

CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

Documento Base de Sistemas contra Incendios (DB SI)

DB SI3. EVACUACIÓN DE OCUPANTES

Compatibilidad de los medios de evacuación:

Los establecimientos cuyo uso sea:

- Comercial o publica concurrencia de cualquier superficie.
- Docente, hospitalario, residencial público o administrativo con superficie construida mayor de 1.500m².

Y que estén integrados en un edificio cuyo uso principal sea distinto del suyo, deben cumplir las siguientes condiciones:

- Sus salidas de uso habitual y los recorridos hasta el espacio exterior seguro, estarán situados en elementos independientes de las zonas comunes del edificio y compartimentados respecto de este de igual forma que deba estarlo el establecimiento en cuestión.

Dichos elementos, podrán servir como salida de emergencia de otras zonas del edificio.

- Sus salidas de emergencia podrán comunicar con un elemento común de evacuación del edificio a través de un vestíbulo de independencia, siempre y cuando dicho elemento de evacuación este dimensionado teniendo en cuenta dicha circunstancia.

Una excepción a lo descrito anteriormente son los establecimientos de unos pública concurrencia con una superficie que no exceda de 500m² y que estén integrados en centros comerciales. Así, podrán tener salidas de uso habitual o de emergencia a las zonas comunes de circulación del centro.

Bibliografía: CTE DB SI Sección 3

Cálculo de la ocupación:

<i>Uso previsto</i>	<i>Zona, tipo de actividad</i>	<i>Ocupación (m²/persona)</i>
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc.	<i>Ocupación nula</i>
	Aseos de planta	3
<i>Residencial Vivienda</i>	Plantas de vivienda	20
<i>Residencial Público</i>	Zonas de alojamiento	20
	Salones de uso múltiple	1
	Vestíbulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
<i>Aparcamiento⁽²⁾</i>	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc.	15
	En otros casos	40
<i>Administrativo</i>	Plantas o zonas de oficinas	10
	Vestíbulos generales y zonas de uso público	2
<i>Docente</i>	Conjunto de la planta o del edificio	10
	Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc.	5
	Aulas (excepto de escuelas infantiles)	1,5
	Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas	2
<i>Hospitalario</i>	Salas de espera	2
	Zonas de hospitalización	15
	Servicios ambulatorios y de diagnóstico	10
	Zonas destinadas a tratamiento a pacientes internados	20
<i>Comercial</i>	En establecimientos comerciales:	
	áreas de ventas en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	áreas de ventas en plantas diferentes de las anteriores	3
	En zonas comunes de centros comerciales:	
	mercados y galerías de alimentación	2
	plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior	3
	plantas diferentes de las anteriores	5
	En áreas de venta en las que no sea previsible gran afluencia de público, tales como exposición y venta de muebles, vehículos, etc.	5
<i>Pública concurcencia</i>	Zonas destinadas a espectadores sentados:	
	con asientos definidos en el proyecto	1pers/asiento
	sin asientos definidos en el proyecto	0,5
	Zonas de espectadores de pie	0,25
	Zonas de público en discotecas	0,5
	Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etc.	1
	Zonas de público en gimnasios:	
	con aparatos	5

sin aparatos	1,5
Piscinas públicas	
zonas de baño (superficie de los vasos de las piscinas)	2
zonas de estancia de público en piscinas descubiertas	4
vestuarios	3
Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc.	1
Zonas de público en restaurantes de "comida rápida", (p. ej: hamburgueserías, pizzerías...)	1,2
Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1,5
Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc.	2
Vestíbulos generales, zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
Vestíbulos, vestuarios, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculos y de reunión	2
Zonas de público en terminales de transporte	10
Zonas de servicio de bares, restaurantes, cafeterías, etc.	10
Archivos, almacenes	40

Bibliografía: CTE DB SI Sección 3 y pag. 329-331 IVASPE

Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación:

El cálculo de la ocupación para un recinto, condiciona el número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación, debiendo ser estos:

Tabla 3.1. Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación⁽¹⁾

Número de salidas existentes	Condiciones
Plantas o recintos que disponen de una única salida de planta o salida de recinto respectivamente	No se admite en uso <i>Hospitalario</i>, en las plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo, así como en salas o unidades para pacientes hospitalizados cuya superficie construida exceda de 90 m². La ocupación no excede de 100 personas, excepto en los casos que se indican a continuación: - 500 personas en el conjunto del edificio, en el caso de salida de un edificio de viviendas; - 50 personas en zonas desde las que la evacuación hasta una salida de planta deba salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente; - 50 alumnos en escuelas infantiles, o de enseñanza primaria o secundaria. La longitud de los recorridos de evacuación hasta una salida de planta no excede de 25 m, excepto en los casos que se indican a continuación: - 35 m en uso <i>Aparcamiento</i>; - 50 m si se trata de una planta, incluso de uso <i>Aparcamiento</i>, que tiene una salida directa al espacio exterior seguro y la ocupación no excede de 25 personas, o bien de un espacio al aire libre en el que el riesgo de incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc. La altura de evacuación descendente de la planta considerada no excede de 28 m, excepto en uso <i>Residencial Público</i>, en cuyo caso es, como máximo, la segunda planta por encima de la de salida de edificio⁽²⁾, o de 10 m cuando la evacuación sea ascendente.
Plantas o recintos que disponen de más de una salida de planta o salida de recinto respectivamente ⁽³⁾	La longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no excede de 50 m, excepto en los casos que se indican a continuación: - 35 m en zonas en las que se prevea la presencia de ocupantes que duermen, o en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en uso <i>Hospitalario</i> y en plantas de escuela infantil o de enseñanza primaria. - 75 m en espacios al aire libre en los que el riesgo de declaración de un incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc. La longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos no excede de 15 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en uso <i>Hospitalario</i> o de la longitud máxima admisible cuando se dispone de una sola salida, en el resto de los casos. Si la altura de evacuación descendente de la planta obliga a que exista más de una salida de planta o si más de 50 personas precisan salvar en sentido ascendente una altura de evacuación mayor que 2 m, al menos dos salidas de planta conducen a dos escaleras diferentes.

⁽¹⁾ La longitud de los recorridos de evacuación que se indican se puede aumentar un 25% cuando se trate de sectores de incendio protegidos con una instalación automática de extinción.

⁽²⁾ Si el establecimiento no excede de 20 plazas de alojamiento y está dotado de un sistema de detección y alarma, puede aplicarse el límite general de 28 m de altura de evacuación.

⁽³⁾ La planta de salida del edificio debe contar con más de una salida:

- en el caso de edificios de Uso *Residencial Vivienda*, cuando la ocupación total del edificio exceda de 500 personas.
- en el resto de los usos, cuando le sea exigible considerando únicamente la ocupación de dicha planta, o bien cuando el edificio esté obligado a tener más de una escalera para la evacuación descendente o más de una para evacuación ascendente.

Bibliografía: CTE DB SI Sección 3 y pag. 331-332 IVASPE

Dimensionado de los medios de evacuación:

Las dimensiones que deben tener los medios de evacuación (puertas, pasillos, escaleras, etc.) estará condicionado por el número de personas que deben pasar por ellos, por lo que dependerá de la densidad de ocupación del establecimiento.

Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200^{(1)} \geq 0,80 \text{ m}^{(2)}$ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m}^{(3)(4)(5)}$
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. ⁽⁶⁾	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30 \text{ cm}$ cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30 \text{ cm}$ en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50 \text{ cm}^{(7)}$ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas ⁽⁸⁾	
para evacuación descendente	$A \geq P / 160^{(9)}$
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160 - 10h)^{(9)}$
Escaleras protegidas	$E \leq 3 S + 160 A_s^{(9)}$
Pasillos protegidos	$P \leq 3 S + 200 A^{(9)}$
En zonas al aire libre:	
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600^{(10)}$
Escaleras	$A \geq P / 480^{(10)}$

A= Anchura del elemento, [m]

A_s= Anchura de la *escalera protegida* en su desembarco en la planta de salida del edificio, [m]

h= *Altura de evacuación ascendente*, [m]

P= Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

E= Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las plantas situadas por debajo o por encima de ella hasta la planta de salida del edificio, según se trate de una escalera para evacuación descendente o ascendente, respectivamente. Para dicha asignación solo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de planta indicada en el punto 4.1 en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable;

S= *Superficie útil del recinto*, o bien de la *escalera protegida* en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas, incluyendo la superficie de los tramos, de los rellanos y de las mesetas intermedias o bien del pasillo protegido.

⁽¹⁾ La anchura de cálculo de una puerta de salida del recinto de una *escalera protegida* a planta de salida del edificio debe ser al menos igual al 80% de la anchura de cálculo de la escalera.

⁽²⁾ En *uso hospitalario* $A \geq 1,05 \text{ m}$, incluso en puertas de habitación.

⁽³⁾ En *uso hospitalario* $A \geq 2,20 \text{ m}$ ($\geq 2,10 \text{ m}$ en el paso a través de puertas).

⁽⁴⁾ En establecimientos de *uso Comercial*, la anchura mínima de los pasillos situados en áreas de venta es la siguiente:

- a) Si la superficie construida del área de ventas en la planta considerada excede de 400 m²:
 - si está previsto el uso de carros para transporte de productos: entre baterías con más de 10 cajas de cobro y estanterías: $A \geq 4,00 \text{ m}$. en otros pasillos: $A \geq 1,80 \text{ m}$.
 - si no está previsto el uso de carros para transporte de productos: $A \geq 1,40 \text{ m}$.
- b) Si la superficie construida del área de ventas en la planta considerada no excede de 400 m²:
 - si está previsto el uso de carros para transporte de productos: entre baterías con más de 10 cajas de cobro y estanterías: $A \geq 3,00 \text{ m}$. en otros pasillos: $A \geq 1,40 \text{ m}$.
 - si no está previsto el uso de carros para transporte de productos: $A \geq 1,20 \text{ m}$.

⁽⁵⁾ La anchura mínima es 0,80 m en pasillos previstos para 10 personas, como máximo, y estas sean usuarios habituales.

⁽⁶⁾ Anchura determinada por las proyecciones verticales más próximas de dos filas consecutivas, incluidas las mesas, tableros u otros elementos auxiliares que puedan existir. Los asientos abatibles que se coloquen automáticamente en posición elevada pueden considerarse en dicha posición.

⁽⁷⁾ No se limita el número de asientos, pero queda condicionado por la longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida del recinto.

⁽⁸⁾ Incluso pasillos escalonados de acceso a localidades en anfiteatros, graderíos y tribunas de recintos cerrados, tales como cines, teatros, auditorios, pabellones polideportivos etc.

⁽⁹⁾ La anchura mínima es la que se establece en DB SUA 1-4.2.2, tabla 4.1.

⁽¹⁰⁾ Cuando la evacuación de estas zonas conduzca a espacios interiores, los elementos de evacuación en dichos espacios se dimensionarán como elementos interiores, excepto cuando sean escaleras o pasillos protegidos que únicamente sirvan a la evacuación de las zonas al aire libre y conduzcan directamente a salidas de edificio, o bien cuando transcurran por un espacio con una seguridad equivalente a la de un sector de riesgo mínimo (p. ej. estadios deportivos) en cuyo caso se puede mantener el dimensionamiento aplicado en las zonas al aire libre.

Tabla 4.2. Capacidad de evacuación de las escaleras en función de su anchura

Anchura de la escalera en m	Escalera no protegida		Escalera protegida (evacuación descendente o ascendente) ⁽¹⁾						
	Evacuación ascendente ⁽²⁾	Evacuación descendente	Nº de plantas						
			2	4	6	8	10	cada planta más	
1,00	132	160	224	288	352	416	480	+32	
1,10	145	176	248	320	392	464	536	+36	
1,20	158	192	274	356	438	520	602	+41	
1,30	171	208	302	396	490	584	678	+47	
1,40	184	224	328	432	536	640	744	+52	
1,50	198	240	356	472	588	704	820	+58	
1,60	211	256	384	512	640	768	896	+64	
1,70	224	272	414	556	698	840	982	+71	
1,80	237	288	442	596	750	904	1058	+77	
1,90	250	304	472	640	808	976	1144	+84	
2,00	264	320	504	688	872	1056	1240	+92	
2,10	277	336	534	732	930	1128	1326	+99	
2,20	290	352	566	780	994	1208	1422	+107	
2,30	303	368	598	828	1058	1288	1518	+115	
2,40	316	384	630	876	1122	1368	1614	+123	

Número de ocupantes que pueden utilizar la escalera

⁽¹⁾ La capacidad que se indica es válida para escaleras de doble tramo, cuya anchura sea constante en todas las plantas y cuyas dimensiones de rellanos y de mesetas intermedias sean las estrictamente necesarias en función de dicha anchura. Para otras configuraciones debe aplicarse la fórmula de la tabla 4.1, determinando para ello la superficie S de la escalera considerada.

⁽²⁾ Según se indica en la tabla 5.1, las escaleras no protegidas para una evacuación ascendente de más de 2,80 m no pueden servir a más de 100 personas.

Bibliografía: Pag. 332-334 IVASPE y CTE DB SI Sección 3

Protección de las escaleras:

En la tabla siguientes se indican las condiciones de protección que deben cumplir las escaleras previstas para evacuación.

Tabla 5.1. Protección de las escaleras

Uso previsto ⁽¹⁾	Condiciones según tipo de protección de la escalera		
	h = altura de evacuación de la escalera P = número de personas a las que sirve en el conjunto de plantas		
	No protegida	Protegida ⁽²⁾	Especialmente protegida
Escaleras para evacuación descendente			
Residencial Vivienda	$h \leq 14$ m	$h \leq 28$ m	
Administrativo, Docente,	$h \leq 14$ m	$h \leq 28$ m	
Comercial, Pública Concur- rencia	$h \leq 10$ m	$h \leq 20$ m	
Residencial Público	Baja más una	$h \leq 28$ m ⁽³⁾	
Hospitalario			Se admite en todo caso
zonas de hospitalización o de tratamiento intensi- vo	No se admite	$h \leq 14$ m	
otras zonas	$h \leq 10$ m	$h \leq 20$ m	
Aparcamiento	No se admite	No se admite	
Escaleras para evacuación ascendente			
Uso Aparcamiento	No se admite	No se admite	
Otro uso: $h \leq 2,80$ m	Se admite en todo caso	Se admite en todo caso	Se admite en todo caso
$2,80 < h \leq 6,00$ m	$P \leq 100$ personas	Se admite en todo caso	
$h > 6,00$ m	No se admite	Se admite en todo caso	

⁽¹⁾ Las escaleras para evacuación descendente y las escaleras para evacuación ascendente cumplirán en todas sus plantas respectivas las condiciones más restrictivas de las correspondientes a los usos de los sectores de incendio con los que comuniquen en dichas plantas. Cuando un establecimiento contenido en un edificio de uso Residencial Vivienda no precise constituir sector de incendio conforme al capítulo 1 de la Sección 1 de este DB, las condiciones exigibles a las escaleras comunes son las correspondientes a dicho uso.

⁽²⁾ Las escaleras que comuniquen sectores de incendio diferentes pero cuya altura de evacuación no exceda de la admitida para las escaleras no protegidas, no precisan cumplir las condiciones de las escaleras protegidas, sino únicamente estar compartimentadas de tal forma que a través de ellas se mantenga la compartimentación exigible entre sectores de incendio, siendo admisible la opción de incorporar el ámbito de la propia escalera a uno de los sectores a los que sirve.

