



TESIS DOCTORAL, MADRID 2015

**MÉTODO DE CÁLCULO PARA LA ASIGNACIÓN DE
OCUPANTES A LOS ELEMENTOS DE EVACUACIÓN DE
UN EDIFICIO BAJO LA HIPÓTESIS DE BLOQUEO**
(según CTE DB-SI3)

AUTOR DE TESIS

JOSÉ IGNACIO LEITE MARTÍNEZ, ARQUITECTO

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA ARQUITECTÓNICAS
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

Tesis doctoral

Método de cálculo para la asignación de ocupantes a los elementos de evacuación de un edificio bajo la hipótesis de bloqueo (según CTE DB-SI3)

Autor de tesis

José Ignacio Leite Martínez, Arquitecto

Director de tesis

Dr. César Bedoya Frutos, Arquitecto, catedrático de la E.T.S. de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid

Madrid, Diciembre de 2015



POLITÉCNICA

Tribunal nombrado por el Sr. Rector Magfco. de la Universidad Politécnica de Madrid, el
día.....de.....de 20....

Presidente:_____

Vocal: _____

Vocal: _____

Vocal: _____

Secretario: _____

Suplente: _____

Suplente: _____

Realizado el acto de defensa y lectura de la Tesis el día.....de.....de 20.....
en la E.T.S.I. /Facultad.....

Calificación

EL PRESIDENTE

LOS VOCALES

EL SECRETARIO

Método de cálculo para la asignación de ocupantes a los elementos de evacuación de un edificio bajo la hipótesis de bloqueo.

José Ignacio Leite Martínez, Arquitecto

Number of pages: 239

Illustrations: José Ignacio Leite Martínez (pictures by others)

Keywords: Fire, evacuation, method of calculation, assignments, unavailable exit, egress, exit choice, emergency, all possible scenarios of fire, dimensioning elements of evacuation, escape routes

Abstract

El buen dimensionado de los elementos de evacuación de los edificios es fundamental para conseguir una evacuación segura de los ocupantes en un evento accidental de fuego. Para ello es necesario conocer previamente la asignación de personas que previsiblemente los van a utilizar en caso de emergencia. En el presente trabajo de investigación, se desarrolla un método de cálculo que permite abarcar todos los escenarios posibles de bloqueos en caso de incendio permitiendo así conocer de antemano las distribuciones de personas en las vías de evacuación de manera conservadora. Dicho método de cálculo es aplicable tanto la justificación del cumplimiento de CTE DB-SI3, como en cualquier reglamentación internacional de protección contra incendios.

A good dimensioning of egress and elements of evacuation in buildings is essential for a safe evacuation of occupants in event of accidental fire.

This requires prior knowledge of allocated number of people that will use them in an emergency. In this research, a calculation method is developed to cover every possible scenario of unavailable exit in case of fire, thereby allowing to know in advance the distributions of people on the escape routes and conservatively.

This calculation method is applicable to both the confirmation of compliance with Spanish regulations, as in any international fire code.

© Copyright: José Ignacio Leite Martínez, 2015

El presente trabajo está dedicado a:

Ana Guyatt

Milucha Martínez y Adolfo Leite

Rafael Castro y Carlos Seoane

Quisiera dar las gracias a todos los que me han ayudado en la realización de esta tesis. Tengo muy presentes a quienes me introdujeron y me facilitaron los primeros pasos y han puesto a mi alcance los medios, los que me han ayudado y todas aquellas que me han dado consejo y ánimo, sin el cual no habría concluido este trabajo.

De todos aquellos que me han ayudado, quiero hacer mención especial a mi director de tesis que con gran paciencia me ha aconsejado, así como por su inestimable confianza y apoyo.

A todos ellos, quiero manifestar mi más sincero agradecimiento.

iñaki leite, Diciembre 2015

INDICE

1 – INTRODUCCIÓN	1
1.1 ASIGNACIONES	2
1.2 OBJETIVOS	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 METODOLOGÍA Y SÍNTESIS	4
1.5 LIMITACIONES E HIPÓTESIS	6
1.6 DEFINICIONES	6
2 – ESTADO DEL ARTE DEL CÁLCULO DE ASIGNACIONES	15
2.1 REGLAMENTACIÓN ESPAÑOLA	15
2.2 REGLAMENTACIÓN EN OTROS PAÍSES	19
2.3 INGENIERÍA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	23
3 – REVISIÓN CRÍTICA	27
3.1 HIPÓTESIS DE OCUPACIÓN	28
3.2 BLOQUEOS DE SALIDAS	32
3.3 ESCENARIOS DE FUEGO	44
3.4 DIMENSIONADO DE LOS ELEMENTOS DE EVACUACIÓN	44
4 – MÉTODO DE CÁLCULO	47
4.1 ASIGNACIÓN DE OCUPANTES A SALIDAS DE PLANTA POR EQUIDISTANCIA	47
4.1.1 Cálculo de la ocupación por zonas y/o recintos	47
4.1.2 Número de salidas	49
4.1.3 Análisis geométrico – Mapa de distancias	50
4.1.4 Comprobación de recorridos	60
4.1.5 Área de influencia	61
4.1.6 Cálculo de la ocupación de cada área	63
4.1.7 Asignación por proximidad	63
4.2 ANÁLISIS DE LOS POSIBLES BLOQUEOS DE SALIDAS DE PLANTA	65
4.2.1 Ejemplo del Auditorio de la Fundación Francisco Giner de los Ríos	65

4.2.2	Hipótesis de ocupación	66
4.2.3	Evacuación normal	70
4.2.4	Análisis de los bloqueos posibles	73
4.3	INTRODUCCIÓN DE VARIABLES DE COMPORTAMIENTO	89
4.3.1	Introducción de variables	90
4.3.2	Asignación por comportamiento	97
4.4	CÁLCULO FINAL DE FLUJOS EN EL RECORRIDO DE EVACUACIÓN	99
4.4.1	Regla general	100
4.4.2	Regla de anulación	107
4.4.3	Regla de adición	108
4.4.4	Ejemplo de cálculo	109
4.5	ELEMENTO ESPECIAL: ESCALERA PROTEGIDA	113
5	– APORTACIONES Y CONCLUSIONES	119
6	– PROPUESTAS PARA FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	121
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	123
	APÉNDICE – TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (D.E.A.). NORMATIVAS	125
	INTERNACIONALES DE PCI	

1 INTRODUCCIÓN

Un incendio en un edificio es un evento que ocurre de repente, inesperadamente y posiblemente de manera incontrolada, que implica la pérdida o amenaza de la vida de sus ocupantes. Así, el edificio pasa de ser un bien destinado a un uso concreto (habitacional, expositivo, cultural, etc.), a ser una trampa que puede comprometer seriamente la seguridad de las personas, debido a los humos y gases de combustión que se acumulan en los espacios y que muy rápidamente llegan a ser peligrosos.

Cuando las personas acceden a un edificio, esperan poder mantenerse a salvo y evacuar con seguridad ante un posible evento de incendio. El problema de los incendios en edificios, así como la reducción de sus consecuencias perjudiciales, ha sido tratado tradicionalmente como un problema propio del campo de la arquitectura y, más recientemente, de la disciplina de la ingeniería de seguridad contra incendios. El problema de la evacuación de edificios reside en que sus ocupantes deben tener la posibilidad de escapar a un espacio seguro en el tiempo adecuado y con las suficientes garantías de seguridad.

