

ÍNDICE

ÍNDICE.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1 Objeto del proyecto.....	9
1.2 Índice de planos.....	9
2. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	10
2.1 Información previa.....	11
2.2 Localización del edificio.....	11
2.3 Descripción del edificio.....	12
2.4 Cuadro de superficies.....	14
2.5 Prestaciones del edificio.....	15
3. MEMORIA CONSTRUCTIVA.....	16
3.1 Sustentación del edificio.....	17
3.2 Sistema estructural.....	17
3.2.1 Cimentación y saneamiento.....	18
3.2.2 Estructura vertical Planta Baja.....	19
3.2.3 Forjado Planta Primera.....	19
3.2.4 Escaleras.....	20
3.2.5 Cerramientos de Planta Primera y estructura portante de cubierta.....	20
3.2.6 Estructura de cubierta.....	21
3.2.7 Solera exterior.....	21
3.3 Sistema envolvente.....	22
3.3.1 Aislamientos.....	22
3.3.2 Impermeabilizaciones.....	22
3.3.3 Cubierta.....	23
3.3.4 Carpintería metálica.....	23
3.3.5 Acristalamientos.....	24
3.4 Sistema de compartimentación.....	24

3.4.1 Tabiquería interior.....	25
3.4.2 Carpintería de madera.....	25
3.5 Sistema de acabados.....	25
3.5.1 Solados interiores.....	25
3.5.2 Solados exteriores.....	26
3.5.3 Techos.....	26
3.5.4 Revestimientos verticales y escaleras.....	26
3.5.5 Pinturas.....	27
3.5.6 Rellenos y jardinería.....	27
3.6 Sistema de acondicionamiento e instalaciones.....	28
3.6.1 Subsistema de electricidad.....	28
3.6.2 Subsistema de fontanería.....	29
3.6.3 Subsistema de saneamiento.....	30
3.6.4 Subsistema de acondicionamiento térmico.....	31
4 CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.....	32
4.1 Seguridad Estructural (CTE-DB-SE).....	33
4.1.1 Acciones.....	34
4.1.1.1 Acciones permanentes.....	34
4.1.1.2 Acciones variables.....	35
4.1.1.3 Acciones sísmicas.....	35
4.1.2 Características de los materiales.....	36
4.1.3 DB-SE-A. Estructuras de acero.....	36
4.1.3.1 Durabilidad.....	36
4.1.3.2 Materiales.....	36
4.1.3.3 Control de calidad.....	37
4.1.4 DB-SE-C. Cimientos.....	37

4.1.4.1 Bases de cálculo.....	37
4.1.4.2 Estudio geotécnico.....	38
4.1.4.3 Cimentación.....	38
4.1.4.4 Sistema de contenciones.....	39
4.1.5 EHE-08.....	39
4.1.5.1 Durabilidad.....	39
4.1.5.2 Control de calidad.....	39
4.2 Seguridad en caso de Incendio (CTE-DB-SE).....	41
4.2.1 SI 1. Propagación interior.....	41
4.2.1.1 Compartimentación en sectores de incendio.....	41
4.2.1.2 Locales y zonas de riesgo especial.....	41
4.2.1.3 Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios.....	41
4.2.1.4 Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y mobiliario.....	41
4.2.2 SI 2. Propagación exterior.....	42
4.2.2.1 Medianerías y fachadas.....	42
4.2.2.2 Cubiertas.....	42
4.2.3 SI 3. Evacuación de ocupantes.....	42
4.2.3.1 Compatibilidad de los elementos de evacuación.....	42
4.2.3.2 Cálculo de la ocupación.....	42
4.2.3.3 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.....	43
4.2.3.4 Dimensionado de los medios de evacuación.....	43
4.2.3.5 Protección de las escaleras.....	43
4.2.3.6 Puertas situadas en recorridos de evacuación.....	43
4.2.3.7 Señalización de los medios de evacuación.....	43
4.2.3.8 Control del humo de incendio.....	44
4.2.3.9 Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio.....	44

4.2.4 SI 4. Instalaciones protección contra incendios.....	44
4.2.5 SI 5. Intervención de los bomberos.....	44
4.2.5.1 Condiciones de aproximación y entorno.....	44
4.2.6 SI 6. Resistencia al fuego de la estructura.....	45
4.3 Seguridad de Utilización y Accesibilidad (CTE-DB-SUA).....	46
4.3.1 SUA 1. Seguridad frente al riesgo de caídas.....	46
4.3.1.1 Resbaladicidad de los suelos.....	46
4.3.1.2 Discontinuidades en el pavimento.....	46
4.3.1.3 Desniveles.....	46
4.3.1.4 Escaleras y rampas.....	47
4.3.1.5 Limpieza de los acristalamientos exteriores.....	47
4.3.2 SUA 2. Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento.....	47
4.3.2.1 Impacto.....	47
4.3.2.1 Atrapamiento.....	48
4.3.3 SUA 3. Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos.....	48
4.3.4 SUA 4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.....	49
4.3.4.1 Alumbrado normal en zonas de circulación.....	49
4.3.4.2 Alumbrado de emergencia.....	49
4.3.5 SUA 5. Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación.....	49
4.3.6 SUA 6. Seguridad frente al riesgo de ahogamiento.....	49
4.3.7 SUA 7. Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento.....	49
4.3.8 SUA 8. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.....	50
4.3.8.1 Procedimiento de verificación.....	50
4.3.9 SUA 9. Accesibilidad.....	51
4.4 Salubridad (CTE-DB-HS).....	51
4.4.1 HS 1. Protección frente a la humedad.....	51
4.4.1.1 Diseño.....	51

4.4.2 HS 2. Recogida y evacuación de residuos.....	54
4.4.2.1 Almacén de contenedores de edificio y espacio de reserva.....	54
4.4.2.2 Espacios de almacenamiento inmediato en las viviendas.....	54
4.4.3 HA 3. Calidad del aire interior.....	55
4.4.3.1 Caracterización y cuantificación de las exigencias.....	56
4.4.3.2 Diseño.....	56
4.4.4 HS 4. Suministro de agua.....	57
4.4.4.1 Caracterización y cuantificación de las exigencias.....	58
4.4.4.2 Esquema general de la instalación.....	59
4.4.4.3 Esquema de la instalación particular.....	60
4.4.4.4 Dimensionado de la red interior de fontanería.....	60
4.4.4.5 Dimensionado de la red de ACS.....	62
4.4.5 HS 5. Evacuación de aguas.....	63
4.4.5.1 Caracterización y cuantificación de las exigencias.....	64
4.4.5.2 Diseño de la red.....	64
4.4.5.3 Dimensionado de la instalación de residuales.....	67
4.4.5.4 Dimensionado de la instalación de pluviales y mixta.....	69
4.5 Protección frente al Ruido (CTE-DB-HR).....	72
4.5.1 Valores límites de aislamiento.....	72
4.5.1.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo.....	72
4.5.1.2 Aislamiento acústico a impactos.....	73
4.5.2 Ruido y vibraciones de las instalaciones.....	74
4.5.3 Diseño y dimensionado.....	74
4.5.3.1 Elementos de separación.....	74
4.5.3.2 Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior.....	75
4.5.4 Características de los elementos constructivos.....	76
4.5.5 Ficha justificativa del DB-HR.....	77

4.6 Ahorro de Energía (CTE-DB-HE).....	78
4.6.1 HE 0. Limitación del consumo energético.....	78
4.6.1.1 Ámbito de aplicación.....	78
4.6.1.2 Caracterización y cuantificación de la exigencia.....	79
4.6.2 HE 1. Limitación de la demanda energética.....	79
4.6.2.1 Ámbito de aplicación.....	79
4.6.2.2 Cuantificación de la exigencia.....	80
4.6.2.3 Datos previos.....	82
4.6.2.4 Cálculo de la transmistancia térmica de los elementos.....	91
4.6.2.5 Cálculo de las condensaciones.....	96
4.6.3 HE 3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.....	95
4.6.4 HE 4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.....	95
4.6.4.1 Cálculo de la demanda.....	96
4.6.5 HE 5. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.....	97
5 BIBLIOGRAFÍA Y PÁGINAS Y OBRAS CONSULTADAS.....	98

1. INTRODUCCIÓN.

1.1 Objeto del proyecto.

El presente proyecto se realiza como Trabajo de Fin de Grado del grado en Arquitectura técnica en la Escuela Politécnica Superior de Zamora. En el mismo se realiza el estudio constructivo y estructural de la Residencia SRK en Tokio.

Autor: José Antonio Martínez Testa.

Titulación: Grado en Arquitectura Técnica.

Tutor: Francisco Javier Rodríguez Méndez.

Centro: Escuela Politécnica Superior de Zamora.

Departamento: Construcción y Agronomía.

Área: Construcciones Arquitectónicas.

Fecha de presentación: Junio de 2016.

Estudio de arquitectura: ARTechnic Architects.

Arquitecto: Kotaro Ide.

Arquitecto asistente: Ruri Mirsuyasu.

Estudio de ingeniería estructural: NAO.

Ingeniero estructural: Naomi Kitayama.

Constructor: Hiroyuki Wada. Wada Construction.

Período de diseño y gestión: Junio 2012 – Junio 2013.

Período de construcción: Junio 2013 – Junio 2014.

1.2 Índice de planos.

1. Situación y Emplazamiento.
2. Superficies, Usos y Acabados P.B.
3. Superficies, Usos y Acabados P.1.
4. Cubierta.
5. Cotas P.B.
6. Cotas P.1.
7. Cotas Cubierta.
8. Alzado Suroeste.
9. Alzado Sureste.
10. Alzado Noreste.
11. Alzado Noroeste.
12. Sección A-A'.
13. Sección B-B'.
14. Cimentación y Saneamiento.
15. Estructura Vertical y Losa P.B.
16. Estructura Suelo P.1 y Portante de Cubierta.
17. Estructura Cubierta.
18. Secciones Constructivas.
19. Desarrollo Estructural.
20. Carpintería.

2. MEMORIA DESCRIPTIVA.

2.1 Información previa.

La información de partida para la redacción del presente TFG se obtiene de la página web www.plataformaarquitectura.cl , teniendo además los cálculos y esquemas de desarrollo estructural de la vivienda facilitados por el propio arquitecto de la misma, estando estos por supuesto, en japonés, por lo que la traducción del mismo resulta imposible y sirve como base de conocimiento del desarrollo estructural del edificio más que como documentos a seguir al pié de la letra.

2.2 Localización del edificio.

La residencia está situada en el tercer Chome del barrio de Nakameguro al suroeste del centro de Tokio junto al río Meguro, a aproximadamente kilómetro y medio de la bahía de Tokio.

Es necesario matizar que la dirección dada en el plano de Situación y Emplazamiento no sigue los estándares de las señalizaciones occidentales, si no que se especifica de acuerdo con el barrio al que pertenece dicha dirección primeramente (Nakameguro), seguido de tres números, que hacen referencia al Chome, o distritito dentro del barrio, la manzana en la que está situada el edificio, y el número del mismo respectivamente, estando el número del edificio puesto de una forma no ordinal a lo largo de la calle en la que se encuentra.

En el entorno del edificio, situado en una zona residencial, se pueden encontrar aguas marinas a una proximidad que hacen tenerlas en cuenta para la consideración del ambiente para los cálculos de recubrimientos de hormigón, así como del tipo de cemento a utilizar, además de posibles industrias en las zonas circundantes que condicionan de la misma forma los valores antes mencionados. Estos datos se especificarán más adelante en el punto del proyecto pertinente.

El solar en el que se sitúa el edificio, de 225.78m², está flanqueado por tres de sus lados por medianeras, teniendo éstas ya los muros de contención de tierras que hacen las veces de lindes del solar. En el tercer lado del solar se encuentra la calle de acceso, con un frente de 13.11m. La topografía del solar se desarrolla en una pendiente desde el acceso rodado hasta el lado opuesto del solar a 3.70m sobre el nivel tomado como $\pm 0.00\text{m}$, en el frente del edificio. A su vez, existe una pendiente en el frente del solar de acuerdo a la pendiente que lleva la calle desde la que se accede al mismo.

Los servicios urbanos presentes en el solar, de acuerdo con la clasificación de zona urbana y residencial del mismo son los adecuados para tal función: red eléctrica (aérea), telefonía, abastecimiento de agua potable, saneamiento (presumiblemente separativo) y suministro de gas.

2.3 Descripción del edificio.

El edificio tiene como uso característico el de residencia habitual, disponiendo en su planta baja de una segunda habitación, presumiblemente para invitados, aunque se le puede aplicar un uso secundario de estudio o lugar de trabajo.

La residencia se encuentra realizada en su mayoría por una estructura de muros flexorresistentes de hormigón armado inclinados en ángulos varios respecto a la vertical. Estos muros varían su altura final y rodean la residencia dando la sensación de una espiral angulada que recoge en su interior las zonas habitables. Estos muros, además de funcionar como estructura portante en la planta baja, actúan también como cerramiento de la vivienda en su mayor parte, y como contención de tierras en la planta baja en todos los alzados excepto en la fachada principal.

En la planta primera, los muros antes mencionados continúan con la espiral variando su altura máxima a medida que la espiral avanza, pero en ésta planta no tienen más función portante que la de soportar su propio peso y las fuerzas debidas a la inclinación de los mismos. También realizan una función de cerramiento parcial, ya que aquellos que tienen función de cerramiento están coronados en su totalidad por ventanales, mientras que el resto del cerramiento de la planta primera se realiza con acristalamientos de suelo a techo, que dan acceso a su vez a los porches de la planta.

El acceso a la vivienda se resuelve con una escalera de hormigón armado en voladizo, que se sustenta mediante otro muro angulado e inclinado que se hormigona al mismo tiempo que la propia escalera, en tongadas de acuerdo a los peldaños de la misma. Se encuentra junto a la escalera de acceso a la vivienda una solera con la función de aparcamiento con capacidad para dos vehículos.



Vista frontal del edificio objeto de estudio.

En el interior de la vivienda se distinguen dos zonas bien diferenciadas, la primera en planta baja, donde se sitúan las dos habitaciones. La habitación principal cuenta con un cuarto de baño con ducha y bañera, una zona de vestidor y un armario de obra que da acceso a la misma desde el recibidor de la vivienda. La habitación secundaria, presumiblemente de invitados, o con función habitual de zona de trabajo o estudio, tiene acceso a una pequeña terraza y dispone además de un aseo y un vestidor. El distribuidor de la vivienda cuenta también con un pequeño aseo de uno común bajo la escalera que da acceso a la planta primera. Bajo esta escalera se encuentra también un pequeño armario donde se sitúan las instalaciones de calefacción de la vivienda.

En la planta segunda sólo se encuentra la cocina y el salón de la misma, diferenciados únicamente por dos grupos de dos escalones que dan acceso desde la cocina al salón. En el exterior del mismo hay un porche parcialmente cubierto y una zona no transitable que hace las veces de cubierta de la planta baja. Por otro lado, existe también una terraza de pequeñas dimensiones con acceso desde la cocina.

La estructura de la cubierta está realizada totalmente en acero, estando la misma soportada por siete grupos de tres perfiles tubulares de acero de inclinación variada.

2.4 Cuadro de superficies.

PLANTA BAJA

SUPERFICIE ÚTIL	
Habitación Principal	23.35m ²
Habitación Secundaria	10.50m ²
Baño	4.82m ²
Armario	7.59m ²
Aseo 1	1.61m ²
Hall	13.74m ²
Aseo 2	2.06m ²
Vestidor	7.75m ²
Terraza 1	3.01m ²
TOTAL	74.43m²

PLANTA PRIMERA

SUPERFICIE ÚTIL	
Cocina	20.70m ²
Terraza 2	11.72m ²
Salón	28.86m ²
Escalera	4.03m ²
TOTAL	65.31m²

	SUP. ÚTIL	SUP. CONSTRUIDA
Planta Baja	74.43m ²	92.65m ²
Planta Primera	65.31m ²	82.42m ²
TOTAL	139.74m²	175.07m²

2.5 Prestaciones del edificio.

Como ejercicio de desarrollo del presente Trabajo de Fin de Grado, se establecen los requisitos básicos establecidos por el Código Técnico de la Edificación y se analizará más adelante su cumplimiento o incumplimiento de los mismos en el supuesto de que el edificio, originalmente en Japón, estuviera construido dentro del marco legal español.

REQUISITOS BÁSICOS EN RELACIÓN CON LAS EXIGENCIAS DEL CTE

Aspecto	Documento Básico	Aspecto específico	Referencia del CTE al objetivo del requisito básico
Seguridad	DB-SE	Seguridad estructural	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.
	DB-I	Seguridad en caso de incendio	Reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
	DB-SUA	Seguridad de utilización y accesibilidad	Reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento, así como en facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad.
Habitabilidad	DB-HR	Protección frente al ruido	Limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
	DB-HS	Salubridad	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.
	DB-HE	Ahorro de energía	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.

3. MEMORIA CONSTRUCTIVA.

3.1 Sustentación del edificio.

El terreno sobre el que se asienta el edificio está compuesto por estratos de variada naturaleza. Entre la cota $\pm 0.00\text{m}$ y -4.30m se encuentra un estrato de suelo cohesivo; entre los -4.30m y -5.20m se encuentra un estrato de gravas de 30mm de diámetro máximo con arenas; el estrato presente hasta los -10.85m está compuesto de limos y arenas. Dados estos datos, la cimentación necesaria se basa en pilotajes profundos que trabajen principalmente por fuste. El nivel freático se encuentra a -4.00m .

Al comenzar la obra se realizan las operaciones de desbroce del solar. Una vez finalizado el desbroce se realiza el vaciado de parte del solar hasta alcanzar el terreno una cota máxima de 1.10 metros sobre el punto ± 0.00 además del vaciado del foso de cimentación hasta cota -0.70 metros, para replantear a posteriori los puntos de perforación de pilotes.

La obra queda vallada por el acceso rodado de la misma, ya que los muros de contención de tierras en las medianeras de los tres lados restantes imposibilitan el acceso a la obra por tales frentes. Además del vallado, se colocará un pórtico de seguridad sobre el mismo, para proteger maquinaria y operarios de contactos eléctricos con la red de distribución aérea que discurre sobre el frente del solar. De igual manera se situarán carteles con indicativos de seguridad sobre la valla de acceso.

Debido a las escasas dimensiones del solar, la futura ocupación de prácticamente la totalidad del mismo con la construcción, la estrechez del acceso rodado a la obra y la inexistencia de aceras como tales en las calles, no cabe la posibilidad de situar en el solar las casetas de servicios de higiene y seguridad apropiados para los operarios y el almacenamiento de material.

3.2 Sistema estructural.

La estructura, tanto vertical como horizontal está compuesta de hormigón armado, a excepción de la estructura de la cubierta, y la estructura que porta ésta. Tanto el hormigón como el acero utilizado en la estructura de hormigón armado son los mismos que aquellos utilizados en la cimentación, HA-50/B/20/IIIa y B500S.

3.2.1 Cimentación y saneamiento.

La cimentación del edificio es de tipo mixta, combinando una cimentación profunda a base de pilotes y una superficial a base de losas y zapatas.

El hormigón utilizado en la cimentación es HA-50/B/20/IIIa, a excepción del hormigón para pilotes que cambiará exclusivamente en su consistencia, siendo un hormigón tipo HA-50/F/20/IIIa. El cemento utilizado en la elaboración del hormigón es CEM II/A-D/52.5N, mientras que el acero tiene denominación B500S.

La selección de estos elementos viene condicionada por la necesidad de utilizar un hormigón de alta resistencia capaz de soportar los esfuerzos provocados por la alta actividad sísmica que se espera en la zona. En cuanto a la selección de ambiente, parece conveniente elegir un

ambiente tipo IIIa por la proximidad de la bahía de Tokio, que supone la presencia de un ambiente marino aéreo. Por otro lado, el recubrimiento nominal, condicionado directamente por el tipo de cemento, el cual a su vez viene condicionado por el tipo de ambiente, se sitúa en 45mm. La elección del tipo de cemento viene dada por la exposición general IIIa, además de por la exposición específica Qb, elegida para ir sobre seguro en cuanto a las proximidades de industrias con agresividad química fuerte.

Los pilotes de tipo CPI-6 tendrán una altitud variable de acuerdo a la altura en la que se sitúan las zapatas que arriostran los mismos. La cota más profunda por otro lado se sitúa a 6.70 metros de profundidad medidos desde el considerado punto ± 0.00 situado en el extremo más bajo del solar, junto a el acceso rodado.

Primeramente se arman y hormigonan los pilotes que vendrán encepados a posteriori por la losa tipo L-2 (ver plano 14 Cimentación y Saneamiento). Tras su endurecido y un vertido ligero de hormigón de limpieza, se impermeabiliza mediante una lámina de PEHD y geotextil, se coloca la armadura y hormigona la losa L-2 del foso de cimentación, y tras el endurecido de ésta a su vez se arman, encofran y hormigonan los muros M-25 sobre la losa L-2 hasta cota ± 0.00 habiendo colocado la impermeabilización entre los futuros muros y el terreno previamente, y se perforan y ejecutan el resto de pilotes del edificio.

Tras el armado y hormigonado de los pilotes y en el caso de algunos el necesario encofrado de la cabeza de los mismos, se procede a excavar las zanjas necesarias para el posterior hormigonado de zapatas, y las zanjas para el paso de las instalaciones de saneamiento.

Tras verter una capa de 10cm de hormigón de limpieza, se impermeabiliza la cimentación con membranas de PEHD y geotextil prestando especial atención a los puntos conflictivos de unión entre zapatas y pilotes. Tras ejecutar la impermeabilización se procede a colocar el armado de la zapata Z-3 y el hormigonado de la misma, y de los muros M-25 hasta cota +0.95 metros.

Por último, se vierte de nuevo una capa de 10cm de hormigón de limpieza, se impermeabiliza de la misma manera que anteriormente, prestando atención a la unión de impermeabilizaciones, y se colocan los armados de las zapatas restantes y de las losas de cimentación L-2 en toda la base del edificio para su posterior hormigonado. Se coloca también el encofrado recuperable del foso de cimentación para hormigonar al mismo tiempo la losa L-3 que incluye la apertura necesaria para la tapa de registro, habiéndose ejecutado previamente las arquetas de saneamiento en el foso, y se hormigona el conjunto hasta cota +1.30 metros.