⁽³⁾ Cuando se trate de un establecimiento con menos de 20 plazas de alojamiento se podrá optar por instalar un sistema de detección y alarma como medida alternativa a la exigencia de escalera protegida.

Bibliografía: Pag. 334-335 IVASPE y CTE DB SI Sección 3

Puertas situadas en recorridos de evacuación:

Las puertas de salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y sistema de cierre que no actuará mientras haya actividad en la zona o bien tendrá un dispositivo de fácil apertura desde el lado de donde provenga la evacuación.

Dichas condiciones no son aplicables a las puertas automáticas.



Las puertas de salida abrirán en el sentido de la evacuación cuando:

- Este previsto el paso de:
 - Más de 200 personas en edificios de uso residencial.
 - Más de 100 personas en los demás casos.
- Este prevista para más de 50 personas del recinto o espacio en que esté situada.

Bibliografía: Pag. 335 IVASPE y CTE DB SI Sección 3

Señalización de los medios de evacuación:

La señalización de los medios de evacuación está definida en la norma UNE 23034:1988 de forma que:

- Las salidas del recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”, excepto en recintos con superficie inferior a 50m² y en edificios de uso residencial vivienda.
- Las salidas de uso exclusivo en caso de emergencia tendrán una señal con el rótulo “SALIDA DE EMERGENCIA”.
- Las puertas que estén en un recorrido de evacuación y que no tengan salida, tendrán una señal con el rótulo “Sin Salida”.
- Los itinerarios accesibles que conduzcan a una zona de refugio o a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán acompañados con el rótulo “ZONA DE REFUGIO”.
- Deben haber señales indicativas de dirección de los recorridos:
 - Visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas.
 - Frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor de 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
 - Puntos en los que existan alternativas que puedan inducir a error.
- Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal.

Bibliografía: Pag. 335 IVASPE y CTE DB SI Sección 3



Control del humo del incendio:

Los sistemas de control de humo y calor de un incendio nos permiten:

- Tener los recorridos de evacuación libres de humo.
- Mejorar las condiciones para la extinción.
- Retrasar un posible flashover.
- Proteger el contenido del edificio.
- Reducir los daños estructurales.

Entre los principales sistemas de contención de humos tenemos:

- Sistemas de contención: Nos permiten contener el humo mediante la formación de depósitos limitando el desplazamiento del humo, canalizando el humo en una dirección determinada o evitando o retardando la entrada de humo a otros espacios.

Un ejemplo son cortinas fijas, vidrios especiales resistentes al calor, etc..

- Sistemas para el control de la temperatura y evacuación de humos: Extraen el humo, permitiendo mantener niveles de humo reducidos en los recorridos de evacuación y permitiendo mantener unas condiciones de visibilidad y temperatura para la evacuación de ocupantes y protección de los servicios contra incendios.

Un ejemplo son aireadores naturales, exutorios, ventiladores para la extracción forzada, etc..

Según el CTE DB SI3, se debe instalar un sistema de control de humo de incendio capaz de garantizar dicho control durante la evacuación de los ocupantes en:

- Zonas de uso Aparcamiento que no tengan la consideración de aparcamiento abierto.

En estas zonas se considerarán válidos los sistemas de ventilación conforme a lo establecido en el DB HS-3, aunque cuando sean mecánicos deberán de cumplir una serie de condiciones adicionales.

- Establecimientos de unos Comercial o Pública Concurrencia cuya ocupación exceda de 1000 personas.
- Atrios, cuando su ocupación en el conjunto de las zonas y plantas que constituyan un mismo sector de incendio, exceda de 500 personas o este previsto para ser utilizado para la evacuación de más de 500 personas.



Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio:

En edificios de uso:

- Residencial Vivienda con altura de evacuación superior a 28m.
- Residencial Público, Administrativo o Docente con altura de evacuación superior a 14m.
- Comercial o Pública Concurrencia con altura de evacuación superior a 10m.
- Plantas de Aparcamiento con superficie de más de 1.500m².

En todos los edificios que cumplan las condiciones de uso expuestas anteriormente, toda planta que no sea de ocupación nula y que no disponga de alguna salida del edificio accesible, dispondrá de posibilidad de paso a un sector de incendio alternativo mediante una salida de planta accesible o bien una zona de refugio.

CTE DB SI Sección 3

DB SI4. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Dotación de instalaciones de protección contra incendios.

Extintores portátiles:

Se ubicarán en lugares fácilmente visibles y accesibles, próximos a los puntos donde se estime que hay mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a parámetros verticales de modo que la parte superior del extintor quede situada entre 80 y 120cm del suelo.

Los extintores que puedan estar sujetos a posibles daños químicos o atmosféricos, deberán estar protegidos convenientemente.

En función del uso previsto del edificio o establecimiento tendremos:

En general, el procedimiento para una correcta distribución de los extintores será:

- Deben colocarse extintores en todas y cada una de las plantas del edificio.
- Conviene situar un extintor junto a cada una de las salidas principales.
- Deben colocarse extintores cerca de los puntos de riesgo (cuadros eléctricos, etc.) y si el riesgo está dentro de un cuarto debe colocarse en el exterior cerca de su puerta.
- Una vez ubicados los extintores próximos a salidas y puntos de riesgo, se añadirán los necesarios para que desde cualquier origen de evacuación hasta un extintor, el recorrido real sea de 15m como máximo en la misma planta.
- En recintos diáfanos que no sea posible cumplir la condición anterior, habrá un extintor por cada 300m² construidos, repartidos de forma uniforme.

En uso hospitalario, se ubicarán en las zonas de riesgo especial alto, cuya superficie construida exceda de 500m², debiendo haber un extintor móvil de 25kg de polvo o de CO₂ por cada 2.500m² de superficie o fracción.

En uso comercial, se ubicarán en toda agrupación de locales de riesgo especial medio y alto cuya superficie construida total exceda de 1.000m², debiendo haber extintores móviles de 50kg de polvo por cada 1.000m² de superficie o fracción.

Pag. 1748-1749 IVASPE y RD 513/2017 de 22 de mayo, por el que se aprueba el RIPCI-Apéndice I y CTE DB SI Sección 4.



Hidrantes exteriores:

En función del uso previsto del edificio o establecimiento tendremos:

En general, se dotará de hidrantes exteriores si:

- La altura de evacuación descendente excede de 28m.
- La altura de evacuación ascendente excede de 6m.
- La densidad de ocupación es mayor de 1 persona cada 5m² y la superficie construida está entre 2.000 y 10.000m².

En residencial vivienda, administrativo, docente, instalaremos uno si la superficie total construida es entre 5.000 y 10.000m² + uno más por cada 10.000m² adicionales o fracción.

En residencial público, hospitalario, instalaremos uno si la superficie total construida está entre 2.000 y 10.000m² + uno por cada 10.000m² adicionales o fracción.

En comercial, aparcamiento, instalaremos uno si la superficie total construida está comprendida entre 1.000 y 10.000m² + uno más por cada 10.000m² adicionales o fracción.

En pública concurrencia, instalaremos en cines, teatros, auditorios y discotecas con superficie total construida está entre 500 y 10.000m² y en recintos deportivos con superficie construida entre 5.000 y 10.000m².

A la hora de calcular los hidrantes, para el compute de la dotación podemos considerar los que se encuentren en vía pública a menos de 100m de la fachada accesible del edificio.