El diseño de los edificios debe facilitar la evacuación segura de los ocupantes, a través de sus elementos de evacuación, es decir, salidas, pasos, pasillos y escaleras. El buen dimensionado de los elementos de evacuación es fundamental para conseguir una evacuación segura de los ocupantes. La legislación española recoge en sus preceptos muy claramente esta noción básica: “[...] *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.*” (Artículo 11. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI). 11.3 Exigencia básica SI 3 – Evacuación de ocupantes).

Un mal dimensionado de los elementos de evacuación provocaría tiempos de evacuación más extensos, con la consecuente exposición innecesaria a humos y gases; lo que mermaría notablemente la seguridad de evacuación.

1.1 ASIGNACIONES

Para poder realizar el correcto dimensionado de los elementos de evacuación de un edificio es necesario conocer previamente la asignación del número de ocupantes que van a utilizar previsiblemente cada elemento de evacuación en caso de incendio. Esto es algo que está muy poco desarrollado en la reglamentación española, pero tampoco lo está en la reglamentación internacional.

El Código Técnico de la Edificación (CTE. reglamentación española) en el documento DB-SI3 recoge en su texto lo siguiente: “[...] 4.1. *Criterios para la asignación de los ocupantes. 1. Cuando en una zona, en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, considerando también como tales los puntos de paso obligado, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable*”. Pero el concepto de “hipótesis más desfavorable” no está desarrollado claramente y queda sujeto a las diferentes interpretaciones por parte de los técnicos y profesionales.

¿Cuál es la opción más desfavorable?, ¿cómo debemos justificar la opción más desfavorable en la documentación de un proyecto de edificación?, son algunas de las preguntas relacionadas con el posible bloqueo de salidas que se tratarán en el presente trabajo.

Por otro lado, también se define, en el Código Técnico de la Edificación el concepto de “cálculo de la ocupación”. Lógicamente es un cálculo previo a la asignación de los ocupantes a las diferentes salidas. El texto que se recoge en el DB-SI3 es como sigue: “[...] 2.2. *A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.*”

Cabe preguntarse ¿cómo nos influyen las ocupaciones alternativas en el cálculo de las asignaciones a los diferentes elementos de evacuación?

1.2 OBJETIVOS

En la sección anterior se han identificado dos problemas en el cálculo previo al dimensionado de los elementos de evacuación de los edificios. Con el fin de

abordar estos problemas, la presente investigación plantea como objetivo conseguir un método de cálculo aplicable a cualquier edificio, que permita la justificación de las asignaciones de los ocupantes a los diferentes elementos de evacuación, teniendo en cuenta la combinatoria de todas las posibles opciones de bloqueos de salidas por causa de incendio.

Además, este método de cálculo debe permitir la inserción de variables de comportamiento humano tales como orientación espacial, percepción de riesgo/seguridad, conductas afiliativas, rutas de evacuación conocidas, diferencias culturales, etc., aunque no las desarrollará en toda su extensión, tal y como se indica en las limitaciones del presente trabajo (ver apartado 1.5)

1.3 JUSTIFICACIÓN

En la sociedad en la que vivimos la seguridad de las personas ante cualquier situación de emergencia tiene una importancia creciente. Sobre todo en edificios públicos que normalmente implican grandes aglomeraciones de personas. Las tragedias ocurridas durante la evacuación de hoteles, estadios deportivos, salas de espectáculo, metro y un lamentable etcétera de lugares siniestrados, apoyan la idea de que hay una necesidad urgente de mejorar la seguridad de los espacios públicos.

La presente tesis se justifica por poner en valor condicionantes en el cálculo-dimensionado de los elementos de evacuación, además de aportar la solución al problema de asignación previa de ocupantes a los elementos de evacuación en la situación más desfavorable para cada uno de los elementos.

Los responsables de justificar el cumplimiento de los reglamentos de seguridad contra incendios en los proyectos de edificación son los arquitectos, pero no disponen de procedimientos de cálculo que permitan fijar las asignaciones previas, que posteriormente determinan el dimensionado de los elementos de evacuación de los edificios. Los cálculos realizados hasta ahora se organizan siguiendo criterios simplistas y de dudosa eficacia. Por lo que, desde el punto de vista de los arquitectos, es interesante disponer de un método que analice la combinatoria de bloqueos posibles, porque así se consigue ajustar y, sobre todo, justificar claramente el dimensionado de los elementos de evacuación en los proyectos de edificación.

1.4 METODOLOGÍA Y SÍNTESIS

La metodología utilizada es la propia del método científico. Se empieza observando y enunciando un problema, posteriormente se expone un método como solución al problema, se aplica a unos ejemplos concretos y representativos, se analizan los resultados y finalmente se obtienen unas conclusiones.

Se utilizan las redes de flujo como una herramienta válida para la representación gráfica y estudio de las asignaciones a los elementos de evacuación de los edificios, de forma que permite su análisis sin ninguna pérdida de información siendo además una herramienta capaz de asumir plenamente los objetivos planteados.

El estudio del problema según los objetivos y la metodología descritos se resume en la figura 1.4.

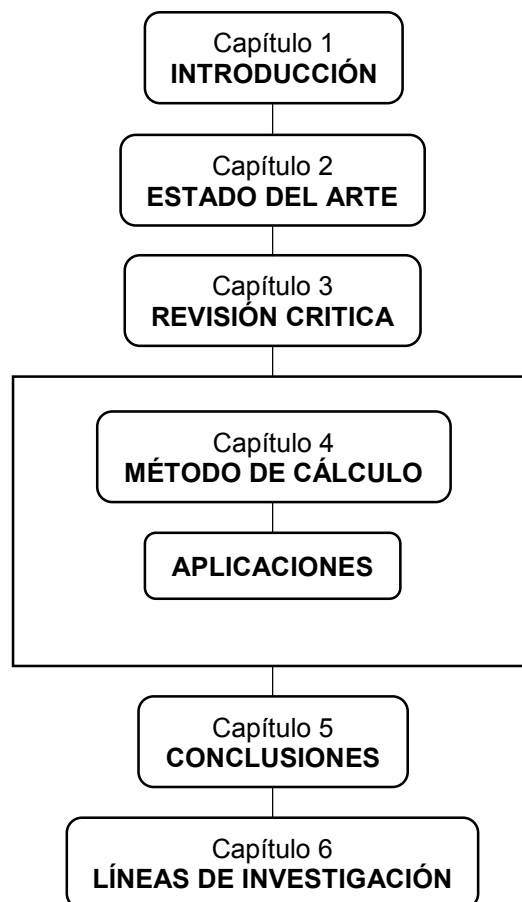


Figura 1.4 Esquema de los trabajos realizados

La presente tesis consta de seis capítulos.

En el capítulo 1. “Introducción”, se presenta el problema de la justificación en la asignación del número de ocupantes a las diferentes salidas en la opción más desfavorable, basado en la legislación española. Asimismo, se definen los objetivos del trabajo, se evidencia el interés de la investigación y se propone una metodología de trabajo; también contiene las limitaciones e hipótesis más relevantes, y las definiciones de los términos utilizados.