Tanto durante la ejecución de la zapata Z-3 como de los elementos posteriores, es necesaria la colocación de los pasatubos necesarios, así como de las tuberías de saneamiento que discurren bajo las losas de cimentación o embebidas en las mismas. Para aquellos tubos que discurren bajo las losas, se realizan las protecciones necesarias para que los mismos no sufran daños durante la ejecución y el tiempo de vida útil del edificio, mientras que para aquellos que van embebidos en las losas, se realiza un armado adecuado alrededor de los mismos para no generar zonas débiles en las losas y zapatas debido al hueco interno en las ellas.

3.2.2 Estructura vertical Planta Baja.

La estructura portante del forjado de planta primera, así como la encargada de la contención de tierras según la zona de la vivienda, está constituida enteramente de muros flexorresistentes de hormigón armado, los cuales arrancan sobre las esperas dejadas anteriormente en la cimentación.

Para la elaboración de los muros se requiere el encofrado por ambas caras de los mismos, prestando especial atención a que uno de los lados del muro, hacia el que se inclina, está apuntalado de manera que los puntales y el encofrado soporten la mayor parte del peso del hormigón fresco y de la armadura.

El armado y hormigonado se realiza en los muros perimetrales, omitiendo por el momento aquellos muros estructurales verticales del interior de la vivienda, de forma continua, es decir, sin hormigonar primero una sección recta de un muro, y a posteriori la siguiente. Esto se debe a la necesidad de evitar tanto como sea posible la presencia de juntas de hormigonado que puedan suponer puntos de debilidad estructural en caso de sismo. Se realiza el hormigonado por tongadas con el vibrado adecuado hasta cotas de 4.00 y 4.30 metros sobre el nivel $\pm 0.00\text{m}$ dependiendo del muro.

Una vez endurecidos los muros perimetrales, se retiran los apuntalamientos de las caras interiores de los muros así como los encofrados de estas caras, manteniendo los exteriores para evitar vuelcos o desplomes de muros. Tras esto se encofran por ambas caras, arman y hormigonan los muros verticales del interior de la vivienda.

3.2.3 Forjado Planta Primera.

El forjado, compuesto por vigas y losas, se realiza de la manera habitual, con un encofrado continuo bajo el mismo, y mediante los mismos hormigones y aceros que anteriormente, esto es HA-50/B/20/IIIa y B500S.

Se incluyen entre los armados de losas y vigas las barras roscadas que servirán de unión de las placas que soporten la estructura de la cubierta a posteriori.

Una vez endurecido el hormigón del forjado, se retiran los encofrados y puntales del exterior de los muros de planta baja, quedando estos ya arriostrados y asegurados por el propio forjado. Se procede a armar y hormigonar las bases de sustentación de la estructura de la cubierta formadas por pequeñas basas de hormigón para evitar punzonamientos en la losa, quedando las barras roscadas anteriormente mencionadas embebidas tanto en las losas y vigas, como en las recién ejecutadas basas.

3.2.4 Escaleras.

Tras finalizar la construcción del forjado de planta primera se procede a la colocación de la armadura, el encofrado y hormigonado de la escalera interior.

El armado de la escalera se une a las esperas dejadas tanto en la losa de cimentación de la que arranca como en las esperas de la losa del forjado. La estructura de la escalera es independiente del muro junto al que discurre para evitar movimientos perjudiciales para la estructura en caso de sismo.

El peldañado de la escalera se realiza de hormigón vertido junto con el resto de la misma.

La escalera exterior se realiza en voladizo, quedando sustentada por uno de sus lados por el muro inclinado que se ejecuta junto a la escalera, hormigonándose por tongadas de una altura igual a la de cada escalón.

3.2.5 Cerramientos de Planta Primera y estructura portante de cubierta.

De la misma manera que con los muros de planta baja, se procede a armar, encofrar y hormigonar los muros inclinados que son el cerramiento parcial de la planta primera. A diferencia de los muros de planta baja, la imposibilidad de apoyar en algunos casos los puntales exteriores en el suelo debido a la altura o la existencia de medianeras, los encofrados quedarán arriostrados por el interior unos a otros mediante tirantes de acero anclados a las ranas de forma que no se produzcan deformaciones en los muros. En este caso, la necesidad por estética de que los muros lleven una pendiente en su cara superior hace necesaria la especial atención a la existencia de que dicha pendiente esté formada naturalmente por el hormigón que conforma los muros, a expensas de mejorar el acabado de las coronaciones a posteriori.

Una vez endurecidos los muros y retirados los arriostramientos necesarios para su sustentación se procede a colocar la estructura portante de cubierta compuesta por siete grupos de tres perfiles tubulares cuya inclinación respecto a la vertical varía según las especificaciones del proyecto. Los grupos de tres perfiles, de normalización japonesa JIS G 3444, elaborados en acero tipo SKT 400, vendrán soldados entre sí con placas de nueve milímetros de espesor y cincuenta de altura y soldados de la misma manera a una placa de acero del mismo espesor, ya perforada para recibir las barras roscadas de métrica 16 embebidas en las bases anteriormente ejecutadas.

Tras el izado mediante grúa y colocación de los grupos de perfiles tubulares, se nivelan los siete grupos por medio de las tuercas presentes en las barras roscadas, y una vez niveladas y aseguradas, se rellena el hueco presente entre las placas de acero y las bases de hormigón con mortero expansivo.

3.2.6 Estructura de cubierta.

La estructura de la cubierta plana con una inclinación de un 7.3% está íntegramente realizada en perfiles acero. Se ejecuta en varias etapas.

Primeramente se izan y colocan las esquinas de la cubierta, formadas por perfiles H-200 de acero SS400 (ver plano 17 Estructura Cubierta) y placas de 4.5mm de espesor de refuerzo en el interior. Los perfiles llevan soldados en su parte inferior placas de nueve milímetros de espesor que encajan con las de las coronaciones de los perfiles tubulares antes colocados en obra. Estas uniones en rótula aseguradas mediante pernos y tuercas de métrica 16 sirven para permitir movimientos leves de la cubierta por dilataciones del acero y temblores. A su vez, en los finales de los perfiles H-200 hay una serie de perforaciones que sirven de paso para los pernos que sujetan el resto de la estructura.

Tras la instalación de las esquinas, se colocan entre ellas secciones rectas de perfiles H-200 mediante la colocación adicional de placas de refuerzo de seis y nueve milímetros aseguradas con pernos y tuercas de métrica 16 que atraviesan las perforaciones antes mencionadas. Tanto los perfiles rectos como las esquinas antes colocadas llevan ya soldadas las placas de 3.2 milímetros de espesor que servirán de sujeción para los perfiles de acero galvanizado C-100.

A continuación se sueldan los perfiles secundarios H-150 de acero SS400 entre los perfiles H-200, además de soldar en las esquinas dejadas ente los perfiles principales y secundarios las placas que llevan ya colocadas las sujeciones de los cables de acero galvanizado de 12 milímetros de diámetro, los cuales a su vez disponen de tensores de cables. La presencia de estos cables sirve para triangular la estructura de cubierta.

Por último, se colocan los perfiles perimetrales C-100 de acero galvanizado SSC400 atornillándolos a las placas soldadas en los perfiles H-200 mediante tuercas y pernos de métrica 12, y los perfiles superiores, atornillándolos en este caso directamente a los perfiles H-200 y H-150.

3.2.7 Solera exterior.

Sobre el terreno se ejecuta una solera de hormigón armado con una malla en cuadrícula de 15x15cm. Bajo la solera se sitúa un encachado de grava con una lámina de separación de polietileno para evitar la pérdida de hormigón entre el encachado.

3.3 Sistema envolvente.

Dado que el sistema envolvente es la propia estructura en su mayor parte, no se hace referencia de nuevo a los muros exteriores de la vivienda que forman la envolvente de la misma, puesto que ya se han especificado sus características en el apartado 3.2.

3.3.1 Aislamientos.

El aislamiento del edificio, ejecutado en el exterior, se resuelve por medio de poliestireno extruido de un espesor de 20mm en muros. El anclaje del aislamiento a los muros se lleva a cabo mediante la aplicación pegamento específico para tal fin.

El aislamiento interior está situado bajo el suelo técnico de la vivienda. Tras replantear las posiciones de las bases de sustentación del suelo técnico, se colocan las placas de poliestireno extruido, de 30mm de espesor en este caso sobre el suelo, pegándolo de la misma manera al mismo de como se realiza en los paramentos y se eleva sobre los paramentos interiores un zócalo de aislamiento del mismo material.

En las terrazas el aislamiento se resuelve de la misma manera que en el interior, mediante placas de XPE de 30mm de espesor.

Es necesario destacar la presencia de varios puentes térmicos dados por la colocación en el exterior del aislamiento.

3.3.2 Impermeabilizaciones.

La impermeabilización se lleva a cabo mediante la colocación de una lámina de polietileno de alta densidad sobre el aislamiento de los muros perimetrales en contacto con el terreno. Sobre las láminas se colocará primeramente una banda de refuerzo geotextil entre los cimientos y la parte inferior de lo que será el tubo de drenaje. Tras la colocación de tal banda de refuerzo, se superpone una lámina geotextil de poliéster de 150g/m² la cual acogerá en su interior el tubo de drenaje.

Una vez situada la lámina se realiza sobre la misma una base de hormigón sobre la que se coloca el tubo de drenaje perimetral de PVC de 200mm de diámetro, el cual a su vez se recubre con grava. El tubo de drenaje se unirá a los tubos anteriormente instalados durante la ejecución de la cimentación. Una vez realizado el relleno de grava, se cierra la lámina geotextil alrededor de la misma y se rellena el conjunto con tierra.

En cuanto a las terrazas, transitables o no, se dispone de membranas impermeabilizantes de PE de alta densidad bajo y sobre el aislamiento de poliestireno, el cual no debería recibir aguas en principio dada la impermeabilidad del suelo técnico del exterior, salvo en la zona de terraza no transitable con encachado de piedra sobre el aislamiento.

3.3.3 Cubierta.

La cubierta se resuelve con una placa tipo sándwich compuesta por una lámina de acero galvanizado de 1.2mm en el exterior, una capa intermedia de aislamiento de poliestireno expandido de 30mm y una lámina interior de acero de 0.8mm. El anclaje de la cubierta se realiza en los perfiles C-100 por medio de pernos de unión con arandela impermeabilizante para evitar filtraciones de agua. La placa se extiende no solo en la parte plana de la cubierta, si no que se amplía por los pequeños faldones perimetrales de la misma, y bajo los mismos hasta el encuentro con las carpinterías. En dicho encuentro se interpone un sellado de polietileno para evitar una vez más filtraciones de agua. En los bordes de los faldones la placa exterior del sándwich dispone de goterones para evitar la escorrentía de aguas por la parte inferior de los aleros.

Por otro lado, en la parte oeste y noroeste de la cubierta, hacia donde van a parar las aguas recogidas, se dispone de una forma en la placa sándwich para acoger un canalón de cinc, que vendrá sellado a su vez mediante una imprimación bituminosa.

3.3.4 Carpintería metálica.

La carpintería exterior de la vivienda está realizada enteramente en aluminio de acuerdo a las medidas especificadas en el plano 20 Carpintería. La totalidad de la misma está preparada para la recepción de dos vidrios además de la interposición entre ambos de cámara de aire. Toda ella cuenta con rotura de puentes térmicos.

El anclaje de las carpinterías de planta primera se realiza en su parte inferior por medio de uniones mecánicas a los muros estructurales en caso de las ventanas, y por las mismas uniones a muretes de hormigón de escasa altura por su parte inferior en caso de los ventanales de altura completa, quedando los bordes del suelo técnico a ras de los marcos de las carpinterías, mientras que por su parte superior se anclan a los perfiles C-100 por medio de escuadras y uniones atornilladas. El mismo sistema se utiliza para la puerta de acceso a la vivienda, y los ventanales del Aseo 2 y del de acceso a la terraza de la planta baja.

En cuanto a las claraboyas del baño y la habitación principal de planta baja, quedan unidas por el mismo sistema mecánico tanto a los muros de planta baja como a los de planta primera tal como se ve en el plano 18 Secciones constructivas. En el caso de las claraboyas, los marcos de las carpinterías quedan interrumpidos en su parte exterior para facilitar la evacuación de aguas que las mismas puedan recoger.

Bajo el hueco de la escalera se encuentra una puerta metálica ignífuga lacada en blanco que da acceso al sistema de producción de ACS y de acondicionamiento térmico.

3.3.5 Acristalamientos.

Los acristalamientos presentes en todas las ventanas o puertas exteriores de la vivienda están compuestos por dos vidrios. El interior de ellos es un vidrio tipo Climalit laminado de 6+6 en caso general, de 10+6 en las claraboyas de la habitación principal y el baño, y de 10+10 en la puerta de acceso a la vivienda, mientras que el vidrio exterior es en todo caso un vidrio Planitherm de 6mm. Entre ambos vidrios se interpone una cámara de aire de 12mm.

3.4 Sistema de compartimentación.

3.4.1 Tabiquería interior.

Las escasas particiones interiores no realizadas mediante muros de hormigón armado están limitadas a las de los aseos, el vestidor de la habitación secundaria, los muros de los armarios de obra, el cerramiento de las conducciones de instalaciones del armario y el hueco bajo la escalera.

El tabique de separación entre el armario de obra y el baño se realiza mediante ladrillo hueco doble a medio pié, recibido con mortero de cemento, de la misma manera que el tabique que divide el distribuidor y el aseo 1 que sostiene la puerta de tal aseo.

El resto del cerramiento del aseo 1, así como el tabique de separación del aseo con el hueco bajo la escalera se realiza con ladrillo cerámico hueco doble a tabicón recibido con mortero de cemento.

Se utiliza también ladrillo cerámico hueco doble a tabicón para el tabique de cierre del hueco bajo la escalera donde se alojará el sistema de calefacción y calentamiento de ACS. También se dispone de éste ladrillo en este mismo aparejo para el cierre de los dos conductos de instalaciones presentes en el armario, para la división de los dos armarios de obra de la habitación principal, para el pequeño tabique presente en el armario, para el alojamiento junto a la puerta de acceso de los contadores y del buzón y para el zócalo perimetral del hueco de la escalera en planta primera.

El peto de la bañera del baño se realiza mediante ladrillo cerámico hueco sencillo recibido con el mismo mortero de cemento que el resto de tabiques.

Las particiones entre la habitación secundaria y el vestidor, y éste y el aseo 2 se realizan mediante tabiquería ligera de madera de 80mm de espesor anclada a los paramentos de hormigón, con acabados en pintura de uretano.

3.4.2 Carpintería de madera.

Las puertas presentes en el interior de la vivienda están elaboradas en tableros de madera de densidad media o MDF, así como sus marcos. Las puertas abatibles comunes presentes en el Aseo 1, así como la puerta de acceso a la habitación principal cuentan con herrajes metálicos y están acabadas en lacado blanco.

Las puertas correderas que cierran la habitación secundaria, el acceso al armario de planta baja, el acceso a la habitación secundaria, al aseo 2 y las que cierran la habitación principal en su interior cuentan con un sistema de railes de acero galvanizado colgado de la estructura del forjado, además de ruedas plásticas embebidas en el interior de las puertas por su parte inferior para facilitar el movimiento de las mismas. Todas las puertas correderas están acabadas con pintura de uretano.

3.5 Sistema de acabados.

3.5.1 Solados interiores.

Los solados de la vivienda se realizan mediante la colocación de un suelo técnico de idénticas propiedades en su totalidad, contando con elementos especiales que se definirán adelante. El único suelo interior que no cuenta con placas elevadas es el de la entrada de la vivienda, que dispone de un suelo realizado mediante una capa fina de hormigón fino pintado.

Los solados están compuestos por una serie de soportes de acero galvanizado de altura regulable que se unen de forma mecánica a las losas sobre las que se sitúan. La colocación de tales soportes se realiza con un replanteo previo y siguiendo las recomendaciones en cuanto a su colocación facilitadas por el fabricante. Los travesaños formando cuadrícula sobre los soportes están realizados en acero galvanizado con una lámina de PVC sobre la que se colocarán las placas de suelo para evitar ruidos provocados por las pisadas. Los tableros de solado están compuestos en su mayoría por un núcleo de aglomerado de madera con un revestimiento en la cara superior de imitación de entarimado de madera de nogal y en su cara inferior de una lámina de aluminio, contando en las caras laterales de cada placa con refuerzos de láminas de ABS. Como excepción a ese tipo de láminas se encuentran las que se sitúan en el baño principal de la vivienda, que contarán con un revestimiento de granito y serán aisladas en sus juntas perimetrales entre sí mediante el sellado de las mismas.

Se disponen de piezas especiales en diversos puntos de la vivienda, como son las piezas de sujeción de las rejillas de ventilación y calefacción, las de alojamiento de elementos luminosos, las escuadras de sustentación de placas en vertical como es el caso de las tabicas de la escalera del hall así como la rejilla de evacuación de aguas de la ducha.

3.5.2 Solados exteriores.

En el exterior se resuelven los solados de las terrazas mediante el mismo tipo de suelo técnico que en el interior de la vivienda, realizando como en el caso de los solados del baño principal, la impermeabilización necesaria de las juntas entre placas para evitar el acceso de aguas de lluvia bajo el solado, con la diferencia de que la lámina exterior es en este caso de imitación de entablado de madera gris.

En la zona no transitable de la terraza de la planta superior se encuentra un encajado de grava granítica colocado sobre las capas, de abajo a arriba, de un mortero de formación de pendientes, aislamiento de poliestireno extruido, y lámina impermeabilizante de polietileno de alta densidad para evitar que el aislamiento se humedezca, así como para evitar daños por los cantos de piedra que se sitúan sobre él como acabado.

La solera de aparcamiento de la vivienda se deja con hormigón visto sin alterar.

3.5.3 Techos.

En los techos de la planta inferior de la vivienda se realiza un guarnecido y enlucido de yeso para el posterior pintado del mismo, aplicado directamente sobre el hormigón visto de las losas del forjado, a excepción del baño principal, que contará con un falso techo de placas de escayola colgado del forjado.

En la planta primera se ejecuta un falso techo de placas de escayola para su posterior pintado con una serie de foseados en su interior a modo decorativo, y que acogerán también el sistema de iluminación de la planta primera. La estructura portante del falso techo se realiza mediante anclajes mecánicos que son sujetos a los perfiles C-100 de la cubierta.

3.5.4 Revestimientos verticales y escaleras.

El revestimiento principal de la vivienda se realiza mediante un monocapa de cemento con pigmentos gris oscuro y acabado planchado de 15mm de espesor sobre malla de fibra de vidrio. Como excepciones a tal revestimiento encontramos los paramentos del baño principal de la vivienda, quedando los mismos en hormigón visto con textura de madera generada por el encofrado que se utiliza en tales muros, y el revestimiento de los muros verticales del armario y aquel que separa el distribuidor de la habitación secundaria, sobre los cuales se realiza un estuco blanco. Otra excepción son los paramentos del aseo 1 y el cuarto bajo el hueco de la escalera, los cuales se revisten con un guarnecido y enlucido de yeso de la misma manera que los techos de planta baja.

El espacio bajo la escalera que acoge el sistema de producción de ACS y calefacción queda enfoscado con el mismo mortero de cemento con el que se recibe la tabiquería.

Los el peto frontal de la bañera del baño queda revestido con placas de granito de espesor reducido del mismo tipo que reviste el suelo del baño.

En el exterior de la vivienda el revestimiento es uniforme, siendo del mismo tipo de monocapa gris con el acabado planchado del interior de los muros de la vivienda. Para la colocación de este revestimiento se interpone entre el mismo y los paneles de aislamiento de XPE una malla de fibra de vidrio de un centímetro de luz sujeta al aislamiento con anclajes plásticos.

Los peldaños de la escalera exterior se impregnan con pigmentos color grafito del mismo color que el monocapa exterior. Una vez actuados los pigmentos se frata la superficie del peldaño. En cuanto a la escalera interior, su acabado es un simple fratasado del hormigón de los peldaños que la forman, así como del borde visto de la zanca de la escalera.

3.5.5 Pinturas.

El guarnecido y enlucido de yeso en los paramentos interiores del aseo 1 están pintados mediante pintura plástica blanca, de la misma manera que el techo del aseo. La estructura de cubierta va en su totalidad pintada con pintura intumescente que garantice la resistencia al fuego necesaria. La pintura se aplica después de haber aplicado en las piezas metálicas la imprimación previa necesaria y recomendada por el fabricante. En los perfiles tubulares vistos, se aplica sobre la pintura intumescente una pintura de acabado en plateado mate, compatible con la pintura intumescente previa.

3.5.6 Rellenos y jardinería.

Una vez concluidas las obras principales de la vivienda, se realizan los muros de contención de tierras de la parcela, esto es, los muros que contendrán las diferentes bancadas de tierras de las zonas ajardinadas, no los muros de contención de medianeras, los cuales ya estaban previamente a la construcción.

Tales muros se resuelven en hormigón armado, quedando a una distancia prudencial de la estructura de la vivienda, cerrando las juntas entre los muros de contención y los propios de la vivienda con juntas elásticas para evitar problemas estructurales por dilataciones y sismos. Las partes vistas de los nuevos muros se revisten de la misma manera que los muros exteriores de la vivienda, mediante el monocapa gris planchado.

Tras concluir el endurecido de los muros, se realiza un relleno de tierras vegetales, aprovechando en la medida de lo posible aquellas procedentes de las excavaciones primeras de la obra, cuidando en todo momento del no desprendimiento de impermeabilizaciones y geotextiles. Una vez que los rellenos vayan alcanzando las cotas superiores del tubo de drenaje, se realiza el cierre del geotextil que rodea el tubo y el enchachado por su parte superior de la manera indicada por el fabricante del mismo, ya sea térmica o mecánica. Una vez concluido el relleno de tierras se instalan sobre las mismas las especies vegetales seleccionadas, cuidando una vez más que tales plantas no afecten con sus raíces o de forma química los revestimientos, impermeabilizaciones y la propia estructura de hormigón.

3.6 Sistema de acondicionamiento e Instalaciones.

3.6.1 Subsistema de electricidad.

La instalación eléctrica comienza desde la Caja de Protección y medida situada junto a la puerta de acceso a la vivienda en el armario de fábrica creado, entre otras cosas, para ello. Se situará en dicha caja un contador eléctrico según las especificaciones de la empresa suministradora, suponiendo sin haber realizado cálculos de necesidad de potencia que el contador adecuado será uno de tipo A.

