAS

A continuación se indican las características de los elementos y recintos descritos en el apartado anterior.

### Elementos de captación de señales de RTV

Las antenas y elementos del sistema captador de señales terrestres y de satélite, en su caso, soportarán las siguientes velocidades de viento:

130km/h para sistemas situados a 20 m del suelo.

150km/h para sistemas situados a mas de 20 m del suelo.

Los mástiles o tubos que sirvan de soporte a las antenas y elementos anexos deberán estar diseñadas de forma que se impida, o al menos se dificulte, la entrada de agua en ellos y, en todo caso, se garantice la evacuación de la que se pudiera recoger.

Los mástiles de antena y el equipo captador de satélite, en su caso, deberán estar conectados a la toma de tierra del edificio a través del camino mas corto posible, con cable de, al menos, 25 mm<sup>2</sup> de sección. En caso de no instalarse el elemento de captación de RTV de satélite se preverá su posible conexión a la tierra del edificio mediante conductor de al menos, 25 mm<sup>2</sup> de sección.

### Arqueta de entrada y arquetas de registro y de enlace

Las arquetas serán prefabricadas y deberán soportar las sobrecargas normalizadas en cada caso y el empuje del terreno. La tapa tendrá una resistencia mínima de 5 kN. Deberán tener un grado de protección IP55. Las arquetas de entrada, además, dispondrán de cierre de seguridad y de dos puntos para tendido de los cables en paredes opuestas a las entradas de conductos situados a 150 mm del fondo, que soporten una tracción de 5 kN.

### Canalizaciones

Las canalizaciones mantendrán las separaciones con otras instalaciones que se indican:

- Se procurará la máxima independencia entre las instalaciones de telecomunicación y las del resto de los servicios.
- Los cruces con otros servicios se realizarán preferentemente pasando las canalizaciones de telecomunicación por encima de las de otro tipo.
- La separación será, como mínimo, 10 cm en curso paralelo y 3 cm en los cruces.
- Si se realizan con canales para la distribución conjunta con otros servicios que no sean de telecomunicación, cada uno de ellos se alojará en compartimentos diferentes.

En el cuadro siguiente se señalan las características principales y el emplazamiento de las canalizaciones.

Tipo	Características	Emplazamiento
Externa	<input checked="" type="checkbox"/> Tubos de pared interior lisa con hilo guía, de material plástico o metálico resistente a la corrosión, en zanja de 73 cm de profundidad, de acuerdo con las especificaciones del Proyecto de ICT.	en zona exterior o común
Enlace	<input checked="" type="checkbox"/> Tubos de pared interior lisa con hilo guía, de material plástico, canales o bandejas, de acuerdo con las especificaciones técnicas del Proyecto de ICT.	en zona exterior o común
Principal	<input checked="" type="checkbox"/> Tubos de pared interior lisa con hilo guía, de material plástico, canales o bandejas, de acuerdo con las especificaciones técnicas del Proyecto de ICT.	en zona exterior o común, próxima a la escalera / ascensor
Secundaria	<input checked="" type="checkbox"/> Tubos con hilo guía, de material plástico, canales o bandejas, de acuerdo con las especificaciones técnicas del Proyecto de ICT.	en zona exterior o comunitaria
Interior de usuario	<input checked="" type="checkbox"/> Tubos con hilo guía, de material plástico, canales o bandejas, de acuerdo con las especificaciones técnicas del Proyecto de ICT.	en zona privativa
<b>Observaciones</b>		

### Registros

En el cuadro siguiente se señalan las características principales y el emplazamiento de cada registro.

Registro	Características	Emplazamiento
De enlace	<input checked="" type="checkbox"/> Arqueta	RITI / RITU
	<input type="checkbox"/> Caja empotrada, de poliéster, policarbonato o metal, con tapa	Junto al pasamuro del punto de entrada gral.
	<input type="checkbox"/> Caja en superficie, de poliéster, policarbonato o metal, con tapa	
De segregación o de paso	<input type="checkbox"/> Arqueta	según planos
	<input checked="" type="checkbox"/> Caja empotrada, de poliéster, policarbonato o metal, con tapa	en zona comunitaria a 30 cm del techo
	<input type="checkbox"/> Caja en superficie, de poliéster, policarbonato o metal, con tapa	
Secundario de planta	<input type="checkbox"/> Nicho enlucido con puerta de plástico y chapa galvanizada de 1 mm	en zona comunitaria a 30 cm del techo
	<input checked="" type="checkbox"/> Caja empotrada, de poliéster, policarbonato o metal, con tapa	
	<input type="checkbox"/> Caja en superficie, de poliéster, policarbonato o metal, con tapa	
De terminación de Red	<input type="checkbox"/> Caja empotrada, de poliéster, policarbonato o metal, con tapa	en pared interior de vivienda/local/oficina
	<input type="checkbox"/> Caja en superficie, de poliéster, policarbonato o metal, con tapa	20 < H (cm) < 230
	<input checked="" type="checkbox"/> Dispondrá de toma de corriente o base de enchufe	
De toma	<input checked="" type="checkbox"/> Caja empotrada	d < 50 cm de una toma de corriente o base de enchufe
	<input type="checkbox"/> Caja en superficie	



## Recintos de instalaciones de telecomunicación

En el cuadro siguiente, se señalan las características principales de los recintos de instalaciones de telecomunicación, según 5.5.

Tipo	Características
Local o RITM	UBICACION
	<input checked="" type="checkbox"/> RITI/RITU en planta baja
	<input type="checkbox"/> RITI/RITU en semisótano o sótano, disponiendo de sumidero
	<input type="checkbox"/> RITS en cubierta o azotea
	<input type="checkbox"/> RITS en la última planta
	<input type="checkbox"/> En su vertical no existen canalizaciones de agua o sumideros
	<input type="checkbox"/> En su vertical si existen canalizaciones de agua, adoptándose medidas de protección
	CONSTRUCTIVAS
	<input checked="" type="checkbox"/> Puerta de acceso metálica de apertura hacia el exterior y cerradura.
	<input checked="" type="checkbox"/> Solado de pavimento rígido que disipe cargas electrostáticas.
	<input checked="" type="checkbox"/> Paredes y techo con capacidad portante suficiente.
	VENTILACION
	<input type="checkbox"/> Abertura al exterior.
	<input type="checkbox"/> Conducto vertical y aspirador estático.
	<input type="checkbox"/> Conducto y extractor mecánico (2 renovaciones / h).
	PROTECCION ELECTROMAGNETICA
	<input type="checkbox"/> Separación $\geq 2$ m: Centros de transformación, máquinas de ascensores o aire acondicionado.
	<input type="checkbox"/> Protección contra campo electromagnético.
	INSTALACIONES
	<input checked="" type="checkbox"/> Toma de tierra de resistencia $\leq 10 \Omega$ .
	<input checked="" type="checkbox"/> Línea de alimentación eléctrica exclusiva de $2 \times 6 \text{ mm}^2 + T / \varnothing 32$ .
	<input checked="" type="checkbox"/> Cuadro eléctrico de mando y protección para ICP y los interruptores omnipolares siguientes: 1 PIA 25 A (general), 1 ID-Selectivo 25 A - 300 mA, 1 PIA 16 A (tomas de corriente) y 1 PIA 10A (alumbrado). Además dispondrá de espacio para permitir la instalación, por cada operador, de 1 PIA 25 A y un ID 25 A - 30 mA.
Local	<input checked="" type="checkbox"/> Dos bases de enchufe de 16 A, c.T.T. instaladas.
	<input checked="" type="checkbox"/> 1 ó varios puntos de luz suficientes para garantizar un nivel medio de 300 lux.
RITM	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Aparato autónomo de iluminación de emergencia
	PROTECCION CONTRA INCENDIOS
Local	<input type="checkbox"/> Puerta RF-60 en acceso desde escalera protegida (15.5.4 CPI-96).
	PROTECCION CONTRA INCENDIOS
RITM	<input checked="" type="checkbox"/> Armario modular de tipo no propagador de la llama.
	Observaciones

## 5. ANEJOS A LA MEMORIA

El proyecto contendrá tantos planos como sean necesarios para la definición en detalle de las obras.

- Información geotécnica
- Cálculo de la estructura
- Protección contra el incendio
- Instalaciones del edificio
- Eficiencia energética
- Estudio de impacto ambiental
- Plan de control de calidad
- Estudio de seguridad y salud
- Normativa de obligado cumplimiento

## 5.-ANEJOS

## 5.1.- INFORMACIÓN GEOTÉCNICA

En tomo aparte

## 5.2.- CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

## ÍNDICE

MEMORIA DE CÁLCULO .....	3
1. Justificación de la solución adoptada .....	3
1.1. Estructura .....	3
1.2. Cimentación .....	3
2. Dimensionamiento .....	5
2.1. Normas de aplicación .....	5
2.2. Método de cálculo .....	5
2.2.1. Muros de fábrica de ladrillo .....	6
2.3. Cálculos por Ordenador .....	6
3. Características de los materiales a utilizar .....	7
3.1. Hormigón armado .....	7
3.1.1. Hormigones .....	7
3.1.2. Acero en barras .....	7
3.1.3. Acero en Mallazos .....	7
3.1.4. Ejecución .....	7
3.2. Muros de fábrica .....	8
3.3. Ensayos a realizar .....	8
3.4. Asientos admisibles y límites de deformación .....	8
ANEJO 1-ACCIONES ADOPTADAS EN EL CÁLCULO .....	10
4. Acciones Gravitatorias .....	10
4.1. Cargas superficiales .....	10
4.1.1. Peso propio del forjado .....	10
4.1.2. Pavimentos y revestimientos .....	10
4.1.3. Sobrecarga de tabiquería (tabiques de peso < 1,2 kN/m <sup>2</sup> ) .....	10
4.1.4. Sobrecarga de uso .....	10
4.1.5. Sobrecarga de nieve .....	11
4.2. Cargas lineales .....	11
4.2.1. Peso propio de las fachadas .....	11
4.2.2. Peso propio de las particiones pesadas .....	11
4.3. Cargas horizontales en barandas y antepechos .....	11
5. Acciones del viento .....	11
5.1. Presión dinámica del viento ( $q_b$ ) .....	11
5.2. Coeficiente de exposición ( $c_e$ ) .....	11
5.3. Coeficientes eólicos del viento ( $c_p$ , $c_s$ ) .....	11
6. Acciones térmicas y reológicas .....	12
7. Acciones sísmicas .....	12

7.1. Clasificación de la construcción .....	12
7.2. Coeficiente de riesgo.....	12
7.3. Aceleración Básica .....	12
7.4. Coeficientes del terreno y de amplificación.....	12
7.5. Aceleración de cálculo (apdo. 2.2) .....	12
7.6. Amortiguamiento .....	12
7.7. Fracción cuasi-permanente de sobrecarga.....	12
7.8. Ductilidad .....	12
7.9. Periodos de vibración de la estructura .....	12
7.10. Método de cálculo empleado.....	12
8. Combinaciones de acciones consideradas .....	13
8.1. Hormigón Armado .....	13
ANEJO 2.-FUNDAMENTOS DEL CÁLCULO .....	15
9. Programas utilizados .....	15
10. Tipo de análisis efectuado por cypecad .....	15
10.1. Descripción del Análisis Efectuado por el Programa .....	15
11. Discretización de la estructura.....	15
11.1. Consideración del tamaño de los nudos .....	16
11.2. Redondeo de las Leyes de Esfuerzos en Apoyos.....	17
12. Método de comprobación a pandeo .....	19
13. Opciones de cálculo .....	23
13.1. Estructuras de hormigón armado. Opciones de Cálculo.....	23
14. Método de cálculo de acciones horizontales .....	27
15. Dimensionado de secciones.....	31
15.1. Comprobación y Dimensionado de Elementos .....	31
15.1.1. Vigas .....	31
15.1.2. Pilares y muros de fábrica.....	34
15.1.3. Forjados de Losa Maciza .....	35
15.1.4. Forjados Reticulares .....	37
15.1.5. Deformaciones en Vigas .....	38
15.1.6. Deformaciones en Forjados .....	43
16. Cimentaciones .....	44
16.1. Cimentaciones flotantes: Losas y Vigas de Cimentación.....	44

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 1. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

La estructura estará situada en la calle Zamorano 68 de Málaga, y consta de un bloque compuesto por baja más una y cubierta transitable.

Todos los contornos son medianeros a parcelas contiguas o viales públicos.

#### 1.1. ESTRUCTURA

Se ha diseñado una estructura de forjados compuestos por placas aligeradas de hormigón armado con casetones perdidos de hormigón prefabricado, soportados por pilares del mismo material.

Salvo las excepciones que siguen más abajo los forjados empleados serán reticulares con capa de compresión de 5 cm y canto total de 30 cm. Los forjados serán realizados con nervios "in situ" de 12 cm de ancho separados entre sí 60 cm por casetones perdidos de hormigón prefabricados de dimensiones 60x20x25 como geometría óptima en función de la previsión de cargas, distribución de pilares (luces y situación) y disponibilidad del mercado local de elementos prefabricados.

El canto se ha previsto en función de la deformación máxima admisible en los vanos más solicitados de acuerdo con los límites descritos en el apdo 3.4 de la presente memoria.

El forjado sanitario de planta baja se resuelve con solera ventilada formada por casetones perdidos tipo Caviti o similar de 10 cm de altura más capa de compresión de 3 cm, sobre losa de cimentación.

Las losas de escaleras se han resuelto con losas armadas en función de la dificultad de fijación de los bloques en forjados inclinados durante el hormigonado y la estética de canto reducido.

#### 1.2. CIMENTACIÓN

Siguiendo indicaciones del estudio geotécnico realizado por ENYPSA con fecha de febrero de 2008 y nº de expediente 104-EG-08, se ha diseñado una cimentación directa por losa armada a -0.13 de 40 cm de espesor sobre 10 cm de hormigón de limpieza y 50 cm de relleno de regularización sobre mejora de terreno con pilotes de suelo-cemento (MIX) de Ø45 y 6 m de profundidad (extremos a -7.1 m) dispuestos en retícula según planta de replanteo (<1.75x1.75) como solución óptima a nivel de costes y sencillez de ejecución.

En el informe referido se describen los siguientes niveles geotécnicos:

NIVEL	SUSTRATO	USCS	HASTA* (m)	N <sub>SPT</sub>	N <sub>20</sub>	COMPACIDAD
I	Rellenos de arenas arcillosas marrones, rojizas y blanquecinas con abundantes gravas y gravillas	GM	-5.0	5	<10	---
II	Limos arcillosos marrones verdosos	CL-ML CL	<-14.9	27-37	>20	Firme a Dura

(\*) En sondeo SRV-1 (ref. ±0.00 en solera ventilada de planta baja)

Nivel freático: -4.3/-6.3 m con posibles subidas ocasionales o estacionales. Mantener seguimiento hasta ejecución de obra.

Para proyectar la mejora de terreno con pilotes suelo-cemento, además de las consideraciones realizadas en el estudio geotécnico respecto a los asientos, se valora la resistencia a hundimiento y la resistencia estructural de los mismos.

Para evaluar la resistencia a hundimiento se sigue la formulación recomendada por CTE-SE-C en F.2.1.

En nuestro caso, la resistencia a punta se obtiene de los valores medios de los parámetros en la zona activa (6·D=2.7 m = 1.9 m en nivel 2 y 0.8 m en nivel 1):  $\phi' = 23^\circ$ ,  $C_u' = 86 \text{ kPa}$ . Con estos parámetros la resistencia a punta viene dada por:

$$\text{Corto plazo: } q_p = \frac{1}{2} \cdot N_p \cdot C_u = 387 \text{ kPa}$$

$$\text{Largo plazo: } q_p = \frac{1}{3} \cdot f_p \cdot \sigma_v' \cdot k_f \cdot f \cdot \tan \phi' = 779 \text{ kPa}$$

Y por tanto se considera la resistencia a corto plazo que es limitante, de donde se obtiene una resistencia por pilote de:



$$P = \pi \cdot D^2 / 4 \cdot 387 = 61.9 \text{ kN}$$

La resistencia a fuste limitante es a largo plazo, que para los parámetros característicos de ambos niveles viene dada por:

$$F = \pi \cdot D \cdot (4.1 \cdot 5.2 + 0.9 \cdot 8.2) = 40.6 \text{ kN}$$

Considerando esta resistencia simultáneamente con la resistencia de punta a corto plazo, con carácter conservador, se obtiene la resistencia a hundimiento de cada pilote:

$$R_h = P + F = 102.5 \text{ kN}$$

La carga transmitida por el peor pilote viene dada por el peso del edificio por metro cuadrado por la superficie tributaria máxima según el replanteo de pilotes proyectado:

$$E_p = 33 \text{ kN/m}^2 \cdot (1.6 \times 1.5) \text{ m}^2 = 79.2 \text{ kN}$$

Que es superior a la resistencia a hundimiento utilizada.

La resistencia estructural exigida al pilote es de:

$$f_d = 79.2 / A_p = 495 \text{ kN/m}^2$$

En la práctica la resistencia obtenida para las probetas extraídas en obra de suelo-cemento es de:

$$f_{est} = 100 \text{ kg/cm}^2 = 10000 \text{ kN/m}^2$$

Siguiendo el criterio de CTE-SE-C 5.3.8.1 se exige un factor de seguridad mínimo de  $25/3.5 = 7.14$ , y por tanto la resistencia máxima admisible de los pilotes es de:

$$f_{adm} = 10000/7.14 \sim 1400 \text{ kN/m}^2$$

que es muy superior a la solicitada en proyecto.

Así pues con las condiciones de mejora de terreno previstas, siguiendo recomendaciones del estudio referido, se tiene la siguiente capacidad de carga para la losa de cimentación:

$$T_{adm} = 100 \text{ kPa}$$

$$K_{30} = 150 \text{ MN/m}^3$$

El valor del módulo de balasto varía en función de las dimensiones de la placa del ensayo, siendo menor cuanto mayores son las dimensiones de la misma. Esta variación es muy acusada hasta la placa de 76 cm de diámetro, en suelos homogéneos, a partir de la cual las variaciones se pueden despreciar en el análisis de interacción suelo-cimiento del modelo de cálculo empleado.

En nuestro caso se extiende el diámetro de la placa de referencia a 1.6 m que es la separación máxima de los pilotes de suelo cemento, por lo que se puede admitir que el módulo de la placa de 160 cm de diámetro es representativo de la elasticidad del suelo mejorado en su interacción con la losa de cimentación.

Siguiendo el principio de proporcionalidad entre módulos de balasto de placas de distinta dimensión, se tiene la siguiente relación entre la placa de diámetro 160 cm y la de 34 cm (equivalente a la placa de 30x30):

$$K_{160} = \frac{34}{160} K_{30} \Rightarrow K_{160} = 32 \text{ MN/m}^3$$

Debe tenerse en cuenta que la excavación permanezca abierta, el menor tiempo posible, disponiendo el relleno estructural y el hormigón de limpieza inmediatamente después de la retirada de los últimos 15 cm de terreno.

Una vez alcanzado el nivel de cimentación, se clavará barra metálica en 8 puntos equidistantes con martillo manual para descartar blandones u oquedades.

Para garantizar homogenización en el reparto de tensiones bajo la losa de cimentación se proyecta un relleno de regularización de 50 cm que disminuya la relación distancia entre MIX/canto hasta valores inferiores a 2. Dicho relleno está compuesto por terreno "seleccionado" (s/PG-3) compactado al 98% PM (UNE 03.501 /94) en tongadas de 25 cm.

Para la evaluación de los empujes de tierras en los muros de contención, se han considerado los siguientes parámetros característicos:

PROPIEDAD	NIVEL I
Densidad aparente (KN/m <sup>3</sup> )	18
Angulo de rozamiento interno	30°
Cohesión (kPa)	0.0
K <sub>s</sub> emp. hor. (MN/m <sup>3</sup> )	10
Drenaje*	90%

(\*) Lámina drenante + relleno drenante (<15% finos) + geotextil

Análogamente, la cimentación de los muros de contención se proyecta con zapata continua excéntrica sobre relleno de regularización de 50 cm y mejora de terreno con pilotes MIX en las mismas condiciones expuestas para la losa de cimentación.

## 2.DIMENSIONAMIENTO

### 2.1.NORMAS DE APLICACIÓN

**Acciones.** El cálculo de las solicitaciones se ha realizado de acuerdo con el DB SE (Seguridad Estructural: Bases de cálculo) y el DB SE-AE (Seguridad Estructural: Acciones en la Edificación) del C.T.E. y la norma de construcción sismorresistente NCSE-02, cuyos valores se definen en el anejo 1 de la presente memoria.

**Terreno.** Para el cálculo de la tensión admisible del terreno, así como para los empujes producidos por el mismo, se ha seguido el DB SE-C (Seguridad Estructural: Cimientos) del C.T.E., y el estudio geotécnico referido en apdo. 1.2.

**Cementos.** Todos los cementos a utilizar en la obra, en función de su situación, tipo de ambiente, serán definidos de acuerdo a su adecuación a la norma vigente para la Recepción de Cementos (RC-08).

**Hormigón Armado.** El diseño, cálculo, armado y ejecución de los elementos de hormigón de la estructura y cimentación, se ajustarán en todo momento a lo indicado en la instrucción EHE-08, y los documentos básicos relacionados del CTE: SE-C y SE-AE.

**Muros de fábrica de ladrillo.** El diseño y cálculo de los muros resistentes de la estructura, se ajustarán a lo especificado en el C.T.E. DB SE-F, ejecutándose según el capítulo 7 de la misma.

### 2.2.MÉTODO DE CÁLCULO

Para la obtención de las solicitaciones se ha considerado los principios de la Mecánica Racional y las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y Elasticidad.

El método de cálculo aplicado es de los Estados Límites, en el que se pretende limitar que el efecto de las acciones exteriores ponderadas por unos coeficientes, sea inferior a la respuesta de la estructura, minorando las resistencias de los materiales.

En los estados límites últimos se comprueban los correspondientes a: equilibrio, agotamiento o rotura, adherencia y anclaje.

En los estados límites de servicio se comprueban deformaciones: flechas, asentos o desplomes.

Definidos los estados de carga según su origen, se procede a calcular las combinaciones posibles con los coeficientes de mayoración y minoración correspondientes de acuerdo a los coeficientes de seguridad y las hipótesis básicas definidas en el apdo. 4 del DB SE (Seguridad Estructural) del C.T.E.

**Situación persistente o transitoria:**  $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$

**Situación extraordinaria:**  $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$

**Situaciones sísmicas:**  $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$

En la primera situación se adopta cada acción variable en valor de cálculo ( $\gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i}$ ), una tras otra sucesivamente en distintas combinaciones con el resto de acciones variables en valor de cálculo de combinación ( $\gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ ).

En la segunda situación se adopta cada acción variable en valor de cálculo frecuente ( $\gamma_{Q,i} \cdot \psi_{1,i} \cdot Q_{k,i}$ ), una tras otra sucesivamente en distintas combinaciones con cada acción accidental y con el resto de acciones variables en valor de cálculo casi permanente ( $\gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$ ).

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.

Para la obtención de las solicitaciones determinantes en el dimensionado de los elementos de los forjados (vigas, viguetas, losas, nervios) se obtendrán los diagramas envolventes para cada esfuerzo.

Para el dimensionado de los soportes se comprueban para todas las combinaciones definidas.

### 2.2.1. MUROS DE FÁBRICA DE LADRILLO

Para el cálculo y comprobación de tensiones de las fábricas de ladrillo se tendrá en cuenta lo indicado en el DB SE-F (Seguridad Estructural: Fábrica) del C.T.E.

El cálculo de solicitaciones se hará de acuerdo a los principios de la Mecánica Racional y la Resistencia de Materiales.

Se efectúan las comprobaciones de estabilidad del conjunto de las paredes portantes frente a acciones horizontales, así como el dimensionado de las cimentaciones de acuerdo con las cargas excéntricas que le solicitan.

### 2.3. CÁLCULOS POR ORDENADOR

Para la obtención de las solicitaciones y dimensionado de los elementos estructurales, se han utilizado los siguientes programas informáticos de ordenador ordenados por los distintos elementos estructurales utilizados:

- A. **Estructura y cimentación:** CYPECAD - 2010.1 (CYPE Ingenieros, S.A.), cuyo objeto es el diseño, cálculo y dimensionado de estructuras de hormigón armado y metálicas compuestas por: pilares, pantallas y muros; vigas de hormigón, metálicas y mixtas; forjados de viguetas (genéricos, armados, pretensados, in situ, metálicos de alma llena y de celosía), placas aligeradas, losas mixtas, forjados reticulares y losas macizas; cimentaciones por losas o vigas de cimentación, zapatas y encepados.

Los esfuerzos y dimensionado de la estructura se obtienen de modelo con asiento nulo en base de pilares y muros. Los de la losa se obtienen de copia del modelo anterior sin vinculación exterior en los pilares y muros que descansan en la losa de cimentación sobre terreno en las condiciones elásticas descritas en anejo 2.

- B. **Muros de contención:** Muros en ménsula de hormigón armado – 2010.1 (CYPE Ingenieros, S.A.) cuyo objeto es el cálculo, comprobación y dimensionamiento de muros en ménsula de hormigón armado para contención de tierras y su correspondiente cimentación corrida (zapata ó encepado sobre pilotes). En el análisis se incluyen la acción sísmica y la estabilidad global (círculos de deslizamiento).

Se considera apoyo de muro en zapata continua.

### 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A UTILIZAR

Los materiales a utilizar así como las características definitorias de los mismos, niveles de control previstos, así como los coeficientes de seguridad, se indican en el siguiente cuadro:

#### 3.1. HORMIGÓN ARMADO

##### 3.1.1. HORMIGONES

	Elementos de Hormigón Armado				
	Toda la obra	Pilotes suelo-cemento	Cimentación y muros	Estructura Interior	Estructura Exterior
Resistencia Característica a los 28 días: $f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )		10	25	25	30
Tipo de cemento (RC-08)		CEM II/B-S SR	CEM II/A	CEM II/A	CEM II/B-V
Cantidad máxima/mínima de cemento (kp/m <sup>3</sup> )		400/325	400/275	400/250	400/300
Tamaño máximo del árido (mm)		20	25	20	20
Tipo de ambiente (agresividad)		Ila+Qa	Ila	I	IIla
Consistencia del hormigón		Fluida	Blanda	Blanda	Blanda
Asiento Cono de Abrams (cm)		10 a 15	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Sistema de compactación	Vibrado				
Nivel de Control Previsto	Normal				
Coeficiente de Minoración		7.2	1.5	1.5	1.5
Resistencia de cálculo del hormigón: $f_{cd}$ (N/mm <sup>2</sup> )		1.4	16.67	16.67	20.00

Pag. 228 de 480

##### 3.1.2. ACERO EN BARRAS

	Toda la obra	Cimentación	Comprimidos	Flectados	Resto
Designación	B-500-S				
Límite Elástico (N/mm <sup>2</sup> )	500				
Nivel de Control Previsto	Normal				
Coeficiente de Minoración	1.15				
Resistencia de cálculo del acero (barras): $f_{yd}$ (N/mm <sup>2</sup> )	434.8				

##### 3.1.3. ACERO EN MALLAZOS

	Toda la obra	Cimentación	Comprimidos	Flectados	Otros
Designación	B-500-T				
Límite Elástico (kp/cm <sup>2</sup> )	500				

##### 3.1.4. EJECUCIÓN

	Toda la obra	Cimentación	Comprimidos	Flectados	Otros
<b>A. Nivel de Control previsto</b>	Normal				
<b>B. Coeficiente de Mayoración de las acciones desfavorables</b>					

Permanentes/PVNC ó Variables	1.35/1.50				
<b>C. Coeficiente de Mayoración de las acciones favorables</b>					
Permanentes/PVNC/Variables	1.0/1.0/0.0				

PVNC: permanentes de valor no constante

### 3.2.MUROS DE FÁBRICA

Los muros de fábrica se han considerado de ladrillo macizo perforado de 10 N/mm<sup>2</sup> con mortero M5, espesores de juntas separados entre 1 y 1,5 cm, que presentan una resistencia característica de cálculo a compresión de 4 N/mm<sup>2</sup> (tabla 4.4 del DB SE-F).

Para la obtención de la resistencia de cálculo se ha considerado una categoría del control de la fabricación de II y una categoría de la ejecución de los muros B (según apdo. 8 del DB SE-F), con lo que se obtiene una resistencia de cálculo de:

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{4}{2,5} = 1,6 \text{ N/mm}^2$$

El cerramiento del patio se han considerado de ladrillo hueco doble de 10 N/mm<sup>2</sup> con mortero M5, espesores de juntas separados entre 1 y 1,5 cm, que presentan una resistencia característica de cálculo a compresión de  $f_k = 2 \text{ N/mm}^2$  (tabla 4.4 del DB SE-F), y por tanto  $f_d = 0.8 \text{ N/mm}^2$ .

### 3.3.ENSAYOS A REALIZAR

**Hormigón Armado.** De acuerdo a los niveles de control previstos, se realizarán los ensayos pertinentes de los materiales, acero y hormigón según se indica en la instrucción EHE, cap. XV, art. 82 y siguientes.

**Muros de Fábrica.** Análogamente, siguiendo con las categorías de control y ejecución de las fábricas de ladrillo previstas, se realizará el control según C.T.E. DB SE-F, capítulo 8.

### 3.4.ASIENTOS ADMISIBLES Y LÍMITES DE DEFORMACIÓN

**Asientos admisibles de la cimentación.** Para la valoración de la tensión admisible del terreno en función del asiento máximo se ha considerado un asiento absoluto de 35mm, y un asiento máximo estimado con la mejora de terreno de 16 mm.

Por otro lado, se limita la distorsión angular entre dos puntos cualquiera (cociente entre la diferencia del asiento absoluto entre ambos y la distancia que los separa) al valor exigido por DB SE-C (tabla 2.2)

$$\frac{S_{\max} - S_{\min}}{L} \leq \frac{1}{500}$$

**Límites de deformación de la estructura.** El cálculo de deformaciones es un cálculo de estados límites de utilización con las cargas de servicio, coeficiente de mayoración de acciones =1, y de minoración de resistencias =1.

**Hormigón armado.** Para el cálculo de las flechas en los elementos flectados, vigas y forjados, se tendrán en cuenta tanto las deformaciones instantáneas como las diferidas, calculándose las inercias equivalentes de acuerdo a lo indicado en la norma.

Para el cálculo de las flechas se ha tenido en cuenta tanto el proceso constructivo, como las condiciones ambientales, edad de puesta en carga, de acuerdo a unas condiciones habituales de la práctica constructiva en la edificación convencional. Por tanto, a partir de estos supuestos se estiman los coeficientes de fluencia pertinentes para la determinación de la flecha activa, suma de las flechas instantáneas más las diferidas producidas con posterioridad a la construcción de las tabiquerías (véase *Deformaciones en Vigas*, Anejo 2).

Se han establecido los siguientes límites para los distintos elementos estructurales:

Flechas activas máximas relativas y absolutas para elementos de Hormigón Armado		
Estructura no solidaria con otros elementos	Estructura solidaria con otros elementos	
	Elementos flexibles	Elementos rígidos
<b>VIGAS Y LOSAS</b> Relativa: $\delta / L < 1/250$ Absoluta: $L/500 + 1 \text{ cm}$	Relativa: $\delta / L < 1/300$	Relativa: $\delta / L < 1/400$ Absoluta: 1 cm
<b>FORJADOS</b> Relativa: $\delta / L < 1/250$ Absoluta: $L/500 + 1 \text{ cm}$	Relativa: $\delta / L < 1/300$ Absoluta: $L/800 + 0.6 \text{ cm}$	Relativa: $\delta / L < 1/400$ Absoluta: $L/1000 + 0.5 \text{ cm}$

Flechas totales máximas relativas para elementos de Hormigón Armado		
Estructura no solidaria con otros elementos	Estructura solidaria con otros elementos	
	Elementos flexibles	Elementos rígidos
<b>VIGAS, LOSAS Y FORJADOS</b> Relativa: $\delta / L < 1/250$	Relativa: $\delta / L < 1/250$	Relativa: $\delta / L < 1/250$

donde se entiende por:

**Elementos rígidos:** tabiques ordinarios y/o pavimentos rígidos con juntas (no se consideran tabiques de gran formato y/o pavimentos rígidos sin juntas).

**Elementos flexibles:** el resto de los casos.

## ANEJO 1-ACCIONES ADOPTADAS EN EL CÁLCULO

### 4.ACCIONES GRAVITATORIAS

#### 4.1.CARGAS SUPERFICIALES

##### 4.1.1.PESO PROPIO DEL FORJADO

Se ha dispuesto los siguientes tipos de forjados:

**Forjados reticulares.** La geometría básica a utilizar en cada nivel, así como su peso propio será:

Niveles	Tipo	Separación entre ejes (cm)	Espesor básico del nervio (cm)	Canto total: 30		P. Propio (KN/m <sup>2</sup> )
				Alt. bloque aligerante	Espesor capa de compresión	
Primera y Bajo Cubierta	25+5	72	12	25	5	3.9

**Forjados de losa maciza.** Los cantos de las losas son:

Planta	Canto (cm)
Cimentación	40
Cubierta	15
Escaleras	25

El peso propio de las losas se obtiene como el producto de su canto en metros por 25 KN/m<sup>3</sup>.

**Zonas macizadas.** El peso propio de las zonas macizas se obtiene como el producto de su canto en metros por 25 KN/m<sup>3</sup>.

**Zonas aligeradas.** Las zonas aligeradas de los forjados se han indicado en el apartado de peso propio.

##### 4.1.2.PAVIMENTOS Y REVESTIMIENTOS

Planta	Zona	Carga en KN/m <sup>2</sup>
Baja	Todo (solera vent. + solado)	2.0
Primera	Todo	1.0
Bajo Cubierta	Interior	1.0
	Exterior transitable	2.0
	Exterior inclinado	1.7-4.5
Cubierta	Todo	1.1

##### 4.1.3.SOBRECARGA DE TABIQUERÍA (TABIQUES DE PESO < 1,2 KN/M<sup>2</sup>)

Planta	Zona	Carga en KN/m <sup>2</sup>
Todas	Todo	Cargas lineales

##### 4.1.4.SOBRECARGA DE USO

Planta	Zona	Carga en KN/m <sup>2</sup>
Baja	Viviendas	2.0
	Portal	3.0
Primera	Todo	2.0
Bajo Cubierta	Transitable	2.0
	No Transitable	1.0

Cubierta	Todo	1.0
----------	------	-----

**4.1.5.SOBRECARGA DE NIEVE**

Planta	Zona	Carga en KN/m <sup>2</sup>
Cubierta y cub. casetón	Incluida en sobrecarga de uso	

**4.2.CARGAS LINEALES****4.2.1.PESO PROPIO DE LAS FACHADAS**

Planta	Zona	Carga en KN/ml
Cualquiera	Cierre exterior (1/2 pie LMP+ pladur)	2.4 x h

**4.2.2.PESO PROPIO DE LAS PARTICIONES PESADAS**

Planta	Zona	Carga en KN/ml
Cualquiera	Pladur pintado	0.4 x h
	Pladur alicatado a 1 cara	0.7 x h
	Pladur alicatado a 2 caras	1.0 x h

**4.3.CARGAS HORIZONTALES EN BARANDAS Y ANTEPECHOS**

Planta	Zona	Carga en KN/ml
Cualquiera	Privadas	
	Escaleras	0.8
	Terrazas	1.6
	Públicas	
	Escaleras	1.6
	Terrazas	3.0

Pag. 232 de 480

**5.ACCIONES DEL VIENTO**

Según el apdo 3.3 del DB SE-AE (Seguridad estructural: Acciones en la edificación) la acción del viento puede simularse mediante una presión estática equivalente en cada punto expuesto obtenida con la siguiente formulación:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot (c_p - c_s)$$

donde,

$q_b$  presión dinámica del viento

$c_e$  coeficiente de exposición

$c_p, c_s$  coeficientes eólicos del viento (presión y succión)

A continuación se evalúan estos parámetros siguiendo indicaciones del apartado referido.

**5.1.PRESIÓN DINÁMICA DEL VIENTO ( $q_b$ )**

Anejo D: la presión dinámica del viento para la zona A, en la que está comprendida Málaga, alcanza un valor de 0.42 kN/m<sup>2</sup>.

**5.2.COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN ( $c_e$ )**

De la tabla 3.3 para la máxima altura representativa del edificio sobre rasante de 9 m y el grado de aspereza IV (zona urbana en general, industrial o forestal), se obtiene un  $c_e = 1.7$

**5.3.COEFICIENTES EÓLICOS DEL VIENTO ( $c_p, c_s$ )**

En cada una de las direcciones principales (X e Y), se obtienen los coeficientes eólicos entrando en la tabla 3.4 con la esbeltez de los mismos.



## 6. ACCIONES TÉRMICAS Y REOLÓGICAS

De acuerdo con DB SE-AE apdo. 3.4, en edificios habituales con elementos estructurales de hormigón o acero, no es necesario considerar acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud. En nuestro caso no se han considerado cargas térmicas al no haberse superado esta dimensión máxima.

## 7. ACCIONES SÍSMICAS

De acuerdo a la norma de construcción sismorresistente NCSE-02, por el uso y la situación del edificio, en el término municipal de MÁLAGA, SI se consideran las acciones sísmicas.

### 7.1. CLASIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

La construcción se considera de NORMAL IMPORTANCIA.

### 7.2. COEFICIENTE DE RIESGO

Coeficiente adimensional, función de la probabilidad aceptable de que se exceda  $a_b$ , en el periodo de vida para el que se proyecta la construcción:  $\rho=1,0$ .

### 7.3. ACELERACIÓN BÁSICA

De acuerdo al anejo 1 de la norma en el término municipal considerado es:

$a_b=0.11 \cdot g$ , coeficiente de contribución  $K = 1.0$

### 7.4. COEFICIENTES DEL TERRENO Y DE AMPLIFICACIÓN

Según el Informe Geotécnico referido en el apdo. 1.2 de la memoria de cálculo, se puede considerar un coeficiente del suelo  $C=1.3$ .

Teniendo en cuenta que  $\rho a_b = 0.11 \cdot g$ , se obtiene un coeficiente de amplificación del terreno de  $S = 1.04$  (apdo. 2.2).

### 7.5. ACELERACIÓN DE CÁLCULO (APDO. 2.2)

$a_c = S \rho a_b = 0.11 \cdot g$

### 7.6. AMORTIGUAMIENTO

El amortiguamiento expresado en % respecto del crítico, para el tipo de estructura considerada y compartimentación será del 5% según criterio de la norma (tabla 3.1).

### 7.7. FRACCIÓN CUASI-PERMANENTE DE SOBRECARGA

En función del uso del edificio, la parte de la sobrecarga a considerar en la masa sísmica movilizable será de 0.5 (apdo. 3.2).

### 7.8. DUCTILIDAD

De acuerdo al tipo de estructura diseñada se ha considerado ductilidad BAJA con un coeficiente de comportamiento por ductilidad  $\mu = 2$  (apdo. 3.7.3.1.).

### 7.9. PERIODOS DE VIBRACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Siguiendo indicaciones del apdo. 3.6.2.3.1. de la norma, se han considerado los modos de vibración de periodo superior a  $T_A$ :

$$T_A = K \cdot C / 10 = 0.13 \text{ s (apdo. 2.3.)}$$

### 7.10. MÉTODO DE CÁLCULO EMPLEADO

El método de cálculo utilizado es el Análisis Modal Espectral, con el espectro de respuesta elástica que establece la norma (apdo 2.3.), y sus consideraciones de cálculo (apdo. 3.6.2.).

## 8.COMBINACIONES DE ACCIONES CONSIDERADAS

### 8.1.HORMIGÓN ARMADO

**Hipótesis y combinaciones.** De acuerdo con las acciones determinadas en función de su origen, y teniendo en cuenta tanto si el efecto de las mismas es favorable o desfavorable, así como los coeficientes de ponderación descritos en las tablas 4.1 y 4.2 del DB SE, se realizará el cálculo de las combinaciones posibles del modo siguiente:

<p><b>Situación persistente o transitoria:</b> <math>\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i &gt; 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}</math></p> <p><b>Situación extraordinaria:</b> <math>\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i &gt; 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}</math></p> <p><b>Situaciones sísmicas:</b> <math>\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i &gt; 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}</math></p>
---

En la primera situación se adopta cada acción variable en valor de cálculo ( $\gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i}$ ), una tras otra sucesivamente en distintas combinaciones con el resto de acciones variables en valor de cálculo de combinación ( $\gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ ).

En la segunda situación se adopta cada acción variable en valor de cálculo frecuente ( $\gamma_{Q,i} \cdot \psi_{1,i} \cdot Q_{k,i}$ ), una tras otra sucesivamente en distintas combinaciones con cada acción accidental y con el resto de acciones variables en valor de cálculo casi permanente ( $\gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$ ).

**A CONTINUACIÓN SE DESCRIBEN LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS SÍSMICO EN LOS PRIMEROS MODOS DE VIBRACIÓN DE LA ESTRUCTURA ( $T < T_A$ ):**

## Coeficientes de participación

Nombre Obra: 2 VPO c/ZAMORANO 68 (Málaga)

Fecha: 15/01/10

	T	Lx	Ly	Lgz	Mx	My	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.818	0.1104	0.8421	0.5279	1.87 %	93.3 %	R = 2 A = 0.78 m/s <sup>2</sup> D = 13.2141 mm	R = 2 A = 0.78 m/s <sup>2</sup> D = 13.2141 mm
Modo 2	0.716	0.5991	0.1065	0.7936	86.96 %	2.53 %	R = 2 A = 0.891 m/s <sup>2</sup> D = 11.5738 mm	R = 2 A = 0.891 m/s <sup>2</sup> D = 11.5738 mm
Modo 3	0.563	0.0745	0.026	0.9969	8 %	0.88 %	R = 2 A = 1.133 m/s <sup>2</sup> D = 9.10196 mm	R = 2 A = 1.133 m/s <sup>2</sup> D = 9.10196 mm
Modo 4	0.254	0.223	0.6215	0.751	0.25 %	2.53 %	R = 2 A = 1.227 m/s <sup>2</sup> D = 2.00461 mm	R = 2 A = 1.227 m/s <sup>2</sup> D = 2.00461 mm
Modo 5	0.228	0.3261	0.1792	0.9282	1.54 %	0.51 %	R = 2 A = 1.227 m/s <sup>2</sup> D = 1.61806 mm	R = 2 A = 1.227 m/s <sup>2</sup> D = 1.61806 mm
Modo 6	0.158	0.1724	0.0116	0.985	1.01 %	0.01 %	R = 2 A = 1.204 m/s <sup>2</sup> D = 0.75847 mm	R = 2 A = 1.204 m/s <sup>2</sup> D = 0.75847 mm

- T = Periodo de vibración en segundos.
- Lx, Ly, Lgz = Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.
- Mx, My = Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.
- R = Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.
- A = Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.
- D = Coeficiente del modo, equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

	Masa total desplazada
Masa X	99.63 %
Masa Y	99.76 %

## ANEJO 2.-FUNDAMENTOS DEL CÁLCULO

### 9.PROGRAMAS UTILIZADOS

Para la obtención de las solicitaciones y dimensionado de los elementos estructurales, se han utilizado los siguientes programas informáticos de ordenador ordenados por los distintos elementos estructurales utilizados:

- C. **Estructura y cimentación:** CYPECAD - 2010.1 (CYPE Ingenieros, S.A.), cuyo objeto es el diseño, cálculo y dimensionado de estructuras de hormigón armado y metálicas compuestas por: pilares, pantallas y muros; vigas de hormigón, metálicas y mixtas; forjados de viguetas (genéricos, armados, pretensados, in situ, metálicos de alma llena y de celosía), placas aligeradas, losas mixtas, forjados reticulares y losas macizas; cimentaciones por losas o vigas de cimentación, zapatas y encepados.

Los esfuerzos y dimensionado de la estructura se obtienen de modelo con asiento nulo en base de pilares y muros. Los de la losa se obtienen de copia del modelo anterior sin vinculación exterior en los pilares y muros que descansan en la losa de cimentación sobre terreno en las condiciones elásticas descritas en anejo 2.

- D. **Muros de contención:** Muros en ménsula de hormigón armado – 2010.1 (CYPE Ingenieros, S.A.) cuyo objeto es el cálculo, comprobación y dimensionamiento de muros en ménsula de hormigón armado para contención de tierras y su correspondiente cimentación corrida (zapata ó encepado sobre pilotes). En el análisis se incluyen la acción sísmica y la estabilidad global (círculos de deslizamiento).

Se considera apoyo de muro en zapata continua.

### 10.TIPO DE ANÁLISIS EFECTUADO POR CYPECAD

#### 10.1.DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS EFECTUADO POR EL PROGRAMA

El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando todos los elementos que definen la estructura: pilares, pantallas H.A., muros, vigas y forjados.

Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo (diafragma rígido). Por tanto, cada planta sólo podrá girar y desplazarse en su conjunto (3 grados de libertad).

Cuando en una misma planta existan zonas independientes, se considerará cada una de éstas como una parte distinta de cara a la indeformabilidad de esa zona, y no se tendrá en cuenta en su conjunto. Por tanto, las plantas se comportarán como planos indeformables independientes.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático, (excepto cuando se consideran acciones dinámicas por sismo, en cuyo caso se emplea el análisis modal espectral), y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por tanto, un cálculo de primer orden, de cara a la obtención de desplazamientos y esfuerzos.

### 11.DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

La estructura se discretiza en elementos tipo barra, emparrillados de barras y nudos, y elementos finitos triangulares de la siguiente manera:

- **1. Pilares:** Son barras verticales entre cada planta, definiendo un nudo en arranque de cimentación o en otro elemento, como una viga o forjado, y en la intersección de cada planta, siendo su eje el de la sección transversal. Se consideran las excentricidades debidas a la variación de dimensiones en altura.

- **2. Vigas:** se definen en planta fijando nudos en la intersección con el eje de pilares y/o sus caras, así como en los puntos de corte con elementos de forjado o con otras vigas. Así se crean nudos en el eje y en los bordes laterales y, análogamente, en las puntas de voladizos y extremos libres o en contacto con otros elementos de los forjados. Por tanto, una viga entre dos pilares está formada por varias barras consecutivas, cuyos nudos son las intersecciones con las barras de forjados. Siempre poseen tres grados de libertad, manteniendo la hipótesis de diafragma rígido entre todos los elementos que se encuentren en contacto. Por ejemplo, una viga continua que se apoya en varios pilares, aunque no tenga forjado, conserva la hipótesis de diafragma rígido. Pueden ser de hormigón armado o metálicas en perfiles seleccionados de biblioteca.
- **3. Losas macizas:** La discretización de los paños de losa maciza se realiza en mallas de elementos finitos tipo barra de tamaño máximo de 25 cm y se efectúa una condensación estática (método exacto) de todos los grados de libertad. Se tiene en cuenta la deformación por cortante y se mantiene la hipótesis de diafragma rígido. Se considera la rigidez a torsión de los elementos.
- **3.1. Losas de cimentación:** son losas macizas cuya discretización es idéntica a las losas normales de planta, con muelles cuya constante se define a partir del coeficiente de balasto. Cada paño puede tener coeficientes diferentes.
- **4. Forjados reticulares:** la discretización de los paños de forjado reticular se realiza en mallas de elementos finitos tipo barra cuyo tamaño es de un tercio del intereje definido entre nervios de la zona aligerada, cuyas características mecánicas se obtienen de la sección en **T** definida en la ficha de la zona aligerada dividido por tres. La dimensión de la malla se mantiene constante tanto en la zona aligerada como en la maciza, adoptando en cada zona las características mecánicas deducidas de su geometría. Se tiene en cuenta la deformación por cortante y se mantiene la hipótesis de diafragma rígido. Se considera la rigidez a torsión de los elementos.
- **5. Muros de fábrica:** Son elementos verticales de sección transversal cualquiera, formada por rectángulos entre cada planta, y definidas por un nivel inicial y un nivel final. La dimensión de cada lado puede ser diferente en cada planta, pudiendo disminuirse su espesor en cada planta. En una pared (o muro) una de las dimensiones transversales de cada lado debe ser mayor que cinco veces la otra dimensión, ya que si no se verifica esta condición, no es adecuada su discretización como elemento finito, y realmente se puede considerar un pilar, u otro elemento en función de sus dimensiones. Tanto vigas como forjados y pilares se unen a las paredes del muro a lo largo de sus lados en cualquier posición y dirección.

Pag. 238 de 488

La discretización efectuada es por elementos finitos tipo lámina gruesa tridimensional, que considera la deformación por cortante. Están formados por seis nodos, en los vértices y en los puntos medios de los lados con seis grados de libertad cada uno y su forma es triangular, realizándose un mallado del muro en función de las dimensiones, geometría, huecos, generándose un mallado con refinamiento en zonas críticas que reduce el tamaño de los elementos en las proximidades de ángulos, bordes y singularidades.

### 11.1. CONSIDERACIÓN DEL TAMAÑO DE LOS NUDOS

Se crea, por tanto, un conjunto de nudos generales de dimensión finita en pilares y vigas cuyos nudos asociados son los definidos en las intersecciones de los elementos de los forjados en los bordes de las vigas y de todos ellos en las caras de los pilares.

Dado que están relacionados entre sí por la compatibilidad de deformaciones se puede resolver la matriz de rigidez general y las asociadas y obtener los desplazamientos y los esfuerzos en todos los elementos.

A modo de ejemplo, la discretización sería tal como se observa en el esquema siguiente (Fig 2). Cada nudo de dimensión finita puede tener varios nudos asociados o ninguno, pero siempre debe tener un nudo general. Dado que el programa tiene en cuenta el tamaño del pilar, y suponiendo un comportamiento lineal dentro del soporte, con deformación plana y rigidez infinita, se plantea la compatibilidad de deformaciones. Las barras definidas entre el eje del pilar (1) y sus bordes (2) se consideran infinitamente rígidas.

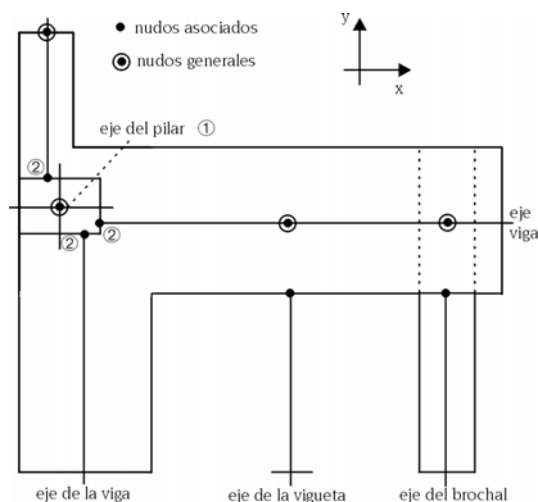


Fig 2 DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Se consideran  $\delta_{z1}$ ,  $\theta_{x1}$ ,  $\theta_{y1}$  como los desplazamientos del pilar ①,  $\delta_{z2}$ ,  $\theta_{x2}$ ,  $\theta_{y2}$  como los desplazamientos de cualquier punto ②, que es la intersección del eje de la viga con la cara de pilar, y  $A_x$ ,  $A_y$  como las coordenadas relativas del punto ② respecto del ① (Fig 2).

Se cumple que:

$$\delta_{z2} = \delta_{z1} - A_x \cdot \theta_{y1} + A_y \cdot \theta_{x1}$$

$$\theta_{x2} = \theta_{x1}$$

$$\theta_{y2} = \theta_{y1}$$

De idéntica manera se tiene en cuenta el tamaño de las vigas, considerando plana su deformación (Fig 3).

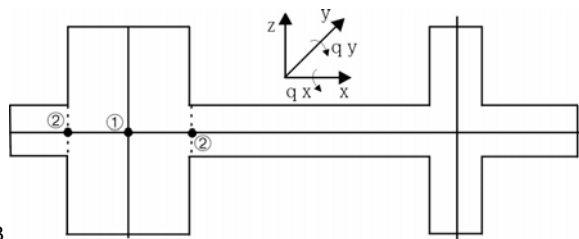


Fig 3

## 11.2. REDONDEO DE LAS LEYES DE ESFUERZOS EN APOYOS

Si se considera el Código Modelo CEB-FIP 1990, inspirador de la normativa europea, al hablar de la luz eficaz de cálculo, el artículo 5.2.3.2. dice lo siguiente:

*“Usualmente, la luz  $l$  será entendida como la distancia entre ejes de soportes. Cuando las reacciones estén localizadas de forma muy excéntrica respecto de dichos ejes, la luz eficaz se calculará teniendo en cuenta la posición real de la resultante en los soportes.”*

*En el análisis global de pórticos, cuando la luz eficaz es menor que la distancia entre soportes, las dimensiones de las uniones se tendrán en cuenta introduciendo elementos rígidos en el espacio comprendido entre la directriz del soporte y la sección final de la viga.”*

Como en general la reacción en el soporte es excéntrica, ya que normalmente se transmite axil y momento al soporte, se adopta la consideración del tamaño de los nudos mediante la introducción de elementos rígidos entre el eje del soporte y el final de la viga, lo cual se plasma en las consideraciones que a continuación se detallan.

Dentro del soporte se supone una respuesta lineal como reacción de las cargas transmitidas por el dintel y las aplicadas en el nudo, transmitidas por el resto de la estructura (Fig 4).

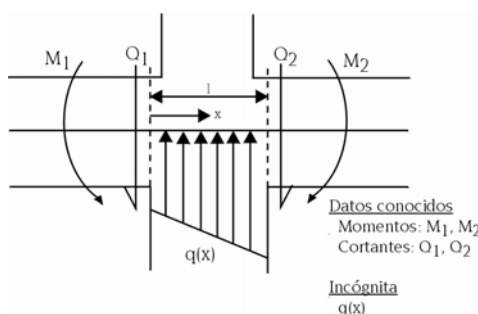


Fig 4

Datos conocidos: - momentos:  $M_1, M_2$   
- cortantes:  $Q_1, Q_2$

Incógnita:  $q(x)$

Se sabe que:

$$Q = \frac{dM}{dx} \quad q = \frac{dQ}{dx}$$

Las ecuaciones del momento responden, en general, a una ley parabólica cúbica de la forma:

$$M = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

El cortante es su derivada:

$$Q = 3ax^2 + 2bx + c$$

Suponiendo las siguientes condiciones de contorno:

$$x = 0 \quad Q = Q_1 = c$$

$$x = 0 \quad M = M_1 = d$$

$$x = l \quad Q = Q_2 = 3al^2 + 2bl + c$$

$$x = l \quad M = M_2 = al^3 + bl^2 + cl + d$$

se obtiene un sistema de cuatro ecuaciones con cuatro incógnitas de fácil resolución.

Las leyes de esfuerzos son de la siguiente forma (Fig 5):

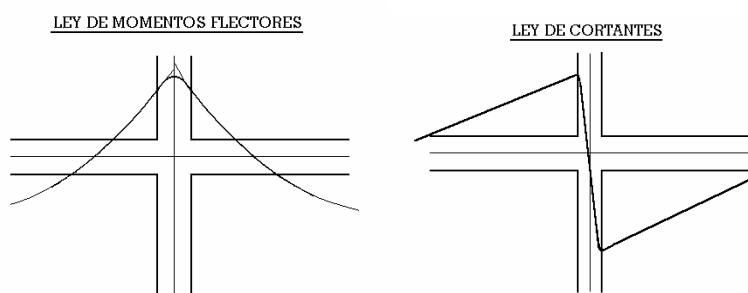


Fig 5

Estas consideraciones ya fueron recogidas por diversos autores (Branson, 1977) y, en definitiva, están relacionadas con la polémica sobre luz de cálculo y luz libre y su forma de contemplarlo en las diversas normas, así como el momento de cálculo a ejes o a caras de soportes.

En particular, el art. 29.2 de la EH-91 dice: "*Salvo justificación especial*" se considerará como luz de cálculo de las piezas la menor de estas dos longitudes:

**A.** La distancia entre ejes de apoyo

**B.** La luz libre más el canto

Se está idealizando la estructura en elementos lineales, de una longitud a determinar por la geometría real de la estructura y en este sentido cabe la consideración del tamaño de los pilares.

No conviene olvidar que, para considerar un elemento como lineal, la viga o pilar tendrá una luz o longitud del elemento no menor que el triple de su canto medio, ni menor que cuatro veces su ancho medio.



El Eurocódigo EC-2 permite reducir los momentos de apoyo en función de la reacción del apoyo y su anchura:

$$\Delta M = \frac{\text{reacción} \cdot \text{ancho apoyo}}{8}$$

En función de que su ejecución sea de una pieza sobre los apoyos, se puede tomar como momento de cálculo el de la cara del apoyo y no menos del 65% del momento de apoyo, supuesta una perfecta unión fija en las caras de los soportes rígidos.

En este sentido se pueden citar también las normas argentinas *C.I.R.S.O.C.*, que están basadas en las normas *D.I.N.* alemanas y que permiten considerar el redondeo parabólico de las leyes en función del tamaño de los apoyos.

Dentro del soporte se considera que el canto de las vigas aumenta de forma lineal, de acuerdo a una pendiente 1:3, hasta el eje del soporte, por lo que la consideración conjunta del tamaño de los nudos, redondeo parabólico de la ley de momentos y aumento de canto dentro del soporte, conduce a una economía de la armadura longitudinal por flexión en las vigas, ya que el máximo de cuantías se produce entre la cara y el eje del soporte, siendo lo más habitual en la cara, dependiendo de la geometría introducida.

En el caso de una viga que apoya en un soporte alargado tipo pantalla o muro, las leyes de momentos se prolongarán en el soporte a partir de la cara de apoyo en una longitud de un canto, dimensionando las armaduras hasta tal longitud, no prolongándose más allá de donde son necesarias. Aunque la viga sea de mayor ancho que el apoyo, la viga y su armadura se interrumpen una vez que ha penetrado un canto en la pantalla o muro.

## 12. MÉTODO DE COMPROBACIÓN A PANDEO

Para el cálculo a pandeo se expone a continuación los principios básicos utilizados por el programa:

Coeficientes de pandeo por planta en cada dirección.

### 1. Pilares de hormigón.

Estos coeficientes pueden definirse por planta y por cada pilar independientemente. El programa asume el valor  $\alpha = 1$  por defecto, que será el utilizado en esta estructura como se expresa más abajo, por el tipo de estructura y uniones del pilar con vigas y forjados en ambas direcciones. Se define un coeficiente de pandeo por planta, y otro por pilar en cabeza y pie, que se multiplican, obteniendo el coeficiente de cálculo.

Observe el siguiente caso, analizando los valores del coeficiente de pandeo en un pilar, que al estar sin coacciones en varias plantas consecutivas, podría pandear en toda su altura:

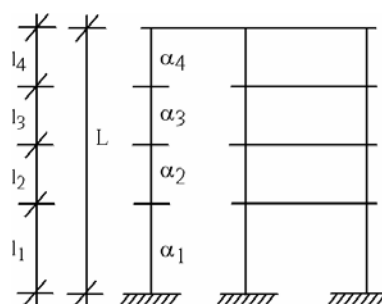


Fig 6

Cuando un pilar está desconectado en ambas direcciones y en varias plantas consecutivas, dimensiona el pilar en cada tramo o planta, por lo que a efectos de esbeltez, y para el cálculo de la longitud de pandeo  $l_0$ , el programa tomará el máximo valor de  $\alpha$  de todos los tramos consecutivos desconectados, multiplicado por la longitud total = suma de todas las longitudes.

$$\alpha = \text{MAX} (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4 \dots)$$

$$l = \sum l_i = (l_1 + l_2 + l_3 + l_4 \dots)$$

luego  $l_0 = \alpha \cdot l$  (tanto en la dirección **X** como **Y** local del pilar, con su valor correspondiente).

Cuando un pilar esté desconectado en una única dirección en varias plantas consecutivas, el programa tomará para cada tramo, en cada planta  $i$ ,  $l_{oi} = \alpha_i \cdot l_i$ , no conociendo el hecho de la desconexión. Por tanto, si deseamos hacerla efectiva, en la dirección donde está desconectado, debemos conseguir el valor de cada  $\alpha_i$ , de forma que:

Sea  $\alpha$  el valor correspondiente para el tramo exento completo  $l$ .

El valor en cada tramo  $i$  será:

$$\alpha_i = \frac{\sum_{j=1}^n l_j}{l_i} \cdot \alpha$$

en el ejemplo, para  $\alpha_3 = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + l_4}{l_3} \cdot \alpha$

Por tanto, cuando el programa calcula la longitud de pandeo de la planta 3, calculará:

$$l_{o3} = \alpha_3 \cdot l_3 = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + l_4}{l_3} \cdot \alpha \cdot l_3 = (l_1 + l_2 + l_3 + l_4) \cdot \alpha = \alpha \cdot l$$

que coincide con lo indicado para el tramo completo desconectado, aunque realice el cálculo en cada planta, lo cual es correcto, pero siempre lo hará con longitud  $\alpha \cdot l$ .

La altura que se considera a efectos de cálculo a pandeo es la altura libre del pilar, es decir, la altura de la planta menos la altura de la viga o forjado de mayor canto que acomete al pilar.

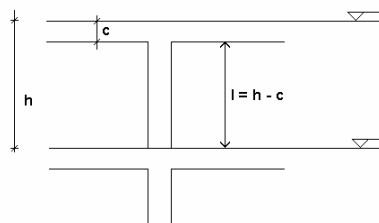


Fig 7

El valor final de  $\alpha$  de un pilar es el producto del  $\alpha$  de la planta por el  $\alpha$  del tramo.

**Consideración de Efectos de 2º Orden.** Se han considerado bajo la hipótesis de **Viento**, el cálculo de la amplificación de esfuerzos producidos por la actuación de dichas cargas horizontales. En el caso del sismo se realiza una combinación cuadrática completa que incluye las componentes de 2º orden.

El método está basado en el efecto **P-delta** debido a los desplazamientos producidos por las acciones horizontales, abordando de forma sencilla los efectos de segundo orden a partir de un cálculo de primer orden, y un comportamiento lineal de los materiales, con unas características mecánicas calculadas con las secciones brutas de los materiales y su módulo de elasticidad secante.

Bajo la acción horizontal, en cada planta  $i$ , actúa una fuerza  $H_i$ , la estructura se deforma, y se producen unos desplazamientos  $\Delta_{ij}$  a nivel de cada pilar. En cada pilar  $j$ , y a nivel de cada planta, actúa una carga de valor  $P_{ij}$  para cada hipótesis gravitatoria, transmitida por el forjado al pilar  $j$  en la planta  $i$  (Fig 8).

Se define un momento volcador  $M_H$  debido a la acción horizontal  $H_i$ , a la cota  $z_i$  respecto a la cota **0.00 o nivel sin desplazamientos horizontales**, en cada dirección de actuación del mismo:

$$M_H = \sum H_i \cdot z_i$$

## ACTUA VIENTO

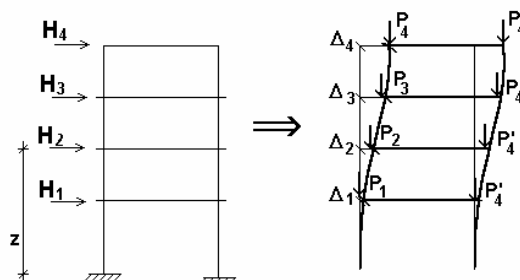


Fig 8

De la misma forma se define un momento por efecto **P-delta**,  $M_{P\Delta}$ , debido a las cargas transmitidas por los forjados a los pilares  $P_{ij}$ , para cada una de las hipótesis gravitatorias (**k**) definidas, por los desplazamientos debidos a la acción horizontal  $\Delta_i$ .

$$M_{P\Delta k} = \sum_i \sum_j P_{ij} \Delta_i$$

siendo

**k**: para cada hipótesis gravitatoria (peso propio, sobrecarga...)

Si se calcula el coeficiente  $C_K = \frac{M_{P\Delta K}}{M_{HK}}$  para cada hipótesis gravitatoria y para cada dirección de la acción horizontal, se puede obtener un coeficiente amplificador del coeficiente de mayoración de la hipótesis debidas a las acciones horizontales para todas las combinaciones en las que actúan dichas acciones horizontales. Este valor se denomina  $\gamma_z$  y se calcula como:

$$\gamma_z = \frac{1}{1 - (\sum \gamma_{fqi} \cdot C_i + \sum \gamma_{fqi} \cdot C_j)}$$

siendo

$\gamma_{fqi}$ : coeficiente de mayoración de cargas permanentes de la hipótesis **i**

$\gamma_{fqi}$ : coeficiente de mayoración de cargas variables de la hipótesis **j**

$\gamma_z$ : coeficiente de estabilidad global

Para el cálculo de los desplazamientos debido a cada hipótesis de acciones horizontales, hay que recordar que hemos hecho un cálculo en primer orden, con las secciones brutas de los elementos. Si se está calculando los esfuerzos para el dimensionado en estados límites últimos, parecería lógico que el cálculo de los desplazamientos en rigor se deberían calcular con las secciones fisuradas y homogeneizadas, lo cual resulta muy laborioso, dado que eso supone la no-linealidad de los materiales, geometría y estados de carga, lo que lo hace inabordable desde el punto de vista práctico con los medios normales disponibles para el cálculo. Por tanto, se debe establecer una simplificación consistente en suponer una reducción de las rigideces de las secciones, lo que supone un aumento de los desplazamientos, ya que son inversamente proporcionales. El programa solicita como dato ese aumento o "factor multiplicador de los desplazamientos" para tener en cuenta esa reducción de la rigidez.

En Brasil es habitual considerar un coeficiente reductor del módulo de elasticidad longitudinal de 0.90, y suponer un coeficiente reductor de la inercia fisurada respecto de la bruta de 0.70. Por tanto, la rigidez se reduce en su producto:

$$\text{Rigidez-reducida} = 0.90 \cdot 0.70 \cdot \text{Rigidez-bruta} = 0.63 \cdot \text{Rigidez-bruta}.$$

Como los desplazamientos son inversos de la rigidez, el factor multiplicador de los desplazamientos será  $= 1 / 0.63 = 1.59$ , valor que se introducirá como dato en el programa. Como norma de buena práctica se suele considerar que si  $\gamma_z$  es mayor que 1.20, se debe rigidizar más la estructura en esa dirección, ya que la estructura es muy deformable y poco estable en esa dirección. Si  $\gamma_z$  es menor que 1.1, su efecto será pequeño y prácticamente despreciable.

En el Código Modelo *CEB-FIP 1990*, se aplica un método de amplificación de momentos que recomienda, a falta de un cálculo más preciso, reducir las rigideces un 50%, o lo que es lo mismo, un coeficiente amplificador de los desplazamientos  $= 1 / 0.50 = 2.00$ . Para este supuesto se puede considerar que si  $\gamma_z$  es mayor que 1.50, se debe rigidizar más la estructura en esa dirección, ya que la estructura es muy deformable y poco estable en esa dirección. Si  $\gamma_z$  es menor que 1.35, su efecto será pequeño y prácticamente despreciable.

En la norma *ACI-318-95*, existe el índice de estabilidad por planta **Q**, no para el global del edificio, aunque se podría establecer una relación con el coeficiente de estabilidad global, si las plantas son muy similares, relacionándolos mediante:

$$\gamma_z: \text{coeficiente de estabilidad global} = 1 / (1-Q)$$

En cuanto al límite que establece para la consideración de la planta como intraslacional, o lo que en este caso sería el límite para su consideración o no, se dice que  $Q = 0.05$ , es decir:  $1/0.95=1.05$ .

Para este caso supone calcularlo y tenerlo en cuenta siempre que se supere dicho valor, lo que en definitiva conduce a considerar el cálculo prácticamente siempre y amplificar los esfuerzos por este método.

En cuanto al coeficiente multiplicador de los desplazamientos, se indica que dado que las acciones horizontales son temporales y de corta duración, se puede considerar una reducción del orden del 70% de la inercia, y como el módulo de elasticidad es menor ( $15100 / 19000 = 0.8$ ) es decir un coeficiente amplificador de los desplazamientos de  $1 / (0.7 \cdot 0.8) = 1.78$ , y de acuerdo al coeficiente de estabilidad global, no superar el valor 1.35 sería lo razonable.

En la estructura que nos ocupa se han considerado los siguientes valores:

**Coeficiente multiplicador de los desplazamientos = 1.59**

**Límite para el coeficiente de estabilidad global = 1.10**

Se dejan como seguridad adicional otros elementos rigidizantes como fachadas, escaleras, muros portantes etc., que aseguran una menor desplazabilidad frente a las acciones horizontales que las calculadas.

Puede incluso darse el caso de que la estructura no sea estable, en cuyo caso se emite un mensaje antes de terminar el cálculo, en el que se advierte que existe un fenómeno de inestabilidad global. Esto se producirá cuando el valor  $\gamma_z$  tienda a  $\infty$  o, lo que es lo mismo en la fórmula, que se convierte en cero o negativo porque:

$$\sum (\gamma_{fgi} \cdot c_i + \gamma_{fgi} \cdot c_i) \geq 1$$

Para soportes con más de tres plantas por encima se consideran las reducciones de sobrecarga que establece la norma NBE-AE-88.

En el caso de la norma ACI 318, una vez que hemos estudiado la estabilidad del edificio, el tratamiento de la reducción de rigideces para el dimensionado de pilares, se realiza aplicando una formulación que se indica en el apéndice de normativas del programa.

En ese caso, y dado lo engorroso y prácticamente inabordable que supone el cálculo de los coeficientes de pandeo determinando las rigideces de las barras en cada extremo de pilar, sería suficientemente seguro tomar coeficientes de pandeo  $= 1$ , con lo cual se calculará siempre la excentricidad ficticia o adicional de segundo orden como barra aislada, más el efecto amplificador **P-delta** del método considerado, obteniendo unos resultados razonables dentro del campo de las esbelteces que establece cada norma en su caso. En la presente estructura se ha fijado el coeficiente de pandeo  $= 1$ .

En nuestro caso no se prevén esfuerzos de segundo orden por estar la estructura fuertemente arriostrada en todas las plantas.