En el capítulo 2. “Estado del arte del cálculo de asignaciones”, se recogen los documentos que forman el punto de partida de la investigación. Se incluyen también referencias a los reglamentos internacionales más importantes y a programas utilizados en simulaciones que justifican los proyectos en PBD (Performance-Based Design).

En el capítulo 3. “Revisión crítica”, sobre el estado del arte, se identifican y exponen los problemas avanzados en el capítulo 1 mediante dos ejemplos de edificios reales.

En el capítulo 4. “Método de cálculo”, se desarrolla el método y se aplica a ejemplos para su validación. Los ejemplos incluyen también en su desarrollo ciertos condicionantes que influyen en el cálculo final y se ponen en valor. Finalmente se expone el cálculo de las asignaciones de un elemento de evacuación especial: la escalera protegida.

En el capítulo 5. “Conclusiones”, se desarrollan las conclusiones y recomendaciones para la justificación de las asignaciones.

En el capítulo 6. “Líneas de investigación”, aparecen las sugerencias de cómo las futuras investigaciones sobre las asignaciones en el entorno de la seguridad pasiva de los edificios pueden continuar en el futuro.

1.5 LIMITACIONES E HIPÓTESIS

Todos los estudios contienen limitaciones y la presente investigación no es una excepción. Identificar las limitaciones más relevantes es esencial para una correcta interpretación y entendimiento de las aportaciones y conclusiones. Esta investigación está asociada con algunas limitaciones que se consideran particularmente relevantes, por lo que merecen una mención.

La primera limitación es que la investigación se centra en la aplicación del articulado de los documentos básicos del código técnico de la edificación (reglamentación española), concretamente del documento básico DB-SI3. Por lo que, está enfocada hacia una aplicación prescriptiva del CTE DB-SI3. Además la hipótesis admitida en el código técnico sobre la distribución homogénea de ocupantes dentro de los edificios, se recoge aquí también como simplificación necesaria para realizar los cálculos. De todas maneras, se atiende a que los resultados de la presente investigación también sean válidos para aplicarlos en base a reglamentaciones de otros países, por supuesto en base prescriptiva, pero también a métodos o estrategias de base prestacional.

La segunda limitación es que el método de cálculo resultado de la tesis admite la inserción de variables de comportamiento humano en el cálculo, pero no desarrollará o definirá tales variables. En la última década varios equipos multidisciplinares de investigadores internacionales han dedicado un gran esfuerzo por tratar de entender y definir el comportamiento humano en caso de incendio, pero sin llegar todavía a concretar variables que se puedan aplicar al cálculo. Por lo que se entiende que tal definición abarca un ámbito de investigación, incluyendo psicología y estadística, muy grande y complejo. En consecuencia, en la presente investigación se reserva el espacio necesario para poder incorporar dichas variables al cálculo de las asignaciones.

1.6 DEFINICIONES

Dado que el objetivo de la presente tesis está basado en el documento DB-SI del CTE, la definición de todos los elementos de evacuación se ajusta, en la medida de lo posible, a las definiciones utilizadas por la normativa estatal

vigente para facilitar su comprensión y utilización -ver RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23-10-07) + corrección de errores (BOE 20-12-07) y corrección de errores del RD 314/2006 (BOE 25-01-08)-.

Los siguientes elementos de evacuación se estructuran desde el inicio de la evacuación, pasando por todo el recorrido, hasta llegar al final de la evacuación.

1.6.1 Elemento origen

ORIGEN DE EVACUACIÓN [O_E]. Es todo punto ocupable de un edificio, exceptuando los del interior de las viviendas, y los de todo recinto, o conjunto de ellos comunicados entre sí, en los que la densidad de ocupación no exceda de 1 persona/10 m² y cuya superficie total no exceda de 50 m².

1.6.2 Elementos de evacuación

1.6.2.1 Elementos de paso

Desde el origen de evacuación, hasta llegar a una salida de planta o salida de edificio, es posible que utilicemos algunos elementos de paso. Dentro de los cuales están las salidas de recinto, entre otros. Estos elementos de paso pueden ser:

ESCALERA ABIERTA [E_A]. Escalera no protegida, que conduce a una planta de salida del edificio.

ESCALERA COMPARTIMENTADA [E_C]. Escalera compartimentada como un sector de incendio, que conduce a una planta de salida del edificio.

PUERTA, PASO O PASILLO [P]. Puerta, pasillo o hueco de paso, que conduce a una salida de planta o a una salida del edificio.

1.6.2.2 Elementos protegidos

ESCALERA ABIERTA AL EXTERIOR [E_x]. Escalera que dispone de huecos permanentemente abiertos al exterior, que, en cada planta, acumulan una

superficie de $5A \text{ m}^2$, como mínimo, siendo A la anchura del tramo de la escalera, en m. Cuando dichos huecos comuniquen con un patio, las dimensiones de la proyección horizontal de éste deben admitir el trazado de un círculo inscrito de $h/3 \text{ m}$ de diámetro, siendo h la altura del patio.

Puede considerarse como escalera especialmente protegida sin que para ello precise disponer de vestíbulos de independencia en sus accesos

ESCALERA PROTEGIDA [E_P]. Escalera de trazado continuo desde su inicio hasta su desembarco en planta de salida del edificio que, en caso de incendio, constituye un recinto suficientemente seguro para permitir que los ocupantes puedan permanecer en el mismo durante un determinado tiempo. Para ello debe reunir las condiciones de seguridad de utilización exigibles a toda escalera (véase DB-SU 1-4) y las exigibles en el DB-SI A.

ESCALERA ESPECIALMENTE PROTEGIDA [E₊]. Escalera que reúne las condiciones de escalera protegida y que, además, dispone de un vestíbulo de independencia diferente en cada uno de sus accesos desde cada planta. La existencia de dicho vestíbulo de independencia no es necesaria cuando se trate de una escalera abierta al exterior, ni en la planta de salida del edificio, cuando se trate de una escalera para evacuación ascendente, pudiendo la escalera en dicha planta carecer de compartimentación.

PASILLO PROTEGIDO [P_P]. Pasillo que, en caso de incendio, constituye un recinto suficientemente seguro para permitir que los ocupantes puedan permanecer en el mismo durante un determinado tiempo. Para ello dicho recinto debe reunir, además de las condiciones de seguridad de utilización exigibles a todo pasillo (véase DB-SU 1 y 2), unas condiciones de seguridad equivalentes a las de una escalera protegida.

El pasillo debe tener un trazado continuo, que permita circular por él hasta una escalera protegida o especialmente protegida, hasta un sector de riesgo mínimo o bien hasta una salida de edificio.

VESTÍBULO DE INDEPENDENCIA A CAMBIO DE SECTOR [V_s]. Una puerta de paso, a través de un vestíbulo de independencia, a un sector de incendio

diferente que exista en la misma planta. Se configura como un recinto de uso exclusivo para circulación situado entre dos o más recintos o zonas, con el fin de aportar una mayor garantía de compartimentación contra incendios y que únicamente puede comunicar con los recintos o zonas a independizar, o con aseos de planta y con ascensores.