La derivación desde la CPM hasta el interruptor de control de potencia discurrirá escasos centímetros dentro del armario que aloja la CMP, ya que en el paramento del interior de la vivienda se alojarán el ICP así como el cuadro general de distribución.

La vivienda cuenta con electrificación elevada debido a la presencia de más de cinco circuitos eléctricos, siendo el sexto posiblemente el dedicado a la electrificación necesaria de los inodoros, los cuales cuentan presumiblemente con sistemas de calefacción y elementos electrónicos, por lo que de la misma manera que se reserva habitualmente un circuito únicamente para el hidromasaje, es pertinente hacer lo mismo para los inodoros en este caso.

Las canalizaciones de los circuitos, de PVC corrugado, discurren por bandejas de instalaciones diseñadas para tal propósito bajo el suelo técnico. Las montantes hasta planta primera de las canalizaciones eléctricas se llevan por el conducto diseñado para tal fin en el armario de planta baja, utilizándose el conducto izquierdo para las conducciones eléctricas y de telefonía, y dejando el conducto derecho (ver plano 2 Superficies, Usos y Acabados P.B.) para las conducciones de fontanería y saneamiento.

Los mecanismos están divididos en vistos y no vistos. Los mecanismos vistos, es decir, tomas de corriente y puntos de luz, están situados en los paramentos, canalizados en tubos rígidos metálicos adecuados para la conducción de cables eléctricos, además de en elementos especiales de suelo técnico que suponen focos en el mismo a modo de pequeños fosos de iluminación. Los no vistos, aquellos puntos de toma de corriente para electrodomésticos, están situados sobre las propias bandejas de conducción de cableado bajo el suelo técnico, disponiendo de cierres de seguridad y protecciones contra la humedad.

La puesta a tierra del edificio está formada por un conductor de cobre desnudo situado bajo la cimentación y unido a la armadura de la estructura. Las conducciones de puesta a tierra discurren por las bandejas de instalaciones de la misma manera que los conductores eléctricos.

3.6.2 Subsistema de fontanería.

La instalación de agua fría se realiza desde el abastecimiento público ubicado en la vía de acceso al solar. Como primer elemento de la instalación se encuentra la llave de toma en carga situada en la vía pública, a partir de la cual una conducción enterrada lleva el caudal a un cuarto de contador situado bajo la escalera de acceso a la vivienda, donde se encuentran la llave de corte general, el filtro, una válvula reductora de presión en caso de que la presión de suministro sea excesiva, el contador del diámetro nominal adecuado para el caudal necesario para la vivienda, un grifo de prueba, una llave antiretorno y una llave de salida.

Tras el armario de acometida se distribuye el caudal de agua fría por el suelo técnico por medio de tubos de polietileno de baja densidad para evitar la necesidad de usar codos y demás elementos que pudieran suponer la aparición de fugas. En los puntos necesarios donde se utilicen elementos auxiliares como codos, manguitos o llaves, se utilizan sellos plásticos para dar una protección extra al sistema contra fugas.

El anclaje de las conducciones de fontanería a las losas sobre las que circulan, o al muro en caso de montantes, se lleva a cabo por elementos plásticos con uniones mecánicas metálicas a los elementos estructurales con la separación entre anclajes necesaria para evitar movimientos de las conducciones por la circulación interior del agua.

La separación entre las conducciones de fontanería y las conducciones eléctricas es como mínimo en todo momento de 30cm.

De la misma manera que con el sistema eléctrico, las llaves, válvulas y demás elementos auxiliares, se sitúan bajo el suelo técnico.

La producción de ACS se lleva a cabo mediante la instalación de una bomba de calor bajo el hueco de la escalera interior. Las conducciones de ACS se llevan de forma paralela a las de agua fría allí donde se requiera un abastecimiento de agua caliente sanitaria. Las conducciones son de la misma manera de PE-LD, contando en este caso con un aislamiento en el exterior de las tuberías y los mismos anclajes y sistemas de sujeción que las tuberías de agua fría.

La evacuación de aguas de los elementos de fontanería se lleva a cabo mediante sifones independientes para cada aparato, llevándose las derivaciones de los mismos bajo el suelo técnico hasta la bajante presente el conducto de instalaciones del armario de planta baja. Los conductores de las derivaciones, así como del resto del sistema de saneamiento que se verá a continuación, están realizados en PVC, estando éste anclado a la estructura de la misma manera que las conducciones de fontanería.

3.6.3 Subsistema de saneamiento.

La red de saneamiento con un sistema separativo está realizada enteramente en tubería de PVC, siendo partes de la misma de PVC aislado acústicamente (PVC-U, ABS, ASA y PVC-U con carga mineral insonorizado). Por un lado, la recogida de aguas pluviales, con un canalón de cinc presente en la cubierta, desagua sobre una bajante hasta planta baja, donde por medio de un codo continúa discurriendo bajo el suelo técnico por un colector de similares características con la interposición de un sifón tipo U hasta encontrarse con la distribución de aguas procedentes del tubo de drenaje mencionado en el apartado de cimentación. La recogida de aguas en las terrazas de planta baja, recogidas mediante arquetas sumidero sifónicas, vierten en el colector procedente del aseo 2. Por otro lado, las aguas recogidas en las terrazas de planta primera mediante el mismo tipo de arquetas sumidero, se canalizan por derivaciones hasta encontrarse con la coronación de la bajante interior para crear una bajante mixta, al recoger esta tanto las aguas pluviales de las terrazas de planta primera, como las residuales del edificio.

El manguetón del inodoro del Aseo 1 (ver plano 2 Superficies y Acabados P.B.) acomete directamente sobre la bajante que llega desde planta primera. La derivación del lavabo de tal aseo acomete a su vez al manguetón del inodoro, con la interposición como se ha mencionado antes de un sifón individual. En cuanto al inodoro del Aseo 2, éste este acomete a un colector bajo el suelo técnico con la interrupción de una arqueta de pié de bajante. Tal colector conduce las aguas del inodoro y de las terrazas de planta baja hasta la arqueta de paso del sistema mixto en el foso de cimentación. El lavabo del Aseo 2 vierte en el manguetón del inodoro con la interposición de nuevo de sifones individuales. Las aguas residuales procedentes de la ducha y la bañera del baño principal se verterán en la bajante presente en el armario por medio de derivaciones con la interposición de sifones individuales como se menciona en el apartado de fontanería.

En el foso de cimentación se encuentran las arquetas necesarias para las conducciones de agua. Por un lado, bajante mixta del interior del edificio vierte a una arqueta de pié de bajante prefabricada de hormigón para evitar golpes de ariete en caso de una conexión mediante codo a un colector. Tras la arqueta de pié de bajante un colector de escasa longitud conduce las aguas a una arqueta de paso final, la cual recoge también las aguas provenientes del colector que llega desde el aseo 2. En cuanto al sistema de aguas pluviales, una arqueta de paso final recoge las aguas de los dos ramales del sistema de drenaje perimetral y el colector proveniente de la bajante de pluviales de terraza y conduce las aguas al sistema de pluviales público.

Es necesario destacar la falta completa de arquetas sumidero para la pendiente de la solera del aparcamiento. De acuerdo con las imágenes del edificio no existen tales arquetas.

Tanto las bajantes, como las derivaciones que discurran bajo el suelo técnico de la vivienda disponen de sistemas de aislamiento acústico y están mecánicamente ancladas a la estructura.

3.6.4 Subsistema de acondicionamiento térmico.

El acondicionamiento térmico del edificio se lleva a cabo por medio de la bomba de calor presente bajo la escalera ya mencionada en el apartado de fontanería.

Las conducciones necesarias para el funcionamiento de la bomba de calor se llevan una vez más bajo el suelo técnico, mediante conductos herméticos aislados de PE-LD, idénticos a los conductores de ACS, con el mismo sistema de anclaje. La montante y el retorno de ventilación para la planta primera discurren por el conducto de instalaciones derecho junto con los conductos indicados para fontanería.

La entrada de aire exterior para la bomba se realiza por medio de conductos aislados térmica y acústicamente de sección rectangular bajo el suelo técnico anclados de forma mecánica, estando el acceso en la terraza de la planta.

Los radiadores estarán situados junto a las caras interiores de los muros exteriores de la vivienda en planta baja, es decir, junto al cabecero de la cama en la habitación principal, junto al muro exterior de la habitación secundaria, y junto a la escalera del hall. En la planta superior las dos rejillas de ventilación presentes están en la zona de la cocina junto al muro norte, y en la esquina sur del ventanal del salón. Todos los radiadores disponen de un purgador y el sistema de intercambiador de calor necesario para su funcionamiento y rejillas retirables de aluminio anodizado.

4. CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.

La Residencia SRK, objetivo de análisis constructivo y estructural en el presente Trabajo de Fin de Grado, se encuentra originalmente situado en el barrio de Nakameguro en Tokio, Japón. De esta manera, se considerará para el estudio del cumplimiento del CTE español que su situación se encuentra dentro de los límites de la vigencia de la mencionada norma, y se procederá al análisis del mismo en cuanto al cumplimiento o no de cada uno de los documentos básicos que se expondrán a continuación.

4.1 Seguridad Estructural (CTE-DB-SE).

El documento básico de seguridad estructural tiene como objeto 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.

Prescripciones aplicables conjuntamente con DB-SE:

DB-SE-AE: Acciones en la edificación.

DB-SE-C: Cimientos.

DB-SE-A: Aceros.

Se tienen en cuenta además las especificaciones de la normativa siguiente:

NCSE: Norma de construcción sismorresistente.

EHE: Instrucción de hormigón estructural.

Exigencias Básicas:

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.

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.

Sistema estructural:

El sistema estructural del edificio está constituido en su mayor parte por hormigón armado.

La cimentación, mixta, cuenta con pilotes de hormigón armado tipo CPI-6 y una serie de zapatas y losas de cimentación que arriostran el conjunto del edificio. Existe además un pozo de cimentación de escasas dimensiones con una losa de fondo y muros de contención de tierras que aloja en su interior los sistemas de saneamiento no registrables. La losa de fondo actúa como encepado de los pilotes bajo ella. El pozo de cimentación está cerrado por una losa con una tapa de acero sobre un hueco que lo hace registrable.

La estructura vertical de la planta baja consiste en muros de hormigón armado perimetrales flexorresistentes, con inclinación variable respecto a la vertical y según la sección de muro, además de muros flexorresistentes en su interior, independientes o arriostrados a la estructura perimetral, perpendiculares al suelo.

La estructura horizontal divisoria entre plantas se realiza mediante vigas de dimensiones variables (ver plano 16 Estructura P.1.), y losas de cierre de huecos. Sobre esta estructura continúan los muros inclinados de planta baja y nacen nuevos, los cuales no tienen mayor utilidad que actuar de cerramiento o en algunos casos, de simples elementos estéticos.

La estructura de sustentación de cubierta y la propia estructura de cubierta se lleva a cabo mediante perfilera metálica variada (ver plano 17 Estructura Cubierta).

4.1.1 Acciones.

Según el CTE-DB-SE las acciones se clasifican por su variación en el tiempo en permanentes, variables y accidentales. Las acciones sísmicas se desarrollan en la norma sismorresistente NCSE.

4.1.1.1 Acciones permanentes.

Acciones Permanentes	Peso
Estructura de cubierta	0.36 kN/m ²
Hormigón armado	25 kN/m ³
Encachado de granito	16 kN/m ³
Suelo técnico	0.48 kN/m ²
Tabique hueco sencillo	0.60 kN/m ²
Tabique hueco doble tabicón	1.00 kN/m ²
Tabique hueco doble ½ pié	1.2 kN/m ²
Enfoscado de cemento	0.2 kN/m ²
Estuco	0.15 kN/m ²
Guarnecido y enlucido de yeso	0.15 kN/m ²
Falso techo de escayola	0.2 kN/m ²

4.1.1.2 Acciones variables.

Sobrecarga de uso: de acuerdo con la table 3.1 del documento CTE-DB-SE-AE, se estima una subcategoría A1, viviendas y zonas de habitaciones en hospitales y hoteles, con carga uniforme de 20 kN/m².

Viento: La acción del viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, q_e puede expresarse como: $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$

Presión dinámica q_b : se toma como lugar de referencia la ciudad de Zamora. $q_b = 0.42 \text{ kN/m}^2$.

Coefficiente de exposición c_e : consideramos grado de aspereza del entorno IV, zona urbana en general, industrial o forestal, y una altura del punto considerado de 9m. $c_e = 1.7$.

Coefficiente eólico: consideramos una esbeltez de 1 para la fachada principal y de 0.5 para el resto de fachadas. Fachada principal: $c_p = 0.8$, $c_s = -0.5$; resto de fachadas: $c_p = 0.7$; $c_s = -0.4$.

$$q_e = 0.42 \cdot 1.7 \cdot 0.8 = 0.5712 \text{ kN/m}^2 \text{ presión}$$

$$q_e = 0.42 \cdot 1.7 \cdot -0.5 = -0.357 \text{ kN/m}^2 \text{ succión}$$

Nieve: Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n , puede tomarse: $q_n = \mu \cdot s_k$

Carga de nieve sobre un terreno horizontal s_k : se toma de nuevo como referencia la ciudad de Zamora. $s_k = 0.5 \text{ kN/m}^2$.

Coefficiente de forma μ : En un faldón limitado inferiormente por cornisas o limatesas, y en el que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve, el coeficiente de forma tiene el valor de 1 para cubiertas con inclinación menor o igual que 30º y 0, siendo el caso 4.18º. $\mu = 1$.

$$q_n = 1 \cdot 0.5 = 0.5 \text{ kN/m}^2$$

4.1.1.3 Acciones sísmicas.

Según la norma NCSE-02, el edificio objeto de estudio se clasifica como de importancia normal, al poderse producir víctimas en caso de su destrucción por terremoto.

Es necesario destacar que en la zona donde se localiza realmente el edificio se han alcanzado valores de más de 2g de aceleración sísmica, estableciéndose un valor habitual de entre 100 y 200 Gal, o un grado IX en la escala de Mercalli modificada.

Dado que el análisis estructural no forma parte del presente proyecto, la falta de información sobre los cálculos estructurales no permite continuar con el análisis de la norma sismoresistente.

4.1.2 Características de los materiales.

Perfiles laminados.

Designación de acero	SS400, SSC400 (ligero), STK400 (tubo)
Equivalencia EN	S 275
Límite elástico (N/mm ²)	275

Acero en barras.

Designación de acero	B-500S
Límite elástico (N/mm ²)	500
Nivel de control	Normal
Coefficiente de seguridad γ_s	1.15
Resistencia de cálculo f_{yd} (N/mm ²)	434.78

Hormigón para armar.

Designación del hormigón (pilotes)	HA-50/F/20/IIIa
Designación del hormigón (resto)	HA-50/B/20/IIIa
Resistencia característica a los 28 días	$f_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$
Tipo de cemento	CEM II/A-D 52.5N
Cantidad mínima de cemento (Kg/m ³)	350
Máxima relación agua/cemento	0.50
Tamaño máximo del árido (mm)	20
Clase general de exposición	IIIa
Clase específica de exposición	Qb
Consistencia del hormigón (pilotes)	Fluida
Consistencia del hormigón (resto)	Blanda
Asiento en cono de Abrams (cm) (pilotes)	10-15
Asiento en cono de Abrams (cm) (resto)	6-9
Recubrimiento nominal r_{nom} (mm)	45
Nivel de control	Intenso
Coefficiente de seguridad γ_c	1.50
Resistencia de cálculo f_{cd} (N/mm ²)	33.33

4.1.3 DB-SE-A. Estructuras de acero.

4.1.3.1 Durabilidad.

Se cumplen las especificaciones indicadas en el apartado 3 del documento básico de Seguridad Estructural-Acero para los elementos presentes en el proyecto.

4.1.3.2 Materiales:

Los materiales utilizados en el proyecto son aceros con designación japonesa, aunque se establece una similitud de características con el acero tipo S275. La sección de los perfiles

utilizados se especifica en el plano 17 Estructura Cubierta, cumpliendo éstos con las cualidades exigidas por el documento básico tratado en este aspecto. Las placas de rigidización y auxiliares, las tuercas y pernos de métrica 12 y 16, los cables y sus tensores, así como los materiales de aportación cumplen de la misma manera con las características necesarias.

4.1.3.3 Control de calidad:

- **Materiales:**

Los materiales están cubiertos por un certificado expedido por el fabricante, por lo que el control se limita al establecimiento de la traza que permite relacionar de forma inequívoca cada elemento de la estructura con el certificado de origen que lo avala.

- **Fabricación:**

Se comprueba la coherencia de la documentación de taller con la especificada en la documentación general del proyecto. Dicha documentación constará de al menos una memoria de fabricación, los planos de taller para cada elemento de la estructura y un plan de puntos de inspección donde se indiquen los procedimientos de control interno de producción desarrollados por el fabricante. Estos documentos estarán compuestos por lo especificado en el punto 12.4.1 del documento básico tratado en este punto.

- **Montaje:**

La documentación de montaje consta de al menos una memoria de montaje, planos de montaje y un plan de puntos de inspección donde se indiquen los procedimientos de control interno de producción desarrollados por el montador. Estos documentos estarán compuestos por lo especificado en el punto 12.5.1 del documento básico tratado en este punto.

El control de calidad del montaje establecerá los mecanismos necesarios para comprobar que los medios empleados en cada proceso son los adecuados a la calidad prescrita. En concreto, se comprobará que cada operación se efectúa en el orden y con las herramientas especificadas, que el personal encargado de cada operación posee la cualificación adecuada, que se mantiene el adecuado sistema de trazado que permita identificar el origen de cada incumplimiento, etc.

4.1.4 DB-SE-C. Cimientos.

4.1.4.1 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 al sistema de cimentación elegido y el terreno de apoyo de la misma.

4.1.4.2 Estudio geotécnico.

- 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.

- Datos estimados:

Entre la cota $\pm 0.00\text{m}$ y -4.30m se encuentra un estrato de suelo cohesivo; entre los -4.30m y -5.20m se encuentra un estrato de gravas de 30mm de diámetro máximo con arenas; el estrato presente hasta los -10.85m está compuesto de limos y arenas.

4.1.4.3 Cimentación.

- Descripción:

Cimentación mixta, con pilotes tipo CPI-6 desde cota -6.70m considerando el punto $\pm 0.00\text{m}$ el indicado en los planos de cimentación, hasta ser coronados por un encepado de losas de 0.20 y 0.30m de espesor y zapatas de dimensiones variables, quedando la cota superior de la cimentación a 1.30m sobre el nivel $\pm 0.00\text{m}$.

- Material adoptado:

Se utiliza hormigón armado con designación HA-50/F/20/IIIa para pilotes y HA-50/B/20/IIIa para zapatas y losas y acero B500S para el armado de las piezas.

- Condiciones de ejecución:

Para los pilotes se realiza la excavación mediante barrena helicoidal del terreno con la inclusión de lodos bentoníticos. Una vez realizada la excavación y la limpieza del fondo y el cambio de los lodos por otros limpios se introduce la armadura con los separadores necesarios y se hormigona el conjunto mediante tubo Tremie. Se coloca alrededor de las cabezas de los pilotes y sobre el hormigón de limpieza (10cm) previamente vertido en el resto de los cimientos una lámina impermeabilizante de polietileno, los separadores necesarios, el armado y hormigonado de acuerdo a las indicaciones de cotas de hormigonado establecidas.

4.1.4.4 Sistema de contenciones:

- Descripción:

Muros de hormigón armado flexorresistentes de 18, 20 y 25cm de espesor.

- Material adoptado:

Hormigón armado con designación HA-50/B/20/IIIa y acero B500S.

-Condiciones de ejecución:

Se realiza la ejecución de los muros de forma continua en el conjunto de la edificación ya que no existen tierras a contener en el momento de la ejecución.

4.1.5 EHE-08.

4.1.5.1 Durabilidad.

Se considera una clase general de exposición IIIa por la proximidad de zonas marinas a menos de 5km de la construcción. De la misma manera, se considera una clase específica de exposición Qb por la elevada industrialización de la zona y posibles filtraciones químicas.

Contenido mínimo de cemento y relación agua/cemento:

El contenido mínimo en cemento (Kg/m^3) viene especificado por el ambiente en el que se sitúa la obra, quedando en 350 por la clase de exposición Qb; de la misma manera, la relación agua/cemento queda limitada por a 0.50.

- Resistencias mínimas del hormigón:

Se limita la resistencia mínima del hormigón por la clase de exposición de nuevo, quedando en 30 KN/mm^2 , aunque dada la necesidad de que el hormigón ofrezca una resistencia mayor por la alta sismicidad de la zona de la construcción, se utiliza un hormigón de gran resistencia de 50 KN/mm^2 .

- Recubrimientos mínimo y nominal del hormigón:

Una vez más, los recubrimientos mínimos de las armaduras vienen dados por las clases de exposición. Considerando una vida útil del proyecto de 50 años, y teniendo en cuenta la clase específica Qb, se establece un recubrimiento mínimo de 40mm en armaduras. El recubrimiento nominal queda en 45mm al considerarse un nivel intenso de ejecución.

4.1.5.2 Control de calidad.

De acuerdo con las especificaciones dadas por la EHE-08 en función del control intenso de ejecución, se llevan a cabo mínimamente el número de inspecciones controladas por lote de ejecución especificadas en la tabla 92.6 de la norma considerando un control externo.

Procesos y actividades de ejecución	Número de unidades de inspección controladas por lote de ejecución.
	Control intenso. Control externo.
Encofrados y moldes	1
Despiece de planos de armaduras diseñadas según proyecto	1
Montaje de armaduras mediante atado	5
Geometría de las armaduras elaboradas	2
Colocación de armaduras en los encofrados	2
Vertido y puesta en obra del hormigón	2
Operaciones de acabado del hormigón	2
Ejecución de juntas de hormigonado	2
Curado del hormigón	2
Desencofrado y desmolde	2

De cualquier manera, se realizan los controles obligatorios establecidos por la EHE en cada una de las operaciones de ejecución de la estructura que afecten al presente proyecto.

En cuanto a la calidad de los materiales se realizan los siguientes controles mínimos:

-Hormigón:

- Docilidad, de acuerdo con UNE-EN 12350-2.
- Resistencia, de acuerdo con UNE-EN 12390-2.
- Penetración de agua, de acuerdo con UNE-EN 12390-8.

Se realizará el control previo al suministro, tanto documental como de las instalaciones de fabricación del hormigón y comprobaciones experimentales de acuerdo con el artículo 86.4 de la norma EHE-08. Los ensayos durante el suministro quedan especificados en el artículo 86.5 de dicha norma, utilizándose un control al 100 por 100 de la resistencia del hormigón.