Según el **Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI)**, en su anexo III “Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales”:

Se instalará un sistema de hidrantes exteriores si:

- Lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, de acuerdo con el artículo 1 del reglamento.
- Concurren las circunstancias que se reflejan en la siguiente tabla:

Hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona, su superficie construida y su nivel de riesgo intrínseco				
Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m ²)	Riesgo intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥ 300	NO	SI	
	≥ 1000	SI*	SI	
B	≥ 1000	NO	NO	SI
	≥ 2500	NO	SI	SI
	≥ 3500	SI	SI	SI
C	≥ 2000	NO	NO	SI
	≥ 3500	NO	SI	SI
D o E	≥ 5000	SI	SI	SI
	≥ 15000	SI	SI	SI

El número de hidrantes exteriores que deben instalarse se determinará de la siguiente forma:

- Cada hidrante cubrirá un radio de 40m medidos horizontalmente desde el emplazamiento del hidrante.
- Al menos uno de los hidrantes debe tener una salida de 100mm.
- La distancia medida perpendicularmente a la fachada entre el emplazamiento del hidrante y el límite exterior del edificio o zona protegida, debe ser al menos de 5m.
- Cuando por razones de ubicación, las condiciones locales no permitan la instalación de hidrantes exteriores, deberá justificarse razonada y fehacientemente.

El caudal y autonomía de los hidrantes será:

NECESIDADES DE AGUA PARA HIDRANTES EXTERIORES						
Configuración del establecimiento industrial	Nivel de riesgo intrínseco					
	Bajo		Medio		Alto	
Tipo	Caudal (l/m)	Autonomía (min)	Caudal (l/m)	Autonomía (min)	Caudal (l/m)	Autonomía (min)
A	500	30	1000	60		
B	500	30	1000	60	1000	90
C	500	30	1500	60	2000	90
D y E	1000	30	2000	60	3000	90

Bocas de incendio equipadas (BIEs):

Según el **RD 513/2017 de 5 de noviembre, por el que se aprueba el RIPCI- Apéndice I:**

Las bocas de incendio equipadas (BIEs) están compuestas por una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías para la alimentación de agua y las BIEs necesarias.

Pueden ser de 45mm y de 25mm.

Deben montarse sobre un soporte rígido de forma que su centro quede:

- Para BIEs de 45mm a 1,50m del suelo como máximo.
- Para BIEs de 25mm a 1,50m del suelo como máximo o más siempre y cuando la boquilla y la válvula de apertura manual estén situadas a la altura citada.

En cuanto a su ubicación:

- Se situarán siempre que sea posible, a una distancia máxima de 5m de las salidas de cada sector de incendio, sin que constituyan un obstáculo para la salida.
- En un sector de incendio deben de cubrir la totalidad de la superficie, considerando el radio de acción de la BIE la longitud de su manguera incrementada en 5.
- La separación máxima entre BIEs será de 50m.
- La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE más cercana no deberá ser superior a 25m.
- Alrededor de cada BIE habrá una zona libre de obstáculos que permita el acceso a ella y su maniobra sin dificultad.

Según el **CTE DB SI4**, en función del uso previsto del edificio o establecimiento tendremos:

En general, se dotarán de BIEs las zonas de riesgo especial alto, siendo de 45mm de Ø excepto en edificios de uso residencial vivienda que serán de 25mm de Ø.

En administrativo y en docente, se dotarán de BIEs cuando la superficie construida exceda de 2.000m².

En residencial público, se dotarán de BIEs cuando la superficie construida exceda de 1.000m² o el establecimiento está previsto para albergar a mas de 50 personas.

En hospitalario, se dotarán de BIEs en cualquier caso.

En comercial, en pública concurrencia y en aparcamientos, se dotarán de BIEs cuando la superficie construida exceda de 500m², excepto en aparcamientos robotizados.

CTE DB SI Sección 4 y RD 513/2017 de 5 de noviembre, por el que se aprueba el RIPCI- Apéndice I.



Columnas secas:

Según el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo en que se aprueba el Código Técnico de la Edificación en su Documento Base de Sistemas contra Incendios 5(**CTE DB SI 5**), si un edificio está equipado con una columna seca, debe haber acceso para un camión de bombeo a menos de 18m de cada punto de conexión, debiendo de ser visible el punto de conexión desde el camión.

Según el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo en que se aprueba el Código Técnico de la Edificación en su Documento Base de Sistemas contra Incendios 4(**CTE DB SI 4**), Deben tener una columna seca los edificios o establecimientos de tipo:

- Residencial vivienda, administrativo, residencial público, docente, comercial y pública concurrencia con una altura de evacuación superior a 24m.
- Hospitalario con una altura de evacuación superior a 15m.
- Aparcamiento si hay mas de 3 plantas bajo rasante o mas de 4 plantas sobre rasante, debiendo de haber tomas en todas sus plantas.

Según el Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales (**RSCIEI**), en su **anexo III**:

- Deben tener columna seca los establecimientos industriales con riesgo intrínseco medio o alto con una altura de evacuación de 15m o más.
- Las bocas de salida estarán situadas en los recintos de escaleras o en vestíbulos previos a ellas.

Pag. 405-409 IVASPE y RD 513/2017 de 22 de mayo, por el que se aprueba el RIPCI-Apéndice I.

Ascensor de emergencia:

En función del uso previsto del edificio o establecimiento tendremos:

En general, se dotará de ascensor de emergencia las plantas cuya altura de evacuación exceda de 28m.

En hospitalario, se dotarán de ascensor de emergencia las zonas de hospitalización y tratamiento intensivo cuya altura de evacuación exceda de 15m.

Sistemas de detección y alarma de incendios:

La **dotación en edificaciones de los sistemas de detección y alarma de incendios** según el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo en que se aprueba el Código Técnico de la Edificación en su Documento Base de Sistemas contra Incendios (CTE DB SI), será:

- En uso residencial: Tendremos sistema de detección y alarma de incendios si la altura de evacuación excede de los 50m, debiendo disponer el mismo de señales visuales además de acústicas.
- En uso hospitalario: Siempre tendremos sistema de detección y alarma de incendios. Dicho sistema debe de:
 - Disponer de detectores y de pulsadores manuales.
 - Permitir la transmisión de:
 - Alarmas locales.
 - Alarma general.
 - Instrucciones verbales.
 - Tener comunicación telefónica directa con el servicio de bomberos si el edificio dispone de mas de 100 camas.
- En uso residencial público: Tendremos sistema de detección y de alarma de incendio si la superficie construida excede de 500m².
- En uso administrativo y docente:

Tendrá sistema de detección de incendios cuando la superficie construida exceda de:

 - 2000m², debiendo haber detectores en las zonas de riesgo alto.
 - 5000m², debiendo haber detectores en todo el edificio.

Tendrá sistema de alarma de incendios cuando la superficie construida exceda de 1000m².
- En uso comercial:

Tendrá sistema de detección de incendios si la superficie construida excede de 2000m².

Tendrá sistema de alarma de incendios si la superficie construida excede de 1000m².
- En uso pública concurrencia:

Tendrá sistema de detección si la superficie construida excede de 1000m².

Tendrá sistema de alarma de incendios si la ocupación excede de 500 personas, debiendo el sistema de ser apto para emitir mensajes por megafonía.
- En uso aparcamiento: Tendrán sistema de detección de incendios:
 - Aparcamientos con superficie construida superior a 500m².
 - Todos los aparcamientos robotizados.

La **dotación en establecimientos industriales de los sistemas de detección y alarma de incendios** según el Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre en que se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI), será:

- Instalaremos sistemas automáticos de detección de incendio en los sectores de incendio del establecimiento industrial, cuando en ellos se desarrollen:
 - Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas de almacenamiento si:
 - Están ubicados en edificios tipo A y su superficie total construida es de 300m² o superior.
 - Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2000m² o superior.
 - Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000m² o superior.
 - Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y la superficie total construida es de 3000m² o superior.
 - Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2000m² o superior.
 - Actividades de almacenamiento si:
 - Están ubicados en edificios tipo A y su superficie total construida es de 150m² o superior.
 - Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1000m² o superior.
 - Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500m² o superior.
 - Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y la superficie total construida es de 1500m² o superior.
 - Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800m² o superior.