1.6.2.3 Elementos de salida

A los elementos anteriores se les puede asociar el concepto de “salida de planta”, en donde el recorrido de evacuación posterior no computa a efectos del cumplimiento de los límites a los recorridos de evacuación.

SALIDAS DE PLANTA [S_P]. También se les puede llamar salidas de sector, dado que conceptualmente tiene el mismo significado.

SALIDA DE PLANTA A ESCALERA ABIERTA [S_{PEA}]. Para configurarse como salida de planta la escalera no debe tener un ojo o hueco central con un área en planta mayor de 1,30 m². Sin embargo, cuando en el sector que contiene a la escalera la planta esté comunicada con otras por huecos diferentes de los de las escaleras, el arranque de la escalera no puede considerarse salida de planta.

SALIDA DE PLANTA A ESCALERA COMPARTIMENTADA [S_{PEC}]. Una puerta de acceso a una escalera compartimentada, como los sectores de incendio, con capacidad suficiente y que conduce a una salida de edificio.

SALIDA DE PLANTA A ESCALERA ABIERTA AL EXTERIOR [S_{PEX}]. Una puerta de acceso a una escalera abierta al exterior, con capacidad suficiente y que conduce a una salida de edificio.

SALIDA DE PLANTA A ESCALERA PROTEGIDA [S_{PEP}]. Una puerta de acceso a una escalera protegida o a un pasillo protegido o vestíbulo de independencia de una escalera protegida, con capacidad suficiente y que conduce a una salida de edificio.

SALIDA DE PLANTA A ESCALERA ESPECIALMENTE PROTEGIDA [S_{PE+}].

Una puerta de acceso a un pasillo protegido o a un vestíbulo de independencia de una escalera especialmente protegida, con capacidad suficiente y que conduce a una salida de edificio.

SALIDA DE PLANTA A PASILLO PROTEGIDO [S_{PPP}]. Una puerta de acceso a un pasillo protegido con capacidad suficiente y que conduce directamente a una salida de edificio.

SALIDA DE PLANTA A CAMBIO DE SECTOR [S_{PVS}]. Una puerta de paso, a través de un vestíbulo de independencia, a un sector de incendio diferente que exista en la misma planta, siempre que:

- el sector inicial tenga otra salida de planta que no conduzca al mismo sector alternativo.
- el sector alternativo tenga una superficie en zonas de circulación suficiente para albergar a los ocupantes del sector inicial, a razón de 0,5 m²/persona, considerando únicamente los puntos situados a menos de 30 m de recorrido desde el acceso al sector.
- la evacuación del sector alternativo no confluya con la del sector inicial en ningún otro sector del edificio, excepto cuando lo haga en un sector de riesgo mínimo.

SALIDA DE EDIFICIO [S_E]. Puerta o hueco de salida a un espacio exterior seguro.

1.6.3 Capacidad de evacuación de los elementos de evacuación a efectos de cálculo

La principal característica que define el comportamiento a efectos de cálculo de los diferentes elementos de evacuación es la capacidad de evacuación.

A todos los elementos de paso, protegidos y de salida se les asignan, a efectos de cálculo, un determinado número de ocupantes para los que tiene que tener suficiente capacidad de evacuación, facilitando así el buen funcionamiento del edificio en posibles situaciones de evacuación en caso de cualquier emergencia.

La capacidad de evacuación de los elementos de paso, protegidos y de salida está definido en el CTE (ver Tabla 4.1. del DB-SI3). En la siguiente tabla se resumen las capacidades de evacuación de los elementos más importantes:

ESCALERA ABIERTA [E_A] o ESCALERA COMPARTIMENTADA [E_C]

para evacuación descendente	$A \geq P/160$
para evacuación ascendente	$A \geq P/(160 - 10h)$

PUERTA, PASO O PASILLO [P]

$$A \geq P/200 \quad \geq 0,80 \text{ m}$$

ESCALERA ABIERTA AL EXTERIOR [E_x], ESCALERA PROTEGIDA [E_P] y ESPECIALMENTE PROTEGIDA [E_+]

$$E \leq 3S + 160A_s$$

PASILLO PROTEGIDO [P_P]

$$E \leq 3S + 200A \quad \geq 1,00 \text{ m}$$

VESTÍBULO DE INDEPENDENCIA A CAMBIO DE SECTOR [V_s]

vestíbulo	$A \geq P/200 \quad \geq 1,00 \text{ m}$
-----------	--

Comprobación de la superficie en el sector alternativo

sector alternativo	$E \leq 0,5P \text{ m}^2$ en zonas de circulación dentro de la zona delimitada con recorrido < 30 m desde el acceso al sector
--------------------	--

SALIDAS DE PLANTA [S_P]

Además de dimensionar el elemento protegido al que se accede, es necesario comprobar el dimensionado del elemento por el que se accede (puerta, paso o pasillo).

$$A \geq P/200 \quad \geq 0,80 \text{ m}$$

SALIDA DE EDIFICIO [S_E]

Comprobación de la puerta o hueco de salida a un espacio exterior seguro.

$$A \geq P/200 \quad \geq 0,80 \text{ m}$$

Comprobación de la superficie exterior

$E \leq 0,5P \text{ m}^2$ dentro de la zona delimitada con un radio $0,1P \text{ m}$ de distancia desde la salida de edificio, siendo P el número de ocupantes cuya evacuación esté prevista por dicha salida

Siendo:

A = Anchura del elemento, [m]

A_s = Anchura de la escalera 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 al elemento de evacuación o 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 [m²]

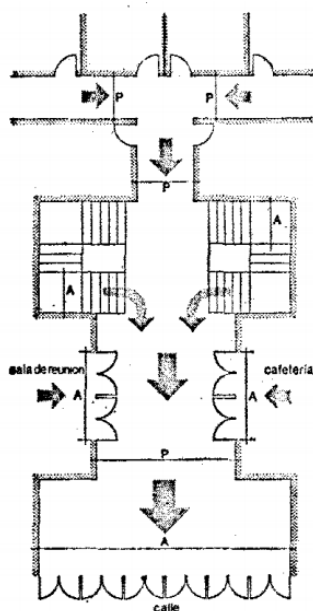
La ubicación de los diferentes elementos de evacuación dentro de los recorridos de evacuación determinará la cantidad de ocupantes asignados a cada uno de los elementos. Dichos ocupantes se irán sumando (según la combinatoria más desfavorable) a medida que confluyen hacia las respectivas salidas de edificio.

2 ESTADO DEL ARTE DEL CÁLCULO DE ASIGNACIONES

Para hacer una aproximación al estado del arte, primero se centrará la atención en la reglamentación nacional (base prescriptiva); después se comentará también cómo se tratan las asignaciones en las reglamentaciones de otros países; y por último se mencionará cómo utilizan las asignaciones las justificaciones de diseño en *Performanced Based Design* (base prestacional).

2.1 REGLAMENTACIÓN ESPAÑOLA

La primera normativa de protección contra incendios con carácter nacional en España aparece en el año 1974: Norma Tecnológica sobre Instalaciones de Protección contra el Fuego (NTE-IPF). En sus preceptos indica que el cálculo de la ocupación debe realizarse con una densidad de 1 persona por cada 15m² (densidad única para todos los usos). Esta norma no desarrolla cómo deben realizarse las asignaciones de las salidas; simplemente indica que se debe calcular para las “*personas que puedan utilizarlas en la evacuación del edificio*” (Ver Fig. 1).