-Acero en barras:

Se comprueba la posesión de un distintivo de calidad con un reconocimiento oficial en vigor. En caso de no estar disponible tal distintivo se realizarán las siguientes comprobaciones:

- Comprobación de la sección equivalente.
- Características geométricas de las corrugas.
- Ensayo de doblado-desdoblado.
- Comprobación de una probeta de cada diámetro, el tipo de acero empleado y el fabricante, así como que el límite elástico, la carga de rotura, la relación entre ambos, el alargamiento de rotura y el alargamiento bajo carga máxima.

Los ensayos a realizar quedan descritos en el artículo 88.3 de la EHE-08, así como el control documental previo al suministro y durante el suministro en los artículos 88.4 y 88.5 respectivamente.

4.2 Seguridad en caso de Incendio (CTE-DB-SE).

El documento básico de seguridad en caso de incendio tiene por objeto reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

4.2.1 SI 1. Propagación interior.

Exigencia básica SI 1 – Propagación interior:

Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio.

4.2.1.1 Compartimentación en sectores de incendio.

Se considera un único sector de incendio dado que el edificio, con uso residencial, no excede de 2500 m². Por otro lado, el aparcamiento destinado a vehículos en el frente de la residencia no entra dentro de los parámetros establecidos por el Anexo 1 Terminología del DB tratado en este punto al ser un aparcamiento propio de una vivienda unifamiliar y contar además con una superficie menor de 100 m². De esta forma, no se consideran pasos entre sectores ni zonas de compartimentación al no existir más sectores que el único que conforma la vivienda.

4.2.1.2 Locales y zonas de riesgo especial.

No se consideran en la vivienda locales de riesgo especial. Los locales que podrían ser considerados de tal forma son el aparcamiento exterior, que no entra en consideración por no entrar en la categoría de aparcamiento según el anejo A Terminología del DB tratado aquí, y el cuarto bajo la escalera que acoge la bomba de calor que climatiza la vivienda, que no se considera de riesgo especial por no alcanzar la potencia mínima para ser considerado de riesgo bajo.

4.2.1.3 Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios.

Al considerarse la totalidad de la vivienda como un único sector de incendios, no existen elementos de compartimentación ni huecos de paso de instalaciones entre sectores.

4.2.1.4 Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.

Solo es aplicable este punto de la normativa a aparcamientos y recintos de riesgo especial, por lo que este punto de la normativa no se aplica en el caso del edificio objeto de estudio.

4.2.2 SI 2. Propagación exterior.

Exigencia básica SI 2 – Propagación exterior:

Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.

4.2.2.1 Medianerías y fachadas.

Las medianerías presentes en el proyecto no separan zonas habitables del edificio objeto de análisis de otros, si no que son muros de separación de parcelas a los que no es aplicable esta parte de la norma.

En cuanto a las fachadas, se consideran enfrentadas con una distancia superior a 3m de las fachadas propias de los edificios colindantes, por lo que no se requiere un EI superior a 60.

El revestimiento monocapa exterior de las fachadas de la vivienda es como mínimo en su totalidad B-s3,d2.

4.2.2.2 Cubiertas.

La clase de reacción al fuego de los elementos de cubrición de la cubierta del edificio es de $B_{ROOF}(t1)$.

4.2.3 SI 3. Evacuación de ocupantes.

Exigencia básica SI 3 – Evacuación de ocupantes:

El edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.

4.2.3.1 Compatibilidad de los elementos de evacuación.

Punto no aplicable debido al uso exclusivo residencial del edificio.

4.2.3.2 Cálculo de la ocupación.

De acuerdo con la tabla 2.1 Densidades de ocupación, se establecen 2 m² por persona en el interior de la vivienda, y 40m² por persona en el aparcamiento, aunque el aparcamiento exterior de la vivienda no es calificable como aparcamiento por el anexo 1 Terminología del DB tratado en este punto. Por tanto, se establece una ocupación total de la vivienda de 6.987 ≈ 7 personas.

4.2.3.3 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.

Dado que se trata de una vivienda unifamiliar con un único acceso exterior no es aplicable la inclusión de más de una salida en la vivienda. De cualquier manera, se cumplen los requisitos necesarios para que una única salida sea aceptable, es decir, la ocupación no excede de las cien personas, la longitud de los recorridos de evacuación hasta salida de planta o desde planta baja no exceden de 25m en ningún caso y la altura máxima de evacuación no supera los 28m.

4.2.3.4 Dimensionado de los medios de evacuación.

-Puertas y pasos:

Todas las puertas y pasos que son perceptibles de uso para evacuación de ocupantes tienen una anchura mayor de 0.60m y no exceden de 1.23m. La puerta de salida del edificio dispone de un ancho de hoja de 0.98m.

-Pasillos y rampas:

De acuerdo con la normativa, los pasillos de acceso para un máximo de 10 personas usuarias habituales, como es de esperar en este caso, es de 0.80m.

-Escaleras no protegidas para evacuación descendente:

De acuerdo con el DB-SUA al cual deriva en este aspecto el documento de seguridad en caso de incendio, las escaleras no tienen un ámbito menor de 0.80m, las huellas son mayores de 0.20m, y las contrahuellas no superan los 0.20m de altura, a excepción de las tabicas de la escalera principal de la vivienda, las cuales exceden esa medida en 36mm.

4.2.3.5 Protección de las escaleras.

Según la tabla 5.1 del DB, para un edificio de uso Residencial Vivienda, siendo la escalera no protegida, como máximo esta puede tener una altura de evacuación de 14m.

4.2.3.6 Puertas situadas en recorridos de evacuación.

A pesar de no existir recorridos de evacuación al tratarse de una vivienda unifamiliar, la puerta prevista como salida de planta es considerada que satisface el requisito de disponer de un dispositivo de fácil y rápida apertura al tratarse de la evacuación de zonas ocupadas por personas que en su mayoría están familiarizadas con la puerta considerada. El sentido de apertura es en el caso el contrario del sentido del hipotético sentido de evacuación, al no preverse más de 50 personas para la evacuación.

4.2.3.7 Señalización de los medios de evacuación.

En el caso de la vivienda objeto de estudio, no es de aplicación este punto de la norma, por lo que no se proyectan señalizaciones de medios de evacuación.

4.2.3.8 Control del humo de incendio.

El aparcamiento exterior de la vivienda no tiene la consideración de tal de acuerdo al Anexo 1 Terminología del DB tratado aquí, por lo tanto no existe un sistema de control de humos de incendio, así como no existe sistema de ventilación al estar situado al aire libre.

4.2.3.9 Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio.

Al no superarse la altura de evacuación de 28m, no es de aplicación el punto de la norma aquí expuesto.

4.2.4 SI 4. Instalaciones de protección contra incendios.

Exigencia básica SI 4 – Instalaciones de protección contra incendios.

El edificio dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

No existe dotación exigible en el caso de la vivienda puesto que los únicos locales que podrían suponer riesgo especial en la vivienda son el cuarto bajo la escalera y el aparcamiento exterior, pero ninguno cumple las condiciones para ser considerado local de riesgo especial.

4.2.5 SI 5. Intervención de los bomberos.

Exigencia básica SI 5 – Intervención de los bomberos.

Se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.

4.2.5.1 Condiciones de aproximación y entorno.

-Aproximación a los edificios.

Dada la situación del edificio objeto de estudio en una zona residencial consolidada es de esperar que las condiciones de los viales de aproximación cumplan las exigencias necesarias en este aspecto.

-Entorno de los edificios.

Los únicos puntos del DB aplicables al edificio objeto de estudio en este aspecto son los puntos 5.1.2.2 y 5.1.2.3 del documento básico.

El primero de los puntos establece que la condición referida al punzonamiento debe cumplirse en las tapas de registro de las canalizaciones de servicios públicos situadas en ese espacio, cuando sus dimensiones fueran mayores que 0,15m x 0,15m, debiendo ceñirse a las especificaciones de la norma UNE-EN 124:1995 (las condiciones de punzonamiento a las que se refiere están especificadas en el punto 5.1.2.1 del DB-SI, siendo no aplicable debido a que se establece para la aplicabilidad del mencionado punto que exista una altura de evacuación descendente mayor de 9m).

El segundo punto establece que el espacio de maniobra debe mantenerse libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines, mojones u otros obstáculos. De igual forma, donde se prevea el acceso a una fachada con escaleras o plataformas hidráulicas, se evitarán elementos tales como cables eléctricos aéreos o ramas de árboles que puedan interferir con las escaleras, etc. Es necesario destacar en este punto la presencia de un tendido eléctrico aéreo sobre el frente de la edificación.

-Accesibilidad por fachada.

No es aplicable el presente punto debido a que el edificio no presenta una altura de evacuación descendente mayor de nueve metros.

4.2.6 SI 6. Resistencia al fuego de la estructura.

Exigencia básica SI 6 - Resistencia al fuego de la estructura.

La estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas.

-Resistencia al fuego de la estructura.

Elemento	Resistencia al fuego característica	Resistencia al fuego exigible
Vivienda		
Muro M-18 (expuesto por una cara)	R 120	R 30
Muro M-18 (expuesto por ambas caras)	R 120	R 30
Muro Z-4 (expuesto por una cara)	R 180	R 30
Losas L-1 y L-2	REI 240	R 30
Losa L-3	REI 180	R 30
Losa de escalera	R 240	R 30
Vigas V-1, V-2 y V-3	R 120	R 30
Vigas y tirantes de acero	R 60	R 30
Soportes de acero	R 60	R 30

4.3 Seguridad de Utilización y Accesibilidad (CTE-DB-SUA).

El documento básico de seguridad de utilización y accesibilidad tiene por objeto reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento, así como en facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad.

4.3.1 SUA 1. Seguridad frente al riesgo de caídas.

Exigencia básica SUA 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.

4.3.1.1 Resbaladidad de los suelos.

De acuerdo con lo establecido en el documento básico, los suelos de la vivienda, así como los exteriores, contarán con una clasificación de resbaladidad de acuerdo a los siguientes parámetros.

Localización del suelo	Resistencia al deslizamiento R_d	Clase
Zonas interiores secas	$15 < R_d \leq 35$	1
Escalera interior	$35 < R_d \leq 45$	2
Zonas interiores húmedas	$35 < R_d \leq 45$	2
Zonas exteriores	$R_d > 45$	3

Dado que la cocina y el salón de la vivienda no cuentan con una separación física en el solado, y que gran parte de la vivienda cuenta con escalones, se utilizará en la totalidad del solado interior un solado de Clase 2.

4.3.1.2 Discontinuidades en el pavimento.

La totalidad de la vivienda es considerada de uso restringido, por lo que no es de aplicación este punto de la norma. De cualquier manera, sí que existen desniveles, o huecos por los que una esfera de 1.5cm de diámetro pueda ser introducida, como es el caso de los fosos de iluminación, además de los desniveles, por ejemplo, entre la zona practicable de la terraza de planta primera, y la no practicable.

4.3.1.3 Desniveles.

No existen barreras de protección en la escalera de acceso de la vivienda, en la pequeña terraza de acceso desde la cocina, o en los huecos de la terraza de planta primera hacia la terraza de planta baja o la apertura del aseo 2. Además, la barrera de protección de la escalera interior de la vivienda cuenta con huecos mucho mayores de 10cm de diámetro.

4.3.1.4 Escaleras y rampas.

Las escaleras de la vivienda, tanto la exterior de acceso a la misma, como la interior, además del peldañado interior de la vivienda se consideran por la naturaleza de la edificación de uso restringido.

Parámetro	Característica según norma	Característica de vivienda
Ámbito de escalera mínimo	0.80 m	0.82 m
Contrahuella máxima	20 cm	20.36 cm
Huella mínima (tramo recto)	22 cm	23 cm
Huella mínima (tramo curvo)	5 cm	28 cm
Huella máxima (tramo curvo)	44 cm	54.41 cm
Peldaños mínimos por tramo	3	2

Por lo tanto, los parámetros de contrahuella máxima y huella máxima en tramos curvos quedan incumplidos, en la escalera interior para el primero, y en la escalera de acceso al salón para el segundo. Nótese que los peldaños de planta primera, a pesar de no ser curvos, se han considerado como tales debido a su diferencia de anchura a lo largo del ámbito, y de hecho, todos los peldaños interiores de la vivienda se han considerado como escaleras. Por otro lado, la escalera de acceso exterior, compuesta de peldaños con huellas muy grandes tampoco cumple requisitos mínimos.

No existen rampas en el interior de la vivienda, por lo que este punto de la norma no es de aplicación.

4.3.1.5 Limpieza de los acristalamientos exteriores.

Los acristalamientos se encuentran a una altura menor de seis metros desde la rasante exterior estando su limpieza está asegurada desde los accesos exteriores, por lo que este punto de la norma no es de aplicación.

4.3.2 SUA 2. Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento.

Exigencia básica SUA 2 – Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento:

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto o atrapamiento con elementos fijos o practicables del edificio.

4.3.2.1 Impacto.

-Impacto con elementos fijos.

Las puertas interiores de la vivienda tienen una altura de paso de 2.00m como mínimo. No existen elementos fijos sobresalientes de las fachadas, y en el interior las paredes existentes no disponen de elementos salientes que no arranquen del suelo. Sí que existen sin embargo una serie de elementos metálicos soldados en los soportes triples de la cubierta a modo de “ramas” que salen de los mismos, de escaso tamaño pero cuya altura está a menos de dos metros.

-Impacto con elementos practicables.

Únicamente el punto dos dentro de este punto de la norma es de aplicación en el edificio objeto de estudio al ser el único que se puede aplicar a viviendas de uso restringido. Sin embargo, tal punto hace referencia a puertas de vaivén de las cuales no hay en la vivienda, por tanto este punto no es aplicable.

-Impacto con elementos frágiles.

Las partes vidriadas de puertas estarán constituidas por elementos laminados o templados que resistan sin rotura un impacto de nivel 3, conforme a la norma UNE EN 12600:2003.

Las partes vidriadas de puertas y de cerramientos de duchas y bañeras estarán constituidas por elementos laminados o templados que resistan sin rotura un impacto de nivel 3, conforme al procedimiento descrito en la norma UNE EN 12600:2003.

Es necesario destacar que la totalidad de los vidrios de la vivienda están proyectados de modo que resistan los grandes movimientos sísmicos de la zona al menos sin la proyección de partículas. Por lo tanto, es lógico que todos los vidrios puedan resistir en su totalidad los impactos accidentales que puedan recibir.

4.3.2.2 Atrapamiento.

Las puertas correderas del interior de la vivienda no son susceptibles de crear riesgo de atrapamiento debido a la holgura en todas ellas entre las mismas y el tope en posición abierta, o la imposibilidad de acceso a dicho tope en el caso de la corredera doble de la habitación principal. Como excepción, la puerta corredera del aseo 2 no cuenta con dicha holgura de 20cm mínimo, por lo que habrá de disponer de sistemas de seguridad adicionales para evitar el riesgo de atrapamiento, como la colocación de railes con frenado a final de carrera.

4.3.3 SUA 3. Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos.

Exigencia básica SUA 3 – Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos:

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.

Las puertas interiores de la vivienda en su totalidad dispondrán de un sistema de bloqueo interior, por lo que para evitar que personas queden accidentalmente atrapadas dentro de los recintos, las puertas dispondrán también de un sistema de desbloqueo desde el exterior de dichos recintos.

4.3.4 SUA 4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.

Exigencia básica SUA 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.

4.3.4.1 Alumbrado normal en zonas de circulación.

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, una iluminancia mínima de 20 lux en zonas exteriores y de 100 lux en zonas interiores medida a nivel del suelo. El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.

4.3.4.2 Alumbrado de emergencia.

No se considera alumbrado de emergencia ya que no existen locales que cumplan las características necesarias para tal alumbrado, por lo que este punto de la norma no es aplicable.

4.3.5 SUA 5. Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación.

Exigencia básica SUA 5 – Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de 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.

Este apartado del DB no es de aplicación en edificios de uso residencial.

4.3.6 SUA 6. Seguridad frente al riesgo de ahogamiento.

Exigencia básica SUA 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.

Este apartado del DB no es de aplicación en edificios de uso residencial.

4.3.7 SUA 7. Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento.

Exigencia básica SUA 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.

Este apartado del DB no es de aplicación puesto que la zona de aparcamiento de la vivienda no entra dentro de los estándares para ser considerado de uso aparcamiento.

4.3.8 SUA 8. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.

Exigencia básica SUA 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.

Para los cálculos necesarios en este apartado, se considera que el edificio objeto de estudio está situado en la ciudad de Zamora.

4.3.8.1 Procedimiento de verificación.

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia de impactos esperada N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a .

La frecuencia esperada de impactos N_e se da por la fórmula:

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6}$$

- Densidad de impactos sobre el terreno (nº de impactos/año, km²) $N_g = 2$
- Superficie de captura equivalente del edificio aislado en m² $A_e = 2645.38 \text{ m}^2$
- Coeficiente relacionado con el entorno $C_1 = 0.5$

Por tanto:

$$N_e = 0.0026 \text{ impactos / año}$$

El riesgo admisible N_a se determina por la expresión:

$$N_a = \frac{5.5}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} \cdot 10^{-3}$$

Siendo:

- Coeficiente en función del tipo de construcción $C_2 = 0.5$ (considerando el peor de los casos, es decir, estructura metálica).
- Coeficiente en función del contenido del edificio $C_3 = 1$ (considerando que el contenido principalmente es no inflamable)
- Coeficiente en función del uso del edificio $C_4 = 1$
- Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio $C_5 = 1$

De modo que el riesgo admisible $N_a = 0.011 \text{ impactos / año}$.

Puesto que N_e es menor que N_a , no es necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo.

4.3.9 SUA 9. Accesibilidad.

Exigencia básica SUA 9 – Accesibilidad:

Se facilitará el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad.

Este punto del DB no es de aplicación puesto no es una vivienda proyectada para usuarios con movilidad limitada.

4.4 Salubridad (CTE-DB-HS).

El documento básico de salubridad tiene por objeto 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.

4.4.1 HS 1. Protección frente a la humedad.

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.

4.4.1.1 Diseño.

- Muros.

Se considera una presencia de agua baja ya que el nivel freático se sitúa a 4.00 metros bajo el punto ± 0.00 , lo que supone 3.30m de distancia hasta el punto más bajo de la edificación, y 4.95m desde el punto más bajo de los muros. Por otro lado, dado el desconocimiento del coeficiente de permeabilidad del terreno, se escoge un valor intermedio comprendido entre $10^{-5} < K_s \leq 10^{-2}$ cm/s. A partir de estos datos obtenemos un coeficiente de permeabilidad del terreno 1 de acuerdo con la tabla 2.1 de la sección del DB aquí tratada.

Según la tabla 2.2 que sigue, considerando el valor de grado de impermeabilidad ya dado y las características de los muros establecidas en el proyecto, esto es, tipo flexorresistente y con impermeabilización exterior, se obtienen unas condiciones de las soluciones de muro de I1+I3+D1+D5, siendo:

-I1: La impermeabilización se realiza mediante lo establecido en el punto I1, es decir: la impermeabilización se realiza mediante la colocación en el muro de una lámina impermeabilizante. Al disponerse de una lámina drenante no es necesaria la aplicación de una capa exterior antipunzonamiento. La lámina impermeabilizante se adhiere al muro a impermeabilizar.

-I3: No aplicable al hacer referencia a muros de fábrica.

-D1: Se dispone de una capa drenante, asociada al tubo dren, y una capa filtrante entre la capa de impermeabilización y el terreno. La solución propuesta es de una capa geotextil rodeando al tubo dren que posteriormente se instala.

-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. Para ello se toma la solución constructiva dada en el punto D3: se coloca en el arranque del muro un tubo drenante conectado a la red de saneamiento. No es necesaria la instalación de una cámara de bombeo con sus respectivas bombas al estar la conexión por debajo de la red de drenaje.

-Paso de conductos:

Los pasatubos existentes se disponen 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. Estarán además fijados al muro con elementos flexibles y dispondrán de un impermeabilizante entre ellos y el muro, además de contar con un sello entre el propio pasatubos y el conducto formado por un mástico elástico resistente a la compresión.

-Esquinas y rincones:

Se colocan bandas de refuerzo de 15cm como mínimo en las esquinas donde se encuentren dos planos impermeabilizados utilizando el mismo material que el impermeabilizante.

-Juntas: No existen juntas previstas en el conjunto de los muros.

-Suelos.

De la misma manera que con los muros, se obtiene el grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos en la tabla 2.3, y considerando el coeficiente de permeabilidad del terreno el mismo que anteriormente, al igual que con el índice de presencia de agua, se obtiene un grado de impermeabilidad mínimo de 2 para suelos.

Según la tabla 2.4 que sigue, considerando el valor de grado de impermeabilidad ya dado y las características de los suelos establecidas en el proyecto, esto es, placa sin intervención, se obtienen unas condiciones de las soluciones de suelo de C2+C3+D1, siendo:

-C2: Se utiliza hormigón de retracción moderada.

-C3: Se realiza una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.

-D1: Se dispone una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo.

La capa drenante y filtrante se conforma mediante una lámina drenante nodular de polietileno de alta densidad, con nódulos de 8 mm de altura y geotextil de polipropileno incorporado.

Además, dadas las condiciones del proyecto, se incluye complementariamente, pero no obligatoriamente la condición:

-S1: Se sellan los encuentros de las láminas de impermeabilización del muro con las del suelo y con las dispuestas en la base inferior de las cimentaciones que estén en contacto con el muro.

-Fachadas.

Se considera a efectos de cálculo de este punto que el edificio objeto de estudio se encuentra situado en la ciudad de Zamora. A partir de las tablas 2.5 y 2.6 y de las figuras 2.4 y 2.5 del punto del DB tratado aquí se obtienen los siguientes datos:

- Terreno tipo IV: zona urbana.
- Zona eólica: A (velocidad básica del viento 26m/s)
- Clase del entorno del edificio: E1
- Altura del edificio: 8.20m
- Grado de exposición al viento: V3
- Zona pluviométrica: IV
- Grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas: 2

A partir de estos datos y considerando que las fachadas cuentan con revestimiento exterior en su totalidad, según la tabla 2.7 se obtienen unas condiciones de las soluciones de fachada R1+C2, siendo:

-R1: El revestimiento exterior tiene al menos una resistencia media a la filtración, al tener un espesor comprendido entre 10 y 15mm, está adherido al soporte, es permeable al vapor, se adapta a los movimientos del soporte y tiene un comportamiento aceptable frente a la fisuración y es químicamente compatible con el aislamiento sobre el que se aplica teniendo además una armadura de malla de fibra de vidrio.