**Distorsión de pilares.** Siguiendo las especificaciones del apdo. 4.3.3.2 del DB-SE se limita la distorsión de los pilares ante cualquier combinación de acciones características a los siguientes valores:

H/500, para la altura total del edificio H.

h/250, para la altura de cada planta h, en cualquiera de ellas.

Al final del presente anejo se describe un listado de los desplazamientos pésimos en las dos direcciones principales X e Y, obtenidos con la peor combinación de las acciones características para cada pilar, valorando la distorsión máxima en cada planta y en la altura total del mismo.

### 13. OPCIONES DE CÁLCULO

#### 13.1. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. OPCIONES DE CÁLCULO

Con CYPECAD Espacial se puede definir una amplia serie de parámetros estructurales de gran importancia en la obtención de esfuerzos y dimensionado de elementos. Dada la gran cantidad de opciones disponibles, se recomienda su consulta en el manual. Citaremos a continuación las más significativas.

##### A.-Redistribuciones Consideradas.

**Coefficientes de Redistribución de Negativos.** Se acepta una redistribución de momentos negativos en vigas de hasta un 30%. En esta obra se ha optado por un 15% en vigas. Esta redistribución se realiza después del cálculo.

La consideración de una cierta redistribución de momentos flectores supone un armado más caro pero más seguro y más constructivo. Sin embargo, una redistribución excesiva produce unas flechas y una fisuración incompatible con la tabiquería.

En vigas, una redistribución del 15% produce unos resultados generalmente aceptados y se puede considerar la óptima.

La redistribución de momentos se efectúa con los momentos negativos en bordes de apoyos, que en pilares será a caras, es decir afecta a la luz libre, determinándose los nuevos valores de los momentos dentro del apoyo a partir de los momentos redistribuidos a cara, y las consideraciones de redondeo de las leyes de esfuerzos indicadas en el apartado anterior.

**Coefficiente de Empotramiento en última planta.** También de forma opcional se pueden redistribuir los momentos negativos en la unión de la cabeza del último tramo de pilar con extremo de viga; dicho valor estará comprendido entre 0 (articulado) y 1 (empotramiento), en nuestro caso se ha considerado 0.3 como valor intermedio, que será el adoptado en nuestra estructura.

Se realiza una interpolación lineal entre las matrices de rigidez de barras biempotradas y empotradas-articuladas, que afecta a los términos **E I/L** de las matrices:

$$K \text{ definitiva} = \alpha \cdot K \text{ biempotradas} + (1 - \alpha) \cdot K \text{ empot - artic.}$$

siendo  $\alpha$  el valor del coeficiente introducido.

**Coefficiente de Empotramiento en cabeza y pie de pilar, en bordes de forjados, vigas; articulaciones en extremos de vigas.** Es posible también definir un coeficiente de empotramiento de cada tramo de pilar en su cabeza y/o su pie en la unión (0 = articulado; 1 = empotrado). Los coeficientes de cabeza del último tramo de pilar se multiplican por éstos. Esta rótula plástica se considera físicamente en el punto de unión de la cabeza o pie con la viga o forjado tipo losa/reticular que acomete al nudo.

En extremos de vigas y cabeza de último tramo de pilar con coeficientes muy pequeños y rótula en viga, se pueden dar resultados absurdos e incluso mecanismos, al coexistir dos rótulas unidas por tramos rígidos.

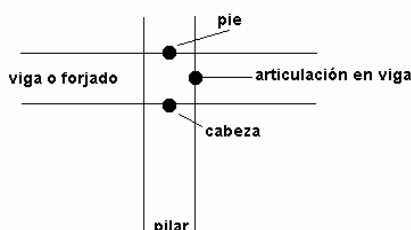


Fig 10

En losas, forjados unidireccionales y forjados reticulares también se puede definir un coeficiente de empotramiento variable en todos sus bordes de apoyo, que puede oscilar entre 0 y 1.

También se puede definir un coeficiente de empotramiento variable entre 0 y 1 en bordes de viga, de la misma manera que en forjados, pero para uno o varios bordes, al especificarse por viga.

Cuando se define coeficientes de empotramiento simultáneamente en forjados y bordes de viga, se multiplican ambos para obtener un coeficiente resultante a aplicar a cada borde.

La rótula plástica definida se materializa en el borde del forjado y el borde de apoyo en vigas y muros, no siendo efectiva en los bordes en contacto con pilares y pantallas, en los que siempre se considera empotrado. Entre el borde de apoyo y el eje se define una barra rígida, por lo que siempre existe momento en el eje de apoyo producido por el cortante en el borde por su distancia al eje. Dicho momento flector se convierte en torsor si no existe continuidad con otros paños adyacentes. Esta opción debe usarse con prudencia, ya que si se articula el borde de un paño en una viga, y la viga tiene reducida a un valor muy pequeño la rigidez a torsión, sin llegar a ser un mecanismo, puede dar resultados de los desplazamientos del paño en el borde absurdos, y por tanto los esfuerzos calculados.

Es posible definir también articulaciones en extremos de vigas, materializándose físicamente en la cara del apoyo, ya sea viga o pilar.

Estas redistribuciones se tienen en cuenta en el cálculo e influyen por tanto en los desplazamientos y esfuerzos finales del cálculo obtenido.

**B.-Rigideces Consideradas.** Para la obtención de los términos de la matriz de rigidez se consideran todos los elementos de hormigón en su sección bruta.

Para el cálculo de los términos de la matriz de rigidez de los elementos se han distinguido los valores:

**EI/L:** rigidez a flexión

**GJ/L:** rigidez torsional

**EA/L:** rigidez axil

y se han aplicado los coeficientes indicados en la siguiente tabla:

ELEMENTO	(EI <sub>y</sub> )	(EI <sub>z</sub> )	(G J)	(EA)
<b>Pilares</b>	S.B.	S.B.	S.B. · x	S.B. coef.rigidez axil
<b>Vigas de hormigón</b>	S.B.	∞	S.B. · x	∞
<b>Zuncho de borde</b>	S.B. · 10 <sup>-15</sup>	∞	S.B. · x	∞
<b>Muros</b>	S.B.	S.B.	E.P.	SB · coef.rig.axil
<b>Losas y reticulares</b>	S.B.	∞	S.B. · x	∞

**S.B.:** sección bruta del hormigón

**∞ :** no se considera por la indeformabilidad relativa en planta

**X:** coeficiente reductor de la rigidez a torsión

**E.P.:** elemento finito plano

**Coefficientes de Rigidez a Torsión.** Existe una opción que permite definir un coeficiente reductor de la rigidez a torsión (**x**), de los diferentes elementos que simula la pérdida de rigidez por fisuración en condiciones pésimas de trabajo. Cuando la dimensión del elemento sea menor o igual que el valor definido para barras cortas se tomará el coeficiente definido en las opciones. Se considerará la sección bruta (S.B.) para el término de torsión **GJ**, y también cuando sea necesaria para el equilibrio de la estructura. En nuestra estructura se tomará un coeficiente reductor de 0,20 en todas las vigas.

**Coefficiente de Rigidez Axil.** Se considera el acortamiento por esfuerzo axil en pilares, muros y pantallas H.A. afectado por un coeficiente de rigidez axil variable entre 1 y 99.99 para poder simular el efecto del proceso constructivo de la estructura y su influencia en los esfuerzos y desplazamiento finales. En nuestra estructura se ha fijado un coeficiente de rigidez axil de 2.

**C.- Momentos Mínimos.** En las vigas también es posible cubrir un momento mínimo que sea una fracción del supuesto isostático  $pl^2/8$ . Este momento mínimo se puede definir tanto para momentos negativos como para positivos con la forma  $pl^2/x$ , siendo **x** un número entero mayor que 8.

En nuestra estructura se ha colocado, al menos, una armadura capaz de resistir un momento  $pl^2/32$  en negativos, y un momento  $pl^2/20$  en positivos. Es posible hacer estas consideraciones de momentos mínimos para toda la estructura o sólo para parte de ella, y pueden ser diferentes para cada viga.

Las envolventes de momentos quedarán desplazadas, de forma que cumplan con dichos momentos mínimos, aplicándose posteriormente la redistribución de negativos considerada.

El valor equivalente de la carga lineal aplicada es:

$$p = \frac{V_i + V_d}{l}$$

Si se ha considerado un momento mínimo (+) = se ha de verificar que:

$$M_v \geq \frac{pl^2}{8}$$

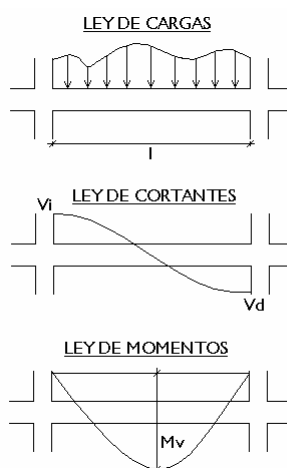


Fig 11

Estas consideraciones funcionan correctamente con cargas lineales y de forma aproximada si existen cargas puntuales.

**D.-Otras Opciones.** Se enumeran a continuación las opciones no citadas y se remite al manual del programa para ampliar información respecto a las mismas.

#### Pilares

- Disposición de barras verticales (longitudes máximas, unión de tramos cortos, solapes intermedios)
- Cortar esperas en el último tramo (en cabeza)
- Reducción de la longitud de anclaje en pilares
- Criterios de simetría de armaduras en las caras
- Criterios de continuidad de barras
- Recubrimiento geométrico
- Disposición de perfiles metálicos
- Transiciones por cambio de dimensiones
- Redondeo de longitud de barras
- Tramado de pilares y pantallas
- Solapar en la zona central del tramo. En las zonas sísmicas, se traslada el solape de barras a la zona central del tramo, alejada de la zona de máximos esfuerzos que es conveniente activar con sismos elevados.
- Solapes en muros y pantallas. Verifica que la armadura en el solape está a tracción o compresión, aplicando un coeficiente amplificación de la longitud de solape, en función de la separación de barras.

- Factor de cumplimiento exigido en muros y pantallas. El armado de un tramo de muro o pantalla puede presentar tensiones de pico que penalizan el armado si se pretende que cumpla al 100%. Con esta opción, se permite un % menor de cumplimiento, o la comprobación de un armado dado.

### Vigas

- Negativos simétricos en vigas de un tramo
- Porcentaje de diferencia para simetría de negativos
- Criterio de disposición de patillas
- Patillas en extremo de alineación
- Longitud mínima de estribos de refuerzo a colocar
- Simetría en armadura de estribos
- Estribos de distinto diámetro en una viga
- Disposición de estribado múltiple
- Longitud de anclaje en cierre de estribos
- Doblar en 'U' Las patillas
- Despiece de armado de vigas con sismo
- Recubrimientos geométricos (superior, inferior y lateral)
- Características de vigas prefabricadas armadas
- Características de vigas prefabricadas pretensadas
- Valoración de Errores
- Numeración de Pórticos
- Numeración de Vigas
- Consideración de la armadura de montaje
- Unir armadura de montaje en vuelos
- Envolvente de cortantes (ley continua o discontinua)
- Armado de cortantes (colocación de armadura de piel, sección de comprobación del cortante)
- Selección de estribado
- Coeficientes de fluencia - flecha activa
- Coeficientes de fluencia de flecha total a plazo infinito
- Fisuración
- Limitación de la fisuración por cortante (sólo EHE)
- Limitación de la fisuración por torsión (sólo EHE)

### Forjados

- Armado de losas y reticulares:
- Cuantías mínimas
- Reducción de cuantía mecánica
- Armado con torsión
- Longitudes mínimas de refuerzo
- Recubrimiento mecánico en losas
- Recubrimiento mecánico en reticulares



- Detallar armadura base en planos
- Redondeo de longitud de barras
- Patillas constructivas en losas
- Criterios de ordenación y numeración en losas
- Armado de losas rectangulares

### Generales

- Opciones generales de dibujo
- Longitud máxima de corte de una barra
- Mermas de acero en medición
- Cuantías mínimas en negativos de forjados unidireccionales
- Cuantías mínimas en negativos de placas aligeradas
- Armado en forjados unidireccionales
- Armado en placas aligeradas
- Momentos mínimos a cubrir con armadura
- Armado de jácenas
- Consideración del armado a torsión en vigas
- Opciones para vigas metálicas
- Límites de flecha en vigas

### Dibujo

- La configuración de capas, tamaños de textos y grosores de pluma son definibles en los planos.

Las opciones marcadas con un rombo se graban y conservan con la obra en cuestión mientras que las marcadas con dos son de carácter general y se conservan para otras obras.

## 14. MÉTODO DE CÁLCULO DE ACCIONES HORIZONTALES

**1. Viento.** Para cada norma, la forma de cálculo de la presión de forma automática, necesita la definición de una serie de datos que puede consultar en el apéndice de normativas de aplicación del manual.

**Norma C.T.E.:** Para la obtención de la carga de viento se considera lo indicado en el DB SE-AV apdo. 3.3 **Viento.**

El programa genera de forma automática las cargas horizontales en cada planta, de acuerdo con la norma NTE Cargas de viento, en dos direcciones ortogonales **X**, **Y**, o en una sola, y en ambos sentidos (**+X**, **-X**, **+Y**, **-Y**). Se puede definir un coeficiente de cargas para cada dirección y sentido de actuación del viento, que multiplica a la presión total del **Viento**. Si un edificio esta aislado, actuará la presión en la cara de barlovento, y la succión en la de sotavento. Se suele estimar que la presión es  $2/3=0.66$  y la succión  $1/3=0.33$  de la presión total, luego para el edificio aislado el coeficiente de cargas es 1 ( $2/3+1/3=1$ ) para cada dirección. Si es un edificio adosado o de medianería en **X** a la izquierda, que protege de la acción del **Viento** en alguna dirección, se puede tener en cuenta mediante los coeficientes de cargas, poniendo en  $+X=0.33$  ya que sólo hay succión a sotavento, y  $-X=0.66$  ya que sólo hay presión a barlovento.

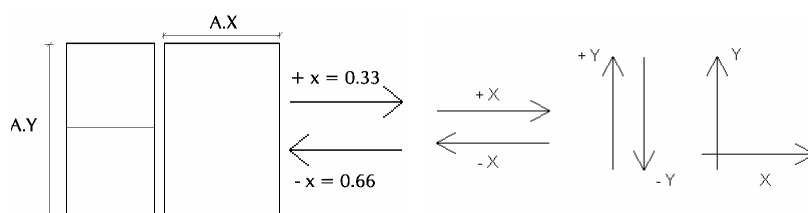


Fig 12

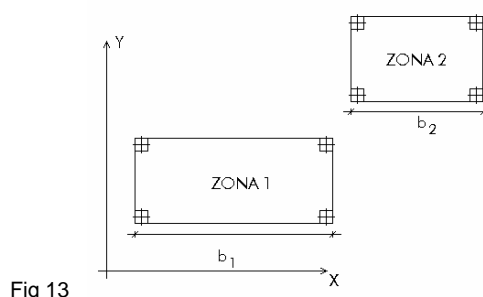
En nuestro caso se han utilizado estos coeficientes con valor 1 en la dirección  $\pm Y$  y con los valores de  $c_{px}$  en la dirección de  $\pm X$

Se define como ancho de banda a la longitud de fachada perpendicular a la dirección del **Viento**. Puede ser diferente en cada planta, y se define por plantas. Cuando el **Viento** actúa en la dirección **X**, se debe dar el ancho de banda **y (A.Y)**, y cuando actúa en **Y**, ancho de banda **x (A.X)**.

Cuando en una misma planta hay zonas independientes, se hace un reparto de la carga total proporcional al ancho de cada zona respecto al ancho total **B** definido para esa planta (Fig 13).

Siendo **B** el ancho de banda definido cuando el Viento actúa en la dirección **Y**, los valores **b<sub>1</sub>** y **b<sub>2</sub>** son calculados geoméricamente por **CYPECAD Espacial** en función de las coordenadas de los pilares extremos de cada zona. Por tanto, los anchos de banda que se aplicarán en cada zona serán:

$$B_1 = \frac{b_1}{b_1 + b_2} \cdot B \quad B_2 = \frac{b_2}{b_1 + b_2} \cdot B$$



Conocido el ancho de banda de una planta, y las alturas de la planta superior e inferior a la planta, se multiplican la semisuma de las alturas por el ancho de banda se obtiene la superficie expuesta al **Viento** en esa planta, que multiplicada a su vez por la presión total calculada a esa altura y por el coeficiente de cargas, obtendríamos la carga de **Viento** en esa planta y en esa dirección.

Para aplicar el CTE con el software disponible, se han introducido anchos de bandas corregidos con el cociente entre la presión estática equivalente obtenida por CTE y la obtenida por la NTE.

## 2. Sismo.

**Cálculo Dinámico. Análisis Modal Espectral.** Dada la geometría y características del edificio y según prescripciones de la norma NCSE-02 se realiza un análisis modal espectral para el cual será necesario definir los siguientes parámetros (Anejo 1):

- Aceleración de cálculo respecto de **g** (aceleración de la gravedad)=**a<sub>c</sub>**
- Ductilidad de la estructura = **μ**
- Número de modos a calcular
- Coeficiente cuasi-permanente de sobrecarga = **A**
- Espectro de aceleraciones de cálculo

Se dan estos datos y la selección del espectro correspondiente de cálculo, que puede ser personalizado. En nuestro caso se ha utilizado el facilitado por la norma (cap. II, apdo. 2.3). La definición de cada espectro se realiza por coordenadas (**X: periodo T; Y: Ordenada espectral α (T)**) pudiéndose ver la forma de la gráfica generada. Los parámetros requeridos para la definición completa del espectro se recogen en el mismo Anejo 1.

Para efectuar el análisis dinámico, el programa crea, para cada elemento de la estructura, la matriz de masas y la rigidez. La matriz de masas se crea a partir de la hipótesis de peso propio y de las correspondientes sobrecargas multiplicadas por el coeficiente de cuasi-permanencia. **CYPECAD Espacial** trabaja con matrices de masas concentradas, que resultan ser diagonales.

El siguiente paso consiste en la condensación (simultánea con el ensamblaje de los elementos) de las matrices de rigidez y masas completas de la estructura, para obtener otras reducidas y que únicamente contienen los grados de libertad dinámicos, sobre los que se hará la descomposición modal. El programa efectúa una condensación estática y dinámica, haciéndose esta última por el método simplificado clásico, en el cual se supone que sólo a través de los grados de libertad dinámicos aparecerán fuerzas de inercia.

Los grados de libertad dinámicos con que se trabaja son tres por cada planta del edificio: dos traslaciones sobre el plano horizontal, y la correspondiente rotación sobre dicho plano. Este modelo simplificado responde al recomendado por la gran mayoría de normas sismorresistentes.

En este punto del cálculo, ya se tiene una matriz de rigidez y otra de masas, ambas reducidas, y con el mismo número de filas/columnas, representando cada una de ellas uno de los grados de libertad dinámicos anteriormente descritos. El siguiente paso es la descomposición modal, que el programa resuelve mediante un método iterativo, y cuyo resultado son los autovalores y autovectores correspondientes a la diagonalización de la matriz de rigidez con las masas.

El sistema de ecuaciones a resolver es el siguiente:

**K**: matriz de rigidez  
**M**: matriz de masas

$$[K - \omega^2 \cdot M] = 0.0 \quad (\text{determinante nulo})$$

$\omega^2$ : autovalores del sistema  
 $\omega$ : frecuencias naturales propias del sistema dinámico

$$[K - \omega^2 \cdot M] \cdot [\phi] = [0.0] \quad (\text{sistema homogéneo indeterminado})$$

$\phi$ : autovectores del sistema o modos de vibración condensados

De la primera ecuación, se pueden obtener un número máximo de soluciones (valores de  $\omega$ ), igual al número de grados de libertad dinámicos asumidos, y para cada una de estas soluciones (autovalores) se obtiene el correspondiente autovector (modo de vibración). Sin embargo, rara vez es necesario obtener el número máximo de soluciones del sistema, y se calculan sólo las más representativas, en nuestro caso se han obtenido las seis más representativas, como se indica en el Anejo 1, estas son las que más masa desplazan, y corresponden a las frecuencias naturales de vibración mayores.

La obtención de los modos de vibración condensados (también llamados vectores de coeficientes de forma), es la resolución de un sistema lineal de ecuaciones homogéneo (el vector de términos independientes es nulo), e indeterminado ( $\omega^2$  se ha calculado para que el determinante de la matriz de coeficientes sea nulo). Por tanto, dicho vector representa una dirección o modo de deformación, y no valores concretos de las soluciones.

A partir de los modos de vibración, el programa obtiene los coeficientes de participación para cada dirección ( $\tau_i$ ) de la forma siguiente:

$$\tau_i = [\phi_i]^T \cdot [M] \cdot \frac{[J]}{[\phi_i]^T \cdot [M] \cdot [\phi_i]}, i = 1, \dots, n^o \text{ modos calculados}$$

Donde **[J]** es un vector que indica la dirección de actuación del sismo. Por ejemplo, para sismo en dirección **x**:

$$[J] = [100100100\dots100]$$

Una vez obtenidas las frecuencias naturales de vibración, se entra en el espectro de diseño seleccionado, con los parámetros de ductilidad, amortiguamiento, etc., y se obtiene la aceleración de diseño para cada modo de vibración, y cada grado de libertad dinámico. El cálculo de estos valores se hace de la siguiente forma:

$$a_{ij} = \phi_{ij} \cdot \tau_i \cdot a_{ci}$$

**i**: cada modo de vibración  
**j**: cada grado de libertad dinámico  
**a<sub>ci</sub>**: aceleración de cálculo para el modo de vibración **i**

$$a_{ci} = \frac{\alpha(T_i) \cdot \frac{a_c}{g}}{\mu}$$

Los desplazamientos máximos de la estructura, para cada modo de vibración  $i$  y grado de libertad  $j$  de acuerdo al modelo lineal equivalente, se obtienen como sigue:

$$u_{ij} = \frac{a_{ij}}{\omega_i^2}$$

Por tanto, para cada grado de libertad dinámico, se obtiene un valor del desplazamiento máximo en cada modo de vibración. Esto equivale a un problema de desplazamientos impuestos, que se resuelve para los demás grados de libertad (no dinámicos), mediante la expansión modal, o sustitución 'hacia atrás' de los grados de libertad previamente condensados.

Se obtiene, finalmente, una distribución de desplazamientos y esfuerzos sobre toda la estructura, para cada modo de vibración y para cada hipótesis dinámica, con lo que se finaliza el análisis modal espectral previamente dicho.

Para la superposición modal, mediante la que se obtienen los valores máximos de un esfuerzo, desplazamiento, etc., en una hipótesis dinámica dada, el programa usa el método **CQC**, en el cual se calcula un coeficiente de acoplamiento modal dependiente de la relación entre los periodos de vibración de los modos a combinar. La formulación de dicho método es la siguiente:

$$x = \sqrt{\sum_i \sum_j \rho_{ij} x_i x_j}$$

$$\rho_{ij} = \frac{8 \xi^2 r^{3/2}}{(1+r)(1-r)^2 + 4 \xi^2 r(1+r)}$$

en donde  $r = \frac{T_i}{T_j}$

$\xi$ : razón de amortiguamiento, uniforme para todos los modos de vibración, y de valor 0.05

$x$ : esfuerzo o desplazamiento resultante

$x_i, x_j$ : esfuerzos o desplazamientos correspondientes a los modos a combinar

Para los casos en los cuales se requiere la evaluación de esfuerzos máximos concomitantes, **CYPECAD Espacial** hace una superposición lineal de los distintos modos de vibración, de forma que para una hipótesis dinámica dada, se obtienen en realidad  $n$  conjuntos de esfuerzos, donde  $n$  es el número de esfuerzos concomitantes que se necesitan. Por ejemplo, si se está calculando el dimensionamiento de pilares de hormigón, se trabaja con tres esfuerzos simultáneamente: axil, flector en el plano  $xy$  y flector en el plano  $xz$ . En este caso, al solicitar la combinatoria con una hipótesis dinámica, el programa suministrará para cada combinación que la incluya tres combinaciones distintas: una para el axil máximo, otra para el flector en el plano  $xy$  máximo, y otra para el flector en el plano  $xz$  máximo. Además, las distintas combinaciones creadas se multiplican por  $\pm 1$ , ya que el sismo puede actuar en cualquiera de los dos sentidos.

Se puede consultar realizado el cálculo para cada modo, el periodo, el coeficiente de participación en cada dirección de cálculo  $X, Y$ , y lo que se denomina coeficiente sísmico, que es el espectro de desplazamientos obtenido como  $S_d$ :

$$S_d = \frac{\alpha(T)}{\omega^2 \mu}$$

$\alpha(T)$ : ordenada espectral

$\omega$ : frecuencia angular =  $2\pi/T$

$\mu$ : ductilidad

**C.-Efectos de la torsión.** Cuando se realiza un cálculo dinámico, se obtiene el momento y el cortante total debido a la acción sísmica sobre el edificio. Dividiendo ambos, se obtiene la excentricidad respecto al centro de masas, se compara con la excentricidad mínima que especifica la normativa, y si fuera menor, se amplifica el modo rotacional o de giro, de tal manera que al menos se obtenga dicha excentricidad mínima.

**D.- Cortante Basal.** Cuando el cortante basal obtenido por la acción sísmica dinámica sea inferior al 80% del cortante basal estático, se amplificará en dicha proporción para que no sea menor.

Obtenidos los periodos de cada modo considerado se determinan los desplazamientos para cada modo. Las solicitaciones se obtendrán aplicando la regla del valor cuadrático ponderado de los modos considerados de acuerdo a lo indicado en la memoria de cálculo.

Podemos consultar los valores de los esfuerzos modales en cada dirección en pilares y pantallas, así como en los nudos de losas y reticulares. En las vigas podemos consultar las envolventes.

La estructura calculada se ha diseñado con ductilidad baja ( $\mu = 2$ ) y por tanto se han incluido los siguientes criterios de armado por ductilidad:

#### A.- Vigas

- La longitud neta de anclaje de la armadura longitudinal en extremos se aumenta un 15%.
- La armadura de refuerzo superior y la inferior pasante que llega a un nudo tiene una longitud mínima de anclaje no menor que 1.5 veces el canto de la viga.

## 15. DIMENSIONADO DE SECCIONES

### 15.1. COMPROBACIÓN Y DIMENSIONADO DE ELEMENTOS

Para el dimensionado de las secciones de hormigón armado en estados límites últimos se emplean el **método de la parábola-rectángulo y el diagrama rectangular**, con los diagramas tensión-deformación del hormigón y para cada tipo de acero, de acuerdo con la normativa vigente (ver apdo. 2.1 de I Memoria de Cálculo).

Se utilizan los límites exigidos por las cuantías mínimas y máximas indicadas por las normas, tanto geométricas como mecánicas, así como las disposiciones indicadas referentes a número mínimo de redondos, diámetros mínimos y separaciones mínimas y máximas.

#### 15.1.1. VIGAS

**Armadura Longitudinal por Flexión.** La armadura se determina efectuando un cálculo a flexión simple en, al menos, 14 puntos de cada tramo de viga, delimitado por los elementos que contacta, ya sean viguetas, losas macizas o reticulares. En cada punto, y a partir de las envolventes de momentos flectores, se determina la armadura necesaria tanto superior como inferior (de tracción y compresión según el signo de los momentos) y se comprueba con los valores mínimos geométricos y mecánicos de la norma, tomando el valor mayor. Se determina para las dos envolventes, sísmicas y no sísmicas, y se coloca la mayor cuantía obtenida en ambos.

**Armadura inferior.** Conocida el área necesaria por cálculo en todos los puntos calculados, se busca en la tabla de armado de positivos la secuencia de armadura inmediata superior a la necesaria. Se pueden disponer armaduras hasta con tres longitudes de corte. Las tablas de armado están definidas para el ancho y el canto especificado en las mismas.

Las tablas de armado se desglosan en 3 sumandos. Cada uno de ellos puede ser de diferente diámetro. El 1<sup>er</sup> sumando es armadura pasante entre apoyos, anclada de forma constructiva. Es decir, el eje de apoyo pasa hasta la cara opuesta menos 3 centímetros, excepto si, por necesidades de cálculo (porque los positivos estén próximos o lleguen al apoyo o por necesitar armadura de compresión en apoyos), fuera preciso anclar la longitud reducida de anclaje a partir del eje. Las tablas de armado por defecto proporcionan un armado pasante (1<sup>er</sup> sumando) cuya cuantía siempre es superior a un tercio o a un cuarto de la armadura total en las tablas de armado por defecto del programa.

El 2<sup>o</sup> y 3<sup>er</sup> sumando pueden ser de menor longitud, siempre simétrico, cumpliendo unas longitudes mínimas en porcentajes (**d** y **e** en el dibujo) de la luz del vano especificado en **Opciones** (Fig 14).

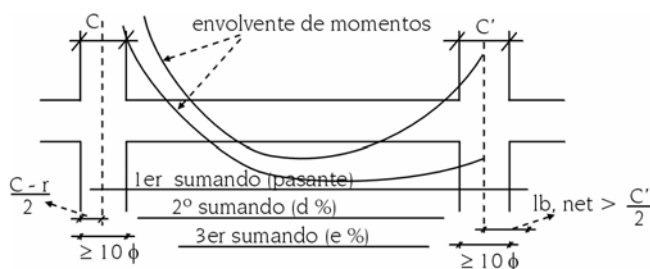


Fig 14

**c:** dimensión de apoyo

**r:** recubrimiento = 3 cm en general

**l<sub>b,net</sub>:** longitud de anclaje reducida

**NOTA:** El 1º sumando siempre pasa 10 diámetros medidos a partir de la cara de apoyo

**Armadura superior.** Se distinguen dos clases de armadura superior:

- **Refuerzo superior** (en vigas normales, inferior en vigas de cimentación): Conocida el área necesaria por cálculo en todos los puntos calculados, se busca en la tabla de armado de negativos la secuencia de armadura inmediata superior a la necesaria. Se pueden disponer armaduras hasta con tres grupos de longitudes de corte distintas, que en opciones de armado de vigas se puede definir un mínimo en % de la luz, para cada grupo. Las tablas de armado están definidas para el ancho y el canto especificado en las mismas. Las tablas de armado se desglosan en 3 sumandos. Cada uno de ellos puede ser de diferente diámetro.
- **Montaje: Continua o Porta-estribos:** La armadura de montaje continua se utiliza cuando se construye en taller la ferralla de las vigas de apoyo a apoyo, conjuntamente con la armadura positiva y los estribos, a falta de colocar en obra el refuerzo superior (o inferior en vigas de cimentación) en apoyos. De forma opcional, se puede considerar o no, colaborante a efectos de armadura superior. Cuando sea necesaria armadura de compresión superior, se convierte siempre en colaborante. El anclaje de esta armadura de montaje es opcional, en patilla o prolongación recta, a partir de su terminación o del eje, y que se muestra claramente en el diálogo de opciones.
  - En secciones en **T**, se coloca una armadura adicional para sujetar los extremos de los estribos de la cabeza de la **T**.
  - La armadura de montaje porta-estribos se utiliza para el montaje in situ de la ferralla, colocándose entre los extremos de los refuerzos superiores, utilizando barras de pequeño diámetro y un solape constructivo con los refuerzos, siendo necesario para tener una armadura que al menos sujete los estribos. Puede también ser utilizable en zonas sísmicas en las que se desea alejar los solapes de los nudos. Es muy conveniente consultarla y elegir la que habitualmente se utilice.

**Otras consideraciones en el armado longitudinal.** Dentro de la zona de apoyo del soporte o pilar se considera una variación lineal del canto de la viga (1/3), lo cual conduce a una reducción de la armadura necesaria, que será la mayor obtenida entre las caras de borde del soporte, no teniendo que coincidir con el eje del apoyo, siendo lo más normal próxima o en el borde de apoyo (Fig 15).

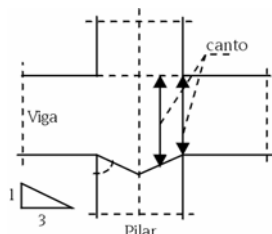


Fig 15

En cuanto a las pantallas y muros, dependiendo del ancho del lado al que acomete la viga, se calcula una longitud o luz de cálculo igual a la menor de:

- la distancia entre ejes de pantallas (o punto medio del eje de viga cortado)
- la luz libre (entre caras) más dos veces el canto

Con este criterio se obtienen las envolventes dentro de la pantalla y se obtiene la longitud de corte de las armaduras, que no superarán la luz de cálculo más dos cantos.

Si es necesaria la armadura de piel, lo cual se define en opciones debido al canto de la viga, se dispondrá en las caras laterales con el diámetro y separación mínima definida, de acuerdo a la norma y lo indicado en las opciones.

**Armadura Longitudinal por Torsión.** Conocida la armadura longitudinal por flexión, se calcula la armadura necesaria por torsión, de acuerdo a la norma, en cada sección. Si la armadura real colocada en esquinas es capaz de absorber ese incremento respecto a la necesaria por flexión, cumplirá. En caso contrario, será preciso aumentar la armadura longitudinal y una armadura adicional en las caras laterales, como si de armadura de piel se tratara.

La comprobación de compresión oblicua por torsión y cortante se efectúa a un canto útil del borde de apoyo de acuerdo a la formulación de la norma.

**Corte de las Armaduras Longitudinales.** Una vez conocida la envolvente de capacidades necesarias en cada sección, superior e inferior, se determina para cada punto una ley desplazada un canto útil más la longitud neta reducida ( $= \text{longitud de anclaje} \cdot \text{área necesaria} / \text{área real}$ ) en función de su posición (**II** = mala adherencia, **I** = buena adherencia), determinándose la longitud máxima en su zona para cada uno de los grupos de armado dispuesto en la dirección desfavorable o decreciente de los esfuerzos. De forma opcional estas longitudes se ajustan a unos mínimos definidos en función de un porcentaje de la luz y en múltiplos de 5 cm. En los extremos, se ancla la armadura de acuerdo a su terminación en patilla, calculando la rama vertical necesaria, colocando un mínimo si así se indica en las opciones. En apoyos intermedios se ancla la armadura de positivos a cada lado a partir del eje de apoyo, además de un mínimo de diez diámetros medidos desde la cara del soporte (Fig 14).

Cuando se genera la longitud máxima de barras, se cortan y se solapan las barras con un valor doble de la longitud de anclaje.

Con sismo, existe una opción en la que se ancla y solapa la armadura fuera de la zona confinada junto a los apoyos.

**Armadura Transversal (Estribos).** Para el dimensionado a esfuerzo cortante se efectúa la comprobación a compresión oblicua realizada en el borde de apoyo directo, y el dimensionado de los estribos a partir del borde de apoyo mencionado o de forma opcional a una distancia en porcentajes del canto útil, del borde de apoyo (Fig 16). En cuanto al estribado, o refuerzo a cortante, es posible seleccionar los diámetros mínimos y separaciones en función de las dimensiones de la viga, así como simetría en la disposición de los mismos y empleo de distintos calibres según la zona de la viga. Se pueden definir estribos simples (que es siempre el perimetral de la sección), dobles, triples, así como ramas verticales. También se pueden disponer los estribos y ramas juntos, hasta dos y tres en la misma sección.

Existen unas tablas personalizables en las que se puede observar que es posible utilizar estribos y ramas, tal como se ha comentado.

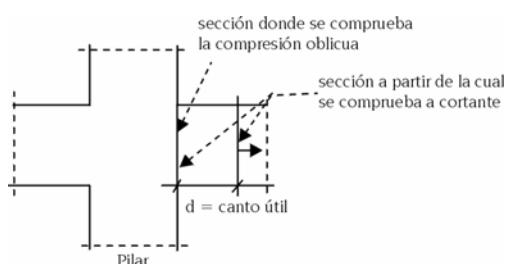


Fig 16

Se determina en primer lugar el estribado mínimo según la norma, en función de la sección de la viga y la tabla de armados, comprobando la longitud que puede cubrir con la envolvente de esfuerzos cortantes en la zona central.

En las zonas laterales, a izquierda y derecha, se determina el estribado necesario hasta los apoyos y se colocan en su longitud necesaria más medio canto útil. Se comprueba que dichas longitudes sean mayores que los mínimos indicados en **Opciones**.

Por último, y si existe torsión, se calcula la armadura transversal necesaria por torsión, estableciendo los mínimos según la norma (separación mínima, estribos cerrados) y se adiciona a la obtenida por cortante, dando como resultado final un estribado cuyos diámetros, separaciones y longitud de colocación cubre la suma de los dos efectos. En este último caso se realiza la comprobación conjunta (compresión oblicua) de tensiones tangenciales de cortante más torsión.

Se comprueba que la separación de estribos cumpla lo especificado en la norma cuando la armadura longitudinal esté comprimida, lo cual afecta tanto al diámetro como a la separación máxima, en función de la armadura longitudinal comprimida.

**Comprobación de la fisuración en vigas.** Según indicaciones de la Instrucción EHE, apdo. 49.2.4., se limitan los valores máximos de la abertura de fisuras. La formulación utilizada corresponde al Código Modelo CEB-FIP. La anchura característica se calcula como:

$$W_k = 1.7 \cdot S_m \cdot E_{sm}$$

$$S_m = 2c + 0.25 + K_1 K_2 \frac{\phi A_{c,eficaz}}{A_s}$$

$$E_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \left[ 1 - \frac{K_3}{2.5 K_1} \left( \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right] \leq 0.4 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

donde

c: Recubrimiento de la armadura de tracción

s: Separación entre barras. Si  $s > 15 d$ ,  $s = 15\phi$

$K_1$ : 0.4 (barras corrugadas)

$K_2$ : 0.125 (flexión simple)

$A_s$ : Área total de las barras en el área eficaz

$A_{c, eficaz}$ : Área eficaz que envuelve a las armaduras, en una altura de 1/4 de la altura de la viga.

$\sigma_s$ : Tensión de servicio de la armadura

$\sigma_{sr}$ : Tensión de la armadura en el momento de la fisuración

$E_s$ : Módulo de elasticidad del acero

$K_3$ : 0.5

### 15.1.2. PILARES Y MUROS DE FÁBRICA

**Pilares.** El dimensionado de pilares de hormigón se realiza en flexión-compresión esviada. A partir de la tabla de armado seleccionada para la obra, se comprueban de forma secuencial creciente de cuantía los armados definidos, que pueden ser simétricos a dos caras, a cuatro o en un porcentaje de diferencia, se comprueba si todas las combinaciones posibles cumplen dicho armado en función de los esfuerzos. Se establece la compatibilidad de esfuerzos y deformaciones y se comprueba que con dicho armado no se superan las tensiones del hormigón y del acero ni sus límites de deformación, ya que la posición de las armaduras es conocida por la tabla.

Se considera la excentricidad mínima o accidental, así como la excentricidad adicional de pandeo según la norma, limitando el valor de la esbeltez mecánica  $\lambda$ , de acuerdo a lo indicado en la norma. Dado que las fórmulas aplicadas tienen su campo de aplicación limitado por la esbeltez, si se supera, la sección es insuficiente dando un mensaje de Esbeltez excesiva (Ee).

En un archivo oculto, y para cada norma, se definen los límites o cuantías mínimas y máximas, tanto geométricas como mecánicas, que, de forma obligada, se cumplirá en el dimensionado de la armadura. Si algún armado no cumple y se rebasan los límites máximos, se indicará en el listado y por pantalla el mensaje de Cuantía excesiva (Ce).

En este caso hay que aumentar la sección de hormigón. Si no se encuentra un armado en las tablas que verifique para los esfuerzos de cálculo, se buscará un armado calculado por el programa, hasta que en las caras no quepa la armadura en una capa, en cuyo caso se emite el mensaje: ARMADO MANUAL. Se deben aumentar en la tabla los tipos de armado y volver a calcular el pilar, para lo cual se puede rearmar sólo los pilares sin recalculer la obra completa. También se puede aumentar la sección y automáticamente se recalcula la sección.

En el caso de que las modificaciones de dimensión sean grandes, es necesario volver a calcular la obra por completo, a causa de las variaciones de rigideces. Los diámetros y separaciones de estribos se realizan de acuerdo con la norma por defecto, con unas tipologías predefinidas en las tablas de armado personalizadas por el calculista, y siempre con separaciones y diámetros en función de la armadura longitudinal que son igualmente modificables.

Existen unas tablas de armado en las que en función de la armadura vertical, se pueden definir diferentes configuraciones de estribado y ramas de atado en función de las dimensiones transversales, pudiendo seleccionarse diferentes tablas según la obra.



No se realiza comprobación de cálculo a cortante de los estribos, por lo que se realiza una comprobación manual del estribado dispuesto y, en su caso, una modificación manual de los estribos, diámetros y separaciones.

Las longitudes de solape se calculan como la longitud de anclaje en posición I (de buena adherencia) en función del tipo de acero, hormigón y consideración de acciones dinámicas. De forma opcional, se puede aplicar una reducción de la longitud de anclaje indicada en función de la armadura necesaria y la real, sin disminuir de la reducida. Estas longitudes son editables y modificables.

Se supone que un pilar trabaja predominantemente a compresión, por lo que en caso de tener pilares en tracción (tirantes), es necesario aumentar manualmente las longitudes de anclaje y estudiar con detalle las uniones y anclajes correspondientes. En nuestro caso no existen pilares tirantes en ninguna combinación pésima de las hipótesis de carga

En cuanto al armado en vertical de un pilar, sus tramos último y penúltimo se arman según sus esfuerzos y de ahí hacia abajo, tramo a tramo, de forma que la armadura del tramo de abajo nunca sea inferior a la dispuesta en el tramo inmediatamente superior.

#### SECCIONES QUE SE COMPRUEBAN EN UNA PLANTA

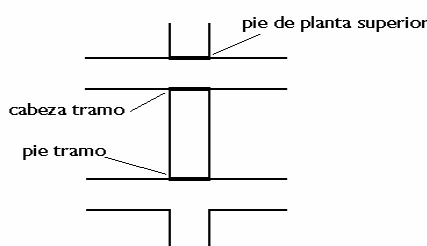


Fig 18

Finalmente, es posible modificar su sección, con lo que la armadura se recalcula, y también se puede modificar su armadura vertical y el tipo de estribos.

**Muros de fábrica.** Se comprueban los límites de tensión en compresión y en tracción (10% de la compresión) con un factor de cumplimiento del 80%.

#### 15.1.3.FORJADOS DE LOSA MACIZA

**Armadura Base.** De forma opcional se puede definir una armadura base superior e inferior, longitudinal y transversal, que pueden ser diferentes, definibles y modificables según una tabla de armado. Esta armadura será colaborante siempre si se define. Es posible aumentarla, si por el cálculo es preciso, a flexión, ya sea por trabajo como armadura comprimida o por el cumplimiento de unos mínimos de cuantías especificadas en **Opciones**.

Las losas con armadura base vienen indicadas en los replanteos de las mismas.

**Armadura Longitudinal de Refuerzo.** En cada nudo de la malla se conocen los momentos flectores en dos direcciones y el momento torsor. En general, las direcciones principales de la losa no coinciden con las direcciones de armado impuestas para la misma. Aplicando el método de **Wood**, internacionalmente conocido, que considera el efecto de la torsión para obtener el momento de armado en cada dirección especificada, efectuándose un reparto transversal en cada nudo con sus adyacentes a izquierda y a derecha en una banda de un metro, sumándose en cada nudo los esfuerzos del nudo más los del reparto, a partir de los cuales se obtiene el área necesaria superior e inferior en cada dirección, que se especifica por metro de ancho al dividir por el tamaño de la malla o distancia entre nudos, para obtener un valor homogéneo y comparable en todos los nudos.

Se comprueba el cumplimiento de las cuantías geométricas mínimas, tanto superior, como inferior y total, así como las cuantías geométricas y mecánicas de la cara de tracción. También se comprueba que la armadura en una dirección sea un 20% de la otra, si se necesita, y un 0%, si no se necesita.

Con todo ello se obtienen unas envolventes de cuantías y el área necesaria en cada dirección por metro de ancho y se calculan unos refuerzos longitudinales de acuerdo a las tablas de armado definidas. El punto de corte de las barras se realiza aumentando a dicha longitud la longitud neta reducida de anclaje según su posición (I ó II) y el decalaje de la ley en función del canto útil y según la normativa.

El cumplimiento de los diámetros máximos y separaciones se realiza por medio de las tablas de armado, en las que se especifican los diámetros y separaciones en función de un campo de variación de los cantos. Además se comprueba la resistencia a torsión.

**Armaduras predeterminadas:** se define con este nombre a la posibilidad de introducir armaduras, ya sea superior, inferior y en cualquier dirección, de diámetro y longitud predeterminada por el calculista, y que se descontarán en su zona de influencia de la armadura de refuerzo a colocar. Resulta muy útil en zonas de concentración de esfuerzos ya conocidos, como la zona superior en soportes, permitiendo que el resto de la armadura sea más uniforme.

El tratamiento de las losas de cimentación es idéntico a las losas macizas normales en cuanto a su diseño de armaduras.

### Armadura Transversal

**A.-Punzonamiento.** En superficies paralelas a los bordes de apoyo, considerando como tales a los pilares, pantallas, muros, vigas y apoyos en muros, y situada a una distancia de medio canto útil ( $0.5d$ ), se verifica el cumplimiento de la tensión límite de punzonamiento, de acuerdo a la norma. No debe olvidarse que la comprobación de punzonamiento es una comprobación de tensiones tangenciales, que es lo que realiza el programa, obteniendo el valor de las tensiones tangenciales a partir de los cortantes en los nudos próximos, interpolando linealmente en los puntos de corte del perímetro de punzonamiento.

Este planteamiento es el correcto desde el punto de vista teórico, una comprobación de tensiones tangenciales, que resuelve el problema en su generalidad que no es coincidente en su planteamiento con las formulaciones de las diferentes normas que suelen aplicar una formulación dependiente del axil y momento actuante, con formulas simplificadas que sólo resuelven casos particulares.

Si no se cumple, aparece una línea roja que indica que se ha rebasado el límite de tensión máxima por punzonamiento, con un mensaje de INSUF. En ese caso se debe aumentar el canto, el tamaño del apoyo o la resistencia del hormigón.

Si se supera la tensión límite sin armadura transversal, es necesario colocar armadura de refuerzo transversal, se indica el número y el diámetro del refuerzo a colocar como ramas verticales, a la separación necesaria en función del número de ramas colocadas en una cierta longitud.

En este caso, se disponen ramas verticales según diferentes formas constructivas (descritas en planos), ya sea mediante pates, refuerzos en escalera, estribos, etc. (Fig 19), de forma que su separación no supere  $0.75$  de canto útil o la sección equivalente, y dispuestas entre la armadura superior e inferior.

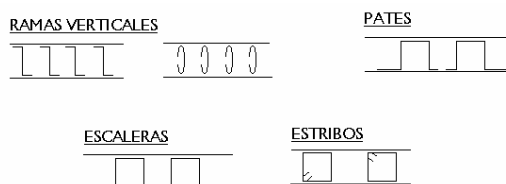


Fig 19

En las zonas donde se dispongan vigas, planas o de canto, los esfuerzos tangenciales serán resistidos por los estribos de la viga.

**B.-Cortante.** A partir de la sección de comprobación a punzonamiento ( $0.5d$ ) y en superficies paralelas a una distancia de  $0.75d$ , se realiza la comprobación a cortante en toda la superficie de la losa, hasta encontrarse todas las superficies radiadas a partir de los bordes de apoyo. Si es necesario reforzar, se indica el número y el diámetro de los refuerzos a colocar con la misma tipología que lo indicado para el punzonamiento.

Análogamente, si no se cumple, aparece una línea roja que indica que se ha rebasado el límite de tensión máxima por punzonamiento, con un mensaje de INSUF. En ese caso se debe aumentar el canto, el tamaño del apoyo o la resistencia del hormigón.

El tratamiento de las losas de cimentación es idéntico a las losas macizas normales en cuanto a su diseño de armaduras.

**Igualación de Armaduras.** Antes o después del cálculo es posible definir unas líneas o rectángulos en cualquier dirección, superior e inferior, que permiten igualar el armado al máximo de esa zona en cuantía y longitud. Existe una opción para la **igualación automática** sobre pilares de armadura superior en bandas adyacentes a los pilares indicados.

Se pueden definir unas líneas de flexión que se deben usar antes del cálculo e introducir según las direcciones de apoyos.

Estas líneas se consideran como si fueran puntos de máximos momentos negativos, y por tanto el sitio idóneo para el solape de la armadura inferior si procede, calculando las longitudes de refuerzo de negativos de acuerdo a unos mínimos en porcentajes de la distancia entre líneas (luz de vano) y solapando los positivos, si ello fuera posible en dichas líneas.

Por último, se puede siempre modificar el diámetro y la separación de la armadura de refuerzo y también modificar y colocar las patillas superiores e inferiores.

El tratamiento de las losas de cimentación es idéntico a las losas macizas normales en cuanto a su diseño de armaduras.

#### 15.1.4.FORJADOS RETICULARES

Los criterios para los forjados reticulares son los mismos que los indicados para las losas macizas, con las siguientes diferencias.

**Armadura Base.** Se puede definir o no una armadura base, distinguiendo para ello la zona macizada de la zona aligerada.

**A. Armadura Base en Zona Maciza (Ábacos).** Por defecto, se considera una armadura base formada por 2 redondos, según unas tablas, que se extiende de borde a borde de ábaco, distribuida entre los ejes de los nervios y que colabora siempre que se considere.

**B. Armadura Base en Nervios.** Por defecto no se considera. Por tanto, se debe elegir y determinar en cada dirección. Existen unas tablas de armado que permiten su definición, así como su combinación posible en los refuerzos adicionales a colocar en los nervios. Si se indica en **Opciones** que se detalle, se dibujará y se medirá. En caso contrario, sólo será posible colocar un rótulo a nivel general sin medición ni dibujo en el cuadro de características. En nuestro caso no se ha considerado ninguna armadura base en los forjados reticulares.

**Armadura Longitudinal de Refuerzo.** Se aplican los mismos criterios que en el caso de las losas macizas, sólo que el armado se concentra en los nervios. Previamente se deben agrupar las envolventes de los elementos adyacentes al nervio para el cálculo concentrado de la armadura en la posición del nervio.

**Armadura Transversal.** En la zona de ábacos o zona maciza se efectúa un cálculo idéntico al de las losas macizas frente a cortante y punzonamiento.

En los nervios de la zona aligerada se efectúa la comprobación a cortante en los nervios cada  $0.75 d$ . Si es necesario reforzar, coloca ramas verticales del diámetro necesario a la separación y número que se dibuja en planos y por pantalla.

La formulación de la EHE para el cálculo a cortante en los nervios de las placas, utilizada por el programa, viene dada por:

$$V_{cu} = 0.10 \xi (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} b d$$

Siguiendo las conclusiones de los ensayos de rotura realizados sobre placas reticulares descritos en “*Los Forjados Reticulares: Diseño, Análisis, Construcción y Patología*” de Florentino Regalado (editado por CYPE Ingenieros, S.A.), queda comprobado empíricamente que la resistencia real a cortante en los nervios de la zona aligerada se ajusta más a:

$$V_{cu} = f_{cv} b d$$

donde,  $f_{cv} = 1 \text{ Mpa}$  en placas con bloques aligerantes perdidos de hormigón prefabricado ó nervios troncopiramidales de placas realizadas con casetones recuperables.

Por tanto, se ha redimensionado el armado obtenido en el cálculo con el programa descontando la cuantía correspondiente a la diferencia de las expresiones anteriores.

**Igualación de Armaduras.** Se pueden efectuar las mismas igualaciones que en las losas macizas, concentrando la armadura en los nervios designados.

#### 15.1.5.DEFORMACIONES EN VIGAS

En las construcciones de hormigón armado en las que las deformaciones de los elementos considerados estructurales puedan afectar a aquellos considerados como no estructurales, es necesario controlar los valores de flecha activa y total a plazo infinito en dichos elementos estructurales.

Se entiende como flecha activa de un elemento estructural referido a uno no estructural dañable, al valor de flecha que se produce en el primero a partir de la construcción del segundo.

La flecha total a plazo infinito es la flecha obtenida como la suma de la flecha activa más la flecha que desarrolla el elemento estructural hasta el momento de construcción del elemento dañable.

Casos prácticos de elementos dañables pueden ser la tabiquería divisoria, los cerramientos de fachadas, etc., y como ejemplos de elementos estructurales pueden ser las vigas, forjados, etc.

La deformación de un elemento depende de su material constitutivo, de sus condiciones de apoyos, de su forma, armaduras, etc., por lo que su valoración resulta tener cierta complejidad, siendo válido, para la gran mayoría de casos prácticos realizar un cálculo de la flecha lo suficientemente aproximado.

La flecha activa de forjados o vigas está compuesta por dos conjuntos de flechas, las instantáneas y las diferidas que detallamos a continuación:

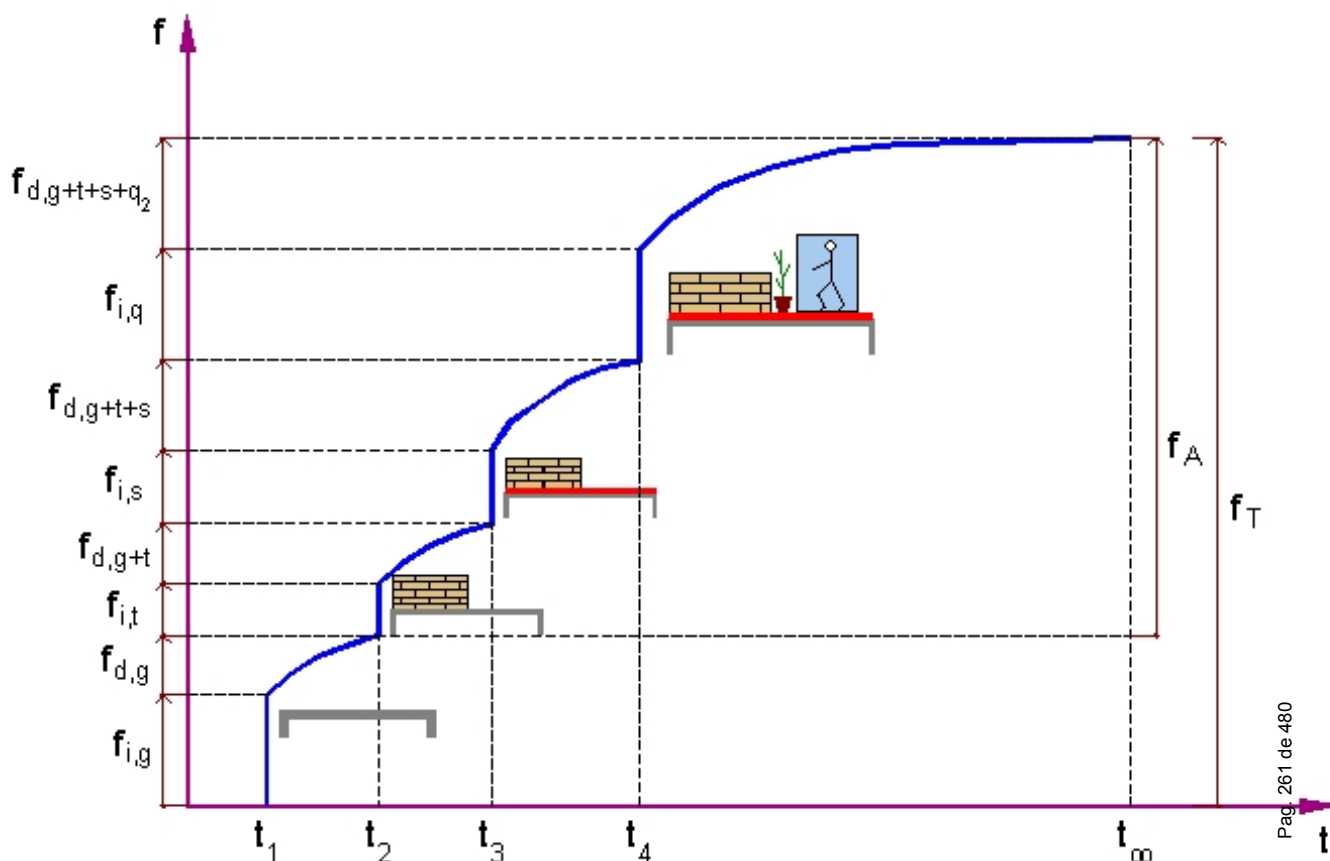
Flechas instantáneas debidas a:

- Peso propio de solados.
- Peso propio de la tabiquería.
- Sobrecargas de uso.

Flechas diferidas debidas a:

- Peso propio del forjado o viga, desarrollada desde el momento de construcción de la tabiquería.
- Peso propio de la tabiquería.
- Peso propio de solados.
- Sobrecargas de uso de carácter cuasi-permanentes.

En la siguiente figura se resume el proceso típico de deformación de un forjado o viga considerando el caso habitual de ejecución de obra, en el cual se construye primero la tabiquería y luego el solado. Además, se representa la flecha activa ( $f_A$ ) y la total a plazo infinito ( $f_T$ ):



t	t1	t2	t3	t4
Acciones aplicadas	Peso propio del elemento estructural	Peso propio de la tabiquería (elemento dañable)	Peso propio del solado	Sobrecargas de uso

Referencias:

$f_{i,g}$  : Flecha instantánea debida al peso propio del elemento estructural al descimbrarlo en el instante  $t_1$ .

$f_{d,g}$  : Flecha diferida debida al peso propio del elemento estructural, desarrollada desde su descimbrado en el instante  $t_1$  hasta la ejecución de la tabiquería en el instante  $t_2$ .

$f_{i,t}$  : Flecha instantánea debida al peso propio de la tabiquería ejecutada en el instante  $t_2$ .

$f_{d,g+t}$  : Flecha diferida debida al peso propio del elemento estructural y de la tabiquería desarrollada desde el instante de ejecución de la tabiquería  $t_2$  hasta la construcción del solado en el instante  $t_3$ .

$f_{i,s}$  : Flecha instantánea debida al peso propio del solado construido en el instante  $t_3$ .

$f_{d,g+t+s}$  : Flecha diferida debida al peso propio del elemento estructural, de la tabiquería y del solado, desarrollada desde el instante  $t_3$  de ejecución del solado hasta el tiempo  $t_4$  de aplicación de la sobrecarga de uso.

$f_{i,q}$  : Flecha instantánea debida a las sobrecargas de uso aplicadas en el instante  $t_4$ .

$f_{d,g+t+s+q2}$  : Flecha diferida debida al peso propio del elemento estructural, de la tabiquería, del solado y del valor cuasi-permanente de la sobrecarga desarrollada desde el instante  $t_4$  de actuación de la sobrecarga hasta el tiempo infinito  $t_\infty$ .

A continuación se explica cómo se aplican todos éstos conceptos en el programa:

### 1.) Desglose de cargas permanentes

Los valores de la carga de peso propio para forjados o vigas, tabiquerías y solados se definen como porcentajes de la carga permanente total.

Los porcentajes utilizados en nuestro caso son:

1. Para flechas en vigas:

*Peso propio de forjados y vigas = 75%*

*Peso propio de la tabiquería. = 8%*

*Peso propio de solados. = 17%*

Estos valores a la distribución de pesos que tenemos en los forjados reticulares:

*Peso propio de forjados y vigas = 4.4 kN/m2*

*Peso propio de la tabiquería. = 0.5 kN/m2*

*Peso propio de solados. = 1.0 kN/m2*

*Total = 4.9 kN/m2*

### 2.) Cálculo de flechas

#### ▪ Flechas instantáneas

El programa calcula las flechas instantáneas realizando la doble integración del diagrama de curvaturas ' $M / (E \cdot I_e)$ ', donde la inercia equivalente ' $I_e$ ' se calcula según la siguiente expresión:

$$I_e = \left( \frac{M_f}{M_a} \right)^3 \cdot I_b + \left[ 1 - \left( \frac{M_f}{M_a} \right)^3 \right] \cdot I_f \leq I_b$$

Donde:

$I_e$  : Inercia equivalente.

$M_f$  : Momento de fisuración de la sección.

$M_a$  : Momento flector máximo aplicado a la sección hasta el instante en que se evalúa la flecha.

$M_f$  : Momento nominal de fisuración de la sección.

$I_b$  : Momento de inercia de la sección bruta.

$I_f$  : Momento de inercia de la sección fisurada en flexión simple, que se obtiene despreciando la zona de hormigón en tracción y homogeneizando las áreas de las armaduras multiplicándolas por el coeficiente de equivalencia (relación entre módulos de elasticidad de acero y hormigón).

#### ▪ Flechas diferidas

El programa calcula la flecha diferida (por deformaciones de fluencia y retracción) multiplicando la flecha instantánea correspondiente por el factor:

$$\lambda = \frac{\xi}{1 + 50 \cdot \rho'}$$

Donde:

$\rho'$  : Cuantía geométrica de armadura en compresión.

El programa desprecia éste término de cuantía, por lo que resulta:

$$\lambda = \xi$$

Lo cual está del lado de la seguridad, ya que el denominador  $1 + 50\rho'$  será siempre  $\geq 1.00$  y por lo tanto  $\lambda \leq \xi$ , es decir, que se obtendría un poco menos de flecha diferida que sin la simplificación antes mencionada.

$\xi$  : Coeficiente que depende de la duración de la carga y que toma los siguientes valores:

Duración de la carga	$\xi$
5 años o más	2.00
1 año	1.40
6 Meses	1.20
3 Meses	1.00
1 mes	0.70
2 semanas	0.50

Para calcular la flecha en un instante  $t_f$  para la edad de la carga  $t_c$ , el valor a considerar es:

$$\xi = \xi(t_f) - \xi(t_c)$$

En el caso en el que la carga se aplique por fracciones, el valor de  $\xi$  se calcula como:

$$\xi = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \xi_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}$$

Para el caso de las cargas permanentes, considerando el desglose antes descrito, el valor de  $\xi_g$  resulta:

$$\xi_g = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \xi_i \cdot \eta_i \cdot G}{G} = \sum_{i=1}^{i=n} \xi_i \cdot \eta_i$$

Donde:

$\eta_i$  : Relación  $P_i / G'$  (en el programa se expresa en tanto por ciento)

$P_i$  : Fracción de carga (peso propio del elemento estructural, tabiquería o solado)

$G$  : Carga permanente total

### ▪ Flecha activa

Conforme a lo indicado en párrafos anteriores, el factor ' $\alpha_g$ ', por el cual hay que multiplicar la flecha instantánea debida a las cargas permanentes para obtener la parte de flecha activa producida por éstas, es el siguiente:

$$\alpha_g = \eta_{pp} \cdot (\beta_{pp} + \xi_{pp}) + \eta_t \cdot (\beta_t + \xi_t) + \eta_s \cdot (\beta_s + \xi_s)$$

Donde:

$\xi_{pp}$  : Coeficiente correspondiente al peso propio del elemento estructural.

$\xi_t$  : Coeficiente correspondiente al peso propio de la tabiquería.

$\xi_s$  : Coeficiente correspondiente al peso propio del solado.

Los valores de  $\beta_i$  valdrán 1 ó 0 según se activen o no las casillas correspondientes que indican al programa si se desea considerar las flechas instantáneas o no ( $f_i$ ). : Coeficiente correspondiente al peso propio del solado.

Del mismo modo, el factor " $\alpha_q$ " por el cual hay que multiplicar la flecha instantánea debida a las sobrecargas de uso para obtener la parte de flecha activa producida por éstas es:

$$\alpha_q = 1 + \eta_q \cdot \xi_q$$

Donde:

$\eta_q$  : Coeficiente que tiene en cuenta la sobrecarga de carácter cuasi-permanente. Por defecto se considera igual al coeficiente de combinación para valor cuasi-permanente ( $y_2$ ) de las sobrecargas.

$\xi_q$  : Coeficiente correspondiente a las sobrecargas de uso.

En nuestro caso se han utilizado los siguientes valores:

Carga	$\xi$
Peso propio del elemento estructural	$\xi_{pp} = 2.00 - 0.70^{(1)} = 1.30$
Peso propio de la tabiquería (elemento dañable)	$\xi_t = 2.00 - 0.85^{(2)} = 1.15$
Peso propio del solado	$\xi_s = 2.00 - 1.00^{(3)} = 1.00$
Sobrecargas de uso	$\xi_q = 2.00 - 1.40^{(4)} = 0.60$

<sup>(1)</sup> Se considera que el peso propio del elemento estructural genera flecha diferida a partir del mes de su construcción, momento en que es descimbrado.

<sup>(2)</sup> Se considera que el peso propio de la tabiquería genera flecha diferida a partir del segundo mes de construcción del elemento estructural, momento en que es construida.

<sup>(3)</sup> Se considera que el peso propio del solado genera flecha diferida a partir del tercer mes de construcción del elemento estructural, momento en que es construido.

<sup>(4)</sup> Se considera que la sobrecarga cuasi-permanente genera flecha diferida a partir del año de construcción del elemento estructural.

Resumiendo, el valor de la flecha activa será el siguiente:



$$f_A = \alpha_g \cdot f_{l_g} + \alpha_q \cdot f_{l_q}$$

Donde:

$\alpha_g$  y  $\alpha_q$ : Son los factores calculados anteriormente 1.66 y 1.24 respectivamente.

$f_{l_g}$ : Flechas instantáneas debidas a la totalidad de las cargas permanentes.

$f_{l_q}$ : Flechas instantáneas debidas a la totalidad de las sobrecargas de uso.

#### ▪ Flecha total a plazo infinito

Como hemos comentado en párrafos anteriores, la flecha total a plazo infinito se compone de la flecha que desarrolla el elemento estructural desde el momento de su descimbrado hasta el momento de construcción de la tabiquería, más la flecha activa posterior a dicho momento.

Se calcula como la suma de los siguientes valores:

Flecha activa

+ Flecha instantánea de descimbrado del elemento estructural

+ Flecha diferida desarrollada por el peso del elemento estructural hasta la construcción de la tabiquería.

Es decir:

$$f_T = f_A + \eta_{pp} \cdot \left[ (1 - \beta_{pp}) + (2 - \xi_{pp}) \right] \cdot f_{l_g}$$

La flecha activa se acerca más a la total a plazo infinito cuanto más pequeña sea la relación entre el peso propio del elemento estructural y la carga permanente total ( $\eta_{pp} \rightarrow 0$ ) y cuanto más rápido sea el proceso de construcción.

#### ▪ Flechas en vigas y viguetas metálicas

Es importante destacar que, para el caso de vigas y viguetas metálicas, no se consideran flechas diferidas, por lo que para el cálculo de las flechas activa y total a plazo infinito se tendrán en cuenta las siguientes expresiones:

$$\alpha_g = \eta_{pp} \cdot \beta_{pp} + \eta_t \cdot \beta_t + \eta_s \cdot \beta_s$$

$$\alpha_q = 1.00$$

$$f_A = \alpha_g \cdot f_{l_g} + \alpha_q \cdot f_{l_q}$$

$$f_T = f_A + \eta_{pp} \cdot (1 - \beta_{pp}) \cdot f_{l_g}$$

### 15.1.6.DEFORMACIONES EN FORJADOS

**Forjados de Losa maciza y Reticulares.** Se proporcionan en cualquier nudo de la malla de todas las plantas los valores de los desplazamientos por hipótesis simples (aquellas que se hayan definido en el proyecto: permanentes o peso propio; variables, que incluyen sobrecargas de uso generales, separadas, ...; viento y sismo). En particular, se puede obtener el desplazamiento máximo por hipótesis de cada paño. De dichos desplazamientos verticales por hipótesis se obtienen las flechas instantáneas realizándose la comprobación a flecha activa a mano por no venir incluida en la formulación del programa.

La comprobación de la flecha activa es realizada por el usuario, con los coeficientes de fluencia estimados por la experiencia, y a partir de la determinación manual de las flechas instantáneas conocidas, deducidas de los desplazamientos verticales por hipótesis que suministra el programa.

Se recuerda que en una losa los desplazamientos verticales son absolutos, es decir que si consultamos en un nudo junto a un pilar o soporte, veremos que también tienen desplazamientos verticales (según el eje  $z$ ), luego para determinar la flecha entre dos soportes, debemos restar los desplazamientos de los soportes, ya que la flecha es un descenso relativo respecto a los apoyos extremos, o puntos de inflexión en una dirección dada de la deformación. Este efecto es más acusado en las plantas altas de los edificios por el acortamiento elástico de los pilares de hormigón.

La flecha diferida se obtiene a partir de la instantánea (suma de los desplazamientos debidos a las cargas gravitatorias verticales) multiplicándola por el factor de fluencia que se obtiene de manera similar a la descrita en el apartado anterior, según práctica habitual de proceso constructivo. Conocida la flecha absoluta, se podrá determinar la flecha relativa ( $L/XXX$ ), observando los apoyos de las zonas adyacentes al punto de máxima flecha absoluta y tomando la luz menor de las posibles contiguas.

En nuestro caso, los coeficientes de fluencia considerados para la flecha activa son:

$$f_A = [75\% \cdot (0.00 + 1.30) + 8\% \cdot (1.00 + 1.15) + 17\% \cdot (1.00 + 1.00)] \cdot f_{iG} + [1.00 + 50\% \cdot 0.60] \cdot f_{iQ} \\ = 1.49 \cdot f_{iG} + 1.30 \cdot f_{iQ}$$

y la flecha total a plazo infinito como:

$$f_T = f_A + 75\% [(1 - 0.00) + (2 - 1.30)] \cdot f_{iG} = f_A + 1.27 \cdot f_{iG}$$

## 16. CIMENTACIONES

### 16.1. CIMENTACIONES FLOTANTES: LOSAS Y VIGAS DE CIMENTACIÓN

**Discretización.** La discretización efectuada para losas y vigas de cimentación es la misma que en forjados:

- ♦ **losas:** malla de elementos tipo barra de tamaño 0.25 x 0.25 m.
- ♦ **vigas:** elementos lineales tipo barra, definiendo nudos en las intersecciones con otros elementos.

En lo que sigue utilizaremos el Sistema M.K.S. en lugar del Sistema Internacional.

Se considera la cimentación apoyada sobre un suelo elástico (método del coeficiente de balasto), de acuerdo al modelo de WINKLER, basado en una constante de proporcionalidad entre fuerzas y desplazamientos, cuyo valor es el coeficiente de balasto.

$$P = K \cdot y$$

$p$ : tensión ( $T/m^2$ )

$K$ : coeficiente de balasto ( $T/m^3$ )

$y$ : desplazamiento (m) vertical

Siguiendo las indicaciones del apdo 1.2 de la memoria de cálculo, el módulo de balasto a utilizar es 32  $MN/m^3$ .