Pasillos de evacuación

La Tabla B determina el ancho mínimo **P** de cada pasillo en función del número de personas **E** que puedan utilizarlo en la evacuación del edificio.

Salidas

La Tabla B determina el número **S** y ancho total mínimo **A** de salidas en edificios, y en locales de reunión cuya distancia al exterior no sea mayor de 20 m, en función del número total **E** de personas que puedan utilizarlas en la evacuación del edificio.

Se considerarán en el cálculo las salidas que cumplan las siguientes condiciones:

- 1 Las puertas abrirán hacia el exterior del edificio o local de reunión.
- 2 Las puertas de salida de una sola hoja serán de 1,20 m de ancho.
- 3 Las puertas de salida con dos hojas tendrán un ancho mínimo de 1,20 m y un máximo de 2 m.
- 4 Cuando se disponga una serie de puertas contiguas serán de dos hojas y su giro no será superior a 90°.
- 5 Las puertas con sistema automático de apertura se podrán abrir manualmente.

No se considerarán en el cálculo las salidas con puertas pivotantes de eje central ni las puertas correderas.

Escaleras

La Tabla B determina el número **N** y ancho total mínimo **A** de escaleras necesarias en cada planta, en función del número **E** de personas que puedan ocupar dicha planta y todas las superiores comunicadas con ella.

No se tendrán en cuenta en el cálculo las escaleras cuyo ancho sea inferior a 1,20 m y a 0,60 m en caso de ser mecánicas.

Las escaleras mecánicas, cualquiera que sea su ancho, sumarán 0,60 m cada una en el cálculo del ancho total mínimo.

En edificios destinados a almacenes o galerías comerciales de más de dos plantas sobre la de acceso, será necesario además de las escaleras correspondientes al número **E** de personas, una escalera de emergencia exterior, o interior aislada del resto del edificio, que recorra todas las plantas, para uso exclusivo en caso de incendio.

Tabla B

$E \rightarrow P \rightarrow A \rightarrow S \rightarrow N$

E	P	A	S	N
0 a 50	1,20	1,20	1	1
51 a 100	1,20	2,40		
101 a 200	1,50	2,40		
201 a 300	1,80	2,40	2	2
301 a 400	2,40	3,00		
401 a 500	3,00	3,60		

Figura 2.1.1. Extracto del documento NTE-IPF/1974. BOE-A-1974-397

En 1978 y después de varios incendios en edificios importantes se publicó el Real Decreto 2177/1978, Protección contra Incendios en Hospitales. En el año siguiente se publicó una Orden Ministerial para la protección de incendios en hoteles.

Con el Real decreto 2059/1981 aparece la primera Norma Básica de Protección contra Incendios (NBE-CPI-81) donde se especifican algo más los cálculos a realizar en las asignaciones: *“[...] la dimensión de las mismas se irá calculando en cada punto, en que aumente el número de personas a evacuar, sumando en dichos puntos todas las anchuras confluyentes sin regularizar, pero regularizando en cambio la suma obtenida”*.

Posteriormente aparece la NBE-CPI-82 con únicamente pequeños cambios sobre la anterior NBE-CPI-81.

En la NBE-CPI-91 se introduce el criterio de asignación, que aún perdura en el Código Técnico de la Edificación (CTE), pero desarrollado de la siguiente manera:

1. Asignación de ocupantes.

La asignación de ocupantes se llevará a cabo conforme a los criterios siguientes:

- a) En los recintos se asignará la ocupación de cada punto a la salida más próxima, en la hipótesis de que cualquiera de ellas pueda estar bloqueada.**
- b) En las plantas se asignará la ocupación de cada recinto a sus puertas de salida conforme a criterios de proximidad y considerando para este análisis todas las existentes, es decir, sin anular ninguna de ellas.**
Posteriormente se asignará la ocupación así concentrada a la salida de planta más próxima, en la hipótesis de que cualquiera de las salidas de planta pueda estar bloqueada.
- c) En las plantas de salida del edificio, a cada salida del mismo se le asignarán los ocupantes de dicha planta que le corresponden conforme a los criterios indicados en a) y b), más los correspondientes a las escaleras cuyo desembarco se encuentre más próximo a dicha salida que a cualquier otra. A estos efectos, debe asignarse a cada escalera un número de ocupantes igual a $160 \cdot A$, siendo A la anchura del desembarco de la escalera, en m, calculada conforme al apartado 2.**

Es decir, con esta nueva reglamentación se introduce el criterio de *“la hipótesis de que cualquiera de las salidas pueda estar bloqueada”*, pero las asignaciones se realizan por criterio de proximidad exclusivamente. Estos mismos criterios de asignación se mantienen en la NBE-CPI-96.

Hoy en día, el cálculo de evacuaciones formulado por el CTE DB-SI3 es prescriptivo, al igual que todos los documentos básicos del CTE. Es decir, tal y como está definido, se regulan las distancias máximas de recorrido, el número mínimo y dimensiones mínimas y máximas de las salidas, dimensión de las escaleras, etc., con el objetivo de poder evacuar a todos los ocupantes del edificio en un tiempo teórico que no suponga un riesgo no deseado para la personas.

En el CTE los criterios generales que tenemos que tener en cuenta para la asignación de los ocupantes son los siguientes:

2 Cálculo de la ocupación

*2 A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el **carácter simultáneo o alternativo** de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.*

4 Dimensionado de los medios de evacuación

4.1 Criterios para la asignación de los ocupantes

*1. Cuando en una zona, en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, considerando también como tales los puntos de paso obligado, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo **inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.***

En el artículo 2.2 como cálculo previo de la ocupación a la asignación de ocupantes, se indica que pueden existir ocupaciones alternativas, por tanto es necesario introducirlo como condicionante en el cálculo de las asignaciones.

En el artículo 4.1.1 se indica que es necesario analizar todas las hipótesis de bloqueo posibles de las salidas de evacuación y encontrar así la más desfavorable para cada elemento de evacuación.

La anterior reglamentación española (NBE-CPI 96) indicaba:

Con carácter general, se considerarán ocupadas simultáneamente todas las zonas o recintos de un edificio, salvo en aquellos casos en que la dependencia de usos entre ellos permita asegurar que su ocupación es alternativa.

a) En los recintos se asignará la ocupación de cada punto a la salida más próxima, en la hipótesis de que cualquiera de ellas pueda estar bloqueada.

b) En las plantas se asignará la ocupación de cada recinto a sus puertas de salida conforme a criterios de proximidad, considerando para este análisis todas las puertas, sin anular ninguna de ellas. Posteriormente, se asignará dicha ocupación a la salida de planta más próxima, en la hipótesis de que cualquiera de las salidas de planta pueda estar bloqueada.