Cuando es exigible la instalación de un sistema automático de detección de incendio y las condiciones del diseño den lugar al uso de detectores térmicos, está podrá sustituirse por una instalación de rociadores automáticos de agua.

- Instalaremos sistemas manuales de alarma de incendio en los sectores de incendio del establecimiento industrial, cuando en ellos se desarrollen:
 - Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas de almacenamiento si:
 - Su superficie total construida es de 1000m² o superior.
 - No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.
 - Actividades de almacenamiento si:
 - Su superficie total construida es de 800m² o superior.
 - No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.

Los pulsadores de estas instalaciones se situarán junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, no debiendo haber mas de 25m desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador.

automáticos de agua.

- Instalaremos sistemas de comunicación de alarma de incendio en los sectores de incendio del establecimiento industrial, cuando la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio sea de 10.000m² o superior.

La señal acústica transmitida debe permitir diferenciar entre una “emergencia parcial” o una “emergencia general”, y será preferente el uso de un sistema de megafonía.

Pag. 381-382 IVASPE

Sistemas fijos de extinción de incendios:

Debemos **dotar una edificación con instalaciones automáticas de extinción de incendios**, según el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo en que se aprueba el Código Técnico de la Edificación en su Documento Base de Sistemas contra Incendios (CTE DB SI):

- En uso general:
 - Cuando la altura de evacuación exceda de 80m.
 - En cocinas cuando:
 - La potencia instalada exceda de 20kW en uso hospitalario o uso residencial público.
 - La potencia instalada exceda de 50kW en cualquier otro caso.

- En centros de transformación, cuando los aparatos tengan un aislamiento dieléctrico con punto de inflamación menor de 300°C y potencia instalada:
 - 1000 KVA en cada aparato (630 KVA si al centro de transformación se accede desde el interior de un edificio de pública concurrencia).
 - 4000 KVA en el conjunto de los aparatos (2520 KVA si al centro de transformación se accede desde el interior de un edificio de pública concurrencia).
- En uso comercial: Si la superficie total construida del área pública de ventas excede de 1500m² y la densidad de carga de fuego aportada por los productos comercializados es mayor de 500 MJ/m².

La instalación automática de extinción de incendios deberá estar tanto en el área pública de ventas, como en los locales y zonas de riesgo especial medio alto.
- En uso residencial público, cuando:
 - La altura de evacuación exceda de 28m.
 - La superficie construida del establecimiento exceda de 5000m².
- En aparcamientos, cuando estén robotizados.

Pag. 382-383 IVASPE y CTE DB SI4

La **dotación en establecimientos industriales de las instalaciones automáticas de extinción de incendios** según el Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre en que se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI), será:

- Instalaremos sistemas de rociadores automáticos de agua en los sectores de incendio del establecimiento industrial, cuando en ellos se desarrollen:
 - Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas de almacenamiento si:
 - Están ubicados en edificios tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500m² o superior.
 - Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2500m² o superior.
 - Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000m² o superior.

- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y la superficie total construida es de 3500m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2000m² o superior.
- Actividades de almacenamiento si:
 - Están ubicados en edificios tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 300m² o superior.
 - Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1500m² o superior.
 - Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800m² o superior.
 - Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y la superficie total construida es de 2000m² o superior.
 - Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000m² o superior.

Cuando es exigible la instalación de un sistema automático de detección de incendio y las condiciones del diseño den lugar al uso de detectores térmicos, está podrá sustituirse por una instalación de rociadores automáticos de agua.

- Instalaremos sistemas de agua pulverizada:
 - Cuando por la configuración, contenido, proceso y ubicación del riesgo, sea necesario refrigerar partes de este para asegurar la estabilidad de su estructura y evitar los efectos del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano.
 - En los sectores y áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas.

- Instalaremos sistemas de espuma física:
 - En aquellos sectores de incendio y áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas.
 - Cuando existan áreas de un sector de incendio en las que se manipulan líquidos inflamables que en caso de incendio puedan propagarse a otros sectores.
- Instalaremos sistemas de extinción por polvo en aquellos sectores de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas.
- Instalaremos sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos:
 - En aquellos sectores de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas.
 - En recintos en donde la protección con sistemas de agua puede dañar los equipos y materiales que contienen (equipos electrónicos, centros de cálculo, bancos de datos, etc.).

Pag. 383-384 IVASPE

DB SI5. INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS

Condiciones de aproximación:

Los viales de aproximación de los vehículos de bomberos deben cumplir las condiciones siguientes:

- Anchura mínima libre 3,5m.
- Altura mínima libre o galibo 4,5m.
- Capacidad portante del vial 20kN/m².

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser de 5,30m y 12,50m, con una anchura libre para la circulación de 7,20m.

Bibliografía: CTE DB SI Sección 5 y Pag. 396 IVASPE



Entorno de los edificios:

Los edificios con una altura descendente mayor de 9m deben disponer de un espacio de maniobra para los bomberos que cumpla las siguientes condiciones:

- Anchura mínima libre 5m.
- Altura libre como la del edificio.
- Separación máxima del vehículo de bomberos a la fachada del edificio:
 - En edificios de hasta 15m de altura de evacuación 23m.
 - En edificios de más de 15m y hasta 20m de altura de evacuación 18m.
 - En edificios de más de 20m de altura de evacuación 10m.
- Distancia máxima hasta los accesos al edificio necesarios para llegar a todas sus zonas 30m.
- Pendiente máxima del 10%.
- Resistencia al punzonamiento del suelo 100kN sobre 20 cm de $\varnothing$ (incluidas las tapas de registro de las canalizaciones de servicios públicos mayores de 0,15x0,15m).

El entorno estará libre de obstáculos (árboles, jardineras, etc.).

Si se prevé el acceso a una fachada mediante escalera hidráulica, deberá estar libre de cables eléctricos, ramas, etc..

Si el edificio dispone de columna seca, debe hacer un acceso para un equipo de bombeo a menos de 18m de cada punto de conexión a ella. Dicho punto de conexión debe ser visible desde el camión de bombeo.

En vías de acceso sin salida de más de 20m de largo, debe hacer un espacio suficiente para la maniobra de los vehículos del servicio de extinción de incendios.

En zonas edificadas limítrofes o interiores a áreas forestales, deben cumplirse las siguientes condiciones:

- Debe haber una franja de 25m de ancho separando la edificación de la zona forestal.
- La zona edificada debe disponer preferentemente de 2 vías de acceso alternativas y en caso de no ser esto posible, el acceso único debe finalizar en un círculo de 12,50m de radio.

Bibliografía: CTE DB SI Sección 5 y pag. 396-397 IVASPE



Accesibilidad por fachada:

Las fachadas deben disponer de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal de los servicios de extinción de incendios. Dichos huecos cumplirán las siguientes condiciones:

- Altura del alfeizar respecto al nivel de planta no superior a 1,20m.
- Anchura mínima 0,80m.
- Altura mínima 1,20m.
- Distancia máxima entre 2 huecos consecutivos 25m.

Los aparcamientos robotizados dispondrán en cada sector de incendios de una vía compartimentada que permita el acceso de los bomberos hasta cada nivel existente, así como de un sistema mecánico de extracción de humos capaz de realizar 3 renovaciones/hora.

Bibliografía: CTE DB SI Sección 5 y pag. 398 IVASPE

DB SI6. RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

La elevación de la temperatura en un edificio afecta a su estructura de 2 formas:

1. Los materiales ven afectadas sus propiedades, modificándose así su capacidad mecánica.
2. Aparecen acciones indirectas por las deformaciones de los elementos.