Para resolver la ecuación diferencial de la cimentación flotante, conocido el coeficiente de balasto  $K$  y el ancho  $b$  de la cimentación, sometida a un sistema de cargas  $q(x)$ :

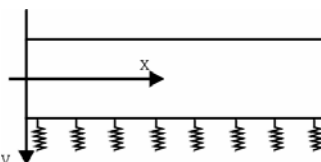


Fig 44

$$\frac{d^2M}{dx^2} = -b(q(x) - p(x))$$

$$Q = -\frac{dM}{dx} \text{ obtenida al derivar esta ecuación}$$

$y(x)$  es la deformada de la pieza

Además,

$$M = -EI \frac{d^2 y}{dx^2}$$

$$\text{sustituyendo se obtiene } EI \frac{d^4 y}{dx^4} + bK \cdot y(x) = b \cdot q(x)$$

que es la solución general sin deformación por cortante, que se resuelve y se obtiene la solución del sistema.

$$\text{En general, se determina el factor de deformación por cortante } \phi = \frac{24 I (1 + \nu)}{A_{\text{cortante}} \cdot L^2}$$

$I$ : inercia de la pieza  
 $\nu$ : coeficiente de Poisson  
 $A_{\text{cortante}}$ : área de cortante  
 $L$ : longitud de la pieza

Si dicho factor  $\phi$  es menor que 0.1, no se considera la deformación por cortante y es válida la solución general que, además, es exacta. Si es mayor que 0.1, se obtiene una solución aproximada descomponiendo la matriz de rigidez en una matriz de rigidez de la barra y otra de rigidez del suelo.

Para obtener una solución aproximada de esta última se toman como funciones de forma polinomios de tercer grado para obtener una solución aproximada de la integración, obteniendo la matriz de rigidez final superponiendo ambas.

En general, las losas se descomponen en elementos cortos de 0.25 m de longitud, en las que normalmente  $\phi > 0.1$ , por lo que se aplica la aproximación con deformación por cortante. Lo mismo sucede en vigas de cimentación en las que se apoyan forjados, ya que se generan nudos intermedios y, por tanto, barras cortas. En vigas de cimentación largas en las que  $\phi < 0.1$ , se aplicará la formulación exacta.

Obtenida la deformada, se tienen los desplazamientos en los nudos, y por lo tanto puede obtener los esfuerzos para cada hipótesis.

**Opciones de cálculo.** Todas las opciones de cálculo, parámetros definibles, redistribución, momentos mínimos, cuantías, tablas de armado, etc., definibles para vigas y losas son de aplicación en cimentaciones flotantes. (Consulte valores en el programa).

**Acciones a considerar.** Sobre las vigas y losas de cimentación hay que decir que forman parte de la globalidad de la estructura, luego interaccionan entre sí con el resto de la estructura, ya que forman parte de la matriz global de rigidez de la estructura. Por tanto se pueden aplicar cargas sobre dichos elementos, al igual que cualquier viga o losa de la estructura de la que forma parte.

**Materiales a emplear.** Se definen de forma específica los materiales a utilizar, hormigón y acero, como un elemento más de la estructura, solamente distinguidos porque son elementos que descansan en el terreno.

**Combinaciones.** Los estados límites a comprobar son los correspondientes al dimensionado de elementos de hormigón armado (estados límites últimos), y a la comprobación de tensiones, equilibrio y despegue (estados límite de servicio).

- **Despegue:** cuando el desplazamiento vertical en algún nudo de losa o viga de cimentación es hacia arriba se indica que existe despegue, lo cual se corrige siguiendo uno o varios de los siguientes procedimientos: rigidizando más la base y/o aumentando las dimensiones de la cimentación en planta y/o espesor.
- **Equilibrio:** se comprueba en vigas de cimentación. Si en la sección transversal se calcula la resultante de tensiones y queda fuera de ancho de la viga, no hay equilibrio y se emite un mensaje de error, que se incluye en los errores de vigas.

- **Tensiones:** conocidos los desplazamientos en los nudos para cada combinación, se calculan las tensiones multiplicando por el coeficiente de balasto:

$$p = K \cdot y$$

En el caso de viga de cimentación, se calcula la tensión en los bordes a partir del desplazamiento vertical, más el producto del giro de la sección por la distancia del eje introducido a cada borde. Se incluyen en un fichero de texto los puntos y la tensión de todos aquellos nudos que superan la tensión admisible definida para el terreno, y en los bordes, los que superan en un 25% la tensión admisible.

**Cálculo de losas y vigas de cimentación.** Como se ha comentado anteriormente, las losas y vigas de cimentación se calculan como un elemento más de la estructura, realizando por tanto un cálculo integrado de la cimentación con la estructura.

Se pueden conocer los resultados de los armados y los asientos previstos (con el módulo de balasto considerado) por hipótesis de las losas introducidas, consultando en el comando **Desplazamientos máximo y en nudo en Envolventes** como en cualquier losa de forjado de piso.

Málaga, a 22 de enero de 2010

**A CONTINUACIÓN SE RESUMEN LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE 2º ORDEN:**

# ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD GLOBAL

Fecha: 15/01/10

Para el análisis de la estabilidad global se ha considerado que los desplazamientos reales de la estructura son los considerados en el cálculo multiplicados por:

Viento +X exc. +	1.59
Viento +X exc. -	1.59
Viento -X exc. +	1.59
Viento -X exc. -	1.59
Viento +Y exc. +	1.59
Viento +Y exc. -	1.59
Viento -Y exc. +	1.59
Viento -Y exc. -	1.59

Número de hipótesis gravitatorias: 2

Número de hipótesis de acción horizontal: 8

El momento de vuelco producido por las acciones horizontales en las distintas hipótesis es:

	t·m
Viento +X exc. +	28.325
Viento +X exc. -	28.325
Viento -X exc. +	28.325
Viento -X exc. -	28.325
Viento +Y exc. +	51.108
Viento +Y exc. -	51.108
Viento -Y exc. +	51.108
Viento -Y exc. -	51.108

El momento por efecto P-delta producido por las distintas hipótesis de carga gravitatoria bajo la actuación simultánea de las hipótesis de acciones horizontales es:

	Carga permanente t·m	Sobrecarga de uso t·m
Viento +X exc. +	0.834	0.088
Viento +X exc. -	0.855	0.090
Viento -X exc. +	0.834	0.088
Viento -X exc. -	0.855	0.090
Viento +Y exc. +	2.010	0.212
Viento +Y exc. -	1.982	0.211
Viento -Y exc. +	2.010	0.212
Viento -Y exc. -	1.982	0.211

Las acciones horizontales se ven incrementadas por la actuación simultánea de las acciones gravitatorias según los siguientes factores de amplificación (FA):

	Carga permanente	Sobrecarga de uso
Viento +X exc. +	0.029	0.003
Viento +X exc. -	0.030	0.003
Viento -X exc. +	0.029	0.003
Viento -X exc. -	0.030	0.003
Viento +Y exc. +	0.039	0.004
Viento +Y exc. -	0.039	0.004
Viento -Y exc. +	0.039	0.004
Viento -Y exc. -	0.039	0.004

Cuando en una combinación actúe una acción horizontal con un coeficiente de mayoración  $F_v$  y varias acciones gravitatorias con coeficientes de mayoración  $F_{g1} \dots F_{gn}$ , el coeficiente de mayoración de la acción horizontal se tomará como:

1

$$F_v (\text{estabilidad global}) = F_v \cdot \text{-----}$$

$$1 - (Fg1 \cdot FA1 + \dots + Fgn \cdot FAn)$$

Las relaciones máximas entre los coeficientes de mayoración amplificados y los coeficientes de mayoración sin amplificar para las distintas hipótesis de acción horizontal son:

Viento +X exc.+	1.046
Viento +X exc.-	1.048
Viento -X exc.+	1.046
Viento -X exc.-	1.048
Viento +Y exc.+	1.063
Viento +Y exc.-	1.062
Viento -Y exc.+	1.063
Viento -Y exc.-	1.062

**A CONTINUACIÓN SE DESCRIBEN LAS DISTORSIONES MÁXIMAS DE LOS PILARES, EN CADA PLANTA Y TOTALES, PARA LA PEOR COMBINACIÓN DE ACCIONES CARACTERÍSTICAS:**



# Distorsiones de pilares

Nombre Obra: 1002b

Fecha: 15/01/10

2 VPO c/ZAMORANO 68 (Málaga)

- h: Altura del nivel respecto al inmediato inferior
- Distorsión:
  - Absoluta: Diferencia entre los desplazamientos de un nivel y los del inmediatamente inferior
  - Relativa: Relación entre la altura y la distorsión absoluta
- Origen:
  - G: Sólo gravitatorias
  - GV: Gravitatorias + viento
- Nota:
 

Las diferentes normas suelen limitar el valor de la distorsión relativa entre plantas y de la distorsión total (desplome) del edificio.

El valor absoluto se utilizará para definir las juntas sísmicas. El valor relativo suele limitarse en función de la altura de la planta 'h'. Se comprueba el valor 'Total' tomando en ese caso como valor de 'h' la altura total.

Situaciones persistentes o transitorias									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
A1	BAJO CUBIERTA +6.60	6.45	3.20	0.0019	h / 1685	GV	0.0060	h / 534	GV
	PRIMERA 3.40	3.25	3.25	0.0015	h / 2167	GV	0.0047	h / 692	GV
	BAJA	0.00							
	Total		6.45	0.0033	h / 1955	GV	0.0107	h / 603	GV
A2	BAJO CUBIERTA +6.60	6.45	3.20	0.0018	h / 1778	GV	0.0057	h / 562	GV
	PRIMERA 3.40	3.25	3.25	0.0015	h / 2167	GV	0.0045	h / 723	GV
	BAJA	0.00							
	Total		6.45	0.0033	h / 1955	GV	0.0102	h / 633	GV
A4	BAJO CUBIERTA +6.60	6.45	3.20	0.0018	h / 1778	GV	0.0061	h / 525	GV
	PRIMERA 3.40	3.25	3.25	0.0016	h / 2032	GV	0.0050	h / 650	GV
	BAJA	0.00							
	Total		6.45	0.0034	h / 1898	GV	0.0111	h / 582	GV
B2	BAJO CUBIERTA +6.60	6.45	3.20	0.0019	h / 1685	GV	0.0057	h / 562	GV
	PRIMERA 3.40	3.25	3.25	0.0016	h / 2032	GV	0.0045	h / 723	GV
	BAJA	0.00							
	Total		6.45	0.0035	h / 1843	GV	0.0102	h / 633	GV
C1	BAJO CUBIERTA +6.60	6.45	3.20	0.0023	h / 1392	GV	0.0061	h / 525	GV
	PRIMERA 3.40	3.25	3.25	0.0019	h / 1711	GV	0.0047	h / 692	GV
	BAJA	0.00							
	Total		6.45	0.0042	h / 1536	GV	0.0108	h / 598	GV
C2	BAJO CUBIERTA +6.60	6.45	3.20	0.0023	h / 1392	GV	0.0058	h / 552	GV
	PRIMERA 3.40	3.25	3.25	0.0019	h / 1711	GV	0.0046	h / 707	GV
	BAJA	0.00							
	Total		6.45	0.0042	h / 1536	GV	0.0103	h / 627	GV
C3	BAJO CUBIERTA +6.60	6.45	3.20	0.0023	h / 1392	GV	0.0058	h / 552	GV
	PRIMERA 3.40	3.25	3.25	0.0019	h / 1711	GV	0.0047	h / 692	GV
	BAJA	0.00							
	Total		6.45	0.0042	h / 1536	GV	0.0105	h / 615	GV
C4	BAJO CUBIERTA +6.60	6.45	3.20	0.0023	h / 1392	GV	0.0061	h / 525	GV
	PRIMERA 3.40	3.25	3.25	0.0019	h / 1711	GV	0.0050	h / 650	GV
	BAJA	0.00							
	Total		6.45	0.0042	h / 1536	GV	0.0111	h / 582	GV

Situaciones sísmicas <sup>(1)</sup>									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
A1	BAJO CUBIERTA +6.60	6.45	3.20	0.0116	h / 276	----	0.0164	h / 196	----
	PRIMERA 3.40	3.25	3.25	0.0081	h / 402	----	0.0124	h / 263	----

Pag. 273 de 480

# Distorsiones de pilares

Nombre Obra: 1002b

Fecha: 15/01/10

2 VPO c/ZAMORANO 68 (Málaga)

Situaciones sísmicas <sup>(1)</sup>									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
	BAJA	0.00							
	Total		6.45	0.0195	h / 331	----	0.0285	h / 227	----
A2	BAJO CUBIERTA +6.60	6.45	3.20	0.0118	h / 272	----	0.0186	h / 173	----
	PRIMERA 3.40	3.25	3.25	0.0083	h / 392	----	0.0141	h / 231	----
	BAJA	0.00							
	Total		6.45	0.0200	h / 323	----	0.0324	h / 200	----
A4	BAJO CUBIERTA +6.60	6.45	3.20	0.0126	h / 254	----	0.0219	h / 147	----
	PRIMERA 3.40	3.25	3.25	0.0091	h / 358	----	0.0167	h / 195	----
	BAJA	0.00							
	Total		6.45	0.0216	h / 299	----	0.0381	h / 170	----
B2	BAJO CUBIERTA +6.60	6.45	3.20	0.0139	h / 231	----	0.0187	h / 172	----
	PRIMERA 3.40	3.25	3.25	0.0102	h / 319	----	0.0141	h / 231	----
	BAJA	0.00							
	Total		6.45	0.0240	h / 269	----	0.0325	h / 199	----
C1	BAJO CUBIERTA +6.60	6.45	3.20	0.0181	h / 177	----	0.0162	h / 198	----
	PRIMERA 3.40	3.25	3.25	0.0139	h / 234	----	0.0122	h / 267	----
	BAJA	0.00							
	Total		6.45	0.0317	h / 204	----	0.0282	h / 229	----
C2	BAJO CUBIERTA +6.60	6.45	3.20	0.0181	h / 177	----	0.0179	h / 179	----
	PRIMERA 3.40	3.25	3.25	0.0139	h / 234	----	0.0135	h / 241	----
	BAJA	0.00							
	Total		6.45	0.0317	h / 204	----	0.0312	h / 207	----
C3	BAJO CUBIERTA +6.60	6.45	3.20	0.0181	h / 177	----	0.0195	h / 165	----
	PRIMERA 3.40	3.25	3.25	0.0139	h / 234	----	0.0148	h / 220	----
	BAJA	0.00							
	Total		6.45	0.0318	h / 203	----	0.0339	h / 191	----
C4	BAJO CUBIERTA +6.60	6.45	3.20	0.0181	h / 177	----	0.0219	h / 147	----
	PRIMERA 3.40	3.25	3.25	0.0139	h / 234	----	0.0167	h / 195	----
	BAJA	0.00							
	Total		6.45	0.0318	h / 203	----	0.0382	h / 169	----
Notas: <sup>(1)</sup> Las distorsiones están mayoradas por la ductilidad.									

Pag. 274 de 480

Los valores indicados tienen en cuenta los factores de desplazamientos definidos para los efectos multiplicadores de segundo orden.

### 5.3.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Esta normativa queda justificada en el punto 3.2.Seguridad en caso de incendio del proyecto básico.

#### **5.4.- INSTALACIONES DEL EDIFICIO**

5.4.1.-FONTANERÍA

5.4.2.-SANEAMIENTO

5.4.3.-ELECTRICIDAD

5.4.4.-INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR

5.4.5.-GAS NATURAL

5.4.6.-ILUMINACIÓN

#### **5.4.1.-INSTALACIÓN DE FONTANERÍA**

**A.- MEMORIA DESCRIPTIVA.****REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.**

El presente Anexo recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HS 4 "Salubridad. Suministro de agua".
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, NTE IFC Agua Caliente y NTE IFF Agua Fría.
- Reglamento de Aparatos a Presión.
- Normas UNE EN 274-1:2002, 274-2:2002 y 274-3:2002 sobre Accesorios de desagüe para aparatos sanitarios.
- Norma UNE EN 545:2002 sobre Tubos, racores y accesorios en fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua.
- Norma UNE EN 806-1:2001 sobre Especificaciones para instalaciones de conducción de agua destinada al consumo humano en el interior de los edificios.
- Norma UNE EN 816:1997 sobre Grifería sanitaria.
- Norma UNE EN 1 057:1996 sobre Cobre y aleaciones de cobre.
- Norma UNE EN 1 112:1997 sobre Duchas para griferías sanitarias.
- Norma UNE EN 1 113:1997 sobre Flexibles de ducha para griferías sanitarias.
- Normas UNE EN 1 254-1:1999, 1 254-2:1999, 1 254-3:1999, 1 254-4:1999 y 1 254-5:1999, sobre Cobre y aleaciones de cobre.
- Normas UNE EN 1 452-1:2000, 1 452-2:2000 y 1 452-3:2000, sobre Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua (PVC-U).
- Normas UNE EN 12 201-1:2003, 12 201-2:2003, 12 201-3:2003 y 12 201-4:2003 sobre Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua (PE).
- Normas UNE EN ISO 3 822-2:1996, 3 822-3:1997 y 3 822-4:1997 sobre Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua.
- Norma UNE EN ISO 12 241:1999 sobre Aislamiento térmico para equipos de edificación e instalaciones industriales.
- Normas UNE EN ISO 15874-1:2004, 15874-2:2004 y 15874-3:2004 sobre Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría (PP).
- Normas UNE EN ISO 15875-1:2004, 15875-2:2004 y 15875-3:2004 sobre Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría (PE-X).
- Normas UNE EN ISO 15876-1:2004, 15876-2:2004 y 15876-3:2004 sobre Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría (PB).
- Normas UNE EN ISO 15877-1:2004, 15877-2:2004 y 15877-3:2004 sobre Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría (PVC-C).
- Norma UNE 53960 EX:2002 sobre Tubos multicapa de polímero/aluminio/PE-RT.
- Norma UNE 53961 EX:2002 sobre Tubos multicapa de polímero/aluminio/PE-X.
- Normas UNE 19 040:1993 y 19 041:1993 sobre Tubos roscables de acero de uso general.
- Norma UNE 19 047:1996 sobre Tubos de acero soldados y galvanizados para instalaciones interiores de agua fría y caliente.
- Norma UNE 19 049-1:1997 sobre Tubos de acero inoxidable para instalaciones interiores de agua fría y caliente.
- Normas UNE 19 702:2002, 19 703:2003 y 19 707:1991 sobre Grifería sanitaria.
- Norma UNE 53 131:1990 sobre Plásticos.
- Norma UNE 53 323:2001 EX sobre Sistemas de canalización enterrados de materiales plásticos para aplicaciones con y sin presión.
- Normas UNE 100 151:1998, 100 156:1989 y 100 171:1989 IN sobre Climatización.
- O.M. de 28-12-88 (B.O.E. de 6-3-89) sobre condiciones a cumplir por los contadores.

- Norma UNE 19-900-94 para baterías de contadores.
- Normas Particulares y de Normalización de la Cía. Suministradora de Agua.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

## DESCRIPCION GENERAL.

Se trata de un edificio con dos viviendas, ambas con acceso desde la planta baja. Los caudales instalados en las viviendas se detallan en el apartado correspondiente, si bien ambas presentan la misma clasificación, con la única diferencia que en una de las viviendas, se ha previsto un grifo exterior en el patio de la misma, siendo el resto de la instalación idéntica a la de la otra vivienda (en el Anexo de cálculo se reflejan tablas resúmenes de tipologías y caudales).

A modo resumen y referente a la instalación a la que este anexo se refiere, las viviendas presentan dos tipologías básicas, ambas con una cocina y un lavadero completos, y un baño completo y un aseo sin ducha. Señalar en este punto que se ha previsto un grifo aislado en el patio de la vivienda de 3 dormitorios dependiente de la instalación interior perteneciente a la cocina, de modo que el corte de la llave de alimentación a este local húmedo será el que sirva para el mantenimiento de dicho ramal.

A su vez en el edificio existen instalaciones pertenecientes a la zona común, portal y locales técnicos de planta baja. Dicho suministro parte del contador previsto para ello en la centralización de contadores.

El esquema de la instalación se corresponde al de un suministro con presión y continuidad de servicio garantizado por la propia Compañía Suministradora, según se ha verificado en sus dependencias mediante consulta previa. No siendo por tanto necesario la reserva de agua ni la utilización de grupo de presión. Por todo ello, se ha prescindido igualmente del contador totalizador, alimentando la centralización de contadores desde la llave de corte general situada en la vía pública, desde la cual y en canalización alojada en tubo de PVC para detección de posibles fugas se acomete a la batería de contadores situada en el interior de un armario en el portal del edificio.

## SUMINISTRO DE AGUA.

El suministro de agua al edificio se hará a través de la conducción de agua que la Cía Suministradora EMASA, posee en la zona. La presión en el punto de toma se ha previsto de 30 mca.

Los caudales instantáneos mínimos en los aparatos domésticos serán los siguientes:

Agua fría	
- Lavamanos: 0,05 l/s.	- Lavabo: 0,10 l/s.
- Ducha: 0,20 l/s.	- Bañera de 1,40 m o más: 0,30 l/s.
- Bañera de menos de 1,40 m: 0,20 l/s.	- Bidé: 0,10 l/s.
- Inodoro con cisterna: 0,10 l/s.	- Inodoro con fluxor: 1,25 l/s.
- Urinario con grifo temporizado: 0,15 l/s	- Urinario con cisterna (c/u): 0,04 l/s.
- Fregadero doméstico: 0,20 l/s.	- Fregadero no doméstico: 0,30 l/s.
- Lavavajillas doméstico: 0,15 l/s.	- Lavavajillas industrial (20 servicios): 0,25 l/s.
- Lavadero: 0,20 l/s.	- Lavadora doméstica: 0,20 l/s.
- Lavadora industrial (8 kg): 0,60 l/s.	- Grifo aislado: 0,15 l/s.
- Grifo garaje: 0,20 l/s.	- Vertedero: 0,20 l/s.
- Office: 0,15 l/s.	

Agua caliente	
- Lavamanos: 0,03 l/s.	- Lavabo: 0,065 l/s.
- Ducha: 0,10 l/s.	- Bañera de 1,40 m o más: 0,20 l/s.
- Bañera de menos de 1,40 m: 0,15 l/s.	- Bidé: 0,065 l/s.
- Fregadero doméstico: 0,10 l/s.	- Fregadero no doméstico: 0,20 l/s.
- Lavavajillas doméstico: 0,10 l/s.	- Lavavajillas industrial (20 servicios): 0,20 l/s.
- Lavadero: 0,10 l/s.	- Lavadora doméstica: 0,15 l/s.
- Lavadora industrial (8 kg): 0,40 l/s.	- Grifo aislado: 0,10 l/s.

A continuación se exponen los caudales de las viviendas tipo utilizados para el cálculo:

APARATO	FRIA	CALIENTE	VIVIENDA 2 DORMITORIOS - 1.0.A								VIVIENDA 3 DORMITORIOS - 1.0.B							
			BAÑO		ASEO		COCINA		LAVADERO		BAÑO		ASEO		COCINA		LAVADERO	
Lavamanos:	0.05	0.03																
Lavabo:	0.1	0.065	1	0.1	1	0.1					1	0.1	1	0.1				
Ducha:	0.2	0.1																
Bañera de 1,40 m o más:	0.3	0.2	1	0.3							1	0.3						
Bañera de menos de 1,40 m:	0.2	0.15																
Bidé:	0.1	0.065	1	0.1							1	0.1						
Inodoro con cisterna:	0.1		1	0.1	1	0.1					1	0.1	1	0.1				
Inodoro con fluxor:	1.25																	
Urinario con grifo temporizado:	0.15																	
Urinario con cisterna (c/u):	0.04																	
Fregadero doméstico:	0.2	0.1					1	0.2							1	0.2		
Fregadero no doméstico:	0.3	0.2																
Lavavajillas doméstico:	0.15	0.1					1	0.15							1	0.15		
Lavavajillas industrial (20 servicios):	0.25	0.2																
Lavadero:	0.2	0.1							1	0.2							1	0.2
Lavadora doméstica:	0.2	0.15							1	0.2							1	0.2
Lavadora industrial (8 kg):	0.6	0.4																
Grifo aislado:	0.15	0.1													1	0.15		
Grifo garaje:	0.2																	
Vertedero:	0.2																	
Office:	0.15																	
Total instalado en cuartos húmedos:			4	0.6	2	0.2	2	0.35	2	0.4	4	0.6	2	0.2	3	0.5	2	0.4
TOTAL CAUDAL INSTALADO			1.55								1.70							
TOTAL GRIFOS INSTALADOS			10.00								11.00							

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

- 10 mca para grifos comunes.
- 15 mca para fluxores y calentadores.

La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 50 mca.

La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50 °C y 65 °C, excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que éstas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.



El agua de la instalación debe cumplir lo establecido en la legislación vigente sobre el agua para consumo humano.

Los materiales que se vayan a utilizar en la instalación, en relación con su afectación al agua que suministren, deben ajustarse a los siguientes requisitos:

- Para las tuberías y accesorios deben emplearse materiales que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.
- No deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada.
- Deben ser resistentes a la corrosión interior.
- Deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas.
- No deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí.
- Deben ser resistentes a temperaturas de hasta 40°C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato.
- Deben ser compatibles con el agua suministrada y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.
- Su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deben disminuir la vida útil prevista de la instalación.

Para cumplir las condiciones anteriores pueden utilizarse revestimientos, sistemas de protección o sistemas de tratamiento de agua.

La instalación de suministro de agua debe tener características adecuadas para evitar el desarrollo de gérmenes patógenos y no favorecer el desarrollo de la biocapa (biofilm).

## **ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACION DEL EDIFICIO.**

### **1. ACOMETIDA.**

Es el ramal y elementos complementarios que enlazan la red de distribución y la instalación general. Atravesará el muro del cerramiento del edificio por un orificio practicado por el propietario o abonado, de modo que el tubo quede suelto y le permita la libre dilatación, si bien deberá ser rejuntado de forma que a la vez el orificio quede impermeabilizado. La instalación deberá ser realizada por la Empresa Suministradora.

La acometida debe disponer, como mínimo, de los elementos siguientes:

- Una llave de toma o un collarín de toma en carga, sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abra el paso a la acometida.
- Un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general. Se podrá utilizar fundición dúctil, acero galvanizado o polietileno. Será conveniente dejarla convenientemente protegida, sobre todo si discurre bajo calzada. Se recomienda que el diámetro de la conducción sea como mínimo el doble del diámetro de la acometida.
- Una llave de corte en el exterior de la propiedad. Sólo podrá ser manipulada por el suministrador o persona autorizada. Deberá ser registrable a fin de que pueda ser operada.

En los apartados de Planos y de Mediciones y Presupuesto quedan definidos los elementos adoptados así como su situación.

### **2. INSTALACION GENERAL.**

Conjunto de tuberías y elementos de control y regulación que enlazan la acometida con las instalaciones interiores particulares y las derivaciones colectivas. Deberá ser realizada por un instalador autorizado, debiendo pasar las oportunas inspecciones por parte de la Compañía suministradora y, en su caso, por personal de Industria.

La instalación general debe contener, en función del esquema adoptado, los elementos que le correspondan de los que se citan a continuación:

1. Llave de corte general. Servirá para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en una zona de uso común, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior.
2. Filtro de la instalación general. Debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50  $\mu\text{m}$ , con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro.
3. Armario o arqueta del contador general. El armario o arqueta del contador general contendrá, dispuestos en este orden, la llave de corte general, un filtro de la instalación general, el contador, una llave, grifo o racor de prueba, una válvula de retención y una llave de salida. Su instalación debe realizarse en un plano paralelo al del suelo. La llave de salida debe permitir la interrupción del suministro al edificio. La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general.
4. Tubo de alimentación. Tubería que enlaza la llave de corte general y los sistemas de control y regulación de la presión o el distribuidor principal. Debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.
5. Distribuidor principal. Tubería que enlaza los sistemas de control de la presión y las ascendentes o derivaciones. Debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección. Debe adoptarse la solución de distribuidor en anillo en edificios tales como los de uso sanitario, en los que en caso de avería o reforma el suministro interior deba quedar garantizado.
6. Ascendentes o montantes. Tuberías verticales que enlazan el distribuidor principal con las instalaciones interiores particulares o derivaciones colectivas. Deben discurrir por zonas de uso común del mismo e ir alojadas en recintos o huecos, contruidos a tal fin. Dichos recintos o huecos, que podrán ser de uso compartido solamente con otras instalaciones de agua del edificio, deben ser registrables y tener las dimensiones suficientes para que puedan realizarse las operaciones de mantenimiento. Las ascendentes deben disponer en su base de una válvula de retención, una llave de corte para las operaciones de mantenimiento, y de una llave de paso con grifo o tapón de vaciado, situadas en zonas de fácil acceso y señaladas de forma conveniente. La válvula de retención se dispondrá en primer lugar, según el sentido de circulación del agua. En su parte superior deben instalarse dispositivos de purga, automáticos o manuales, con un separador o cámara que reduzca la velocidad del agua facilitando la salida del aire y disminuyendo los efectos de los posibles golpes de ariete.
7. Contadores divisionarios. Aparatos que miden los consumos particulares de cada abonado y el de cada servicio que así lo requiera en el edificio. En general se instalarán sobre las baterías. Deben situarse en zonas de uso común del edificio, de fácil y libre acceso. Contarán con preinstalación adecuada para una conexión de envío de señales para lectura a distancia del contador. Antes de cada contador divisionario se dispondrá una llave de corte. Después de cada contador se dispondrá una válvula de retención.

En los apartados de Planos y de Mediciones y Presupuesto quedan definidos los elementos adoptados así como su situación.

#### INSTALACIONES PARTICULARES.

Parte de la instalación comprendida entre cada contador y los aparatos de consumo del abonado correspondiente.

Estarán compuestas de los elementos siguientes:

- Una llave de paso situada en el interior de la propiedad particular en lugar accesible para su manipulación.
- Derivaciones particulares, cuyo trazado se realizará de forma tal que las derivaciones a los cuartos húmedos sean independientes. Cada una de estas derivaciones contará con una llave de corte, tanto para agua fría como para agua caliente.
- Ramales de enlace.
- Puntos de consumo, de los cuales, todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, las calderas individuales de producción de ACS y calefacción y, en general, los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual.

En los apartados de Planos y de Mediciones y Presupuesto quedan definidos los elementos adoptados así como su situación.

#### DERIVACIONES COLECTIVAS.

Discurrirán por zonas comunes y en su diseño se aplicarán condiciones análogas a las de las instalaciones particulares.

En los apartados de Planos y de Mediciones y Presupuesto quedan definidos los elementos adoptados así como su situación.

#### SISTEMAS DE CONTROL Y REGULACION DE LA PRESION.

Sistemas de sobreelevación: Grupos de presión.

El sistema de sobreelevación debe diseñarse de tal manera que se pueda suministrar a zonas del edificio alimentables con presión de red, sin necesidad de la puesta en marcha del grupo.

El grupo de presión debe ser de alguno de los dos tipos siguientes:

a) convencional (opción proyectada), que contará con:

- Depósito auxiliar de alimentación, que evite la toma de agua directa por el equipo de bombeo.
- Equipo de bombeo, compuesto, como mínimo, de dos bombas de iguales prestaciones y funcionamiento alterno, montadas en paralelo.
- Depósitos de presión con membrana, conectados a dispositivos suficientes de valoración de los parámetros de presión de la instalación, para su puesta en marcha y parada automáticas.

b) de accionamiento regulable, también llamados de caudal variable, que podrá prescindir del depósito auxiliar de alimentación y contará con un variador de frecuencia que accionará las bombas manteniendo constante la presión de salida, independientemente del caudal solicitado o disponible; Una de las bombas mantendrá la parte de caudal necesario para el mantenimiento de la presión adecuada.

El grupo de presión se instalará en un local de uso exclusivo que podrá albergar también el sistema de tratamiento de agua. Las dimensiones de dicho local serán suficientes para realizar

las operaciones de mantenimiento.  
Sistemas de reducción de la presión.

Deben instalarse válvulas limitadoras de presión en el ramal o derivación pertinente para que no se supere la presión de servicio máxima establecida (50 mca).

Cuando se prevean incrementos significativos en la presión de red deben instalarse válvulas limitadoras de tal forma que no se supere la presión máxima de servicio en los puntos de utilización.

En los apartados de Planos y de Mediciones y Presupuesto quedan definidos los elementos adoptados así como su situación.

No se prevé este tipo de elemento.

#### SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA.

Los materiales utilizados en la fabricación de los equipos de tratamiento de agua deben tener las características adecuadas en cuanto a resistencia mecánica, química y microbiológica para cumplir con los requerimientos inherentes tanto al agua como al proceso de tratamiento. Deben realizarse las derivaciones adecuadas en la red de forma que la parada momentánea del sistema no suponga discontinuidad en el suministro de agua al edificio.

Los sistemas de tratamiento deben estar dotados de dispositivos de medida que permitan comprobar la eficacia prevista en el tratamiento del agua.

Los equipos de tratamiento deben disponer de un contador que permita medir, a su entrada, el agua utilizada para su mantenimiento.

Los productos químicos utilizados en el proceso deben almacenarse en condiciones de seguridad en función de su naturaleza y su forma de utilización. La entrada al local destinado a su almacenamiento debe estar dotada de un sistema para que el acceso sea restringido a las personas autorizadas para su manipulación.

El local en que se instale el equipo de tratamiento de agua debe ser preferentemente de uso exclusivo, aunque si existiera un sistema de sobreelevación podrá compartir el espacio de instalación con éste. En cualquier caso su acceso se producirá desde el exterior o desde zonas comunes del edificio, estando restringido al personal autorizado. Las dimensiones del local serán las adecuadas para alojar los dispositivos necesarios, así como para realizar un correcto mantenimiento y conservación de los mismos. Dispondrá de desagüe a la red general de saneamiento del inmueble, así como un grifo o toma de suministro de agua.

No se prevén este tipo de elementos.

#### ESQUEMA GENERAL DE LA INSTALACION.

El esquema general de la instalación debe ser de uno de los dos tipos siguientes:

- Red con contador general único. Compuesta por la acometida, la instalación general que contiene un armario o arqueta del contador general, un tubo de alimentación, un distribuidor principal y las derivaciones colectivas.
- Red con contadores aislados. Compuesta por la acometida, la instalación general que contiene los contadores aislados, las instalaciones particulares y las derivaciones colectivas. Solución adoptada.

## INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS).

### 1. DISTRIBUCION (IMPULSION Y RETORNO).

En el diseño de las instalaciones de ACS deben aplicarse condiciones análogas a las de las redes de agua fría.

Al ser de aplicación la contribución mínima de energía solar para la producción de agua caliente sanitaria, de acuerdo con la sección HE-4 del DB-HE, deben disponerse, además de las tomas de agua fría, previstas para la conexión de la lavadora y el lavavajillas, sendas tomas de agua caliente para permitir la instalación de equipos bitérmicos.

Tanto en instalaciones individuales como en instalaciones de producción centralizada, la red de distribución debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.

La red de retorno se compondrá de:

- Un colector de retorno en las distribuciones por grupos múltiples de columnas. El colector debe tener canalización con pendiente descendente desde el extremo superior de las columnas de ida hasta la columna de retorno; Cada colector puede recoger todas o varias de las columnas de ida, que tengan igual presión.
- Columnas de retorno. Desde el extremo superior de las columnas de ida, o desde el colector de retorno, hasta el acumulador o calentador centralizado.

Las redes de retorno discurrirán paralelamente a las de impulsión.

En los montantes, debe realizarse el retorno desde su parte superior y por debajo de la última derivación particular. En la base de dichos montantes se dispondrán válvulas de asiento para regular y equilibrar hidráulicamente el retorno.

Excepto en viviendas unifamiliares o en instalaciones pequeñas, se dispondrá una bomba de recirculación doble, de montaje paralelo o "gemelas", funcionando de forma análoga a como se especifica para las del grupo de presión de agua fría. En el caso de las instalaciones individuales podrá estar incorporada al equipo de producción.

Para soportar adecuadamente los movimientos de dilatación por efectos térmicos deben tomarse las precauciones siguientes:

- En las distribuciones principales deben disponerse las tuberías y sus anclajes de tal modo que dilaten libremente, según lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE para las redes de calefacción.
- En los tramos rectos se considerará la dilatación lineal del material, previendo dilatadores si fuera necesario, cumpliéndose para cada tipo de tubo las distancias que se especifican en el Reglamento antes citado.

El aislamiento de las redes de tuberías, tanto en impulsión como en retorno, debe ajustarse a lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.

### 2. REGULACION Y CONTROL.

En las instalaciones de ACS se regulará y se controlará la temperatura de preparación y la de distribución.

En las instalaciones individuales los sistemas de regulación y de control de la temperatura estarán incorporados a los equipos de producción y preparación. El control sobre la recirculación en sistemas individuales con producción directa será tal que pueda recircularse el agua sin consumo hasta que se alcance la temperatura adecuada.

### 3. EXIGENCIA DE HIGIENE.

En la preparación de agua caliente para usos sanitarios se cumplirá con la legislación vigente higiénico-sanitaria para la prevención y control de la legionelosis. Además, se tendrán en cuenta las condiciones de la norma UNE 100030-IN:2005.

En los casos no regulados por la legislación vigente, el agua caliente sanitaria se preparará a la temperatura mínima que resulte compatible con su uso, considerando las pérdidas en la red de tuberías.

Los sistemas, equipos y componentes de la instalación térmica, que de acuerdo con la legislación vigente higiénico-sanitaria para la prevención y control de la legionelosis deban ser sometidos a tratamientos de choque térmico, se diseñarán para poder efectuar y soportar los mismos.

Los materiales empleados en el circuito resistirán la acción agresiva del agua sometida a tratamiento de choque químico.

No se permitirá la preparación de agua caliente para usos sanitarios mediante la mezcla directa de agua fría con condensado o vapor procedente de calderas.

### 4. EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGETICA.

Desde el punto de vista energético el sistema de producción será mediante una instalación solar térmica compuesta por captadores solares, sistema de acumulación constituido por uno o varios depósitos, circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc, sistema de intercambio y sistema de regulación y control. Adicionalmente, se dispondrá de un equipo de energía convencional auxiliar, que se utilizará para complementar la contribución solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar o demanda superior a la prevista.

La potencia que suministren las unidades de producción de calor que utilicen energías convencionales se ajustará a la demanda máxima simultánea de las instalaciones servidas, considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores.

Los generadores que utilicen energías convencionales se conectarán hidráulicamente en paralelo y se deben poder independizar entre sí.

Se dispondrá del número de generadores necesarios en número, potencia y tipos adecuados, según el perfil de la demanda de energía térmica prevista.

En el apartado correspondiente se desarrolla con detalle esta instalación.

La regulación de los quemadores alimentados por combustible líquido o gaseoso será, en función de la potencia térmica nominal del generador de calor, la indicada a continuación:

- $P \leq 70$  kW: Una marcha.
- $70 < P \leq 400$  kW: Dos marchas.
- $400 < P$ : Tres marchas o modulante.

Todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan fluidos con temperatura mayor que 40 °C y estén instalados en locales no calefactados.

Cuando las tuberías o los equipos estén instalados en el exterior del edificio, la terminación final del aislamiento deberá poseer la protección suficiente contra la intemperie.

El espesor mínimo del aislamiento se obtendrá según RITE, IT. 1.2.4.2.1.2. en función del diámetro de las tuberías y la situación de éstas respecto al entorno.

En toda instalación térmica por la que circulen fluidos no sujetos a cambio de estado, en general las que el fluido caloportador es agua, las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4 % de la potencia máxima que transporta.

El equipamiento mínimo del control de las instalaciones centralizadas de preparación de agua caliente sanitaria será el siguiente:

- Control de la temperatura de acumulación.
- Control de la temperatura del agua de la red de tuberías en el punto hidráulicamente más lejano del acumulador.
- Control para efectuar el tratamiento de choque térmico.
- Control de funcionamiento de tipo diferencial en la circulación forzada del primaria de las instalaciones de energía solar térmica. Alternativamente se podrán emplear sistemas de control accionados en función de la radiación solar.
- Control de seguridad para los usuarios.

Toda instalación térmica que dé servicio a más de un usuario dispondrá de algún sistema que permita el reparto de los gastos correspondientes entre los diferentes usuarios.

Las instalaciones térmicas de potencia térmica nominal mayor de 70 kW dispondrán de dispositivos que permitan efectuar la medición y registrar el consumo de combustible y energía eléctrica, de forma separada del consumo debido a otros usos del resto del edificio. También dispondrán de un dispositivo que permita registrar el número de horas de funcionamiento del generador.

Las bombas de potencia eléctrica del motor mayor que 20 kW dispondrán de un dispositivo que permita registrar las horas de funcionamiento del equipo.

Las instalaciones térmicas destinadas a la producción de agua caliente sanitaria cumplirán con la exigencia fijada en la sección HE 4 "Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria" del CTE.

## 5. EXIGENCIA DE SEGURIDAD.

### Generación de calor

Los generadores de calor que utilicen combustibles gaseosos, incluidos en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1428/1992 de 27 de noviembre, tendrán la certificación de conformidad según lo establecido en dicho real decreto.

Los generadores de calor con combustibles que no sean gases dispondrán de:

- Un dispositivo de interrupción de funcionamiento del quemador en caso de retroceso de los productos de la combustión.
- Un dispositivo de interrupción de funcionamiento del quemador que impida que se alcancen temperaturas mayores que las de diseño, que será de rearme manual.

Los generadores de calor que utilicen biocombustible sólido tendrán además:

- Un sistema de eliminación del calor residual producido en la caldera.
- Una válvula de seguridad tarada a 1 bar por encima de la presión de trabajo del generador. Esta válvula en su zona de descarga deberá estar conducida hasta un sumidero.

### Salas de máquinas

Es el local técnico donde se alojarán los equipos de producción de calor, así como otros equipos auxiliares y accesorios de la instalación térmica, con potencia superior a 70 kW.

Si existe sala de máquinas en el proyecto, esta cumplirá las siguientes prescripciones:

- No se practicará el acceso normal a la sala a través de una abertura en el suelo o techo.
- Las puertas tendrán una permeabilidad no superior a 1 l/s·m<sup>2</sup> bajo una presión diferencia de 100 Pa, salvo cuando estén en contacto directo con el exterior.
- Las dimensiones de la puerta de acceso serán las suficientes para permitir el movimiento sin riesgo o daño de aquellos equipos que deban ser reparados fuera de la sala de máquinas.
- Las puertas deben estar provistas de cerradura con fácil apertura desde el interior, aunque hayan sido cerradas con llaves desde el exterior.
- En el exterior de la puerta se colocará un cartel con la inscripción: "Sala de Máquinas. Prohibida la entrada a toda persona ajena al servicio".
- No se permitirá ninguna toma de ventilación que comunique con otros locales cerrados.
- Los elementos de cerramiento de la sala no permitirán filtraciones de humedad.
- La sala dispondrá de un eficaz sistema de desagüe por gravedad o, en caso necesario, por bombeo.
- El cuadro eléctrico de protección y mando de los equipos instalados en la Sala o, por lo menos, el interruptor general estará situado en las proximidades de la puerta principal de acceso. Este interruptor no podrá cortar la alimentación al sistema de ventilación de la Sala.
- El interruptor del sistema de ventilación forzada de la Sala, si existe, también se situará en las proximidades de la puerta principal de acceso.
- El nivel de iluminación medio en servicio de la Sala de Máquinas será, como mínimo, de 200 lux, con una uniformidad media de 0,5.
- No podrán ser utilizados para otros fines, ni podrán realizarse en ellas trabajos ajenos a los propios de la instalación.
- Los motores y sus transmisiones deberán estar suficientemente protegidos contra accidentes fortuitos del personal.
- Entre la maquinaria y los elementos que delimitan la sala de máquinas deben alojarse pasos y accesos libres para permitir el movimiento de equipos, o de parte de ellos, desde la sala hacia el exterior y viceversa.
- La conexión entre generadores de calor y chimeneas deberá ser perfectamente accesible.
- En el interior de la sala de máquinas figurarán, visibles y debidamente protegidas, las indicaciones siguientes:
  - Instrucciones para efectuar la parada en caso necesario, con señal de alarma y dispositivo de corte rápido.
  - Nombre, dirección y nº teléfono de la entidad encargada del mantenimiento de la instalación.
  - La dirección y nº teléfono del servicio de bomberos más próximo, y del responsable del edificio.
  - Indicación de los puestos de extinción y extintores más cercanos.
  - Plano con esquema de principio de la instalación.

Las salas de máquinas con generadores de calor a gas cumplirán, además, el RITE, IT 1.3.4.1.2.3.

Las Salas de Máquinas realizadas en edificios institucionales o de pública concurrencia o que trabajen a una temperatura superior a 110 °C, además de los requisitos anteriores, cumplirán las siguientes exigencias:



- El cuadro eléctrico de protección y mando de los equipos instalados en la Sala o, por lo menos, el interruptor general y el interruptor del sistema de ventilación deberá situarse fuera de la misma y en la proximidad de uno de los accesos.

Las instalaciones térmicas deberán ser perfectamente accesibles en todas sus partes de forma que puedan realizarse de manera adecuada y sin peligro las operaciones de mantenimiento, vigilancia y conducción. La altura mínima de la sala será de 2,50 m, respetándose una altura libre de tuberías y obstáculos sobre la caldera de 0,5 m.

El espacio mínimo libre alrededor de las calderas con quemador de combustión forzada será de 0,5 m entre uno de los laterales de la caldera y la pared, permitiendo la apertura total de la puerta sin necesidad de desmontar el quemador, y de 0,7 m entre el fondo de la caja de humos y la pared de la sala. Cuando existan varias calderas, la distancia mínima entre ellas será de 0,5 m. El espacio libre en la parte frontal será igual a la profundidad de la caldera, con un mínimo de un metro; en esta zona se respetará una altura mínima libre de obstáculos de 2 m.

Toda sala de máquinas cerrada deberá disponer de medios suficientes de ventilación, natural directa por orificios o conductos, o forzada. Se recomienda adoptar, para mayor garantía de funcionamiento, el sistema de ventilación directa por orificios. En cualquier caso, se intentará lograr, siempre que sea posible, una ventilación cruzada, colocando las aberturas sobre paredes opuestas de la sala y en las cercanías del techo y del suelo. Las aberturas estarán protegidas para evitar la entrada de cuerpos extraños y que no puedan ser obstruidos o inundados.

La ventilación natural directa al exterior puede realizarse, para las salas contiguas a zonas al aire libre, mediante aberturas de área libre mínima de 5 cm<sup>2</sup>/kW de potencia térmica nominal.

Cuando la sala no sea contigua a zona al aire libre, pero pueda comunicarse con ésta por medio de conductos de menos de 10 m de recorrido horizontal, la sección libre mínima de éstos, referida a la potencia térmica nominal instalada, será:

- conductos verticales: 7,5 cm<sup>2</sup>/kW.
- conductos horizontales: 10 cm<sup>2</sup>/kW.

Las secciones indicadas se dividirán en dos aberturas, por lo menos, una situada cerca del techo y otra cerca del suelo y, a ser posible, sobre paredes opuestas.

Cuando sea necesaria la ventilación forzada, se dispondrá de un ventilador de impulsión, soplando en la parte inferior de la sala, que asegure un caudal mínimo, en m<sup>3</sup>/h, de 1,8·PN + 10·A, siendo PN la potencia térmica nominal instalada, en kW, y A la superficie de la sala en m<sup>2</sup>. El ventilador estará enclavado eléctricamente con los quemadores, de manera que entre en funcionamiento cuando al menos uno de los quemadores funcione y pare cuando todos los quemadores estén parados.

#### Chimeneas

La evacuación de los productos de la combustión del generador se realizará por un conducto por la cubierta del edificio.

Como excepción se permitirá, en generadores de viviendas unifamiliares que utilicen combustibles gaseosos, la salida directa de estos productos al exterior con conductos por fachada o patio de ventilación, únicamente cuando se trate de aparatos estancos de potencia nominal igual o inferior a 70 kW o de aparatos de tiro natural para la producción de agua caliente sanitaria de potencia útil igual o inferior a 24,4 kW.

El tramo horizontal del sistema de evacuación, con pendiente hacia el generador de calor, será lo más corto posible. Se dispondrá un registro en la parte inferior del conducto de evacuación

que permita la eliminación de residuos sólidos y líquidos.

La chimenea será de material resistente a la acción agresiva de los productos de la combustión y a la temperatura, con la estanquidad adecuada al tipo de generador empleado.

En ningún caso, el diseño de la terminación de la chimenea obstaculizará la libre difusión en la atmósfera de los productos de la combustión.

#### Redes de tuberías

Para el diseño y colocación de los soportes de las tuberías, se emplearán las instrucciones del fabricante.

Las conexiones entre tuberías y equipos accionados por motor de potencia mayor que 3 kW se efectuarán mediante elementos flexibles.

Todas las redes de tuberías deben diseñarse de tal manera que puedan vaciarse de forma parcial y total.

Las variaciones de longitud a las que están sometidas las tuberías debido a la variación de la temperatura del fluido que contiene se deben compensar con el fin de evitar roturas en los puntos más débiles.

En las salas de máquinas se pueden aprovechar los frecuentes cambios de dirección, con curvas de radio largo, para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y puede soportar los esfuerzos a los que está sometida.

En los tendidos de gran longitud, tanto horizontales como verticales, los esfuerzos sobre las tuberías se absorberán por medio de compensadores de dilatación y cambios de dirección.

Para prevenir los efectos de los cambios de presión provocados por maniobras bruscas de algunos elementos del circuito, se instalarán elementos amortiguadores en puntos cercanos a los elementos que los provocan.

En diámetros mayores de DN 32 se evitará, en lo posible, el empleo de válvulas de retención de clapeta. En diámetros mayores que DN 100 las válvulas de retención se sustituirán por válvulas motorizadas con tiempo de actuación ajustable.

Cada circuito hidráulico se protegerá mediante un filtro con una luz de 1mm, como máximo.

#### Protección contra incendios

Se aplicarán las condiciones del CTE, Documento Básico SI "Seguridad en caso de incendio", en especial en lo que respecta a Salas de Calderas con potencia útil nominal mayor de 70 kW (locales de riesgo especial).

#### Seguridad de utilización

Ninguna superficie con la que exista posibilidad de contacto accidental podrá tener una temperatura mayor que 60 °C.

Los equipos y aparatos deben estar situados de forma que se facilite su limpieza, mantenimiento y reparación.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra se deben instalar en lugares visibles y fácilmente accesibles.

Para aquellos equipos o aparatos que deban quedar ocultos se preverá un acceso fácil. En los

falsos techos se deben prever accesos adecuados cerca de cada aparato que pueden ser abiertos sin necesidad de recurrir a herramientas.

Los edificios multiusos con instalaciones térmicas ubicadas en el interior de sus locales, deben disponer de patinillos verticales accesibles desde los locales de cada usuario hasta la cubierta; serán de dimensiones suficientes para alojar las conducciones correspondientes (chimeneas, etc).

Las tuberías se instalarán en lugares que permitan la accesibilidad de las mismas y de sus accesorios, además de facilitar el montaje del aislamiento en la misma, en su recorrido, salvo cuando vayan empotradas.

En la sala de máquinas se dispondrá un plano con el esquema de principio de la instalación, enmarcado en un cuadro de protección.

Todas las instrucciones de seguridad, de manejo y maniobra y de funcionamiento, según lo que figure en el "Manual de Uso y Mantenimiento", deben estar situadas en lugar visible, en la sala de máquinas y locales técnicos.

Las conducciones de las instalaciones deben estar señalizadas de acuerdo con la norma UNE 100100.

Todas las instalaciones térmicas deben disponer de la instrumentación de medida suficiente para la supervisión de todas las magnitudes y valores de los parámetros que intervienen de forma fundamental en el funcionamiento de los mismos.

Los aparatos de medida se situarán en lugar visibles y fácilmente accesibles para su lectura y mantenimiento.

En instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW, el equipamiento mínimo de aparatos de medición será el siguiente:

- Colectores de impulsión y retorno de un fluido portador: un termómetro.
- Circuitos secundarios de tuberías de un fluido portador: un termómetro en el retorno, uno por cada circuito.
- Bombas: un manómetro para lectura de la diferencia de presión entre aspiración y descarga, uno por cada bomba.
- Chimeneas: un pirómetro o un pirostato con escala indicadora.
- Intercambiadores de calor: termómetros y manómetros a la entrada y salida de los fluidos.

## PROTECCION CONTRA RETORNOS.

### 1. CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACION DE SUMINISTRO.

Se dispondrán sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo en los puntos que figuran a continuación, así como en cualquier otro que resulte necesario:

- Después de los contadores.
- En la base de las ascendentes.
- Antes del equipo de tratamiento de agua.
- En los tubos de alimentación no destinados a usos domésticos.
- Antes de los aparatos de refrigeración o climatización.

La constitución de los aparatos y dispositivos instalados y su modo de instalación deben ser tales que se impida la introducción de cualquier fluido en la instalación y el retorno del agua salida de ella.

La instalación no puede empalmarse directamente a una conducción de evacuación de aguas residuales.

No pueden establecerse uniones entre las conducciones interiores empalmadas a las redes de distribución pública y otras instalaciones, tales como las de aprovechamiento de agua que no sea procedente de la red de distribución pública.

Las instalaciones de suministro que dispongan de sistema de tratamiento de agua deben estar provistas de un dispositivo para impedir el retorno; este dispositivo debe situarse antes del sistema y lo más cerca posible del contador general si lo hubiera.

## 2. PUNTOS DE CONSUMO DE ALIMENTACION DIRECTA.

En todos los aparatos que se alimentan directamente de la distribución de agua, tales como bañeras, lavabos, bidés, fregaderos, lavaderos, y en general, en todos los recipientes, el nivel inferior de la llegada del agua debe verter a 20 mm, por lo menos, por encima del borde superior del recipiente.

Los rociadores de ducha manual deben tener incorporado un dispositivo antirretorno.

## 3. DEPOSITOS CERRADOS.

En los depósitos cerrados aunque estén en comunicación con la atmósfera, el tubo de alimentación desembocará 40 mm por encima del nivel máximo del agua, o sea por encima del punto más alto de la boca del aliviadero. Este aliviadero debe tener una capacidad suficiente para evacuar un caudal doble del máximo previsto de entrada de agua.

## 4. DERIVACIONES DE USO COLECTIVO.

Los tubos de alimentación que no estén destinados exclusivamente a necesidades domésticas deben estar provistos de un dispositivo antirretorno y una purga de control.

Las derivaciones de uso colectivo de los edificios no pueden conectarse directamente a la red pública de distribución, salvo que fuera una instalación única en el edificio.

## 5. CONEXION DE CALDERAS.

Las calderas de vapor o de agua caliente con sobrepresión no se empalmarán directamente a la red pública de distribución. Cualquier dispositivo o aparato de alimentación que se utilice partirá de un depósito, para el que se cumplirán las anteriores disposiciones.

## 6. GRUPOS MOTOBOMBA.

Las bombas no deben conectarse directamente a las tuberías de llegada del agua de suministro, sino que deben alimentarse desde un depósito, excepto cuando vayan equipadas con los dispositivos de protección y aislamiento que impidan que se produzca depresión en la red.

Esta protección debe alcanzar también a las bombas de caudal variable que se instalen en los grupos de presión de acción regulable e incluirá un dispositivo que provoque el cierre de la aspiración y la parada de la bomba en caso de depresión en la tubería de alimentación y un depósito de protección contra las sobrepresiones producidas por golpe de ariete.

En los grupos de sobreelevación de tipo convencional, debe instalarse una válvula antirretorno, de tipo membrana, para amortiguar los posibles golpes de ariete.

## SEPARACIONES RESPECTO DE OTRAS INSTALACIONES.

El tendido de las tuberías de agua fría debe hacerse de tal modo que no resulten afectadas por los focos de calor y por consiguiente deben discurrir siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS o calefacción) a una distancia de 4 cm, como mínimo. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de agua fría debe ir siempre por debajo de la de agua caliente.

Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm.

Con respecto a las conducciones de gas se guardará al menos una distancia de 3 cm.

### **SEÑALIZACION.**

Las tuberías de agua de consumo humano se señalarán con los colores verde oscuro o azul.

Si se dispone una instalación para suministrar agua que no sea apta para el consumo, las tuberías, los grifos y los demás puntos terminales de esta instalación deben estar adecuadamente señalados para que puedan ser identificados como tales de forma fácil e inequívoca.

### **AHORRO DE AGUA.**

Todos los edificios en cuyo uso se prevea la concurrencia pública deben contar con dispositivos de ahorro de agua en los grifos. Los dispositivos que pueden instalarse con este fin son: grifos con aireadores, grifería termostática, grifos con sensores infrarrojos, grifos con pulsador temporizador, fluxores y llaves de regulación antes de los puntos de consumo.

Los equipos que utilicen agua para consumo humano en la condensación de agentes frigoríficos, deben equiparse con sistemas de recuperación de agua.

## B.- ANEXO DE CALCULOS.

### Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

$$H = Z + (P/\gamma) ; \gamma = \rho \times g ; H_1 = H_2 + h_f$$

Siendo:

H = Altura piezométrica (mca).

z = Cota (m).

P/γ = Altura de presión (mca).

γ = Peso específico fluido.

ρ = Densidad fluido (kg/m³).

g = Aceleración gravedad. 9,81 m/s².

h<sub>f</sub> = Pérdidas de altura piezométrica, energía (mca).

#### Tuberías y válvulas.

$$h_f = [(10^9 \times 8 \times f \times L \times \rho) / (\pi^2 \times g \times D^5 \times 1.000)] \times Q^2$$

$$f = 0,25 / [\lg_{10}(\epsilon / (3,7 \times D) + 5,74 / Re^{0,9})]^2$$

$$Re = 4 \times Q / (\pi \times D \times \nu)$$

Siendo:

f = Factor de fricción en tuberías (adimensional).

L = Longitud equivalente de tubería o válvula (m).

D = Diámetro de tubería (mm).

Q = Caudal simultáneo o de paso (l/s).

ε = Rugosidad absoluta tubería (mm).

Re = Número de Reynolds (adimensional).

ν = Viscosidad cinemática del fluido (m²/s).

ρ = Densidad fluido (kg/m³).

#### Coefficientes de simultaneidad.

- Por aparatos o grifos:

$$K_{ap} = [1/\sqrt{(n - 1)}] \times (1 + K(\%)/100)$$

$$K_{ap} = [1/\sqrt{(n - 1)}] + \alpha \times [0,035 + 0,035 \times \lg_{10}(\lg_{10}n)]$$

- Por suministros o viviendas tipo:

$$K_v = (19 + N_v) / (10 \times (N_v + 1))$$

Siendo:

n = Número de aparatos o grifos.

N<sub>v</sub> = Número de viviendas tipo.

K(%) = Coeficiente mayoración.

α = 0 ; Fórmula francesa.

α = 1 ; Edificios de oficinas.

α = 2 ; Viviendas.

α = 3 ; Hoteles, hospitales.

α = 4 ; Escuelas, universidades, cuarteles.

#### Contadores.

$$h_{fc} = 10 \times [(Q / 2 \times Q_n)^2]$$

Siendo:

Q = Caudal simultáneo o de paso (l/s).

Q<sub>n</sub> = Caudal nominal del contador (l/s).

## Datos Generales

### Agua fría.

Densidad : 1.000 Kg/m<sup>3</sup>

Viscosidad cinemática : 0,0000011 (m<sup>2</sup>/s).

### Agua caliente.

Densidad : 1.000 Kg/m<sup>3</sup>

Viscosidad cinemática : 0,00000066 (m<sup>2</sup>/s).

Perdidas secundarias : 20%.

Presión dinámica mínima (mca):

Grifos : 10 ; Fluxores : 15

Presión dinámica máxima (mca):

Grifos : 50 ; Fluxores : 50

Velocidad máxima (m/s):

Tuberías metálicas: 2

Tuberías plásticas: 2

Acometida metálica: 2

Acometida plástica: 2

Tubo alimentación metálico: 2

Tubo alimentación plástico: 2

Distribuidor principal metálico: 2

Distribuidor principal plástico: 2

Montantes metálicos: 2

Montantes plásticos: 2

Derivación particular metálica: 1,5

Derivación particular plástica: 1,5

Derivación aparato metálica: 1,5

Derivación aparato plástica: 1,5

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos pertenecientes al cálculo de una de las viviendas (1.0.B), siendo la otra idéntica.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Lreal(m)	Func.Tramo	Material/ Rugosidad (mm)	Nat.agua/f	Qi(l/s)	Qs(l/s)	Dn(mm)	Dint(mm)	hf(mca)	V(m/s)
1	1	2	0,97	Acometida	PE80-6/0,01	F/0,024	4,3	0,9701	40	36	0,036	0,95
2	2	3		LLP		F	4,3	0,9701	32	36	0,111	
3	3	4	5,91	Tubo Aliment.	PE80-6/0,01	F/0,024	4,3	0,9701	40	36	0,219	0,95
4	4	5		LLP		F	1,7	0,5376	32	36	0,038	
5	5	6		VRT		F	1,7	0,5376	32	36	0,049	
6	6	7	0,17	Colector	Cu/0,02	F	1,7					
7	7	8		LLP		F	1,7	0,5376	32	36	0,038	
8	8	9		Contador		F	1,7	0,5376		20	1,498	
9	9	10		LLPGV		F	1,7	0,5376	32	36	0,049	
10	10	11		VRT		F	1,7	0,5376	32	36	0,049	
12	12	13		LLP		F	1,7	0,857	32	36	0,088	
13	13	14	0,16	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,028	0,845	0,3194	25	22	0,009	0,84
14	13		0,07	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,025	1,7	0,5376	25	22	0,01	1,41
18	18	19		LLP		F	0,5	0,3536	20	21,7	0,127	
19	19	20	3,36	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,0263	0,5	0,3536	20	17,4	0,686	1,49*
20	20		0,5	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,0263	0,35	0,35	20	17,4	0,1	1,47
21	21	22		LLP		F	0,2	0,2	15	16,1	0,15	
22	20	23	2,3	Deriv.aparato	PB8/0,01	F/0,0303	0,15	0,15	16	13,4	0,361	1,06
23	23	24		LLP		F	0,15	0,15	15	16,1	0,09	
24		21	2,3	Deriv.aparato	PB8/0,01	F/0,0284	0,2	0,2	16	13,4	0,601	1,42
25		26	3,66	Deriv.aparato	PB8/0,01	F/0,0303	0,15	0,15	16	13,4	0,573	1,06
26	26	27		LLP		F	0,15	0,15	15	16,1	0,09	
29	29	30		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
31	31	32		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
33		34	0,16	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,026	1	0,4472	25	22	0,016	1,18
45	48	49	0,2	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,0264	0,6	0,3464	20	17,4	0,039	1,46
46	49	50		LLP		F	0,6	0,4536	20	21,7	0,199	
47	50	51	0,14	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,0263	0,5	0,3536	20	17,4	0,029	1,49
48	51	52	0,18	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,0272	0,3	0,3	20	17,4	0,028	1,26
49	51	53	1,05	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,0298	0,2	0,2	20	17,4	0,078	0,84

50	54	55		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
51	50	56	2,51	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,0335	0,1	0,1	16	13,4	0,193	0,71
52	56	57		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
53	53	54	0,1	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,0335	0,1	0,1	16	13,4	0,008	0,71
54	53	58	3,9	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,0335	0,1	0,1	16	13,4	0,299	0,71
55	58	59		LLP		F	0,1	0,1	15	16,1	0,044	
44	46	48	10,18	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,028	0,845	0,3194	25	22	0,559	0,84
45	48	49		LLP		F	0,845	0,3194	25	27,3	0,046	
46	49	50		CALII			0,845	0,3194			1,5	
47	50	51		LLP		C	0,845	0,3194	25	27,3	0,041	
48	47	52	7,69	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,0266	0,4	0,4	25	22	0,63	1,05
49	52	53		LLP		F	0,4	0,4	25	27,3	0,068	
51	54	55		LLP		C	0,25	0,25	20	21,7	0,061	
51	51	56	1,81	Deriv.particular	PB8/0,01	C/0,0251	0,845	0,3194	25	22	0,089	0,84
52	56	54	0,16	Deriv.particular	PB8/0,01	C/0,0254	0,25	0,25	20	17,4	0,016	1,05
53	56	57	7,72	Deriv.particular	PB8/0,01	C/0,0251	0,595	0,2661	20	17,4	0,853	1,12
54	58	59	0,12	Deriv.particular	PB8/0,01	C/0,0258	0,33	0,2333	20	17,4	0,01	0,98
55	59	60		LLP		C	0,33	0,2333	20	21,7	0,054	
56	60	61	0,18	Deriv.particular	PB8/0,01	C/0,0258	0,33	0,2333	20	17,4	0,015	0,98
57	61	62	1,04	Deriv.particular	PB8/0,01	C/0,0293	0,13	0,13	20	17,4	0,032	0,55
58	62	63	0,17	Deriv.particular	PB8/0,01	C/0,0328	0,065	0,065	16	13,4	0,005	0,46
59	63	55		LLP		C	0,065	0,065	15	16,1	0,018	
60	62	64	4,2	Deriv.particular	PB8/0,01	C/0,0328	0,065	0,065	16	13,4	0,134	0,46
61	64	59		LLP		C	0,065	0,065	15	16,1	0,018	
62	61	52	0,26	Deriv.particular	PB8/0,01	C/0,0266	0,2	0,2	20	17,4	0,017	0,84
63	58	57	5,8	Deriv.particular	PB8/0,01	C/0,0251	0,595	0,2661	20	17,4	0,641	1,12
64	65		0,13	Deriv.particular	PB8/0,01	C/0,027	0,265	0,1874	20	17,4	0,008	0,79
67	68	69		LLP		C	0,2	0,2	20	21,7	0,041	
68	69	70	3,44	Deriv.particular	PB8/0,01	C/0,0266	0,2	0,2	20	17,4	0,228	0,84
69	70	71	2,31	Deriv.aparato	PB8/0,01	C/0,0296	0,1	0,1	16	13,4	0,157	0,71
70	71	24		LLP		C	0,1	0,1	15	16,1	0,039	
71	70	72	2,81	Deriv.aparato	PB8/0,01	C/0,0296	0,1	0,1	16	13,4	0,191	0,71
72	72	22		LLP		C	0,1	0,1	15	16,1	0,039	
73		68	3,04	Deriv.particular	PB8/0,01	C/0,0266	0,2	0,2	20	17,4	0,201	0,84
74		74		LLP		C	0,065	0,065	20	21,7	0,006	
73	74	29	0,54	Deriv.aparato	PB8/0,01	F/0,0335	0,1	0,1	16	13,4	0,042	0,71
73		73	0,28	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,0298	0,2	0,2	20	17,4	0,021	0,84
74	73	74		LLP		F	0,2	0,2	20	21,7	0,046	
74		18	2,78	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,0263	0,5	0,3536	20	17,4	0,569	1,49
73	74	31	2,42	Deriv.aparato	PB8/0,01	F/0,0335	0,1	0,1	16	13,4	0,186	0,71
72	74	72	0,78	Deriv.aparato	PB8/0,01	C/0,0328	0,065	0,065	16	13,4	0,025	0,46
73	72	30		LLP		C	0,065	0,065	15	16,1	0,018	
74	34	48	0,2	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,026	1	0,4472	25	22	0,02	1,18
75	14	46	6	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,028	0,845	0,3194	25	22	0,33	0,84
76	48	47	5,8	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,0266	0,4	0,4	25	22	0,475	1,05
77	55	73	1,01	Deriv.particular	PB8/0,01	C/0,0254	0,25	0,25	20	17,4	0,1	1,05
78	73	74	1,9	Deriv.aparato	PB8/0,01	C/0,0283	0,15	0,15	20	17,4	0,075	0,63
79	74	75		LLP		C	0,15	0,15	20	21,7	0,025	
80	53	76	1,14	Deriv.particular	PB8/0,01	F/0,0266	0,4	0,4	25	22	0,093	1,05
81	76	77	1,9	Deriv.aparato	PB8/0,01	F/0,0298	0,2	0,2	20	17,4	0,141	0,84
82	77	75		LLP		F	0,2	0,2	20	21,7	0,046	
83	73	78	2,49	Deriv.aparato	PB8/0,01	C/0,0296	0,1	0,1	16	13,4	0,169	0,71
84	78	79		LLP		C	0,1	0,1	15	16,1	0,039	
85	76	80	2,49	Deriv.aparato	PB8/0,01	F/0,0284	0,2	0,2	16	13,4	0,649	1,42
86	80	79		LLP		F	0,2	0,2	15	16,1	0,15	
87	11	12	9,3	Montante	PB8/0,01	F/0,0261	1,7	0,5376	32	28,2	0,39	0,86
87	65	58	0,2	Deriv.particular	PB8/0,01	C/0,027	0,265	0,1874	20	17,4	0,012	0,79
88	70	81	7,04	Deriv.particular	PB8/0,01	R			20	17,4		
89	82	83	7,8	Deriv.particular	PB8/0,01	R			20	17,4		
90	83	84		LLP		R			20	21,7		
91	84	85	0,12	Deriv.particular	PB8/0,01	R			20	17,4		
92	85	86	0,08	Deriv.particular	PB8/0,01	R			20	17,4		
93	86	87		LLP		R			20	21,7		
94	87	88		VRT		R			20	21,7		
95	88	48	0,45	Deriv.particular	PB8/0,01	R			20	17,4		
96	81	82	3,3	Deriv.particular	PB8/0,01	R			20	17,4		

Nudo	Aparato	Cota sobre planta(m)	Cota total (m)	H(mca)	Pdinám. (mca)	Caudal fría(l/s)	Caudal caliente(l/s)
1	CRED	0	0	32	32	0	
2		0	0	31,96	31,96	0	



3		0	0	31,85	31,85	0	
4		0	0	31,63	31,63	0	
5		0	0	31,6	31,6	0	
6		0	0	31,55	31,55	0	
7		0	0	31,55	31,55	0	
8		0	0	31,51	31,51	0	
9		0	0	30,01	30,01	0	
10		0	0	29,96	29,96	0	
11		0	0	29,91	29,91	0	
12		2,8	2,8	29,52	26,72	0	
13		2,8	2,8	29,43	26,63	0	
14		2,8	2,8	29,42	26,62	0	
		2,8	2,8	29,42	26,62	0	
18		2,8	2,8	28,85	26,05	0	
19		2,8	2,8	28,73	25,93	0	
20		2,8	2,8	28,04	25,24	0	
		2,8	2,8	27,94	25,14	0	
21		0,5	0,5	27,34	26,84	0	
22	Fregadero domést.	0,5	0,5	24,65	24,15	0,2	0,1
23		0,5	0,5	27,68	27,18	0	
24	Lavavajillas dom.	0,5	0,5	24,68	24,18	0,15	0,1
26		0,5	0,5	27,37	26,87	0	
27	Grifo aislado	0,5	0,5	27,28	26,78	0,15	
29		2,8	2,8	29,31	26,51	0	
30	Lavabo	2,8	2,8	25,3	22,5	0,1	0,065
31		2,8	2,8	29,17	26,37	0	
32	Inodoro cisterna	2,8	2,8	29,13	26,33	0,1	
34		2,8	2,8	29,41	26,61	0	
46		2,8	8,8	29,09	20,29	0	
47		2,8	8,8	28,91	20,11	0	
48		0	3	29,39	26,39	0	
49		0	3	29,35	26,35	0	
50		0	3	29,15	26,15	0	
51		0	3	29,12	26,12	0	
52	Bañera > 1.40 m	0	3	25,27	22,27	0,3	0,2
53		0	3	29,04	26,04	0	
54		0	3	29,03	26,03	0	
55	Bidet	0	3	25,23	22,23	0,1	0,065
56		0	3	28,96	25,96	0	
57	Inodoro cisterna	0	3	28,91	25,91	0,1	
58		0	3	28,74	25,74	0	
59	Lavabo	0	3	25,1	22,1	0,1	0,065
48		1	7	28,54	21,54	0	
49		1	7	28,49	21,49	0	
50		1	7	26,99	19,99	0	
51		1	7	26,95	19,95	0	
52		2,8	8,8	28,28	19,48	0	
53		2,8	8,8	28,21	19,41	0	
54		2,8	8,8	26,84	18,04	0	
55		2,8	8,8	26,78	17,98	0	
56		2,8	8,8	26,86	18,06	0	
57		2,8	8,8	26,01	17,21	0	
58		0	3	25,37	22,37	0	
59		0	3	25,35	22,35	0	
60		0	3	25,3	22,3	0	
61		0	3	25,29	22,29	0	
62		0	3	25,25	22,25	0	
63		0	3	25,25	22,25	0	
64		0	3	25,12	22,12	0	
65		2,8	2,8	25,35	22,55	0	
		2,8	2,8	25,35	22,55	0	
68		2,8	2,8	25,14	22,34	0	
69		2,8	2,8	25,1	22,3	0	
70		2,8	2,8	24,88	22,08	0	
71		0,5	0,5	24,72	24,22	0	
72		0,5	0,5	24,69	24,19	0	
74		2,8	2,8	25,34	22,54	0	
73		2,8	2,8	29,4	26,6	0	
74		2,8	2,8	29,36	26,56	0	
72		2,8	2,8	25,32	22,52	0	
73		2,8	8,8	26,68	17,88	0	

74		0,9	6,9	26,61	19,71	0	
75	Lavadora domést.	0,9	6,9	26,58	19,68	0,2	0,15
76		2,8	8,8	28,12	19,32	0	
77		0,9	6,9	27,98	21,08	0	
78		0,9	6,9	26,51	19,61	0	
79	Lavadero	0,9	6,9	26,48	19,58*	0,2	0,1
80		0,9	6,9	27,47	20,57	0	
81		2,7	2,7			0	
82		0	6			0	
83		1	7			0	
84		1	7			0	
85		1	7			0	
86		1	7			0	
87		1	7			0	
88		1	7			0	

NOTA:

- \* Rama de mayor velocidad o nudo de menor presión dinámica.