En esta asignación de ocupantes se entiende igualmente que existen ocupaciones alternativas y que es necesario analizar todas las hipótesis de bloqueo posibles de las salidas de evacuación, con la única diferencia de asignar la ocupación a cada una de las salidas conforme a criterios de proximidad; mientras que los criterios de asignación del actual CTE tienen un criterio más próximo a la realidad, tal como se recoge en los comentarios del Ministerio de Fomento en el documento “DB-SI articulado Febrero 2010, Comentarios Diciembre 2012”:

[...] Criterio para asignar ocupantes a cada salida

Excepto cuando los ocupantes son habituales, perfectos conocedores del edificio y, aún más, sometidos a disciplina y adiestramiento para situaciones de emergencia (plan de evacuación, simulacros, equipos de evacuación, etc.) las pautas que siguen las personas para elegir a una salida de las varias que existan son sumamente variables y aleatorias.

Para ello, pueden jugar un papel determinante:

- el tipo de ocupante y de actividad,*
- la disposición y calidad de la señalización,*
- las características y percepción de cada salida,*
- la disposición de la planta en cuestión*

- las previsiones y acciones del plan de emergencia,

En todo caso, el criterio exclusivo de proximidad puede ser en muchas circunstancias excesivamente simplista e inadecuado. Por ello, el DB SI no establece dicho criterio y deja el reparto de ocupantes entre las salidas al criterio libre, juicioso, argumentado y responsable del proyectista.

Lo más lógico en la mayoría de los casos es partir de un criterio de proximidad, corregido en base a los aspectos anteriores.

2.2 REGLAMENTACIÓN EN OTROS PAÍSES

Desde la primera Ordenanza escrita sobre protección contra incendios datada en el año 1631 (Boston, MA), en la que se especificaban las condiciones constructivas de las chimeneas en los edificios, se han desarrollado mucho la reglamentación de protección de incendios, especialmente en los últimos 50 años, y, por ende, los criterios de asignación.

Para entender el enfoque que realizan ante el cálculo de las asignaciones las reglamentaciones de otros países, analicé los criterios de asignación y dimensionado de los elementos de evacuación en los siguientes documentos:

- NFPA 5000™ Building Construction and Safety Code™ 2003 Edition
- National Building Code of Canada 1995. Second Revisions. June 2002
- Building Code New Zealand. Fire Safety. 2002 Edition
- Sécurité contra l'incendie. Etablissements recavant du public. Inmeubles de grande hauteur. Bâtiments d'habitation. France. Édition 2004
- Moniteur Belge. Annexes 1, 2, 3, 4 et 5 de l'arrête royal du 7 juillet 1994 fixant les normes de base en matière de prévention contra l'incendie et l'explosion, auxquelles les bâtiments nouveaux doivent satisfaire. Avril 1995
- The Building Regulations. Fire safety. London. 2015 Edition

- Building Code of the City of New York. Plus Reference Standards and Selected Rules and Regulations of the Department of Buildings. 2003 Edition
- Building Regulations: Technical Standards (Scotland)
- CTE DB-SI y DB-SU

Todo el análisis se encuentra en el trabajo de investigación del Diploma de Estudios Avanzados, cuyo objetivo era determinar cuáles son los criterios de asignación en caso de incendio utilizados en las reglamentaciones de otros países (recogido como apéndice 1 en la presente tesis). En la siguiente tabla se resumen los criterios de cálculo de los elementos de evacuación:

PAIS / CIUDAD	PUERTAS		ESCALERAS		PASILLOS		Nº SALIDAS	RECORRIDOS _{max} (m)	CAMBIO SECTOR (m ² / persona)	RAMPAS	
	ancho mínimo (mm / persona)	cálculo (mm / persona)	ancho mínimo (mm / persona)	cálculo (mm / persona)	ancho mínimo (mm / persona)	cálculo (mm / persona)				desarrollo máximo (m)	pendiente (%)
BELGICA	0,60	(1)	0,80		0,60	(2)	1<100	45/80	-	-	10
NUEVA ZELANDA	0,85	7-8	1,00	9-10	0,85	7-8	2	30/90	(7)	-	7
FRANCIA	0,60	6	0,60	6	0,60	6	2	30/50	-	-	10
LONDRES	0,75	5	0,80	(3)	0,75	5	1<60	9/18	(7)	(7)	(7)
NUEVA YORK	0,55	5,58	0,92	9,31	0,92	5,58	2	30,5/45	-	9,1	12
CANADA	0,81		0,90	2,4	1,10	1,8	1<60	10/45	0,5	-	12
ESCOCIA	0,75	5,3	1,00	(4)	1,20	5,3	1<60	7,5/18	0,3	5	8,3
C. MADRID	0,80	5	1,00	10	1,00	5	2>200	25/50	-	-	12
NBE-CPI/96	0,80	5	1,00	(5)	1,00	5	1<100	25/50	0,5	3	12
CTE DB-SI3	0,80	5	1,00	(6)	1,00	5	1<100	25/50	0,5	3	10
NFPA 5000™	0,81	5	1,12	8	0,91	5	2	38,45	0,28	9,1	8,3

(1) $br=0,60 \cdot ent[bt]$

(2) $bt=(np/n)_{max} \cdot a$

(3) $P=200w+50 \cdot (w-0,3) \cdot (n-1)$

(4) $5,3 \cdot (0,8p / n-1)$

(5) $A=P/160 \rightarrow 6,25$ mm / persona (descendentes abiertas); $A=P/(160-10h)$ (ascendentes abiertas); $P<3S+160A$

(6) $A \geq P/160 \rightarrow 6,25$ mm / persona (descendentes abiertas); $A \geq P/(160-10h)$ (ascendentes abiertas); $E<3S+160A_s$ (escaleras protegidas); $A \geq P / 480$ (escaleras en zonas al aire libre)

(7) según usos o normativa específica

La estructura y estrategia del cálculo utilizada en España es similar a la utilizada en otros países, si bien cambian algunas variables pero solamente con pequeños matices y sin mayor relevancia en lo que al cálculo de asignaciones se refiere. Caso diferente es la nueva reglamentación en Nueva Zelanda (Julio 2014). En el apartado “4.1 Design scenario (BE): Fire blocks exit” del documento *C/VM2 Verification Method: Framework for Fire Safety Design* en donde se indica:

[...] Descripción del escenario. Este escenario soluciona el problema de que una vía de evacuación pueda estar bloqueada debido a la proximidad de un fuego. En ese caso, el número total de salidas y el ancho total de evacuación debe ser suficiente para poder evacuar con seguridad a los ocupantes en el tiempo adecuado.

[...] En cada habitación/espacio en el edificio (con ocupación superior a 50 personas), hay que suponer que el fuego está cerca de la vía principal de evacuación para prevenir que los ocupantes puedan evacuar el edificio por dicha ruta.

[...] Los ingenieros necesitan considerar localizaciones de fuego que bloqueen el uso de las salidas de emergencia en las vías de evacuación.

“Scenario description. This scenario addresses the concern that an escape route may be blocked due to proximity of the fire source. In this event, the number of exits and total exit width must be sufficient for occupants to escape before ASET is reached.

*[...] For each room/space within the building (accommodating more than 50 people), **assume that the fire source is located near the primary escape route or exit** and that it prevents occupants from leaving the building by that route.*

[...] Comment: The engineer needs to consider fire source locations that prevent the use of exits in escape routes.”