Resistencia al fuego de las estructuras:

Normalmente, el estudio de la resistencia al fuego de los elementos estructurales individuales lo realizaremos con una curva normalizada tiempo/temperatura.

Un elemento tiene suficiente resistencia al fuego si durante un incendio, el valor de cálculo del efecto de las acciones en cualquier momento, no supera el valor de la resistencia de dicho elemento.

En sectores de riesgo mínimo y aquellos sectores de incendio en los que no sea previsible la existencia de fuegos totalmente desarrollados, la comprobación de la resistencia al fuego puede hacerse elemento a elemento mediante el estudio de fuegos localizados.

En un elemento estructural, la temperatura crítica es aquella en la que su capacidad mecánica desciende por debajo de la necesaria para soportar las cargas que actúan sobre el.

En un elemento estructural, la carga crítica es aquella carga que puede soportar a una determinada temperatura teniendo en cuenta las capacidades mecánicas que presenta a esa temperatura.

El RD842/2013 clasifica los materiales de construcción teniendo en cuenta:

- La contribución a la propagación del fuego:

A1	No combustible; sin contribuir al fuego en grado máximo
A2	No combustible; sin contribuir al fuego en grado menor.
B	Combustible con contribución muy limitada al fuego.
C	Combustible con contribución limitada al fuego.
D	Combustible con contribución media al fuego.
E	Combustible con contribución alta al fuego.
F	Sin clasificar, sin comportamiento determinado.

- La opacidad del humo:

s1	Baja opacidad.
s2	Opacidad media.
s3	Alta opacidad.

- La caída de gotas o partículas inflamadas:

d0	No las produce.
d1	Las produce en grado medio.
d2	Las produce en grado alto.

También utilizaremos los subíndices:

- FL para materiales de suelos.
- L para materiales de aislamiento de tuberías y conducciones.
- CA para cables eléctricos.
- ROOF para cubiertas.

En general, observando las tablas podemos decir que excepto para la contribución a la propagación del fuego de tipo F, a medida que van creciendo o avanzando en las tablas el comportamiento durante un incendio es más desfavorable.

La norma UNE-EN 13501-2, clasifica y define la resistencia al fuego de los materiales de construcción según:

- R Capacidad portante.
- E Integridad.
- I Aislamiento.
- W Radiación.
- M Acción mecánica.

- C Cierre automático.
- S Estanqueidad ante el humo.
- G Resistencia al fuego de hollín.
- K Aptitud de protección ante el fuego.
- Ink Slow Curva de calentamiento lento.
- Sn Fuego semi-natural.
- Ef Fuego externo.

Bibliografía: CTE DB SI Sección 6 y Pag. 1202-1205 y 1241 IVASPE

Elementos estructurales principales:

Consideraremos suficiente la resistencia al fuego de un elemento estructural principal si cumple alguno de estos 2 requisitos:

1. Alcanza la clase indicada en las tablas 3.1 y 3.2.

Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales

Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante		
		altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar ⁽²⁾	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 ⁽³⁾	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 ⁽⁴⁾		

⁽¹⁾ La *resistencia al fuego* suficiente R de los elementos estructurales de un suelo que separa *sectores de incendio* es función del uso del sector inferior. Los elementos estructurales de suelos que no delimitan un *sector de incendios*, sino que están contenidos en él, deben tener al menos la *resistencia al fuego* suficiente R que se exija para el uso de dicho sector

⁽²⁾ En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la *resistencia al fuego* exigible a edificios de uso *Residencial Vivienda*.

⁽³⁾ R 180 si la *altura de evacuación* del edificio excede de 28 m.

⁽⁴⁾ R 180 cuando se trate de *aparcamientos robotizados*.

Tabla 3.2 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en los edificios⁽¹⁾

Riesgo especial bajo	R 90
Riesgo especial medio	R 120
Riesgo especial alto	R 180

⁽¹⁾ No será inferior al de la estructura portante de la planta del edificio excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.

La *resistencia al fuego* suficiente R de los elementos estructurales de un suelo de una zona de riesgo especial es función del uso del espacio existente bajo dicho suelo

2. Soporta dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el anejo B y que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$t_{e,d} = K_b \cdot W_f \cdot K_c \cdot q_{f,d}$$

Siendo:

K_b el coeficiente de conversión en función de las propiedades térmicas de la envolvente del sector (aprox. 0,07).

W_f el coeficiente de ventilación en función de la forma y tamaño del sector.

K_c El coeficiente de corrección según el material estructural.

$q_{f,d}$ el valor de cálculo de la densidad de carga de fuego en función del uso del sector en MJ/m².

Tabla B.6. Valores de densidad de carga de fuego variable característica según el uso previsto

	Valor característico [MJ/m ²]
Comercial	730
Residencial Vivienda	650
Hospitalario / Residencial Público	280
Administrativo	520
Docente	350
Pública Concurrencia (teatros, cines)	365
Aparcamiento	280

Los elementos y la estructura principal de las cubiertas ligeras no previstas para ser utilizadas en la evacuación de ocupantes y cuya altura respecto de la rasante exterior no exceda de 28m, podrán ser R 30 cuando:

- Su fallo no ocasione daños graves a los edificios o establecimientos próximos.
- No comprometa la estabilidad de otras plantas inferiores.
- No comprometa la compartimentación de los sectores de incendio.

Una cubierta es ligera cuando la carga permanente de su cerramiento no excede de 1 kN/m².

Los elementos estructurales de una escalera protegida o un pasillo protegido serán como mínimo R 30.

En escaleras especialmente protegidas no se exige resistencia al fuego a los elementos estructurales.

Bibliografía: CTE DB SI Sección 6



Elementos estructurales secundarios:

Los elementos estructurales cuyo colapso ante la acción directa del incendio no puedan ocasionar daño a los ocupantes, ni comprometer la estabilidad global de la estructura, la evacuación o la compartimentación en sectores de incendio del edificio, no precisan cumplir ninguna exigencia de resistencia al fuego.

No obstante, todo suelo que deba garantizar la resistencia al fuego R de la tabla 3.1 anterior, debe ser accesible al menos por una escalera que garantice esa misma resistencia o sea protegida.

Bibliografía: CTE DB SI Sección 6

Resistencia al fuego de las estructuras de hormigón armado:

Los valores calculados de la resistencia al fuego de los elementos de hormigón los podemos representar en una curva normalizada tiempo/temperatura.

Dichos elementos estructurales, deben diseñarse de forma que ante el desconchado (spalling) del hormigón:

- El fallo por anclaje o la pérdida de capacidad de giro tenga una menor probabilidad de aparición que el fallo por flexión, por esfuerzo cortante o por cargas axiales.

Bibliografía: CTE DB SI Sección 6

Comportamiento del acero en el hormigón armado frente a la acción del fuego:

En la siguiente tabla podemos ver la temperatura crítica del acero utilizado en el hormigón armado y pretensado:

Estructura	Naturaleza del acero	Temperatura crítica °C	% Disminución resistencia	
			25%	50%
HORMIGÓN ARMADO	SUAVE	550	600	650
	SEMIDURO	550	500	600
HORMIGÓN PRETENSADO	ALAMBRE	450	500	550
	CABLE	300	350	400

Temperaturas críticas del acero.

Los principales factores que condicionan el calentamiento del acero del hormigón armado son:

- La intensidad del calentamiento.
- La masa de la pieza.
- La presencia de pantallas de protección.
- El recubrimiento de las armaduras y su espesor.

El aumento de temperatura en el hormigón armado afecta de forma importante a la adherencia entre el hormigón y el acero. Así:

- A 400°C se reduce a un 65%.
- A 600°C se reduce a un 35%.
- Entre 600 y 800°C, la adherencia prácticamente desaparece.