## CALCULOS COMPLEMENTARIOS.

### CALENTADOR INSTANTANEO INDIVIDUAL.

$$P = C_{sc} \times Q_s \times 3.600 \times (T_p - T_f)$$

$$P_{br} = (9,81 \times Q_{sr} \times h_{fr}) / 0,65$$

Siendo:

P = Potencia del calentador instantáneo individual (Kcal/h).

$T_p$  = Tª de preparación del agua caliente (°C).

$T_f$  = Tª agua fría (°C).

$C_{sc}$  = Coeficiente simultaneidad agua caliente.

$P_{br}$  = Potencia de la bomba recirculadora (W).

$Q_{sr}$  = Caudal de retorno (l/s).

$h_{fr}$  = Pérdidas circuito recirculación (mca).

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	$C_{sc}$	$T_p$ (°C)	$T_f$ (°C)	$Q_s$ (l/s)	P(Kcal/h)	$Q_{sr}$ (l/s)	$h_{fr}$ (mca)	$P_{br}$ (W)
46	49	50	0,7	50	15	0,32	28.169,31	0,03	0,11	0,055

#### **5.4.2.-INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO**

**ANEXO DE CALCULOS INSTALACION DE SANEAMIENTO****Fórmulas Generales**

Emplearemos las siguientes:

**TUBERIAS HORIZONTALES**

$$Q_{||} = 1/n S^{1/2} R_h^{2/3} A$$

$$V_{||} = 1/n S^{1/2} R_h^{2/3}$$

Siendo:

$Q_{||}$  = Caudal a conducto lleno (m³/s).

$V_{||}$  = Velocidad a conducto lleno (m/s).

$n$  = Coeficiente de Manning (Adimensional).

$S$  = Pendiente hidráulica (En tanto por uno).

$R_h$  = Radio hidráulico (m).

$A$  = Area de la sección recta (m²).

$$R_h = 0.25 D.$$

$$A = 0.7854 D^2.$$

Siendo:

$D$  = Altura del conducto (m).

**BAJANTES**

$$Q = 0.000315 r^{5/3} D^{8/3}$$

Siendo:

$Q$  = Caudal (l/s).

$D$  = Diámetro interior bajante (mm).

$$r = 0.29$$

**TUBERIAS A PRESION**

$$H = Z + (P/\gamma) ; \gamma = \rho \times g ; H_1 = H_2 + h_f$$

Siendo:

$H$  = Altura piezométrica (mca).

$z$  = Cota (m).

$P/\gamma$  = Altura de presión (mca).

$\gamma$  = Peso específico fluido.

$\rho$  = Densidad fluido (kg/m³).

$g$  = Aceleración gravedad. 9,81 m/s².

$h_f$  = Pérdidas de altura piezométrica, energía (mca).

**Tuberías y válvulas.**

$$h_f = [(10^9 \times 8 \times f \times L \times \rho) / (\pi^2 \times g \times D^5 \times 1.000)] \times Q^2$$

$$f = 0,25 / [\lg_{10}(\epsilon / (3,7 \times D) + 5,74 / Re^{0,9})]^2$$

$$Re = 4 \times Q / (\pi \times D \times \nu)$$

Siendo:

$f$  = Factor de fricción en tuberías (adimensional).

$L$  = Longitud equivalente de tubería o válvula (m).

$D$  = Diámetro de tubería (mm).

$Q$  = Caudal simultáneo o de paso (l/s).

$\epsilon$  = Rugosidad absoluta tubería (mm).

$Re$  = Número de Reynolds (adimensional).

$\nu$  = Viscosidad cinemática del fluido (m²/s).

$\rho$  = Densidad fluido (kg/m<sup>3</sup>).

## Datos Generales

IM (mm/h) : 135

Tipo Edificio : Privado

Velocidad máxima (m/s):

Tuberías : 2,5

Derivación individual : 2,5

Ramal colector : 2,5

Colector horizontal : 2,5

Velocidad mínima (m/s):

Tuberías : 0,5

Derivación individual : 0,5

Ramal colector : 0,5

Colector horizontal: 0,5

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos para las distintas redes proyectadas:

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Lreal(m)	Func.Tramo	Material	n	Pte(%)	Dn(mm)	Dint(mm)	QII(l/s)	VII(m/s)	Q(l/s)	V(m/s)	Y(mm)
1	1	2	0,9	Deriv.individual	PVC-C	0,009	1	50	44	0,836	0,55	0,45	0,56	23,1
2	3	4	0,92	Deriv.individual	PVC-C	0,009	1	50	44	0,836	0,55	0,45	0,56	23,1
4	5	6	7,33	Canalon	PVC-C	0,009	0,5	125	118,6	4,157	0,75	1,519	0,7	
4	7	8	5,55	Canalon	PVC-C	0,009	0,5	125	118,6	4,157	0,75	0,975	0,62	
5	10	11	0,28	Ramal colector	PVC-C	0,009	1	90	84	4,687	0,85	0,45	0,55**	17,39
7	12	14	5,88	Colector horiz.	PVC-U	0,009	2	110	103,6	11,595	1,38	0,975	0,85	20,1
8	9	14	6,84	Colector horiz.	PVC-U	0,009	2	110	103,6	11,595	1,38	1,519	0,98	25,38
9	14	13	0,46	Colector horiz.	PVC-U	0,009	2	110	103,6	11,595	1,38	2,85	1,16	35,12
10	14	PATIO2	7,17	Deriv.individual	PVC-U	0,009	2	110	103,6	11,595	1,38	0,356	0,65	12,22
11	13	PATIO1	6,96	Deriv.individual	PVC-U	0,009	2	110	103,6	11,595	1,38	0,319	0,62	11,6
12	13	17	10,17	Colector horiz.	PVC-U	0,009	2	160	153,6	33,141	1,79	6,544	1,41*	46,23
13	9	6	6	Bajante	PVC-C			75	69			1,519		
14	12	7	6	Bajante	PVC-C			75	69			0,975		
15	10	2	3,3	Bajante	PVC-C			50	44			0,45		
16	11	4	3,3	Bajante	PVC-C			50	44			0,45		
16	11	13	3,38	Colector horiz.	PVC-C	0,009	1	90	84	4,687	0,85	0,636	0,73	30,24
18	18	19	0,77	Deriv.individual	PVC-C	0,009	2	50	44	1,182	0,78	0,779	0,82	26,4
19	19	20	0,18	Deriv.individual	PVC-C	0,009	2	50	44	1,182	0,78	0,779	0,82	26,4
19	21	19	0,59	Ramal colector	PVC-C	0,009	2	50	44	1,182	0,78	1,102	0,82	36,39
20	22	23	0,77	Deriv.individual	PVC-C	0,009	2	50	44	1,182	0,78	0,779	0,82	26,4
21	23	24	0,18	Deriv.individual	PVC-C	0,009	1	50	44	0,836	0,55	0,779	0,58	36,39
22	25	23	0,59	Ramal colector	PVC-C	0,009	2	50	44	1,182	0,78	1,102	0,82	36,39
23	26	27	0,6	Deriv.individual	PVC-C	0,009	1	110	103,6	8,199	0,97	0,9	0,65	22,9
24	26	28	1,15	Ramal colector	PVC-C	0,009	1	90	84	4,687	0,85	1,102	0,7	27,8
25	28	29	0,55	Deriv.individual	PVC-C	0,009	1	50	44	0,836	0,55	0,636	0,59	29,7
26	28	30	1,95	Deriv.individual	PVC-C	0,009	1	50	44	0,836	0,55	0,45	0,56	23,1
27	28	31	0,4	Deriv.individual	PVC-C	0,009	1	50	44	0,836	0,55	0,779	0,58	36,39
28	32	33	0,6	Deriv.individual	PVC-C	0,009	1	110	103,6	8,199	0,97	0,9	0,65	22,9
29	32	34	1,15	Ramal colector	PVC-C	0,009	1	90	84	4,687	0,85	1,102	0,7	27,8
30	34	35	0,55	Deriv.individual	PVC-C	0,009	1	50	44	0,836	0,55	0,636	0,59	29,7
31	34	36	1,95	Deriv.individual	PVC-C	0,009	1	50	44	0,836	0,55	0,45	0,56	23,1
32	34	37	0,4	Deriv.individual	PVC-C	0,009	1	50	44	0,836	0,55	0,779	0,58	36,39
33	40	21	3,3	Bajante	PVC-C			75	69			1,102		
34	41	25	3,3	Bajante	PVC-C			75	69			1,102		
35	38	26	3	Bajante	PVC-C			110	103,6			1,423		
36	39	32	3	Bajante	PVC-C			110	103,6			1,423		
42	40	41	0,26	Ramal colector	PVC-C	0,009	1	90	84	4,687	0,85	1,102	0,7	27,8
43	40	44	5,31	Colector horiz.	PVC-C	0,009	1	90	84	4,687	0,85	1,559	0,9	50,99
44	44	17	8,68	Tubería	PVC-C	0,009	1	160	153,6	23,434	1,26	3,427	1,11	57,45
45	47	63	2,76	Tubería	PVC-C	0,009	1	110	103,6	8,199	0,97	0,636	0,59	19,27
46	47	RITU	0,26	Tubería	PVC-C	0,009	1	50	44	0,836	0,55	0,45	0,56	23,1
47	48	44	2,86	Tubería	PVC-C	0,009	1	110	103,6	8,199	0,97	0,9	0,65	22,9
48	48	ELECT	0,28	Tubería	PVC-C	0,009	1	50	44	0,836	0,55	0,45	0,56	23,1
49	38	50	6	Ramal colector	PVC-C	0,009	2	50	44	1,182	0,78	1,102	0,82	36,39
50	50	52	0,73	Deriv.individual	PVC-C	0,009	2	50	44	1,182	0,78	0,779	0,82	26,4
51	50	52	0,24	Deriv.individual	PVC-C	0,009	2	50	44	1,182	0,78	0,779	0,82	26,4
53	54	55	0,73	Tubería	PVC-C	0,009	2	50	44	1,182	0,78	0,779	0,82	26,4
54	54	56	0,24	Tubería	PVC-C	0,009	2	50	44	1,182	0,78	0,779	0,82	26,4
52	39	54	5,98	Tubería	PVC-C	0,009	2	50	44	1,182	0,78	1,102	0,82	36,39
58	38	64	2,11	Colector horiz.	PVC-U	0,009	2	110	103,6	11,595	1,38	1,8	1,22	40,09
59	57	63	3,01	Deriv.individual	PVC-U	0,009	2	110	103,6	11,595	1,38	0,9	0,84	19,27
60	63	64	0,78	Ramal colector	PVC-U	0,009	2	110	103,6	11,595	1,38	1,006	0,87	20,31
61	63	59	2,72	Deriv.individual	PVC-C	0,009	2	40	34	0,594	0,65	0,45	0,7	22,68
62	64	64	0,45	Colector horiz.	PVC-C	0,009	2	110	103,6	11,595	1,38	2,062	1,27	42,89
63	64	39	2,36	Colector horiz.	PVC-U	0,009	2	110	103,6	11,595	1,38	1,8	1,22	40,09
59	61	63	3	Deriv.individual	PVC-U	0,009	2	110	103,6	11,595	1,38	0,9	0,84	19,27
60	63	64	0,73	Ramal colector	PVC-U	0,009	2	110	103,6	11,595	1,38	1,006	0,87	20,31
61	63	64	2,74	Deriv.individual	PVC-C	0,009	2	40	34	0,594	0,65	0,45	0,7	22,68
62	44	64	1,24	Colector horiz.	PVC-U	0,009	2	110	103,6	11,595	1,38	2,916	1,38	52,42
61	47	AGUA	1,91	Tubería	PVC-U	0,009	2	110	103,6	11,595	1,38	0,45	0,69	13,68
61	63	48	2,74	Tubería	PVC-U	0,009	2	110	103,6	11,595	1,38	0,779	0,81	18,03
62	63	BASURA	2,92	Tubería	PVC-C	0,009	2	50	44	1,182	0,78	0,45	0,73	19,05

Nudo	Aparato	Cota sobre planta(m)	Cota total(m)	Caudal (l/s)	Uds	Superf.Eva. (m2)
1		0	6		1	
2		0	6			
3		0	6		1	
4		0	6			
5		0	6			40,5
6		0	6			
7		0	6			
8		0	6			26
9		0	0			
10		2,7	2,7			
11		2,7	2,7			
12		0	0			
13		0	0			
14		0	0			
PATIO2		0	0			9,5
PATIO1		0	0			8,5
17		0	0			
18	Lavadero	0,5	6,5		3	
19		0,5	6,5			
20	Lavadora	0,5	6,5		3	
21		0	6			
22	Lavadero	0,5	6,5		3	
23		0,5	6,5			
24	Lavadora	0,5	6,5		3	
25		0	6			
26		0	3			
27	Inodoro-cisterna	0	3		4	
28		0	3			
29	Bidet	0	3		2	
30	Lavabo	0	3		1	
31	Bañera (con o sin ducha)	0	3		3	
32		0	3			
33	Inodoro-cisterna	0	3		4	
34		0	3			
35	Bidet	0	3		2	
36	Lavabo	0	3		1	
37	Bañera (con o sin ducha)	0	3		3	
38		0	0			
39		0	0			
40		2,7	2,7			
41		2,7	2,7			
AGUA		2,7	2,7		1	
44		0	0			
RITU		2,7	2,7		1	
47		2,7	2,7			
48		2,7	2,7			
ELECT		2,7	2,7		1	
BASURA		2,7	2,7		1	
50		2,7	2,7			
52	Fregadero-coc	2,7	2,7		3	
52	Lavavajillas	2,7	2,7		3	
54		2,7	2,7			
55	Fregadero-coc	2,7	2,7		3	
56	Lavavajillas	2,7	2,7		3	
57	Inodoro-cisterna	2,7	2,7		4	
59	Lavabo	2,7	2,7		1	
61	Inodoro-cisterna	2,7	2,7		4	
64	Lavabo	2,7	2,7		1	
64		0	0			
63		0	0			
64		0	0			
63		0	0			
63		0	0			

NOTA:

- Canalón y rejilla semicircular, para sección rectangular mayorar un 10% la sección semicircular
- \* Rama de mayor velocidad.
- \*\* Rama de menor velocidad.

### **5.4.3.-INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD**



## A.- MEMORIA DESCRIPTIVA.

### DESCRIPCIÓN GENERAL

El edificio presenta acometida a la red pública con CGP en fachada, centralización de contadores en planta baja y derivaciones individuales hasta cada uno de los suministros (viviendas, servicios comunes de escalera) para posteriormente realizar la instalación interior propiamente dicha de cada uno de ellos.

En el punto 4 de la memoria referente al cumplimiento de otros reglamentos, en el apartado referente a la instalación eléctrica se presentan unas tablas con los distintos elementos antes señalados para cada uno de los portales.

Todo esto se encuentra desarrollado en el correspondiente anexo de cálculo de las instalaciones eléctricas.

### REGLAMENTACIÓN.

#### INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El presente apartado recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- P.-1. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- P.-2. Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- P.-3. Código Técnico de la Edificación, DB SI sobre Seguridad en caso de incendio.
- P.-4. Código Técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía.
- P.-5. Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad de utilización.
- P.-6. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- P.-7. Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre)
- P.-8. Normas Particulares Cía. Suministradora.

### PROGRAMA DE NECESIDADES.

#### INSTALACION ELÉCTRICA.

Se indicará en los correspondientes anexos de cálculos justificativos la potencia prevista para cada uno de los usos previstos, según lo dispuesto en el apartado 2 de la ITC-BT-10, y la previsión de cargas de los servicios generales, y otros usos, así como los coeficientes de simultaneidad empleados.

La instalación para todas las viviendas será para una previsión de potencia de electrificación básica, con una acometida por portal, 8 en total, y su correspondiente centralización de contadores.

Cada escalera contará con un suministro independiente para dar servicio a sus ocupantes, y para todo el edificio se prevé un suministro para las instalaciones comunes a todos los portales y sótanos.

### DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

#### SUMINISTRO DE ENERGÍA.

La energía eléctrica se tomará de la red de Baja tensión, que la Cia. Sevillana Endesa posee en la zona, siendo la tensión existente de 400/230 V, entre fases y fase-neutro respectivamente.

El punto exacto de conexión lo determinará la Cía suministradora.

#### DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LAS CANALIZACIONES ELEGIDAS.

Para cada parte de la instalación se deberá justificar la canalización elegida asignándole una instalación de referencia y todas las influencias externas que le puedan afectar.

La instrucción ITC-BT-20, en la tabla 1 del apartado 2.2., señala los criterios de elección de las canalizaciones en función de los conductores y cables a instalar. Por su parte la tabla 2 de la misma instrucción nos señala la compatibilidad de los sistemas de instalación en función de la situación.

Ambas tablas recogen lo marcado por la UNE-20460-5-52, en la que se muestra con más detalle lo indicado en el REBT. Las tablas 52-H, 52-B1 y 52-B2 relacionan los métodos de instalación, haciéndolos corresponder a unas instalaciones “de referencia”.

Asimismo y siguiendo los criterios marcados en el epígrafe 522 de la mencionada norma UNE, se indicarán todas aquellas influencias externas que nos aconsejen la elección de un determinado tipo de canalización, haciendo especial mención y concreción en:

1. Locales de características especiales
2. Locales con riesgo de incendio y explosión
3. Instalaciones con fines especiales (fuentes, piscinas,...)

#### CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

El artículo 13 del REBT indica que, para la reserva de local, se seguirán las prescripciones recogidas en los artículos 45 y 47 del R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. Por lo anterior, no es necesaria la instalación de un centro de transformación.

#### ACOMETIDA.

Se define como la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente. Se proyecta tantas acometidas a sendas CGP como portales existen (1 ud). Todas ellas con las siguientes características:

- El punto de enganche será asignado por la Compañía Suministradora, con los valores máximos previsibles de las potencias y corrientes de cortocircuito de las redes de distribución (art. 15 del REBT).
- Serán acometidas subterráneas según lo dispuesto en el apartado 1.2 de la ITC-BT-11.
- No se prevén servidumbres de paso en el trazado.
- Serán instalaciones enterradas bajo tubo.
- Características, sección y aislamiento de los conductores.
- Se cumplirán las separaciones mínimas en acometidas subterráneas (ITC-BT-07).

#### CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP).

Son las cajas que alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación. Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

Se instalarán en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general.

Cuando la fachada no linde con la vía pública, la caja general de protección se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas.

No se alojarán más de dos cajas generales de protección en el interior del mismo nicho, disponiéndose una caja por cada línea general de alimentación.

Las cajas generales de protección a utilizar serán del tipo C.G.P. 7/100, recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora y aprobadas por la Administración Pública competente. Dentro de las mismas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación. El neutro estará constituido por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases, colocada la caja general de protección en posición de servicio, y dispondrá también de un borne de conexión para su puesta a tierra si procede.

Las cajas generales de protección cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 08 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

Las disposiciones generales de este tipo de caja quedan recogidas en la ITC-BT-13.

#### LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA).

Desde la CGP partirá la línea general de alimentación hasta la diferetes centralización de contadores.

La justificación de las distintas secciones adoptadas para cada línea general de alimentación se especifica en el anexo de cálculos.

Su trazado será lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo por zonas de uso común. Las líneas generales de alimentación estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 -2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Las canalizaciones incluirán en cualquier caso, el conductor de protección.

Aplicando la instrucción ITC-BT-14, teniendo en cuenta que la máxima caída de tensión permitida es de 0,5 % para contadores totalmente centralizados y la intensidad máxima admisible fijada en la UNE 20.460-5-523 para la previsión de potencias establecidas en el apartado "Potencia instalada" de la presente memoria, se determina que se utilizarán tres conductores unipolares de cobre de aislamiento tipo RZ1-K de 0,6/1KV y de sección dependiente de la LGA que se trate, según se identifica en el anexo de cálculos

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida (cable tipo RZ1-K, según UNE 21.123-4). Las canalizaciones serán no propagadores de la llama.

El tubo tendrá un grado de protección IP53 y una resistencia a la compresión y al impacto media, como mínimo.

## CONTADORES: UBICACION Y SISTEMAS DE INSTALACION

### Generalidades.

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica, podrán estar ubicados en:

- módulos (cajas con tapas precintables).
- paneles.
- armarios.

Todos ellos constituirán conjuntos que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439. El grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos, de acuerdo con la norma UNE 20.324 y UNE-EN 50.102, respectivamente:

- para instalaciones de tipo interior: IP40; IK 09.
- para instalaciones de tipo exterior: IP43; IK 09.

Deberán permitir de forma directa la lectura de los contadores e interruptores horarios, así como la del resto de dispositivos de medida, cuando así sea preciso. Las partes transparentes que permiten la lectura directa, deberán ser resistentes a los rayos ultravioleta.

Cuando se utilicen módulos o armarios, éstos deberán disponer de ventilación interna para evitar condensaciones sin que disminuya su grado de protección.

Las dimensiones de los módulos, paneles y armarios, serán las adecuadas para el tipo y número de contadores así como del resto de dispositivos necesarios para la facturación de la energía, que según el tipo de suministro deban llevar.

Cada derivación individual debe llevar asociado en su origen su propia protección compuesta por fusibles de seguridad, con independencia de las protecciones correspondientes a la instalación interior de cada suministro. Estos fusibles se instalarán antes del contador y se colocarán en cada uno de los hilos de fase o polares que van al mismo, tendrán la adecuada capacidad de corte en función de la máxima intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en ese punto y estarán precintados por la empresa distribuidora.

Los cables serán de una tensión asignada de 450/750 V y los conductores de cobre.

Forma de colocación: En armario.

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica de cada uno de los usuarios y de los servicios generales del edificio, podrán concentrarse en uno o varios lugares, para cada uno de los cuales habrá de preverse en el edificio un armario o local adecuado a este fin, donde se colocarán los distintos elementos necesarios para su instalación.

En función de la naturaleza y número de contadores, así como de las plantas del edificio, la concentración de los contadores se situará de la forma siguiente:

- En edificios de hasta 12 plantas se colocarán en la planta baja, entresuelo o primer sótano. En edificios superiores a 12 plantas se podrá concentrar por plantas intermedias, comprendiendo cada concentración los contadores de 6 o más plantas.

- Podrán disponerse concentraciones por plantas cuando el número de contadores en cada una de las concentraciones sea superior a 16.

Al ser el número de contadores a centralizar igual o inferior a 16, además de poderse instalar en un local de las características descritas a continuación, la concentración podrá ubicarse en un armario destinado única y exclusivamente a este fin. Por tanto se ha previsto un armario dedicado exclusivamente a centralización de contadores, en el que se ubicarán los contadores de viviendas y servicios comunes, así como el cuadro de mando y protección de los servicios comunes.

Este armario, reunirá los siguientes requisitos:

- estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano del edificio, salvo cuando existan concentraciones por plantas, empotrado o adosado sobre un paramento de la zona común de la entrada lo más próximo a ella y a la canalización de las derivaciones individuales.
- no tendrá bastidores intermedios que dificulten la instalación o lectura de los contadores y demás dispositivos.
- desde la parte más saliente del armario hasta la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,5 m como mínimo.
- los armarios tendrán una característica parallamas mínima, PF 30.
- las puertas de cierre, dispondrán de la cerradura que tenga normalizada la empresa suministradora.
- dispondrá de ventilación y de iluminación suficiente y en sus inmediaciones, se instalará un extintor móvil, de eficacia mínima 21B, cuya instalación y mantenimiento será a cargo de la propiedad del edificio. Igualmente, se colocará una base de enchufe (toma de corriente) con toma de tierra de 16 A para servicios de mantenimiento.

Cuando el número de contadores a instalar sea superior a 16, será obligatoria su ubicación en local.

Este local que estará dedicado única y exclusivamente a este fin podrá, además, albergar por necesidades de la Compañía Eléctrica para la gestión de los suministros que parten de la centralización, un equipo de comunicación y adquisición de datos, a instalar por la Compañía Eléctrica, así como el cuadro general de mando y protección de los servicios comunes del edificio, siempre que las dimensiones reglamentarias lo permitan.

El local cumplirá las condiciones de protección contra incendios que establece el CTE DB SI para los locales de riesgo especial bajo y responderá a las siguientes condiciones:

- Estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano, salvo cuando existan concentraciones por plantas, en un lugar lo más próximo posible a la entrada del edificio y a la canalización de las derivaciones individuales. Será de fácil y libre acceso, tal como portal o recinto de portería y el local nunca podrá coincidir con el de otros servicios tales como cuarto de calderas, concentración de contadores de agua, gas, telecomunicaciones, maquinaria de ascensores o de otros como almacén, cuarto trastero, de basuras, etc.
- No servirá nunca de paso ni de acceso a otros locales.
- Estará construido con paredes de clase M0 y suelos de clase M1, separado de otros locales que presenten riesgos de incendio o produzcan vapores corrosivos y no estará expuesto a vibraciones ni humedades.
- Dispondrá de ventilación y de iluminación suficiente para comprobar el buen funcionamiento de todos los componentes de la concentración.
- Cuando la cota del suelo sea inferior o igual a la de los pasillos o locales colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe para que en el caso de avería, descuido o rotura de tuberías de agua, no puedan producirse inundaciones en el local.
- Las paredes donde debe fijarse la concentración de contadores tendrán una resistencia no inferior a la del tabicón de medio pie de ladrillo hueco.

- El local tendrá una altura mínima de 2,30 m y una anchura mínima en paredes ocupadas por contadores de 1,50 m. Sus dimensiones serán tales que las distancias desde la pared donde se instale la concentración de contadores hasta el primer obstáculo que tenga enfrente sean de 1,10 m. La distancia entre los laterales de dicha concentración y sus paredes colindantes será de 20 cm. La resistencia al fuego del local corresponderá a lo establecido en el CTE DB SI para locales de riesgo especial bajo.
- La puerta de acceso abrirá hacia el exterior y tendrá una dimensión mínima de 0,70 x 2 m, su resistencia al fuego corresponderá a lo establecido para puertas de locales de riesgo especial bajo en el CTE DB SI y estará equipada con la cerradura que tenga normalizada la empresa distribuidora.
- Dentro del local e inmediato a la entrada deberá instalarse un equipo autónomo de alumbrado de emergencia, de autonomía no inferior a 1 hora y proporcionando un nivel mínimo de iluminación de 5 lux.
- En el exterior del local y lo más próximo a la puerta de entrada, deberá existir un extintor móvil, de eficacia mínima 21B, cuya instalación y mantenimiento será a cargo de la propiedad del edificio.

#### Concentración de contadores.

Las concentraciones de contadores estarán concebidas para albergar los aparatos de medida, mando, control (ajeno al ICP) y protección de todas y cada una de las derivaciones individuales que se alimentan desde la propia concentración.

La colocación de la concentración de contadores, se realizará de tal forma que desde la parte inferior de la misma al suelo haya como mínimo una altura de 0,25 m y el cuadrante de lectura del aparato de medida situado más alto, no supere 1,80 m.

Las concentraciones estarán formadas, eléctricamente, por las siguientes unidades funcionales:

- Unidad funcional de interruptor general de maniobra.

Su misión es dejar fuera de servicio, en caso de necesidad, toda la concentración de contadores. Será obligatoria para concentraciones de más de dos usuarios. Esta unidad se instalará en una envolvente de doble aislamiento independiente, que contendrá un interruptor de corte omnipolar, de apertura en carga y que garantice que el neutro no sea cortado antes que los otros polos. Se instalará entre la línea general de alimentación y el embarrado general de la concentración de contadores. Cuando exista más de una línea general de alimentación se colocará un interruptor por cada una de ellas. El interruptor será, como mínimo, de 160 A para previsiones de carga hasta 90 kW, y de 250 A para las superiores a ésta, hasta 150 kW.

- Unidad funcional de embarrado general y fusibles de seguridad.

Contiene el embarrado general de la concentración y los fusibles de seguridad correspondiente a todos los suministros que estén conectados al mismo. Dispondrá de una protección aislante que evite contactos accidentales con el embarrado general al acceder a los fusibles de seguridad.

- Unidad funcional de medida.

Contiene los contadores, interruptores horarios y/o dispositivos de mando para la medida de la energía eléctrica.

- Unidad funcional de mando (opcional).

Contiene los dispositivos de mando para el cambio de tarifa de cada suministro.

- Unidad funcional de embarrado de protección y bornes de salida.

Contiene el embarrado de protección donde se conectarán los cables de protección de cada derivación individual así como los bornes de salida de las derivaciones individuales. El embarrado de protección, deberá estar señalizado con el símbolo normalizado de puesta a tierra y conectado a tierra.

- Unidad funcional de telecomunicaciones (opcional).

Contiene el espacio para el equipo de comunicación y adquisición de datos.

#### DERIVACIONES INDIVIDUALES (DI).

Las derivaciones individuales parten del embarrado general y terminan en los dispositivos generales de mando y protección, suministrando energía eléctrica a cada instalación de usuario. Cada derivación individual será independiente de las derivaciones correspondientes a otros usuarios.

Las derivaciones individuales se trazarán por lugares de uso común, o en caso contrario quedarán determinadas sus servidumbres correspondientes. El trazado se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local por donde discurren.

Las canalizaciones incluirán, en cualquier caso, el conductor de protección. Cada derivación individual será totalmente independiente de las derivaciones correspondientes a otros usuarios.

Las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común, o en caso contrario quedar determinadas sus servidumbres correspondientes. Cuando las derivaciones individuales discurran verticalmente se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego RF 120, preparado única y exclusivamente para este fin, que podrá ir empotrado o adosado al hueco de escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos conforme a lo establecido en la DB SI, careciendo de curvas, cambios de dirección, cerrado convenientemente y precintables. En estos casos y para evitar la caída de objetos y la propagación de las llamas, se dispondrá como mínimo cada tres plantas, de elementos cortafuegos y tapas de registro precintables de las dimensiones de la canaladura, a fin de facilitar los trabajos de inspección y de instalación y sus características vendrán definidas por la DB SI. Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima, RF 30.

Las dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica, se ajustarán a la siguiente tabla:

<u>Nº Derivaciones</u>	<u>Anchura L (m)</u>	
	<u>Profundidad = 0,15 m (una fila)</u>	<u>Profundidad =</u>
<u>0,30 m (dos filas)</u>		
Hasta 12	0,65	0,50
13-24	1,25	0,65
25-36	1,85	0,95
36-48	2,45	1,35

Las características de la canaladura están definidas en el DB SI.

Se realizarán mediante conductores unipolares de cobre con aislamiento 450/750 V de PVC en el interior de tubos empotrados, con el siguiente código de colores del aislamiento para la identificación de los conductores:

Azul claro: conductor neutro,  
Marrón o negro: conductor de fase,  
Gris: para identificar tres fases diferentes,  
Verde-amarillo: conductor de protección,

Rojo: hilo de mando de la derivación individual.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida (cable ES07Z1-K según UNE 211 002). Los elementos de conducción de cables serán no propagadores de la llama y se instalarán de forma que no se perjudique la seguridad contra incendios del edificio.

Los tubos tendrán IP42 y resistencia a la compresión y al impacto ligera. Desde la última planta se irá dejando un tubo vacío de las mismas características y del diámetro del mas desfavorable, por cada 10 derivaciones instaladas o fracción hasta la propia centralización. Estos quedarán a modo de reserva.

En el anexo de cálculos se indican las secciones de los conductores que aseguran una caída de tensión máxima admisible de 1% y con una intensidad máxima admisible adecuada para la demanda prevista del usuario, y la intensidad nominal del fusible de seguridad en el embarrado, con característica de tipo gG.

En memoria descriptiva se presentan el listado completo de las derivaciones individuales a cada una de las viviendas con su distancia y la sección que da cumplimiento a la máxima caída de tensión permitida.

Los diámetros exteriores de los tubos protectores que permiten ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%, son los siguientes

Para derivación 2 x 10mm <sup>2</sup>	→	40 mm
Para derivación 2 x 16mm <sup>2</sup>	→	40 mm
Para derivación 2 x 25mm <sup>2</sup>	→	50 mm

#### NOTA:

Se debe incluir el conductor de protección de la misma sección que los conductores de fase, y el hilo de mando de 1,5 mm<sup>2</sup>.

Los fusibles de seguridad serán cilíndricos 22x58, de tipo gG y con A.P.R. (será suficiente un poder de corte de 50 kA, superior a la intensidad máxima de cortocircuito que puede producirse).

#### DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN. PROTECCIONES.

Los dispositivos generales de mando y protección, se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del usuario (junto a la puerta de entrada). En viviendas y en locales comerciales e industriales en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1,4 y 2 m, para viviendas. En locales comerciales, la altura mínima será de 1 m desde el nivel del suelo.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.



El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

" $R_a$ " es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

" $I_a$ " es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada). Su valor será de 30 mA.

" $U$ " es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

- Dispositivos de corte omipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local (según ITC-BT-22).

- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario. Cuando la instalación se alimente por, o incluya, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, será necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación (situación controlada).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro, y la tierra de la instalación.

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla siguiente, según su categoría.

Tensión nominal de la instalación (V)		Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)				
Sistemas III	/	Sistemas II	Cat. IV / Cat. III	/	Cat. II / Cat. I	
230/400		230	6	4	2,5	1,5

Categoría I: Equipos muy sensibles a sobretensiones destinados a conectarse a una instalación fija (equipos electrónicos, etc).

Categoría II: Equipos destinados a conectarse a una instalación fija (electrodomésticos y equipos similares).

Categoría III: Equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija (armarios, embarrados, protecciones, canalizaciones, etc).

Categoría IV: Equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores, aparatos de tele medida, etc).

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla anterior, se pueden utilizar, no obstante:

en situación natural (bajo riesgo de sobretensiones, debido a que la instalación está alimentada por una red subterránea en su totalidad), cuando el riesgo sea aceptable.

en situación controlada, si la protección a sobretensiones es adecuada.

En el plano adjunto de esquema unifilar se aprecian los dispositivos generales e individuales de mando y protección empleados, tanto en viviendas como en el resto de servicios que comprende este proyecto eléctrico.

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS.

### a.- Conductores.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre y serán siempre aislados. Se instalarán preferentemente bajo tubos protectores, siendo la tensión asignada no inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones o receptoras, del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm<sup>2</sup>)

Sección conductores protección (mm<sup>2</sup>)

$S_f \leq 16$

$S_f$

$$16 < S f \leq 35$$

$$Sf > 35$$

$$16$$

$$Sf/2$$

#### b.- Subdivisión de las instalaciones:

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a un piso, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

#### c.- Equilibrado de cargas:

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

#### d.- Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica:

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento  $\geq 0,5 \text{ M}\Omega$ , mediante tensión de ensayo en corriente continua de 500 V (para tensiones nominales  $\leq 500 \text{ V}$ , excepto MBTS y MBTP).

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000 \text{ V}$  a frecuencia industrial, siendo  $U$  la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### e.- Conexiones:

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

#### f.- Sistemas de instalación:

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3

cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en cocinas, cuartos de baño, secaderos y, en general, en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada

en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.

No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.

Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán

no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

g.- Número de circuitos y reparto de puntos de utilización.

Los tipos de circuitos independientes serán los que se indican a continuación y estarán protegidos cada uno de ellos por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y c.c. Todos los circuitos incluirán el conductor de protección o tierra.

#### Electrificación Básica.

- C1: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación. Sección mínima: 1,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A, Tipo toma: Punto de luz con conductor de protección.
- C2: Circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico. Sección mínima: 2,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A, Tipo toma: 16 A 2p+T.
- C3: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y horno. Sección mínima: 6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 25 A, Tipo toma: 25 A 2p+T.
- C4: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico. Sección mínima: 4 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 20 A, Tipo toma: 16 A 2p+T, combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A. Los fusibles o interruptores automáticos no son necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito. El desdoblamiento del circuito con este fin no supondrá el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer un diferencial adicional.
- C5: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina. Sección mínima: 2,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A, Tipo toma: 16 A 2p+T.

#### Electrificación Elevada.

Es el caso de viviendas con una previsión importante de aparatos electrodomésticos que obligue a instalar más de un circuito de cualquiera de los tipos descritos anteriormente, así como con previsión de sistemas de calefacción eléctrica, acondicionamiento de aire, automatización, gestión técnica de la energía y seguridad o con superficies útiles de las viviendas superiores a 160 m<sup>2</sup>. En este caso se instalarán, además de los correspondientes a la electrificación básica, los siguientes circuitos:

- C6: Circuito adicional del tipo C1, por cada 30 puntos de luz. Sección mínima: 1,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A, Tipo toma: Punto de luz con conductor de protección.
- C7: Circuito adicional del tipo C2, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda es mayor de 160 m<sup>2</sup>. Sección mínima: 2,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A, Tipo toma: 16 A 2p+T.
- C8: Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de calefacción eléctrica, cuando existe previsión de ésta. Sección mínima: 6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 25 A.

- C9: Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de aire acondicionado, cuando existe previsión de éste. Sección mínima: 6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 25 A.
- C10: Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de una secadora independiente. Sección mínima: 2,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A, Tipo toma: 16 A 2p+T.
- C11 Circuito de distribución interna, destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, cuando exista previsión de éste. Sección mínima: 1,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.
- C12: Circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C3 o C4, cuando se prevean, o circuito adicional del tipo C5, cuando su número de tomas de corriente exceda de 6.

Se colocará un interruptor diferencial por cada cinco circuitos instalados.

Reparto mínimo de puntos de luz y tomas de corriente.

Estancia	Circuito	Mecanismo	nº	mínimo
Superficie/Longitud				
- Acceso	C1	Pulsador timbre	1	
- Vestíbulo	C1	Punto de luz	1	
		Interruptor 10 A	1	
	C2	Base 16 A 2p+T	1	
- Sala de estar si S > 10 m²) o Salón punto de luz	C1	Punto de luz	1	hasta 10 m² (2
		Interruptor 10 A	1	uno por cada
m²	C2	Base 16 A 2p+T	3	una por cada 6
si S > 10 m²)	C8	Toma calefacc.	1	hasta 10 m² (2
si S > 10 m²)	C9	Toma aire acond.	1	hasta 10 m² (2
- Dormitorios si S > 10 m²)	C1	Puntos de luz	1	hasta 10 m² (2
punto de luz		Interruptor 10 A	1	uno por cada
m²	C2	Base 16 A 2p+T	3	una por cada 6
	C8	Toma calefacc.	1	
	C9	Toma aire acond.	1	
- Baños	C1	Puntos de luz	1	
		Interruptor 10 A	1	
	C5	Base 16 A 2p+T	1	
	C8	Toma calefacc.	1	
- Pasillos o longitud distribuidores acceso	C1	Puntos de luz	1	1 cada 5 m
		Interrup/Conmut 10 A	1	uno en cada
L > 5m)	C2	Base 16 A 2p+T	1	hasta 5 m (2 si
	C8	Toma calefacc.	1	
- Cocina si S > 10 m²)	C1	Puntos de luz	1	hasta 10 m² (2
punto de luz		Interruptor 10 A	1	uno por cada
Frigorífico	C2	Base 16 A 2p+T	2	Extractor y
Cocina/Horno	C3	Base 25 A 2p+T	1	
	C4	Base 16 A 2p+T	3	
	C5	Base 16 A 2p+T	3	Lavadora, Lavavajillas y Termo Encima plano
trabajo	C8	Toma calefacc.	1	
	C10	Base 16 A 2p+T	1	Secadora



- Terrazas y si $S > 10 \text{ m}^2$ )	C1	Puntos de luz	1	hasta $10 \text{ m}^2$ (2
Vestidores punto de luz		Interruptor 10 A	1	uno por cada
- Garajes unifam. si $S > 10 \text{ m}^2$ )	C1	Puntos de luz	1	hasta $10 \text{ m}^2$ (2
y Otros punto de luz		Interruptor 10 A	1	uno por cada
si $S > 10 \text{ m}^2$ )	C2	Base 16 A 2p+T	1	hasta $10 \text{ m}^2$ (2

h.- Instalación de cuartos de baño

Clasificación de los volúmenes.

Volumen 0.

Comprende el interior de la bañera o ducha.

En una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal situado a 0,05 m por encima del suelo. En este caso:

Si el difusor de la ducha puede desplazarse durante su uso, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m alrededor de la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha; o Si el difusor de la ducha es fijo, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 0,6 m alrededor del difusor.

Volumen 1.

Está limitado por:

El plano horizontal superior al volumen 0 y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo, y

El plano vertical alrededor de la bañera o ducha y que incluye el espacio por debajo de los mismos, cuando este espacio es accesible sin el uso de una herramienta; o

Para una ducha sin plato con un difusor que puede desplazarse durante su uso, el volumen 1 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m desde la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha; o

Para una ducha sin plato y con un rociador fijo, el volumen 1 está delimitado por la superficie generatriz vertical situada a un radio de 0,6 m alrededor del rociador.

Volumen 2.

Está limitado por:

El plano vertical exterior al volumen 1 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m; y

El suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 1 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 2.

Volumen 3.

Está limitado por:

El plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 m; y

El suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 2 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 3.

El volumen 3 comprende cualquier espacio por debajo de la bañera o ducha que sea accesible sólo mediante el uso de una herramienta siempre que el cierre de dicho volumen garantice una protección como mínimo IP X4. Esta clasificación no es aplicable al espacio situado por debajo de las bañeras de hidromasaje y cabinas.

Elección e instalación de los materiales eléctricos.

- Volumen 0.

Grado de Protección: IPX7.

Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en este volumen.

Mecanismos: No permitidos.

Otros aparatos fijos: Aparatos que únicamente pueden ser instalados en el volumen 0 y deben ser adecuados a las condiciones de este volumen.

- Volumen 1.

Grado de Protección: IPX4. IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en equipo eléctrico de bañeras de hidromasaje y en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.

Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0 y 1.

Mecanismos: No permitidos, con la excepción de interruptores de circuitos MBTS.

Otros aparatos fijos: Aparatos alimentados a MBTS no superior a 12 V ca ó 30 V cc. Calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

- Volumen 2.

Grado de Protección: IPX4. IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.

Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1 y 2, y la parte del volumen 3 situado por debajo de la bañera o ducha.

Mecanismos: No permitidos, con la excepción de interruptores o bases de circuitos MBTS cuya fuente de alimentación este instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Se permite también la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE-EN 60.742 o UNE-EN 61558-2-5.

Otros aparatos fijos: Todos los permitidos para el volumen 1. Luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

Volumen 3.

Grado de Protección: IPX5, en los baños comunes, cuando se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.

Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1, 2 y 3.

Mecanismos: Se permiten las bases sólo si están protegidas bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

Otros aparatos fijos: Se permiten los aparatos sólo si están protegidos bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

INSTALACIÓN DE USO COMÚN.

En el apartado de cálculos justificativos se señalan las potencias previstas para estos usos.

El cuadro general de distribución se instalará en el mismo armario que los contadores eléctricos, o próximo a él, de forma que no quede accesible por personal ajeno.

Se utilizarán las protecciones generales y las protecciones individuales para cada circuito que se indican en las siguientes tablas. También se indican las secciones de los conductores y el diámetro del tubo a emplear.

La instalación de los servicios comunes se realizará mediante conductores de cobre con aislamiento de PVC y 450/750 V (designación H07V-K), bajo tubo flexible o curvable empotrado en obra.

La identificación de los conductores por los colores que presenten sus aislamientos es la siguiente:

Azul claro: conductor neutro,

Marrón o negro: conductor de fase,

Gris: para identificar tres fases diferentes,

Verde-amarillo: conductor de protección,

Rojo: hilo de mando de la derivación individual.

Los tubos con conductores eléctricos se situarán a una distancia mínima de 3 cm. de otras canalizaciones no eléctricas.

Las canalizaciones se protegerán de fuentes externas de calor mediante pantallas calorífugas, alejamiento o material resistente a los efectos del calor.

No se situarán por debajo de conductos de agua para protegerlas de las condensaciones. En el cuarto del grupo de presión y en el cuarto de contadores de agua se utilizarán canalizaciones, cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente, receptores de alumbrado (que no sean de clase 0), etc. estancas.

Los tubos que discurran por paredes, techos, falsos techos, huecos de la construcción y canales protectoras de obra, tendrán un grado de protección IP-42, serán no propagadores de llama y tendrán una resistencia a la compresión y al impacto ligera. Los tubos trazados por el suelo tendrán un grado de protección IP-53, serán no propagadores de llama y tendrán una resistencia a la compresión y al impacto media.

Las conexiones de los conductores se realizarán mediante bornes de conexión o regletas de conexión, y siempre se realizarán en el interior de cajas de empalme y/o de derivación. Para los conductores de sección superior a 6 mm<sup>2</sup> se emplearán terminales adecuados para evitar los esfuerzos mecánicos.

Las tapas de las cajas de empalme o derivación quedarán accesibles una vez terminada la obra.

Las bases de toma de corriente de 16 A 2p+T y las de 25 A 2p+T serán del tipo indicado en la norma UNE 20.315. También se admitirán las bases indicadas en las normas UNE EN 60309.

El local o recinto en el que esté instalado el motor elevador para el ascensor y los equipos de accionamiento eléctrico del ascensor serán sólo accesibles a personas cualificadas. Se colocará un esquema eléctrico de la instalación y el interruptor general de accionamiento manual debe estar rotulado.

Si se puede penetrar en el local de la máquina elevadora se tomarán las siguientes medidas:

Cerrado con llave cuando no haya en ellos personal de servicio.

Puertas con apertura hacia el exterior y de 2 metros de altura por 0,7 metros de anchura, mínimas.

Anchura del pasillo de servicio de 0,80 metros mínimo y altura 1,90 metros mínimo.

La estructura metálica de la caja del ascensor se considera conectada a tierra a través de los cables elevadores metálicos de la máquina elevadora prevista con conductor de protección.

En el anexo de cálculos se muestran los cálculos efectuados para la determinación del número de circuitos, la sección de los conductores para que la caída de tensión máxima sea del 3% para alumbrado y del 5% para los demás usos, y para que no se supere la intensidad máxima admisible.

En los planos adjuntos se indican la situación de los puntos de luz, las bases de corriente y el cuadro general de distribución de los servicios comunes.

Alumbrado de emergencia.

En aplicación de la instrucción ITC-BT-28 y lo exigido en el CTE DB SU, será necesario instalar alumbrado de emergencia en las escaleras y los pasillos que se utilicen como recorrido de evacuación de edificio, considerando que el origen de evacuación de las viviendas se encuentra en la puerta de acceso a ellas.

Como ya se ha mencionado, también es necesario la instalación de alumbrado de emergencia en el local de la concentración de contadores.

Se instalará también alumbrado de emergencia en los recintos de ICT a petición del técnico correspondiente.

El alumbrado de emergencia estará compuesto por aparatos autónomos automáticos de emergencia, que utilizarán el suministro exterior para proceder a su carga.

No se podrá emplear ningún tipo de base o toma, estando directamente conectadas a la instalación eléctrica para evitar que puedan quedar descargadas cuando sea necesario su funcionamiento.

Se tomarán las siguientes prescripciones aunque sean específicas de alumbrado con luminarias de emergencia alimentadas por fuente central, según la instrucción ITC-BT-28: se protegerán con interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 A como máximo por cada doce puntos de luz.

La puesta en funcionamiento se efectuará automáticamente cuando falte la tensión o si ésta desciende por debajo del 70% de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia deberá funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando las siguientes iluminancias:

A nivel del suelo y en el eje de los recorridos de evacuación, iluminancia mínima de 1 lux.

En equipos manuales contra incendios y en los cuadros de distribución de alumbrado, iluminancia mínima de 5 lux.

#### PUESTA A TIERRA. (ITC-BT-18 E ITC-BT-26)

Se establecerá una toma de tierra de protección, según el siguiente sistema: Instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima según se indica en la ITC-BT-18, formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo deberán conectarse electrodos, verticalmente hincados en el terreno, cuando se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo. Cuando se trate de construcciones que comprendan varios edificios próximos, se procurará unir entre sí los anillos que forman la toma de tierra de cada uno de ellos, con objeto de formar una malla de la mayor extensión posible. En rehabilitación o reforma de edificios existentes, la toma de tierra se podrá realizar también situando en patios de luces o en jardines particulares del edificio, uno o varios electrodos de características adecuadas.

Al conductor en anillo, o bien a los electrodos, se conectarán, en su caso, la estructura metálica del edificio o, cuando la cimentación del mismo se haga con zapatas de hormigón armado, un cierto número de hierros de los considerados principales y como mínimo uno por zapata. Estas conexiones se establecerán de manera fiable y segura, mediante soldadura aluminotérmica o autógena.

Las líneas de enlace con tierra se establecerán de acuerdo con la situación y número previsto de puntos de puesta a tierra. La naturaleza y sección de estos conductores estará de acuerdo con lo indicado a continuación.

Tipo mecánicamente	Protegido mecánicamente	No protegido
Protegido contra la corrosión Galvanizado	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm <sup>2</sup> Cu 16 mm <sup>2</sup> Acero
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro

En cualquier caso la sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

#### ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA.

A la toma de tierra establecida se conectará toda masa metálica importante, existente en la zona de la instalación, y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación así lo exijan.

A esta misma toma de tierra deberán conectarse las partes metálicas de los depósitos de gasóleo, de las instalaciones de calefacción general, de las instalaciones de agua, de las instalaciones de gas canalizado y de las antenas de radio y televisión.

#### PUNTOS DE PUESTA A TIERRA.

Los puntos de puesta a tierra se situarán:

- En los patios de luces destinados a cocinas y cuartos de aseo, etc., en rehabilitación o reforma de edificios existentes.
- En el local o lugar de la centralización de contadores, si la hubiere.
- En la base de las estructuras metálicas de los ascensores y montacargas, si los hubiere.
- En el punto de ubicación de la caja general de protección.
- En cualquier local donde se prevea la instalación de elementos destinados a servicios generales o especiales, y que por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, deban ponerse a tierra.

#### LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA, DERIVACIONES Y CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.

Las líneas principales y sus derivaciones se establecerán en las mismas canalizaciones que las de las líneas generales de alimentación y derivaciones individuales.

Las líneas principales de tierra y sus derivaciones estarán constituidas por conductores de cobre de igual sección que la fijada para los conductores de protección según apdo. 7.7.1, con un mínimo de 16 mm<sup>2</sup> para las líneas principales.

No podrán utilizarse como conductores de tierra las tuberías de agua, gas, calefacción, desagües, conductos de evacuación de humos o basuras, ni las cubiertas metálicas de los cables, tanto de la instalación eléctrica como de teléfonos o de cualquier otro servicio similar, ni las partes conductoras de los sistemas de conducción de los cables, tubos, canales y bandejas.

Las conexiones en los conductores de tierra serán realizadas mediante dispositivos, con tornillos de apriete u otros similares, que garanticen una continua y perfecta conexión entre aquéllos.

Los conductores de protección acompañarán a los conductores activos en todos los circuitos de la vivienda o local hasta los puntos de utilización.

En el cuadro general de distribución se dispondrán los bornes o pletinas para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

## **B.- ANEXO DE CÁLCULOS ELÉCTRICOS.**

### **Notas sobre el Anexo de Cálculos:**

A continuación se detallan los cálculos correspondientes a la instalación eléctrica.

Los presentes cálculos se han realizado mediante el programa informático de cálculo DmElect, en su versión VIVI (Cálculo de Instalaciones Eléctricas en Edificios de Viviendas, versión 14.0.0).

## CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO DE EDIFICACION

El edificio objeto del Estudio presenta las siguientes características:

- 2 Viviendas de grado de electrificación BASICO (5750 W) sin tarifa nocturna.
- Una superficie de 20 m<sup>2</sup> destinada a zonas comunes.
- 1 TELECOMUNICACIONES con una potencia total de 2 kW.

### PREVISION DE CARGAS DEL EDIFICIO

Potencia Total (Pt) = P.viviendas (Pv)+P.servicios generales (Psg)+P.locales comerciales (Pc)  
+  
P.oficinas (Po) +P.locales industriales (Pi).

La potencia en viviendas, teniendo en cuenta la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, se tiene:

$$P_v = 11.5 \text{ kW.}$$

La potencia de los servicios generales será:

Alumbrado en Zonas Comunes : 0.8 kW.

TELECOMUNICACIONES : 2 kW.

$$P_{sg} = 2.8 \text{ kW.}$$

### POTENCIA TOTAL DEL EDIFICIO

$$P_t = P_v + P_{sg} = 14.3 \text{ kW.}$$

## Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos \varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \text{Sen} \varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos \varphi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos \varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \text{Sen} \varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos \varphi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P<sub>c</sub> = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

Cos φ = Coseno de φ. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

X<sub>u</sub> = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

## Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$



Siendo,

$K$  = Conductividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C.

$Cu = 0.018$

$Al = 0.029$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$Cu = 0.00392$

$Al = 0.00403$

$T$  = Temperatura del conductor (°C).

$T_0$  = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

$T_{max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

$I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

$I_z$ : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

$I_n$ : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.

$I_2$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45  $I_n$  como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6  $I_n$ ).

### Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{pccl} = C_t U / \sqrt{3} Z_t$$

Siendo,

$I_{pccl}$ : intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

$C_t$ : Coeficiente de tensión.

$U$ : Tensión trifásica en V.

$Z_t$ : Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$* I_{pccF} = C_t U_F / 2 Z_t$$

Siendo,

$I_{pccF}$ : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

$C_t$ : Coeficiente de tensión.

$U_F$ : Tensión monofásica en V.

$Z_t$ : Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

\* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo,

Rt:  $R_1 + R_2 + \dots + R_n$  (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt:  $X_1 + X_2 + \dots + X_n$  (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n$  (mohm)

$X = X_u \cdot L / n$  (mohm)

R: Resistencia de la línea en mohm.

X: Reactancia de la línea en mohm.

L: Longitud de la línea en m.

$C_R$ : Coeficiente de resistividad.

K: Conductividad del metal.

S: Sección de la línea en mm<sup>2</sup>.

$X_u$ : Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: nº de conductores por fase.

$$* t_{mcicc} = C_c \cdot S^2 / I_{pcc} F^2$$

Siendo,

$t_{mcicc}$ : Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una  $I_{pcc}$ .

$C_c$ : Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S: Sección de la línea en mm<sup>2</sup>.

$I_{pcc} F$ : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* t_{ficc} = cte. fusible / I_{pcc} F^2$$

Siendo,

$t_{ficc}$ : tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

$I_{pcc} F$ : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* L_{max} = 0,8 \cdot U_F / 2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2}$$

Siendo,

$L_{max}$ : Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

$U_F$ : Tensión de fase (V)

K: Conductividad

S: Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

$X_u$ : Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n: nº de conductores por fase

$C_t = 0,8$ : Es el coeficiente de tensión.

$C_R = 1,5$ : Es el coeficiente de resistencia.

$I_{F5}$  = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

\* Curvas válidas. (Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D Y MA	IMAG = 20 In

### Cálculo de la ACOMETIDA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 10 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u$ (mΩ/m): 0;
- Potencia de cálculo: 14300 W.

$$I=14300/1,732 \times 400 \times 0.8 = 25.8 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x50/25mm²Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-Al

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 144 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 160 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 27.09

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 14300 / 33.53 \times 400 \times 50 = 0.21 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.05\% \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$$

### Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia de cálculo: 14300 W.

$$I=14300/1,732 \times 400 \times 0.9 = 22.93 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.02

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 14300 / 49.88 \times 400 \times 10 = 0.72 \text{ V.} = 0.18 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.18\% \text{ ADMIS (0.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 25 A.

Interruptor General Maniobra: 25 A

A continuación se desarrolla la justificación de cálculos referente a los circuitos de las instalaciones interiores, para cada uno de los cuadros de mando y protección:

### **CUADRO DE MANDO Y PROTECCION. TIPO**

### Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 20 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia máxima admisible: 5750 W.

- Potencia de cálculo: 5750 W.

$$I=5750/230 \times 1 = 25 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 50 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.5

$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 5750 / 50.15 \times 230 \times 10 = 1.99 \text{ V.} = 0.87 \%$

$e(\text{total}) = 0.87\% \text{ ADMIS (1\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles de Seguridad Centralización: 25 A.

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

#### Cálculo de la Línea: C1 Alumbrado

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m;  $\cos \phi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 2250 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2250 W.

$I = 2250 / 230 \times 1 = 9.78 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.76

$e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 2300 / 49.23 \times 230 \times 1.5 = 6.77 \text{ V.} = 2.94 \%$

$e(\text{total}) = 2.94\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### Cálculo de la Línea: C2 TC Gen, Frigo

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m;  $\cos \phi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 3450 W.

- Potencia de cálculo: 3450 W.

$I = 3450 / 230 \times 1 = 15 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.31

$e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 3680 / 48.8 \times 230 \times 2.5 = 6.56 \text{ V.} = 2.85 \%$

$e(\text{total}) = 2.85\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: C3 Cocina, Horno

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 4050 W.
- Potencia de cálculo:  
4050 W.

$$I=4050/230 \times 1=17.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.18

$$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 5750/50.21 \times 230 \times 6=4.15 \text{ V.}=1.8 \%$$

$$e(\text{total})=1.8\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

#### Cálculo de la Línea: C4-1 Lavadora

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo:  
3450 W.

$$I=3450/230 \times 1=15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.31

$$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 3680/48.8 \times 230 \times 2.5=6.56 \text{ V.}=2.85 \%$$

$$e(\text{total})=2.85\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: C4-2 Lavavajillas

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo:  
3450 W.

$$I=3450/230 \times 1=15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.31

$e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 3680 / 48.8 \times 230 \times 2.5 = 6.56 \text{ V} = 2.85 \%$

$e(\text{total}) = 2.85\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: C4-3 Termo

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m;  $\cos \varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 3450 W.

- Potencia de cálculo:  
3450 W.

$I = 3450 / 230 \times 1 = 15 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.31

$e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 3680 / 48.8 \times 230 \times 2.5 = 6.56 \text{ V} = 2.85 \%$

$e(\text{total}) = 2.85\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: C5 TC Baño, Cocina

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m;  $\cos \varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 3680 W.

- Potencia de cálculo: 3680 W.

$I = 3680 / 230 \times 1 = 16 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.41

$e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 3680 / 48.45 \times 230 \times 2.5 = 6.6 \text{ V} = 2.87 \%$

$e(\text{total}) = 2.87\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **CUADRO DE MANDO Y PROTECCION. CSG**

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 5850 W.
- Potencia máxima admisible: 4600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $150 \times 1.25 + 4237.5 = 4425 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.75)}$

$$I = 4425 / 230 \times 0.8 = 24.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 50 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.94

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 6 \times 4425 / 50.25 \times 230 \times 10 = 0.46 \text{ V.} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.2\% \text{ ADMIS (1\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles de Seguridad Centralización: 25 A.

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: ALUMBRADO COMUN

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $1500 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 1500 / 230 \times 0.8 = 8.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.32

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 1500 / 50.18 \times 230 \times 1.5 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.02\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: A0 PORTAL EXT

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 100 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
100 W.

$$I=100/230 \times 1=0.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 12 \times 100 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.14 \text{ V.} = 0.06 \%$$

$$e(\text{total})=0.08\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### Cálculo de la Línea: A1 PORTAL INT

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
400 W.

$$I=400/230 \times 1=1.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.4

$$e(\text{parcial})=2 \times 12 \times 400 / 51.44 \times 230 \times 1.5 = 0.54 \text{ V.} = 0.24 \%$$

$$e(\text{total})=0.26\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### Cálculo de la Línea: A2 INSTALACIONES

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
500 W.

$$I=500/230 \times 1=2.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.63

$e(\text{parcial}) = 2 \times 12 \times 500 / 51.4 \times 230 \times 1.5 = 0.68 \text{ V} = 0.29 \%$

$e(\text{total}) = 0.32\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### Cálculo de la Línea: RESERVA

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 20 m;  $\cos \varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
500 W.

$I = 500 / 230 \times 1 = 2.17 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos

y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.63

$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 500 / 51.4 \times 230 \times 1.5 = 1.13 \text{ V} = 0.49 \%$

$e(\text{total}) = 0.51\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

#### Cálculo de la Línea: FUERZA

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m;  $\cos \varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 2250 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $150 \times 1.25 + 2100 = 2287.5 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 2287.5 / 230 \times 0.8 = 12.43 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.77

$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 2287.5 / 49.93 \times 230 \times 2.5 = 0.05 \text{ V} = 0.02 \%$

$e(\text{total}) = 0.02\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

#### Cálculo de la Línea: F1 TC USOS VARIOS

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I=1500/230 \times 1=6.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.89

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 1500 / 50.98 \times 230 \times 2.5 = 1.54 \text{ V.} = 0.67 \%$$

$$e(\text{total})=0.69\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: R1 PORTERO AUTOM.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo: 300 W.

$$I=300/230 \times 1=1.3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.12

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 300 / 51.49 \times 230 \times 2.5 = 0.2 \text{ V.} = 0.09 \%$$

$$e(\text{total})=0.11\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: R2 VENT. VIVIENDAS

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 150 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $150 \times 1.25 = 187.5 \text{ W.}$

$$I=187.5/230 \times 0.8 \times 1=1.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 187.5 / 51.5 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.25 \text{ V.} = 0.11 \%$

$e(\text{total})=0.13\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Contactor:

Contactor Bipolar In: 10 A.

#### Cálculo de la Línea: RESERVA

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m;  $\cos \phi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 300 W.

- Potencia de cálculo: 300 W.

$I=300/230 \times 1=1.3 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.12

$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 300 / 51.49 \times 230 \times 2.5 = 0.2 \text{ V.} = 0.09 \%$

$e(\text{total})=0.11\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: R.I.T.U.

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 8 m;  $\cos \phi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 2100 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

1260 W.(Coef. de Simult.: 0.6 )

$I=1260/230 \times 0.8=6.85 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 6 + \text{TT} \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.09

$e(\text{parcial})=2 \times 8 \times 1260 / 51.31 \times 230 \times 6 = 0.28 \text{ V.} = 0.12 \%$

$e(\text{total})=0.12\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

**Protección Térmica en Final de Línea**

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

**SUBCUADRO****R.I.T.U.**Cálculo de la Línea: Alum. Sala

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 4 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
100 W.

$$I=100/230 \times 1=0.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ 

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 4 \times 100 / 51.51 \times 230 \times 1.5=0.05 \text{ V.}=0.02 \%$$

$$e(\text{total})=0.14\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Fuerza U.V.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 1=4.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ 

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.29

$$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 1000 / 51.28 \times 230 \times 2.5=0.34 \text{ V.}=0.15 \%$$

$$e(\text{total})=0.27\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Cabecera

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 1=4.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.29

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 1000 / 51.28 \times 230 \times 2.5 = 0.68 \text{ V.} = 0.29 \%$$

$$e(\text{total})=0.42\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

## CALCULO DE EMBARRADO R.I.T.U.

### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, lx, Wy, ly (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

### a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 2.38^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 740.341 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 6.85 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 2.38 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

**Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ACOMETIDA	14300	10	3x50/25Al	25.8	144	0.05	0.05	160
LINEA GENERAL ALIMENT.	14300	10	4x10Cu	22.93	54	0.18	0.18	75

**Cortocircuito**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
LINEA GENERAL ALIMENT.	10	4x10Cu	12	50	2553.18	0.31	0.015	245.33	25

**Cuadro de Mando y Protección: TIPO**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
DERIVACION IND.	5750	20	2x10+TTx10Cu	25	50	0.87	0.87	40
C1 Alumbrado	2250	25	2x1.5+TTx1.5Cu	9.78	15	2.94	2.94	16
C2 TC Gen, Frigo	3450	25	2x2.5+TTx2.5Cu	15	21	2.85	2.85	20
C3 Cocina, Horno	4050	25	2x6+TTx6Cu	17.61	36	1.8	1.8	25
C4-1 Lavadora	3450	25	2x2.5+TTx2.5Cu	15	21	2.85	2.85	20
C4-2 Lavavajillas	3450	25	2x2.5+TTx2.5Cu	15	21	2.85	2.85	20
C4-3 Termo	3450	25	2x2.5+TTx2.5Cu	15	21	2.85	2.85	20
C5 TC Baño, Cocina	3680	25	2x2.5+TTx2.5Cu	16	21	2.87	2.87	20

Pag. 342 de 480

**Cortocircuito**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
DERIVACION IND.	20	2x10+TTx10Cu	5.13	50	1170.65	0.97	0.072	245.33	25
C1 Alumbrado	25	2x1.5+TTx1.5Cu	2.35	4.5	211.24	0.67			10;B,C,D
C2 TC Gen, Frigo	25	2x2.5+TTx2.5Cu	2.35	4.5	314.33	0.84			16;B,C
C3 Cocina, Horno	25	2x6+TTx6Cu	2.35	4.5	548.47	1.58			25;B,C,D
C4-1 Lavadora	25	2x2.5+TTx2.5Cu	2.35	4.5	314.33	0.84			16;B,C
C4-2 Lavavajillas	25	2x2.5+TTx2.5Cu	2.35	4.5	314.33	0.84			16;B,C
C4-3 Termo	25	2x2.5+TTx2.5Cu	2.35	4.5	314.33	0.84			16;B,C
C5 TC Baño, Cocina	25	2x2.5+TTx2.5Cu	2.35	4.5	314.33	0.84			16;B,C

**Cuadro de Mando y Protección: CSG**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
DERIVACION IND.	4425	6	2x10+TTx10Cu	24.05	50	0.2	0.2	40
ALUMBRADO COMUN	1500	0.3	2x1.5Cu	8.15	16.5	0.02	0.02	
A0 PORTAL EXT	100	12	2x1.5+TTx1.5Cu	0.43	15	0.06	0.08	16
A1 PORTAL INT	400	12	2x1.5+TTx1.5Cu	1.74	15	0.24	0.26	16
A2 INSTALACIONES	500	12	2x1.5+TTx1.5Cu	2.17	15	0.29	0.32	16
RESERVA	500	20	2x1.5+TTx1.5Cu	2.17	15	0.49	0.51	16
FUERZA	2287.5	0.3	2x2.5Cu	12.43	23	0.02	0.02	
F1 TC USOS VARIOS	1500	15	2x2.5+TTx2.5Cu	6.52	21	0.67	0.69	20
R1 PORTERO AUTOM.	300	10	2x2.5+TTx2.5Cu	1.3	21	0.09	0.11	20
R2 VENT. VIVIENDAS	187.5	20	2x2.5+TTx2.5Cu	1.02	26.5	0.11	0.13	20
RESERVA	300	10	2x2.5+TTx2.5Cu	1.3	21	0.09	0.11	20

R.I.T.U.	1260	8	2x6+TTx6Cu	6.85	36	0.12	0.12	32
----------	------	---	------------	------	----	------	------	----

**Cortocircuito**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
DERIVACION IND.	6	2x10+TTx10Cu	5.13	50	1887.38	0.37	0.028	245.33	25
ALUMBRADO COMUN	0.3	2x1.5Cu	3.79	4.5	1735.93	0.01			10
A0 PORTAL EXT	12	2x1.5+TTx1.5Cu	3.49	4.5	410.46	0.18			10;B,C,D
A1 PORTAL INT	12	2x1.5+TTx1.5Cu	3.49	4.5	410.46	0.18			10;B,C,D
A2 INSTALACIONES	12	2x1.5+TTx1.5Cu	3.49	4.5	410.46	0.18			10;B,C,D
RESERVA	20	2x1.5+TTx1.5Cu	3.49	4.5	271.87	0.4			10;B,C,D
FUERZA	0.3	2x2.5Cu	3.79	4.5	1793.52	0.03			16
F1 TC USOS VARIOS	15	2x2.5+TTx2.5Cu	3.6	4.5	512.28	0.31			16;B,C,D
R1 PORTERO AUTOM.	10	2x2.5+TTx2.5Cu	3.6	4.5	672.68	0.18			16;B,C,D
R2 VENT. VIVIENDAS	20	2x2.5+TTx2.5Cu	3.6	4.5	413.62	0.75			10;B,C,D
RESERVA	10	2x2.5+TTx2.5Cu	3.6	4.5	672.68	0.18			16;B,C,D
R.I.T.U.	8	2x6+TTx6Cu	3.79	4.5	1192.25	0.33			25;B,C,D

**Subcuadro R.I.T.U.**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Alum. Sala	100	4	2x1.5+TTx1.5Cu	0.43	15	0.02	0.14	16
Fuerza U.V.	1000	5	2x2.5+TTx2.5Cu	4.35	21	0.15	0.27	20
Cabecera	1000	10	2x2.5+TTx2.5Cu	4.35	21	0.29	0.42	20

**Cortocircuito**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
Alum. Sala	4	2x1.5+TTx1.5Cu	2.39	4.5	685.55	0.06			10;B,C,D
Fuerza U.V.	5	2x2.5+TTx2.5Cu	2.39	4.5	767.11	0.14			16;B,C,D
Cabecera	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.39	4.5	565.3	0.26			16;B,C,D

**CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA**

- La resistividad del terreno es 350 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo 35 mm² 70 m.