 MINISTRY OF BUSINESS, INNOVATION & EMPLOYMENT HĪKINA WHAKATUTUKI	
Scenario in brief	A fire starts in an <i>escape route</i> and can potentially block an exit.
Code objective	C1(a) <i>Safeguard people from an unacceptable risk of injury or illness caused by fire.</i>
What you must satisfy	C4.5 by providing a viable <i>escape route</i> or routes for <i>building</i> occupants in the event of fire. C4.5 <i>Means of escape to a place of safety in buildings must be designed and constructed with regard to the likelihood and consequence of failure of any fire safety systems.</i>
Outcome required	Demonstrate that a viable <i>escape route</i> (or multiple routes where necessary) has been provided for <i>building</i> occupants.

Figura 2.2.1. Extracto del documento 4.1 Design scenario (BE): Fire blocks exit

En la ponencia presentada en el “5th international symposium Human Behaviour in Fire 2012” por Steven M.V. Gwynne (Hughes Associates, Inc.), Erica Kuligowski (National Institute of Standards and Technology, USA) y Michael Spearpoint (Department of Civil and Natural Resources Engineering, University of Canterbury, New Zealand), titulada *More thoughts on defaults*, entre otras cosas se exponen de manera sintética las deficiencias más importantes entorno a las asignaciones a las salidas en las reglamentaciones internacionales:

[...] Un acercamiento común es evaluar el tiempo requerido para una evacuación segura con una salida bloqueada por el fuego. A modo de ejemplo, el método de verificación de Nueva Zelanda requiere un escenario en el que la vía de evacuación principal está bloqueada por el fuego. Este enfoque sugiere que un modelo de evacuación debe tener al menos un algoritmo predeterminado que identificaría la salida primaria como no disponible, donde esta salida dependerá del tipo de edificio, la forma en que el edificio es usado y otras consideraciones.

Probablemente es poco realista esperar que un modelo asigne automáticamente una salida primaria sin necesidad de intervención humana; sin embargo, podría ser razonable asumir que la salida principal es probable que sea la salida más ancha disponible y por tanto el algoritmo de evacuación final podría ser uno que descuenta la salida más ancha.

En este punto podríamos preguntarnos si ¿el bloqueo de la salida más ancha es suficientemente conservador? o si ¿el ajuste del modelo debe perfeccionarse más?. Dado que existe el potencial de que habrá más de una salida como alternativa a esta salida primaria y podrían ser de diferentes anchos, entonces podría ser apropiado hacer la configuración de forma que la salida final más estrecha se asigne por defecto.

La determinación de un algoritmo de rutas conservador para un modelo de evacuación no es tan sencillo como la identificación de la salida final más estrecha, debido a que el camino a la salida final influye en el tiempo de evacuación, y por lo tanto, si la ruta se debe considerar conservadora.

"[...] A common design approach is to assess RSET with one exit assumed to be blocked by fire. As an example, the New Zealand Verification Method requires that a design scenario be assessed in which the primary escape route is blocked by fire. This approach suggests that an egress model should at least have a default algorithm that would identify the primary exit as unavailable, where this exit will depend on the type of building, the way in which the building is normally used and other design considerations.

It is probably unrealistic to expect a model to automatically assign a primary exit without further human intervention; however, it might be reasonable to assume that the primary exit is likely to be the widest final exit available and so the default final exit algorithm for an egress model might be one that discounts the widest final exit.

At this point we might ask whether discounting of the widest final exit is sufficiently conservative or should the default setting within the model be further refined? Given there is the potential that there will be more than one final exit as an alternative to the primary exit and these alternative exits could be of different widths then it might be appropriate to make the default setting such that the narrowest final exit be assigned by default.

Determining a conservative route finding algorithm for an egress model is not as straightforward as identifying the narrowest final exit, as the path to the final exit influences the clearance time and therefore whether the route should be considered conservative.

[...] Se necesita más investigación para evaluar el efecto de diferentes disponibilidades de salidas, diferentes algoritmos de selección de vías de evacuación, número de ocupantes y distribución. Sin embargo, en ausencia de esta investigación, este trabajo sugiere que la selección de salida por defecto sea la salida más estrecha y la más alejada. Si dos o más salidas son de la misma anchura mínima y la misma distancia de recorrido máximo entonces todos los evacuados se asignan aleatoriamente una de esas salidas finales".

[...] Further research is needed on assessing the effect of different exit availability, different route selection algorithms, and population size and distribution. However in the absence of this research, this paper suggest that the default exit selection is the narrowest single final exit and where there is more remote be used. If two or more final exits are of the same minimum width and the same maximum travel distance then all evacuees are randomly assigned one of those final exits."

A modo de conclusión sobre el estado del arte bajo prisma prescriptivo para el cálculo de las asignaciones en los edificios, en la reglamentación internacional actual no existe método que analice todas las opciones de bloqueos de salidas.

2.3 INGENIERÍA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Por otra parte, el uso del análisis computacional para predecir la evacuación de un edificio en situación de emergencia se ha incrementado sin cesar en los últimos años, especialmente para la justificación de la seguridad ante incendio en base prestacional. Existen varios programas de software a disposición de las ingenierías de seguridad contra incendios, que utilizan distintos modelos de cálculo, simulación y evaluación de evacuaciones aplicados a los edificios.

Programas como:

Allsafe	EVA	MASSEgress
ASERI	EvacSim	PATHFINDER
Argos	Exit89	SGEM Model
CRISP III	EXITT	Simulex
Daoliang's Model	EXODUS	Social Force Model
EESCAPE	Firescape	Song's Model
EGRESS	FPETool	STEPS

EgressPro	GridFlow	Takahashi's Model
EMBER	Johnson's Model	TIMTEX
Escape & Rescue Model	Kirchner's Model	VEgAS and Myriad
ESM	Lizhong's Model	WAYOUT



Figura 2.3.1. Imagen de: Myriad II Spatial analysis. Análisis de distancias (o mapa de distancias –ver 4.1.3-)

Son numerosos los métodos de asignación usados por estos programas de simulación en caso de emergencia. Estos métodos incluyen:

- Cálculos por proximidad – los ocupantes se asignan a la salida más cercana.
- Cálculos por diseño – los ocupantes se asignan a las diferentes salidas según la capacidad de evacuación de estas.
- Cálculos por familiaridad – los ocupantes se asignan a las salidas por el conocimiento previo que tienen del espacio.

- Cálculos basados en simulacros – los ocupantes se asignan de acuerdo a las medidas previas recogidas en los manuales de protección del edificio.
- Cálculos basados en comportamiento humano – los ocupantes son asignados en base a las condiciones de entorno: proximidad, señalización, percepción, humo, temperatura, toxicidad, etc.