Bibliografía: Pag. 1212-1213 IVASPE

Comportamiento del hormigón frente a la acción del fuego:

La evolución del hormigón a medida que aumenta la temperatura ante la acción del fuego es:

- A 100°C, empieza a evaporarse el agua libre o capilar que hay en el hormigón.
- Entre 200 y 300°C, la pérdida de agua capilar es completa.
- Entre 300 y 400°C, se produce la pérdida de agua de gel del cemento, disminuyendo la resistencia y apareciendo las primeras fisuras superficiales en el hormigón.
- A 400°C, Una parte del hidróxido cálcico procedente de la hidratación de los silicatos se transforma en cal viva.
- Sobre los 600°C, los áridos se expanden fuertemente y con diferente intensidad, empezando a disgregarse el hormigón.

Cambios de coloración y resistencia del hormigón con el aumento de temperatura:

Temperatura °C.	Color del hormigón.	Resistencia residual en % de la resistencia inicial.	Módulo de elasticidad en % del módulo inicial.
20	Gris	100	100
200	Gris	95	70
300	Rosa	95	50
400	Rosa	80	38
500	Rosa	75	35
600	Rojo	55	20
900	Gris rojizo	10	0
1000	Amarillo anaranjado	0	0

Entre 1.000 y 1.200°C, el color será amarillo claro y la resistencia nula, quedando un material calcinado y blando.

Bibliografía: Pag. 1214-1215 IVASPE

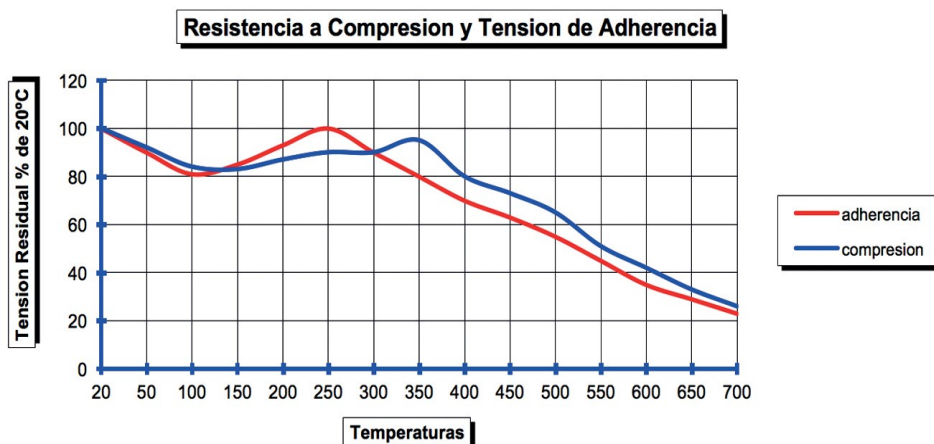
Comportamiento del hormigón armado frente a la acción del fuego:

El hormigón armado está formado por acero y hormigón, siendo el acero más sensible al calor, motivo por el cual debemos protegerlo mediante recubrimientos de hormigón apropiados o capas aislantes térmicas.

A temperaturas normales, el coeficiente de dilatación térmica de ambos materiales es muy parecido, sin embargo, a temperaturas elevadas el coeficiente de dilatación térmica del acero puede llegar a ser 30 veces superior al del hormigón haciendo que aparezcan tensiones importantes que hagan saltar los recubrimientos.

La tensión de adherencia de las armaduras del hormigón armado dependerá de:

- El diámetro de la armadura: A mayor diámetro de la armadura mayor tensión de adherencia.
- La resistencia del hormigón: A mayor resistencia del hormigón mayor tensión de adherencia.
- La temperatura: A medida que aumenta la temperatura se produce una disminución de la tensión de adherencia.



En la gráfica podemos observar que:

- En lugar de seguir una tónica descendente continua como cabría esperar, desde los 100-150°C hasta los 250°C, se produce un aumento debido a la dilatación de las armaduras que afecta a la compresión del hormigón circundante de las armaduras.
- A partir de los 300°C, el hormigón ya no soporta la tensión producida por la dilatación de las armaduras y se produce un rápido descenso de la resistencia.

Bibliografía: Pag. 1215-1218 IVASPE y CTE DB SI Sección 6



Niveles de patologías del hormigón armado tras la acción del fuego:

Podemos clasificar el nivel de las patologías en el hormigón armado tras la acción del fuego en A, B, C, D y E.

- Nivel A:
 - No hay daño de los elementos estructurales y solo se aprecian algunos desprendimientos de los yesos de acabado y pequeñas roturas del hormigón.
 - Se han alcanzado temperaturas de 350-400°C y la coloración será gris o con un ligero tono rosáceo.
 - Se produce una pérdida de la resistencia de entre 10 a 20%.
- Nivel B:
 - Se aprecian pérdidas considerables de los yesos de acabado y pequeñas roturas del hormigón, apareciendo microfisuras en su superficie.
 - Se pueden haber alcanzado temperaturas hasta 600-650°C y la coloración puede ir de rosácea hasta gris rojizo.
 - Se produce una pérdida de resistencia de entre 10 a 50%.
- Nivel C:
 - Se produce una pérdida total de los yesos de acabado y roturas importantes en el hormigón.
 - La coloración será gris rojizo o ante.
 - Las armaduras permanecerán adheridas al hormigón, no existiendo más de una barra que presente síntomas de pandeo.
 - Se produce una pérdida de resistencia de entre 40-60%.
- Nivel D:
 - Las roturas y desprendimientos del hormigón dejan al aire prácticamente todas las armaduras.
 - La coloración será ante.
 - Tendremos más de una barra principal con síntomas de pandeo, los pilares mostrarán signos de deformación y pueden aparecer grietas de cortante de varios milímetros de ancho.
 - Se produce una pérdida de resistencia de entre 70-80%.
- Nivel E:
 - Se produce el colapso parcial de los elementos estructurales.

Bibliografía: Pag. 1220-1223 IVASPE

Comportamiento de los sistemas estructurales de hormigón armado frente a la acción del fuego:

Estructuras de hormigón armado in situ realizadas en la actualidad:

Son las más usuales y se realizan in situ haciéndoles adoptar la forma correspondiente en el lugar donde van a realizar su función.

Su principal característica es la unidad estructural de las vigas, pilares, forjados y viguetas (Ej: si un pilar se ve afectado por el fuego, los elementos estructurales más próximos reorganizan sus esfuerzos y absorben los esfuerzos que debería soportar el pilar afectado), lo cual hace que la probabilidad de colapso de la estructura durante la extinción sea muy baja.

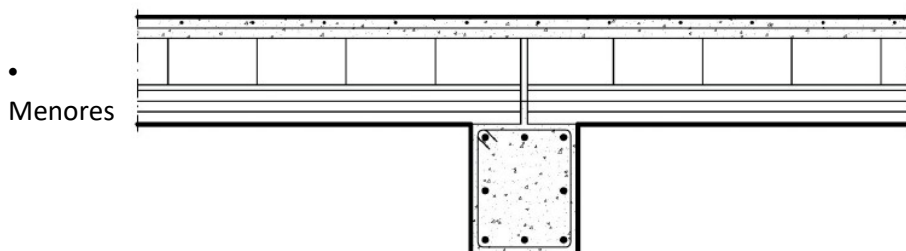
Son las estructuras más resistentes que nos podemos encontrar en un edificio, siendo muy difícil que nos podamos encontrar con algún riesgo estructural durante la extinción del incendio.

Estructuras de hormigón armado de 30-40 años:

El sistema constructivo de las estructuras es de pilares, vigas colgadas y forjados apoyados en las vigas.