-C2: La hoja principal es de espesor alto.

-Encuentro entre la fachada y la carpintería:

El hueco entre el cerco y el muro queda sellado con un cordón introducido en un llagueado practicado en el muro de forma que queda encajado entre dos bordes paralelos. No existen albardillas proyectadas sobre los muros

-Cubiertas.

El grado de impermeabilidad exigido es único e independiente de factores climáticos para las cubiertas, y se considera que alcanzan este grado de impermeabilidad cuando se cumplen las condiciones establecidas por el DB.

De acuerdo con lo establecido en la tabla 2.9, para una cubierta no transitable de lámina autoprotegida, la pendiente debe oscilar entre un uno y un quince por ciento, estando la cubierta del edificio objeto de estudio en un 4.24% de inclinación.

En los encuentros entre la cubierta y las carpinterías se dispone de una junta de dilatación.

El canalón es 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, y está provisto de un elemento de protección para retener los sólidos que puedan obturar la bajante. La unión entre el canalón y el impermeabilizante es estanca, y el borde superior del mismo queda por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta y está fijado al elemento que sirve de soporte.

4.4.2 HS 2. Recogida y evacuación de residuos.

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 forma que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.

4.4.2.1 Almacén de contenedores de edificio y espacio de reserva.

La recogida de residuos de la vivienda se realiza mediante el servicio de recogida de residuos urbano con sistema separativo de residuos.

Al tratarse de una vivienda unifamiliar, no es de aplicación esta sección del DB en el edificio objeto de estudio.

4.4.2.2 Espacios de almacenamiento inmediato en las viviendas.

Se dispone en la vivienda un espacio de almacenaje para cada una de las cinco fracciones de los residuos ordinarios generados en la misma. De acuerdo con la tabla 2.3 y la fórmula que la acompaña, y considerando un número estimado de ocupantes habituales de la vivienda de tres personas, se estiman las siguientes capacidades de almacenamiento:

Fracción	Coeficiente de almacenamiento	Capacidad de almacenamiento (dm ³)
Envases ligeros	7.80	23.40
Materia orgánica	3.00	9.00
Papel /cartón	10.85	32.55
Vidrio	3.36	10.08
Varios	10.50	31.50

Con independencia de lo anteriormente expuesto, el espacio de almacenamiento de cada fracción tiene una superficie en planta no menor que 30x30 cm y es igual o mayor que 45 dm³.

Los espacios destinados a materia orgánica y envases ligeros se disponen en la cocina o en zonas anejas auxiliares.

Estos espacios se disponen de tal forma que el acceso a ellos pueda realizarse sin que haya necesidad de recurrir a elementos auxiliares y el punto más alto está situado a una altura no mayor que 1,20 m por encima del nivel del suelo.

El acabado de la superficie de cualquier elemento que esté situado a menos de 30 cm de los límites del espacio de almacenamiento es impermeable y fácilmente lavable.

4.4.3 HS 3. Calidad del aire interior.

Exigencia básica HS 3 – Calidad del aire interior:

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. 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, de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas.

4.4.3.1 Caracterización y cuantificación de las exigencias.

Local	Valor del parámetro	Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s según parámetro	Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s
Habitación principal	2 ocupantes	5	10
Habitación secundaria	1 ocupantes	5	5
Baño y aseos	3 locales	15	45
Armario	11.75 m ² útiles	0.7	8.23
Salón-cocina	51.56 m ² útiles	2	103.12 + 50

Se considera que el salón y la cocina suponen una única dependencia debido a la situación de ambos en planta primera, que es completamente diáfana. A efectos de cálculo del caudal requerido por el armario, se ha tomado el parámetro típico de trasteros.

4.4.3.2 Diseño.

El aire circula desde los locales secos a los húmedos, para ello los dormitorios y el armario disponen de aberturas de admisión; los aseos y el cuarto de baño disponen de aberturas de extracción. El salón-cocina dispone en cada zona de las aberturas de admisión y extracción correspondientes respectivamente.

Las aperturas de admisión se realizan mediante dispositivos de microventilación situados en las carpinterías, estando los mismos situados a una altura del suelo mayor de 1.80m.

La cocina dispone de un sistema adicional específico de ventilación con extracción mecánica para los vapores y los contaminantes de la cocción. Para ello se dispone de un extractor conectado a un conducto de extracción. Además de esta ventilación mecánica para la cocina, el resto de la vivienda contará con medios de ventilación exclusivamente natural

Las aberturas de admisión y extracción se calculan de acuerdo al punto 4.1 del presente DB. Consideramos una sectorización de las diferentes partes de la vivienda de modo que se produzca un equilibrio de caudales no excediendo de diez metros la distancia entre las aberturas de admisión de los cuartos secos y las de extracción de los húmedos.

Para esto se establecen zonas de ventilación. La primera, la ventilación del salón cocina y el aseo 1. Las aperturas de admisión estarán dispuestas en el salón, mientras que las de extracción se disponen en la cocina y en el aseo, no superando como ya se ha indicado un recorrido de ventilación mayor a diez metros. Por tanto, el dimensionado de las aberturas para el salón es de $4 \cdot q_{va}$, es decir, cuatro veces la suma de los caudales de ventilación mínimo exigidos q_v .

$$\text{Área aberturas de admisión (cm}^2\text{)} = 4 \cdot q_{va} = 4 \cdot 168.12 = 672.48 \text{ cm}^2$$

Otro sector es el de la habitación secundaria y el aseo 2, que de la misma manera que anteriormente se calcula:

$$\text{Área aberturas de admisión (cm}^2\text{)} = 4 \cdot q_{va} = 4 \cdot 20 = 80 \text{ cm}^2$$

Por último se encuentra el sector de la habitación principal, armario y baño.

$$\text{Área aberturas de admisión (cm}^2\text{)} = 4 \cdot q_{va} = 4 \cdot 33.23 = 132.92 \text{ cm}^2$$

Las aberturas de extracción tienen la misma superficie que las aberturas de admisión del sector en el que sirven, estando estas repartidas entre los cuartos húmedos, y nunca siendo menores de cuatro veces el caudal mínimo de ventilación exigido.

Las aberturas de paso situadas bajo las puertas de compartimentación de habitación se dimensionan multiplicando el caudal equilibrado antes calculado por ocho, aplicando la superficie obtenida en cada abertura de paso, o dividiéndola en caso de haber más de un paso posible. Las aberturas de paso necesarias serán del resultado del producto antes mencionado o de 70cm² mínimo.

Como característica particular del edificio, los conductos de extracción no aparecen elevados sobre la cubierta, por lo que es de esperar que los mismos deriven directamente al exterior por un paso directo y horizontal del conducto a través del muro sobre el que se sitúan. Por otro lado, el aseo 1, situado en el interior de la vivienda, no puede disponer de extracciones situadas cerca del techo, dado que no existe falso techo en el aseo y la ventilación del mismo únicamente podría llevarse por conductos estancos en el suelo técnico.

4.4.4 HS 4. Suministro de agua.

Exigencia básica HS 4 – Suministro de agua:

Los edificios dispondrán de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto 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 agua.

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.

4.4.4.1 Caracterización y cuantificación de las exigencias.

CUANTIFICACIÓN DE CAUDALES MÍNIMOS POR APARATO

Aparato	Caudal instantáneo mínimo agua fría (dm³/s)	Caudal instantáneo mínimo agua caliente sanitaria (dm³/s)
Lavabo	0.10	0.065
Ducha	0.20	0.10
Bañera de 1.40m o más	0.30	0.20
Inodoro con cisterna	0.10	-
Fregadero doméstico	0.20	0.10
Lavavajillas doméstico	0.15	0.10
Lavadora doméstica	0.20	0.15
Grifo garaje	0.20	-
Bomba de calor	0.10	-

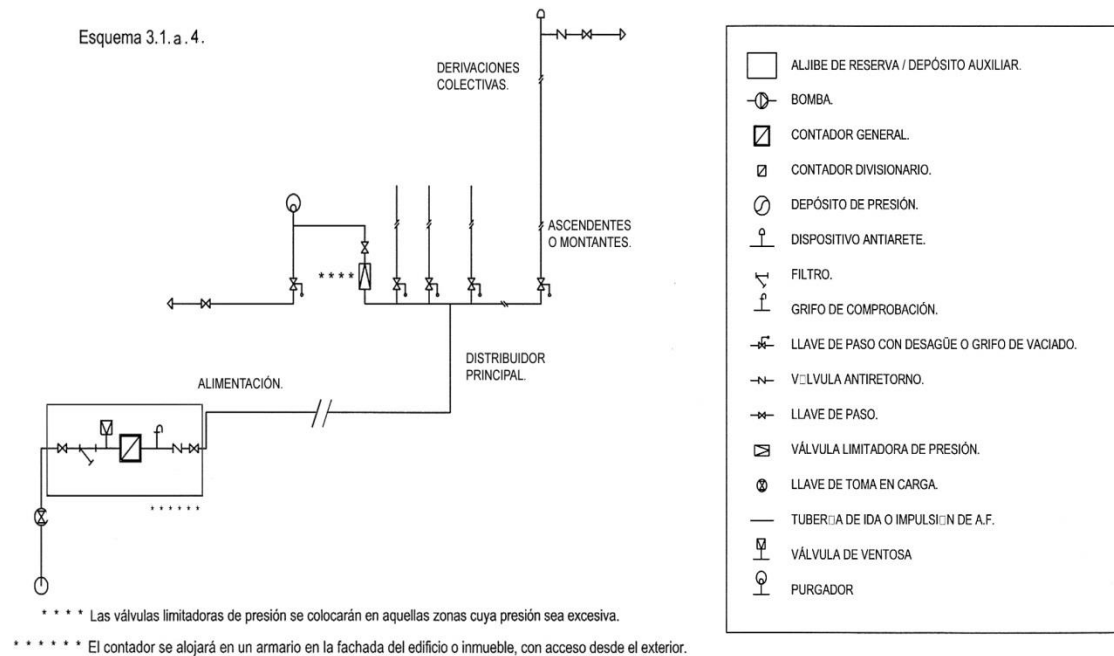
La presión de la instalación no será menor de 100kPa ni superior a 500kPa en los puntos de consumo. En caso de recibir una presión superior desde el abastecimiento público se instalará una válvula reductora de presión al comienzo de la instalación.

La velocidad de circulación del agua está comprendida entre 1.5 y 2.0 m/s para tubos termoplásticos.

Los materiales de la instalación son los adecuados para garantizar la calidad del agua según se especifica en el punto 2.1.1 Calidad del agua del presente DB.

4.4.4.2 Esquema general de la instalación.

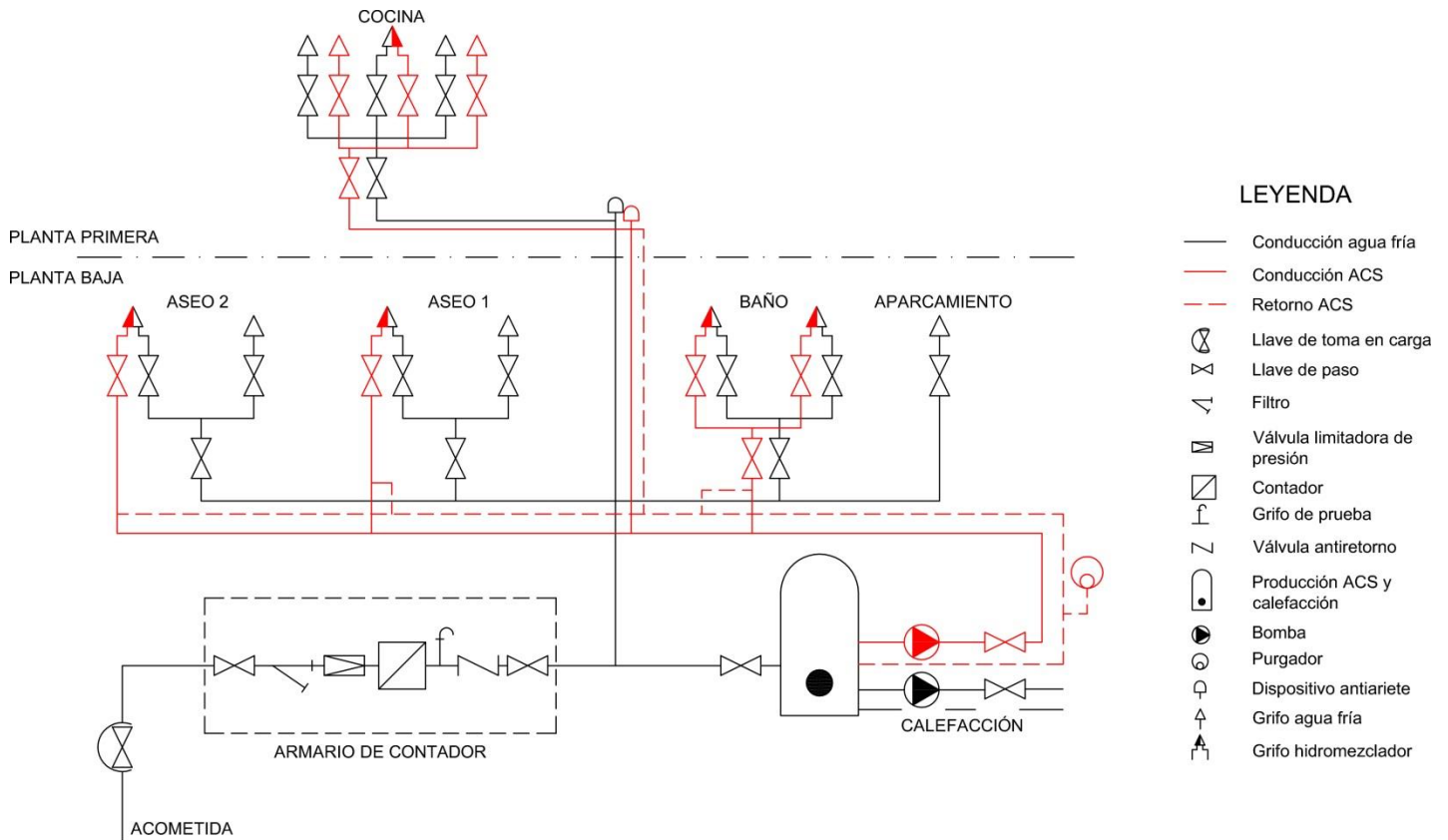
Edificio con su solo titular/contador. Abastecimiento directo. Suministro público continuo y presión suficientes.



La instalación está compuesta por los siguientes elementos:

- Acometida (llave de toma + tubo de alimentación + llave de corte).
- Llave de corte general.
- Filtro de la instalación.
- Contador en armario o en arqueta.
- Llave de paso.
- Grifo o racor de prueba.
- Válvula de retención.
- Llave de salida.
- Tubo de alimentación.
- Instalación particular (llave de paso + derivaciones particulares + ramales de enlace + puntos de consumo).

4.4.4.3 Esquema de la instalación particular.



4.4.4.4 Dimensionado de la red interior de fontanería.

El dimensionado de la red se realiza tramo a tramo, partiendo del circuito más desfavorable, considerándose este el que abastece a la cocina, al tener un mayor consumo instantáneo y estar más alejado del inicio de la instalación. A partir de este punto, se calcula el caudal instantáneo máximo de la derivación, sumando los caudales individuales de los aparatos de la misma multiplicando el resultado por un coeficiente de simultaneidad adecuado. Tras obtener el caudal instantáneo necesario y considerando una velocidad de flujo adecuada con los parámetros anteriormente dados se obtiene el diámetro necesario de la derivación.

Se dimensiona la red además para garantizar que la presión en los puntos de consumo se encuentra entre los valores admisibles de utilización. Para esto, se cuantifican las pérdidas de carga por elementos auxiliares, por las longitudes de las conducciones y por la altura del punto de consumo más desfavorable.

DIÁMETROS DE RAMALES POR APARATO

Aparato	Diámetro nominal tubo termoplástico (mm)
Lavabo	12
Ducha	12
Bañera de 1.40m o más	20
Inodoro con cisterna	12
Fregadero doméstico	12
Lavavajillas doméstico	20
Lavadora doméstica	20
Grifo garaje	20
Bomba de calor	12

DIÁMETROS MÍNIMOS EN TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN, COLUMNAS Y DERIVACIONES

Tramo considerado	Diámetro nominal de la tubería según norma (mm)	Diámetro nominal de la tubería en proyecto (mm)
Cocina	20	20
Baño	20	20
Aseo 1	20	20
Aseo 2	20	20
Bomba de calor	12	12
Grifo aparcamiento	20	20
Columna	20	20
Distribuidor principal	25	25

Ningún diámetro supera o alcanza los mínimos según la norma, por lo que en proyecto se aplican dichos diámetros mínimos reduciéndose la velocidad de flujo en las conducciones.

Según cálculos se estima una pérdida de carga en el grifo más desfavorable de 8.02 m.c.a., por tanto la presión en acometida habrá de superar al menos los 18.22 m.c.a., o 178.56 kPa, nunca superando los 500 kPa, siendo en tal caso necesaria la instalación de una válvula reductora de presión al principio de la red. Tal válvula tendrá un diámetro nominal de 32mm.

A partir de los valores obtenidos en cuanto al diámetro del distribuidor principal se instala un contador de diámetro nominal de 25mm, con un armario para contador de 900x500x300mm (largo x ancho x alto). En dicho armario se instalan también los elementos que se ven en el esquema de la instalación particular. El filtro instalado en el mismo tendrá un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 μ m, con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable.

Antes de cada cuarto abastecido, se sitúa una llave de corte bajo el suelo técnico para la red de agua fría y otra para la red de ACS. Se protege la estabilidad de los codos al final de las montantes tanto en agua fría como en ACS mediante dispositivos antiariete.

4.4.4.5 Dimensionado de la red de ACS.

El proceso para el dimensionado de la red de ACS es igual que el proceso para la red de fontanería. Dado que la red anterior no alcanzaba o superaba los diámetros mínimos, y que se estima que el consumo de ACS es aproximadamente un tercio del consumo de agua fría, las conducciones para el agua caliente sanitaria serán del diámetro mínimo indicado por la norma anteriormente, y las conducciones de retorno debido al escaso flujo que circula por ellas tienen un diámetro mínimo de 12mm.

Cada uno de los ramales de tuberías de retorno dispone además de un dilatador en forma de lira para evitar el doblado o rotura de las conducciones. Estos ramales, así como los de retorno de ACS disponen de aislamientos térmicos a su alrededor de un ancho superior a 30mm para calorifugar las conducciones. El material del aislamiento de las tuberías tendrá como coeficiente de conductividad térmica de referencia 0.04 W/mK a 20º como máximo.

No es necesario disponer de protección contra retornos en la red de ACS ya que el fluido discurre por un circuito cerrado de retorno con movimiento constante por la bomba de circulación de agua. Se dispone de un purgador al final de la red de retorno para la purga en caso necesario de la red.

La potencia de la bomba de calor viene dada por la siguiente expresión:

$$Q = \frac{V \cdot Pe \cdot Ce \cdot \Delta t}{\rho \cdot t}$$

Siendo:

Q = Potencia calorífica en Kcal/h.

V = Volumen de agua almacenada.

Pe = Peso específico del agua caliente en kg/dm³.

Ce = Calor específico del agua en Kcal/kg °C.

Δt = Salto térmico entre el agua de entrada y salida (t₂-t₁).

ρ = Rendimiento.

t = Tiempo máximo para la puesta en servicio.

Se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

-Volumen de almacenamiento necesario = 200l.

-Peso específico del agua a 55º = 0.98565 kg/dm³.

-Calor específico del agua = 1 Kcal/kg °C.

-Salto térmico = 55-6 = 49º, considerando que las bombas de calor no desarrollan una temperatura mayor a 55º y que la temperatura media del agua mínima de Zamora es de 6º, considerando a efectos de cálculo que el edificio objeto de estudio se encuentra localizado en tal ciudad.

-Rendimiento = 80%.

-Tiempo máximo para la puesta en servicio: 2h.

Por lo tanto:

$$Q = \frac{V \cdot Pe \cdot Ce \cdot \Delta t}{\rho \cdot t} = \frac{200 \cdot 0.98565 \cdot 1 \cdot 49}{0.80 \cdot 2} = 6037.11 \text{ Kcal/h}$$

La potencia dada se equipara a 7.02 kW térmicos, que de acuerdo a los rendimientos de las bombas de calor se estima que la potencia eléctrica necesaria para obtener esa potencia calorífica es entre la tercera y la cuarta parte de la misma.

La potencia de la bomba de circulación de agua se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$P = \frac{Hm \cdot \delta \cdot q}{75 \cdot \rho}$$

Siendo:

P = Potencia de la bomba en C.V.

Hm = Altura manométrica, incluidas presión de servicio, altura geométrica y pérdidas de carga.

δ = Densidad del agua caliente en kg/dm³.

q = Caudal en l/s, estimándose una recirculación del 20% del caudal simultáneo de consumo.

ρ = Rendimiento.

Se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

-Altura manométrica = 60.61 m.c.a.

-Densidad del agua a 55º = 0.98565 kg/dm³.

-Caudal simultáneo = 0.156 l/s.

-Rendimiento = 80%.

Por lo tanto:

$$P = \frac{Hm \cdot \delta \cdot q}{75 \cdot \rho} = \frac{60.61 \cdot 0.98565 \cdot 0.156}{75 \cdot 0.8} = 0.155 \text{ CV} = 0.114 \text{ kW}$$

4.4.5 HS 5. Evacuación de aguas.

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.

El alcantarillado público presente en la calle en la que se presenta la acometida de la vivienda objeto de estudio es desconocido en cuanto a la posible separación de aguas entre residuales y pluviales. No obstante, el sistema de evacuación de aguas del edificio se proyecta de modo separativo, con una red exclusivamente para aguas pluviales, y una segunda red

principalmente para fecales, aunque si recogiendo una parte de aguas pluviales para la limpieza de la red interior de evacuación de fecales, pudiendo considerarse esta segunda red mixta. En caso de que la red de saneamiento pública no disponga de red separativa, al final de la red de saneamiento de la vivienda se interpondrá una arqueta de paso que recoja ambas redes interiores en una unitaria.