M. conductor de Acero galvanizado 95 mm²

Picas verticales de Cobre 14 mm

de Acero recubierto Cu 14 mm 2 picas de 2m.

de Acero galvanizado 25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 8.97 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

#### **5.4.4.-INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR**



## **INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA AGUA CALIENTE SANITARIA.**

EDIFICIO: 2 VIVIENDAS VPO.

SITUADO EN: C/ ZAMORANO 68, MÁLAGA.

PETICIONARIO: INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA. EXCMO. AYUNTAMIENTO DE MÁLAGA.

PROYECTISTA: JUAN MANUEL SÁNCHEZ LA CHICA Y ADOLFO DE LA TORRE PRIETO

Pag. 345 de 480

Fecha: **ENERO 2010**

## ÍNDICE

### A.- MEMORIA DESCRIPTIVA.

1	DESCRIPCIÓN .....	278
2	NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	278
3	CONFIGURACIÓN BÁSICA DE LA INSTALACIÓN .....	278
4	COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN. ....	278
4.1	Captadores solares.....	278
4.1.1	Características de los captadores.....	278
4.1.2	Distribución de los captadores.....	279
4.1.3	Conexión de los captadores. ....	279
4.1.4	Estructura soporte de los captadores.....	279
4.2	Sistema de acumulación.....	280
4.3	Intercambiador de calor .....	281
4.4	Circuitos hidráulicos .....	281
4.4.1	Circuito primario.....	281
4.4.2	Circuito secundario.....	282
4.4.3	Circuito de consumo.....	282
4.4.4	Bombas de circulación.....	282
4.4.5	Vaso de expansión.....	282
4.4.6	Purgadores.....	282
4.4.7	Sistema de control .....	283
4.5	Sistemas de medida.....	283
4.6	Sistema de energía convencional auxiliar.....	283
5	CÁLCULOS.....	283
5.1	Cálculo de la demanda energética por consumo de agua caliente sanitaria.....	283
5.4	Volumen de acumulación.....	286
5.5	Potencia de intercambio .....	287
5.6	Volumen vaso de expansión.....	288
5.7	Circuito hidráulico.....	287
5.7.1	Caudal.....	287
5.7.2	Pérdidas de carga.....	287
6	MANTENIMIENTO.....	289
6.1	Plan de vigilancia .....	289
6.2	Plan de mantenimiento .....	289

### B.- ANEXO CÁLCULOS.

## A.- MEMORIA DESCRIPTIVA.

### 1 DESCRIPCIÓN

El objeto de este proyecto es el diseño y el cálculo de las instalaciones para calentamiento de agua caliente sanitaria mediante captadores solares planos de energía solar térmica..

En el edificio situado en: Málaga.

Tipo de actuación: Nueva construcción.

El edificio está destinado a Vivienda multifamiliar, según los usos contemplados según C.T.E. y Ordenanzas Municipales.

La presente memoria se refiere a la totalidad del inmueble, el cual consta de 1 portal y dos viviendas, cada uno de ellas con una instalación independiente. Se hace referencia en el presente documento a una de ellas siendo la otra idéntica. En el Anexo de cálculo se presentan los resultados para ambas soluciones.

### 2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

El proyecto se ha desarrollado cumpliendo la siguiente normativa:

- RD 314/2006 Código Técnico de la Edificación, documento básico DB HE, Ahorro de energía, Sección HE 4, Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

### 3 CONFIGURACIÓN BÁSICA DE LA INSTALACIÓN

En líneas generales, la instalación está compuesta por un campo de captadores solares térmicos, tipo captador plano, situados en la cubierta del edificio y un sistema de acumulación distribuida en cada una de las viviendas mediante íter acumuladores con intercambiador interno, además existirá un sistema de aporte de energía convencional auxiliar mediante calentador estanco de gas natural.

Los dos sistemas están unidos entre sí mediante circuitos hidráulicos que conducen el fluido calor portador según el esquema de la instalación recogido en los planos correspondientes.

Los componentes de la instalación y sus características se describen en los siguientes apartados.

### 4 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN.

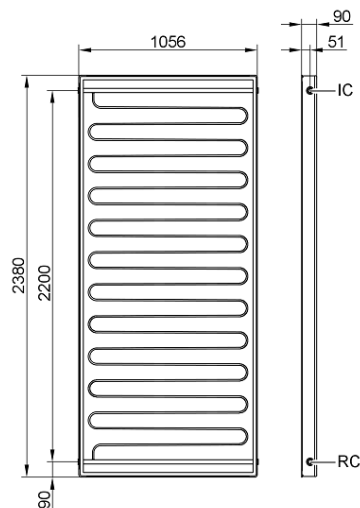
#### 4.1 Captadores solares.

##### 4.1.1 Características de los captadores

VITOSOL 200 F -2.33 SH2: Colector solar plano de alta tecnología marca Viessmann.

- Fabricado con materiales de primera calidad resistentes a la corrosión y a la intemperie.
- Absorbedor de cobre con recubrimiento cermet de titanio selectivo de alta efectividad y serpentín de cobre.
- Cubierta transparente de alta resistencia al impacto, con vidrio templado de bajo contenido en hierro para reducir las pérdidas térmicas por absorción.
- Junta de estanqueidad de vulcanizado continuo, para amortiguar los impactos sobre el vidrio y aumentar la hermeticidad.
- Aislamiento térmico de alta eficacia, con fibra mineral y resina de melanina. Termorresistente y sin desgasificación.

- Para el montaje horizontal, sin necesidad de tubería externa. Con sistema de conexionado entre colectores "enchufe rápido", que facilita el montaje y permite una separación entre colectores de 16 mm. Conector flexible de tubos ondulados de acero inoxidable.
- Con accesorios específicos para simplificar la integración arquitectónica en terrazas o tejados y su conexionado hidráulico. Marco pintado epoxi con secado al horno, en color marrón RAL 8019.



Modelo SV2

- Superficie de Absorción de 2,33 m<sup>2</sup>.
- Dimensiones 2385 x 1056 x 90. Peso 52 kg.
- Coeficiente de eficacia óptica del 84,1 % (respecto del área de apertura).
- Coeficiente de pérdidas de calor K1 de 3,243 w/m<sup>2</sup>.°C y K2 de 0,023 w/m<sup>2</sup>.°C . Pertenecer al grupo de colectores de alta eficiencia de las especificaciones para instalaciones solares térmicas generadas por el IDAE y CC.AA.
- Homologación CE y Homologación del Ministerio de Industria Turismo y Comercio. Norma Europea de Ensayo EN 12975-2:2006.
- Con el símbolo ecológico de protección del medio ambiente "Ángel Azul".
- Con el certificado de calidad del Instituto SPF en Rapperswil (Suiza).
- Certificado según fabricación ISO 9001 e ISO 14001.

#### 4.1.2 Distribución de los captadores

Los captadores están situados en la cubierta horizontal del edificio.

Inclinación captador:	55 °
Latitud captador:	36.7 °
Desviación respecto sur (ángulo azimut):	4 °

#### 4.1.3 Conexionado de los captadores.

El campo presenta un único captador.

#### 4.1.4 Estructura soporte de los captadores.

La estructura soporte cumple las exigencias del Código Técnico de la Edificación en cuanto a seguridad.

El cálculo y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores permiten las dilataciones térmicas necesarias, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Los puntos de sujeción del captador son suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuadas, de forma que no se produzcan flexiones en el captador, superiores a las permitidas por el fabricante.

Los topes de sujeción de los captadores y la propia estructura no arrojan sombra sobre los captadores.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, la estructura y la estanquidad entre captadores se ajusta a las exigencias indicadas en la parte correspondiente del Código Técnico de la Edificación y demás normativa de aplicación.

Estas condiciones generales se deben particularizar a la instalación proyectada, que admite diversas posibilidades de anclaje dependiendo de la forma de colocación elegida. La posición

habitual de los captadores suele ser la cubierta del edificio por su mejor soleamiento debido a la ausencia de obstáculos, aunque también pueden situarse en zonas libres de la parcela. Podemos distinguir tres situaciones de implantación:

- superficie o cubierta horizontal. Solución adoptada.
- superposición arquitectónica
- integración arquitectónica

#### 4.2 Sistema de acumulación.

El sistema de acumulación solar estará constituido por inter acumuladores individuales en el interior de cada una de las viviendas, siendo 125 L el volumen proyectado, de configuración vertical y estarán ubicados en los lavaderos de cada vivienda, situación que permite su sustitución por envejecimiento o averías.

Los acumuladores serán del tipo con intercambiador incorporado.

Los acumuladores llevan válvulas de corte u otros sistemas adecuados para cortar flujos no intencionados al exterior del depósito en caso de daños del sistema, y sus conexiones permiten la desconexión individual de los mismos, sin interrumpir el funcionamiento de la instalación, disponiendo de válvulas de corte.

Los acumuladores estarán certificados de acuerdo con la Directiva Europea 97/23/CEE de Equipos de Presión e incorporará una placa de características, con la información del fabricante, identificación del equipo a presión, volumen, presiones y pérdida de carga del mismo. Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador, la placa de características indicará, además, la superficie de intercambio térmico en  $m^2$  y la presión máxima de trabajo del circuito primario.

Los acumuladores estarán contruidos con Acero con revestimiento epoxídico y enteramente recubierto con material aislante, espuma rígida poliuretano inyectado en molde y acabado exterior en forro de polipropileno acolchado desmontable.

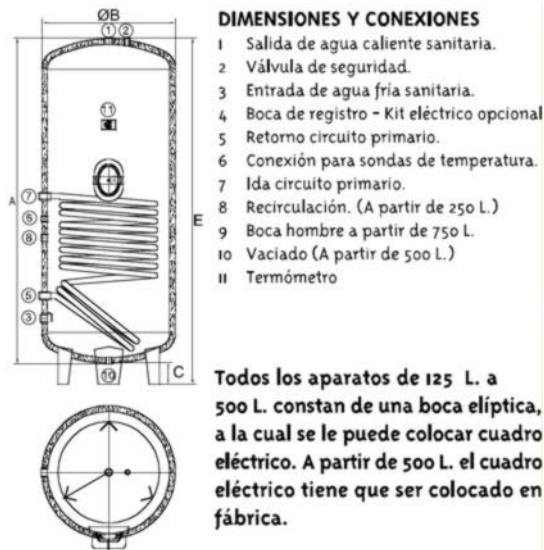
Presentan las siguientes características técnicas:

DEPOSITOS COBALLES modelo S 20 Interacumulador mural vertical monovalente con cuba de acero INOXIDABLE Duplex 2205 de alto nivel de resistencia a la corrosión, aislamiento de 30 mm ( $\lambda_{ref}=0,022 \text{ w/m}^2\text{K}$ ) equivalente a 55 mm de espesor de aislamiento referencia ( $\lambda_{ref}=0,04 \text{ w/m}^2\text{K}$ ).

Con una superficie de Intercambio de 0,38  $m^2$ .

Con válvula de Vaciado y Termómetro exterior.

Dimensiones (80 L): 430 Diámetro, Altura 950 y Distancias entre ejes de soportes (herraje) 540. (Todo en mm.)



Situación obligatoria de las conexiones:

- la altura de la conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al intercambiador está, comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del mismo;
- conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores por la parte inferior;
- conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red por la parte inferior;
- extracción de agua caliente del acumulador por la parte superior.

#### 4.3 Intercambiador de calor

Incorporados en los inter acumuladores.

#### 4.4 Circuitos hidráulicos.

##### 4.4.1 Circuito primario.

El circuito primario une los captadores solares con el sistema de intercambio y está constituido por tuberías de cobre sanitario formando todo ello un circuito cerrado. Las uniones serán soldadas. Aisladas a base de coquillas de fibra de vidrio forradas de papel Kraft de espesor suficiente hasta conseguir el espesor reglamentado, sujeto a base de cinta adhesiva sellado de uniones a base de cinta de 3 mm.

En exteriores se protegerá con acabados en chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor con uniones rebordeadas y fijación por tornillos o remaches.

Se ha concebido un circuito hidráulico con equilibrado mediante válvulas de equilibrado dinámico,

Las válvulas de acuerdo con las funciones que desempeñan serán de material compatible con las tuberías y son las indicadas en los planos de la instalación correspondientes. Según su función serán:

- aislamiento: válvulas de esfera.
- equilibrado de circuitos: válvulas de asiento;
- vaciado: válvulas de esfera o de macho;
- llenado: válvulas de esfera;
- purga de aire: válvulas de esfera o de macho;
- seguridad: válvula de resorte;

retención: válvulas de disco de doble compuerta o de clapeta.

El fluido caloportador de este circuito es agua con un % de líquido anticongelante propilenglicol, "Tyfocor-LS". Mezcla preparada para temperaturas de hasta -28 grados centígrados. con una proporción suficiente para garantizar protección contra heladas a la temperatura mínima histórica -5º en el lugar de la instalación considerando las bajas temperaturas de invierno que pueden ocasionar problemas en las tuberías y captadores.

#### 4.4.2 Circuito secundario.

No se proyecta circuito secundario.

#### 4.4.3 Circuito de consumo.

Circuito por el que circula el agua de consumo hasta cada usuario. Este circuito quedará definido en el capítulo correspondiente de fontanería.

#### 4.4.4 Bombas de circulación

Las bombas empleadas son de tipo centrífugo, están dimensionadas para vencer la resistencia que opone el fluido a su paso por la tubería, y mantienen la presión deseada en cualquier punto de la instalación.

Las características técnicas serán:

##### Datos técnicos

Solar-Divicon	Modelo	PS10	PS20
Ramal de bomba solar	Modelo	P10	P20
Bomba de circulación (marca Grundfos)		25-60	25-80
Tensión nominal	V~	230	230
Potencia consumida en los niveles de potencia I, II, III (véanse las curvas características)	W	I 40 II 60 III 75	I 140 II 210 III 245
Caudal máx.	m³/h	1,4	2,8
Altura de impulsión máx.	m	5,8	8
Indicador de flujo	l/min	de 2 a 12	de 7 a 30
Válvula de seguridad (sólo en Solar-Divicon)	bar	6	6
Volumen del fluido			
– Solar-Divicon	l	0,30	0,30
– Ramal de bomba solar	l	0,18	0,18
Temperatura máx. de servicio	°C	120	120
Presión máx. de servicio	bar	6	6
Conexiones (unión por anillos de presión Ø):			
Circuito de energía solar (conducto solar de acero inoxidable)	mm	22	22
Depósito de expansión (sólo en Solar-Divicon)	mm	22	22

#### 4.4.5 Vaso de expansión

Se han instalado 1 vaso de expansión cerrado en cada uno de los dos circuitos, con el volumen mínimo que garantice la absorción de las dilataciones del fluido producidas en los mismos. Ver anexo de calculos.

La conexión de los vasos de expansión al circuito primario se realiza de forma directa, sin intercalar ninguna válvula o elemento de cierre que puede aislar el vaso de expansión del circuito que debe proteger.

#### 4.4.6 Purgadores.

En los puntos altos de la salida de las baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se han colocado botellines de desaireación y purgadores de accionamiento manual.

#### 4.4.7 Sistema de control

El sistema de control instalado es del tipo de circulación forzada, lo que supone un control de funcionamiento normal de las bombas del circuito de tipo diferencial, con depósito de acumulación solar, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito actúa en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control está ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor que 2 °C.

Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación. El sensor de temperatura de la acumulación se colocará en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado. De esta forma se asegura el correcto funcionamiento de la instalación obteniendo un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar.

El sistema de control asegura que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos, y que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura 3 °C superior a la de congelación del fluido.

#### 4.5 Sistemas de medida

La instalación dispone de los suficientes aparatos de medida de presión y temperatura que permiten su correcto funcionamiento.

En el caso de campos de captadores con superficies superiores a 20 m<sup>2</sup> se dispondrá de un sistema analógico de medida local y registro de datos que indique como mínimo las siguientes variables:

- temperatura de entrada agua fría de red ( °C)
- temperatura de salida acumulador solar ( °C)
- caudal de agua fría de red ( l/h)

#### 4.6 Sistema de energía convencional auxiliar.

Se dispone un equipo de energía convencional auxiliar para complementar y sustituir en los casos de falta de energía suficiente, la contribución solar, suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista y garantizar la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar o demanda superior a la prevista.

El sistema convencional auxiliar está diseñado para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.

Se trata de un calentador instantáneo modulante de tipo estanco que utiliza como combustible gas natural. Dispone de un termostato de control de temperatura que en condiciones normales de funcionamiento permite cumplir la legislación vigente en cada momento referente a la prevención y control de la legionelosis.

Se instalará una válvula termostática a la salida del interacumulador, de manera que se limite la temperatura de entrada al calentador, para de esta forma, además de no suministrar agua caliente a una temperatura excesiva que pueda causar daños a los usuarios, proteger en cierto modo los elementos internos del propio calentador, alargando de esta forma su vida útil.

## 5 CÁLCULOS

### 5.1 Cálculo de la demanda energética por consumo de agua caliente sanitaria.



Para el cálculo de la demanda, se han considerado los valores unitarios de consumo en litros de A.C.S. por día establecidos en el CTE.

Estos valores deben ser mensuales, por lo que se han multiplicado por el número de días de cada mes.

Se ha elegido una temperatura en el acumulador final de 60 °C , según lo especificado en en CTE.

El cálculo de la demanda energética se realiza mediante la siguiente expresión, para cada mes del año, expresado en kWh/mes:

$$DE_{mes} = Q_{día} \times N \times (T_{ACS} - T_{AF}) \times 1,16 \times 10^{-3}$$

siendo:

$DE_{mes}$	demanda energética, en kWh/mes
$Q_{día}$	consumo diario de agua caliente sanitaria a la temperatura de referencia $T_{A.C.S.}$ , en l/día
$N$	número de días del mes considerado, días/mes,
$T_{A.C.S.}$	temperatura de referencia utilizada para la cuantificación del consumo de agua caliente, en °C
$T_{AF}$	temperatura del agua fría de la red, en °C

La temperatura del agua de la red se toma de la tabla del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura de IDAE, si no se establecen otras condiciones en la Ordenanza local o en la Reglamentación de la Comunidad Autónoma competente.

Los valores obtenidos de la demanda energética así como del resto de datos necesarios para el cálculo están recogidos en el Anexo de Cálculo.

## 5.2 Cálculo de la cobertura del sistema solar. Método f-CHART

Se determina el porcentaje de la demanda energética mensual, o fracción solar mensual, como relación entre dos magnitudes adimensionales  $D_1$  y  $D_2$ , mediante la fórmula siguiente:

$$f = 1,029D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3$$

La secuencia que se ha seguido en el cálculo es la siguiente:

1. Cálculo de la radiación solar mensual incidente  $H_{mes}$  sobre la superficie inclinada de los captadores
2. Cálculo del parámetro  $D_1$
3. Cálculo del parámetro  $D_2$
4. Determinación de la fracción energética mensual  $f$  aportada por el sistema de captación solar, mediante gráficas o ecuaciones
5. Valoración de la cobertura solar anual, grado de cobertura solar o fracción solar anual  $F$

El cálculo de la radiación solar disponible en los captadores solares se efectúa según la siguiente fórmula:

$$H_{mes} = k_{mes} \times H_{día} \times N$$

siendo:

$H_{mes}$	irradiación, o radiación solar incidente por m <sup>2</sup> de superficie de los captadores por mes, en kWh/(m <sup>2</sup> mes)
$k_{mes}$	coeficiente función del mes, de la latitud y de la inclinación de la superficie de captación solar

$H_{\text{día}}$  irradiación, o radiación solar incidente por  $\text{m}^2$  de superficie de los captadores por día, en  $\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ día})$   
 $N$  número de días del mes.

Las pérdidas por orientación, inclinación y sombras de la superficie de captación se han evaluado de acuerdo a lo estipulado en la Sección HE4 del DB HE del CTE, para considerar los límites máximos admisibles.

La valoración de las pérdidas por inclinación se han realizado según las tablas del Anexo X del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, que definen un factor de corrección  $k$  para superficies inclinadas, que representa el cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el ecuador e inclinada un determinado ángulo, y otra horizontal, para todas las latitudes del territorio español. Las correcciones debidas a las sombras y al ángulo de azimut se han realizado según los esquemas del CTE, y se recogen en el Anexo de Cálculo.

El parámetro  $D_1$  expresa la relación entre la energía absorbida por el captador plano  $EA_{\text{mes}}$  y la demanda o carga energética mensual del edificio durante un mes,  $DE_{\text{mes}}$ .

$$D_1 = \frac{EA_{\text{mes}}}{DE_{\text{mes}}}$$

La expresión de la energía absorbida por el captador,  $EA_{\text{mes}}$ , es la siguiente:

$$EA_{\text{mes}} = S_c \times F'_R (\tau \alpha) \times H_{\text{mes}}$$

siendo:

$EA_{\text{mes}}$  energía solar mensual absorbida por los captadores, en  $\text{kWh}/\text{mes}$

$S_c$  superficie de captación, en  $\text{m}^2$

$H_{\text{mes}}$  energía solar mensual incidente sobre la superficie de los captadores, en  $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mes})$

$F'_R(\tau \alpha)$  factor adimensional, cuya expresión es

$$F'_R (\tau \alpha) = F_R (\tau \alpha)_n \times \left[ \frac{(\tau \alpha)}{(\tau \alpha)_n} \right] \times \frac{F'_R}{F_R}$$

donde:

$F_R (\tau \alpha)_n$  factor de eficiencia óptica del captador, ordenada en origen de la curva característica del captador, dato que debe proporcionar el fabricante

$[(\tau \alpha)/(\tau \alpha)_n]$  modificador del ángulo de incidencia. En general se puede tomar como constante:

0,96 superficie transparente sencilla, o

0,94 superficie transparente doble

$F'_R / F_R$  factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor 0,95

El parámetro  $D_2$  expresa la relación entre la energía perdida por el captador  $EP_{\text{mes}}$ , para una determinada temperatura, y la demanda energética mensual del edificio  $DE_{\text{mes}}$ .

$$D_2 = \frac{EP_{\text{mes}}}{DE_{\text{mes}}}$$

La expresión de las pérdidas del captador es la siguiente:

$$EP_{\text{mes}} = S_c \times F'_R U_L \times (100 - T_{\text{AMB}}) \times \Delta t \times K_1 \times K_2$$

siendo:

$EP_{\text{mes}}$  energía solar mensual perdida por los captadores, en  $\text{kWh}/\text{mes}$

- $S_c$  superficie de captación solar, en  $m^2$   
 $F'_{RU_L}$  factor, en  $kWh/(m^2 K)$ , cuya expresión es:  

$$F'_{RU_L} = F_{RU_L} \times \frac{F'_R}{F_R} \times 10^{-3}$$
donde:  
 $F_{RU_L}$  coeficiente global de pérdidas del captador, también denominado  $U_0$ , en  $W/(m^2 K)$ , pendiente de la curva característica del captador solar, dato proporcionado por el fabricante  
 $F'_R/F_R$  factor de corrección del conjunto captador–intercambiador. Se recomienda tomar el valor 0,95
- $T_{AMB}$  temperatura media mensual del ambiente en  $^{\circ}C$   
 $\Delta t$  periodo del tiempo considerado, en horas.  
 $K_1$  factor de corrección por almacenamiento:  

$$K_1 = \left[ \frac{V}{75 \times S_c} \right]^{-0,25}$$
donde:  
 $V$  volumen de acumulación solar, en litros. Se recomienda que el valor de  $V$  sea tal que se cumpla la condición  $50 < V/S_c < 100$
- $K_2$  factor de corrección para A.C.S. que relaciona las distintas temperaturas  

$$K_2 = \frac{(11,6 + 1,18 T_{AC} + 3,86 T_{AF} - 2,32 T_{AMB})}{(100 - T_{AMB})}$$
donde:  
 $T_{AC}$  temperatura mínima del agua caliente sanitaria, que establece el apartado 1.1 de la Sección HE4 del DB HE, en  $60^{\circ}C$   
 $T_{AF}$  temperatura del agua de la red, en  $^{\circ}C$   
 $T_{AMB}$  temperatura media mensual del ambiente, en  $^{\circ}C$ .

Se han utilizado las tablas del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, pero habrá que considerar las temperaturas de referencia que aparecen en las distintas ordenanzas para considerar las condiciones más desfavorables, en su caso.

La fracción solar anual se calcula por la razón entre la suma de aportaciones solares mensuales y la suma de las demandas energéticas de cada mes:

siendo:

$$F = \frac{\sum_{mes=1}^{12} EU_{mes}}{\sum_{mes=1}^{12} DE_{mes}}$$

$EU_{mes}$  energía útil mensual aportada por la instalación solar para la producción del agua caliente sanitaria del edificio, en  $kWh/mes$ , determinada por la siguiente expresión:  

$$EU_{mes} = f_{mes} \times DE_{mes}$$

$f_{mes}$  fracción solar mensual  
 $DE_{mes}$  demanda energética, en  $kWh/mes$ .

Una vez realizado el cálculo de la superficie de captadores solares  $S_c$  que cumplan la contribución solar mínima requerida, se podrá calcular la producción solar prevista definitiva  $EU_{mes}$  a partir de la demanda energética  $DE_{mes}$  y la fracción solar mensual.

#### 5.4 Volumen de acumulación

El volumen de acumulación solar se ha dimensionado en función de la energía que aporta a lo largo del día de forma que sea acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.

Por consiguiente para la relación V/A se ha considerado un valor de 53 que cumple la condición:

$$50 < V/A < 180$$

siendo:

A suma de las áreas de los captadores, en m<sup>2</sup>  
V volumen del depósito de acumulación solar, en litros

## 5.5 Potencia de intercambio

No se instala intercambiador externo.

## 5.7 Circuito hidráulico

### 5.7.1 Caudal.

El caudal del circuito primario se calcula a partir del caudal unitario por m<sup>2</sup> del captador, de su superficie y del número de ellos. El caudal del fluido portador se determina de acuerdo con las especificaciones del fabricante como consecuencia del diseño de su producto 60 l/h m<sup>2</sup> de captación.

El caudal que circula por una batería de captadores en paralelo es el resultado de la suma de caudales que circulan por cada uno de los captadores, en una conexión en serie el caudal se mantiene constante, siendo el mismo fluido el que atraviesa todos los captadores que componen la fila.

El caudal se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q = Q_{\text{captador}} \times A \times N$$

siendo:

Q caudal total del circuito primario, en l/h  
Q<sub>captador</sub> caudal unitario del captador, en l/(hm<sup>2</sup>)  
A superficie de un captador solar, en m<sup>2</sup>  
N número de captadores en paralelo, entendiéndose que el caudal de una serie equivale a un único captador

### 5.7.2 Pérdidas de carga.

Para calcular las pérdidas de carga se utiliza la expresión, derivada de la ecuación de Flamant, que relaciona el diámetro con el caudal de la siguiente forma:

$$\text{siendo: } P_{dc_{\text{unitaria}}} = 378 \times \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

P<sub>dc<sub>unitaria</sub></sub> pérdida de carga en mm de columna de agua por metro lineal de tubería (mm c.a./m);  
Q caudal de circulación por la tubería, en l/h;  
D diámetro interior de la tubería, en mm.

### 5.7.3 Bomba de circulación.

Las bombas de circulación se han elegido a partir de las condiciones nominales de trabajo, definidas por el caudal de circulación Q y la altura manométrica del punto de funcionamiento H, cuya relación viene determinado por su curva característica, propia de cada aparato y que debe suministrar el fabricante. Los datos figuran en el Anexo de Cálculo.

La altura manométrica H de la bomba en el punto de trabajo debe compensar la pérdida de carga del circuito, determinada fundamentalmente por:

- Las pérdidas de carga del tramo más desfavorable de tuberías.
  - La pérdida de carga producida por el intercambiador de calor, ya sea externo o incorporado al acumulador.
  - La pérdida de carga de los captadores solares.
- $$H = P_{\text{dtuberías}} + P_{\text{dcintercambiador}} + P_{\text{dccaptadores}}$$

En el Anexo se indican los datos de la pérdida de carga lineal en tramos de tubería,  $P_{\text{dc}}$  tuberías, así como las pérdidas de carga singulares debidas a cambios de dirección, derivaciones o elementos hidráulicos existentes en la canalización, utilizando el método de las longitudes equivalentes.

#### 5.7.4 Volumen vaso de expansión

El volumen del vaso de expansión cerrado se calcula mediante la fórmula:

$$V_{\text{vaso}} = V \times n \times \frac{P_f}{P_f - P_i}$$

siendo

$V_{\text{vaso}}$	volumen del vaso de expansión, litros
$V$	volumen de fluido caloportador en el circuito primario, litros
$n$	coeficiente de dilatación, adimensional
$P_f$	presión absoluta final del vaso de expansión, $\text{kg/cm}^2$
$P_i$	presión absoluta inicial del vaso de expansión, $\text{kg/cm}^2$

## 6 MANTENIMIENTO

### 6.1 Plan de vigilancia

Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia	Descripción
Captadores	<input type="checkbox"/> Limpieza cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	<input type="checkbox"/> Cristales	3 meses	Inspección visual condensaciones en las horas centrales del día
	<input type="checkbox"/> Juntas	3 meses	Inspección visual agrietamientos y deformaciones
	<input type="checkbox"/> Absorbedor	3 meses	Inspección visual corrosión, deformación, fugas, etc
	<input type="checkbox"/> Conexiones	3 meses	Inspección visual fugas
	<input type="checkbox"/> Estructura	3 meses	Inspección visual degradación, indicios de corrosión
Circuito primario	<input type="checkbox"/> Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6 meses	Inspección visual ausencia de humedad y fugas
	<input type="checkbox"/> Purgador manual	3 meses	Vaciar el aire del botellín
Circuito secundario	<input type="checkbox"/> Termómetro	Diaria	Inspección visual temperatura
	<input type="checkbox"/> Tubería y aislamiento	6 meses	Inspección visual ausencia de humedad y fugas
	<input type="checkbox"/> Acumulador solar	3 meses	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito

Pag. 358 de 480

### 6.2 Plan de mantenimiento

#### Sistema de captación

Equipo	Frecuencia	Descripción
Captadores	6 meses	<input type="checkbox"/> Inspección visual diferencias sobre original
		<input type="checkbox"/> Inspección visual diferencias entre colectores
Cristales	6 meses	<input type="checkbox"/> Inspección visual condensaciones y suciedad
Juntas	6 meses	<input type="checkbox"/> Inspección visual agrietamientos, deformaciones
Absorbedor	6 meses	<input type="checkbox"/> Inspección visual corrosión, deformaciones
Carcasa	6 meses	<input type="checkbox"/> Inspección visual deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Conexiones	6 meses	<input type="checkbox"/> Inspección visual aparición de fugas
Estructura	6 meses	<input type="checkbox"/> Inspección visual degradación, indicios corrosión y apriete tornillos
Captadores	12 meses	<input type="checkbox"/> Tapado parcial campo de captadores
	12 meses	<input type="checkbox"/> Destapado parcial campo de captadores
	12 meses	<input type="checkbox"/> Vaciado parcial campo de captadores
	12 meses	<input type="checkbox"/> Llenado parcial campo de captadores

#### Sistema de acumulación

Equipo	Frecuencia	Descripción
Depósito	12 meses	<input type="checkbox"/> Presencia de lodos en fondo
Ánodo sacrificio	12 meses	<input type="checkbox"/> Comprobación del desgaste
Ánodo corriente impresa	12 meses	<input type="checkbox"/> Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12 meses	<input type="checkbox"/> Comprobar que no hay humedad

#### Sistema de intercambio

Equipo	Frecuencia	Descripción
--------	------------	-------------

Intercambiador placas	12 meses	<input type="checkbox"/>	Control funcionamiento eficiencia y prestaciones
	12 meses	<input type="checkbox"/>	Limpieza
Intercambiador serpentín	12 meses	<input type="checkbox"/>	Control funcionamiento eficiencia y prestaciones
	12 meses	<input type="checkbox"/>	Limpieza

### Circuito hidráulico

Equipo	Frecuencia	Descripción	
Fluido refrigerante	12 meses	<input type="checkbox"/>	Comprobar su densidad y PH
Estanquidad	24 meses	<input type="checkbox"/>	Efectuar prueba de presión
Aislamiento exterior	6 meses	<input type="checkbox"/>	Inspección visual degradación protección uniones y ausencia de humedad
Aislamiento interior	12 meses	<input type="checkbox"/>	Inspección visual uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12 meses	<input type="checkbox"/>	Control funcionamiento y limpieza
Purgador manual	6 meses	<input type="checkbox"/>	Vaciar el aire del botellín
Bomba	12 meses	<input type="checkbox"/>	Estanquidad
Vaso expansión cerrado	6 meses	<input type="checkbox"/>	Comprobación de la presión
Vaso expansión abierto	6 meses	<input type="checkbox"/>	Comprobación del nivel
Sistema de llenado	6 meses	<input type="checkbox"/>	Control funcionamiento actuación
Válvula de corte	12 meses	<input type="checkbox"/>	Control funcionamiento actuación (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12 meses	<input type="checkbox"/>	Control funcionamiento actuación

Pag. 359 de 480

### Sistema eléctrico y de control

Equipo	Frecuencia	Descripción	
Cuadro eléctrico	12 meses	<input type="checkbox"/>	Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo
Control diferencial	12 meses	<input type="checkbox"/>	Control funcionamiento actuación
Termostato	12 meses	<input type="checkbox"/>	Control funcionamiento actuación
Sistema de medida	12 meses	<input type="checkbox"/>	Verificación y control funcionamiento actuación

### Sistema de energía auxiliar

Equipo	Frecuencia	Descripción	
Sistema auxiliar	12 meses	<input type="checkbox"/>	Control funcionamiento actuación
Sondas de temperatura	12 meses	<input type="checkbox"/>	Control funcionamiento actuación

## **B.- ANEXO DE CALCULOS.**



## PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

### 1 GENERALIDADES

Proyectista: JUAN MANUEL SÁNCHEZ LA CHICA Y ADOLFO DE LA TORRE PRIETO.

Denominación: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO DE 2 VIVIENDAS (VPO) • I.M.V..  
EXCMO. AYUNTAMIENTO DE MÁLAGA.

Dirección: CALLE ZAMORANO Nº68

Localidad: MÁLAGA

Provincia: MÁLAGA

Normativa aplicable: CTE

▼ La normativa de aplicación debe ser la más restrictiva, según el apartado 15.4 del CTE los valores derivados de esta exigencia tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de los valores que puedan ser establecidos por las administraciones competentes.

### 2 CONDICIONES GEOGRÁFICAS DE LA CAPITAL DE PROVINCIA.

Latitud (°):

Latitud de cálculo (°):

Altitud (m):

Longitud (°):

### 3 INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA A.C.S.

#### 3.1 DEMANDA ENERGÉTICA DE A.C.S.

##### Viviendas

Vivienda unifamiliar ▼

Vivienda tipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nº viviendas			1							Total viviendas
Nº dorm/vivienda	1	2	3	4	5	6	7			
Nº pers/vivienda*	1.5	3	4	6	7	8	9	0	0	* Según C.T.E.
Total pers/viv tipo	0	0	4	0	0	0	0	0	0	Total personas

l/día persona

Total l/día

Factor simultaneidad f:

Total demanda l/día

##### Otros usos

	l uso/día	Unidad	Total l/día
Uso 1 ...	▼ <input type="text" value="0.00"/> ...	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value="0"/>
Uso 2 ...	▼ <input type="text" value="0.00"/> ...	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value="0"/>
Uso 3 ...	▼ <input type="text" value="0.00"/> ...	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value="0"/>
Total demanda l/día			<input type="text" value="0"/>
Total demanda l/día			<input type="text" value="120"/>

##### Demanda energética total

Temperatura a.c.s.  °C C.T.E. Temperatura a.c.s ≠ 60 ° C

Mes	Nº Días	Tª A.F.S. (°C) (IDAE)	DEmes (kW h/mes)
Enero	31	8	224.39
Febrero	28	9	198.78
Marzo	31	11	211.44
Abril	30	13	196.27
Mayo	31	14	198.50
Junio	30	15	187.92
Julio	31	16	189.87
Agosto	31	15	194.18
Septiembre	30	14	192.10
Octubre	31	13	202.81
Noviembre	30	11	204.62
Diciembre	31	8	224.39
<b>ANUAL</b>	<b>365</b>	<b>12.3</b>	<b>2,425.28</b>

### 3.2 CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN DE A.C.S.

#### Características de los captadores

Modelo de captador Viessman Vitosol 200-F\_SH2

Superficie captador 2.33 m<sup>2</sup>

Eficiencia óptica 0.84

Coefficiente global de pérdidas 3.24 W/m<sup>2</sup> K

Número de captadores 1 Ud Superficie total captación 2.33 m<sup>2</sup>

Inclinación del captador 55 ° Azimut  $\alpha$  4 °

Relación V/Sc 53.6 CTE  $50 < V/Sc < 180$  l/m<sup>2</sup> captador (Valor habitual 75)

#### Valoración de las pérdidas por la disposición de los captadores.

Realizar cálculo en la hoja "Pérdidas"

Caso General

Pérdidas	Orientación e inclinación (%)	Sombras (%)	Total (%)
Obtenidas	9.56	0.00	9.56
Límite C.T.E.	10.00	10.00	15.00

#### Aportación solar mínima exigida

Energía de apoyo Hidrocarburos

Fracción solar exigida según C.T.E. Zona Climática IV 60 %

#### Determinación de la fracción solar por el método f-CHART

#### Cálculo energía incidente mensual

Mes	H (MJ/m <sup>2</sup> día) (IDAE)	k (p <sub>inclinación</sub> ) (IDAE)	p <sub>orientación</sub>	p <sub>sombras</sub>	El mes (kW h/m <sup>2</sup> )
Enero	8.30	1.33	0.06	0.00	95.08
Febrero	12.00	1.20	0.06	0.00	112.03
Marzo	15.50	1.05	0.06	0.00	140.18
Abril	18.50	0.89	0.06	0.00	137.24
Mayo	23.20	0.77	0.06	0.00	153.87
Junio	24.50	0.73	0.06	0.00	149.08
Julio	26.50	0.77	0.06	0.00	175.75
Agosto	23.20	0.90	0.06	0.00	179.84
Septiembre	19.00	1.08	0.06	0.00	171.04
Octubre	13.60	1.30	0.06	0.00	152.28
Noviembre	9.30	1.44	0.06	0.00	111.63
Diciembre	8.00	1.43	0.06	0.00	98.53
Anual	16.80				1,676.55

**Cálculo de los parámetros D1 y D2**

Mes	Tamb (IDAE)	EA mes	D1	EP mes	D2
Enero	15.00	169.92	0.76	455.86	2.03
Febrero	15.00	200.20	1.01	432.00	2.17
Marzo	17.00	250.51	1.18	496.17	2.35
Abril	19.00	245.26	1.25	497.48	2.53
Mayo	21.00	274.97	1.39	509.53	2.57
Junio	25.00	266.41	1.42	462.63	2.46
Julio	27.00	314.08	1.65	473.52	2.49
Agosto	28.00	321.40	1.66	437.62	2.25
Septiembre	26.00	305.67	1.59	427.89	2.23
Octubre	22.00	272.14	1.34	473.64	2.34
Noviembre	18.00	199.49	0.97	467.13	2.28
Diciembre	15.00	176.09	0.78	455.86	2.03
Anual	20.70	2,996.15		5,589.33	

**Cálculo fracción solar mensual y energía útil mensual**

Mes	f mes (%)	EU mes (kW h)
Enero	52.34	117.45
Febrero	67.71	134.58
Marzo	76.84	162.47
Abril	79.20	155.45
Mayo	85.75	170.20
Junio	87.85	165.10
Julio	97.82	185.73
Agosto	99.21	192.65
Septiembre	96.78	185.91
Octubre	84.96	172.31
Noviembre	65.12	133.26
Diciembre	54.24	121.71
Anual		1,896.81

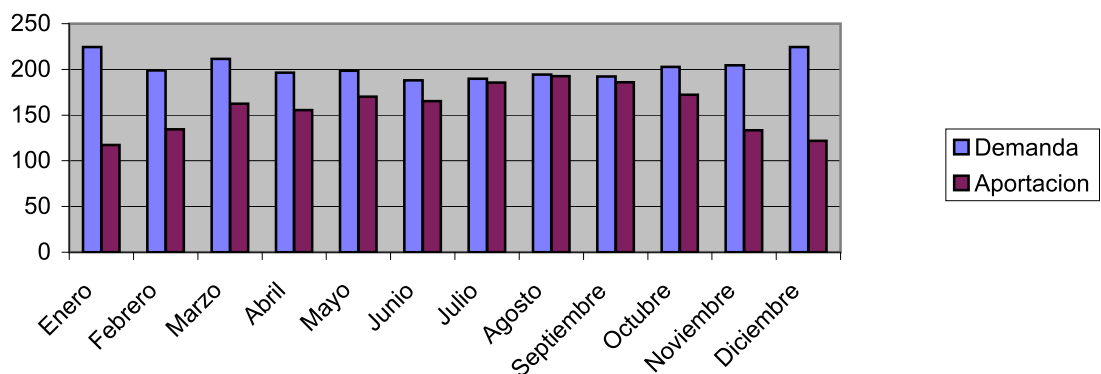
Rendimiento anual de la instalación

**48.56**

Fracción energética anual

**78.21** %

Exigida

**60** %**Gráfico anual a.c.s. kW h/mes**

**4 SISTEMA DE ACUMULACIÓN SOLAR**Condición de acumulación según el CTE  $50 < V/Sc < 180$ Relación V/Sc  l/m<sup>2</sup> Valor habitual 75 l/m<sup>2</sup> captadorVolumen total de cálculo  l☐ **Acumulación centralizada:****Instalado**

<input type="text"/>		<input type="text"/>	Ud.
<input type="text"/>		<input type="text"/>	Ud.
<input type="text"/>		<input type="text"/>	Ud.

**TOTAL INSTALADO** l.☒ **Acumulación distribuida o mixta****Instalado**Acumulador colectivo parcial  l.  l.**Cálculo**

Tipo 1	...		<input type="text"/>		<input type="text" value="0"/>	Ud.
Tipo 2	...		<input type="text"/>		<input type="text" value="0"/>	Ud.
Tipo 3	124.89		<input type="text" value="125"/>		<input type="text" value="1"/>	Ud.
Tipo 4	...		<input type="text"/>		<input type="text" value="0"/>	Ud.
Tipo 5	...		<input type="text"/>		<input type="text" value="0"/>	Ud.
Tipo 6	...		<input type="text"/>		<input type="text" value="0"/>	Ud.
Tipo 7	...		<input type="text"/>		<input type="text" value="0"/>	Ud.
Tipo 8	...		<input type="text"/>		<input type="text" value="0"/>	Ud.
Tipo 9	...		<input type="text"/>		<input type="text" value="0"/>	Ud.

**TOTAL INSTALADO** l.

**5 SISTEMA DE INTERCAMBIO**☐ Intercambiador exterior de placas

Potencia mínima del Intercambiador (W) según el CTE P&gt; 500 A

Potencia mínima del intercambiador  W Instalado ☒ Intercambiador incorporado al acumuladorRelación entre superficie útil de intercambio y superficie total de captación, según el CTE  $\geq 0,1$ Superficie útil mínima de intercambio  m<sup>2</sup> Instalado **6 CIRCUITOS HIDRÁULICOS****6.1 CIRCUITO PRIMARIO DE CAPTACIÓN SOLAR.****Caudal**

A.C.S. Modelo  Superficie  m<sup>2</sup>  
 N° captadores o n° series conectados en paralelo  Ud.  m<sup>2</sup>

Caudal de fluido caloportador  l/h m<sup>2</sup> Caudal total  l/h  
 Estimativo 50 l/h m<sup>2</sup>. Consultar catálogo de los captadores

Tipo de fluido caloportador  Fluido utilizado Factor  $\Delta$  p.d.c.   
 Recinto   
 Velocidad máxima aconsejada del fluido   
 Tipo de aislamiento térmico  Conductividad térmica  W/ MK  
 Material

Los cálculos se remiten a la hoja "Hidráulico"

**Pérdida de carga circuito primario**

Tramo	Caudal (l/h)	DN (mm)	Di (mm)	espesor aislamiento (mm)	v (m/s)	p.d.c. (mm.c.a/m)	L (m)	Ltotal (m)	p.d.c. (mm.c.a.)	Circuito más desfavor
AB	140.00	22.00	20.00	30	0.12	1.85	11.00	19.17	35	<input checked="" type="checkbox"/>
BC	140.00	22.00	20.00	30	0.12	1.85	9.00	13.23	24	<input checked="" type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>

Pág. 367 de 480

**Pérdidas de carga en el circuito más desfavorable (mm.c.a.)**

60

**Bomba circuito primario**

Pérdidas recorrido de tuberías más desfavorable	0.06	m.c.a.
Pérdidas intercambiador de calor	1.5	m.c.a.
Pérdidas captadores	Pdc/Ud 58	mm.c.a.
	Número 1	ud.
Total captadores	0.06	m.c.a.
Pérdida de carga total	1.62	m.c.a.
Columna de fluido	0.5	m
Caudal de la bomba	140	l/h
Altura manométrica	2.12	m.c.a.

**Vaso expansión circuito primario**

Volumen de fluido en las tuberías

DN (mm)	L total (m)	Di (mm)	Volumen tubo(l/m)	Volumen tubo(l)
18	0.00	16.0	0.20	0.00
22	20.00	20.0	0.31	6.28
28	0.00	26.0	0.53	0.00
35	0.00	33.0	0.86	0.00
42	0.00	40.0	1.26	0.00
54	0.00	51.6	2.09	0.00
66.7	0.00	64.3	3.25	0.00
76.1	0.00	73.1	4.20	0.00

6.28

Volumen de fluido en intercambiador de calor

1

Volumen captadores

A.C.S. Modelo Viessman Vitosol 200-F\_SH2

Volumen 2.48 l/Ud N° Uds. 1

2.48

Volumen total del circuito

9.76

Tipo de fluido caloportador: Agua con anticongelante Coeficiente de dilatación 0.08

Presión absoluta inicial en vaso de expansión Pi

4

kg/cm<sup>2</sup>

1,5 + altura estática

Presión absoluta final en vaso de expansión Pf

6

kg/cm<sup>2</sup>

Factor de presión

3.00

Volumen del vaso de expansión calculado

2.34



## PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

### 1 GENERALIDADES

Proyectista: JUAN MANUEL SÁNCHEZ LA CHICA Y ADOLFO DE LA TORRE PRIETO.

Denominación: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO DE 2 VIVIENDAS (VPO) • I.M.V..  
EXCMO. AYUNTAMIENTO DE MÁLAGA.

Dirección: CALLE ZAMORANO Nº68

Localidad: MÁLAGA

Provincia: MÁLAGA

Normativa aplicable: CTE

▼ La normativa de aplicación debe ser la más restrictiva, según el apartado 15.4 del CTE los valores derivados de esta exigencia tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de los valores que puedan ser establecidos por las administraciones competentes.

### 2 CONDICIONES GEOGRÁFICAS DE LA CAPITAL DE PROVINCIA.

Latitud (°): 36.7

Latitud de cálculo (°): 37

Altitud (m): 40

Longitud (°): 4,4 W

### 3 INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA A.C.S.

#### 3.1 DEMANDA ENERGÉTICA DE A.C.S.

##### Viviendas

Vivienda unifamiliar ▼

Vivienda tipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nº viviendas	1									Total viviendas
Nº dorm/vivienda	1	2	3	4	5	6	7			
Nº pers/vivienda*	1.5	3	4	6	7	8	9	0	0	* Según C.T.E.
Total pers/viv tipo	0	3	0	0	0	0	0	0	0	Total personas

l/día persona

Total l/día

Factor simultaneidad f:

Total demanda l/día

##### Otros usos

	l uso/día	Unidad	Total l/día
Uso 1 ...	▼ <input type="text" value="0.00"/> ...	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value="0"/>
Uso 2 ...	▼ <input type="text" value="0.00"/> ...	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value="0"/>
Uso 3 ...	▼ <input type="text" value="0.00"/> ...	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value="0"/>
Total demanda l/día			<input type="text" value="0"/>
Total demanda l/día			<input type="text" value="90"/>

##### Demanda energética total

Temperatura a.c.s.  °C C.T.E. Temperatura a.c.s ≠ 60 ° C

Mes	Nº Días	Tª A.F.S. (°C) (IDAE)	DEmes (kW h/mes)
Enero	31	8	168.29
Febrero	28	9	149.08
Marzo	31	11	158.58
Abril	30	13	147.20
Mayo	31	14	148.87
Junio	30	15	140.94
Julio	31	16	142.40
Agosto	31	15	145.64
Septiembre	30	14	144.07
Octubre	31	13	152.11
Noviembre	30	11	153.47
Diciembre	31	8	168.29
<b>ANUAL</b>	<b>365</b>	<b>12.3</b>	<b>1,818.96</b>

### 3.2 CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN DE A.C.S.

#### Características de los captadores

Modelo de captador Viessman Vitosol 200-F\_SH2

Superficie captador 2.33 m<sup>2</sup>

Eficiencia óptica 0.84

Coefficiente global de pérdidas 3.24 W/m<sup>2</sup> K

Número de captadores 1 Ud Superficie total captación 2.33 m<sup>2</sup>

Inclinación del captador 55 ° Azimut  $\alpha$  4 °

Relación V/Sc 53.6 CTE 50<V/Sc<180 l/m<sup>2</sup> captador (Valor habitual 75)

#### Valoración de las pérdidas por la disposición de los captadores.

Realizar cálculo en la hoja "Pérdidas"

Caso General

Pérdidas	Orientación e inclinación (%)	Sombras (%)	Total (%)
Obtenidas	9.56	0.00	9.56
Límite C.T.E.	10.00	10.00	15.00

#### Aportación solar mínima exigida

Energía de apoyo Hidrocarburos

Fracción solar exigida según C.T.E. Zona Climática IV 60 %

#### Determinación de la fracción solar por el método f-CHART

##### Cálculo energía incidente mensual

Mes	H (MJ/m <sup>2</sup> día) (IDAE)	k (p <sub>inclinación</sub> ) (IDAE)	p <sub>orientación</sub>	p <sub>sombras</sub>	El mes (kW h/m <sup>2</sup> )
Enero	8.30	1.33	0.06	0.00	95.08
Febrero	12.00	1.20	0.06	0.00	112.03
Marzo	15.50	1.05	0.06	0.00	140.18
Abril	18.50	0.89	0.06	0.00	137.24
Mayo	23.20	0.77	0.06	0.00	153.87
Junio	24.50	0.73	0.06	0.00	149.08
Julio	26.50	0.77	0.06	0.00	175.75
Agosto	23.20	0.90	0.06	0.00	179.84
Septiembre	19.00	1.08	0.06	0.00	171.04
Octubre	13.60	1.30	0.06	0.00	152.28
Noviembre	9.30	1.44	0.06	0.00	111.63
Diciembre	8.00	1.43	0.06	0.00	98.53
Anual	16.80				1,676.55

**Cálculo de los parámetros D1 y D2**

Mes	Tamb (IDAE)	EA mes	D1	EP mes	D2
Enero	15.00	169.92	1.01	455.86	2.71
Febrero	15.00	200.20	1.34	432.00	2.90
Marzo	17.00	250.51	1.58	496.17	3.13
Abril	19.00	245.26	1.67	497.48	3.38
Mayo	21.00	274.97	1.85	509.53	3.42
Junio	25.00	266.41	1.89	462.63	3.28
Julio	27.00	314.08	2.21	473.52	3.33
Agosto	28.00	321.40	2.21	437.62	3.00
Septiembre	26.00	305.67	2.12	427.89	2.97
Octubre	22.00	272.14	1.79	473.64	3.11
Noviembre	18.00	199.49	1.30	467.13	3.04
Diciembre	15.00	176.09	1.05	455.86	2.71
Anual	20.70	2,996.15		5,589.33	

**Cálculo fracción solar mensual y energía útil mensual**

Mes	f mes (%)	EU mes (kW h)
Enero	64.85	109.13
Febrero	81.88	122.08
Marzo	91.31	144.81
Abril	93.47	137.59
Mayo	99.89	148.70
Junio	102.09	140.94
Julio	111.22	142.40
Agosto	112.97	145.64
Septiembre	110.85	144.07
Octubre	99.49	151.34
Noviembre	78.96	121.19
Diciembre	67.02	112.79
Anual		1,620.67

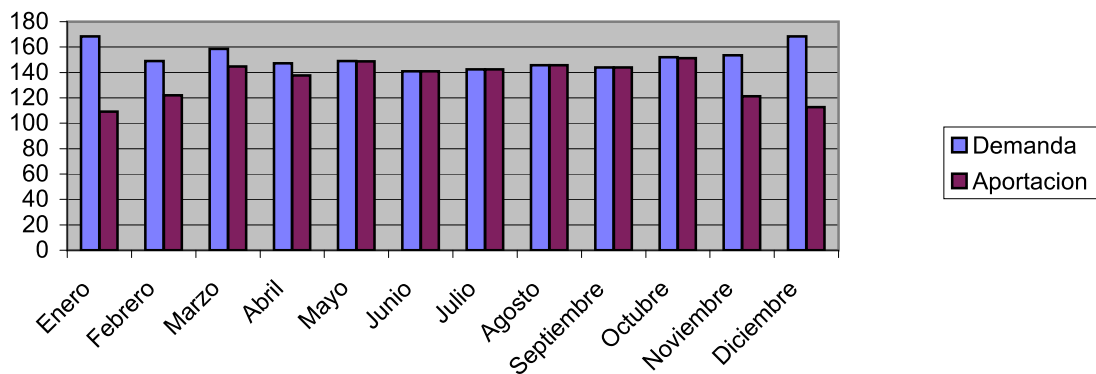
Rendimiento anual de la instalación

**41.49**

Fracción energética anual

**89.10** %

Exigida

**60** %**Gráfico anual a.c.s. kW h/mes**

#### 4 SISTEMA DE ACUMULACIÓN SOLAR

Condición de acumulación según el CTE  $50 < V/Sc < 180$

Relación V/Sc  l/m<sup>2</sup> Valor habitual 75 l/m<sup>2</sup> captador

Volumen total de cálculo  l

☐ **Acumulación centralizada:**

##### Instalado

<input type="text"/>		<input type="text"/>	Ud.
<input type="text"/>		<input type="text"/>	Ud.
<input type="text"/>		<input type="text"/>	Ud.

**TOTAL INSTALADO**

l.

☒ **Acumulación distribuida o mixta**

##### Instalado

Acumulador colectivo parcial  |  Ud.  l.

##### Cálculo

Tipo 1	...		<input type="text"/>		<input type="text" value="0"/>	Ud.
Tipo 2	124.89		<input type="text" value="125"/>		<input type="text" value="1"/>	Ud.
Tipo 3	...		<input type="text"/>		<input type="text" value="0"/>	Ud.
Tipo 4	...		<input type="text"/>		<input type="text" value="0"/>	Ud.
Tipo 5	...		<input type="text"/>		<input type="text" value="0"/>	Ud.
Tipo 6	...		<input type="text"/>		<input type="text" value="0"/>	Ud.
Tipo 7	...		<input type="text"/>		<input type="text" value="0"/>	Ud.
Tipo 8	...		<input type="text"/>		<input type="text" value="0"/>	Ud.
Tipo 9	...		<input type="text"/>		<input type="text" value="0"/>	Ud.

**TOTAL INSTALADO**

l.

**5 SISTEMA DE INTERCAMBIO**☐ Intercambiador exterior de placas

Potencia mínima del Intercambiador (W) según el CTE P&gt; 500 A

Potencia mínima del intercambiador  W Instalado ☒ Intercambiador incorporado al acumuladorRelación entre superficie útil de intercambio y superficie total de captación, según el CTE  $\geq 0,1$ Superficie útil mínima de intercambio  m<sup>2</sup> Instalado **6 CIRCUITOS HIDRÁULICOS****6.1 CIRCUITO PRIMARIO DE CAPTACIÓN SOLAR.****Caudal**

A.C.S. Modelo  Superficie  m<sup>2</sup>  
 N° captadores o n° series conectados en paralelo  Ud.  m<sup>2</sup>

Caudal de fluido caloportador  l/h m<sup>2</sup> Caudal total  l/h  
 Estimativo 50 l/h m<sup>2</sup>. Consultar catálogo de los captadores

Tipo de fluido caloportador  Fluido utilizado Factor  $\Delta$  p.d.c.   
 Recinto   
 Velocidad máxima aconsejada del fluido   
 Tipo de aislamiento térmico  Conductividad térmica  W/ MK  
 Material

Los cálculos se remiten a la hoja "Hidráulico"

**Pérdida de carga circuito primario**

Tramo	Caudal (l/h)	DN (mm)	Di (mm)	espesor aislamiento (mm)	v (m/s)	p.d.c. (mm.c.a./m)	L (m)	Ltotal (m)	p.d.c. (mm.c.a.)	Circuito más desfavor
AB	140.00	22.00	20.00	30	0.12	1.85	11.00	19.17	35	<input checked="" type="checkbox"/>
BC	140.00	22.00	20.00	30	0.12	1.85	9.00	13.23	24	<input checked="" type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>
0	0.00	...	...	...	...	0	0.00	0.00	0	<input type="checkbox"/>

Pág. 375 de 480

**Pérdidas de carga en el circuito más desfavorable (mm.c.a.)**

60

**Bomba circuito primario**

Pérdidas recorrido de tuberías más desfavorable	0.06	m.c.a.
Pérdidas intercambiador de calor	1.5	m.c.a.
Pérdidas captadores	Pdc/Ud 58	mm.c.a.
	Número 1	ud.
Total captadores	0.06	m.c.a.
Pérdida de carga total	1.62	m.c.a.
Columna de fluido	0.5	m
Caudal de la bomba	140	l/h
Altura manométrica	2.12	m.c.a.

**Vaso expansión circuito primario**

Volumen de fluido en las tuberías

DN (mm)	L total (m)	Di (mm)	Volumen tubo(l/m)	Volumen tubo(l)
18	0.00	16.0	0.20	0.00
22	20.00	20.0	0.31	6.28
28	0.00	26.0	0.53	0.00
35	0.00	33.0	0.86	0.00
42	0.00	40.0	1.26	0.00
54	0.00	51.6	2.09	0.00
66.7	0.00	64.3	3.25	0.00
76.1	0.00	73.1	4.20	0.00

6.28

Volumen de fluido en intercambiador de calor

1

Volumen captadores

A.C.S. Modelo Viessman Vitosol 200-F\_SH2

Volumen 2.48 l/Ud N° Uds. 1

2.48

Volumen total del circuito

9.76

Tipo de fluido caloportador: Agua con anticongelante Coeficiente de dilatación 0.08

Presión absoluta inicial en vaso de expansión Pi 4 kg/cm<sup>2</sup> 1,5 + altura estáticaPresión absoluta final en vaso de expansión Pf 6 kg/cm<sup>2</sup>

Factor de presión 3.00

Volumen del vaso de expansión calculado 2.34



#### 5.4.5.-INSTALACIÓN DE GAS NATURAL

## A.-MEMORIA DESCRIPTIVA

1. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.
2. DESCRIPCION GENERAL DE LA INSTALACION.
3. FAMILIA Y DENOMINACION DEL GAS.
4. CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES.
5. ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACION DEL EDIFICIO.
  - 5.1. ACOMETIDA.
  - 5.2. ACOMETIDA INTERIOR.
  - 5.3. INSTALACION COMUN.
  - 5.4. REGULADOR DE PRESION.
  - 5.5. INSTALACION INDIVIDUAL.
6. INSTALACION DE TUBERIAS.
  - 6.1. TUBERIAS VISTAS.
  - 6.2. TUBERIAS ALOJADAS EN VAINAS O CONDUCTOS.
  - 6.3. TUBERIAS ENTERRADAS.
  - 6.4. TUBERIAS EMPOTRADAS.
  - 6.5. PRESCRIPCIONES ESPECIFICAS PARA TUBERIAS CON MOP SUPERIOR A 0,4 BAR E INFERIOR O GUAL A 5 BAR.
7. ELEMENTOS DE REGULACION DE PRESION.
  - 7.1. INSTALACIONES SUMINISTRADAS DESDE REDES DE DISTRIBUCION DE GAS CANALIZADO.
  - 7.2. INSTALACIONES SUMINISTRADAS DESDE DEPOSITOS FIJOS O MOVILES DE GLP DE CARGA UNITARIA SUPERIOR A 15 KG.
  - 7.3. INSTALACIONES SUMINISTRADAS DESDE DEPOSITOS MOVILES DE GLP DE CARGA UNITARIA INFERIOR O IGUAL A 15 KG.
8. DISPOSITIVOS DE CORTE (LLAVES).
  - 8.1. LLAVE DE ACOMETIDA.
  - 8.2. LLAVE DE EDIFICIO.
  - 8.3. LLAVE DE MONTANTE COLECTIVO.
  - 8.4. LLAVE DE USUARIO.
  - 8.5. LLAVES INTEGRANTES DE LA INSTALACION INDIVIDUAL.
9. RECINTOS DESTINADOS A LA INSTALACION DE CONTADORES DE GAS.

- 9.1. REQUISITOS DE UBICACIONES DE LOS CONTADORES DE GAS.
- 9.2. INSTALACION CENTRALIZADA DE CONTADORES.
- 9.3. INSTALACION DE UN SOLO CONTADOR.
- 10. INSTALACION Y CONEXION DE LOS APARATOS DE GAS.
- 11. CONFIGURACION, VENTILACION Y EVACUACION DE LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTION EN LOCALES DESTINADOS A CONTENER APARATOS DE GAS.
  - 11.1. LOCALES DONDE SE UBICAN APARATOS A GAS.
  - 11.2. ESPACIOS DESTINADOS A VENTILACION.
  - 11.3. VENTILACION DE LOCALES QUE CONTIENEN APARATOS A GAS DE CIRCUITO ABIERTO.
  - 11.4. EVACUACION DE LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTION DE LOS APARATOS CONDUCCIDOS.
- 12. PRUEBAS DE ESTANQUIDAD PARA LA ENTREGA DE LA INSTALACION RECEPTORA.
- 13. COMPROBACIONES PARA LA PUESTA EN MARCHA DE LOS APARATOS.
- 14. PUESTA EN SERVICIO.
- 15. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES RECEPTORAS.

B.-ANEXO DE CALCULOS.

## A.-MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.

El presente Anexo recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.
- Reglamento General del Servicio Público de Gases Combustibles (Decreto 2913/1973 de 26 de octubre) y Real Decreto 3484/1983 de 14 de diciembre que modifica el apartado 5.4. incluido en el artículo 27, en aquellos aspectos que no contradigan al RD 919/2006.
- Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos (O.M.I. y E de 26 de octubre de 1986), en aquellos aspectos que no contradigan al RD 919/2006.
- Reglamento de la actividad de distribución de gases licuados del petróleo (Real Decreto 1085/1992 de 11 de septiembre), en aquellos aspectos que no contradigan al RD 919/2006.
- Reglamento de Homologación de Quemadores para Combustibles Líquidos en Instalaciones Fijas (Orden de 10 de diciembre de 1975).
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Reglamento de Aparatos a Presión.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, NTE IG-Gas.
- Norma UNE 60620: 2005 sobre Instalaciones receptoras de gas natural suministradas a presiones superiores a 5 bar.
- Norma UNE 60670: 2005 sobre Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación inferior o igual a 5 bar.
- Norma UNE 60002 sobre Clasificación de los combustibles gaseosos en familias.
- Norma UNE-EN 437 sobre Gases de ensayo, Presiones de ensayo y Categorías de los aparatos.
- Norma UNE-EN 1775 sobre Suministro de gas, Red de conducciones de gas para edificios. Recomendaciones funcionales.
- Norma UNE-EN 1057 sobre Tubos redondos de cobre sin soldadura.
- Norma UNE 36864 sobre Tubos de acero soldados longitudinalmente.
- Norma UNE 19049-1 sobre Tubos de acero inoxidable.
- Norma UNE-EN 1555-2 sobre Tubos de Polietileno.
- Norma UNE 60712-3: 1998 sobre Tubos flexibles no metálicos, con armadura y conexión mecánica para unión de recipientes de GLP a instalaciones receptoras o para aparatos que utilizan combustibles gaseosos.
- Norma UNE 12007: 2001 y UNE-EN 12327: 2001 sobre Sistemas de suministro de gas.
- Norma UNE-EN 12864 sobre Reguladores de reglaje fijo.
- Norma UNE 60250: 2004 sobre Instalaciones de suministro de gases licuados del petróleo (GLP) en depósitos fijos para su consumo en instalaciones receptoras.
- Normas UNE 123001: 2005, UNE-EN 1856-1: 2004, UNE-EN 13384-1:2003, UNE-EN 13384-2:2005 y NTE-ISH-74 sobre Chimeneas.
- Normas Particulares y de Normalización de la Cía. Suministradora de Gas.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

### 2. DESCRIPCION GENERAL DE LA INSTALACION.

El suministro de gas a ambos edificios se hará a través de la conducción de gas que la Cía. Gas Natural posee en la zona. Según datos de los técnicos de la propia Cía el suministro se realiza en Media Presión A. No siendo necesario por tanto instalación de regulador de presión previo a la acometida, regulando individualmente cada instalación particular en la propia centralización de contadores.

La topología de la instalación es la reflejada en los planos correspondientes, con acometida desde Calle Zamorano, con llave de acometida instalada en acera y posteriormente trazado

subterráneo hasta un nicho en fachada previsto para alojar los dos contadores de cada una de las viviendas proyectadas. Desde cada contador partirá el montante correspondiente que subirá hasta la cubierta, alojado en un conducto convenientemente ventilado, para acometer al lavadero donde se encuentran los equipos a suministrar.

Los materiales utilizados para todo ello tendrán las especificaciones técnicas reglamentarias posteriormente señaladas, a modo resumen tendremos Polietileno para las redes enterradas en las zonas exteriores, Los montantes individuales a cada una de las viviendas se ejecutarán igualmente en cobre, estando al aire los tramos instalados en cubierta y alojados en conductos ventilados los tramos verticales hasta las viviendas.

### 3. FAMILIA Y DENOMINACION DEL GAS.

Los gases combustibles se clasifican en tres familias o grupos:

- Primera familia: Está constituida por los gases manufacturados (Grupo a), cuyo principal representante es el llamado "gas ciudad" (producido en fábrica), con un índice de Wobbe superior comprendido entre 22,4 MJ/m<sup>3</sup> y 24,8 MJ/m<sup>3</sup>. Asimismo, se consideran gases vinculados a la primera familia los pertenecientes a los siguientes grupos:

- Grupo b. Gases con índice de Wobbe superior comprendido entre 22,36 MJ/m<sup>3</sup> y 27,64 MJ/m<sup>3</sup>.

- Grupo c (aire propanado). Gases con índice de Wobbe superior comprendido entre 23,84 MJ/m<sup>3</sup> y 24,07 MJ/m<sup>3</sup>.

- Grupo d. Gases con índice de Wobbe superior comprendido entre 19,13 MJ/m<sup>3</sup> y 24,15 MJ/m<sup>3</sup>.

- Grupo e (aire metanado). Gases con índice de Wobbe superior comprendido entre 21,07 MJ/m<sup>3</sup> y 22,93 MJ/m<sup>3</sup>.