Las principales diferencias entre estas estructuras y las actuales son:

- Menor resistencia de los materiales que componen el hormigón armado (acero y hormigón).
- El que las vigas estén colgadas y no metidas dentro del forjado hace que sus nudos o uniones sean menos hiperestáticos, lo cual aunque sigue siendo difícil, hace más probable que algún elemento estructural colapse.



recubrimientos en las armaduras, con lo que en un incendio las armaduras quedan expuestas al incendio antes.

Estructuras de hormigón armado prefabricadas:

Se realizan por partes en una fábrica con hormigones de más calidad y mejores controles de calidad, para montarlas luego en donde se va a construir el edificio.

Su diferencia, además de que no se hacen in situ en donde se va a construir el edificio, radica en que a la hora de montarlas o ensamblarlas en obra, en ocasiones los nudos o uniones se realizan con un bajo nivel de empotramiento o incluso con simples apoyos, lo cual afectará de forma negativa al comportamiento de la estructura frente al fuego.

Resistencia al fuego de los elementos de acero:

Las estructuras de acero presentan un mal comportamiento frente a la acción de los incendios, ya que sus propiedades mecánicas varían mucho al aumentar la temperatura.

- Los aceros mantienen su densidad al aumentar la temperatura.
- La relación tensión-deformación se ve alterada con el aumento de la temperatura.
- El módulo de la elasticidad varía con el aumento de la temperatura, lo que reduce la resistencia del material a ser deformado.
- El acero se dilata con la temperatura, lo que provoca un aumento de la longitud del mismo que si está impedido por otros componentes de la estructura generará esfuerzos y empujes adicionales que pueden provocar el colapso de la misma.

En general, aunque el acero es incombustible, el aumento de temperatura provoca una gran pérdida de su capacidad mecánica.

Así, la temperatura crítica del acero estructural son 538°C que es cuando se produce el colapso, dicha temperatura en un incendio tipo se alcanzaría aproximadamente a los 5 minutos de originarse.

Por todo lo expuesto y dado el mal comportamiento de las estructuras de acero en los incendios, cuando en nuestro trabajo como bomberos nos enfrentemos a una extinción en un recinto de estas características, deberemos prever la inestabilidad estructural y adoptar las correspondientes medidas de seguridad.

Los valores calculados de la resistencia al fuego de los elementos de acero los podemos representar en una curva normalizada tiempo/temperatura.

Para calcular dichos valores podemos tener en cuenta lo siguiente:

- Podemos considerar que las coacciones en los apoyos y extremos en situación de cálculo frente al fuego no varían con respecto a las que se producen a temperatura normal.
- Podemos considerar que la clase de las secciones transversales en situación del cálculo frente al fuego es la misma que a temperatura normal.
- Debemos tener en cuenta que en elementos con secciones de pared delgada (clase 4), la temperatura del acero en todas las secciones transversales no debe superar los 350°C.
- En elementos de acero revestidos con productos de protección con marcado CE, los valores de protección que estos aportan serán los avalados por dicho marcado.

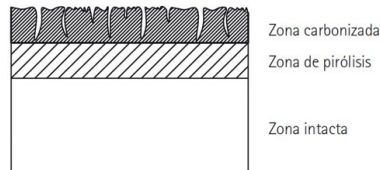
Bibliografía: CTE DB SI Sección 6 y Pag. 1239-1243 IVASPE

Resistencia al fuego de las estructuras de madera:

En general, la madera presenta un buen comportamiento frente al fuego, ya que debido a su baja conductividad térmica, la combustión se produce únicamente en su capa exterior.

Así, durante la combustión podemos diferenciar 3 capas:

- Una capa exterior carbonizada que protege a la capa contigua.
- Una capa interior en la que se produce la pirólisis.
- Una capa interior intacta.



La pirólisis extrema que solo deja carbono como residuo se llama carbonización.

Según el CTE, consideraremos constante durante todo el tiempo de exposición al fuego la velocidad de carbonización para maderas sin protección y su valor se determinará con la siguiente tabla:

Tabla E.1. Velocidad de carbonización nominal de cálculo, β_n , de maderas sin protección

	β_n (mm/min)
Coníferas y haya	
Madera laminada encolada con densidad característica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,70
Madera maciza con densidad característica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,80
Frondosas	
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica de 290 kg/m^3 ⁽¹⁾	0,70
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,55
Madera microlaminada	
Con una densidad característica $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,70

⁽¹⁾ Para densidad característica comprendida entre 290 y 450 kg/m^3 , se interpolará linealmente

En realidad, la velocidad de carbonización no será constante, sino que disminuirá conforme aumente la capa carbonizada.

El aislamiento proporcionado por la capa carbonizada es seis veces superior al de la madera a temperatura ambiente, lo cual le permite mantener en su interior una temperatura mucho menor, manteniendo así sus propiedades físico-mecánicas. Así, la pérdida de capacidad portante de la madera se debe principalmente a la pérdida de su sección inicial y no al deterioro de las propiedades del material.

El comportamiento de la madera en un incendio depende también de otros factores como:

- El estado de conservación de la madera.
- La relación entre la superficie y el volumen de la pieza.
- La densidad de la madera.
- El contenido de humedad.
- La existencia de fendas.

Los valores calculados de la resistencia al fuego de los elementos estructurales de madera los podemos representar en una curva normalizada tiempo/temperatura.

Bibliografía: CTE DB SI Sección 6 y Pag. 1206-1209 IVASPE

Resistencia al fuego de los elementos de fábrica:

En las siguientes tablas podemos ver la resistencia al fuego que aportan los elementos de fábrica de ladrillo cerámico o sílico-calcareo y los de bloques de hormigón según una curva normalizada tiempo/temperatura.

Tabla F.1. Resistencia al fuego de muros y tabiques de fábrica de ladrillo cerámico o sílico-calcareo

Tipo de revestimiento		Espesor e de la fábrica en mm					
		Con ladrillo hueco			Con ladrillo macizo o perforado		Con bloques de arcilla aligerada
		40≤e<80	80≤e<110	e≥110	110≤e<200	e≥200	140≤e<240 e≥240
Sin revestir		(1)	(1)	(1)	REI-120	REI-240	(1)
Enfoscado	Por la cara expuesta	(1)	EI-60	EI-90	EI-180	REI-240	EI-180 EI-240
	Por las dos caras	EI-30	EI-90	EI-120	REI-180	REI-240	REI-180 REI-240
	Por la cara expuesta	EI-60	EI-120	EI-180	EI-240	REI-240	EI-240 EI-240
Guarnecido	Por las dos caras	EI-90	EI-180	EI-240	EI-240	REI-240	EI-240 RE-240 REI-180
							REI-240

(1) No es usual

Tabla F.2. Resistencia al fuego de muros y tabiques de fábrica de bloques de hormigón

Tipo de cámara	Tipo de árido	Tipo de revestimiento	Espesor nominal en mm	Resistencia al fuego
Simple	Síliceo	Sin revestir	100	EI-15
			150	REI-60
			200	REI-120
	Calizo	Sin revestir	100	EI-60
			150	REI-90
			200	REI-180
	Volcánico	Sin revestir	120	EI-120
			200	REI-180
		Guarnecido por las dos caras	90	EI-180
			120	EI-180
Doble	Arcilla expandida	Sin revestir	150	EI-180
			200	REI-240
		Guarnecido por las dos caras	150	RE-240 / REI-80
			150	RE-240 / REI-80

En general, un incendio no suele afectar en gran medida al comportamiento de los muros, aunque su resistencia a la acción del fuego dependerá de:

- El material de que esté realizado.
- El espeso del propio muro.
- Su esbeltez.
- Las cargas que soporte.
- La carga térmica que haya en el recinto.
- Su estado de conservación.

Bibliografía: CTE DB SI Sección 6 y Pag. 1209-1210 IVASPE