La cota del alcantarillado público se encuentra a niveles inferiores de las cotas mínimas del sistema de saneamiento interno de la vivienda, por lo que no se hace necesario la presencia de pozos de saneamiento ni de sistemas mecánicos de elevación de las aguas recogidas por la vivienda, ya sean pluviales o residuales.

4.4.5.1 Caracterización y cuantificación de las exigencias.

La instalación dispone de cierres hidráulicos que impiden el paso del aire contenido en la misma a locales ocupados, sin afectar al flujo de residuos. Las tuberías que componen la red están dimensionadas para evitar que se retenga agua en el interior de las mismas y de modo que sean autolimpiables, considerando para ello que las pendientes de las conducciones así como sus diámetros se proyectan de modo que son los apropiados para cumplir estos requisitos. Del mismo modo, la red es registrable para su inspección, mantenimiento y reparación por medio de la congregación en el hueco de cimentación (ver plano 14 Cimentación y saneamiento) de las arquetas de pié de bajante, sifónicas y de paso del sistema.

4.4.5.2 Diseño de la red.

-Cierres hidráulicos.

Los cierres hidráulicos de la red se encuentran en varios puntos de la misma, variando su tipología en función de su localización. Primeramente, los cierres hidráulicos independientes de cada aparato, sifones individuales tipo S de PVC que conectan en caso de la cocina con la derivación de la misma, y en caso de los lavabos de los aseos con el manguetón de los inodoros. En el baño principal, la bañera con el sifón ya incorporado vierte en la derivación del baño, a la cual también vierte la rejilla sumidero y sifónica de aluminio de la ducha. En cuanto a la recogida de aguas pluviales que vierten en la red mixta, se realiza por arquetas sumidero sifónicas de las mismas características que la de la ducha. La recogida de estas aguas pluviales se une por derivaciones en planta primera y vierten en la bajante de fecales, mientras que las recogidas de pluviales en planta baja, llevada a cabo por el mismo tipo de arquetas sumidero, vierten sobre el colector del inodoro del aseo 2. Los inodoros por su parte, al igual que la bañera, cuentan con sifones propios que vierten sus aguas cada cual a su propio manguetón.

El cierre hidráulico final de la red de pluviales se encuentra sobre el colector en planta baja de la misma, realizado con un sifón tipo U.

-Red de pequeña evacuación.

Los ramales de cada aparato vienen condicionados en su diámetro por lo indicado en la sección del DB-HS tratada en este punto. Del mismo modo, se condicionan los diámetros de los ramales en función de las unidades de descarga consideradas en el mismo punto del documento. Se especifican más adelante, en el apartado de dimensionado las características de dichos ramales. Todos los ramales discurren bajo el suelo técnico de la vivienda, sellados por medio de materiales plásticos en las juntas de los tramos de PVC con material compatible, y respetando las distancias mínimas con respecto al resto de las instalaciones. El ramal de la cocina, que recoge las aguas de la lavadora, el lavavajillas y el fregadero, comunica mediante un codo con la bajante de la primera planta. A la misma bajante vierte aguas mediante otro codo el colector que recoge aguas pluviales hacia el sistema mixto. La coronación de dicha bajante se realiza con una derivación doble que pueda recoger ambos ramales de saneamiento.

En planta baja, los ramales de los lavabos vierten directamente sobre el manguetón de los inodoros próximos a ellos, mientras que la derivación que recoge las aguas de la ducha y la bañera vierte en la bajante que viene desde planta primera. En el caso del manguetón del inodoro del aseo 1, este vierte a su vez en la misma bajante a la que acometen las derivaciones antes mencionadas. Para esta unión de ramales, se interpone en la bajante una derivación doble, capaz de recoger las aguas provenientes de planta primera, así como las del manguetón del aseo 1 y la derivación del baño. En cuanto al aseo 2, el manguetón del inodoro recibe de la misma manera las aguas provenientes del ramal del lavabo del aseo y vierte sus aguas en una arqueta sifónica de pequeñas dimensiones situada bajo el suelo técnico, siendo esta registrable y con cierre hermético en su tapa.

Tanto los lavabos, como el fregadero y la bañera disponen de rebosaderos.

-Bajantes y canalones.

Las bajantes del sistema están realizadas en PVC, aisladas acústicamente para evitar sonidos procedentes de los movimientos de las mismas. Las conexiones con elementos de derivación y arquetas se realizan de modo que la parte ancha de la conexión que abraza a la parte más estrecha quede más adelante en el sentido de circulación del agua, quedando además estas conexiones cerradas por materiales plásticos compatibles. El anclaje de las bajantes a la estructura se realiza mediante anclajes de acero que abracen la bajante pero permitan los movimientos de la misma.

El canalón que recoge aguas de la cubierta está realizado en zinc, apoyado sobre los perfiles tipo C de la estructura de cubierta y anclado a las placas de cierre tipo sándwich de la cubierta mediante tornillería con junta de goma, quedando el canalón bajo la placa de acero de cubrición exterior de dichos paneles sándwich. Las uniones entre tramos de canalón, así como la unión a la bajante de pluviales se asegura con materiales impermeables, a mayores de las características para juntas ya mencionadas en cuanto a las bajantes.

-Colectores.

Los colectores del edificio están proyectados en PVC igual que el resto de la instalación y discurren en su mayoría enterrados. El colector del sistema mixto de aguas parte de la arqueta de pié de bajante situada en el pozo de cimentación para verter en la arqueta de paso final del sistema mixto, de la cual a su vez parte el colector de nuevo, ya enterrado a partir de aquí, hacia la acometida pública. En cuanto al saneamiento del aseo 2, el colector recoge con la interposición de una arqueta de pié de bajante de reducidas dimensiones las aguas provenientes del inodoro, y por tanto del lavabo, y las dirige bajo el suelo técnico a la arqueta sumidero antes mencionada.

Por otro lado los tubos de drenaje situados en el perímetro exterior de la vivienda, hacen las veces de colectores enterrados al recoger a su vez las aguas provenientes de las zonas ajardinadas de la vivienda. Se distribuyen los colectores que recogen esas aguas bajo la estructura sobre una cama de arena de río de 10cm de espesor, que cubre los colectores a sus lados y sobre los mismos a al menos 30cm sobre su generatriz superior, rellenando sobre la arena con una capa de tierra compactada hasta la altura de la estructura. Estos colectores enterrados desaguan en una arqueta de paso en el foso de cimentación, de la cual a su vez sale un colector único que se interrumpe en una arqueta sifónica y que continúa desde ella hasta la red de pluviales pública. El colector que recoge las aguas de la bajante de pluviales proveniente de cubierta, discurre bajo el suelo técnico con los mismos anclajes que las derivaciones y las bajantes, hasta encontrar la arqueta de paso que recoge las aguas provenientes del sistema de drenaje con la interposición de un sifón en U. Este colector, al discurrir por el interior de la vivienda se proyecta, igual que el resto de canalizaciones interiores, en PVC aislado acústicamente.

Los cambios de dirección en el colector que acomete desde el aseo 2 se realizan mediante codos en lugar de arquetas de paso, al poder considerar al mismo como un colector colgado y no enterrado. Este colector está anclado a la losa de cimentación de la misma manera que las bajantes interiores se anclan a la estructura, es decir, mediante conexiones mecánicas de acero que lo fijen al suelo pero que permitan los movimientos del mismo. Se presta especial atención al anclaje de los codos y la unión de las derivaciones de las terrazas de planta baja para evitar daños por golpe de ariete, tales codos serán registrables para facilitar la limpieza del colector. Al igual que ocurre con la arqueta de la que parte el colector y con las bajantes interiores de la vivienda, el propio colector estará realizado en PVC aislado acústicamente (Tubo bicapa de PVC-U, ABS, ASA y PVC-U con carga mineral e insonorizado).

Los pasos de los colectores a través de muros y piezas de cimentación se realiza mediante pasatubos con diámetro interior ligeramente mayor al diámetro exterior de los colectores, sellándose las aberturas a ambos extremos del pasatubos con elementos plásticos y prestando especial atención a las impermeabilizaciones en los huecos. El armado de dichos huecos estructurales se realiza de acuerdo con lo indicado en el plano 14 Cimentación y saneamiento.

-Elementos de conexión.

Las arquetas presentes en el edificio son prefabricadas de hormigón con las dimensiones de acuerdo al diámetro del colector que salga de las mismas. Todas las arquetas están situadas en el foso de cimentación a excepción de la arqueta que recoge las aguas provenientes del aseo 2. Las arquetas presentes en el foso de cimentación están situadas y ancladas sobre peanas de ladrillo cerámico hueco doble para ajustar la altura de las mismas a la necesaria para la instalación. La arqueta bajo el aseo 2 se ancla a la losa de cimentación por medios mecánicos igual que bajantes y colectores interiores. Dicha arqueta se aísla acústicamente en su base y en su perímetro.

Todas las arquetas de la vivienda disponen de tapas registrables de hormigón con sello de goma en su perímetro que evite la salida de olores de las mismas.

No existe proyectado en el edificio ningún pozo general al final de la instalación. Las arquetas de paso finales hacen las veces de pozo de registro.

-Ventilación.

Dadas las características del edificio, la ventilación del sistema se realiza con ventilación primaria al no superar este las siete plantas. Es necesario destacar que en el edificio objeto de estudio no hay proyectada ningún tipo de instalación de ventilación del sistema de saneamiento.

4.4.5.3 Dimensionado de la instalación de residuales.

-Derivaciones individuales:

UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato	Unidades de desagüe UD para uso privado	Diámetro mínimo de sifón y derivación individual para uso privado (mm)
Lavabo	1	32
Ducha	2	40
Inodoro con cisterna	6	100
Bañera	3	40
Lavadora	3	50
Lavavajillas	3	50
Fregadero	3	50

-Ramales colectores:

De acuerdo a las unidades de desagüe dadas anteriormente, los ramales colectores de aguas residuales se dimensionan según la tabla 4.3 del presente DB.

Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajantes

Ramal	Pendiente %	Unidades de desagüe	Diámetro estimado (mm)	Diámetro exterior en proyecto (mm)
Cocina	2	9	63	78
Baño	2	5	50	78
Aseo 1	2	7	63	110
Aseo 2	2	7	63	110

Los diámetros en proyecto vienen condicionados por los diámetros comerciales de las tuberías de PVC. En el caso de los aseos, los diámetros vienen condicionados por el diámetro mínimo de los manguetones de inodoros, ya que los lavabos de los aseos desaguan en los mismos.

El material utilizado para las derivaciones es tubo bicapa de PVC-U, ABS, ASA y PVC-U con carga mineral insonorizado. Los diámetros dados corresponden a los diámetros exteriores de los tubos, con unos espesores de 4.9 y 5.3 mm para tubos de 78 y 100 mm de diámetro exterior respectivamente.

-Bajantes de aguas residuales:

De nuevo la bajante interior de la vivienda que recoge las aguas residuales del primer piso y de la planta baja se dimensiona de acuerdo a las unidades de desagüe que recoge la misma. Dado que la bajante recoge las aguas pluviales de las terrazas de planta primera hay que considerar las unidades de desagüe calculadas como una superficie equivalente de recogida de aguas pluviales. Por otro lado, al recoger la bajante en planta baja antes de la arqueta de pie de bajante las aguas provenientes del baño y el aseo 1, se produce antes de la acometida de esos dos ramales un ensanchamiento de la bajante.

Se calcula el diámetro de la bajante de residuales más adelante, cuando se calculen los sistemas de saneamiento de pluviales.

-Colectores horizontales de aguas residuales:

De nuevo, el diámetro de los colectores viene definido por el número de unidades de desagüe que los mismos conduzcan. La problemática vista en el punto anterior en cuanto a el carácter mixto del sistema de saneamiento hace imposible en este punto el cálculo de los diámetros, por lo que se definirán más adelante, a excepción del colector del aseo 2, que debida la escasa superficie de recogida de aguas pluviales en las terrazas y el sobredimensionamiento del colector no se hace necesario contabilizar las aguas pluviales recogidas, por lo que se dimensiona a continuación.

Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajantes

Ramal	Pendiente %	Unidades de desagüe	Diámetro estimado (mm)	Diámetro exterior en proyecto (mm)
Aseo 2	2	7	50	110

Una vez más el diámetro del colector viene condicionado por el diámetro del manguetón del inodoro que vierte en él, por lo tanto el diámetro del colector aumenta hasta esas dimensiones.

4.4.5.4 Dimensionado de la instalación de pluviales y mixta.

-Red de pequeña evacuación de aguas pluviales:

Número de sumideros en función de la superficie de la cubierta

Superficie de cubierta en proyección horizontal m ²	Número de sumideros
S < 100	2

Se instalan dos rejillas sumidero sifónicas en la terraza de la planta primera. Por otro lado, dada la escasa superficie de la terraza de la habitación secundaria en planta baja y de la pequeña terraza del aseo 2 de la misma planta, se instala únicamente una rejilla sumidero sifónica en cada terraza.

-Canalones:

El canalón proyectado es de sección cuadrada, por lo que la sección cuadrangular equivalente es un 10% superior a la obtenida como sección semicircular de la tabla 4.7 del presente DB.

Se considera a efectos de calculo que el edificio objeto de estudio se encuentra en la ciudad de Zamora, por lo que de acuerdo al Apéndice B del DB-HS, la intensidad pluviométrica de la ciudad es $i = 90 \text{ mm/h}$.

Para un régimen con intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h debe aplicarse un factor f de corrección a la superficie servida tal que $f = i / 100$ siendo i la intensidad pluviométrica que se quiere considerar quedando $f = 90/100 = 0.90$.

Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal m ² para pte. del canalón de 2%	Diámetro nominal del canalón (mm)	Sección del canalón (cm ²)	Factor de corrección f	Factor de corrección sección cuadrangular	Sección mínima del canalón proyectado (cm ²)
$S = 60.94 < 65$	100	78.54	0.90	1.10	77.45

-Bajantes de aguas pluviales:

El diámetro de las bajantes se condiciona por la superficie en proyección horizontal servida por cada bajante. Consideramos en este punto la transformación de las unidades de desagüe calculadas anteriormente para el dimensionado de la bajante interior de la vivienda que recoge las aguas pluviales de las terrazas de la planta primera. De acuerdo con el DB para un número de UD menor o igual que 250 la superficie equivalente es de 90m². Debido a que el número de unidades de desagüe no se aproxima a 250, consideraremos ya aplicado el ensanchamiento de la bajante al recibir las aguas residuales de la planta baja, de otro modo, sobredimensionaríamos en exceso el diámetro de la bajante.

Análogamente al caso de los canalones, para intensidades distintas de 100 mm/h, debe aplicarse el factor f correspondiente

Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Máxima superficie servida en proyección horizontal m²	Factor de corrección f	Equivalencia en m² de UD recibidas	Diámetro nominal de la bajante (mm)	Diámetro nominal de la bajante proyectada (mm)
Bajante de pluviales únicamente				
S = 60.94 < 65	0.90	-	50	80
Bajante mixta interior (tramo recibe aguas solo de planta primera)				
S = 54.44 < 65	0.90	90	75	90
Bajante mixta interior (tramo recibe aguas de planta primera y planta baja)				
S = 54.44 < 65	0.90	90	75	110

De nuevo el diámetro comercial de las bajantes condiciona el diámetro en proyecto de las mismas. Por otro lado, el ensanche del tramo final de la bajante interior no se debe al aumento del caudal, pues como se ha explicado antes no se tiene de nuevo en cuenta debido al sobredimensionamiento, si no que se debe a que el manguetón del inodoro del aseo 1 condiciona el diámetro de la bajante a al menos el mismo.

-Colectores de aguas pluviales:

El diámetro de los colectores, al igual que las bajantes, viene condicionado por la superficie servida por los mismos, y al igual que anteriormente, los colectores se proyectan para un sistema mixto. En el caso de los colectores que reciben el agua del drenaje perimetral de la vivienda, que a su vez recoge el agua pluvial de las terrazas de planta baja, se dimensionan de acuerdo al diámetro de los tubos de drenaje, es decir, manteniendo el diámetro de 200mm.

Por otro lado, si se dimensiona el colector que recoge las aguas de la bajante de pluviales de la cubierta, el cual, al no variar la superficie servida, cuenta con las mismas dimensiones que la bajante a la que sirve. Tal colector, al discurrir por el interior de la vivienda bajo el suelo técnico, se proyecta insonorizado.

Al igual que ocurre en el punto anterior con las bajantes, consideramos en este punto la transformación de las unidades de desagüe calculadas anteriormente para el dimensionado de la bajante interior de la vivienda que recoge las aguas pluviales de las terrazas de la planta primera. De acuerdo con el DB para un número de UD menor o igual que 250 la superficie equivalente es de 90m². Debido a que el número de unidades de desagüe no se aproxima a 250, consideraremos ya aplicado el ensanchamiento de la bajante al recibir las aguas residuales de la planta baja, de otro modo, sobredimensionaríamos en exceso el diámetro de la bajante.

Análogamente al caso de los canalones, para intensidades distintas de 100 mm/h, debe aplicarse el factor f correspondiente

Diámetro los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Máxima superficie servida en proyección horizontal m² para 2% de pendiente	Factor de corrección f	Equivalencia en m² de UD recibidas	Diámetro nominal del colector(mm)	Diámetro nominal del colector proyectado (mm)
Colector mixto interior (tramo recibe aguas de bajante, antes de arqueta de paso)				
S = 54.44 < 178	0.90	90	90	110
Colector mixto interior (tramo final que recoge aguas de toda la vivienda)				
S = 54.44 < 178	0.90	90	90	110
Colector de pluviales				
S = 60.94 < 65	0.90	-	50	90

De nuevo el diámetro comercial de los colectores condiciona el diámetro en proyecto de ellos. En caso del colector de la bajante, se instala el diámetro inmediatamente superior al de la bajante al no existir un diámetro comercial idéntico al de la propia bajante.

-Arquetas:

Las arquetas del sistema son prefabricadas de hormigón, con una base de ladrillo cerámico hueco doble, ancladas mediante sistema mecánico a sus bases o a la losa sobre la que apoyan, e insonorizada en el caso de la arqueta de pie de bajante bajo el suelo del aseo 2.

Las dimensiones de las mismas vienen condicionadas por el diámetro del colector de salida de ellas. De este modo, las arquetas de paso finales, tanto del sistema mixto como del de pluviales tienen unas dimensiones de 60x60x60cm, mientras que la arqueta de pie de bajante de fecales es de 50x50x50cm, y la arqueta de pie de bajante del aseo 2 tiene unas dimensiones de 40x40x40cm.

-Ventilación:

La ventilación de la vivienda habría de ser de tipo primario dada la altura de la misma (menor de siete plantas). Sin embargo, no existe proyectado ningún sistema de ventilación del sistema mixto de saneamiento.

4.5 Protección frente al Ruido (CTE-DB-HR).

El documento básico de Protección contra el ruido tiene por objetivo limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

4.5.1 Valores límites de aislamiento.

Se consideran recintos protegidos según el Anejo A: Terminología del presente DB aquellos recintos habitables con mejores características acústicas. Se consideran recintos protegidos los recintos protegidos habitables en los casos a, b, c y d. 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.

e: cocinas, baños, aseos, pasillos, distribuidores y escaleras, en edificios de cualquier uso.

4.5.1.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo.

Los elementos constructivos interiores de separación, así como las fachadas, las cubiertas, las medianerías y los suelos en contacto con el aire exterior que conforman cada recinto de un edificio deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

-Recintos protegidos:

Protección frente al ruido generado en recintos pertenecientes a la misma unidad de uso en edificios de uso residencial privado: El índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de la tabiquería no será menor que 33 dBA. La vivienda unifamiliar constituye una única unidad de uso.

Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones: El aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{nT,A}$, entre un recinto protegido y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 55 dBA. Consideramos en este punto que el cuarto bajo la escalera que acoge el sistema de producción de ACS y calefacción es un recinto de instalaciones.

Protección frente al ruido procedente del exterior: el aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, no será menor a los valores indicados de acuerdo con la tabla 2.1 de la presente sección del DB, en función de los valores de índice de ruido día, L_d .

Consideramos a efectos de cálculo en este apartado que el edificio objeto de estudio se encuentra en el centro de Madrid para ajustarnos lo más posible a la contaminación acústica de la localización real del edificio, es decir 65-70 dBA.

Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d .

L_d (dBA)	Dormitorios	Estancias
$65 < L_d \leq 70$	37	32

-Recintos habitables:

Protección frente al ruido generado en recintos pertenecientes a la misma unidad de uso en edificios de uso residencial privado: El índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de la tabiquería no será menor que 33 dBA. La vivienda unifamiliar constituye una única unidad de uso.

El aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, de cada uno de los cerramientos de una medianería entre dos edificios no será menor que 40 dBA o alternatively el aislamiento acústico a ruido aéreo ($D_{nT,A}$) correspondiente al conjunto de los dos cerramientos no será menor que 50 dBA.

Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones: El aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{nT,A}$, entre un recinto habitable y un recinto de instalaciones, o un recinto de actividad, colindantes vertical u horizontalmente con él, siempre que no compartan puertas, no será menor que 45 dBA. Cuando sí las compartan, el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de éstas, no será menor que 30 dBA y el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , del cerramiento no será menor que 50 dBA. Consideramos en este punto que el cuarto bajo la escalera que acoge el sistema de producción de ACS y calefacción es un recinto de instalaciones.

Consideramos a efectos de cálculo en este apartado que el edificio objeto de estudio se encuentra en el centro de Madrid para ajustarnos lo más posible a la contaminación acústica de la localización real del edificio, es decir 65-70 dBA.

4.5.1.2 Aislamiento acústico a ruido de impactos.

-Recintos protegidos:

Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones: El nivel global de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,w}$, en un recinto protegido colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un recinto de actividad o con un recinto de instalaciones no será mayor que 60 dB.

-Recintos habitables:

Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones: El nivel global de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,w}$, en un recinto habitable colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un recinto de actividad o con un recinto de instalaciones no será mayor que 60 dB.

4.5.2 Ruido y vibraciones de las instalaciones.

Se limitan los niveles de ruido y de vibraciones que las instalaciones puedan transmitir a los recintos protegidos y habitables del edificio a través de las sujeciones o puntos de contacto de aquellas con los elementos constructivos, de tal forma que no se aumenten perceptiblemente los niveles debidos a las restantes fuentes de ruido del edificio.