Se consideran gases vinculados al Grupo a de la primera familia las mezclas de gases del Grupo a con gases de los Grupos c o e, cuyo índice de Wobbe superior se encuentre comprendido entre 21,1 MJ/m<sup>3</sup> y 24,8 MJ/m<sup>3</sup>.

- Segunda familia: Incluye los "gases naturales" (no manufacturados, combinación de hidrocarburos formada en el subsuelo, a veces mezclada con petróleo) y las mezclas "hidrocarburos-aire" cuyo índice de Wobbe superior esté comprendido entre 39,1 MJ/m<sup>3</sup> y 54,7 MJ/m<sup>3</sup>. Esta familia se divide en tres grupos:

- Grupo H (gas natural). Gases con índice de Wobbe superior comprendido entre 45,7 MJ/m<sup>3</sup> y 54,7 MJ/m<sup>3</sup>.

- Grupo L. Gases con índice de Wobbe superior comprendido entre 39,1 MJ/m<sup>3</sup> y 44,8 MJ/m<sup>3</sup>.

- Grupo E (aire propanado de alto poder calorífico). Gases con índice de Wobbe superior comprendido entre 40,9 MJ/m<sup>3</sup> y 54,7 MJ/m<sup>3</sup>.

- Tercera familia: Incluye los "gases licuados del petróleo" (butano y propano) cuyo índice de Wobbe superior esté comprendido entre 72,9 MJ/m<sup>3</sup> y 87,3 MJ/m<sup>3</sup>. Esta familia se divide en tres grupos:

- Grupo B/P (butano/propano). Gases con índice de Wobbe superior comprendido entre 72,9 MJ/m<sup>3</sup> y 87,3 MJ/m<sup>3</sup>.

- Grupo P (propano). Gases con índice de Wobbe superior comprendido entre 72,9 MJ/m<sup>3</sup> y 76,8 MJ/m<sup>3</sup>.

- Grupo B (butano). Gases con índice de Wobbe superior comprendido entre 81,8 MJ/m<sup>3</sup> y 87,3 MJ/m<sup>3</sup>.

### 4. CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES.

Según la presión máxima de servicio, las instalaciones receptoras de gas se clasificarán en:

- De baja presión (BP): Menor de 0,05 bar (500 mmca).
- De media presión A (MPA): Mayor o igual de 0,05 y menor de 0,4 bar (500-4000 mmca).
- De media presión B (MPB): Mayor o igual de 0,4 y menor de 4 bar (4000-40000 mmca).

El diseño de los elementos de regulación y seguridad se debe realizar de modo que se cumplan las siguientes relaciones entre las presiones:

- Presión máxima de operación (MOP) en bar:

$$\begin{aligned} 2 < MOP &\leq 5 \\ 0,1 < MOP &\leq 2 \\ MOP &\leq 0,1 \end{aligned}$$

A efectos de previsión de caudales o potencias por vivienda se establecen los siguientes grados de gasificación:

- Grado 1: Previsión de potencia simultánea individual menor o igual a 30 kW (25,8 te/h).
- Grado 2: Previsión de potencia simultánea individual mayor de 30 kW (25,8 te/h) y menor o igual de 70 kW (60,2 te/h).
- Grado 3: Previsión de potencia simultánea individual mayor de 70 kW (60,2 te/h).

## 5. ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACION DEL EDIFICIO.

### 5.1. ACOMETIDA.

Estará formada por la parte de la canalización de gas comprendida entre la red de distribución y la llave de acometida, incluida ésta. No forma parte de la instalación receptora.

La llave de acometida será el dispositivo de corte más próximo o en el límite de la propiedad, accesible desde el exterior de la misma e identificable, que puede interrumpir el paso de gas a la instalación receptora.

En las instalaciones suministradas desde depósitos de GLP fijos o móviles, la función de llave de acometida la desempeña la llave de salida en fase gaseosa desde la instalación de almacenamiento o batería de botellas, o bien la llave de salida incorporada al regulador acoplado a las propias botellas, según el caso.

### 5.2. ACOMETIDA INTERIOR.

Estará formada por el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave de acometida, excluida ésta, y la llave o llaves de edificio, incluidas éstas, en el caso de instalaciones receptoras suministradas desde redes de distribución.

La llave de edificio es el dispositivo de corte más próximo al edificio o situado en el muro de cerramiento del edificio, accionable desde el exterior del mismo, que puede interrumpir el paso del gas a la instalación que suministra.

En las instalaciones que dispongan de estación de regulación y/o medida, las funciones de llave de edificio las podrá desempeñar el dispositivo de corte situado lo más próximo posible a la entrada de dicha estación, accionable desde el exterior del recinto que delimita la estación y que puede interrumpir el paso del gas a la citada estación de regulación y/o medida.

En el caso de instalaciones individuales con contaje situado en el límite de la propiedad no existe acometida interior.

### 5.3. INSTALACION COMUN.

Estará compuesta por el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave del edificio, o la llave de acometida si aquella no existe (excluida ésta), y las llaves de usuario, incluidas éstas.

La llave de usuario, o llave de inicio de la instalación individual del usuario, es el dispositivo de corte que, perteneciendo a la instalación común, establece el límite entre ésta y la instalación individual y que puede interrumpir el paso de gas a una sola instalación individual.

En instalaciones individuales suministradas desde depósitos de GLP fijos o móviles, la llave de usuario coincide con la llave de acometida.

### 5.4. REGULADOR DE PRESION.

Dispositivo que permite reducir la presión aguas abajo del punto donde está instalado, manteniéndola dentro de unos límites establecidos para un rango de caudal determinado.

Los conjuntos de regulación llevarán una placa, tarjeta o adhesivo, para identificación de las condiciones de funcionamiento, en el que se haga constar los siguientes datos:

- Tarado de la presión de salida del regulador.
- Tarado de la presión de la válvula de seguridad por máxima presión (si procede).
- Tarado de la presión de la válvula de seguridad por mínima presión (si procede).

Los reguladores y válvulas de seguridad deberán disponer de un sistema de precinto, que dificulte la manipulación de los sistemas internos de tarado por personas no autorizadas.

Deberá instalarse una llave de corte antes de todo regulador si éste no la lleva incorporada.

Tanto los reguladores como, en su caso, los armarios en que éstos estén alojados, deberán estar ubicados en zonas en que no puedan sufrir deterioros ni impedir el libre tránsito de personas.

### 5.5. INSTALACION INDIVIDUAL.

Estará formada por el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave de usuario, cuando existe instalación común, o la llave de acometida o de edificio, cuando se suministra a un solo usuario, ambas excluidas e incluyendo las llaves de conexión de los aparatos.

En instalaciones suministradas desde depósitos móviles de GLP de carga unitaria inferior a 15 kg, es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre el regulador o reguladores acoplados a los envases o botellas, incluidos éstos, y las llaves de conexión de aparato, incluidas éstas.

No tendrá la consideración de instalación individual el conjunto formado por un depósito móvil de GLP de carga unitaria inferior a 15 kg y un aparato también móvil.

La llave de regulador es aquella que, situada muy próxima a la entrada del regulador, permite el cierre del paso de gas al mismo.

La llave de contador estará colocada inmediatamente a la entrada del contador o del regulador de abonado cuando éste se acople directamente al contador.

La llave de vivienda o de local privado es aquella con la cual el usuario, desde el interior de su vivienda o local, puede cortar el paso del gas al resto de su instalación.

La llave de conexión al aparato será el dispositivo de corte que, formando parte de la instalación individual, está situado lo más próximo posible a la conexión de cada aparato y que puede interrumpir el paso del gas al mismo.

## 6. INSTALACION DE TUBERIAS.

Como criterio general, las instalaciones de gas se deben construir de forma que las tuberías sean vistas o alojadas en vainas o conductos, para poder ser reparadas o sustituidas total o parcialmente en cualquier momento de su vida útil, a excepción de los tramos que deban discurrir enterrados.

Cuando las tuberías (vistas o enterradas) deban atravesar muros o paredes exteriores o interiores de la edificación, se deberán proteger con pasamuros adecuados.

Las tuberías pertenecientes a la instalación común deberán discurrir por zonas comunitarias del edificio (fachada, azotea, patios, vestíbulos, caja de escalera, etc). Las tuberías de la instalación individual deberán discurrir por zonas comunitarias del edificio, o por el interior de la vivienda o local al que suministran.

Cuando en algún tramo de la instalación receptora no se pueden cumplir estas condiciones, se deberá adoptar en él la modalidad de "tuberías alojadas en vainas o conductos".

El paso de tuberías no debe transcurrir por el interior de:

- huecos de ascensores o montacargas,
- locales que contengan transformadores eléctricos de potencia,
- locales que contengan recipientes de combustible líquido (a estos efectos, los vehículos a motor o un depósito nodriza no tienen la consideración de recipientes de combustible líquido),
- conductos de evacuación de basuras o productos residuales,
- chimeneas o conductos de evacuación de productos de la combustión,
- conductos o bocas de aireación o ventilación, a excepción de aquellos que sirvan para la ventilación de locales con instalaciones y/o equipos que utilicen el propio gas suministrado.

No se debe utilizar el alojamiento de tuberías dentro de los forjados que constituyan el suelo o techo de la viviendas o locales.

### 6.1. TUBERIAS VISTAS.

Las tuberías deben quedar convenientemente fijadas a elementos sólidos de la construcción mediante accesorios de sujeción, para soportar el peso de los tramos y asegurar la estabilidad y alineación de la tubería. Los elementos de sujeción deben ser desmontables, quedar convenientemente aislados de la conducción y permitir las posibles dilataciones de las tuberías.

Las distancias mínimas de separación de una tubería vista a conducciones de otros servicios (conducción eléctrica, de agua, vapor, chimeneas, mecanismos eléctricos, etc), deberán ser de 3 cm en curso paralelo y de 1 cm en cruce. La distancia mínima al suelo deberá ser de 3 cm. Estas distancias se miden entre las partes exteriores de los elementos considerados (conducciones o mecanismos). No debe haber contacto entre tuberías, ni de una tubería de gas con estructuras metálicas del edificio.

Cerca de la llave de montante y en todo caso al menos una vez en zona comunitaria, se deberá señalizar la tubería adecuadamente con la palabra "gas" o con una franja amarilla situada en zona visible.



Para las tuberías vistas no se puede utilizar tubo de polietileno.

## 6.2. TUBERIAS ALOJADAS EN VAINAS O CONDUCTOS.

Las tuberías alojadas en el interior de vainas o conductos deberán ser continuas o bien estar unidas mediante soldaduras, y no pueden disponer de órganos de maniobra en todo su recorrido por la vaina o conducto.

Esta modalidad se puede utilizar para ocultar tuberías por motivos decorativos.

Esta forma de ubicación de tuberías se deberá utilizar en los casos siguientes:

1 - Para protección mecánica de tuberías. Cuando tengan que protegerse las tuberías de golpes fortuitos, o cuando deban discurrir por zonas de circulación y/o estacionamiento de vehículos susceptibles de recibir impactos o choques de éstos.

Cuando las tuberías sean de cobre y discurran por fachadas exteriores, se deberán proteger mecánicamente con vainas o conductos hasta una altura mínima de 1,80 m respecto al nivel del suelo.

Además de las vainas y conductos, para la protección mecánica de tuberías se pueden utilizar estructuras o perfiles metálicos adecuados a tal fin.

2 - Para ventilación de tuberías. Cuando las tuberías deban discurrir por:

- Un primer sótano, excepto en el caso de tuberías con MOP igual o inferior a 50 mbar de gases menos densos que el aire que discurran por sótanos suficientemente ventilados; a los efectos de este apartado se entiende como suficientemente ventilado aquel que cuenta por lo menos con dos aberturas directas de comunicación con el exterior, cada una con una superficie libre mínima de 200 cm<sup>2</sup>, separadas verticalmente por una diferencia de nivel mínima de 2 m y situadas en paredes opuestas. Si la ventilación al exterior se realiza por un conducto de más de 3 m de longitud, se deberá incrementar en un 50 % la superficie de aberturas de ventilación.
- Cavidades o huecos de la edificación (altillos, falsos techos, cámaras sanitarias o similares).
- El interior de locales o viviendas a las que no suministran.

3 - Para tuberías que suministran a armarios empotrados de regulación y/o de contadores. Cuando los armarios que contienen los reguladores o conjuntos de regulación y/o los contadores de gas se instalen empotrados en muros de fachadas o límites de propiedad y la tubería de entrada al armario se realice con polietileno.

4 - Para tuberías situadas en el suelo o subsuelo. Cuando las tuberías se deban alojar, porque no haya otra alternativa:

- Entre el pavimento y el nivel superior del forjado de locales interiores del edificio; o
- En el subsuelo exterior, cuando exista un local debajo de ellas cuyo nivel superior del forjado esté próximo a la tubería.

Las vainas deberán ser continuas en todo su recorrido y deberán quedar convenientemente fijadas mediante elementos de sujeción. Cuando la vaina sea metálica, no puede estar en contacto con las estructuras metálicas del edificio ni con otras tuberías, y deberá ser compatible con el material de la tubería, a efectos de evitar la corrosión. Cuando su función sea la ventilación de tuberías, los dos extremos de la vaina deberán comunicar con el exterior del recinto, zona o cámara que atraviesa (o bien uno sólo, debiendo estar entonces el otro sellado a la tubería).

Los conductos deberán ser continuos en todo su recorrido, si bien pueden disponer de registros para el mantenimiento de las tuberías. Estos registros deberán ser estancos con

accesibilidad de grado 2 ó 3. Cuando el conducto sea metálico, no deberá estar en contacto con las estructuras metálicas del edificio ni con otras tuberías y deberá ser compatible con el material de la tubería, a efectos de evitar la corrosión. Cuando su función sea la ventilación de tuberías, los dos extremos del conducto deberán comunicar con el exterior del recinto, zona o cámara que atraviesa (o bien uno sólo, debiendo estar entonces el otro sellado a la tubería).

### 6.3. TUBERIAS ENTERRADAS.

No se deberán instalar tuberías enterradas directamente en el suelo de las viviendas o locales cerrados destinados a usos no domésticos.

Los tramos enterrados de las instalaciones receptoras se deberán llevar a cabo según los métodos constructivos y de protección de tuberías fijados por la reglamentación vigente. Se podrán enterrar tubos de polietileno, de cobre o de acero, recomendándose el uso del polietileno en lo referente a redes y acometida exterior de combustibles gaseosos.

Los tramos enterrados de las instalaciones receptoras se realizarán conforme a las especificaciones técnicas sobre acometidas descritas en las normas UNE 60310 y UNE 60311.

Para el diseño de las acometidas interiores enterradas, la empresa instaladora o el técnico facultativo que realiza el proyecto, deberán solicitar al distribuidor información sobre el tipo de material de la red.

### 6.4. TUBERIAS EMPOTRADAS.

Esta modalidad de ubicación estará limitada al interior de un muro o pared, y tan solo se podrán utilizar en los casos en que se deban rodear obstáculos o conectar dispositivos alojados en armarios o cajetines. Si la pared alrededor del tubo contiene huecos, éstos se deben obturar.

Para ello se deberá utilizar tubo de acero soldado o de acero inoxidable, o bien tubo de cobre con una longitud máxima de empotramiento de 0,40 m, pero en estos tramos de tuberías no podrá existir ninguna unión.

Excepcionalmente, en el caso de tuberías que suministren a un conjunto de regulación y/o de contadores, la longitud de empotramiento de tuberías podrá estar comprendida entre 0,40 y 2,50 m.

Cuando una tubería se instale empotrada, de forma previa a su instalación se deberá limpiar de todo óxido o suciedad, aplicar una capa de imprimación y protegerla mediante la aplicación de una doble capa de cinta protectora anticorrosión adecuada (al 50 % de solape).

### 6.5. PRESCRIPCIONES ESPECIFICAS PARA TUBERIAS CON MOP SUPERIOR A 0,4 BAR E INFERIOR O IGUAL A 5 BAR.

Su recorrido deberá discurrir por el exterior de las edificaciones, por zonas al aire libre o por los patios de ventilación. Cuando ello no sea posible por las características del edificio, la empresa instaladora deberá justificar la solución adoptada y las tuberías en este caso se deberán alojar en vainas o conductos.

La instalación de estas tuberías por el interior de armarios o locales técnicos de centralización de contadores o por el interior de salas de calderas, se podrá realizar excepcionalmente cuando el conjunto de regulación que las suministre se instale en su interior.

## 7. ELEMENTOS DE REGULACION DE PRESION.

Cuando la presión de suministro sea superior a la de operación, es necesaria la instalación de elementos de regulación en la instalación receptora, según se indica en los siguientes apartados.

## 7.1. INSTALACIONES SUMINISTRADAS DESDE REDES DE DISTRIBUCION DE GAS CANALIZADO.

- Instalaciones suministradas con MOP superior a 150 mbar e inferior o igual a 5 bar. La instalación deberá disponer de un sistema de regulación dotado de:

- Regulador de presión.
- Válvula de seguridad por máxima presión.
- Válvula de seguridad por mínima presión en cada instalación individual.

- Instalaciones suministradas con MOP superior a 50 mbar e inferior o igual a 150 mbar. El sistema de regulación deberá consistir en un regulador de presión y una válvula de seguridad por mínima presión para cada una de las instalaciones individuales.

- Instalaciones suministradas con MOP inferior o igual a 50 mbar. Se deberá consultar con la empresa distribuidora la necesidad de equipar las instalaciones individuales con regulador de presión y/o con válvula de seguridad por mínima presión.

Los conjuntos de regulación deberán ser de grado de accesibilidad 2 y sólo se deben instalar en los siguientes emplazamientos:

- En el interior de armarios adosados o empotrados en paredes exteriores de la edificación.
- En el interior de armarios o nichos exclusivos para este uso situados en el interior de la edificación, pero con al menos una de sus paredes colindante con el exterior.
- En el interior de recintos de centralización de contadores.
- En el interior de salas de calderas, cuando sea para el suministro de gas a las mismas.

En el caso de situación en nicho, recinto de centralización de contadores y salas de calderas, se podrá prescindir del armario.

Cuando se instalen en armarios o nichos deberá disponerse de una ventilación directa al exterior al menos de 5 cm<sup>2</sup>.

Cuando se instalen en recintos de centralización de contadores o salas de calderas ubicados en el interior del edificio, sus puertas de acceso deberán ser estancas y sus ventilaciones directas al exterior.

En toda instalación receptora individual se deberá instalar una toma de presión, preferentemente a la salida del contador.

## 7.2. INSTALACIONES SUMINISTRADAS DESDE DEPOSITOS FIJOS O MOVILES DE GLP DE CARGA UNITARIA SUPERIOR A 15 KG.

Previamente a estas instalaciones ha de existir un primer regulador y otro instalado en serie, o un único regulador dotado de un dispositivo de seguridad por alta presión que funcionando como seguridad garantice que la presión a la entrada de la instalación receptora esté comprendida entre 0,1 y 2 bar.

En el caso de botellas la reducción se realizará a través de un inversor automático de acuerdo a las especificaciones de la Norma UNE-EN 13786, con MOP < 2 bar y un limitador instalado en serie con MOP < 2 bar que funcione como seguridad.

La reducción hasta la presión nominal se podrá realizar de alguna de las maneras que se describen a continuación:

- Dentro de la vivienda o del local, directamente con un único regulador o bien con un regulador antes de la entrada de cada aparato a gas.
- En el exterior de las viviendas o locales, realizándose en dos etapas: Una primera etapa hasta una MOP comprendida entre 0,1 bar y 2 bar en el exterior, y una segunda etapa en el interior con un único regulador hasta la presión de operación de los aparatos o bien un regulador por

aparato hasta la presión de operación de cada aparato.

En los casos en que desde un único depósito o batería de botellas se suministre a más de una instalación individual, cada una de ellas deberá estar dotada de una válvula de seguridad por mínima presión.

### **7.3. INSTALACIONES SUMINISTRADAS DESDE DEPOSITOS MOVILES DE GLP DE CARGA UNITARIA INFERIOR O IGUAL A 15 KG.**

Cuando se trate de baterías de botellas situadas en el exterior, se deberá seguir el mismo procedimiento descrito anteriormente.

En el caso de que se instalen dos unidades en descarga simultánea en el interior de las viviendas o locales privados, la reducción de presión se podrá realizar mediante alguna de las siguientes formas:

- Mediante reguladores situados en las propias botellas a la presión de operación.
- Mediante reguladores con una MOP < 2 bar situados en las propias botellas y conectados con tuberías flexibles según la Norma UNE 60712-3 a otro regulador o limitador del mismo rango que ejerza una función de seguridad.

A continuación se instalará un único regulador situado lo más próximo posible al anterior que reduzca la presión a la de operación de los aparatos.

Esta instalación debería ir dotada de válvulas antirretorno para impedir el paso del gas desde una botella a otra.

Cuando la instalación esté suministrada por un único envase, la reducción de presión se deberá realizar en la propia botella con un regulador hasta la presión de operación.

## **8. DISPOSITIVOS DE CORTE (LLAVES).**

### **8.1. LLAVE DE ACOMETIDA.**

Es la llave que da inicio a la instalación receptora de gas; se deberá instalar en todos los casos. El emplazamiento lo debe decidir la empresa distribuidora, situándola próxima o en el mismo muro o límite de la propiedad, y satisfaciendo la accesibilidad grado 1 ó 2 desde zona pública, tanto para la empresa distribuidora como para los servicios públicos.

En las instalaciones que dispongan de armario de regulación situado en el límite de la propiedad en la fachada del edificio, con el acuerdo previo de la empresa distribuidora, puede hacer las funciones de llave de acometida el dispositivo de corte situado lo más próximo posible a la entrada del conjunto de regulación que contiene el citado armario, accionable desde el exterior y que puede interrumpir el paso de gas al citado conjunto de regulación.

### **8.2. LLAVE DE EDIFICIO.**

La llave de edificio se deberá instalar lo más cerca posible de la fachada del edificio o sobre ella misma, y deberá permitir cortar el servicio de gas a éste. El emplazamiento lo determinan la empresa instaladora y la empresa distribuidora de acuerdo con la Propiedad. Su accesibilidad deberá ser de grado 2 ó 3 para la empresa distribuidora.

Esta llave se deberá instalar si la longitud de la acometida interior, medida entre la llave de acometida y la fachada del edificio, es igual o superior a:

- 25 m en tuberías vistas.
- 4 m en tuberías enterradas.
- en todos los casos en que la acometida suministre a más de un edificio.

### **8.3. LLAVE DE MONTANTE COLECTIVO.**

La llave de montante colectivo se deberá realizar cuando exista más de un montante colectivo y tener grado de accesibilidad 2 ó 3 para la empresa distribuidora desde zona común o pública.

#### 8.4. LLAVE DE USUARIO.

La llave de usuario se instalará en todos los casos para aislar cada instalación individual y tener grado 2 de accesibilidad para la empresa distribuidora desde zona común o desde el límite de la propiedad, salvo en el caso de que exista una autorización expresa de la empresa distribuidora.

#### 8.5. LLAVES INTEGRANTES DE LA INSTALACION INDIVIDUAL.

La llave de contador se instalará en todos los casos y se situará en el mismo recinto, lo más cerca posible de la entrada del contador o de la entrada del regulador de usuario cuando éste se acople a la entrada de contador.

La llave de vivienda o de local privado se instalará en todos los casos y tendrá accesibilidad de grado 1 para el usuario. Se instalará en el exterior de la vivienda o local de uso no doméstico al que suministra, pero debiendo ser accesible desde el interior. Se puede instalar en su interior, pero en este caso el emplazamiento de esta llave deberá ser tal que el tramo anterior a la misma dentro de la vivienda o local privado resulte lo más corto posible.

La llave de conexión de aparato se instalará para cada aparato a gas, y deberá estar ubicada lo más cerca posible del aparato y en el mismo recinto. Su accesibilidad deberá ser de grado 1 para el usuario. En caso de aparatos de cocción, la llave de aparato se podrá instalar en un recinto contiguo de la misma vivienda o local privado siempre y cuando estén comunicados mediante una puerta. Cuando la instalación se compongan de un único aparato de consumo, suministrado desde un depósito móvil de GLP de capacidad inferior o igual a 15 kg situado en el mismo local, la llave del regulador podrá hacer las veces de la llave de conexión del aparato.

Cada regulador, si no lleva incorporada una llave, deberá disponer de una llave de regulador, situada lo más cerca posible de él, a su entrada y su accesibilidad deberá ser de grado 1 ó 2, bien para el usuario o bien para la empresa distribuidora.

Una llave integrante de la instalación común o individual puede ejercer la función de otras llaves si reúne los requisitos exigidos a todas ellas.

### 9. **RECINTOS DESTINADOS A LA INSTALACION DE CONTADORES DE GAS.**

Para la elección del tipo y la capacidad de los contadores, se deberán tener en cuenta las características del gas y los consumos previsibles. Se recomienda consultar con la empresa distribuidora.

Para gases menos densos que el aire, los contadores no se situarán en un nivel inferior al primer sótano o semisótano.

Para gases más densos que el aire, los contadores no se situarán en un nivel inferior al de la planta baja.

Los recintos (local técnico, armario o nicho y conducto técnico) destinados a la instalación de contadores deberán estar reservados exclusivamente para instalaciones de gas.

El totalizador del contador se deberá situar a una altura inferior a 2,20 m del suelo. En el caso de módulos prefabricados, esta altura puede ser de hasta 2,40 m, siempre y cuando se habilite el recinto con una escalera o útil similar.

#### 9.1. REQUISITOS DE UBICACION DE LOS CONTADORES DE GAS.

- Fincas Plurifamiliares. Los contadores se instalarán centralizados, en recintos situados en zonas comunitarias del edificio y con accesibilidad grado 2 para la empresa distribuidora.

En casos excepcionales y de acuerdo con la empresa distribuidora, se podrán situar en zonas con accesibilidad grado 3, desde el exterior o zonas comunitarias, estando constituidos por local técnico, armario, nicho o conducto técnico. En este caso, no se puede situar el recinto de centralización de contadores en un nivel inferior a la planta baja del edificio.

- Fincas unifamiliares o locales destinados a usos no domésticos. El contador se instalará en un recinto tipo armario o nicho, situado preferentemente en la fachada o muro límite de la propiedad, y con accesibilidad grado 2 desde el exterior del mismo para la empresa distribuidora.

## 9.2. INSTALACION CENTRALIZADA DE CONTADORES.

### - Características generales de los recintos de centralización de contadores.

Los contadores se pueden centralizar de forma total en un local técnico o armario, o bien de forma parcial en locales técnicos, armarios o conductos técnicos de rellano.

Los locales técnicos, armarios y conductos técnicos podrán ser prefabricados o construirse con obra de fábrica y enlucidos interiormente.

La puerta de acceso al recinto, sea local técnico o armario de centralización total o parcial, o armario o nicho para más de un contador, deberá abrir hacia afuera y disponer de cerradura con llave normalizada por la empresa distribuidora. Si se trata de un local técnico, la puerta se deberá poder abrir desde el interior del mismo sin necesidad de llave.

La instalación eléctrica en el interior del recinto de centralización, caso se sea necesaria, se ajustará al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

En el recinto de centralización, junto a cada llave de contador, deberá existir una placa identificativa que lleve grabada, de forma indeleble, la indicación de la vivienda (piso y puerta) o local al que suministra. Dicha placa deberá ser metálica o de plástico rígido.

En el caso de recintos de centralización diseñados para más de dos contadores, en un lugar visible del interior del recinto se deberá situar un cartel informativo que contenga, como mínimo, las siguientes inscripciones:

- Prohibido fumar o encender fuego.
- Asegúrese que la llave de maniobra es la que corresponde.
- No abrir una llave sin asegurarse que las del resto de la instalación correspondiente están cerradas.
- En el caso de cerrar una llave equivocadamente, no la vuelva a abrir sin comprobar que el resto de las llaves de la instalación correspondiente están cerradas.

Además, en el exterior de la puerta del recinto se deberá situar un cartel informativo que contenga la siguiente inscripción:

- Contadores de gas.

### - Centralización en local técnico o armario.

Tanto los locales técnicos como los armarios de centralización de contadores, deberán tener las dimensiones suficientes para alojar a los contadores y a los elementos asociados, y permitir efectuar con normalidad su lectura y los trabajos de mantenimiento, conservación o sustitución de los mismos.

Los armarios y locales técnicos de centralización de contadores deberán ser accesibles

desde zonas comunitarias de la edificación.

- Centralización en conducto técnico.

Los contadores también se podrán centralizar de forma parcial en conducto técnico construido y accesible desde zona comunitaria.

Los conductos técnicos tendrán las dimensiones suficientes para alojar a los contadores y a los elementos y accesorios asociados, y permitir efectuar con normalidad su lectura y los trabajos de mantenimiento, conservación o sustitución de los mismos, y deberán ser verticales y contruidos de forma que presenten un trazado lo más rectilíneo posible en toda su trayectoria a través del edificio.

Las puertas de acceso a los contadores en cada planta de la escalera deberán ser estancas respecto del rellano, es decir, no han de contener aberturas y ajustarse en todo su perímetro al marco mediante una junta de estanquidad.

- Ventilación de los recintos de centralización de contadores.

Para su adecuada ventilación, los locales técnicos, armarios exteriores o interiores y conductos técnicos de centralización de contadores, deberán disponer de una abertura de ventilación situada en su parte inferior y otra situada en su parte superior. Las aberturas de ventilación podrán ser por orificio o por conducto.

Las aberturas de ventilación deberán ser preferentemente directas, es decir, deben comunicar con el exterior o con un patio de ventilación.

Las aberturas de ventilación se protegerán con una rejilla fija. La ventilación directa de los armarios situados en el exterior también se podrá realizar a través de la parte inferior y superior de su propia puerta.

Cuando el local técnico o armario de centralización de contadores esté situado en un primer sótano, la puerta del local o armario deberá ser estanca. Las aberturas se colocarán de forma que se favorezca la renovación de aire del recinto, y no se utilizará la ventilación indirecta.

- Conducciones ajenas que atraviesan el recinto de centralización de contadores.

Se deberá evitar que una conducción ajena a la instalación de gas discurra vista por el recinto de centralización de contadores. Cuando esto no se pueda evitar, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- La conducción que lo atraviere no tendrá accesorios o juntas desmontables y los puntos de penetración y salida serán estancos. Si se trata de tubos de plomo o de material plástico deberán estar, además, envainados o alojados en el interior de un conducto.

- Las conducciones vistas de suministro eléctrico se alojarán en una vaina continua de acero.

- La conducción no obstaculizará las ventilaciones del recinto ni la operación y mantenimiento de la instalación de gas (llaves, reguladores, contadores, etc).

### 9.3. INSTALACION DE UN SOLO CONTADOR.

- Instalación del contador en un armario o nicho.

El contador estará contenido en un armario, empotrado o adosado, situado preferentemente en la fachada o muro límite de la propiedad de la vivienda o del local privado, tendrá las dimensiones suficientes para alojar tanto al contador como a los elementos y accesorios asociados, y permitirá efectuar con normalidad su lectura y los trabajos de mantenimiento, conservación o sustitución de los mismos.

Si el armario se instala empotrado, una vez colocado el mismo en el hueco correspondiente, se rellenarán con mortero de cemento o un producto similar los intersticios existentes entre el armario y el hueco que lo contiene.

Los armarios o nichos se podrán construir con material metálico o con materiales plásticos de calidad mínima M2 según la Norma UNE 23727, o en obra de fábrica enlucida interiormente.

**- Instalación del contador en el interior de vivienda o local.**

En estos casos, no será preciso que el contador esté alojado en un armario o nicho. No obstante, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El contador se situará lo más cerca posible del punto de penetración de la tubería en la vivienda (galería o local donde se instalen los aparatos a gas).
- Si se instala en el interior de un local, éste ha de tener algún tipo de ventilación permanente, directa o indirecta, con el exterior o con un patio de ventilación.
- No se instalará el contador en dormitorios y en locales de baño o ducha.
- No se instalará el contador a mayor altura de los fuegos de una cocina o encimera, salvo que se encuentre a una distancia mayor o igual de 40 cm de dicha cocina o se coloque una pantalla de protección.
- No se instalará el contador a menos de 20 cm de mecanismos eléctricos o de aparatos de producción de agua caliente sanitaria y calefacción.
- Cuando estas distancias no se puedan respetar, se intercalará una pantalla protectora que cubra totalmente la proyección lateral del contador.

## **10. INSTALACION Y CONEXION DE LOS APARATOS A GAS.**

Los aparatos a gas deberán cumplir las disposiciones y reglamentos que les sean de aplicación.

La conexión de los aparatos a las instalaciones receptoras se efectuarán según lo que establezca la legislación vigente y siguiendo las instrucciones del fabricante.

Además, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Los aparatos de circuito abierto conducidos y los aparatos de circuito estanco serán fijos.
- La proyección del extremo más próximo de cualquier aparato a gas situado a mayor altura que un aparato de cocción (sea a gas o no), guardará una distancia horizontal mínima de 0,40 m con los extremos del aparato de cocción, a no ser que entre ambos se encuentre intercalada una pantalla protectora.

Los aparatos fijos se podrán conectar a la instalación receptora mediante conexión rígida o conexión flexible de acero inoxidable. En los aparatos suministrados con GLP, además, se podrá utilizar conexión flexible metálica ondulada de acero inoxidable.

Los aparatos móviles se podrán conectar a la instalación receptora mediante conexión flexible espirometálica con enchufe de seguridad o conexión flexible de acero inoxidable con enchufe de seguridad. Los aparatos conectados directamente a depósitos móviles de GLP de contenido inferior o igual a 15 kg se podrán unir mediante conexión flexible de acero inoxidable (UNE 60713-2) o conexión flexible metálica ondulada de acero inoxidable. Los aparatos para uso colectivo o comercial se podrán unir mediante conexión flexible de elastómero con armadura interna o externa.

Los mecheros y sopletes se podrán unir mediante conexión flexible espirometálica con enchufe de seguridad, conexión flexible de acero inoxidable con enchufe de seguridad, conexión flexible de elastómero con armadura interna o externa o conexión flexible de elastómero. En los mecheros, además, se podrá utilizar conexión flexible metálica ondulada de acero inoxidable.



## 11. CONFIGURACION, VENTILACION Y EVACUACION DE LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTION EN LOCALES DESTINADOS A CONTENER APARATOS A GAS.

Sólo se instalarán aparatos de circuito abierto de evacuación no conducida (aparatos tipo A), en locales no considerados como zona exterior, en los siguientes casos:

- Aparatos de cocción y preparación de alimentos o bebidas (cocinas, hornos, cafeteras, barbacoas, etc).
- Aparatos de calefacción que utilicen directamente el calor generado para calentar el local donde se hallen instalados.
- Otros aparatos que incorporen quemadores de gas y de consumo calorífico nominal inferior a 4,65 kW (refrigeradores, etc), a excepción de aparatos de producción de agua caliente sanitaria por acumulación, que no se instalarán en ningún caso.

Los aparatos de circuito abierto de evacuación conducida y tiro natural que no estén provistos de dispositivo de seguridad antirrevoco sólo se instalarán en zona exterior o local independiente adecuadamente ventilado.

Las calderas para calefacción y/o producción de agua caliente sanitaria y/o los equipos de absorción de llama directa para refrigeración, ubicados en un mismo local, cuya suma de potencias útiles nominales sea superior a 70 kW se ubicarán en una sala de máquinas.

### 11.1. LOCALES DONDE SE UBICAN APARATOS A GAS.

En los locales que estén situados a un nivel inferior a un primer sótano no se instalarán aparatos a gas. Cuando el gas sea más denso que el aire, tampoco se instalarán en un primer sótano.

Los locales destinados a dormitorio y los locales de baño, ducha o aseo, no tendrán aparatos a gas de circuito abierto.

Los aparatos a gas de circuito abierto conducido para locales de uso doméstico se instalarán en galerías, terrazas, recintos exclusivos para estos aparatos, o en otros locales de uso restringido (lavaderos, garajes, etc). También se podrán instalar este tipo de aparatos en cocinas, siempre que se apliquen las medidas necesarias que impidan la interacción entre los dispositivos de extracción mecánica de la cocina y el sistema de evacuación de los productos de la combustión. No obstante, estas limitaciones no son de aplicación a los aparatos de uso exclusivo para la producción de agua caliente sanitaria.

Los locales donde se instalen aparatos a gas de circuito abierto no conducidos (tipo A) tendrán un volumen bruto mínimo adecuado.

Los locales que alojen aparatos de fuegos abiertos que no estén provistos de dispositivo de seguridad por extinción o detección de llama en todos sus quemadores dispondrán de ventilación rápida (0,4 m²).

Las instalaciones de calderas a gas para calefacción y/o agua caliente de potencia útil superior a 70 kW se realizarán, en cuanto a los requisitos de seguridad exigibles a los locales y recintos que alberguen calderas de agua caliente o vapor, conforme a la norma UNE 60601.

### 11.2. ESPACIOS DESTINADOS A VENTILACION.

Se considera como zona exterior un local (galería, terraza o balcón), si dispone de una abertura permanentemente abierta que dé directamente al exterior o a un patio de ventilación, cuya superficie libre sea como mínimo de 1,5 m², y cuyo borde superior esté situado a una distancia inferior o igual a 0,40 m del techo de dicho local.

Se consideran patio de ventilación aquel patio que tenga una superficie mínima en planta

de 4 m<sup>2</sup> en edificios de nueva edificación, siendo la dimensión del lado menor como mínimo de 1 m. En caso de contar en su parte superior con un techado, éste debe dejar libre una superficie permanente de comunicación con el exterior de al menos 2 m<sup>2</sup>.

Aquellos patios de ventilación destinados a la evacuación de los productos de combustión de aparatos conducidos, deben tener como mínimo una superficie en planta, medida en m<sup>2</sup>, igual a 0,5 N<sub>T</sub>, con un mínimo de 4 m<sup>2</sup>, siendo N<sub>T</sub> el número total de locales que puedan contener aparatos conducidos que desemboquen en el patio. En caso de patios de ventilación en edificios de nueva edificación, la superficie mínima en planta será igual a 1 N<sub>T</sub>, y siempre mayor que 6 m<sup>2</sup>. Además, si el patio está cubierto en su parte superior con un techado, éste debe dejar libre una superficie permanente de comunicación con el exterior del 25 % de su sección en planta, con un mínimo de 4 m<sup>2</sup>.

### 11.3. VENTILACION DE LOCALES QUE CONTIENEN APARATOS A GAS DE CIRCUITO ABIERTO.

La ventilación de estos locales se puede realizar de forma directa, a través de una abertura permanente practicada en una pared, puerta o ventana, que dé directamente al exterior o al patio de ventilación, mediante un conducto individual horizontal o vertical que asegure la circulación del aire por tiro natural o mediante ventilador mecánico, o mediante un conducto colectivo por circulación de aire ascendente.

La ventilación también se podrá realizar de forma indirecta a través de un local contiguo (que no sea dormitorio, cuarto de baño, de ducha o aseo) y que disponga de ventilación directa.

Cuando la ventilación del local se realice a través de aberturas, éstas tendrán, tanto para ventilación directa como indirecta, una superficie de al menos 5 cm<sup>2</sup>/kW, con un mínimo de 125 cm<sup>2</sup>.

Cuando la ventilación del local se efectúe mediante un conducto individual o colectivo horizontal de más de 3 m de longitud, la sección libre mínima se incrementará en un 50 %. En caso de existir dos ventilaciones en el local, ninguna de ellas tendrá una superficie inferior a 50 cm<sup>2</sup>.

### 11.4. EVACUACION DE LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTION DE LOS APARATOS CONducidos.

La evacuación de los productos de la combustión de los aparatos de circuito abierto conducidos (tipo B) y de circuito estanco (tipo C) se realizará a través de conducto de evacuación.

En edificios de nueva construcción los sistemas de evacuación de los productos de la combustión se realizarán siguiendo las siguientes indicaciones:

- Aparatos conducidos de tiro natural.
  - Calentadores con Q<sub>n</sub> > 24,4 kW, calderas y otros aparatos: Conducto vertical a cubierta.
  - Calentadores con Q<sub>n</sub> ≤ 24,4 kW: Conducto a cubierta o conducto con salida directa al exterior o a patio de ventilación.
- Aparatos conducidos de tiro forzado o aparatos de circuito estanco.
  - Conducto a cubierta o conducto con salida directa al exterior o a patio de ventilación.

En edificaciones existentes que se reformen, si disponen de conducto de evacuación adecuado al nuevo aparato a conectar y si éste reúne las condiciones establecidas en la reglamentación vigente, la evacuación de los productos de la combustión se realizará por el conducto existente.

En edificios de nuevas construcción y edificios rehabilitados, cuando dispongan de chimeneas para la evacuación de los productos de la combustión, éstas se diseñarán y calcularán de acuerdo con los procedimientos descritos en las normas UNE 123001, UNE-EN

13384-1 y UNE-EN 13384-2, y los materiales deberán ser conformes a la norma UNE-EN 1856-1 cuando éstos sean metálicos o a la norma NTE-ISH-74 cuando sean no metálicos.

## 12. PRUEBAS DE ESTANQUIDAD PARA LA ENTREGA DE LA INSTALACION RECEPTORA.

La instalación, antes de su puesta en servicio, se deberá someter a una prueba de estanquidad con resultado satisfactorio. No será necesario realizar la prueba de estanquidad a los conjuntos de regulación y a los contadores.

La prueba de estanquidad se realizará con aire o gas inerte, sin usar ningún otro tipo de gas o líquido, pudiéndose efectuar por tramos o de forma completa a toda la instalación receptora.

La presión mínima de ensayo es función de la futura presión de operación del tramo de instalación a prueba.

Antes de iniciar la prueba de estanquidad se deberá asegurar que están cerradas las llaves que delimitan la parte de la instalación a ensayar, así como que están abiertas las llaves intermedias.

Una vez alcanzado el nivel de presión necesario y transcurrido un tiempo prudencial para que se estabilice la temperatura, se realizará la primera lectura de la presión y se empezará a contar el tiempo del ensayo.

Seguidamente se deben maniobrar las llaves intermedias para verificar su estanquidad con relación al exterior, tanto en la posición de abiertas como en la de cerradas.

En el supuesto de que la prueba de estanquidad no dé resultado satisfactorio, se localizarán las fugas utilizando agua jabonosa o un producto similar, y se repetirá la prueba una vez eliminadas las mismas.

La prueba de estanquidad antes de la entrega de la instalación se realizará a las presiones que se indican a continuación. La prueba se considera correcta si no se observa una disminución de la presión, transcurrido el tiempo de prueba, desde el momento en que se efectuó la primera lectura.

<u>Presión de operación MOP (bar)</u> <u>prueba (min)</u>	<u>Presión de prueba (bar)</u>	<u>Tiempo de</u>
2 < MOP ≤ 5 m inst. indiv.)	> 1,40 MOP	60 (30 min < 20
0,1 < MOP ≤ 2	> 1,75 MOP	30
MOP ≤ 0,1 10 m)	> 2,5 MOP	15 (10 min <

La estanquidad de las uniones de los elementos que componen el conjunto de regulación y de las uniones de entrada y salida, tanto del regulador como de los contadores, se deberá comprobar a la presión de operación correspondiente mediante detectores de gas, aplicación de agua jabonosa, u otro método similar.

## 13. COMPROBACIONES PARA LA PUESTA EN MARCHA DE LOS APARATOS A GAS.

Previamente a la puesta en marcha de un aparato a gas, se deberá comprobar que está preparado o es adecuado para el tipo de gas que se le va a suministrar, que el aparato lleva el marcado requerido por la legislación vigente y que el local cumple con los requisitos de la Norma UNE 60670.

Siempre se efectuarán las comprobaciones indicadas por el fabricante en el manual de instrucciones de cada aparato, y además las indicadas a continuación. Si no se obtienen

resultados positivos en todas las comprobaciones indicadas, la llave de aparato debe quedar cerrada, bloqueada y precintada.

- Aparatos de circuito abierto no conducidos (tipo A).
  - Cocinas, encimeras y hornos: Correcto montaje del aparato y estanquidad de la conexión del aparato.
  - Vitrocerámicas de fuegos cubiertos y generadores de aire caliente: Correcto montaje del aparato, estanquidad de la conexión del aparato y análisis de los productos de la combustión.
  - Aparatos suspendidos de calefacción por radiación: Correcto montaje del aparato, estanquidad de la conexión del aparato y medición del CO-ambiente.
  - Otros: Correcto montaje del aparato y estanquidad de la conexión del aparato.
- Aparatos de circuito abierto conducidos (tipo B).
  - Tiro natural: Correcto montaje del aparato, estanquidad de la conexión del aparato, análisis de los productos de la combustión y tiro del conducto de evacuación.
  - Tiro forzado: Correcto montaje del aparato, estanquidad de la conexión del aparato y análisis de los productos de la combustión.
- Aparatos de circuito estanco (tipo C): Correcto montaje del aparato, estanquidad de la conexión del aparato y análisis de los productos de la combustión.

#### 14. PUESTA EN SERVICIO.

En general, para la puesta en servicio de una instalación receptora se deberá comprobar que quedan cerradas, bloqueadas y precintadas las llaves de inicio de las instalaciones individuales que no se vayan a poner en servicio en ese momento, así como las llaves de conexión de aquellos aparatos de gas pendientes de instalación o pendientes de poner en marcha. Además, se taponarán dichas llaves en caso de que la instalación individual, o el aparato correspondiente, estén pendientes de instalación. Asimismo, se deberán purgar las instalaciones que van a quedar en servicio, asegurándose que al terminar no existe mezcla de aire-gas dentro de los límites de inflamabilidad en el interior de la instalación dejada en servicio.

#### 15. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES RECEPTORAS.

El titular de la instalación o en su defecto los usuarios, serán los responsables del mantenimiento, conservación, explotación y buen uso de la instalación de tal forma que se halle permanentemente en servicio, con el nivel de seguridad adecuado. Asimismo atenderán las recomendaciones que, en orden a la seguridad, les sean comunicadas por el suministrador.

Cada cinco años los distribuidores de gases combustibles por canalización deberán efectuar una inspección de las instalaciones receptoras de sus respectivos usuarios.

Los usuarios de las instalaciones receptoras no alimentadas desde redes de distribución son responsables de encargar una revisión periódica de su instalación, utilizando para dicho fin los servicios de una empresa instaladora de gas. Dicha revisión se realizará cada cinco años.

La puesta en marcha, mantenimiento y reparación de los aparatos de gas podrá realizarse por el servicio técnico del fabricante o por instaladores de gas.

## B.-ANEXO DE CALCULOS.

### Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Tuberías y válvulas.

$$Pa^2 - Pb^2 = 48,6 \times dc \times L \times Q^{1,82} \times D^{-4,82} \quad (1)$$

y para presiones relativas inferiores a 1500 mmca

$$Pa - Pb = 232000 \times dc \times L \times Q^{1,82} \times D^{-4,82} \quad (2)$$

$$v = (360,86 \times Q) / (Pm \times D^2)$$

Siendo:

Pa y Pb = Presiones absolutas en origen y extremo del conducto respectivamente, en Kg/cm<sup>2</sup> en (1) y en mmca en (2).

dc = Densidad corregida del gas.

L = Longitud equivalente de tubería o válvula (m).

Q = Caudal simultáneo o probable (m<sup>3</sup>/h).

D = Diámetro de tubería (mm).

v = Velocidad del gas (m/s).

Pm = Presión absoluta media en el tramo (Kg/cm<sup>2</sup>). (Pa + Pb) / 2.

Coefficientes de simultaneidad.

- Instalaciones individuales Viviendas:

$$Q_s = Q_1 + Q_2 + Q_3/2 + \dots + Q_n/2.$$

- Instalaciones individuales Locales:

$$Q_s = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n.$$

Siendo:

Q<sub>s</sub> = Caudal simultáneo o probable (m<sup>3</sup>/h).

Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub> = Caudales mayores alimentados por el tramo (m<sup>3</sup>/h).

Q<sub>3</sub>, ..., Q<sub>n</sub> = Resto de caudales alimentados por el tramo (m<sup>3</sup>/h).

- Instalaciones comunes:

$$Q_s = \sum_i N \times Q_{SV} \times S + \sum_i N \times Q_L.$$

Siendo:

Q<sub>s</sub> = Caudal simultáneo o probable del conjunto de viviendas y locales (m<sup>3</sup>/h).

Q<sub>SV</sub> = Caudal simultáneo o probable de viviendas (m<sup>3</sup>/h).

Q<sub>L</sub> = Caudal simultáneo o probable de locales (m<sup>3</sup>/h).

N = Nº de viviendas o locales del grupo considerado.

S = Coeficiente de simultaneidad por viviendas. Depende si en el grupo existe o no caldera de calefacción.

### Datos Generales

Tipo de gas : Gas natural.

- Densidad relativa aire : 0,56.

- Densidad corregida : 0,62.

- PCS (MJ/m<sup>3</sup> (s)) : 37,78.

Tipo de instalación : Edificio con contadores centralizados.

Velocidad máxima (m/s) : 20.

Pérdidas secundarias : 20%.

Presión relativa min. aparato (mmca) : 200.

Pérdidas de carga máximas :

- Desde acometida hasta regulador abonado (mmca) : 250.

- Desde salida regulador hasta último aparato (mmca) : 25.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Lreal(m)	Func.Tramo	Material	Pot. inst. (kW)	Pot. dis. (kW)	Qs(m³/h)	Dn(mm)	Dint(mm)	Pa-Pb (mmca)	Pa²-Pb² (Kg/cm²)	V(m/s)
1	1	2	0,48	Acometida	Polietil.		49	4,6691	32	26	0,2071		2,36
2	2	3		LLP			49	4,6691	25	27,3	0,0853		
3	3	4	0,69	Instal. común	Polietil.		49	4,6691	32	26	0,2977		2,36
4	4	5		LLP		34,89	38,379	3,6571	25	27,3	0,0547		
6	7	8	1,38	Der. individual	Cobre	34,89	38,379	3,6571	22	20	1,3517		3,22
7	8	9		LLP		34,89	38,379	3,6571	20	21,7	0,1653		
15	9	15	0,84	Ramal interior	Cobre	34,89	38,379	3,6571	22	20	0,8228		3,23
9	6	7	3,2	Montante	Cobre	34,89	38,379	3,6571	22	20	3,1344		3,22
10	5	11		RP		34,89	38,379	3,6571					
11	11	12		LP		34,89	38,379	3,6571					
12	12	13		Contador		34,89	38,379	3,6571			5		
13	13	6	11,01	Ramal interior	Cobre	34,89	38,379	3,6571	22	20	10,7807		3,22
13	10	14	0,28	Ramal interior	Cobre	34,89	38,379	3,6571	15	13	2,1873		7,64*
14	14	15		LLP		34,89	38,379	3,6571	20	21,7	0,1653		

Nudo	Aparato	Cota sobre planta(m)	Cota total (m)	Pr(mmca)	Pab (Kg/cm²)	Caudal (m³/h)	Potencia (kW)
1	CRED	0	0	550	1,055	0	
2		0	0	549,793	1,05498	0	
3		0	0	549,708	1,05497	0	
4		0	0	549,41	1,05494	0	
5		0	0	549,355	1,05494	0	
6		2,8	2,8	234,219	1,02342	0	
7		0	6	231,085	1,02311	0	
8		0	6	229,733	1,02297	0	
9		0	6	229,568	1,02296	0	
10	Calentador 15 l/min	0	6	226,393*	1,02264	3,657	34,89
11		0	0	250	1,025	0	
12		0	0	250	1,025	0	
13		0	0	245	1,0245	0	
14		0	6	228,58	1,02286	0	
15		0	6	228,745	1,02287	0	

NOTA:

- \* Rama de mayor velocidad o nudo de menor presión dinámica.

#### 5.4.6.-INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

## **2 VPO IMV C/Zamorano 68, Málaga**

Contacto:  
Nº de encargo:  
Empresa:  
Nº de cliente:

Fecha: 20.01.2010  
Proyecto elaborado por:



Estudio Tecton

Plaza de la Marina Nº1 3ºizq. 29015 Málaga

Proyecto elaborado por

Teléfono

Fax

e-Mail

## Índice

### 2 VPO IMV C/Zamorano 68, Málaga

Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
<b>LAMP 9242640 LUM. KONIC G24Q-2 2X18W/E H155</b>	
Tabla UGR	4
Hoja de datos Deslumbramiento	5
<b>PORTAL</b>	
Resumen	6
Lista de luminarias	7
Planta	8
Resultados luminotécnicos	9
Rendering (procesado) en 3D	10

Estudio Tecton

Plaza de la Marina Nº1 3ºizq. 29015 Málaga

Proyecto elaborado por

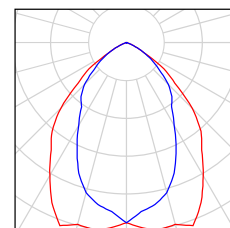
Teléfono

Fax

e-Mail

## 2 VPO IMV C/Zamorano 68, Málaga / Lista de luminarias

3 Pieza LAMP 9242640 LUM. KONIC G24Q-2 2X18W/E  
H155  
Nº de artículo: 9242640  
Flujo luminoso de las luminarias: 2400 lm  
Potencia de las luminarias: 38.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 68 96 100 100 78  
Armamento: 2 x DULUX D/E 18 W/21-840  
(Factor de corrección 1.000).



Estudio Tecton

Proyecto elaborado por

Teléfono

Fax

e-Mail

Plaza de la Marina Nº1 3º izq. 29015 Málaga

**LAMP 9242640 LUM. KONIC G24Q-2 2X18W/E H155 / Tabla UGR**

Luminaria: LAMP 9242640 LUM. KONIC G24Q-2 2X18W/E H155

Lámparas: 2 x DULUX D/E 18 W/21-840

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X                  Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	21.3	22.3	21.6	22.5	22.7	19.9	21.0	20.2	21.2	21.4
	3H	21.3	22.2	21.6	22.4	22.7	20.0	20.9	20.3	21.2	21.4
	4H	21.2	22.1	21.5	22.3	22.6	19.9	20.8	20.3	21.0	21.3
	6H	21.1	21.9	21.5	22.2	22.5	19.9	20.6	20.2	20.9	21.2
	8H	21.1	21.9	21.5	22.1	22.5	19.8	20.6	20.2	20.9	21.2
	12H	21.1	21.8	21.4	22.1	22.4	19.8	20.5	20.1	20.8	21.1
4H	2H	21.3	22.2	21.6	22.4	22.7	20.1	21.0	20.4	21.2	21.5
	3H	21.3	22.0	21.7	22.4	22.7	20.2	20.9	20.5	21.2	21.5
	4H	21.3	21.9	21.7	22.2	22.6	20.1	20.7	20.5	21.1	21.4
	6H	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5	20.1	20.6	20.5	21.0	21.3
	8H	21.2	21.7	21.6	22.0	22.4	20.0	20.5	20.4	20.9	21.3
	12H	21.1	21.6	21.6	22.0	22.4	20.0	20.4	20.4	20.8	21.2
8H	4H	21.2	21.7	21.6	22.0	22.5	20.0	20.5	20.5	20.9	21.3
	6H	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4	20.0	20.3	20.4	20.8	21.2
	8H	21.1	21.4	21.5	21.8	22.3	19.9	20.2	20.4	20.7	21.2
	12H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	19.9	20.2	20.4	20.6	21.1
12H	4H	21.1	21.6	21.6	22.0	22.4	20.0	20.4	20.4	20.8	21.3
	6H	21.1	21.4	21.5	21.8	22.3	19.9	20.2	20.4	20.7	21.2
	8H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	19.9	20.2	20.4	20.6	21.1
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.7 / -1.1					+0.9 / -1.3				
S = 1.5H		+2.3 / -4.6					+1.7 / -3.5				
S = 2.0H		+4.0 / -7.9					+2.9 / -7.0				
Tabla estándar		BK00					BK01				
Sumando de corrección		2.1					1.3				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.

Estudio Tecton

Plaza de la Marina Nº1 3ºizq. 29015 Málaga

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## LAMP 9242640 LUM. KONIC G24Q-2 2X18W/E H155 / Hoja de datos Deslumbramiento

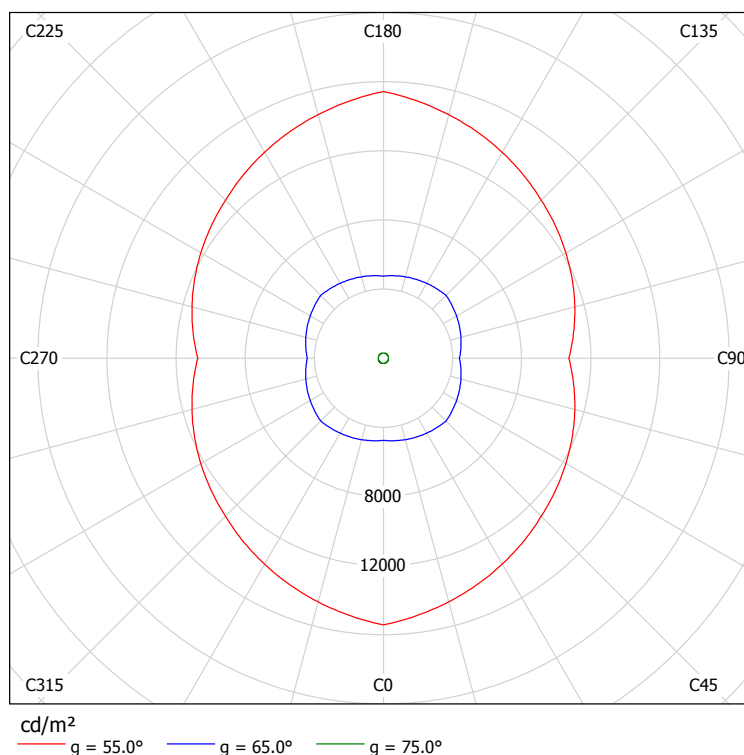
Luminaria: LAMP 9242640 LUM.  
KONIC G24Q-2 2X18W/E H155

Lámparas: 2 x DULUX D/E 18  
W/21-840

### Valoración de deslumbramiento según UGR

ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	21.3	22.3	21.6	22.5	22.7	19.9	21.0	20.2	21.2	21.4
	3H	21.3	22.2	21.6	22.4	22.7	20.0	20.9	20.3	21.2	21.4
	4H	21.2	22.1	21.5	22.3	22.6	19.9	20.8	20.3	21.0	21.3
	6H	21.1	21.9	21.5	22.2	22.5	19.9	20.6	20.2	20.9	21.2
	8H	21.1	21.9	21.5	22.1	22.5	19.8	20.6	20.2	20.9	21.2
	12H	21.1	21.8	21.4	22.1	22.4	19.8	20.5	20.1	20.8	21.1
4H	2H	21.3	22.2	21.6	22.4	22.7	20.1	21.0	20.4	21.2	21.5
	3H	21.3	22.0	21.7	22.4	22.7	20.2	20.9	20.5	21.2	21.5
	4H	21.3	21.9	21.7	22.2	22.6	20.1	20.7	20.5	21.1	21.4
	6H	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5	20.1	20.6	20.5	21.0	21.3
	8H	21.2	21.7	21.6	22.0	22.4	20.0	20.5	20.4	20.9	21.3
	12H	21.1	21.6	21.6	22.0	22.4	20.0	20.4	20.4	20.8	21.2
8H	4H	21.2	21.7	21.6	22.0	22.5	20.0	20.5	20.5	20.9	21.3
	6H	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4	20.0	20.3	20.4	20.8	21.2
	8H	21.1	21.4	21.5	21.8	22.3	19.9	20.2	20.4	20.7	21.2
	12H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	19.9	20.2	20.4	20.6	21.1
12H	4H	21.1	21.6	21.6	22.0	22.4	20.0	20.4	20.4	20.8	21.3
	6H	21.1	21.4	21.5	21.8	22.3	19.9	20.2	20.4	20.7	21.2
	8H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	19.9	20.2	20.4	20.6	21.1
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H S = 1.5H S = 2.0H	+0.7 / -1.1 +2.3 / -4.6 +4.0 / -7.9					+0.9 / -1.3 +1.7 / -3.5 +2.9 / -7.0					
Tabla estándar Sumando de corrección	BK00 2.1					BK01 1.3					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.



Estudio Tecton

Plaza de la Marina Nº1 3º izq. 29015 Málaga

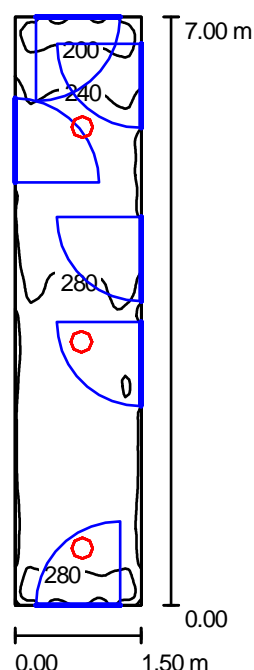
Proyecto elaborado por

Teléfono

Fax

e-Mail

## PORTAL / Resumen



Pag. 405 de 480

Altura del local: 2.900 m, Altura de montaje: 3.010 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:90

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	273	180	348	0.660
Suelo	68	273	186	339	0.683
Techo	78	170	112	220	0.656
Paredes (4)	78	230	113	523	/

**Plano útil:**

Altura: 0.000 m  
 Trama: 32 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	3	LAMP 9242640 LUM. KONIC G24Q-2 2X18W/E H155 (1.000)	2400	38.0
Total:			7200	114.0

Valor de eficiencia energética:  $10.86 \text{ W/m}^2 = 3.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.50 \text{ m}^2$ )

Estudio Tecton

Plaza de la Marina Nº1 3ºizq. 29015 Málaga

Proyecto elaborado por

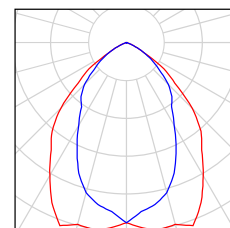
Teléfono

Fax

e-Mail

## PORTAL / Lista de luminarias

3 Pieza LAMP 9242640 LUM. KONIC G24Q-2 2X18W/E  
H155  
Nº de artículo: 9242640  
Flujo luminoso de las luminarias: 2400 lm  
Potencia de las luminarias: 38.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 68 96 100 100 78  
Armamento: 2 x DULUX D/E 18 W/21-840  
(Factor de corrección 1.000).



Estudio Tecton

Plaza de la Marina Nº1 3ºizq. 29015 Málaga

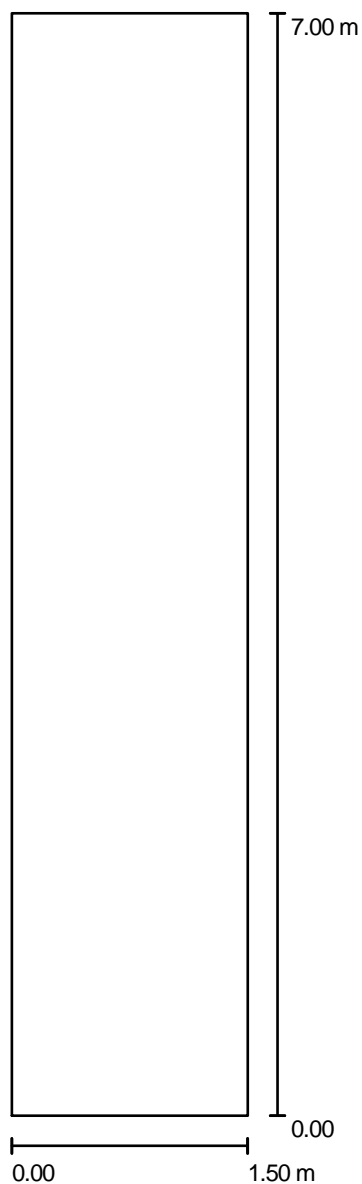
Proyecto elaborado por

Teléfono

Fax

e-Mail

## PORTAL / Planta



Pag. 407 de 480

Escala 1 : 48

Estudio Tecton

Plaza de la Marina Nº1 3º izq. 29015 Málaga

Proyecto elaborado por

Teléfono

Fax

e-Mail

**PORTAL / Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 7200 lm  
 Potencia total: 114.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	119	154	273	/	/
Suelo	119	153	273	68	59
Techo	0.00	170	170	78	42
Pared 1	76	191	267	78	66
Pared 2	70	169	239	78	59
Pared 3	26	138	164	78	41
Pared 4	63	165	228	78	57

Simetrías en el plano útil

 $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.660 (1:2) $E_{\min} / E_{\max}$ : 0.518 (1:2)Valor de eficiencia energética:  $10.86 \text{ W/m}^2 = 3.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.50 \text{ m}^2$ )

Pag. 408 de 480



Estudio Tecton

Plaza de la Marina Nº1 3ºizq. 29015 Málaga

Proyecto elaborado por

Teléfono

Fax

e-Mail

## PORTAL / Rendering (procesado) en 3D



Pag. 409 de 480

## **5.5.- EFICIENCIA ENERGÉTICA**

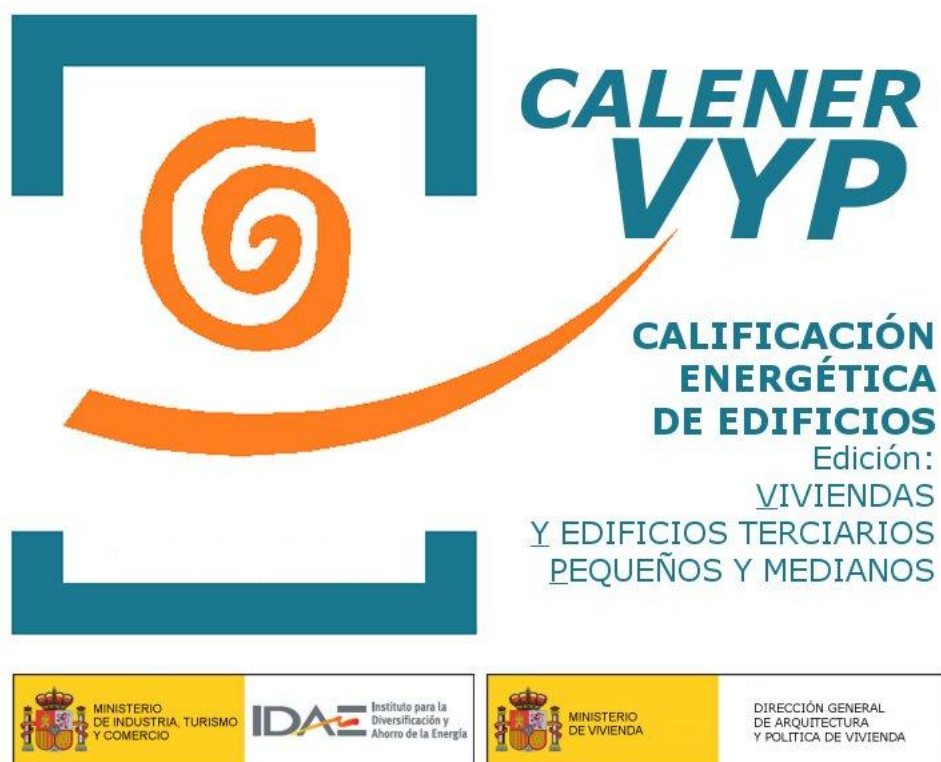
### **5.5.1.-INFORME DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA. CALENER VYP**

### **5.5.2.-CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE PROYECTO DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA**

### 5.5.1.-INFORME DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA. CALENER VYP


# Calificación Energética

---




**Proyecto: Edificio de 2 viviendas (VPO)**

**Fecha: 08/02/2010**

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Edificio de 2 viviendas (VPO)	
	<b>Localidad</b> Málaga	<b>Comunidad</b> Andalucía

## 1. DATOS GENERALES

<b>Nombre del Proyecto</b> Edificio de 2 viviendas (VPO)	
<b>Localidad</b> Málaga	<b>Comunidad Autónoma</b> Andalucía
<b>Dirección del Proyecto</b> Calle Zamorano Nº68	
<b>Autor del Proyecto</b> Juan Manuel Sánchez la Chica, Adolfo de la Torre Prieto	
<b>Autor de la Calificación</b>	
<b>E-mail de contacto</b>	<b>Teléfono de contacto</b>
<b>Tipo de edificio</b> Bloque	

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
	Localidad Málaga	Comunidad Andalucía

## 2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

### 2.1. Espacios


Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m²)	Altura (m)
ESP-17898	00	Nivel de estanqueidad 4	3	7.23	3.40
ESP-1786B	00	Residencial	3	12.75	3.40
ESP-1787B	00	Residencial	3	68.25	3.40
ESP-178FF	01	Residencial	3	31.76	3.20
ESP-17914	01	Residencial	3	3.31	3.20
ESP-178F1	01	Residencial	3	4.28	3.20
ESP-17921	01	Residencial	3	23.07	3.20
ESP-17933	01	Residencial	3	10.00	3.20
ESCALERA	01	Residencial	3	15.82	3.20
CASETÓN	02	Residencial	3	15.82	2.50
ESP-17CE3	02	Nivel de estanqueidad 4	3	19.32	2.25
ESP-17CC6	02	Nivel de estanqueidad 4	3	35.51	2.25

Pag. 414 de 480


### 2.2. Cerramientos opacos

#### 2.2.1 Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)
Plaqueta o baldosa de gres	2.300	2500.00	1000.00	-	30
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.550	1125.00	1000.00	-	10
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2.300	2400.00	1000.00	-	80

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
	Localidad Málaga	Comunidad Andalucía

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2	0.034	37.50	1000.00	-	100
Polipropileno [PP]	0.220	910.00	1800.00	-	10000
Lámina Bituminosa AD	0.130	1650.00	1000.00	-	1
Hormigón celular curado en autoclave d 700	0.200	700.00	1000.00	-	6
FR Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	1.947	1670.00	1000.00	-	10
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.570	1150.00	1000.00	-	6
Teja de arcilla cocida	1.000	2000.00	800.00	-	30
Asfalto	0.700	2100.00	1000.00	-	50000
Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 m	0.228	670.00	1000.00	-	10
Betún fieltro o lámina	0.230	1100.00	1000.00	-	50000
Gres cuarzoso 2600 < d < 2800	2.600	2700.00	1000.00	-	30
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.700	1350.00	1000.00	-	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.300	625.00	1000.00	-	10
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.250	825.00	1000.00	-	4
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.041	40.00	1000.00	-	1
Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm	-	-	-	1.00	-
Acero	50.000	7800.00	450.00	-	1e+30
Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	-	-	-	1.00	-
1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80	0.567	1020.00	1000.00	-	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y	1.800	2100.00	1000.00	-	10
Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0.427	920.00	1000.00	-	10
Arena y grava [1700 < d < 2200]	2.000	1450.00	1050.00	-	50
Polietileno alta densidad [HDPE]	0.500	980.00	1800.00	-	100000
Con capa de compresión -Canto 200 mm	1.404	1810.00	1000.00	-	80
Hormigón en masa 2000 < d < 2300	1.650	2150.00	1000.00	-	70

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
	Localidad Málaga	Comunidad Andalucía


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)
Subcapa fieltro	0.050	120.00	1300.00	-	15
Tierra apisonada adobe bloques de tierra co	1.100	1885.00	1000.00	-	1

## 2.2.2 Composición de Cerramientos


Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
S7_Techo_vivienda-Cubierta_plana	0.57	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.050
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.	0.040
		Polipropileno [PP]	0.002
		Lámina Bituminosa AD	0.004
		Hormigón celular curado en autoclave d 700	0.020
		FR Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0.300
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.015
S6'_Cubierta_Inclinada	2.23	Teja de arcilla cocida	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Asfalto	0.020
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.040
		Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 mm <	0.040
S6_Techo_vivienda-Cubierta_Inclinad	0.62	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.	0.040
		Betún fieltro o lámina	0.020
		FR Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0.300
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.020

Pag. 416 de 480




 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
	Localidad Málaga	Comunidad Andalucía

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
S3_Suelo_vivienda-Vivienda	1.68	Gres cuarzoso 2600 < d < 2800	0.016
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.050
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.050
		FR Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0.300
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.020
P6_Particion_int_6	0.44	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.040
		Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015
P4_Particion_int_4	0.31	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.040
		Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm	0.000
		Acero	0.008
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015
P1_Particion_int_1	0.23	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.040
		Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm	0.000
		Acero	0.008
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.040
		Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015
M3_Medianera_3	0.41	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80 mm	0.115

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
	Localidad Málaga	Comunidad Andalucía

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
M3_Medianera_3	0.41	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.010
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0.000
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.040
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015
M1_Medianera_1	0.41	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	0.115
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.010
		Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm	0.000
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.040
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015
F2_Cerramiento_Cubierta_Inclinada	2.22	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0.110
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
F1_Capuchina-Pladur	0.29	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	0.115
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.010
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.040
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0.000
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015
S1_Vivienda-Terreno_Natural	0.49	Gres cuarzoso 2600 < d < 2800	0.016
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		Arena y grava [1700 < d < 2200]	0.050
		Polietileno alta densidad [HDPE]	0.002

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
	Localidad Málaga	Comunidad Andalucía

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
S1_Vivienda-Terreno_Natural	0.49	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.	0.030
		Con capa de compresión -Canto 200 mm	0.200
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.400
		Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0.100
		Polietileno alta densidad [HDPE]	0.002
		Arena y grava [1700 < d < 2200]	0.500
		Subcapa fieltro	0.003
		Tierra apisonada adobe bloques de tierra compri	0.250

## 2.3. Cerramientos semitransparentes

### 2.3.1 Vidrios


Nombre	U (W/m²K)	Factor solar
VER_ML_661a	5.40	1.00

### 2.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)
VER_Normal sin rotura de puente térmico	5.70


### 2.3.3 Huecos

Nombre	V1_VENTANAS
Acristalamiento	VER_ML_661a
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Edificio de 2 viviendas (VPO)	
	<b>Localidad</b> Málaga	<b>Comunidad</b> Andalucía

<b>% Hueco</b>	15.00
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	9.00
<b>U (W/m²K)</b>	5.45
<b>Factor solar</b>	0.87

<b>Nombre</b>	P1_PUERTA_LAVADERO
<b>Acristalamiento</b>	VER_ML_661a
<b>Marco</b>	VER_Normal sin rotura de puente térmico
<b>% Hueco</b>	60.00
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	50.00
<b>U (W/m²K)</b>	5.58
<b>Factor solar</b>	0.50

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
	Localidad Málaga	Comunidad Andalucía

### 3. Sistemas


<b>Nombre</b>	Sistema de agua caliente sanitaria
<b>Tipo</b>	agua caliente sanitaria
<b>Nombre Equipo</b>	Equipo: EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto
<b>Tipo Equipo</b>	Caldera eléctrica o de combustible
<b>Nombre demanda ACS</b>	Demanda de agua caliente sanitaria
<b>Nombre equipo acumulador</b>	Equipo: Acumulador de agua caliente
<b>Porcentaje abastecido con energia solar</b>	80.00
<b>Temperatura impulsión (°C)</b>	60.0
<b>Multiplicador</b>	2

Pag. 421 de 480

### 4. Equipos

<b>Nombre</b>	Equipo: Acumulador de agua caliente
<b>Tipo</b>	Acumulador Agua Caliente
<b>Volumen del deposito (L)</b>	125.00
<b>Coeficiente de pérdidas global del depósito, UA</b>	1.00
<b>Temperatura de consigna baja del depósito (°C)</b>	60.00
<b>Temperatura de consigna alta del deposito (°C)</b>	80.00

<b>Nombre</b>	Equipo: EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto
---------------	---

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
	Localidad Málaga	Comunidad Andalucía


<b>Tipo</b>	Caldera eléctrica o de combustible
<b>Capacidad nominal (kW)</b>	23.70
<b>Rendimiento nominal</b>	0.86
<b>Capacidad en función de la temperatura de impulsión</b>	cap_T-EQ_Caldera-unidad
<b>Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión</b>	ren_T-EQ_Caldera-unidad
<b>Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia</b>	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-unidad
<b>Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo</b>	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-ACS-Convencional-Defecto
<b>Tipo energía</b>	Gas Natural

Pag. 422 de 480

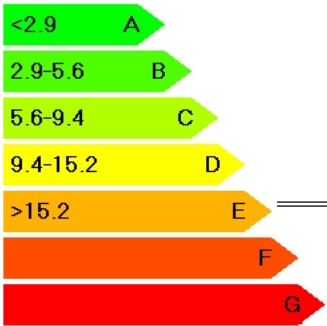


## 5. Justificación

### 5.1. Contribución solar

Nombre	Contribución Solar Minima	Contribución Solar Minima HE-4
Sistema de agua caliente sanitaria	80.0	60.0

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Edificio de 2 viviendas (VPO)	
	Localidad Málaga	Comunidad Andalucía

## 6. Resultados

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
						
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	19.3	3589.9	E	26.6	4922.2
Demanda refrigeración	C	13.7	2535.1	C	13.9	2572.1
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	7.5	1387.8	E	8.5	1572.9
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	D	5.2	962.2	D	5.3	980.7
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	E	3.2	592.1	D	1.9	351.6
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			2942.2			2905.2

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	49.9	9242.5	52.7	9748.4
Consumo energía primaria (kWh)	65.2	12062.8	68.1	12609.8
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	15.9	2942.2	15.7	2905.2

**5.5.2.-CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE PROYECTO DE LA JUNTA DE ANDALUCIA**



## CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL PROYECTO / EDIFICIO TERMINADO

Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción (BOE nº 27 de 31 de enero de 2007).

Orden de 25 de Junio de 2008 (BOJA nº 145 de fecha 22 de Julio de 2008)

<b>1</b>	<b>DATOS IDENTIFICATIVOS DEL EDIFICIO</b>						
USO DEL EDIFICIO *: <input type="text" value="2) edificios de viviendas"/>							
DIRECCIÓN:							
Tipo de vía		Nombre		Nº	Bloque	Escalera	Piso
<input type="text" value="CALLE"/>		<input type="text" value="ZAMORANO"/>		<input type="text" value="68"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
PROVINCIA: <input type="text" value="MALAGA"/>		LOCALIDAD: <input type="text" value="MALAGA"/>		CP: <input type="text"/>			

\* (1) viviendas unifamiliares de distintos tipos, edificios de viviendas, oficinas, centros de enseñanza, hospitales, hoteles y restaurantes, instalaciones deportivas, edificios comerciales y otros tipos de edificios.

<b>2</b>	<b>DATOS DE LA PERSONA PROYECTISTA FIRMANTE DE ESTE CERTIFICADO</b>		
APELLIDOS Y NOMBRE: <input type="text" value="SANCHEZ"/>		<input type="text" value="LA CHICA"/>	<input type="text" value="JUAN MANUEL"/>
COLEGIO: <input type="text" value="MÁLAGA"/>		Nº COLEGIADO/A: <input type="text" value="1054"/>	
D.N.I.: <input type="text" value="25665505N"/>			

(2) Sólo para certificados de proyectos

Pág. 425 de 480

<b>3</b>	<b>DATOS DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA FIRMANTE DE ESTE CERTIFICADO</b>		
DIRECTOR/A DE OBRA			
APELLIDOS Y NOMBRE: <input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>
COLEGIO: <input type="text"/>		Nº COLEGIADO/A: <input type="text"/>	
D.N.I.: <input type="text"/>			
DIRECTOR/A DE EJECUCIÓN DE LA OBRA			
APELLIDOS Y NOMBRE: <input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>
COLEGIO: <input type="text"/>		Nº COLEGIADO/A: <input type="text"/>	
D.N.I.: <input type="text"/>			

(3) Sólo para certificados de edificios terminados

<b>4</b>	<b>NORMATIVA ENERGÉTICA DE APLICACIÓN</b>
EDIFICACIÓN: <input checked="" type="checkbox"/> CTE (2006) <input type="checkbox"/> Otro <input type="text"/>	
INSTALACIONES TÉRMICAS: <input type="checkbox"/> RITE (1998) <input checked="" type="checkbox"/> RITE (2007) <input type="checkbox"/> Otro <input type="text"/>	
OTRAS: Ordenanzas Municipales, etc. <input type="text"/>	

<b>5</b>	<b>OPCIÓN ELEGIDA PARA OBTENER LA CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>
<input checked="" type="checkbox"/> General Programa Informático utilizado: <input type="checkbox"/> de Referencia (CALENER) Versión <input checked="" type="checkbox"/> VYP <input type="checkbox"/> GT <input type="checkbox"/> Alternativo: <input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> Simplificada Documento reconocido utilizado: <input type="text"/>	

## CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL PROYECTO / EDIFICIO TERMINADO

Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción (BOE nº 27 de 31 de enero de 2007).

Orden de 25 de Junio de 2008 (BOJA nº 145 de fecha 22 de Julio de 2008)

<b>1</b>	<b>DATOS IDENTIFICATIVOS DEL EDIFICIO</b>						
USO DEL EDIFICIO *: <input type="text" value="2) edificios de viviendas"/>							
DIRECCIÓN:							
Tipo de vía		Nombre		Nº	Bloque	Escalera	Piso
<input type="text" value="CALLE"/>		<input type="text" value="ZAMORANO"/>		<input type="text" value="68"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
PROVINCIA: <input type="text" value="MALAGA"/>		LOCALIDAD: <input type="text" value="MALAGA"/>		CP: <input type="text"/>			

\* (1) viviendas unifamiliares de distintos tipos, edificios de viviendas, oficinas, centros de enseñanza, hospitales, hoteles y restaurantes, instalaciones deportivas, edificios comerciales y otros tipos de edificios.

<b>2</b>	<b>DATOS DE LA PERSONA PROYECTISTA FIRMANTE DE ESTE CERTIFICADO</b>		
APELLIDOS Y NOMBRE: <input type="text" value="DE LA TORRE"/>		<input type="text" value="PRIETO"/>	<input type="text" value="ADOLFO"/>
COLEGIO: <input type="text" value="MÁLAGA"/>		Nº COLEGIADO/A: <input type="text" value="1047"/>	
D.N.I.: <input type="text" value="78683461R"/>			

(2) Sólo para certificados de proyectos

Pág. 426 de 480

<b>3</b>	<b>DATOS DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA FIRMANTE DE ESTE CERTIFICADO</b>		
DIRECTOR/A DE OBRA			
APELLIDOS Y NOMBRE: <input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>
COLEGIO: <input type="text"/>		Nº COLEGIADO/A: <input type="text"/>	
D.N.I.: <input type="text"/>			
DIRECTOR/A DE EJECUCIÓN DE LA OBRA			
APELLIDOS Y NOMBRE: <input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>
COLEGIO: <input type="text"/>		Nº COLEGIADO/A: <input type="text"/>	
D.N.I.: <input type="text"/>			

(3) Sólo para certificados de edificios terminados

<b>4</b>	<b>NORMATIVA ENERGÉTICA DE APLICACIÓN</b>	
EDIFICACIÓN: <input checked="" type="checkbox"/> CTE (2006) <input type="checkbox"/> Otro <input type="text"/>		
INSTALACIONES TÉRMICAS: <input type="checkbox"/> RITE (1998) <input checked="" type="checkbox"/> RITE (2007) <input type="checkbox"/> Otro <input type="text"/>		
OTRAS: Ordenanzas Municipales, etc. <input type="text"/>		

<b>5</b>	<b>OPCIÓN ELEGIDA PARA OBTENER LA CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> General Programa Informático utilizado: <input type="checkbox"/> de Referencia (CALENER) Versión <input checked="" type="checkbox"/> VYP <input type="checkbox"/> GT <input type="checkbox"/> Alternativo: <input type="text"/>		
<input type="checkbox"/> Simplificada Documento reconocido utilizado: <input type="text"/>		

## 6 CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

### GENERALES:

Superficie construida sobre rasante (m<sup>2</sup>): 191.00  
% superficie construida sobre rasante acondicionada en régimen de refrigeración: 0.00  
% superficie construida sobre rasante acondicionada en régimen de calefacción: 0.00  
  
Nº de plantas sobre rasante: 2.00  
Compacidad (Volumen/Superficie): 1.23

### CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:

Porcentaje acristalado (m<sup>2</sup> hueco / m<sup>2</sup> superficie construida sobre rasante): 0.13  
Transmitancia media (W/m<sup>2</sup>K): Suelo: 0.49  
Muro fachada: 0.29  
Cubierta: 0.57  
Hueco: 5.45

### INSTALACIONES TÉRMICAS: CALEFACCIÓN

Grado de centralización: ☐ Distrito ☐ Centralizado ☐ Equipos individuales  
Equipo principal \*: Seleccione un equipo Combustible \*\*: Seleccione el combustible  
Rendimiento: \_\_\_\_\_  
Potencia térmica nominal total (kW): \_\_\_\_\_

### INSTALACIONES TÉRMICAS: REFRIGERACION

Grado centralización: ☐ Distrito ☐ Centralizado ☐ Equipos individuales  
Equipo principal \*\*\*: Seleccione el equipo Combustible \*\*: Seleccione el combustible  
Rendimiento: \_\_\_\_\_  
Potencia térmica nominal total (kW): \_\_\_\_\_

### INSTALACIONES TÉRMICAS: ACS

Grado centralización: ☐ Distrito ☐ Centralizado ☒ Equipos individuales  
Equipo principal \*: 1) Caldera estándar ☒ Combustible \*\*: 1) Gas Natural ☒  
Rendimiento: 0.86  
Potencia térmica nominal total (kW): 23.70

### INSTALACIONES ELECTRICAS

Potencia eléctrica total instalada (kW): 5.20  
Potencia nominal instalada en iluminación(kW): 0.60

### EQUIPOS DE COGENERACIÓN:

Potencia nominal (kW): \_\_\_\_\_  
Combustible \*\*: Seleccione el combustible  
Rendimiento eléctrico equivalente (%): \_\_\_\_\_  
Recuperación de energía (kWh/año): \_\_\_\_\_

### OTROS DATOS:

Contribución solar en ACS (%): 0.80  
Contribución solar en Calefacción (%): \_\_\_\_\_  
Contribución solar en Refrigeración (%): \_\_\_\_\_  
Potencia fotovoltaica instalada (kWp): \_\_\_\_\_

\* 1) Caldera estándar; 2) Caldera de condensación; 3) Caldera de baja temperatura; 4) Bomba de calor; 5) Efecto Joule; 6) Otro

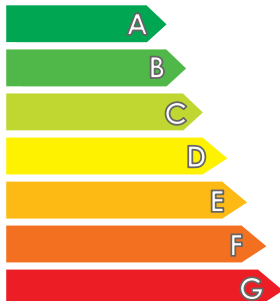
\*\* 1) Gas Natural; 2) GLP; 3) Gasóleo; 4) Biomasa; 5) Electricidad; 6) Otro

\*\*\* 1) Expansión directa; 2) Compresión mecánica condensación aire; 3) Compresión mecánica condensación agua; 4) Absorción; 5) Otro

## 7 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Calificación de eficiencia energética de Edificios: Proyecto/Edificio terminado *(según corresponda)*

Más



E

Menos

Edificio: 2 VIVIENDAS VPO

Localidad: MALAGA

Zona climática: 1) A3

Uso del Edificio: 2) edificios de viviendas

Calificación obtenida: 5) E

Si la calificación energética se ha obtenido a través de la opción general:

Consumo de energía primaria anual del edificio: 12,062.80 kWh/año  
65.20 kWh/año·m<sup>2</sup> (ratio por superficie)  
Emisiones anuales de dióxido de carbono: 2,942.20 kgCO<sub>2</sub>/año  
15.90 kgCO<sub>2</sub>/año ·m<sup>2</sup> (ratio por superficie)

Índices de calificación energética obtenidos en emisiones de dióxido de carbono:

Global: 2,942.20  
Climatización: \_\_\_\_\_ (Si se ha utilizado CALENER GT)  
Calefacción: 1,387.80 (Si se ha utilizado CALENER VYP)  
Refrigeración: 962.20 (Si se ha utilizado CALENER VYP)  
ACS: 592.10  
Iluminación: \_\_\_\_\_

Si la calificación energética se ha obtenido a través de la opción simplificada:

La calificación de eficiencia energética se ha obtenido mediante el procedimiento simplificado  
recogido en el documento \_\_\_\_\_

Válida hasta dd/mm/aaaa (máximo diez años desde su emisión)

## 8 PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES

Descripción de las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo durante la ejecución del edificio con la finalidad de establecer la conformidad de la información contenida en el Certificado de Eficiencia Energética con el edificio terminado:

(3) Sólo para certificados de edificios terminados

9	CONCLUSIONES
---	--------------

- ☐ El edificio, en aquello que afecta a su eficiencia energética, ha sido ejecutado de acuerdo con lo expresado en el proyecto y, en consecuencia, se alcanza la calificación indicada en el certificado de eficiencia energética del proyecto;
- ☐ No se alcanza la calificación indicada en el certificado de eficiencia energética del proyecto.

(3) Sólo para certificados de edificios terminados

**La / Las personas abajo firmante/s declara/n que son ciertos cuantos datos figuran en el presente certificado.**

En MÁLAGA, a 8 de Febrero de 2010

Firma:

Firma:

## 5.6.- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

No procede

**5.7.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD**

Se redacta el presente Plan de Control de Calidad como anejo del proyecto reseñado a continuación con el objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el RD 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el CTE.

<b>Proyecto</b>	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE 2 VIVIENDAS VPO,
<b>Situación</b>	CALLE ZAMORANO 68
<b>Población</b>	MÁLAGA
<b>Promotor</b>	INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA DE MÁLAGA. AYTO MÁLAGA
<b>Arquitectos</b>	JUAN MANUEL SÁNCHEZ LA CHICA / ADOLFO DE LA TORRE PRIETO
<b>Director de obra</b>	JUAN MANUEL SÁNCHEZ LA CHICA / ADOLFO DE LA TORRE PRIETO

**ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN - ARMADURAS PASIVAS****Barras rectas y Mallas de acero****Control de productos equipos y sistemas**

Control a nivel normal. Acero certificado y no certificado

Clasificación según su diámetro en: serie fina ( $\varnothing \leq 10$  mm), serie media ( $12 \leq \varnothing \leq 20$  mm) y serie gruesa ( $\varnothing \geq 25$  mm).

Control, lotes: uno por suministrador, designación y serie. Cantidad máxima 40 toneladas (certificado) 20 Tn para no certificadas  
dos probetas para cada lote. Ensayos a realizar :

- Comprobar la sección equivalente
- Comprobar que las características de los resaltos cumplen los límites admisibles de adherencia.
- Realizar, después de enderezado, el ensayo de doblado – desdoblado.
- Dos ensayos como mínimo del límite elástico, carga de rotura y alargamiento en rotura: de cada diámetro, tipo de acero y suministrador.
- Mallas electrosoldadas: dos ensayos como mínimo, por cada diámetro principal;
- Mallas electrosoldadas: ensayos de resistencia al arrancamiento del nudo soldado.
- En el caso de existir empalmes por soldadura en armaduras pasivas, se comprobará la soldabilidad. UNE 36068:1994

Control a nivel reducido. Sólo acero certificado.

Este nivel de control es para: consumo de acero en obra es muy reducido o existen dificultades para realizar ensayos completos.

El control a efectuar sobre cada diámetro será:

- Comprobación de la sección equivalente, dos veces por cada partida suministrada a obra
- Que no se formen grietas o fisuras en las zonas de doblado y ganchos de anclaje, mediante inspección en obra

Anclajes de acero y protección y reparación de estructuras de hormigón. Marcado CE según UNE-EN 1504-7: 2007

Productos para la protección contra la corrosión de armaduras de hormigón. Marcado CE según UNE-EN 1504-6:2007

Apoyos estructurales de rodillo. Marcado CE según UNE-EN 1337-4: 2005

Apoyos estructurales oscilantes. Marcado CE según UNE-EN 1337-6: 2005

Ensayos de Control – Barras rectas	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Sección equivalente y desviación masa	UNE 36068:94/36065:99 EX	SE + EHE	Art.90 EHE	
Ovalidad	UNE 36068:94/36065:99 EX	SE + EHE	Art.90 EHE	
Geometría del corrugado	UNE 36068:94/36065:99 EX	SE + EHE	Art.90 EHE	
Ensayo de tracción	UNE 7474-1:92	SE + EHE	Art.90 EHE	
Alargamiento de rotura	UNE 7474-1:92	SE + EHE	Art.90 EHE	
Doblado-Desdoblado	UNE 36068:94	SE + EHE	Art.90 EHE	
Ensayos de Control – Mallas	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Sección equivalente y desviación masa	UNE 36099:96	SE + EHE	Art.90 EHE	
Geometría del corrugado	UNE 36099:96	SE + EHE	Art.90 EHE	
Ensayo de tracción	UNE 7474-1:92	SE + EHE	Art.90 EHE	
Alargamiento de rotura	UNE 7474-1:92	SE + EHE	Art.90 EHE	
Doblado-Desdoblado	UNE 36099:96	SE + EHE	Art.90 EHE	
Geometría de la malla	UNE 36092:96	SE + EHE	Art.90 EHE	
Arrancamiento del nudo	UNE 36462:80	SE + EHE	Art.90 EHE	

## Control de Ejecución

### EHE y CTE SE

Tolerancias en los anclajes y esperas de cimientos–pilares en estructuras de acero

#### Anclaje de las barras

- Las longitudes de anclaje se han de calcular teniendo en cuenta si se trata de una barra o de un grupo de barras, la posición de las barras en la pieza, el tipo de acero, la resistencia característica del hormigón y el tipo de anclaje de la barra.

Puede ser:

- por prolongación recta (en caso de grupos de barras, siempre que sea posible)
- por gancho y por gancho en U
- por pata de anclaje
- mediante una barra transversal soldada
- La longitud neta de anclaje definida tanto para barras como para mallas electrosoldadas no puede ser inferior al valor mas grande de:
  - 10 Ø o 15 cm
  - 1/3 de la longitud básica de anclaje en barras traccionadas y 2/3 en comprimidas

#### Disposición de separadores: distancia máxima

- Elementos superficiales horizontales (forjados, losas, zapatas, losas cimientos):
  - Parrilla inferior: 50 Ø o 100 cm.;
  - Parrilla superior: 50 Ø o 50 cm.
- Muros:
  - Cada parrilla: 50 Ø o 50 cm.;
  - Separación entre parrillas: 100 cm.



Vigas: · 100 cm (dispuestos, como mínimo, en tres planos acoplados a los estribos).

Soportes: · 100 Ø o 200 cm. ; Ø Diámetro de la armadura a la que se acopla el separador.

Distancia entre barras

Distancia Máxima: La separación entre armaduras debe ser inferior a 300 mm.

Distancia mínima: · La distancia entre armadura debe permitir el correcto hormigonado de la pieza, de modo que todas las barras o el grupo de barras queden perfectamente cubiertas de hormigón y éste pueda vibrarse.

Distancia en cualquier sentido de barras aisladas: · Superior a: 2 cm; Ø de la barra más grande; 1,25 veces el tamaño máximo del árido; El vibrador debe llegar a la capa inferior de las armaduras.

Doblado de los armados

Empalmes por solape, soldadura y mecánicamente

Puntos de atado

Recubrimientos mínimos de los armados

Armados principales: · El Ø de la barra o equivalente del grupo; · 0,80 veces la dimensión máxima del árido (si entre el armado y el encofrado no pasa el hormigón, se aplica 1,25).

Otros armados: · No inferior a los valores de las tablas función de la resistencia y clase de exposición:

Resistencia hormigón: $25 \leq f < 40$							
Clase de exposición							
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa
20	25	30	35	35	40	35	40

Resistencia hormigón: $f_{ck} \geq 40$							
Clase de exposición							
I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa
15	20	25	30	30	35	30	35

Armados doblados: · 2 Ø en dirección perpendicular al plano de la curva.

Piezas contra el terreno: · 70 mm sin hormigón de limpieza.

Recubrimientos superiores a 50 mm: · En la zona de tracción debe colocarse malla de cuantía:

5 por mil por barras o grupos de diámetro equivalente  $\leq 32$  mm.

10 por mil por barras o grupos de diámetro equivalente  $> 32$  mm.

tolerancias: · Desviación por menos: Control de calidad normal: -10 mm.; Control de calidad intenso: -5 mm.

Soldadura de armados

## ESTRUCTURAS DE HORMIGON - HORMIGONES

### Control de productos equipos y sistemas

Designación del hormigón por propiedades: T – R / C / TM / A

Indicativo de la destinación funcional del hormigón (T). Puede ser: hormigón en masa (HM), hormigón armado (HA), hormigón pretensado (HP)

Resistencia característica, especificada en  $N/mm^2$  (R). (EHE art.39.2)

Letra inicial del tipo de consistencia (C). Puede ser: seca (S), plástica (P), blanda (B), fluida (F) (EHE art.31.5)

Tamaño máximo del árido (TM). (EHE art.28.3.1)

Designación del ambiente que cubre el hormigón (A). (EHE T8.2.2, T8.2.3a y T8.2.3b)

Control de productos. (EHE art.79.3)			
Control documental de suministros. (EHE art.79.3.1)	Antes del suministro (componentes) (EHE art.84, 85, 86.4)		
	Durante el suministro (recepción) (EHE art.86.5)	Documental. (EHE art.86.5.1-A21)	Con distintivos. (EHE art.79.3.2, 81)
			Sin distintivos. (EHE art.86.5.1-A21)
	Después del suministro. (EHE art.86.6-A21)		
Control mediante ensayos. (EHE art.79.3.3)	Docilidad. (EHE art.86.3.1, 86.5.2, 86.7.2)		
	Resistencia. (EHE art.86.3.2, 86.5.3, 86.7.3.1)		
	Durabilidad. (EHE art.86.3.3, 86.7.3.2)		

Hormigón fabricado en central. Documentación previa.

· Previamente al suministro, la central facilitará, como mínimo los datos siguientes:

- Composición de las dosificaciones del hormigón que se va a emplear en la obra.
- Identificación de las materias primas (Marcado CE)
- Copia del informe con los resultados del ensayo de determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión, efectuado por un laboratorio acreditado, con una antigüedad no superior a 6 meses.
- Materias primas y dosificaciones empleadas para la fabricación de las probetas utilizadas para los ensayos anteriores.
- Declaración de la Clase (A, B ó C) de la central en función de sus resultados de control de producción

Hormigón fabricado In Situ. Documentación de materiales.

Cementos resistentes a los sulfatos. RC-2008, RD 1313/1988, UNE 80303-1 y UNE 80303-1 1/M

Cementos resistentes al agua de mar. RC-2008, RD 1313/1988, UNE 80303-2 y UNE 80303-2 1/M

Cementos comunes blancos. RC-2008, RD 1313/1988, UNE-EN 197-1, UNE 80305

Cementos comunes. Marcado CE según UNE-EN 197-1 y RC-2008

Cementos de aluminato de calcio. Marcado CE según UNE-EN 14647:2006

Cementos especiales de muy bajo calor de hidratación. Marcado CE según UNE-EN 14216 y RC-2008

Cementos de escorias de horno alto de baja resistencia inicial. Marcado CE según UNE-EN 197-4 y RC-2008

Áridos ligeros para hormigón, mortero y lechadas. Marcado CE según UNE-EN 13055-1:2005

Áridos para hormigón. Marcado CE según UNE-EN 12620:2003

Agua para hormigones. EHE Artículo 27.

Aditivos

Pigmentos para la coloración de materiales de construcción fabricados a partir de cemento y/o cal. Marcado CE según UNE-EN 12878:2007

Fibras poliméricas para hormigón. Marcado CE según UNE-EN 14889-2:2008

Fibras de acero para hormigón. Marcado CE según UNE-EN 14889-2:2008

Humo de sílice para hormigón. Marcado CE según UNE-EN 13263-1:2006

Aditivos para hormigones en masa, armados y prefabricados. Marcado CE según UNE EN 934-2

Relación de Ensayos:	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Cementos de aluminato de calcio.	UNE-EN 14647:2006		1/Tipo	
Pigmentos para colorar materiales de construcción fabricados con cemento	UNE-EN 12878:2007		1/Tipo	
Escorias granuladas molidas de horno alto para su uso en hormigones	UNE-EN 15167-1:2008		1/Tipo	
Fibras poliméricas para hormigón.	UNE-EN 14889-2:2008			1/Tipo
Fibras de acero para hormigón.	UNE-EN 14889-1:2008			1/Tipo
Ensayos de información complementaria del hormigón	Art 89 EHE			1/Tipo
Áridos para hormigón. Resistencia al sulfato de Mg, fragmentación, desgaste, pulimento, hielo-deshielo, contenido de cloruros, carbonato cálcico.	UNE-EN 12620:2003			1/Tipo
Áridos ligeros para hormigón. Resistencia al machacamiento, desintegración, hielo-deshielo	UNE-EN 13055-1:2002			1/Tipo
Humos de sílice para hormigón.	UNE-EN 13263-1:2006			1/Tipo

### Control de Ejecución

Replanteo. (EHE art.94.3)  
 Cimentaciones. (EHE art.94.2)  
 Cimbras y apuntalamientos (EHE art.94.3)  
 Procesos de hormigonado (EHE art.97)  
 Desencofrados (EHE art.98)  
 Control de elementos contruidos (EHE art.100)  
 Pruebas de cargas (EHE art.101)  
 Control de la resistencia del Hormigón. (EHE art.86.5.3)

Control indirecto. Obras muy pequeñas. (EHE 86.5.6)

Control al 100%

Control estadístico. (EHE art.86.5.4). Requiere división en lotes de control.

### Límites máximos para el establecimiento de lotes de control

Límite superior	Tipo de elementos estructurales		
	Estructuras que tienen elementos comprimidos (Pórticos de hormigón homogéneo, pilotes, muros portantes, pilares de alta resistencia...)	Estructuras solo con elementos a flexión (Forjados de hormigón apoyados y muros de contención)	Macizos (zapatas, encepados, estribos de puente, bloques...)
Volumen de hormigón	100 m³	100 m³	100 m³

Número de amasadas	50	50	100
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	500 m <sup>2</sup>	1.000 m <sup>2</sup>	-
Número de plantas	2	2	-

El control se realizará determinando la resistencia de N amasadas por lote siendo:

$f_{ck} \leq 25 \text{ N/mm}^2$ :	$N \geq 2$
$25 \text{ N/mm}^2 < f_{ck} \leq 35 \text{ N/mm}^2$ :	$N \geq 4$
$f_{ck} > 35 \text{ N/mm}^2$ :	$N \geq 6$

### Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Fabricación en fase de ejecución y rotura de probetas por encima de los 28 días.  
Conservación de las probetas en condiciones lo más parecidas a las que se encuentra el hormigón cuya resistencia se pretende estimar.

Rotura de probetas testigo extraídas del hormigón endurecido (método de ensayo según UNE 83302:84, 83303:84 y 83304:84). Esta forma de ensayo no deberá realizarse cuando dicha extracción afecte de un modo sensible a la capacidad resistente del elemento en estudio, hasta el punto de resultar un riesgo inaceptable. En estos casos puede estudiarse la posibilidad de realizar el apeo del elemento, previamente a la extracción.

Métodos no destructivos mediante esclerómetro. Como complemento a los anteriores.  
Índice de rebote según UNE 83307:86

Métodos no destructivos mediante ultrasonidos. Como complemento a los anteriores.  
Velocidad de propagación de ultrasonidos según UNE 83308:87

## MOVIMIENTO DE TIERRAS; RELLENOS Y ZAHORRAS (sub-bases)

### Control de productos equipos y sistemas

Geosintéticos (textiles), geotextiles, geocompuestos, geomallas y georedes :  
Geotextiles para movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención.  
Marcado CE según UNE-EN 13251:2001

Geotextil para sistemas de drenaje (D), filtración (F), o separación (S), con las combinaciones (D), (F), (F+D), (F+S+D), (F+S). Marcado CE según UNE-EN 13252:2001

Geotextiles para el control de la erosión en obras (protección costera y revestimiento de taludes). Marcado CE según UNE-EN 13253:2001. UNE-EN 13253:2001/A1:2005

Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerantes hidráulicos para capas estructurales de firmes. Marcado CE UNE-EN 13242: 2003

### Control de Ejecución

Relación de Ensayos:	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Rellenos				
Granulometría	UNE103101:1995			1/tipo
Límites Atterberg	UNE 103103:1993 UNE 103104:1994			1/tipo

Materia orgánica	UNE103204:1993			1/tipo
Próctor modificado	UNE103501:1994			1/tipo
Índice CBR	UNE103502:1995			1/tipo
Sales solubles	NLT 114/98			1/tipo
Densidad humedad "in situ" (cim. y núcleo)	ASTM D3017/D2922			5/5.000 m²
Densidad humedad "in situ" (coronación)	ASTM D3017/D2922			5/3.500 m²
Ensayo carga con placa (coronación)	NLT357/98			1/3.500 m²

Relación de Ensayos: Firmes y pavimentos- Zahorras	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Granulometría	UNE EN 933-1:1998			1/1.000 m³
Límites Atterberg	UNE 103103:1993 UNE 103104:1994			1/5.000 m³
Coeficiente de limpieza	NLT172/86			1/5.000 m³
Próctor modificado	UNE103501:1994			1/5.000 m³
Equivalente de arena	UNE EN 933-8:2000			1/1.000 m³
Coef. los ángeles	UNE EN 1097-2:1999			1/20.000 m³
Índice de lajas	UNE EN 933-3:1997 UNE EN 933-3/A1:2004			1/5.000 m³
Partículas trituradas	UNE EN 933-5:1999 UNE EN 933-5/A1:2005			1/5.000 m³
Densidad humedad "in situ"	ASTM D3017/D2922			7/3.500 m²
Ensayo carga con placa	NLT357/98			1/3.500 m²

## CIMENTACIÓN PROFUNDA - PILOTES

### Control de productos equipos y sistemas

Diferenciación de sistemas constructivos:

Pilotes "in situ" (entubados, en barrena)

Documentación previa al control de ejecución:

- Datos del pilote (identificación, tipo, diámetro, punto de replanteo, profundidad, etc)
- Longitud de entubado (en caso de serlo)
- Valores de las cotas: del terreno, de la cabeza del pilote, de la armadura, del entubado, de los tubos sonicos, etc
- tipos de terrenos atravesados
- Niveles de agua
- Armaduras
- Hormigones
- Tiempo ( de perforación, de colocación de armaduras, de hormigonado)

### Control de Ejecución

Pilotes In situ

Art 5.4.1 y 5.4.2 del CTE SE-C y EHE consistencia y resistencia para control estadístico art. 83,84 y 88.4y acero para control normal, art.90.3

controles según UNE EN 1536:2000, tablas 6 a 11

controles pilotes con barrena continua según UNE EN 1536:2000, tablas 12

Dosificación y propiedades del hormigón:

Contenido mínimo de cemento, relación agua/cemento en función de la durabilidad según la Instrucción EHE.

Contenido de cemento mayor o igual 325 kg/m<sup>3</sup> para hormigón vertido en seco en terrenos sin nivel freático

Contenido de cemento mayor o igual 375 kg/m<sup>3</sup> para hormigón sumergido.

Relación agua/cemento adecuada a las condiciones de puesta en obra. Valor comprendido entre 0,45 y 0,6.

Contenido mínimo de cemento en función de la dimensión máxima de los áridos (UNE-EN 1538:2000):

Contenido de finos  $d < 0,125$  mm (cemento incluido)

árido grueso  $d > 8$  mm; contenido mínimo de cemento  $\geq 400$  kg/m<sup>3</sup>

árido grueso  $d \leq 8$  mm; contenido mínimo de cemento  $\geq 450$  kg/m<sup>3</sup>

Consistencia del hormigón fresco en el cono de Abrams entre 130 mm y 180 mm.

- Hormigón vertido en seco

Asiento en cono de Abrams  $H \geq 160$  mm. - Hormigón bombeado, sumergido, vertido bajo agua con tubo tremie

Asiento en cono de Abrams  $H \geq 180$  mm. - Hormigón sumergido, vertido bajo agua con tubo tremie

El hormigón de los pilotes deberá poseer:

alta capacidad de resistencia contra la segregación; alta plasticidad y buena cohesión; buena fluidez; capacidad de auto compactación;

suficiente trabajabilidad durante el proceso de vertido, incluida la retirada, en su

caso, de entubados provisionales.

### Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Ensayos de Control – Pilotes “in-situ”	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Transparencia sónica (1)	ASTM D6760-02 NF P 94-160-1	DB – SE – C	$\varnothing < 45$ cm $\geq 1$ ud./20 pilotes; $45 < \varnothing < 100$ cm $\geq 2/20$ ; $\varnothing > 100$ cm $\geq 5/20$	
Impedancia mecánica (1)	ASTM D5882-00	DB – SE - C	$\varnothing < 45$ cm $\geq 1$ ud./20 pilotes; $45 < \varnothing < 100$ cm $\geq 2/20$ ; $\varnothing > 100$ cm $\geq 5/21$	
Sondeo mecánico (1)		DB – SE - C	$\varnothing < 45$ cm $\geq 1$ ud./20 pilotes; $45 < \varnothing < 100$ cm $\geq 2/20$ ; $\varnothing > 100$ cm $\geq 5/22$	

(1) Ensayos alternativos o complementarios

## ESTRUCTURA DE ACERO

### Control de productos equipos y sistemas

Marcado CE

Aceros establecidos en UNE EN 10025 (laminados en caliente de acero no aleado)

Aceros establecidos en UNE EN 10210-1:1994 (perfiles huecos, acabados en caliente de acero no aleado)

Aceros establecidos en UNE EN 10219-1:1998 (perfiles huecos, conformados en frío)

Material de aportación según UNE EN ISO 14555:1999; siempre características mecánicas superiores al material base

El taller que elabore los elementos facilitará, al menos, los documentos siguientes:

· Memoria de fabricación que incluya:

-Tolerancias de fabricación de cada componente, procedimientos de corte, doblado, movimiento de las piezas, etc.

- Procedimientos de soldadura a utilizar, preparación de bordes, precalentamiento requerido, etc.
- Tratamientos de las superficies, distinguiendo uniones soldadas, atornilladas o destinadas a recibir tratamiento de protección.
- Planos de taller
  - para cada elemento de la estructura (viga, tramo de pilar, tramo de cordón de celosía, elemento de triangulación, placa de anclaje, etc.)
  - para cada componente simple si el elemento requiere de varios elementos simples, con información precisa para su fabricación y, en particular:
    - El material de cada componente
    - Identificación de perfiles y otros productos
    - Dimensiones y tolerancias
    - Procedimientos de fabricación (tratamientos térmicos, mecanizados, ejecución de los agujeros y de los encuentros, etc.) y las herramientas a utilizar
    - Contraflechas
    - Uniones soldadas: dimensiones de los cordones, tipo de preparación, orden de ejecución, etc.
- Plan de puntos de inspección: procedimientos de control interno de producción del fabricante, indicación de elementos inspeccionados, el tipo (visual, mediante ensayos no destructivos, etc.) y nivel, medios de inspección, decisiones derivadas de los resultados posibles, etc.
- Declaración de compatibilidad entre los diferentes procedimientos de fabricación y entre estos y los materiales empleados.

#### Documentación de montaje:

El montador de la estructura aportará:

- Memoria de montaje que incluya:
  - Tolerancias de cada componente, ayudas al montaje (casquillos provisionales de apoyo, orejetas de izado, elementos de guiado, etc.), definición de uniones en obra, medios de protección de soldaduras, procedimientos de apriete de tornillos, etc.
  - Comprobaciones de seguridad durante el montaje.
- Planos de montaje: posición y movimientos de piezas durante el montaje, medios de izado, apuntalamientos provisionales, etc.
- Plan de puntos de inspección: control interno de producción del montador, el tipo de inspección (visual, mediante ensayos no destructivos, etc.) y nivel, etc.
- Declaración de haber comprobado que se ha efectuado en el orden prescrito, con las herramientas especificadas, y que el personal encargado de cada operación tiene la calificación correspondiente, etc.
- Cualificación de soldadores según UNE EN 287-1:1992

### Control de Ejecución

CTE-SE-A cap.10

Preparación de superficies según UNE EN ISO 8504-1:2002 y UNE EN ISO 8504-2:2002 (por chorro abrasivo)

Preparación de superficies según UNE EN ISO 8504-3:2002 (herramientas mecánicas y manuales)

Para protección mediante galvanización se realizará según UNE EN ISO 1460:1996, UNE EN ISO 1461:1999

### Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Control de la estructura de acero	Norma	DBs aplicación	Obligatorio	Recomendable
Características mecánicas (1)	DB-SE- A apt.4.2.4	DB-SE-A		
Análisis químico (1)	DB-SE- A apt.4.2.5	DB-SE-A		

Inspección visual de soldaduras	UNE-EN 13018:2001 UNE 14044:2002	DB-SE-A	100%	
Reconocimiento soldadura por líquidos penetrantes	UNE 14612:1980	DB-SE-A, Art.10.8.4		0,5m cada 10m
Examen soldadura mediante partículas magnéticas	UNE-EN 1290:1998 UNE-EN 1290/1M:2002	DB-SE-A, Art.10.8.4		0,5m cada 10m
Reconocimiento soldadura por ultrasonidos	UNE-EN 1714:1998 UNE-EN 1714/1M:2002	DB-SE-A, Art.10.8.4		0,5m cada 10m
Examen radiográfico de uniones soldadas	UNE-EN 1435:1998 UNE-EN 1435/1M:2002	DB-SE-A, Art.10.8.4		0,5m cada 10m
Espesor recubrimientos pinturas y galvanizados	UNE-EN-ISO-2808:2000	DB-SE-A, 10.8.6.1	10%	
Adherencia de pinturas y morteros	UNE 48032:80	DB-SE-A		1 ud mínimo
Apoyos estructurales de rodillo	UNE EN 1337-4	DB-SE-A		2 ud mínimo

(1) ensayos para aceros no contemplados en del DB-SE-A Apart.4.2

## ESTRUCTURAS DE FABRICA

### ARMADA

### - LADRILLOS CERÁMICOS

#### Control de productos equipos y sistemas

Marcado CE si procede

Categoría de piezas I: Resistencia a compresión acreditada, superior al 95% de las piezas

Categoría de piezas II: Resistencia a compresión declarada igual al valor medio de ensayos.

Muestreo según UNE EN 771 si no existe valor declarado por el fabricante, y ensayo a compresión según UNE EN 772-1:2002



Ensayos de Control	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Densidad aparente (Cerámico)	UNE EN 772-13:2001			1/ 1.000 m2
Características dimensionales	UNE EN 772-16:2000			1/ 1.000 m2
Absorción de agua (Cerámico)	UNE 67027:1984	DB-HS-1		1/ 1.000 m2
Succión de agua (Cerámico)	UNE EN 772-11:2001	DB-HS-1		1/ 1.000 m2
Eflorescencias (Cerámico)	UNE 67029:1995 EX			1/ 1.000 m2
Heladicidad	UNE EN 772-18:2000			1/ 1.000 m2
Resistencia a compresión	UNE EN 772-1:2002	DB-SE-F		1/ 1.000 m2
Expansión por humedad (Cerámico)	UNE EN 772-19:2001	DB-SE-F		1/ 1.000 m2
Recepción y puesta en obra de armaduras		DB-SE-F art.8.4		1/ 1.000 m2

### Control de Ejecución

CTE-SE-F art.8.

determinación de categoría de ejecución: A,B y C según art.8.2.1

## MORTEROS DE CEMENTO

### Control de productos equipos y sistemas

Marcado CE según UNE-EN 12878:2007

Áridos ligeros para hormigón, mortero y lechadas. Marcado CE según UNE-EN 13055-1:2005

Cementos comunes. Marcado CE según UNE-EN 197-1 y RC-2008

Cementos de albañilería. Marcado CE según UNE-EN 413-1 y RC-2008

Áridos para morteros. Marcado CE según UNE-EN 13139:2003

Especificaciones y métodos de ensayo de pigmentos para la coloración de materiales de construcción fabricados a partir de cemento y/o cal.

Mortero diseñado: Su composición y sistema de fabricación se han elegido por el fabricante para obtener las propiedades especificadas (concepto de prestación)

Mortero prescrito: Se fabrica en unas proporciones predeterminadas y sus propiedades dependen de las proporciones de los componentes que se han declarado (concepto de receta)

Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 3: Aditivos para morteros para albañilería. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado.

Ensayos para morteros para albañilería. UNE EN 1015-11:2000

ensayos de resistencia del mortero según UNE EN 1015-11:2000. Determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido

Ensayos de control	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Resistencia a compresión	UNE EN 1015-11:2000	DB-SE-F		1/1.000 m2
Consistencia en mesa de sacudidas	UNE 83258:2005 ó UNE			1/1.000 m2

	83811:1992 Ex			
Absorción de agua por capilaridad (1)	UNE EN 1015-18:2003			1/1.000 m2
Densidad aparente (1)	UNE EN 1015-10:2000			1/1.000 m2
Adherencia al soporte	UNE EN 1015-12:2000			1/1.000 m2

(1) Ensayos para monocapas e hidrófugos

### Control de Ejecución

NTE-RPE

Enfoscado maestreado: Maestras verticales a < 1 m.

Planeidad inferior a 5 mm. Con regla de 1 m.

### Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Ensayos en morteros de cemento	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Planeidad inferior a 5 mm. Con regla de 1 m.	NTE-RPE			1 / 100 m2
Maestreado con maestras < 1 m.	NTE-RPE			1 / 100 m2

## LÁMINAS IMPERMEABILIZANTES

### Control de productos equipos y sistemas

Membranas: Láminas bituminosas y flexibles

Marcado CE según UNE EN 13707:2005 y A1:2007, y la guía DITE nº 006

Marcado CE según UNE EN 13970:2005 Láminas flexibles bituminosas barrera de vapor

Marcado CE según UNE EN 13859-1:2006 Láminas flexibles capa base de tejados

Marcado CE según UNE EN 13859-2:2006 Láminas flexibles capa base muros

Marcado CE según UNE EN 14967:2007, UNE-EN 13969:2005 Barreras anticapilaridad bituminosas

Marcado CE según UNE EN 14909 Barreras anticapilaridad y de caucho

Ensayos Control-Láminas Bituminosas	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Dimensiones y masa por unidad de área	UNE EN 1849-1:2000			1/1.000 m2
Resistencia al calor y pérdida por calentamiento	UNE 104281/6-3:1985			1/1.000 m2
Plegabilidad a diferentes temperaturas	UNE 104281/6-4:1985	DB-HS-1		1/1.000 m2
Punzonamiento estático	UNE EN 12730:2001	DB-HS-1		1/1.000 m2
Resistencia a la tracción y alargamiento de rotura	UNE EN 12311-1:2000	DB-HS-1		1/1.000 m2
Estabilidad dimensional	UNE 104281/6-7:1985	DB-HS-1		1/1.000 m2
Composición cuantitativa	UNE 104281/6-8:1986			1/1.000 m2
Envejecimiento artificial	UNE 104281/6-	DB-HS-1		1/1.000 m2

acelerado	16:1986			
Ensayos Control-Láminas plásticas y de caucho	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Plegabilidad a baja temperatura	UNE EN 495-5:2001	DB-HS-1		1/1.000 m2
Estabilidad dimensional	UNE EN 1107-2:2001	DB-HS-1		1/1.000 m2
Exposición a productos químicos	UNE EN 1847:2001			1/1.000 m2
Espesor y masa por unidad de superficie	UNE EN 1849-2:2001			1/1.000 m2
Propiedades a la tracción	UNE EN 12311-2:2001	DB-HS-1		1/1.000 m2
Resistencia al impacto	UNE EN 12691:2006			1/1.000 m2
Resistencia a una carga estática	UNE EN 12730:2001	DB-HS-1		1/1.000 m2

### Control de Ejecución

CTE-HS1 cap.5.1  
NTE QAN y QAT

Control-láminas impermeabilizantes	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Solapes de membrana $\geq 7$ cm.				1 cada 100 m2
Solapes de membrana $\geq 7$ cm.				1 cada 20 m2
Solape de membrana con cazoleta $\geq 10$ cm. y que penetra en bajante				1 cada 2

### Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Ensayos de láminas impermeabilizantes	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Prueba de estanqueidad fase impermeabilización - inundación de 5cm. durante 24horas		DB – HS1		100% cubierta
Prueba de estanqueidad fase acabada - inundación de 5cm. durante 24horas		DB – HS1		100% cubierta

## PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

### Control de productos equipos y sistemas

Marcado CE si procede

En la recepción de productos de protección acústica deberá figurar las características por parte del fabricante según sea su uso:

Elementos constructivos homogéneos,  $m$  ( $kg/m^2$ )

Elementos de separación verticales  $R_A$ , trasdosados  $\Delta R_A$

Rigidez dinámica,  $s'$  ( $MN/m^3$ ) según UNE 29052-1:1994

Coefficiente de absorción acústica,  $\alpha$  (para 500,1000,2000 Hz), obtenido mediante ensayo en tubo de impedancia acústica

Elementos de separación horizontales:  $R_A$ ,  $L_{n,w}$  suelos flotantes:  $\Delta R_A$ ,  $\Delta L_w$ , techos suspendidos:  $\Delta R_A$ ,  $\Delta L_w$ ,  $\alpha_m$

Fachadas, conjunto del hueco (ventana, caja de persiana, aireador):  $R_w$ ,  $R_A$ ,  $R_{A,tr}$ ,  $C$ ,  $C_{tr}$  y clase de ventana según UNE EN 12207:2000

Aireador:  $D_{n,e,Atr}$

Puertas de acceso desde Zonas comunes,  $R_A$ . Límites establecidos en DB HR 3.1.2.3.4 apart.4

Resistividad al flujo de aire,  $r$  ( $\text{kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ ) según UNE 29053:1994

Conductos de ventilación y aire acondicionado: coeficiente de absorción  $\alpha$

Silenciadores: dato de Atenuación total

grifería dentro de recintos habitables, de tipo Grupo II mínimo según UNE EN 200

Equipos con producción de ruido estacionario: nivel de potencia acústica  $L_w$

Bancada de inercia con lecho elástico: Rigidez dinámica,  $s'$  ( $\text{MN}/\text{m}^3$ ) según UNE 29052-1:1994 y carga máxima  $m$

Sistemas antivibratorios: amortiguamiento  $C$ , transmisibilidad  $\zeta$ , carga máxima  $m$ , según UNE 100153 IN

Conectores flexibles de conductos, según UNE 100153 IN

En ausencia del dato de la Potencia acústica del equipo que produce el ruido estacionario, se realizará el siguiente ensayo:

Determinación de los niveles de potencia acústica emitidos por las fuentes de ruido mediante métodos de intensidad de sonido según la UNE-EN ISO 9614-1:1995, 9614-2:1997, 9614-3:2003

## Control de Ejecución

Conectores flexibles en entrada y salida de tuberías de equipos

Paso de tuberías por elementos constructivos, con elementos antivibratorios: manguitos elásticos estancos, coquillas, etc.

Velocidad máxima de circulación en tuberías de calefacción o radiadores de viviendas: 1 m/sg

Conductos de aire acondicionado: en el paso de elementos constructivos, abrazaderas, manguits y suspensiones elásticas

Conductos de aire acondicionado: con absorbentes acústicos, silenciadores

Conductos de extracción: revestidos con elementos constructivos con  $RA \geq 33$  dBA

Conductos de extracción de garaje: revestidos con elementos constructivos con  $RA \geq 45$  dBA

Bajantes de residuos: sistemas de amortiguación de golpes y sistemas antivibratorios

Almacén de contenedores con suelo flotante

Recintos colindantes. (Distintas unidades de uso) - Establecimiento de combinaciones entre recintos:

( habitables / protegidos ) con ( habitables / protegidos / instalaciones / actividad / Zona común sin puerta o ventana )

Ensayos mediciones acústicas In situ	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Medición de comprobación en fase de ejecución	UNE-EN ISO 15186:2004	DB - HR		1/ tipo **

\*\* de cada una de las casuísticas se elegirá la situación más desfavorable (mayor superficie del elemento separador y menor volumen de recinto receptor)

## Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Recintos colindantes. (Distintas unidades de uso) - Establecimiento de combinaciones entre recintos:

( habitables / protegidos ) con ( habitables / protegidos / instalaciones / actividad / Zona común sin puerta o ventana )

Selección de cada combinación del que tenga mayor superficie de separación y menor volumen el espacio receptor.

Interior de Recintos (tiempo de Reverberación)

## Aulas, Salas de conferencias, comedores y restaurantes, según requisitos DB HR, 2.2

Ensayos mediciones acústicas In situ	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Aislamiento a ruido aéreo vertical	UNE-EN ISO 140-4:1999	DB - HR	según Ordenanza municipal	1/ tipo **
Aislamiento a ruido aéreo en fachadas y elementos de esta	UNE-EN ISO 140-5:1999	DB - HR		1/ tipo ***
Aislamiento a ruido aéreo horizontal	UNE-EN-ISO 140-4:1999	>DB - HR		1/ tipo **
Aislamiento a ruido de impactos (horizontal o arista común) *	UNE-EN ISO 140-7:1999	>DB - HR		1/ tipo **
Medición del tiempo de reverberación en recintos	UNE-EN ISO 3382:2001	DB - HR		1/ tipo

\* Solo en recintos protegidos

\*\* de cada una de las casuísticas se elegirá la situación más desfavorable (mayor superficie del elemento separador y menor volumen de recinto receptor)

\*\*\* la de mayor proporción de hueco frente a macizo

Para el cumplimiento de lo establecido en el DB HR 2.1 se admiten las tolerancias siguientes:

Tipo de medición	tolerancia
mediciones de ruido aéreo	3dBA
mediciones de ruido de impacto	3dBA
mediciones del tiempo de reverberación	0,1sg

En caso de no cumplirse los requisitos establecidos se realizará una medición mediante el método de intensimetría acústica a fin de determinar los puentes acústicos, vía flancos, instalaciones u otros defectos de construcción según la UNE-EN ISO 15186:2004

## AISLANTES TÉRMICOS

### Control de productos equipos y sistemas

Prefabricados

Marcado CE según UNE EN 13162:2002, para lana mineral MW

Marcado CE según UNE EN 13164:2002, poliestireno extruido XPS

Ensayos Control-aislamiento térmico	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Conductividad térmica	UNE-EN 12667:2002	DB-HE		1/1000 m2 y tipo
Reacción al fuego (1)	UNE EN 13501-1:2002	DB-SI	1/tipo	
ensayos de control, Poliestireno extruido	UNE EN 13164:2002			1/1000 m2 y tipo
Reacción al fuego (1), Poliestireno extruido	UNE EN 13164:2002, apart.4.3.2			1/1000 m2 y tipo

(1) Si no existe documento justificativo de la clase de reacción al fuego o de ensayo

### Control de Ejecución

CTE-HS1 cap.5

Continuidad y posición del aislamiento térmico y puntos singulares por puentes térmicos.

Colocación de barrera de vapor donde es necesaria.

Control del ancho y limpieza de la cámara de aire.

## TABIQUERÍA Y FALSO TECHO

### - PLACAS DE YESO LAMINADO

### - PERFILERÍA PARA PYL

#### Control de productos equipos y sistemas

Paneles de yeso. Marcado CE según UNE-EN 12859:2001

Placas de cartón yeso aislantes térmico/acústicos. Marcado CE según UNE-EN 13950:2006

Placas de yeso laminado. Marcado CE según UNE-EN 520:2005

Perfilería metálica para particiones, muros y techos de placas de yeso laminado.

Marcado CE según UNE-EN 14195: 2006

Adhesivos de yeso para placas de yeso. Marcado CE según UNE-EN 14496:2006

Adhesivos de yeso para paneles de yeso. Marcado CE según UNE-EN 12860:2001

Techos suspendidos. Marcado CE según UNE-EN 13964:2006

Para protección frente al fuego de elementos estructurales y/o para la compartimentación frente al fuego en edificios: Reacción al fuego

Ensayos de Control de paneles de yeso y PYL	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Dimensiones y tolerancias	UNE-EN 12859:2001			1/ 1.000 m2
Planitud paneles	UNE-EN 12859:2001			1/ 1.000 m2
Densidad en seco y tolerancias	UNE-EN 12859:2001			1/ 1.000 m2
Masa por unidad de superficie de los paneles y tolerancias	UNE-EN 12859:2001			1/ 1.000 m2
Resistencia mecánica a flexión	UNE-EN 12859:2001			1/ 1.000 m2
Contenido humedad	UNE-EN 12859:2001			1/ 1.000 m2
pH	UNE-EN 12859:2001			1/ 1.000 m2
Capacidad de absorción de agua (sólo para paneles hidrófugos)	UNE-EN 12859:2001			1/ 1.000 m2
Ensayos de Control de adhesivos	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Determinación del tamaño máximo de las partículas (adhesivos de yeso)	UNE-EN 12860:2001			1/ 1.000 m2
Determinación del contenido en trióxido de azufre (adhesivos de yeso)	UNE-EN 12860:2001			1/ 1.000 m2
Determinación del principio de fraguado (adhesivos de yeso)	UNE-EN 12860:2001			1/ 1.000 m2
Determinación de la	UNE-EN			1/ 1.000 m2

resistencia a la adhesión (adhesivos de yeso)	12860:2001			
Determinación del pH (adhesivos de yeso)	UNE-EN 12860:2001			1/ 1.000 m2
Determinación de la relación agua/adhesivo (adhesivos de yeso)	UNE-EN 12860:2001			1/ 1.000 m2
Ensayos de Control de paneles de perfiles para techos	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Ensayo de flexión en perfiles de subestructura metálica	UNE-EN 13964:2006			1/ 1.000 m2
Ensayo de componentes metálicos de suspensión y de conexión	UNE-EN 13964:2006			1/ 1.000 m2
Ensayo estático	UNE-EN 13964:2006			1/ 1.000 m2
Ensayo funcional	UNE-EN 13964:2006			1/ 1.000 m2
Evaluación de los resultados de ensayo (ensayo estático)	UNE-EN 13964:2006			1/ 1.000 m2

### Control de Ejecución

NTE-RPG

Guardavivos en las esquinas

Temperatura superior a 5° C

Planeidad inferior a 3 mm. Con regla de 1 m.

Planeidad inferior a 15 mm. En toda la longitud a altura del paño

No existencia de roces, baches de muelas, ondas ni aguas, aristas rotas, etc

No existencia de fisuras por discontinuidad en el soporte

### Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Ensayos en yesos y escayolas	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Planeidad inferior a 3 mm. Con regla de 1 m.	NTE-RPG			1 / 200 m2
Planeidad inferior a 15 mm. En toda la longitud a altura del paño	NTE-RPG			1 / 200 m2

## CARPINTERÍA - VENTANAS

### Control de productos equipos y sistemas

Recepción de vidrios con datos de transmitancia térmica y factor solar

Recepción de Marcos de huecos y lucernarios con datos de transmitancia térmica y absorptividad

Documentación de clasificación por cada tipología de ventana o puerta.

Si no tiene documentación se realizarán los ensayos según las siguientes normas.

HE-1: Aceptación de huecos y lucernarios clasificados según la norma UNE EN 12 207:2000

HE-1: huecos y lucernarios ensayados según la norma UNE EN 1 026:2000 según zona climática:

a) para las zonas climáticas A y B: huecos y lucernarios de clase 1, clase 2, clase 3, clase 4;

b) para las zonas climáticas C, D y E: huecos y lucernarios de clase 2, clase 3, clase 4.

Permeabilidad al aire: medida con sobrepresión de 100 Pa, tendrá valores inferiores a:

a) zonas climáticas A y B: 50 m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup>;

b) zonas climáticas C, D y E: 27 m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup>

Vidrio de silicato básico alcalinotérreo. Marcado CE según UNE-EN 14178-2: 2005

Vidrio de borosilicato. Marcado CE según UNE-EN 1748-1-2: 2004

Vidrio aislante para la edificación. Marcado CE según UNE-EN 1279-5:2006

Vidrio de capa. Marcado CE según UNE-EN 1096-9: 2005

Vidrio laminado y vidrio laminado seguridad. Marcado CE según UNE-EN 14449: 2006

Vidrio de silicato sodocálcico termoendurecido. Marcado CE según UNE-EN 1863-2: 2005

Vidrio de silicato sodocálcico templado térmicamente. Marcado CE según UNE-EN 12150-2: 2005

Vidrio de silicato sodocálcico endurecido químicamente. Marcado CE según UNE-EN 12337-2: 2006

Vidrio de borosilicato de seguridad templado térmicamente. Marcado CE según UNE-EN 13024-2: 2005

Vidrio de seguridad de silicato sodocálcico templado térmicamente y tratado "heat soak". Marcado CE según UNE-EN 14179-2: 2006

Vidrio de seguridad de silicato alcalinotérreo endurecido en caliente. Marcado CE según UNE-EN 14321-2:2006

Persianas. Marcado CE según UNE-EN 13659:2004

Ensayos Control-Carpinterías	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Permeabilidad al aire	UNE-EN 1026:2000	DB-HE1		1/200
Estanqueidad al agua	UNE-EN 1027:2000			1/200
Resistencia mecánica al viento	UNE-EN 12211:2000			1/200
Transmitancia térmica (1)	UNE-EN 12567:2002	DB-HE1		1/Tipo
Aislamiento a ruido aéreo: carpintería, vidrio, persiana (2)	UNE-EN ISO 140-3:1995	DB-HR		1/Tipo
Vidrios para la edificación. Vidrios aislantes. (2)	UNE-EN 1279-5:2006	DB-HE1		1/Tipo
Vidrio. Seguridad frente al riesgo de impacto.(2)	UNE EN 12600:2003	DB-SU-2,		1/Tipo
Vidrio de silicato sodocálcico de seguridad templado térmicamente.(2)	UNE-EN 12150-2: 2005	DB-SU-2,		1/Tipo
Vidrio de borosilicato de seguridad templado térmicamente. (2)	UNE-EN 13024-2: 2005	DB-SU-2,		1/Tipo
Espesor de lacado / anodizado	UNE-EN ISO 2808:2000 / UNE-EN ISO 2360:1996			1/Tipo
Perfiles PVC-U para ventanas y puertas	UNE-EN 12608:2003			1/Tipo
Persianas: Resistencia al viento	UNE-EN 13659:2004; Apartados 4 y 21.2 y Anexo B EN 1932			1/Tipo



(1) Si no existe ensayo previo o documento justificativo por cálculo según UNE-EN ISO 10077

(2) Si no existe ensayo previo.

### Control de Ejecución

CTE HE-1, HS-1, HR

NTE FCL, FCM, FCPExcésivo desplome, falta de empotramiento, sellado deficiente

### Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Ensayos Control-Carpinterías	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Estanqueidad al agua en fachadas ligeras (muros cortina)	UNE EN 13051:2001	DB-HS-1		1/1.000 m2
Estanqueidad al agua en fachadas con ventana (ventanas)	UNE 85247EX:2004	DB-HS-1		1/1.000 m2

## CUBIERTAS: TEJAS

### Control de productos equipos y sistemas

Tejas y piezas auxiliares de arcilla cocida. Marcado CE según UNE-EN 1304: 2006

Mortero M2,5, dosificación 1:7

Tejas curvas: pendiente entre 15° y 35°

Ensayos Control – Tejas cerámicas	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Caract. geométricas, estructurales y defectos	UNE EN 1024:1997			1/1.000 m2
Impermeabilidad	UNE EN 539-1:1997	DB-HS-1		1/1.000 m2
Resistencia a la flexión	UNE EN 538:1995			1/1.000 m2
Resistencia a la helada	UNE EN 539-2:1999			1/1.000 m2
Inclusiones calcáreas	UNE 67039:1993 Ex			1/1.000 m2

### Control de Ejecución

NTE-QTT

Solape con variaciones < 20 mm.

Pendientes entre 26% y 70%; Pendiente > 70%, tejas fijadas con clavos, tornillos y ganchos

el paso entre cumbreras entre 3 y 7 cm.

Alero con vuelo superior a 5 cm. Tejas del frente macizadas.

Cumbrera solapada > 15 cm. Impermeabilizar puntos de cambio de dirección.

Limahoya con solapes > 10 cm. La línea de tejas vuela > 5 cm. Sobre la limahoya.

Encuentro con paramento vertical: membrana solapa 25 cm. En el paramento.

### Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Ensayos en Cubiertas inclinadas	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Estanqueidad de cubiertas por riego continuo en 48 horas	NTE-RST			1 / 1000 m2

## REVESTIMIENTOS : PIEDRA

### Control de productos equipos y sistemas

Baldosas de piedra natural para uso como pavimento exterior. Marcado CE según UNE-EN 1341:2002

Baldosas para pavimentos y escaleras. Marcado CE según UNE-EN 12058: 2005

Baldosas de piedra natural para uso como pavimento exterior. Marcado CE según UNE-EN 1341:2002

Baldosas de piedra natural destinadas a la circulación de peatones y vehículos; UNE EN 1341:2001

Resistencia a la rotura: MPa

Resistencia al resbalamiento/deslizamiento:

Conductividad térmica: W/Mk

Durabilidad

Reacción al fuego :Clase A1

Resistencia a la flexión: El fabricante dará la resistencia a flexión (Mpa) según UNE EN 12372.

Resistencia a la abrasión: El fabricante dará la resistencia a la abrasión [longitud de la cuerda, en milímetros (mm) ] según el ANEXO C de UNE EN 12372.

Resistencia al deslizamiento/derrape: El fabricante dará el Valor de la Resistencia al Deslizamiento sin pulido (USRV) según ANEXO D de UNE EN 12372.

Resistencia deslizamiento/resbalamiento: según UNE-ENV 12633:03

DB-SU-1, art.1; según clase y localización

Ensayos de control	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Absorción de agua y porosidad	UNE-EN 1936:2007			1/ tipo
Peso específico aparente y real	UNE-EN 1936:2007			1/ tipo
Resistencia a flexión	UNE-EN 12372:2007			1/ tipo
Resistencia a compresión	UNE-EN 1926:2007			1/ tipo
Resistencia al desgaste	UNE-EN 14157:2005 (Baldosa) UNE-EN 1342:2003 (Adoquín)			1/ tipo
Heladicidad	UNE-EN 12371:2002			1/ tipo
Ciclos cristalización de sales	UNE-EN 12370:1999			1/ tipo
Resistencia deslizamiento/resbalamiento *	UNE-ENV 12633:2003	DB-SU-1		1/ tipo

\* Pavimentos

### Control de Ejecución

**NTE-RST**

Ejecución de la capa base

Presencia de lechada en las juntas

Planeidad en todas las direcciones. Regla de 2 m. variaciones &lt; 4 mm. Cejas &lt; 2 mm.

**Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas**

Ensayos en baldosas de cemento y paviemtno in situ	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Ejecución de la capa base	NTE-RST			1 / 30 m2
Colocación de baldosas. Ausencia de lechada	NTE-RST			1 / 30 m2
Planeidad de piezas. Regla de 2 m. variaciones < 4 mm.	NTE-RST			1 / 30 m2
Planeidad de piezas. Cejas < 2 mm.	NTE-RST			1 / 30 m2
Resistencia al deslizamiento Rd	CTE,	DB-SU-1, art.1, según clase y localización		1 / tipo

**REVESTIMIENTOS : CERÁMICOS****Control de productos equipos y sistemas**

Marcado CE si procede

Baldosas cerámicas para suelos interiores y exteriores según UNE EN 14411, UNE-EN ISO 10545-2:1998

Carga de rotura: MPa

Carga de rotura (después del ensayo hielo/deshielo) MPa

Resistencia al deslizamiento: entre 15 y &gt; 45

Resistencia a la abrasión: NPD

Resistencia a la flexión: El fabricante dará la resistencia a flexión (Mpa) según UNE EN 12372.

Resistencia a la abrasión: El fabricante dará la resistencia a la abrasión [longitud de la cuerda, en milímetros (mm) ] según el ANEXO C de UNE EN 12372.

Resistencia al deslizamiento/derrape: El fabricante dará el Valor de la Resistencia al Deslizamiento sin pulido (USRV) según ANEXO D de UNE EN 12372.