El nivel de potencia acústica máximo de los equipos generadores de ruido estacionario (como los quemadores, las calderas, las bombas de impulsión, la maquinaria de los ascensores, los compresores, grupos electrógenos, extractores, etc) situados en recintos de instalaciones, así como las rejillas y difusores terminales de instalaciones de aire acondicionado, es tal que se cumplen los niveles de inmisión en los recintos colindantes, expresados en el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del Ruido.

El nivel de potencia acústica máximo de los equipos situados en cubiertas y zonas exteriores anejas, es tal que en el entorno del equipo y en los recintos habitables y protegidos no se superen los objetivos de calidad acústica correspondientes.

4.5.3 Diseño y dimensionado.

Se utiliza la opción simplificada de cálculo al ser válida para edificios de cualquier uso, aplicándose el anejo I del presente DB para tal fin.

4.5.3.1 Elementos de separación.

-Condiciones mínimas de tabiquería:

Al ser la estructura de la vivienda unifamiliar independiente, el índice global de reducción acústica, ponderado A, $R_{A,w}$, de la tabiquería de la vivienda unifamiliar no será menor que 33 dBA.

4.5.3.2 Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior.

Las fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior, deben cumplir lo establecido en el apartado 3.1.2.5 del presente DB.

- Condiciones mínimas de las fachadas, las cubiertas y los suelos en contacto con el aire exterior.

En la siguiente tabla se expresan los valores mínimos que deben cumplir los elementos que forman los huecos y la parte ciega de la fachada, la cubierta o el suelo en contacto con el aire exterior, en función de los valores límite de aislamiento acústico entre un recinto protegido y el exterior indicados en la tabla anterior (dormitorios = 37; estancias = 32) y del porcentaje de huecos expresado como la relación entre la superficie del hueco y la superficie total de la fachada vista desde el interior de cada recinto protegido.

El parámetro acústico que define los componentes de una fachada, una cubierta o un suelo en contacto con el aire exterior es el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves, $R_{A,tr}$, de la parte ciega y de los elementos que forman el hueco. Este índice, $R_{A,tr}$, caracteriza al conjunto formado por la ventana, la caja de persiana y el aireador si lo hubiera. En el caso de que el aireador no estuviera integrado en el hueco, sino que se colocara en el cerramiento, debe aplicarse la opción general. En el caso de que la fachada del recinto protegido fuera en esquina o tuviera quiebros, el porcentaje de huecos se determina en función de la superficie total del perímetro de la fachada vista desde el interior del recinto.

Parámetros acústicos de fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de recintos protegidos

Nivel límite exigido $D_{2m,nT,Atr}$ dBA	Parte ciega 100% $R_{A,tr}$ dBA	Parte ciega ≠ 100% $R_{A,tr}$ dBA	Huecos Porcentaje de huecos $R_{A,tr}$ de los componentes del hueco* dBA				
			Hasta 15%	De 16 a 30%	De 31 a 60%	De 61 a 80%	De 81 a 100%
$D_{2m,nT,Atr} = 32$	35	35	26	29	31	32	33
		40	25	28	30	31	
		45	25	28	30	31	
$D_{2m,nT,Atr} = 37$	39	40	35	37	39	39	39
		45	32	35	37	38	
		50	31	34	37	38	

*El índice $R_{A,tr}$ de los componentes del hueco expresado en la tabla 3.4 se aplica a las ventanas que dispongan de aireadores, sistemas de microventilación o cualquier otro sistema de abertura de admisión de aire con dispositivos de cierre en posición cerrada.

4.5.4 Características de los elementos constructivos.

-Tabiquería interior:

- Tabique entre aseo 1 y distribuidor (soporte de puerta): Ladrillo hueco doble a medio pié guarnecido y enlucido por el interior y estucado por el exterior.
- Tabique entre aseo 1 y distribuidor (continuo): Ladrillo hueco doble a tabicón guarnecido y enlucido por el interior y estucado por el exterior.
- Tabique entre aseo 1 y hueco de escalera: Ladrillo hueco doble a tabicón enfoscado por el interior y estucado por el exterior.
- Tabique entre paso de instalaciones y armario: Ladrillo hueco doble a tabicón estucado por el exterior.
- Tabiques entre habitación secundaria, vestidor y aseo 2: tabique de madera aligerada de 80mm de espesor.
- Muro portante divisorio interior: Hormigón armado 18cm de espesor con acabados variados según la zona.

-Cerramientos:

- Muros en contacto con el aire exterior: hormigón armado de 18cm de espesor con aislamiento de poliestireno extruido de 20mm y monocapa de 1.5cm de espesor en ambas caras.

-Acristalamientos:

- Vidrio Climalit con vidrio laminado y Planitherm 6+6 (12) 6.
- Vidrio Climalit con vidrio laminado y Planitherm 10+6 (12) 6.
- Vidrio Climalit con vidrio laminado y Planitherm 10+10 (12) 6.

-Cubierta:

- Panel sándwich formado por capas, de exterior a interior, 1.2mm de acero galvanizado, 30mm de aislamiento de poliestireno extruido y 0.8mm de acero. Falso techo interior de placas de escayola.

-Suelos en contacto con el aire exterior:

- No transitables: Losa de hormigón armado de 20cm de espesor con mortero de formación de pendientes, 30mm de aislamiento de poliestireno extruido, geotextil de protección e impermeabilización y relleno de canto rodado.
- Transitables: Losa de hormigón armado de 20cm de espesor con mortero de formación de pendientes, 30mm de aislamiento de poliestireno extruido, geotextil de protección e impermeabilización y suelo técnico elevado.

4.5.5 Ficha justificativa del DB-HR.

Tabiquería (apartado 3.1.2.3.3)

Tipo	Características exigidas en aislamiento acústico a ruido aéreo R en dBA	Características en proyecto en aislamiento acústico a ruido aéreo R en dBA
Tabique entre aseo 1 y distribuidor (soporte de puerta)		62
Tabique entre aseo 1 y distribuidor (continuo)	≥33	62
Tabique entre aseo 1 y hueco de escalera		62
Tabique entre paso de instalaciones y armario		54
Tabiques entre habitación secundaria, vestidor y aseo 2		36
Muro portante divisorio interior		67

Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior (apartado 3.1.2.5)

Tipo			Características exigidas en aislamiento acústico a ruido aéreo R en dBA	Características en proyecto en aislamiento acústico a ruido aéreo R en dBA
Parte ciega	Huecos	% Huecos		
Muros en contacto con el aire exterior				
HA-18 + monocapa y aislamiento	Vidrio 10+6 (12) 6	≤ 15	50+31	59+33
HA-18 + monocapa y aislamiento	Vidrio 10+6 (12) 6	31-60	40+39	59+33
HA-18 + monocapa y aislamiento	Vidrio 10+6 (12) 6	≤ 15	50+31	59+41
HA-18 + monocapa y aislamiento	Vidrio 6+6 (12) 6	81-100	40+39	59+43
HA-18 + monocapa y aislamiento	Vidrio 10+10 (12) 6	81-100	40+39	59+43
Panel sándwich formado por capas			35	42
Suelo no transitable			39	67
Suelo transitable			37	62

4.6 Ahorro de Energía (CTE-DB-HE).

El documento básico de ahorro de energía tiene por objeto 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.

4.6.1 HE 0. Limitación del consumo energético.

4.6.1.1 Ámbito de aplicación.

El edificio objeto de estudio entra dentro de los criterios establecidos para que el presente DB sea aplicable, es decir, es un edificio de nueva construcción, de carácter permanente, de uso residencial y aislado con una superficie útil total superior a 50m².

4.6.1.2 Caracterización y cuantificación de la exigencia.

El consumo energético de energía primaria no renovable del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite $C_{ep,lim}$ obtenido mediante la siguiente expresión:

$$C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup} / S$$

Siendo:

$C_{ep,lim}$: valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable para los servicios de calefacción, refrigeración y ACS, expresada en kWh/m²año, considerada la superficie útil de los espacios habitables.

$C_{ep,base}$: valor base del consumo energético de energía primaria no renovable, dependiente de la zona climática de invierno correspondiente a la ubicación del edificio.

$F_{ep,sup}$: factor corrector por superficie del consumo energético de energía primaria no renovable.

S : superficie útil de los espacios habitables del edificio, o la parte ampliada, en m².

Consideramos a efectos de cálculo del presente DB que el edificio se sitúa en la ciudad de Zamora, estando en la zona climática D2 a una altitud de 617m s.n.m.

Quedando la expresión:

$$C_{ep,lim} = 60 + 1000/125.01 = 68.00 \text{ kWh/m}^2\text{año}$$

Los valores $C_{ep,base}$ y F se han obtenido de la tabla 2.1 de la sección del DB tratada en este punto.

4.6.2 HE 1. Limitación de la demanda energética.

Exigencia básica HE 1 – Limitación de la 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.

4.6.2.1 Ámbito de aplicación.

El edificio objeto de estudio entra dentro de los criterios establecidos para que el presente DB sea aplicable, es decir, es un edificio de nueva construcción, de carácter permanente, de uso residencial y aislado con una superficie útil total superior a 50m².

4.6.2.2 Cuantificación de la exigencia.

La demanda energética de calefacción del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite $D_{cal,lim}$ obtenido mediante la siguiente expresión:

$$D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup} / S$$

Siendo:

$D_{cal,lim}$: valor límite de la demanda energética de calefacción, expresada en kWh/m²año, considerada la superficie útil de los espacios habitables.

$D_{cal,base}$: valor base de la demanda energética de calefacción, para cada zona climática de invierno correspondiente al edificio.

$F_{p,sup}$: es el factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción,

S : superficie útil de los espacios habitables del edificio en m².

Consideramos a efectos de cálculo del presente DB que el edificio se sitúa en la ciudad de Zamora, estando está en la zona climática D2 a una altitud de 617m s.n.m.

Quedando la expresión:

$$D_{cal,lim} = 27 + 2000/125.01 = 43.00 \text{ kWh/m}^2\text{año}$$

Los valores $D_{cal,base}$ y F se han obtenido de la tabla 2.1 de la sección del DB tratada en este punto.

La demanda energética de refrigeración del edificio no debe superar el valor límite $D_{cal,lim} = 15\text{kWh/m}^2\text{año}$ para las zona climática de verano 2.

Se especifican también los valores límites de la transmitancia térmica y permeabilidad al aire de los huecos y la transmitancia térmica de las zonas opacas de muros cubiertas y suelos que forman parte de la envolvente del muro según la zona climática.

Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

Parámetro	Zona climática de invierno D
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ en W/m ² K	0.60
Transmitancia térmica cubiertas y suelos en contacto con el aire en W/m ² K	0.40
Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ en W/m ² K	2.70
Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ en m ³ /hm ²	≤ 27

(1): Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m.

(2): Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.

(3): La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa.

Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades del mismo uso, U en W/,m²K

Tipo de elemento	Zona climática de invierno D
Particiones horizontales	1.20
Particiones verticales	1.20

Tanto en edificaciones nuevas como en edificaciones existentes, en el caso de que se produzcan condensaciones intersticiales en la envolvente térmica del edificio, estas serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

4.6.2.3 Datos previos.

-Justificación del método de comprobación.

La opción simplificada de cálculo es aplicable ya que la fracción de superficie de huecos de las fachadas para cada una de las orientaciones del edificio que tienen más del 10% en total, es inferior al 60% de la superficie total de la fachada respectiva; la fracción de superficie de lucernarios es inferior al 5% de la superficie de la cubierta; los cerramientos del edificio están formados por soluciones constructivas convencionales, estando explícitamente excluidos componentes como muro Trombe, muros parietodinámicos e invernaderos adosados, miradores o galerías acristaladas.

-Determinación de la zona climática.

Como se ha expuesto anteriormente, se considera a efectos de cálculo que el edificio objeto de estudio se encuentra en la ciudad de Zamora, aislado sin edificios a su alrededor. Por tanto, la zona climática del edificio es D2.

-Clasificación de los espacios.

Todos los espacios de la vivienda tienen consideración de habitables a excepción del hueco bajo la escalera, y el foso de cimentación que acoge las arquetas de saneamiento.

La carga interna de los espacios habitables se considera baja al ser el uso del edificio residencial privado.

-Determinación de la envolvente energética.

-Muros de fachada (M).

Muros de hormigón armado de 18cm de espesor con aislamiento externo de XPE de 20mm de espesor y revestimiento por ambas caras de monocapa de cemento de 1.5cm de espesor. Orientaciones Este, Sureste y Norte.

-Cubiertas (C).

Cubierta no transitable de 7.3% de inclinación formada por las capas de exterior a interior, 1.2mm de acero galvanizado, 30mm de aislamiento de poliestireno extruido y 0.8mm de acero.

-Suelos (S).

Suelo exterior transitable de losa de hormigón armado de 20cm de espesor con mortero de formación de pendientes, 30mm de aislamiento de poliestireno extruido, geotextil de protección e impermeabilización.

Suelo exterior no transitable de losa de hormigón armado de 20cm de espesor con mortero de formación de pendientes, 30mm de aislamiento de poliestireno extruido, geotextil de protección e impermeabilización y relleno de canto rodado. Suelo interior transitable sobre terreno formado por suelo técnico elevado, aislamiento de XPE de 30mm de espesor y losa de hormigón armado de 30cm de espesor.

-Cerramientos en contacto con el terreno (T).

Muros de hormigón armado de 18cm de espesor semienterrado con aislamiento externo de XPE de 20mm de espesor y revestimiento por ambas caras de monocapa de cemento de 1.5cm de espesor excepto en parte enterrada. Orientaciones, Sureste y Norte.

Muros de hormigón armado de 20cm de espesor semienterrados con aislamiento externo de XPE de 20mm de espesor y revestimiento por ambas caras de monocapa de cemento de 1.5cm de espesor excepto en la parte enterrada. Orientaciones Este, Sureste y Norte. Orientaciones Sureste, Suroeste y Norte.

-Particiones interiores (P):

Suelo interior sobre espacio no habitable (foso de cimentación) formado por suelo técnico elevado, aislamiento de XPE de 30mm de espesor y losa de hormigón armado de 15cm de espesor.

-Puentes térmicos:

Se presentan varios puentes térmicos en el edificio. Por un lado, el arranque de muros, ya sean estructurales o no, se realiza desde las losas de cimentación sin interposición de aislamientos, ocurriendo lo mismo con el arranque de la escalera. Por otro lado, existe un puente térmico entre algunas carpinterías y los muros que las soportan, al estar el aislamiento de la vivienda por el exterior de los muros. Por esta misma razón, un tercer tipo de puente térmico se da en los encuentros de los forjados de las terrazas de planta primera, aisladas por el exterior, y los muros perimetrales a los que se unen, aislados también por el exterior.

4.6.2.4 Cálculo de la transmitancia térmica de los elementos.

Transmitancia térmica máxima de los cerramientos en W/m²K

Elementos de la envolvente	ZONA D
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno(1) y primer metro de muros en contacto con el terreno	0.86
Suelos	0.64
Cubiertas	0.49
Vidrios y marcos	3.50 ⁽²⁾

(1): Referido a las soleras o losas enterradas a una profundidad no mayor de 0.50m.

(2): Las transmitancias térmicas de vidrios y marcos se compararán por separado.

-Cerramientos en contacto con el aire exterior. Datos de cálculo.

La transmitancia U (W/m²K) térmica viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Siendo R_T la resistencia térmica total del componente constructivo (m²K/W).

La resistencia térmica total R_T de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

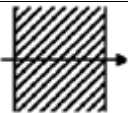
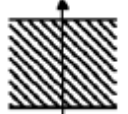
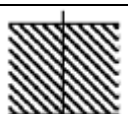
$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Siendo:

R_1, R_2, \dots, R_n : las resistencias térmicas de cada capa.

R_{si} y R_{se} : las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla siguiente de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio.

**Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior
en m^2K/W**

Posición del cerramiento y sentido de flujo del calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal		0.04	0.13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente		0.04	0.10
Cerramientos horizontales y flujo descendente		0.04	0.17

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por la expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Siendo:

e : el espesor de la capa (m).

λ : la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001 o tomada de Documentos Reconocidos (W/mK).

-Cerramientos:

-Muros de hormigón armado de 18cm de espesor con aislamiento externo de XPE de 20mm de espesor y revestimiento por ambas caras de monocapa de cemento de 1.5cm de espesor. Orientaciones Este, Sureste y Norte.

$$R_T = 0.13 + \frac{0.18}{2.3} + \frac{0.02}{0.033} + \frac{0.015}{1.4} + \frac{0.015}{1.4} + 0.04 = 0.876 m^2K/W$$

$$U = \frac{1}{0.856} = 1.142 W/m^2K$$

-Cubierta no transitable de 7.3% de inclinación formada por las capas de exterior a interior, 1.2mm de acero galvanizado, 30mm de aislamiento de poliestireno extruido y 0.8mm de acero, cámara de aire y placa de yeso.

$$R_T = 0.10 + \frac{0.012}{17} + \frac{0.03}{0.033} + \frac{0.008}{50} + \frac{0.3}{0.18} + \frac{0.012}{0.25} + 0.04 = 2.765 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = \frac{1}{2.765} = 0.362 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Suelo exterior transitable de losa de hormigón armado de 20cm de espesor con mortero de formación de pendientes, 30mm de aislamiento de poliestireno extruido, geotextil de protección e impermeabilización. Guarnecido y enlucido de yeso por el interior.

$$R_T = 0.10 + \frac{0.20}{2.3} + \frac{0.05}{1} + \frac{0.03}{0.033} + \frac{0.015}{0.4} + 0.04 = 1.224 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = \frac{1}{1.224} = 0.817 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Suelo exterior no transitable de losa de hormigón armado de 20cm de espesor con mortero de formación de pendientes, 30mm de aislamiento de poliestireno extruido, geotextil de protección e impermeabilización y relleno de canto rodado.

$$R_T = 0.10 + \frac{0.20}{2.3} + \frac{0.05}{1} + \frac{0.03}{0.033} + \frac{0.15}{2} + \frac{0.015}{0.4} + 0.04 = 1.824 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = \frac{1}{1.824} = 0.548 \text{ W/m}^2\text{K}$$

-Suelos en contacto con el terreno. Datos de cálculo.

Para el cálculo de la transmitancia U_s (W/m²K) se consideran en este apartado:

Caso 1: soleras o losas apoyadas sobre el nivel del terreno o como máximo 0,50 m por debajo de éste.

Caso 2: soleras o losas a una profundidad superior a 0,5 m respecto al nivel del terreno.

-Caso 1:

Se define la longitud característica B' como el cociente entre la superficie del suelo y la longitud de su semiperímetro, según la expresión:

$$B' = \frac{A}{\frac{1}{2}P}$$

Siendo:

P: longitud del perímetro de la solera (m).

A: Área de la solera (m²).

Para soleras o losas con aislamiento continuo en toda su superficie se tomarán los valores de la columna $D \geq 1,5$ m

Transmitancia térmica U_s en W/m²K

B'	$D \geq 1.5m$ R_a (m ² K/W)				
	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50
5	0.64	0.55	0.50	0.47	0.44
6	0.57	0.50	0.45	0.43	0.41
7	0.51	0.45	0.42	0.39	0.37
8	0.47	0.42	0.38	0.36	0.35
9	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33
10	0.40	0.36	0.34	0.32	0.31
12	0.36	0.32	0.30	0.28	0.27
14	0.32	0.29	0.27	0.26	0.25
16	0.29	0.26	0.25	0.24	0.23
18	0.27	0.24	0.23	0.22	0.21
≥ 20	0.25	0.22	0.21	0.20	0.20

-Caso 2: La transmitancia térmica U_s (W/m²K) se obtendrá en función de la profundidad z de la solera o losa respecto el nivel del terreno, de su resistencia térmica R_f calculada mediante la expresión de R_T despreciando las resistencias térmicas superficiales, y la longitud característica B' calculada mediante la tabla siguiente.

Transmitancia térmica U_s en W/m^2K

B'	0.50m < z ≤ 1.00m				1.00m < z ≤ 2.00m				2.00m < z ≤ 3.00m			
	Rf (m^2K/W)				Rf (m^2K/W)				Rf (m^2K/W)			
	0.00	0.50	1.00	1.50	0.00	0.50	1.00	1.50	0.00	0.50	1.00	1.50
5	0.64	0.52	0.44	0.39	0.54	0.45	0.40	0.36	0.42	0.37	0.34	0.31
6	0.57	0.46	0.40	0.35	0.48	0.41	0.36	0.33	0.38	0.34	0.31	0.28
7	0.52	0.42	0.37	0.33	0.44	0.38	0.33	0.30	0.35	0.31	0.29	0.26
8	0.47	0.39	0.34	0.30	0.40	0.35	0.31	0.28	0.33	0.29	0.27	0.25
9	0.43	0.36	0.32	0.28	0.37	0.32	0.29	0.26	0.30	0.27	0.25	0.23
10	0.40	0.34	0.30	0.27	0.35	0.30	0.27	0.25	0.29	0.26	0.24	0.22
12	0.36	0.30	0.27	0.24	0.31	0.27	0.24	0.22	0.26	0.23	0.21	0.20
14	0.32	0.27	0.24	0.22	0.28	0.25	0.22	0.20	0.23	0.21	0.20	0.18
16	0.29	0.25	0.22	0.20	0.25	0.23	0.20	0.19	0.21	0.20	0.18	0.17
18	0.26	0.23	0.20	0.19	0.23	0.21	0.19	0.18	0.20	0.18	0.17	0.16
≥20	0.24	0.21	0.19	0.17	0.22	0.19	0.18	0.16	0.18	0.17	0.16	0.15

-Suelos:

Suelo interior transitable sobre terreno formado por suelo técnico elevado, aislamiento de XPE de 30mm de espesor y losa de hormigón armado de 30cm de espesor sobre 10cm de hormigón de limpieza.

$$R_T = \frac{0.30}{2.3} + \frac{0.10}{1.32} + \frac{0.03}{0.033} = 1.115 \text{ m}^2K/W$$

U_s de las piezas en función de su profundidad y el parámetro B'

Pieza	Caso	B'	Z (m)	U_s (W/m^2K)
Losa Hab.Principal	2	2.29	2.75	0.333
Losa Baño	2	1.12	1.20	0.391
Losa Hab. Secundaria	2	1.91	2.75	0.333
Losa aseo 2	2	0.63	0.90	0.429
Resto de losas	1	1.48	>0.50	0.489

-Muros en contacto con el terreno. Datos de cálculo.