Resistencia deslizamiento/resbalamiento: según UNE-ENV 12633:03

DB-SU-1, art.1; según clase y localización

Ensayos de control	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Dimensiones y aspecto superficial	UNE-EN ISO 10545-2:1998			1/ tipo
Absorción de agua	UNE-EN ISO 10545-3:1997			1/ tipo
Resistencia a la flexión	UNE-EN ISO 10545-4:1997			1/ tipo
Resistencia al impacto	UNE-EN ISO 10545-5:1998			1/ tipo
Resistencia abrasión (profunda o superficial)	UNE-EN ISO 10545-6/7: 98 o 99			1/ tipo
Dilatación térmica lineal	UNE-EN ISO 10545-8:1997			1/ tipo

Choque térmico	UNE-EN ISO 10545-9:1997			1/ tipo
Dilatación por humedad	UNE-EN ISO 10545-10:1997			1/ tipo
Resistencia a la helada	UNE-EN ISO 10545-12:1997			1/ tipo
Resistencia al cuarteo	UNE-EN ISO 10545-11:1997			1/ tipo
Resistencia química	UNE-EN ISO 10545-13:1998			1/ tipo
Resistencia a las manchas	UNE-EN ISO 10545-14:1998			1/ tipo
Resistencia deslizamiento/resbalamiento *	UNE-ENV 12633:2003	DB-SU-1		1/ tipo

\* Pavimentos

### Control de Ejecución

NTE-RST

Ejecución de la capa base

Presencia de lechada en las juntas

Planeidad en todas las direcciones. Regla de 2 m. variaciones < 4 mm. Cejas < 2 mm.

### Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Ensayos en baldosas cerámicas	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Ejecución de la capa base	NTE-RST			1 / 30 m2
Colocación de baldosas. Ausencia de lechada	NTE-RST			1 / 30 m2
Planeidad de piezas. Regla de 2 m. variaciones < 4 mm.	NTE-RST			1 / 30 m2
Planeidad de piezas. Cejas < 2 mm.	NTE-RST			1 / 30 m2
Resistencia al deslizamiento Rd	CTE,	DB-SU-1, art.1		1 / tipo

## REVESTIMIENTOS : MADERA

### Control de productos equipos y sistemas

Marcado CE según UNE-EN 14342: 2006

Sujeto a reglamentación de reacción al fuego: (A1fl, A2fl, Bfl, Cfl)\*, Dfl y Efl, (Cfl y Dfl)\*\* y Ffl

\* productos o materiales para los que no existe una etapa claramente identificada en el proceso de fabricación que suponga una mejora en la clasificación de reacción al fuego

\*\* productos o materiales que no requieren ensayo de reacción al fuego

Sujeto a reglamentación de sustancias peligrosas

Tabla machihembrada de parquet macizo para colocación clavada

- Densidad y grosor

- Reacción al fuego Clase Dfl-s1

- Emisión de formaldehído E1

- Resistencia a la rotura (carga máxima)

- Deslizamiento

- Conductividad térmica (W/mK)

- Durabilidad biológica Clase 1

DB-SU-1, art.1; según clase y localización

Ensayos de control	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Contenido de humedad de la madera	UNE-EN 13183-1:02			1/ suministro
Humedad de paredes y techos	UNE 56810:04			1/ 100 m2 y planta
Humedad relativa y temperatura de locales	UNE 56810:04			1/ 100 m2 y planta
Contenido de humedad del soporte	UNE 56810:04			1/ 100 m2 y planta
Resistencia al deslizamiento / resbalamiento *	UNE-ENV 12633:03	DB-SU-1		1/ tipo

\* Pavimentos

### Control de Ejecución

NTE-RSE

Separación entre rastreles

Apoyo de rastreles

Planeidad de superficie medida con regla de 2 m. &lt; 2 mm.

Separación entre tablas &gt; 0,5 mm.

Separación entresuelo y paramento &gt; 8 mm. Y &lt; 12 mm.

### Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Ensayos en suelos de madera	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Planeidad de superficie medida con regla de 2 m. < 2 mm.	NTE-RSE			1 / 10 m2 y local
Separación entre tablas > 0,5 mm.	NTE-RSE			2 / 10 m2 y local
Separación entresuelo y paramento > 8 mm. Y < 12 mm.	NTE-RSE			3 / 10 m2 y local
Resistencia al deslizamiento Rd	CTE,	DB-SU-1, art.1, según clase y localización		1 / tipo

## REVESTIMIENTOS : YESOS

### Control de productos equipos y sistemas

Yeso y productos a base yeso para la construcción Marcado CE según UNE-EN 13279

Material para juntas para placas de yeso laminado Marcado CE según UNE-EN 13963: 2006

Para protección frente al fuego de elementos estructurales y/o para la compartimentación frente al fuego en edificios: Reacción al fuego

Resistencias mecánicas, Índice pH, Dureza superficial Shore, Adherencia a la base según UNE 102031: 1982/1999

Ensayos de control	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Resistencias mecánicas	UNE 102031: 1982/1999			1/suministro

Índice pH	UNE 102032 : 1984/1999			1/suministro
Dureza superficial Shore	UNE 102039 : 1985			1/suministro
Adherencia a la base	UNE 102031: 1982/1999			1/suministro

### Control de Ejecución

NTE-RPG

Maestras verticales

Guardavivos en las esquinas

Temperatura superior a 5° C

Planeidad inferior a 3 mm. Con regla de 1 m.

Planeidad inferior a 15 mm. En toda la longitud a altura del paño

Interrupción del enyesado en juntas estructurales, zócalos

Presencia de coqueras, grietas y fisuras

Características de adherencia dureza superficial, etc.

No existencia de roces, baches de muelas, ondas ni aguas, aristas rotas, etc

No existencia de fisuras por discontinuidad en el soporte

### Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Ensayos en yesos y escayolas	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Planeidad inferior a 3 mm. Con regla de 1 m.	NTE-RPG			1 / 200 m2
Planeidad inferior a 15 mm. En toda la longitud a altura del paño	NTE-RPG			1 / 200 m2

## PINTURAS Y BARNICES

### Control de productos equipos y sistemas

Marcado CE si procede

Ensayos de control	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Sólidos a 105 °C	UNE-EN ISO 3251:03			1/ tipo
Cenizas a 450 °C	UNE-EN ISO 3251:03			1/ tipo
Contenido en pigmentos	UNE-EN ISO 14680-1:07			1/ tipo
Resistencia al frote húmedo (p. plástica)	UNE-EN ISO 11998:02			1/ tipo
Velocidad de transmisión del vapor de agua	UNE-EN ISO 7783-2:99			1/ tipo
Adherencia de película (pull-off)	UNE-EN ISO 4624:03			3/ tipo
Adherencia al soporte (corte por enrejado)	UNE-EN ISO 2409:96			3/ tipo
Espesor de película (no destructivo)	UNE-EN ISO 2808:00			3/ tipo
Resistencia	UNE-ENV	DB-SU-1		1/ tipo

deslizamiento/resbalamiento *	12633:03			
-------------------------------	----------	--	--	--

\* Pinturas de señalización y pavimentos tratados con pinturas

### Control de Ejecución

NTE-RPP

Temperatura entre 6°C y 28°C

Superficies de madera: exterior entre 14 y 20%; interior entre 8 y 14%

Superficies metálicas: desengrasado y limpieza de óxidos

Preparación del soporte

### Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Ensayos en morteros de cemento	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Descolgamientos, cuarteamientos, desconchados, bolsas..	NTE-RPP			inspecc.general
Falta de uniformidad y color distinto al especificado	NTE-RPP			inspecc.general
Manchas de moho, eflorescencias, manchas de óxido	NTE-RPP			inspecc.general

## SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

### Detección, Control y Extinción

#### Control de productos equipos y sistemas

Marcado CE si procede

Extintores portátiles de incendios: Marcado CE UNE EN-3; UNE 23110;Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. RD. 1942/1993, de 5 de noviembre

#### Control de Ejecución

Control de replanteo, geometría, colocación, ejecución y materiales

#### Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Ensayos de Control de sistemas de detección, control y extinción de incendios	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Activación automática de ventilación	UNE-EN 12101-3: 2002	DB-SI-4.1		El sistema

## INSTALACIONES DE ELECTRICIDAD, TELECOMUNICACIONES Y RAYO

#### Control de productos equipos y sistemas

Marcado CE si procede

Material eléctrico para instalaciones de baja tensión. RD 7/1988; REAL DECRETO 154/1995. Directiva 73/23/CEE.

Cables conductores de aluminio para distribución de energía eléctrica. Real Decreto RD 1939/1986

Equipos y aparatos para instalaciones de telecomunicaciones. RD 1890/2000. Directiva 99/5/CE.

Equipos para la protección contra el rayo, según CTE SU-8; UNE 21186:1996; UNE 21185:1995

Sistemas de tubos. Se clasifican:

- rígidos, según UNE –EN 50086 -2-1
- curvables, según UNE –EN 50086 -2-2
- flexibles, según UNE –EN 50086 -2-3
- enterrados, según UNE –EN 50086 -2-4

Canales protectoras, con perfil de paredes perforadas o no perforadas. Se clasifican:

- Canales, según UNE –EN 50085
- Canales con tapa de acceso con herramientas, según UNE –EN 50085 -1

### Control de Ejecución

Control de replanteo, geometría, colocación, ejecución y materiales

Rozas en instalaciones:

- Distancia entre rozas de dos caras del mismo tabique  $\geq 50$  cm.
- Separación de la roza a marco o premarco  $\geq 20$  cm.
- Profundidad  $\leq 4$  cm incluido el guarnecido o un canuto en ladrillo hueco.
- Ancho de la roza  $\leq 2$  veces su profundidad
- Las tuberías de fontanería pasan por debajo de cualquier canalización eléctrica o electrónica.
- Las tuberías de fontanería pasan a una distancia en paralelo  $\geq 30$  cm. de canalización eléctrica o electrónica y de 25 cm con otros conductos.
- Las rozas han de quedar cubiertas con mortero o yeso y enrasadas al resto del paramento

Instalación de las canalizaciones según Tabla 52F UNE 20460-5-52: 1996

Ventilación en recintos de telecomunicaciones: 2 renovación por hora.

- natural directa
- natural forzada por conducto vertical y aspirador estático
- ventilación mecánica.

Iluminación mínima de los recintos de telecomunicaciones: nivel medio de 300 lux y un aparato de iluminación autónomo de emergencia.

### Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Ensayos de Control de Electricidad, telecomunicación y Rayo	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Resistencia de puesta a tierra	UNE 20460-6-61:03 - REBT			1/ Instalación
Instalación de telecomunicaciones.	RICT			1/ Instalación
Instalación de protección contra el rayo		DB-SU-8		1/ Instalación

Documentación para las verificaciones y pruebas de servicio según REBT

- Certificados
- Boletines
- Documentación adicional exigida por la Administración competente

## SEGURIDAD UTILIZACIÓN - ILUMINACIÓN

### Iluminación Interior y de Emergencia



**Control de productos equipos y sistemas**

Marcado CE si procede

Luminarias: RD 2365/1985 y OM 08/03/1993

Certificado del fabricante que acredite la potencia total de la luminaria

Las lámparas fluorescentes cumplirán los requisitos de eficiencia energética de los balastos según Real Decreto 838/2002

Aparatos autónomos de emergencia, cumplirán con las normas UNE-EN- 60598-2-22 y UNE 20392 o UNE 20062

Luminaria alimentada para fuente central cumplirá con la norma UNE 60598-2-22 menos de 12 puntos de luz en una misma línea protegida con interruptores automáticos de intensidad nominal 10A

Se ha determinado una luminancia donde el área de color de seguridad de la señal es al menos de 2 cd/m<sup>2</sup>

Se cumple que la relación entre la luminancia blanca y la de color no es menor que 5:1 ni mayor que 15:1

Se ilumina al menos el 50% de las señales de seguridad al cabo de 5s

Se ilumina el 100% de las señales de seguridad al cabo de 60s

**Control de Ejecución**

Deben coincidir en número y características con lo especificado en el proyecto:

- Luminarias
- Conductores
- Situación
- Altura de la instalación
- Pueta a tierra

Se colocará una luminaria de emergencia:

- En cada puerta de salida
- Para destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad
- puertas existentes en los recorridos de evacuación,
- escaleras, para que cada tramo reciba iluminación directa
- cualquier cambio de nivel,
- cambios de dirección e intersecciones de pasillos.

**Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas**

Ensayos de Control de Iluminación Interior y de Emergencia	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Prueba de nivel de iluminación	UNE 20460-6-61:03	DB-SU-4		1/ Instalación
Prueba de nivel de uniformidad	UNE 20460-6-61:03	DB-SU-4		1/ Instalación
Resistencia de puesta a tierra	UNE 20460-6-61:03	REBT		1/ Instalación
Medida de intensidad luminosa	UNE 20460-6-61:03	DB-SU-4		1/ Instalación
Pruebas finales de funcionamiento (Iluminación Gral.)	UNE 20460-6-61:03	REBT	TOTAL	
Pruebas finales de funcionamiento (Emergencia)	UNE 20062:1993 UNE 23035-4:2003	DB-SU-4 DB-SI-3.7	TOTAL	

Alumbrado de evacuación: proporcionará las siguientes condiciones durante 1 hora después de una caída del 70 % de la tensión nominal,

- La iluminancia de 1 lux en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, medida en el eje de pasillos y escaleras, y en todo punto cuando dichos recorridos discurren por espacios distintos a los citados.
- La iluminancia será como mínimo de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.

#### Alumbrado ambiente o antipánico:

- Proporcionará una iluminancia horizontal mínima de 0.5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.
- El cociente entre la iluminancia horizontal máxima y la será menor que 40.
- Proporcionará la iluminancia prevista durante al menos una hora.

#### Alumbrado de zonas de alto riesgo:

- Proporcionará una iluminancia horizontal mínima de 15 lux o del 10% de la iluminancia normal ( el mayor de los dos valores)
- El cociente entre la iluminancia horizontal mínima será menor que 10.
- Proporcionará una iluminancia prevista, cuando se produzca el fallo del suministro normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

#### Documentación para las verificaciones y pruebas de servicio

- Certificados
- Boletines
- Documentación adicional exigida por la Administración competente

## SUMINISTRO DE AGUA

### TIPO DE INSTALACIÓN

### INSTALACIÓN INTERIOR DE AGUA FRIA

### INSTALACIÓN ACS

### Control de productos equipos y sistemas

Marcado CE si procede

Tubos de cobre. Se realizarán 2 controles por cada diámetro empleado para determinar: Identificación, medidas y tolerancias. UNE-EN-1057/96

Ensayo a tracción. UNE7474-1/92, UNE 7474-1/92, UNE 7474-2/92, UNE 7474-3/95, UNE 7474-5/92

tubos de cobre. Según normas UNE EN 1057:1996, 2007, 2008 Erratum; Uniones por soldadura o manguitos mecánicos

tubos de PB. Según norma UNE EN ISO 15876:2004

### Control de Ejecución

CTE-HS 4 - art.5.1,2,3,4 y RITE

Protección contra condensaciones siempre según UNE 100171:1989

Protección térmica según UNE 100171:1989 (altas temperaturas), UNE EN ISO 12241:1999 (heladas) y según RITE

Incompatibilidades de materiales según DB-HS4 - art.6.3 (acero-cobre), (acero galvanizado-tipo de agua)

Sujeciones antivibratorias a velocidades superiores a 1,5 a 2,0 m/sg

CTE-HR - conducciones colectivas aisladas de recintos protegidos y recintos habitables

CTE-HR - velocidad máxima en calefacción y radiadores a 1 m/sg

Filtro antes del contador

**Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas**

Ensayos Red Interior Residuales y Pluviales	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Prueba de Resist. Mecánica— Estanqueidad. La presión no varía durante 2h *	CTE, UNE 100151:1988 (metálicas) UNE ENV 12108 :2002 (termoplásticas)	DB-HS-4, art.5.2	TOTAL	
Caudal y Tª en puntos de consumo	CTE,	DB-HS-4 (ACS), Art. 5.2.1.2	TOTAL	
Caudal exigido a Tª fijada con grifos abiertos	CTE,	DB-HS-4 (ACS), Art. 5.2.1.2	TOTAL	
Tiempo que tarda el agua en salir en los grifos más alejados a Tª de funcionamiento	CTE,	DB-HS-4 (ACS), Art. 5.2.1.2	TOTAL	
Temperatura de la red	CTE,	DB-HS-4 (ACS), Art. 5.2.1.2	TOTAL	
Tª a la salida del acumulador y en grifos. Retorno < 3°C	CTE,	DB-HS-4 (ACS), Art. 5.2.1.2	TOTAL	

\* Pruebas con certificado del instalador

tipo de Instalación

RED EXTERIOR DE ABASTECIMIENTO

RED EXTERIOR DE RIEGO

Ensayos Instalación Abastecimiento y Riego	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Prueba de Resistencia Mecánica y Estanqueidad *	PPTGTAA		1/500 m	

\* Pruebas con certificado del instalador

**RED DE SANEAMIENTO**

TIPO DE INSTALACIÓN

RED INTERIOR DE EVACUACIÓN RESIDUALES

RED INTERIOR DE EVACUACIÓN PLUVIALES

**Control de productos equipos y sistemas**

Marcado CE si procede

Tubos de PVC. Se tomará 1 muestra por cada uno de los diámetros utilizados en obra para realizar los siguientes ensayos:

Identificación y aspecto. UNE-53112/88

Medida y tolerancia. UNE-53112/88

Densidad y contenido en PVC. UNE-53020/73

Tracción y alargamiento en rotura. UNE-53112/88

Ensayo VICAT. UNE-EN-ISO-306/97

Tubería de PVC. Según normas UNE EN 1329-1:1999, UNE EN 1401-1:1998, UNE EN 1453-1:2000, UNE EN 1456-1:2002, UNE EN 1566-1:1998

## Control de Ejecución

CTE-HS 5 - art.5.1,2,3,4

Altura cierre hidráulico sifón  $\geq 25\text{mm}$ .

Abrazaderas cada 15 veces el diámetro de la bajante

edificios mayores de 10 plantas: interrumpir la verticalidad de la bajante

Red horizontal con registros cada 15 m.

CTE-HR - Sujeciones elásticas y aislamiento en codos verticales

CTE-HS 5 - art.5.1.3 - Cazoletas y sumideros

Distancia a bajante menor de 5 m.

Resistencia a cargas de  $100\text{Kg/cm}^2$

Diámetro 1,5 veces mayor que el de la bajante

## Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Ensayos Red Interior Residuales y Pluviales	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Prueba de Estanqueidad (Aparatos) *	CTE,	DB-HS-5, art.5.6	TOTAL	
Prueba de Estanqueidad (Red Horizontal) *	CTE,	DB-HS-5, art.5.6, (0,3-0,6 bares)10min.	TOTAL	
Prueba de Estanqueidad (Arquet. y pozos) *	CTE,	DB-HS-5, art.5.6, (0,3-0,6 bares)10min.	TOTAL	
Prueba de Estanqueidad Total (Aire, agua o humo) *	CTE,	DB-HS-5, art.5.6.3, 4, 5)	TOTAL	

\* Pruebas con certificado del instalador

tipo de Instalación

RED EXTERIOR DE EVACUACIÓN RESIDUALES

RED EXTERIOR DE EVACUACIÓN PLUVIALES

Ensayos Red Exterior de Fecales y Pluviales	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
---	-------	-------------------	-------------	--------------

Prueba de Estanqueidad red fecales o pluviales	s/ PPTGTSP		10%	
Inspección con cámara de TV **				1/500 m

\*\* Ensayo complementario

## INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN, CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y CHIMENEAS

### Control de productos equipos y sistemas

Marcado CE si procede

Tubos redondos de cobre y aleaciones de cobre. Marcado CE según UNE-EN 1057:2007.

Estufas para combustibles líquidos con quemadores de vaporización y conductos de evacuación de humos. Marcado CE según UNE-EN 1:1999

Calderas domésticas independientes que utilizan combustible sólido. Potencia térmica nominal  $\leq 50$  kW. Marcado CE según UNE-EN 12809:2002

Cocinas domésticas que utilizan combustibles sólidos. Marcado CE según UNE-EN 12815:2002

Estufas que utilizan combustibles sólidos. Marcado CE según UNE-EN 13240:2005

Aparatos insertables, incluidos hogares abiertos que utilicen combustibles sólidos.

Marcado CE según UNE-EN 13229:2003

Sistemas separadores de líquidos ligeros (por ejemplo aceite y petróleo). Marcado CE según UNE-EN 858-1: 2002/A1 2005

Terminales verticales para calderas tipo C6 según UNE-EN 14989-1: 2008

Radiadores y convectores. Marcado CE según UNE-EN 442-1:1996

Paneles radiantes en techo, alimentados con agua a una temperatura inferior a 120°C. según UNE-EN 14037-1:2003

Conductos de chapa fabricados. Según UNE EN 100102:1998

Ventilación de edificios. Conductos. Requisitos para mantenimiento. Según UNE EN V 12097:1998

Ventilación de edificios. Conductos chapa metálica. Resistencia y fugas. UNE EN 12237:2003

Ventilación de edificios. Conductos. Dimensiones y requisitos. Según UNE EN 13180:2003

Ventilación de edificios. Unidades de tratamiento de aire. Según UNE EN 13053:2003

Ventilación de edificios. Conductos no metálicos con material aislante. Según UNE EN 13403:2003

### Control de Ejecución

Control de replanteo, geometría, colocación, ejecución y materiales

Ensayos de Control de instalaciones de calefacción, climatización y ventilación	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Conductos de aire.	UNE 100012		El sistema	
Estanqueidad fluidos portadores previo a su ocultamiento	UNE 100151, UNE ENV 12108		El sistema	
Resistencia mecánica, fugas, dilatación de tuberías.	RITE - IT 2.2		El sistema	

Rejillas y difusores en instalaciones de aire acondicionado.

- Difusores de aluminio anodizado generando efecto inductivo, mezcla del aire de suministro con un 30% de aire del local. Tendrán compuertas de regulación de caudal.

- Las rejillas de impulsión de doble deflexión, con láminas delanteras horizontales y traseras verticales ajustables individualmente, con compuerta de regulación
- Las rejillas de retorno con láminas horizontales fijas a 45°
- Las rejillas de descarga con láminas horizontales fijas; impedirá la entrada de agua de lluvia. Las bocas de extracción serán de diseño circular, material plástico lavable, núcleo central regulable.

Cumplirá lo dispuesto según RITE, CTE DB-HE y DB-HR

Cumplirá lo dispuesto según CTE DB-HS 3, apt. 6, y DB-HR

### Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Ensayos de Control de instalaciones de calefacción, climatización y ventilación	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Estufas para combustibles líquidos con quemadores de vaporización y conductos de evacuación de humos.	UNE-EN 1:1999			1/ equipo
Radiadores y convectores. Estanquidad	UNE-EN 442-1/A1:2003,Ap. 5.2			1/ equipo
Radiadores y convectores. Resistencia a presión	UNE-EN 442-1/A1:2003,Ap. 5.3			1/ equipo
Radiadores y convectores. Potencia térmica	UNE-EN 442-:1996			1/ equipo
cocinas domésticas que utilizan combustibles sólidos.	UNE-EN 12815:2002			1/ equipo
Calderas domésticas indep.con combustible sólido. Potencia térmica nominal $\leq 50$ kW	UNE-EN 12809:2002			1/ equipo
Hogares abiertos, con combustibles sólidos.	UNE-EN 13229:2002			1/ equipo
Estufas que utilizan combustibles sólidos.	UNE-EN 13240:2005			1/ equipo
Bloques para conductos de humo de hormigón en chimeneas.	UNE-EN 1858:2004			El sistema
Ventilación de edificios. Ensayos sistemas de ventilación y climatización instalados	UNE EN 12599:2002		El sistema	
Certificado de Instalaciones Térmicas en los Edificios	RD 1027/2007 RITE		El sistema	

Certificado de Instalaciones Térmicas en los Edificios según RD 1027/2007 RITE  
Documentación de las instalación

El certificado, según modelo de la Comunidad Autónoma, tendrá como mínimo el contenido siguiente:

- a) identificación y datos referentes a sus principales características técnicas de la instalación realmente ejecutada;
- b) identificación de la empresa instaladora, instalador autorizado con carné profesional y del director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva;

c) los resultados de las pruebas de puesta en servicio realizadas que como mínimo contendrán:

- Pruebas de estanquidad de redes de tuberías de agua de acuerdo con la Norma UNE-EN 14336 para tuberías metálicas y UNE-ENV 12108 para tuberías plásticas.
- Pruebas de estanquidad de los circuitos frigoríficos
- Pruebas de libre dilatación
- Pruebas de recepción de redes de conductos de aire
- Pruebas de estanquidad de chimeneas
- Pruebas finales de acuerdo con UNE-EN 12599

d) declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto o memoria técnica y de que cumple con los requisitos exigidos por el RITE.

Control de la instalación terminada.

1. En la instalación terminada, bien sobre la instalación en su conjunto o bien sobre sus diferentes partes, deben realizarse las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto o memoria técnica u ordenadas por el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, las previstas en el apartado anterior y las exigidas por la normativa vigente.

2. Las pruebas de la instalación se efectuarán por la empresa instaladora, de acuerdo a los requisitos de la IT 2.

3. Todas las pruebas se efectuarán en presencia del instalador autorizado o del director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, quien debe dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados obtenidos.

4. Los resultados de las distintas pruebas realizadas a cada uno de los equipos, aparatos o subsistemas, pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación.

5. Cuando para extender el certificado de la instalación sea necesario disponer de energía para realizar pruebas, se solicitará, a la empresa suministradora de energía un suministro provisional para pruebas por el instalador autorizado o por el director de la instalación a los que se refiere este reglamento, y bajo su responsabilidad.

## INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA

### Control de productos equipos y sistemas

Marcado CE si procede

Sistemas solares térmicos y sus componentes, según UNE ENV 12977-1 y 2 / CTE HE4  
Acumuladores para sistemas solares de calefacción; según UNE ENV 12977-3/CTE HE 4

cálculo de la demanda de energía térmica, según UNE-EN 94002:2004, y BOJA, núm. 29, de 23 de abril de 1991

Captadores solares de calentamiento líquido, según UNE-EN 12975-1y2

Captadores solares prefabricados; según UNE-EN 12976

Sistemas solares a medida; según UNE-EN 12977

### Control de Ejecución

Control de replanteo, geometría, colocación, ejecución y materiales

Ensayos de Control de instalaciones solares térmicas y fotovoltaica	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Estanqueidad fluidos portadores previo a su ocultamiento	UNE 100151, UNE ENV 12108		El sistema	
Resistencia mecánica, fugas, dilatación de tuberías.	RITE - IT 2.2		El sistema	

### Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Ensayos de Control de instalaciones solares térmicas y fotovoltaicas	Norma	DBs de aplicación	Obligatorio	Recomendable
Recepción y pruebas funcionales de la instalación, anexo 24	BOJA,núm.29,23-abril-1991.Anx.24		El sistema	

Boletín del instalador de Instalación solar térmica según HS4,HE4 y BOJA, núm. 29, de 23 de abril de 1991

## INSTALACIONES DE GAS Y GLP

### Control de productos, equipos y sistemas

Marcado CE si procede

Sistemas de detección de fugas. Marcado CE según UNE-EN 13160-1: 2003

Tubos redondos de cobre y aleaciones de cobre, sin soldadura, para gas en calefacción.

Marcado CE según UNE-EN 1057:2007.

Juntas elastoméricas para tubos y accesorios para transporte de gases y fluidos hidrocarbonados. Marcado CE según UNE EN 682

Tubos flexibles no metálicos, con armadura y conexión mecánica para unión de recipientes GLP a instalaciones receptoras o aparatos que utilizan combustibles gaseosos, de diámetro interior <6mm. UNE 60712

Inversores automáticos de caudal < 100Kg/h destinados a gas butano, propano y sus mezclas. UNE 13786

Aparatos para instalaciones de Gas. Real Decreto 919/2006

### Control de Ejecución

Control de replanteo, geometría, colocación, ejecución y materiales

Cumplirá lo dispuesto según ICG, y RITE

### Control de obra terminada - Ensayos / Pruebas

Certificado de Instalaciones de gas según ICG, Real Decreto 919/2006

Documentación de las instalaciones

El certificado, según modelo de la Comunidad Autónoma, tendrá como mínimo el contenido siguiente:

- identificación y datos referentes a sus principales características técnicas de la instalación realmente ejecutada;
- identificación de la empresa instaladora, instalador autorizado con carné profesional.
- los resultados de las pruebas de puesta en servicio realizadas que como mínimo contendrán:
  - Pruebas de estanquidad de redes de tuberías de agua de acuerdo con la Norma UNE-EN 14336 para tuberías metálicas y UNE-ENV 12108 para tuberías plásticas.
  - Pruebas de libre dilatación

## EQUIPAMIENTOS

### Control de productos, equipos y sistemas

Marcado CE si procede

Fregaderos de cocina; Marcado CE según UNE EN 13310: 2003

Urinaros murales; Marcado CE según UNE EN 13407: 2007

Bidés; Marcado CE según UNE EN 14528:2006 y UNE EN 14528: 2007

Aparatos sanitarios; Marcado CE según UNE EN 14688: 2007

Mamparas de ducha; Marcado CE según UNE EN 14428: 2005



Cubetas de lavado comunes para uso doméstico; Marcado CE según UNE EN 14296

**Control de Ejecución**

Control de replanteo, geometría, colocación, ejecución y materiales

## 5.8.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En tomo aparte

## 5.9.- NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

(Se incluyen las normativas de ámbito nacional y autonómico, no recogiendo las de ámbito municipal)

### INDICE

1. ABASTECIMIENTO DE AGUA Y VERTIDO
2. ACCESIBILIDAD Y UTILIZACIÓN
3. ACCIONES EN LA EDIFICACION
4. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Y CIMENTACIONES.
5. AHORRO DE ENERGÍA Y AISLAMIENTO TÉRMICO
6. AISLAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO
7. APARATOS ELEVADORES
8. CASILLEROS POSTALES
9. CEMENTOS
10. INSTALACIONES TERMICAS (CALEFACCIÓN, REFRIGERACION...)
11. COMBUSTIBLES
12. CUBIERTAS
13. ELECTRICIDAD
14. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA
15. ESTRUCTURAS DE ACERO
16. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN
17. ESTRUCTURA DE FÁBRICA
18. GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN (RCD)
19. COMPETENCIAS Y ORDENACIÓN DE LA EDIFICACIÓN
20. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
21. SALUBRIDAD Y CONDICIONES HIGIENICO-SANITARIAS
22. SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
23. TELECOMUNICACIONES
24. VIDRIOS

### 1. ABASTECIMIENTO DE AGUA Y VERTIDO

1. Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua
  - B.O.E. 236 02/10/1974 Orden del Mº de Obras Públicas y Urbanismo.
  - B.O.E. 71 03/01/1976 Desarrollo: NTE-IFA/1975
  - B.O.E. 37 02/12/1976 Corrección de erratas de la orden 9 de diciembre de 1975 por la que se aprueban las normas básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua
  - B.O.E. 128 29/05/1979 Real Decreto por el que se aprueba el Reglamento de aparatos a presión
2. Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de saneamiento de poblaciones
  - B.O.E. 228 23/09/1986 Orden del Mº de Obras Públicas y Urbanismo.
  - B.O.E. 51 28/02/1987 Corrección de errores.
3. Control metrológico sobre instrumentos de medida.
  - B.O.E. 55 06/03/1989 Contadores de Agua Fría -- Orden del Mº de Obras Públicas y Urbanismo
  - B.O.E. 183 08/02/2006 R.D. 889/2006, del Mº de Industria, Turismo y Comercio.
  - B.O.E. 267 11/08/2006 Corrección de errores.
4. Normas de emisión, objetivos de calidad y métodos de medición sobre vertidos de aguas residuales
  - B.O.E. 280 23/11/1987 Ordenes del Mº de Obras Públicas y Transporte
  - B.O.E. 93 18/04/1988 Corrección de errores
  - B.O.E. 67 20/03/1989 Nuevo listado de sustancias nocivas
  - B.O.E. 162 08/07/1991 Ampliación ámbito de aplicación.
  - B.O.E. 129 29/05/1992 Modificación.
5. Reglamento del suministro domiciliario del agua

- B.O.J.A. 81 10/09/1991 Decreto de la Consejería de la Presidencia
- 6. Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis
  - B.O.E. 171 04/07/2003 R.D. 865/2003 del M° de Agricultura, Pesca y Alimentación.
  - B.O.E. 180 28/07/2001 Real Decreto por el que se establecen los criterios higiénicosanitarios para la prevención y control de la legionelosis
- 7. Criterios sanitarios de calidad del agua de consumo humano
  - B.O.E. 45 21/02/2003 R.D. 140/2003 del M° de la Presidencia
  - B.O.E. 226 20/09/1990 Real Decreto por el que se aprueba el reglamento técnico-sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público
  - B.O.E. 154 29/06/1982 Real Decreto por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público
- 8. Medidas para el control y la vigilancia higiénico-sanitarias de instalaciones de riesgo en la transmisión de la legionelosis y se crea el Registro Oficial de Establecimientos y Servicios Biocidas de Andalucía.
  - B.O.J.A. 144 12/07/2002 Decreto 287/2002
- 9. Medidas de regulación y control de vertidos
  - B.O.E. 95 21/04/1995 R.D. 484/1995 del M° de OPyT .
  - B.O.E. 114 13/05/1995 Corrección de errores
- 10. Reglamento de la calidad de las aguas litorales
  - B.O.J.A. 19 02/08/1996 D. 14/1996 del Cª de Medio Ambiente.
  - B.O.J.A. 27 03/04/1997 Desarrollo
- 11. DB-HS "Salubridad"
  - B.O.E. 74 28/03/2006 R.D. 314/2006, del M° de la Vivienda
  - B.O.E. 99 23/04/2009 Texto refundido DB-HS (NO PUBLICADO): Original y modificaciones realizadas hasta el 23.04.09 (incluidas).
  - B.O.E. 11 13/01/1976 Normas básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua
  - B.O.E. 58 03/07/1980 Texto: Resolución por la que se complementa el apartado 1.5 del título I de las normas básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua en relación con el dimensionamiento de las instalaciones interiores para tubos de cobre
  - B.O.E. 37 02/12/1976 Texto: Corrección de erratas de la orden 9 de diciembre de 1975 por la que se aprueban las normas básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua

## 2. ACCESIBILIDAD Y UTILIZACIÓN

1. Medidas mínimas sobre accesibilidad en los edificios
  - B.O.E. 122 23/05/1989 Real Decreto 556/1989 del M° de Obras Públicas y Urbanismo.
2. Normas para la accesibilidad en las infraestructuras, el urbanismo, la edificación y el transporte en Andalucía.
  - B.O.J.A. 114 21/07/2009 Decreto 293/2009, de 7 de julio, de la Cª de la Presidencia
  - B.O.J.A. 219 10/11/2009 Corrección de errores
  - B.O.J.A. 44 23/05/1992 Decreto 72/1992, de 5 de mayo, por el que se aprueban las normas técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte en Andalucía
  - B.O.E. 111 26/09/1996 Orden de 5 de septiembre de 1996, por la que se aprueba el modelo de ficha para la justificación del cumplimiento del Decreto 72/1992, de 5 de mayo, de la Consejería de la Presidencia de la Junta de Andalucía
  - B.O.J.A. 0 05/05/1992 Ficha justificativa de la norma para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte en Andalucía. Decreto 72/1992
3. Ley de atención a las personas con discapacidad en Andalucía.

- B.O.J.A. 45 17/04/1999 Ley 1/199, de 31 de marzo.
- 4. Condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados y edificaciones.
  - B.O.E. 113 11/05/2007 R.D. 505/2007, del Mº de la Presidencia
- 5. Integración social de los minusválidos.
  - B.O.E. 103 30/04/1982 Ley 13/1982, de 7 de abril
- 6. Ley de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.
  - B.O.E. 289 12/03/2003 Ley 51/2003, de 2 de diciembre.
- 7. Características de los accesos, aparatos elevadores y condiciones interiores de las viviendas para minusválidos proyectadas en inmuebles de protección oficial.
  - B.O.E. 67 18/03/1980 Orden del Mº de Obras Públicas y Urbanismo.
  - B.O.E. 176 24/07/1975 Decreto 1766/1975, de 20 de junio, sobre características de accesibilidad para minusválidos en viviendas de protección oficial
- 8. Reserva y situación de las viviendas de protección oficial destinadas a minusválidos.
  - B.O.E. 51 28/02/1980 R.D. 355/1980, del Mº de Obras Públicas y Urbanismo.
- 9. Límites del dominio sobre inmuebles para eliminar barreras arquitectónicas a las personas con discapacidad.
  - B.O.E. 129 31/05/1995 Ley 15/1995, de 30 de mayo.
- 10. DB-SUA "Seguridad de utilización y accesibilidad"
  - B.O.E. 74 28/03/2006 R.D. 314/2006, del Mº de la Vivienda.
  - B.O.E. 61 11/03/2010 Texto refundido DB-SUA: Original y modificaciones realizadas hasta el 11.03.10 (incluidas).
  - B.O.E. 99 23/04/2009 Texto refundido DB-SU (NO PUBLICADO): Original y modificaciones realizadas hasta el 23.04.09 (incluidas).

### 3. ACCIONES EN LA EDIFICACION

1. DB-SE-AE "Seguridad estructural. Bases de cálculo y acciones en la edificación".
  - B.O.E. 74 28/03/2006 R.D. 314/2006, del Mº de la Vivienda
  - B.O.E. 99 23/04/2009 Texto refundido DB-SE-AE (NO PUBLICADO): Original y modificaciones realizadas hasta el 23.04.09 (incluidas).
2. DB-SE-AE "Acciones en la edificación"
  - B.O.E. 74 28/03/2006 R.D. 314/2006, del Mº de la Vivienda
  - B.O.E. 99 23/04/2009 Texto refundido DB-SE-AE (NO PUBLICADO): Original y modificaciones realizadas hasta el 23.04.09 (incluidas).
3. Norma de construcción sismorresistente: Parte general y edificación (NCSR-02)
  - B.O.E. 244 11/10/2002 R. D. 997/2002, del Mº Fomento.
  - B.O.E. 33 02/08/1995 Real Decreto 2543/1994, de 29 de diciembre, por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-94)
  - B.O.E. 276 17/11/1988 Real Decreto 1370/1988, de noviembre, por el que se modifica parcialmente la Norma MV-101/198, acciones en la edificación y cambia su denominación a Norma Básica de la Edificación NBE-AE/88. Acciones en la edificación
  - B.O.E. 279 21/11/1974 Decreto 3209/1974, de 30 de agosto, por el que se aprueba la Norma Sismorresistente, así como la constitución de la Comisión Permanente de Normas Sismorresistentes
  - B.O.E. 30 02/04/1969 Decreto 106/1969, de 16 de enero, por el que se aprueba la aplicación de la Norma sismorresistente PGS1 (1968), parte A
  - B.O.E. 35 02/09/1963 Decreto 195/1963, de 17 de enero, por el que se establece la Norma MV 101-1962 de Acciones en la edificación

**4. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Y CIMENTACIONES.****1. DB-SE-C "Cimientos"**

- B.O.E. 74 28/03/2006 R.D. 314/2006, del Mº de la Vivienda.
- B.O.E. 99 23/04/2009 Texto refundido DB-SE-C (NO PUBLICADO): Original y modificaciones realizadas hasta el 23.04.09 (incluidas).

**5. AHORRO DE ENERGÍA Y AISLAMIENTO TÉRMICO****1. DB-HE "Ahorro de energía"**

- B.O.E. 74 28/03/2006 R.D. 314/2006, del Mº de la Vivienda
- B.O.E. 99 24/04/2009 Texto refundido DB-HE (NO PUBLICADO): Original y modificaciones realizadas hasta el 23.04.09 (incluidas).
- B.O.E. 253 22/10/1979 Real Decreto 2429/1979, de 6 de julio, por el que se aprueba la norma básica de edificación NBE-CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios
- B.O.E. 165 11/07/1975 Decreto 1490/1975, de 12 de junio, por el que se establecen medidas a adoptar en las edificaciones con objeto de reducir el consumo de energía
- B.O.E. 188 06/08/1980 Real Decreto 1618/1980, de 4 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria con el fin de racionalizar su consumo energético

**2. Normas sobre la utilización de las espumas de urea-formol usadas como aislantes en la edificación.**

- B.O.E. 113 11/05/1984 Orden de la Presidencia del Gobierno.
- B.O.E. 158 03/07/1984 Complemento.
- B.O.E. 222 16/09/1987 Anulación la 6ª Disposición.
- B.O.E. 53 03/03/1989 Modificación.

**3. Certificación de la calificación energética de edificios de nueva construcción.**

- B.O.E. 27 31/01/2007 R.D. 47/2007 del Mº de la Presidencia
- B.O.E. 276 17/11/2007 Corrección de errores

**4. Conservación de la energía.**

- B.O.E. 23 27/01/1981 Ley 40/1994, de 30 de diciembre.

**5. Registro Electrónico de Certificados de eficiencia energética de edificios de nueva construcción**

- B.O.J.A. 145 22/07/2008 Orden de la Cª de Innovación, Ciencia y empresa.

**6. Ley de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía.**

- B.O.E. 109 05/07/2007 Ley 2/2007, de 27 de marzo.

**7. Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07**

- B.O.E. 279 19/11/2008 R.D. 1890/2008 del Mº de Industria, Turismo y Comercio

**8. Eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.**

- B.O.E. 212 11/04/2002 R.D. 838/2002, del Mº de la Presidencia

**6. AISLAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO****1. DB-HR "Protección frente al ruido"**

- B.O.E. 254 23/10/2007 R.D. 1371/2007 del Mº de la Vivienda
- B.O.E. 230 23/09/2009 Texto refundido DB-HR (NO PUBLICADO): Original y modificaciones realizadas hasta el 23.09.09 (incluidas).
- B.O.E. 214 07/09/1981 Norma Básica de la Edificación sobre condiciones acústicas en los edificios
- B.O.E. 211 03/09/1982 Real Decreto 2115/1982. Modificación de la norma básica de la edificación NBE-CA-81

- B.O.E. 240 07/09/1982 Modificaciones a la norma básica de la edificación NBE-CA-81 sobre condiciones acústicas en los edificios
  - B.O.E. 242 08/09/1988 Aclaración y corrección de diversos aspectos de los anexos a la norma básica de la edificación NBE-CA-82
  - B.O.E. 165 11/07/1990 Orden por la que se aprueba el Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de bloques de hormigón en las obras de construcción (RB-90)
  - B.O.E. 185 03/08/1988 Orden por la que se aprueba el pliego general de condiciones para la recepción de los ladrillos cerámicos en las obras de construcción RL-88
  - B.O.E. 138 10/06/1985 Orden por la que se aprueba el pliego general de condiciones para la recepción de yesos y escayolas en las obras de construcción RY-85
2. Ley del ruido
- B.O.E. 276 18/11/2003 Ley 37/2003 de la Jefatura del Estado
  - B.O.E. 301 17/12/2005 Desarrollo: Evaluación y gestión del ruido ambiental.
  - B.O.E. 254 23/10/2007 Desarrollo: Zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones. acústicas.
3. Reglamento de protección contra la contaminación acústica.
- B.O.J.A. 243 18/12/2003 Decreto 326/2006 de la Cª de Medio Ambiente
  - B.O.J.A. 30 03/07/1996 Orden que desarrolla el Decreto 74/1996, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Calidad del Aire, en materia de medición, evaluación y valoración de ruidos y vibraciones.
  - B.O.J.A. 46 18/05/1996 Corrección de errores de la Orden que desarrolla el Decreto 74/1996, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Calidad del Aire, en materia de medición, evaluación y valoración de ruidos y vibraciones.
  - B.O.J.A. 79 31/05/1994 Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental
  - B.O.J.A. 105 17/09/1998 Orden de 3 de septiembre de 1998, por la que se aprueba el modelo tipo de ordenanza municipal de protección del medio ambiente contra los ruidos y vibraciones.

## 7. APARATOS ELEVADORES

1. Reglamento de aparatos elevadores para obras.
  - B.O.E. 141 14/06/1977 Orden del Mº de Industria.
  - B.O.E. 170 18/07/1977 Corrección de errores.
  - B.O.E. 63 14/03/1981 Modificación arte. 65.
2. Instrucción técnica complementaria ITC-MIE-AEM 2, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
  - B.O.E. 170 17/07/2003 R. D. 836/2003 del Mº de Ciencia y Tecnología.
  - B.O.E. 20 23/01/2004 Corrección de errores.
  - B.O.E. 162 07/07/1988 Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-2» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
3. Instrucción técnica complementaria ITC-MIE-AEM 3, referente a carretillas automotoras de manutención.
  - B.O.E. 137 09/06/1989 Orden del Mº de Industria y Energía.
4. Instrucción técnica complementaria ITC-MIE-AEM 4, referente a grúas móviles autopropulsadas.
  - B.O.E. 170 17/06/2003 Orden del Mº de Industria

## 8. CASILLEROS POSTALES

1. Reglamento regulador de la prestación de servicios postales.

- B.O.E. 313 31/12/1999 Decreto 1829/1999 del Mº de Fomento.
- B.O.E. 111 05/09/2007 Modificación

## 9. CEMENTOS

1. Instrucción para la recepción de cementos (RC-08).
  - B.O.E. 148 19/06/2008 Real Decreto 956/2008
  - B.O.E. 220 09/11/2008 Corrección de errores.
  - B.O.E. 14 16/01/2004 Real Decreto por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-03)
  - B.O.E. 63 13/03/2004 Corrección de errores del Real Decreto por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-03)
  - B.O.E. 141 13/06/1997 Real Decreto por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-97)
  - B.O.E. 148 22/06/1993 Real Decreto por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-93)
  - B.O.E. 183 08/02/1993 Corrección de errores del Real Decreto por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-93)
  - B.O.E. 265 11/04/1988 Real Decreto por el que se aprueba el pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos (RC-88)
  - B.O.E. 282 24/11/1988 Corrección de errores del Real Decreto por el que se aprueba el pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos (RC-88)
  - B.O.E. 206 28/08/1975 Decreto por el que se aprueba el pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos y se crea una Comisión Permanente para su revisión.
2. Certificación de conformidad a normas como alternativa de la homologación de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y hormigones prefabricados.
  - B.O.E. 21 25/01/1989 Orden del Mº de Industria y Energía.
3. Declaración de la obligatoriedad de homologación de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados.
  - B.O.E. 265 11/04/1988 R.D. 1313/1988, del Mº de Industria y Energía.
  - B.O.E. 298 14/12/2006 Modificación.
  - B.O.E. 32 02/06/2007 Corrección de errores de la modificación.

## 10. INSTALACIONES TERMICAS (CALEFACCIÓN, REFRIGERACION...)

1. Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios.
  - B.O.E. 207 29/08/2007 R. D. 1027/2007 del Mº de la Presidencia.
  - B.O.E. 51 28/02/2008 Corrección de errores
  - B.O.E. 298 11/12/2009 Modificación
  - B.O.E. 289 03/12/2002 R.D. 1218/2002 por el que se modifica el R.D. 1751/1998 por el que se aprobó el RITE y sus ITC
  - B.O.E. 259 29/10/1998 Corrección de errores del R.D. 1751/1998, por el que se aprueba el RITE y sus ITE
  - B.O.E. 186 08/05/1998 REAL DECRETO 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba el RITE y sus ITE
  - B.O.E. 157 02/07/1984 Orden por la que se modifican determinadas IT.IC promulgadas por la Orden de 16 de julio de 1981
  - B.O.E. 91 16/04/1983 Determinación del rendimiento de calderas de potencia nominal superior a 100 KW para calefacción y agua caliente sanitaria
  - B.O.E. 272 12/11/1982 R.D. 2946/1982 por el que se añade disposición transitoria al R.D. 1618/1980 y se modifica su disposición final quinta
  - B.O.E. 193 13/08/1981 Orden por la que se aprueban las IT.IC



- B.O.E. 188 06/08/1980 R.D. por el que se aprueba el reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria
  - B.O.E. 38 12/02/2010 Corrección de errores
  - B.O.E. 127 25/05/2010 Corrección de errores
2. Limitaciones en las cantidades anuales de combustibles líquidos que se permiten consumir para calefacción.
- B.O.E. 172 19/07/1979 R.D. 1755/77 del Mº de Industria y Energía
  - B.O.E. 238 04/10/1979 Desarrollo

## 11. COMBUSTIBLES

1. Reglamento de instalaciones petrolíferas
  - B.O.E. 23 27/01/1995 R.D. 2085/1994
  - B.O.E. 254 23/10/1997 MI-IP-03 "Instalaciones petrolíferas para uso propio"
  - B.O.E. 21 24/01/1998 Corrección de errores MI-PI-03
  - B.O.E. 253 22/10/1999 Modificación MI-IP-03
  - B.O.E. 283 28/11/1984 R.D. características de los depósitos de almacenamiento en estaciones de autobuses
  - B.O.E. 162 08/07/1981 Orden Instalaciones de productos petrolíferos para calefacción
2. Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos.
  - B.O.E. 292 06/12/1974 Orden del Mº de Industria.
  - B.O.E. 267 08/11/1983 Modificación
  - B.O.E. 176 23/07/1984 Modificación.
  - B.O.E. 68 21/03/1994 Modificación Apdo. 3.2.1 de la ITC-MIG-5.1.
  - B.O.E. 139 06/11/1998 Modificación IT MIG R-7.1 e IT MIG R-7.2
  - B.O.E. 279 21/11/1973 Decreto: Reglamento general del servicio público de gases Combustibles
3. Reglamento de aparatos a presión.
  - B.O.E. 129 31/05/1999 Disposiciones aplicación Directiva 97/23/CE
  - B.O.E. 31 05/02/2009 RD 2060/2008
  - B.O.E. 20 24/01/1995 R.D. 2549/1994 por el que se modifica la ITC MIE-AP3
  - B.O.E. 27 01/02/1995 Corrección de errores
4. Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos.
  - B.O.E. 211 04/09/2006 R.D. 919/2006, del Mº de la Industria y Energía
  - B.O.J.A. 57 21/03/2007 Instrucción de 22 de febrero de 2007, sobre tramitaciones.
  - B.O.E. 121 20/05/1988 R.D. Directiva sobre generadores de aerosoles
  - B.O.E. 281 24/11/1993 R.D. Reglamento de instalaciones de gas

## 12. CUBIERTAS

1. DB-HS "Salubridad"
  - B.O.E. 74 28/03/2006 R.D. 314/2006, del Mº de la Vivienda
  - B.O.E. 99 23/04/2008 Texto refundido DB-HS (NO PUBLICADO): Original y modificaciones realizadas hasta el 23.04.09 (incluidas).
  - B.O.E. 293 07/12/1990 R.D. por el que se aprueba la NBE QB-90 Cubiertas con materiales bituminosos
  - B.O.E. 272 13/11/1986 Corrección de errores que modifica parcialmente MV-301/1970, sobre impermeabilización de cubiertas bituminosas
  - B.O.E. 243 10/10/1986 R.D. por el que se modifica parcialmente NBE-MV-301/1970, sobre impermeabilización de cubiertas bituminosas
  - B.O.E. 271 12/11/1971 Decreto por el que se establece la norma MV 301-1970, impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos

**13. ELECTRICIDAD**

1. Reglamento electrotécnico para baja tensión.
  - B.O.J.A. 116 19/06/2003 Instrucción de 9 de junio de la Dirección Gral. De Industria, Energía y Minas de la Junta de Andalucía, sobre normas aclaratorias para las tramitaciones a realizar de acuerdo al REBT aprobado mediante R.D. 842/2002.
  - B.O.E. 224 18/09/2002 R.D. 842/2002 del Mº de Ciencia y Tecnología.
  - B.O.J.A. 216 05/11/2004 INSTRUCCION de 14 de octubre de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre previsión de cargas eléctricas y coeficientes de simultaneidad en áreas de uso residencial y áreas de uso industrial.
  - B.O.J.A. 120 19/06/2007 Regulación del régimen de inspecciones periódicas de las instalaciones eléctricas de baja tensión.
  - B.O.E. 242 09/10/1973 Decreto 2413/1973 reglamento electrotécnico para baja tensión
  - B.O.E. 217 07/11/2005 Procedimiento electrónico para la puesta en servicio de determinadas instalaciones de Baja Tensión.
2. Normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad de la empresa distribuidora de energía eléctrica, ENDESA DISTRIBUCIÓN, SLU, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
  - B.O.J.A 228 22/11/2005 Resolución de 25 de octubre de 2005, por la que se regula el período transitorio sobre la entrada en vigor de las normas particulares de Endesa Distribución, S.L.U.
  - B.O.J.A. 109 07/06/2005 Resolución de la Cª de Innovación, Ciencia y Empresa.
3. Exigencia de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
  - B.O.E. 147 21/06/1989 Desarrollo.
  - B.O.E. 12 01/04/1988 R.D. 7/1988, del Mº de Industria y Energía.
  - B.O.E. 53 03/03/1995 Modificación.
  - B.O.E. 69 22/03/1995 Corrección de errores.
  - B.O.E. 275 17/11/1995 Modificación del Anexo I
  - B.O.E. 166 13/07/1998 Modificación del Anexo I
4. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
  - B.O.E. 68 19/03/2008 R.D. 223/2008, del Mº de Industria, Turismo y Comercio.
  - B.O.E. 120 17/05/2008 Corrección de erratas.
  - B.O.E. 311 02/12/1968 D. Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión

**14. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA**

1. DB-HE "Ahorro de energía"
  - B.O.E. 74 28/03/2006 R.D. 314/2006, del Mº de la Vivienda
  - B.O.E. 99 23/04/2009 Texto refundido DB-HE (NO PUBLICADO): Original y modificaciones realizadas hasta el 23.04.09 (incluidas).
  - B.O.E. 253 22/10/1979 Real Decreto 2429/1979, de 6 de julio, por el que se aprueba la norma básica de edificación NBE-CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios
  - B.O.E. 165 11/07/1975 Decreto 1490/1975, de 12 de junio, por el que se establecen medidas a adoptar en las edificaciones con objeto de reducir el consumo de energía
  - B.O.E. 188 06/08/1988 Real Decreto 1618/1980, de 4 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria con el fin de racionalizar su consumo energético
2. Especificaciones de las exigencias técnicas que deben cumplir los sistemas para agua caliente y climatización.
  - B.O.E. 99 25/04/1981 Orden del Mº de Industria y Energía.

- B.O.E. 55 05/03/1982 Prórroga de plazo.
- 3. Especificaciones técnicas de diseño y montaje de instalaciones solares térmica para la producción de agua caliente sanitaria.
  - B.O.J.A. 29 23/04/1991 Orden de 30 de marzo, de la Cª de Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía.
  - B.O.J.A. 36 17/05/1991 Corrección de errores.
- 4. Homologación de los paneles solares.
  - B.O.E. 114 12/05/1980 R. D. 891/1980 del Mº de Industria y Energía
  - B.O.E. 198 18/08/1980 Normas para la homologación.
  - B.O.E. 23 26/01/2007 Modificación del anexo de la orden.
  - B.O.E. 239 03/10/2008 Modificación Anexo Orden. Ampliación del plazo de homologación de paneles solares

## 15. ESTRUCTURAS DE ACERO

1. DB-SE-A "Acero"
  - B.O.E. 74 28/03/2006 R.D. 314/2006 del Mº de la Vivienda.
  - B.O.E. 99 23/04/2009 Texto refundido DB-SE-A (NO PUBLICADO): Original y modificaciones realizadas hasta el 23.04.09 (incluidas).
  - B.O.E. 16 18/01/1996 R.D. NBE EA-95 Estructuras de acero en la edificación
  - B.O.E. 205 27/08/1982 R.D. NBE-MV 110-1982 Cálculo de piezas de chapa conformada de acero en edificación
  - B.O.E. 229 24/09/1981 R.D. NBE-MV 111-1980 Placas y paneles de chapa conformada de acero para la edificación
  - B.O.E. 79 01/04/1980 R.D. NBE-MV 109/1979 Perfiles conformados de acero para estructuras de edificación
  - B.O.E. 27 01/02/1977 R.D. Norma MV 108-1976 Perfiles huecos de acero para estructuras de edificación
  - B.O.E. 299 14/12/1976 D. MV 102-1975 Acero laminado para estructuras de edificación
  - B.O.E. 153 27/06/1973 D. NB 103/1972 Cálculo de las estructuras de acero laminado en edificación
  - B.O.E. 96 22/04/1969 D. MV 105/1967 Roblones de acero MV 106/1968 Tornillos, tuercas y arandelas MV 107/1968 Tornillos alta resistencia
  - B.O.E. 203 25/08/1967 D. MV 104-1966 Ejecución de estructuras de acero laminado en la edificación
2. Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos, piezas y artículos diversos contruidos in situ o fabricados con acero u otros materiales férreos.
  - B.O.E. 3 03/01/1986 R.D. 2351/1985 del Mº de Industria y Energía.
  - B.O.E. 24 28/01/1999 Modificación de requisitos

## 16. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

1. Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)
  - B.O.E. 203 22/08/2008 R.D. 1247/2008 del Ministerio de Fomento.
  - B.O.E. 309 24/12/2008 Corrección de errores del Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
  - B.O.E. 11 13/01/1999 R.D. EHE-98 Instrucción de hormigón armado
  - B.O.E. 158 03/07/1991 R.D. EH-91 Hormigón en masa y armado
  - B.O.E. 180 28/07/1988 R.D. EH-88 Hormigón en masa y armado y EF-88 Forjados unidireccionales
  - B.O.E. 9 10/01/1981 R.D. EH-80 Obras de hormigón en masa y armado
  - B.O.E. 293 07/12/1973 D. EH-73 Hormigón en masa o armado
  - B.O.E. 68 03/12/1968 Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado

2. Alambres trellados lisos y corrugados para mallas electrosoldadas y viguetas semirresistentes de hormigón armado para la construcción.

- B.O.E. 51 28/02/1986 R.D. 2702/1985 del Mº de Industria y Energía.

## 17. ESTRUCTURA DE FÁBRICA

### 1. DB-SE-F "Fábrica"

- B.O.E. 74 28/03/2006 REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- B.O.E. 99 23/04/2009 Texto refundido DB-SE-F (NO PUBLICADO): Original y modificaciones realizadas hasta el 23.04.09 (incluidas).
- B.O.E. 4 04/01/1991 R.D. NBE FL-90
- B.O.E. 130 31/05/1972 D. MV 201-1972

## 18. GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN (RCD)

1. Producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
  - B.O.E. 38 13/02/2008 R. D. 105/2008 del Mº de la Presidencia.
2. Valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
  - B.O.E. 43 19/02/2002 Orden MAM/304/2002, del Mº de Medio Ambiente.
  - B.O.E. 61 04/12/2002 Corrección de errores.
3. Reglamento de residuos de la Comunidad Autónoma Andaluza.
  - B.O.J.A. 161 19/12/1995 Decreto 283/1995, de la Cª de Medio Ambiente.
  - B.O.J.A. 97 20/08/2002 Documentos de control y seguimientos.
4. Eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
  - B.O.E. 25 29/01/2002 R.D. 1481/2001, del Mº de Medio Ambiente.

## 19. COMPETENCIAS Y ORDENACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

1. Ley de ordenación de la edificación. (LOE)
  - B.O.E. 266 06/11/1999 Ley 38/1999, de 5 de noviembre
  - B.O.E. 227 21/07/2000 Acreditación de constitución de garantías.
  - B.O.E. 313 31/12/2001 Modificación.
  - B.O.E. 313 31/12/2002 Modificación.
  - B.O.E. 160 20/06/1957 Ley de expropiación forzosa
2. Código técnico de la edificación. (CTE) - Parte I -General-
  - B.O.E. 74 28/03/2006 R.D. 314/2006, del Mº de la Vivienda.
  - B.O.E. 254 23/10/2007 Modificación.
  - B.O.E. 22 25/01/2008 Corrección de errores.
  - B.O.E. 99 23/04/2009 Modificación
3. Dirección de obras y libro de órdenes
  - B.O.E. 35 02/10/1972 Orden de 28 de enero de 1972
  - B.O.E. 144 17/06/1971 Orden de 9 de junio de 1971, sobre el Libro de Ordenes
  - B.O.E. 176 24/06/1971 Modificación de la orden de 9 de julio de 1971
  - B.O.E. 71 24/03/1971 Decreto 462/1971, del Ministerio de la Vivienda
  - B.O.E. 33 07/02/1985 Modificación 462/1971
4. Atribuciones de arquitectos y arquitectos técnicos
  - GAZETA 0 26/07/1964 Reglamento sobre atribuciones de los arquitectos, maestros de obra y aparejadores
  - B.O.E. 79 02/04/1986 Ley 12/1986, sobre atribuciones profesionales de los arquitectos e ingenieros técnicos.
  - B.O.E. 296 10/12/1992 Modificación Ley 12/1986
5. Medidas liberalizadoras de suelo y Colegios Profesionales.
  - B.O.E. 90 15/04/1997 Ley 7/1997

**20. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS****1. DB-SI "Seguridad en caso de incendio"**

- B.O.E. 74 28/03/2006 R.D. 314/2006, del Mº de la Vivienda.
- B.O.E. 99 23/04/2009 Texto refundido DB-SI (NO PUBLICADO): Original y modificaciones realizadas hasta el 23.04.09 (incluidas).
- B.O.E. 261 29/10/1996 R.D. NBE-CPI/96: Condiciones de protección contra incendios de los edificios
- B.O.E. 274 13/11/1996 R.D. NBE-CPI/96 Corrección de erratas
- B.O.E. 58 08/03/1991 R.D. NBE-CPI/91 Condiciones de protección contra incendios en los edificios
- B.O.E. 205 27/08/1993 R.D. NBE-CPI/91 Anejo C: Condiciones particulares para el uso comercial
- B.O.E. 119 18/05/1991 R.D. NBE-CPI/91 Corrección de erratas
- B.O.E. 61 11/03/2010 Texto refundido DB-SI (NO PUBLICADO): Original y modificaciones realizadas hasta el 11.03.10 (incluidas). Aplicación obligatoria a partir del 12.09.10.

**2. Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.**

- B.O.E. 298 14/12/1993 R.D. 1942/1993, del Mº de Industria y Energía.
- B.O.E. 109 07/05/1994 Corrección de errores.
- B.O.E. 101 28/04/1998 Desarrollo y revisión del reglamento.

**3. Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y resistencia frente al fuego.**

- B.O.E. 79 02/04/2005
- B.O.E. 37 02/12/2008 Modificación.

**4. Norma básica de autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.**

- B.O.E. 72 24/03/2007 R.D. 393/2007, del Mº del Interior.
- B.O.E. 239 03/10/2008 Modificación
- B.O.E. 49 26/02/1985 O. Manual de autoprotección para el desarrollo del plan de emergencia contra incendios y de evacuación en locales y edificios
- B.O.E. 267 06/11/1982 R.D. Reglamento general de policía y espectáculos públicos y actividades recreativas

**21. SALUBRIDAD Y CONDICIONES HIGIENICO-SANITARIAS****1. DB-HS "Salubridad"**

- B.O.E. 74 28/03/2006 R.D. 314/2006, del Mº de la Vivienda.
- B.O.E. 99 23/04/2009 Texto refundido DB-HS (NO PUBLICADO): Original y modificaciones realizadas hasta el 23.04.09 (incluidas).

**2. Condiciones higiénicas mínimas que han de reunir las viviendas.**

- B.O.E. 61 03/01/1944 Orden del Mº de la Gobernación

**3. Chimeneas de ventilación e iluminación y ventilación de escaleras.**

- B.O.E. 51 28/02/1968 Orden del Mº de la Vivienda.

**22. SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO****1. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.**

- B.O.E. 256 25/10/1997 R.D. 1627/1997 del Mº de la Presidencia. Derogado el artículo 18º (Aviso Previo)
- B.O.E. 204 25/08/2007 Modificación del articulado.
- B.O.E. 127 29/05/2006 Se añade disposición adicional.
- B.O.E. 274 13/11/2004 Modificación
- B.O.E. 69 21/03/1986 R.D. Obligatoriedad de estudio de seguridad e higiene en proyectos de edificación
- B.O.E. 227 22/09/1986 R.D. Obligatoriedad de estudio de seguridad e higiene en proyectos de edificación. Corrección de errores

- B.O.E. 106 01/05/2010 Requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- 2. Ordenanza del trabajo para las industrias de la construcción, vidrio y cerámica.
  - B.O.E. 213 05/09/1970 Orden de 28 de agosto de 1970
  - B.O.E. 311 29/12/1994 Derogación parcial.
  - B.O.E. 182 31/07/1973 Modificación.
- 3. Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.
  - B.O.E. 64 16/03/1971 Orden de 9 de marzo de 1971
  - B.O.E. 216 09/09/1978 Instrucción MT-17: Protección ocular contra impactos.
  - B.O.E. 37 12/02/1988 Instrucción MT-05: Calzados contra riesgos mecánicos.
  - B.O.E. 65 17/03/1981 Instrucción MT-22: Cinturones de seguridad y de caída.
- 4. Modelo de libro de incidencias.
  - B.O.E. 245 13/10/1986 Orden del Mº de Trabajo.
  - B.O.E. 261 31/10/1986 Corrección de errores.
- 5. Modelos para la notificación de accidentes de trabajo e instrucciones para su cumplimiento y tramitación.
  - B.O.E. 311 29/12/1987 Orden del Mº de Trabajo y Seguridad Social.
  - B.O.E. 279 21/11/2002 Nuevos modelos.
  - B.O.E. 69 21/03/1973 Modelo oficial de parte de accidente de trabajo
  - B.O.E. 267 07/11/1972 O. Normas para la aplicación y desarrollo de la prestación por incapacidad laboral transitoria
  - B.O.E. 126 27/05/1970 Obligación de comunicar los accidentes de trabajo
  - B.O.E. 247 15/10/1969 Modelo oficial de parte de accidente
  - B.O.E. 304 19/12/1968 O. Modificación del procedimiento de tramitación y modelo del boletín estadístico de accidentes del trabajo
- 6. Prevención de riesgos laborales.
  - B.O.E. 269 10/11/1995 Ley 31/1995 de la Jefatura del Estado.
  - B.O.E. 27 31/01/1997 Reglamento del servicio de prevención.
  - B.O.E. 97 23/04/1997 Disposiciones mínimas en materia de señalización en el trabajo.
  - B.O.E. 97 23/04/1997 Nuevas disposiciones mínimas
  - B.O.E. 97 23/04/1997 Disposiciones relativas a riesgos de daños dorsolumbares.
  - B.O.E. 97 23/04/1997 Disposiciones relativas a las pantallas de visualización.
  - B.O.E. 124 24/05/1997 Disposiciones relativas a la exposición a agentes biológicos.
  - B.O.E. 120 24/05/1997 Disposiciones relativas a la exposición a agentes cancerígenos.
  - B.O.E. 140 06/12/1997 Disposiciones sobre la utilización de equipos de protección individual
  - B.O.E. 188 08/07/1997 Disposiciones sobre la utilización de equipos de trabajo.
  - B.O.E. 148 21/06/2001 Disposiciones sobre el riesgo eléctrico en el trabajo.
  - B.O.E. 298 13/12/2003 Reforma del marco normativo de la ley
  - B.O.E. 265 11/05/2005 Disposiciones sobre el riesgo a la exposición de vibraciones mecánicas.
  - B.O.E. 60 03/11/2006 Disposiciones sobre el riesgo de la exposición al ruido.
  - B.O.E. 86 04/11/2006 Disposiciones sobre el riesgo de la exposición al amianto.
  - B.O.E. 97 23/04/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- B.O.E. 64 16/03/1971 D. Constitución, composición y funciones de los Comités de Seguridad e Higiene en el trabajo
- 7. Plan General de Prevención de Riesgos Laborales de Andalucía.
  - B.O.J.A. 22 03/02/2004 Decreto 313/2003 de la Cªde Empleo y Desarrollo Tecnológico
- 8. Criterios higiénico-sanitarios para prevención y control de la legionelosis.
  - B.O.E. 171 18/07/2003 R.D. 865/2003, del Mº de Sanidad y Consumo.
  - B.O.E. 180 28/07/2001 R.D. 909/2001
- 9. Ley reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
  - B.O.E. 250 19/10/2006 Ley 32/2006 de 18 de octubre.
  - B.O.E. 204 25/08/2007 Desarrollo de la ley.
  - B.O.E. 219 09/12/2007 Corrección de errores.
  - B.O.J.A. 249 20/12/2007 Procedimiento de habilitación del Libro de la Subcontratación.

### 23. TELECOMUNICACIONES

1. Infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación.
  - B.O.E. 51 28/02/1998 R.D. Ley 1/1998, del Mº de Fomento.
  - B.O.E. 176 25/07/1966 Ley sobre antenas colectivas
2. Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y las actividades de instalación de equipos y sistemas.
  - B.O.E. 115 14/05/2003 R.D. 401/2003. de 4 de abril, del Ministerio de Ciencia y Tecnología
  - B.O.E. 80 04/04/2005 Sentencia del T.S: Técnicos competentes.
  - B.O.E. 88 13/04/2006 Desarrollo del reglamento.
  - B.O.E. 126 27/05/2003 Desarrollo del reglamento.
  - B.O.E. 58 09/03/1999 R.D. 279/1999
3. Especificaciones técnicas del punto de terminación de red de la red telefónica conmutada y los requisitos mínimos de conexión de las instalaciones privadas de abonado.
  - B.O.E. 305 22/12/1994 R.D. 2304/1994, Mº de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.
4. Instalación en inmuebles de sistemas de distribución de la señal de televisión por cable.
  - B.O.E. 116 15/05/1974 Decreto 1306/1974, de la Presidencia del Gobierno.
5. Regulación del derecho a instalar en el exterior de los inmuebles las antenas de las estaciones radioeléctricas de aficionados.
  - B.O.E. 283 26/11/1983 Ley 19/1983, de la Jefatura del Estado.
6. Reglamento regulador de la actividad de instalación y mantenimiento de equipos y sistemas de telecomunicación.
  - B.O.E. 72 24/03/2010 R.D. 244/2010, del Mº de Industria, Turismo y Comercio
  - B.O.E. 109 05/05/2010 Orden ITC/1142/2010: Desarrollo

### 24. VIDRIOS

1. Condiciones técnicas para el vidrio-cristal.
  - B.O.E. 52 01/03/1988 R.D. 168/1988, del Mº de Relaciones con las Cortes.
  - B.O.E. 213 09/05/2007 Modificación.

MÁLAGA, ENERO DE 2.010

LOS ARQUITECTOS:

D. JUAN MANUEL SÁNCHEZ LA CHICA

D. ADOLFO DE LA TORRE PRIETO