La transmitancia térmica U_T (W/m^2K) de los muros o pantallas en contacto con el terreno se obtendrá de siguiente tabla en función de su profundidad z , y de la resistencia térmica del muro R_m calculada mediante la expresión R_T despreciando las resistencias térmicas superficiales.

Transmitancia térmica de muros enterrados U_T en W/m^2K

R_m (m^2K/W)	Profundidad z de la parte enterrada del muro (m)					
	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00	≥ 6.00
0,00	3,05	2,20	1,48	1,15	0,95	0,71
0,50	1,17	0,99	0,77	0,64	0,55	0,44
1,00	0,74	0,65	0,54	0,47	0,42	0,34
1,50	0,54	0,49	0,42	0,37	0,34	0,28
2,00	0,42	0,39	0,35	0,31	0,28	0,24

-Muros:

Muros de hormigón armado de 18cm de espesor semienterrado con aislamiento externo de XPE de 20mm de espesor y revestimiento por ambas caras de monocapa de cemento de 1.5cm de espesor excepto en parte enterrada.

$$R_M = \frac{0.18}{2.3} + \frac{0.10}{1.32} + \frac{0.02}{0.033} + \frac{0.015}{1.40} = 0.771 \text{ m}^2K/W$$

Para $z = 2.75m$

$$U_T = 0.572 \text{ W/m}^2K$$

Para $z = 0.90m$

$$U_T = 0.767 \text{ W/m}^2K$$

Para $z = 1.20m$

$$U_T = 0.774 \text{ W/m}^2K$$

Muros de hormigón armado de 20cm de espesor semienterrados con aislamiento externo de XPE de 20mm de espesor y revestimiento por ambas caras de monocapa de cemento de 1.5cm de espesor excepto en la parte enterrada.

$$R_M = \frac{0.20}{2.3} + \frac{0.10}{1.32} + \frac{0.02}{0.033} + \frac{0.015}{1.40} = 0.779 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Para $z = 1.20\text{m}$

$$U_T = 0.769 \text{ W/m}^2\text{K}$$

-Particiones interiores en contacto con espacios no habitables. Datos de cálculo.

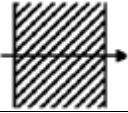

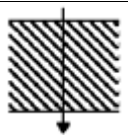
La transmitancia térmica U ($\text{W/m}^2\text{K}$) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p b$$

Siendo:

U_p : la transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable, calculada según la fórmula general de transmitancias, tomando como resistencias superficiales los valores de la tabla siguiente.

Resistencias térmicas superficiales particiones interiores en $\text{m}^2\text{K/W}$

Posición del cerramiento y sentido de flujo del calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal		0.13	0.13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente		0.10	0.10
Cerramientos horizontales y flujo descendente		0.17	0.17

b: El coeficiente de reducción de temperatura b se define mediante la siguiente expresión:

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

Siendo:

H_{ue} : coeficiente de pérdida del espacio no habitable hacia el exterior (W/m).

H_{iu} : coeficiente de pérdida del espacio habitable hacia el espacio no habitable (W/m).

Los coeficientes H_{ue} y H_{iu} incluyen las pérdidas por transmisión y por renovación de aire. Se calculan de acuerdo a las fórmulas siguientes:

$$H_{ue} = \sum U_{ue} \cdot A_{ue} + 0.34Q_{ue}$$

$$H_{iu} = \sum U_{iu} \cdot A_{iu} + 0.34Q_{iu}$$

Siendo:

U_{ue} : transmitancia térmica del cerramiento del espacio no habitable en contacto con el ambiente exterior, calculado mediante la expresión general si está en contacto con el aire o mediante la metodología descrita en el apartado de cerramientos en contacto con el terreno si está en contacto con el terreno (W/m²K).

U_{iu} : la transmitancia térmica del cerramiento del espacio habitable en contacto con el no habitable calculado mediante la expresión general (W/m²K).

A_{ue} : área del cerramiento del espacio no habitable en contacto con el ambiente exterior.

A_{iu} : área del cerramiento del espacio habitable en contacto con el espacio no habitable.

Q_{ue} : caudal de aire entre el espacio exterior y el espacio no habitable (m³/h).

Q_{iu} : caudal de aire entre el espacio no habitable y el espacio habitable (m³/h).

-Solado de foso de cimentación:

-Losa:

$$R_f = \frac{0.30}{2.3} + \frac{0.10}{1.32} = 0.163 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_{ue}=0.85 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A_{ue}=10.86\text{m}^2$$

-Muros:

$$R_M = \frac{0.25}{2.3} = 0.109 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_{ue}=1.509 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A_{ue}=23.66\text{m}^2$$

-Losa entre espacio habitable y no habitable:

$$R_f = \frac{0.15}{2.3} + \frac{0.03}{0.033} = 0.974 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_{iu}=1.026 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A_{iu}=7.65\text{m}^2$$

$$H_{ue} = \sum (0.85 \cdot 10.86) + (1.509 \cdot 23.66) + 0.34 \cdot 0 = 44.93\text{W/m}$$

$$H_{iu} = (1.026 \cdot 7.65) + 0.34 \cdot 0 = 7.85\text{W/m}$$

$$b = \frac{44.93}{7.85 + 44.93} = 0.851$$

$$R_T = 0.17 \frac{0.15}{2.3} + \frac{0.03}{0.033} + 0.17 = 0.412 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_P = \frac{1}{0.412} = 2.429 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U = 2.429 \cdot 0.851 = 2.067 \text{ W/m}^2\text{K}$$

-Huecos y lucernarios. Datos de cálculo.

La transmitancia térmica de los huecos U_H (W/m² K) se determinará mediante la siguiente expresión:

$$U_H = (1 - FM) \cdot U_{H,V} + FM \cdot U_{H,m}$$

Siendo:

$U_{H,V}$: Transmitancia térmica de la parte semitransparente (W/m²K). $U_{H,V} = 1.60 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_{H,m}$: Transmitancia térmica del marco (W/m²K). $U_{H,m} = 4.00 \text{ W/m}^2\text{K}$

FM: fracción del hueco ocupada por el marco.

Transmitancia térmica de los huecos U_H (W/m² K)

Hueco tipo (ver plano 20 Carpintería)	U_H
V-1	5.896
V-2	5.970
V-3	6.010
V-4	5.983
V-5	5.416
V-6	5.456
V-7	5.658
V-8	5.175
P-1	4.131
L-1	4.811
L-2	4.890

4.6.2.5 Cálculo de condensaciones.

-Condiciones exteriores.

Se considera como hasta ahora que el edificio objeto de estudio se encuentra localizado en la ciudad de Zamora.

Datos climáticos mensuales, Temperatura en °C y Humedad relativa en %

Localidad		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Zamora	Tmed	4.3	6.3	8.3	10.5	14.0	18.5	21.8	2.3	18.7	13.4	8.1	4.9
	Hmed	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83

-Condiciones interiores.

-Temperatura ambiente interior en enero: 20°C.

-Humedad relativa interior: 55%.

-Comprobación de condensaciones superficiales.

-El factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} , para cada cerramiento, partición interior, o puentes térmicos integrados en los cerramientos, se calculará a partir de su transmitancia térmica mediante la siguiente ecuación:

$$f_{Rsi} = 1 - U \cdot 0.25$$

Siendo:

U: transmitancia térmica del cerramiento, partición interior, o puente térmico integrado en el cerramiento calculada por el procedimiento general (W/m²K).

-El factor de temperatura de la superficie interior mínimo aceptable $f_{Rsi,min}$ de un puente térmico, cerramiento o partición interior se podrá calcular a partir de la siguiente expresión:

$$f_{Rsi,min} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{20 - \theta_e}$$

Siendo:

θ_e : temperatura exterior de la localidad en el mes de enero (°C).

$\theta_{si,min}$: temperatura superficial interior mínima aceptable obtenida de la siguiente expresión (°C):

$$\theta_{si,min} = \frac{237.3 \cdot \log_e \left(\frac{P_{sat}}{610.5} \right)}{17.269 - \log_e \left(\frac{P_{sat}}{610.5} \right)}$$

Siendo:

P_{sat} : presión de saturación máxima aceptable en la superficie obtenida de la siguiente expresión (Pa):

$$P_{sat} = \frac{P_i}{0.8}$$

Siendo:

P_i : presión de vapor interior obtenida de la siguiente expresión (Pa):

$$P_i = \Phi_i \cdot 2337$$

Siendo:

Φ_i : humedad relativa interior.

-Cálculo de condensaciones superficiales.

$$f_{Rsi,min} = \frac{14.09 - 4.3}{20 - 4.3} = 0.623$$

Factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} para cada cerramiento

Cerramiento	U (W/m²K)	$f_{Rsi,min}$	f_{Rsi}
Muro 18 revestido por ambas caras	1.142	0.623	0.715
Cubierta principal	0.362		0.910
Suelo exterior transitable	0.817		0.796
Suelo exterior no transitable	0.548		0.863
Losa habitación principal	0.333		0.917
Losa habitación secundaria	0.333		0.917
Losa baño	0.391		0.902
Losa Aseo2	0.429		0.893
Resto de losas	0.489		0.878
Muros semienterrados 18cm z=2.75m	0.572		0.857
Muros semienterrados 18cm z=1.20m	0.774		0.807
Muros semienterrados 18cm z=0.90m	0.767		0.808
Muros semienterrados 20cm z=1.20m	0.769		0.808
Losa 15cm entre espacio habitable y no habitable	2.067		0.483

-Comprobación de condensaciones intersticiales.

La distribución de temperaturas a lo largo del espesor de un cerramiento formado por varias capas depende de las temperaturas del aire a ambos lados de la misma, así como de las resistencias térmicas superficiales interior R_{si} y exterior R_{se} , y de las resistencias térmicas de cada capa ($R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$).

El procedimiento de cálculo es el siguiente:

-Cálculo de la temperatura superficial exterior θ_{se} :

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

Siendo:

θ_e : temperatura exterior de la localidad en la que se ubica el edificio correspondiente a la temperatura media del mes de enero (°C).

θ_i : temperatura interior (°C).

R_T : resistencia térmica total del componente constructivo ya calculada (m²K/W).

R_{se} : resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior (m²K/W).

-Cálculo de la temperatura en cada una de las capas que componen el elemento constructivo según las expresiones siguientes:

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

Siendo:

θ_{se} : temperatura superficial exterior (°C).

θ_e : temperatura media del mes de enero (°C).

θ_i : temperatura interior (°C).

$\theta_1... \theta_{n-1}$: temperatura en cada capa (°C).

$R_1, R_2... R_n$: resistencias térmicas de cada capa (m²K/W).

R_T : resistencia térmica total del componente constructivo ya calculada (m²K/W).

-Cálculo de la temperatura superficial interior θ_{si} :

$$\theta_{si} = \theta_n + \frac{R_{si}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

Siendo:

θ_e : temperatura media del mes de enero (°C).

θ_i : temperatura interior (°C).

θ_n : temperatura en la capa n (°C).

R_{si} : resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior (m²K/W).

R_T : resistencia térmica total del componente constructivo ya calculada (m²K/W).

-Cálculo de condensaciones intersticiales.

Cálculo de la temperatura superficial exterior θ_{se} para cada cerramiento

Cerramiento	R_T (m ² K/W)	θ_{se}
Muro 18 revestido por ambas caras	0.876	5.02
Cubierta principal	2.765	4.53
Suelo exterior transitable	1.224	4.82
Suelo exterior no transitable	1.824	4.64
Losa habitación principal	1.115	10.36
Losa habitación secundaria	1.115	10.36
Losa baño	1.115	10.36
Losa Aseo2	1.115	10.36
Resto de losas	1.115	10.36
Muros semienterrados 18cm z=2.75m	0.771	10.52
Muros semienterrados 18cm z=1.20m	0.573	10.70
Muros semienterrados 18cm z=0.90m	0.568	10.70
Muros semienterrados 20cm z=1.20m	0.769	10.52
Losa 15cm entre espacio habitable y no habitable	0.974	10.41

Cálculo de la temperatura en cada capa θ_n para cada cerramiento

Cerramiento	R_T (m ² K/W)	θ_n
Muro 18 revestido por ambas caras	0.876	17.67
Cubierta principal	2.765	19.43
Suelo exterior transitable	1.224	18.71
Suelo exterior no transitable	1.824	14.62
Losa habitación principal	1.115	20.36
Losa habitación secundaria	1.115	20.36
Losa baño	1.115	20.36
Losa Aseo2	1.115	20.36
Resto de losas	1.115	20.36
Muros semienterrados 18cm z=2.75m	0.771	19.53
Muros semienterrados 18cm z=1.20m	0.573	22.83
Muros semienterrados 18cm z=0.90m	0.568	22.94
Muros semienterrados 20cm z=1.20m	0.769	19.67
Losa 15cm entre espacio habitable y no habitable	0.974	20.41

Cálculo de la temperatura superficial interior θ_{si} para cada cerramiento

Cerramiento	R_T (m ² K/W)	θ_{si}
Muro 18 revestido por ambas caras	0.876	20.00
Cubierta principal	2.765	20.00
Suelo exterior transitable	1.224	19.99
Suelo exterior no transitable	1.824	15.48
Losa habitación principal	1.115	21.89
Losa habitación secundaria	1.115	21.89
Losa baño	1.115	21.89
Losa Aseo2	1.115	21.89
Resto de losas	1.115	21.89
Muros semienterrados 18cm z=2.75m	0.771	21.22
Muros semienterrados 18cm z=1.20m	0.573	25.23
Muros semienterrados 18cm z=0.90m	0.568	25.10
Muros semienterrados 20cm z=1.20m	0.769	21.36
Losa 15cm entre espacio habitable y no habitable	0.974	22.16

4.6.3 HE 3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

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.

No es de aplicación la presente sección del DB al no entrar el edificio objeto de estudio dentro de los parámetros de dicha sección, puesto que se especifica que se excluyen del ámbito de aplicación los interiores de las viviendas.

4.6.4 HE 4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

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 o de la piscina. 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.

4.6.4.1 Cálculo de la demanda.

Es necesario destacar que la vivienda objeto de estudio no dispone de ningún sistema de generación de ACS por medios solares.

De acuerdo con la tabla 4.1 de la presente sección del DB-HE, para una vivienda la demanda de agua caliente sanitaria a 60°C por persona y día asciende a 28 litros, por lo que previendo una ocupación de tres personas en la vivienda, la demanda total asciende a 84 litros cada día. Sin embargo, al no alcanzar el acumulador de la vivienda los 60 grados, si no que su límite está en 55°C, es necesario recalcular la demanda por medio de las siguientes expresiones:

$$D(T) = \sum_{i=1}^{12} D_i(T)$$

$$D_i(T) = D_i(60^{\circ}\text{C}) \cdot \frac{60 - T_i}{T - T_i}$$

Siendo:

D(T): demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida.

D_i(T): demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura T elegida.

D_i(60°C): demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura de 60°C.

T: temperatura del acumulador final.

T_i: temperatura media del agua fría en el mes i.

Resultando:

**Demanda de agua caliente sanitaria por mes
a temperatura de 55°C**

Mes	T _i (°C)	T(°C)	D _i (60°C)	D _i (T)
Enero	6	55	2520	2777.14
Febrero	8			2788.09
Marzo	9			2793.91
Abril	10			2800.00
Mayo	13			2820.00
Junio	16			2843.08
Julio	18			2860.54
Agosto	18			2860.54
Septiembre	16			2843.08
Octubre	12			2813.02
Noviembre	9			2793.91
Diciembre	7			2782.50

$$D(T) = 33775.81 \text{ litros}$$

De acuerdo a la tabla 2.1 de la presente sección del DB, para una demanda total de ACS del edificio comprendida entre 50 y 5000 litros al día, y para la zona climática de verano III (en función de la radiación solar global media diaria anual sobre superficie horizontal), la contribución solar mínima anual para ACS es del 50%.

Los paneles se utilizarán previsiblemente todo el año, por lo que la inclinación óptima corresponde a la latitud del lugar, es decir, 41.30º, con orientación sur. No se consideran pérdidas por orientación o sombras en los captadores.

Se calcula la superficie de captación considerando la superficie necesaria más desfavorable, en este caso diciembre, con 857 Kcal/m²/día, una temperatura media 6.8ºC y 124 horas de sol.

La superficie de captación se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{C \cdot (T_m - T_a)}{I_h \cdot K \cdot \eta}$$

Siendo:

S: superficie de paneles necesaria (m²).

C: consumo de agua caliente (l/d).

T_m: temperatura media del panel (ºC).

T_a: temperatura ambiental (ºC).

I_h: radiación horizontal incidente (Kcal/m²/día).

K: factor de corrección.

η: Rendimiento del colector solar.

Quedando:

$$S = \frac{(92.54 \cdot 0.5) \cdot (50 - 6.8)}{857 \cdot 1.656 \cdot 0.802} = 1.756 \text{ m}^2$$

Considerando que cada panel tiene un área efectiva del absorbedor de 2.23m², es suficiente con un único panel de captación. Sin embargo, con dos paneles se cumpliría más del 100% de la demanda de ACS diaria de la vivienda.

4.6.5 HE 5. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

Exigencia básica HE 4 – 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.

No es de aplicación esta sección del DB puesto que el edificio objeto de estudio tiene carácter residencial.

5. BIBLIOGRAFÍA Y PÁGINAS Y OBRAS CONSULTADAS.

Documentos.

CTE-DB-HE. Septiembre 2013.

CTE-DB-HR. Septiembre 2009.

CTE-DB-HS.

CTE-DB-SI. Abril 2009.

CTE-DB-SUA. Febrero 2010.

CTE-DB-SE. Abril 2009.

CTE-DB-SE-AE. Abril 2009.

CTE-DB-SE-C. Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).

CTE-DB-SE-A. Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).

CTE-DAV-HE. Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España.

CTE-EC. Marzo 2010. Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción con la colaboración de CEPCO y AICIA

NCSE-02. Aprobado por RD997/2002.

EHE-08. Aprobado por RD 1429/2008.

RD-314/2006.

RITE. Aprobado por RD 1027/2007.

RBT. Aprobado por RD 824/2002.

Obras.

Nuevo Manual de Instalaciones de Fontanería y Saneamiento – 3ªEd. – Franco Martín Sánchez.

Números Gordos en el Proyecto de Instalaciones – Javier Vázquez Moreno. Juan Carlos Herranz Aguilar.

Números Gordos en el Proyecto de Estructuras – Juan Carlos Arroyo Portero. Ramón Sánchez Fernández. Antonio Romero Ballesteros. Manuel G. Romana. Guillermo Corres Peiretti, Gonzalo García-Rosales.

Catálogo de Soluciones Cerámicas para el Cumplimiento del Código Técnico de la Edificación – Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. CSIC.

Páginas.

www.plataformaarquitectura.cl (información de la vivienda).

<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/774135/srk-artech-nic-architects>

www.generadordeprecios.info (comprobación de elementos constructivos).

www.lignumfacile.es (suelos técnicos).

<http://www.lignumfacile.es/comunicacion/downloads/100204%20Manual%20instalacion%20suelo%20tecnico.pdf>

www.accu.co.uk (pernos de rosca métrica).

<https://www.accu.co.uk/en/threaded-bars/14816-HTB-M16-50-A2>

arquitecturadelvidrio.com (características de lucernarios).

http://arquitecturadelvidrio.com/images2015/04_cubiertas/1-QDS-PR60.pdf

www.valvias.com (características de roscas métricas).

<http://www.valvias.com/prontuario-rosca-metrica-din-13.php?m=15>

www.danosa.fr (geotextiles).

<http://www.danosa.fr/danosa/CMServlet?node=T61&lng=1&site=1>

www.membranasysoluciones.com (drenajes e impermeabilizaciones de muros).

<http://www.membranasysoluciones.com/productos/delta-ms>

www.andece.org (informaciones de cementos).

http://www.andece.org/adheridos/images/stories/pdf/jornadas_tecnicas/Seleccion_tipo_cemento_cemex.pdf

www.intercat.es (información sobre el control en hormigones).

http://www.intercat.es/ficheros/gestion/trabajos/2772_1062_EHE08-01b-control.pdf

www.mapei.com (información de morteros expansivos).

http://www.mapei.com/public/ES/products/305_mapefill_es.pdf

steelsuppliesmelbourne.net (características de perfiles tipo C).

<http://steelsuppliesmelbourne.net/products/c-section-steel/>

www.himeshsteel.com (características de perfiles tubulares).

<http://www.himeshsteel.com/images/carbonsteel-pipestubes-tubing/jis-G3452-CARBON-STEEL-PIPE.gif>

www.tubesolution.com (características de perfiles tubulares).

<http://www.tubesolution.com/standard/JIS/JIS%20G3444.pdf>

www.climalit.es (información de vidrios).

<http://www.climalit.es/wp-content/uploads/2014/03/catalogo-PLANITHERM-4S-12.pdf>

www.planetacurioso.com (información sobre direcciones de acuerdo a la nomenclatura japonesa).

<http://www.planetacurioso.com/2010/03/05/sabias-que-en-japon-las-calles-no-tienen-nombre/>

www.suelosteide.com (características de suelos técnicos).

<http://www.suelosteide.com/productos>

bazarotehijos.com (tapas de registro metálicas).

<http://bazarotehijos.com/tapas-registo-y-arquetas-maco-en-sevilla>

www.vaillant.es (información de bombas de calor).

<http://www.vaillant.es/downloads/nuevos/bombasdecalor-201202-cc-256045.pdf>

www.arquetasprefabricadas.com (información de arquetas).

<http://www.arquetasprefabricadas.com/index.php/es/arquetas-sin-armar/arquetas-sifonicas>

www.erausquin.com (características de vidrios).

<http://www.erausquin.com/atenuacion-acustica.php>

onyxsolar.com (cálculo de transmitancias).

<http://onyxsolar.com/es/u-termica/>

www.junkers.es (información de captadores solares).

http://www.junkers.es/usuario_final/productos/catalogo_usuario/producto_7360

www.gsctw.com.tw (catálogo de perfiles tipo H).

<http://www.gsctw.com.tw/>

www.jaga.info (información de radiadores empotrados en suelo).

<http://www.jaga.info/productos/List/listing/clima-canal-metal-222/1>

www.admasarquitectura.com (construcción de escalera volada).

<http://www.admasarquitectura.com/construccion-de-una-escalera-volada/>

www.artehnic.jp (información estructural, planos y cálculos (en japonés) facilitado por el estudio encargado del proyecto).

<http://www.artehnic.jp/>