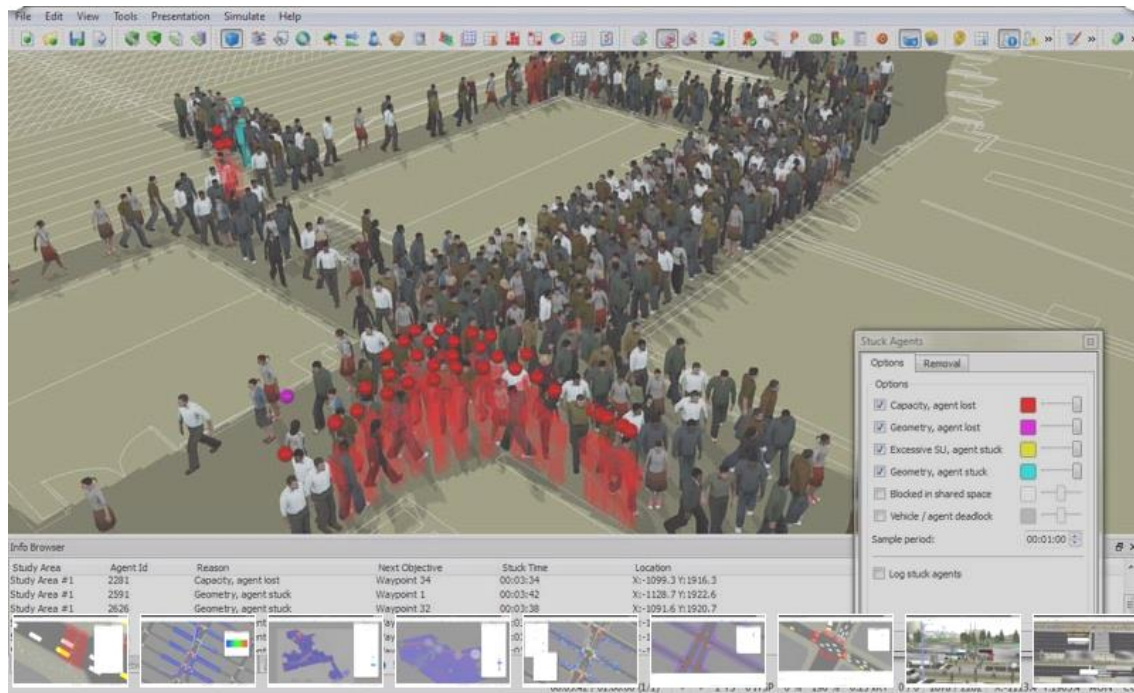


Figura 2.3.2. Imagen de: Safety Analysis from Crowd Dynamics.

Una de las características más importantes en la respuesta de ocupantes en estos modelos es la velocidad de desplazamiento (movilidad), que viene determinada por capacidades individuales y también por los fenómenos de masas.

Algunos de estos programas, los más complejos, introducen conceptos como percepción del riesgo, diferentes tipos de personas (ancianos, administrativos, público general, etc.), con tiempos de respuesta a la alarma, diferentes velocidades de desplazamiento, tiempos de espera en la evacuación, vínculos entre personas (comportamiento de grupos), previsible movimiento de los humos, toxicidad de los humos, temperaturas alcanzadas, etc. Sin embargo, los dos primeros criterios son los que se adoptan normalmente (proximidad y

diseño), y todos los modelos tienen limitaciones en los factores que intervienen en los cálculos. Asimismo no existen muchos datos sobre las variables que se utilizan (normalmente basados en estudios estadísticos), e incluso comparando modelos de un mismo tipo, se llega a tiempos de evacuación diferentes, debido a la posibilidad de incorporar diferentes velocidades y tamaños de los ocupantes, diferentes algoritmos de movimiento, densidad en las escaleras, interacción entre variables, etc.

La capacidad de predicción de estos modelos está limitada por la dificultad para determinar la localización en el momento de un evento de fuego. Pero lo más importante es que el software que tenemos a disposición actualmente realiza cálculos diferenciados para cada escenario de fuego. Dicho escenario de fuego es determinado normalmente por el acuerdo entre el redactor del proyecto (o técnico especialista) y la autoridad de licencia de obras. Es posible que para un mismo edificio se realicen varios análisis, pero normalmente no superan las dos o tres simulaciones. Mientras que las posibilidades de bloqueos de salidas son muy numerosas; tan numerosas como el número total de puertas de evacuación desde los recintos y sectores de incendio hacia los espacios protegidos. Los resultados así obtenidos son evidentemente muy limitados y no calculan las asignaciones según lo prescrito en el Código Técnico, es decir, *“bajo la hipótesis más desfavorable”*.

3 REVISIÓN CRÍTICA

Para exponer con claridad la visión crítica ya avanzada brevemente en la introducción, partiremos de los fundamentos que sustentan la reglamentación vigente. Dichos fundamentos se desarrollan de manera lógica y sencilla en el CTE. Así es como aparece estructurada la sección SI 3 del CTE en lo relativo a “Evacuación de ocupantes”:

1 Compatibilidad de los elementos de evacuación

2 Cálculo de la ocupación

3 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

4 Dimensionado de los medios de evacuación

4.1 Criterios para la asignación de los ocupantes

4.2 Cálculo

5 Protección de las escaleras

6 Puertas situadas en recorridos de evacuación

7 Señalización de los medios de evacuación

8 Control del humo de incendio

Me interesa resaltar los apartados 2 y 4, pues son los que determinan los cálculos del dimensionado de los elementos de evacuación. El resto de apartados indican restricciones, características, etc. que no tienen que ver estrictamente con el cálculo de asignaciones. Según se deduce de dicha estructura y de la propia redacción de la normativa, el proceso de cálculo para determinar el dimensionado de los elementos de evacuación es como sigue:

- I. Cálculo de las ocupaciones según los usos de los diferentes espacios y zonas del edificio [referencia en el apartado 2]
- II. Cálculo de las asignaciones a cada salida [referencia en el apartado 4.1]
- III. Dimensionado de los medios de evacuación [referencia en el apartado 4.2]

Sobre este proceso de cálculo en tres partes quiero destacar las siguientes críticas, organizadas también por el mismo orden.

3.1 HIPÓTESIS DE OCUPACIÓN

Esta primera fase se encarga de determinar el número de personas que ocupan el edificio de forma teórica, para las que tendremos que calcular posteriormente los elementos de evacuación del edificio. Para ello se utilizan valores de densidad de ocupación y las superficies útiles de cada zona del edificio. Esta parte del cálculo es sencilla [ver apartado 4.1.1. del presente trabajo].

$$\text{numero de ocupantes} = \frac{\text{superficie útil [m}^2\text{]}}{\text{densidad de ocupación [\frac{m^2}{\text{persona}}]}}$$

Pero por otro lado, tenemos también definido por el código técnico de la edificación en el mismo apartado: “[...] 2.2. *A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.*”

También en la nota 1 de la Tabla 2.1 (densidades de ocupación) se hace referencia a la misma idea de uso alternativo: *“Deben considerarse las posibles utilidades especiales y circunstanciales de determinadas zonas o recintos, cuando puedan suponer un aumento importante de la ocupación en comparación con la propia del uso normal previsto. En dichos casos se debe, bien considerar dichos usos alternativos a efectos del diseño y cálculo de los elementos de evacuación, o bien dejar constancia, tanto en la documentación del proyecto, como en el Libro del edificio, de que las ocupaciones y los usos previstos han sido únicamente los característicos de la actividad”*.

Dichos usos alternativos los podemos encontrar, por ejemplo, en edificios docentes (aulas vs. laboratorio; aulas vs. gimnasio; eventos espaciales en fin de curso o antes de vacaciones, etc.), también en teatros y auditorios (desarrollo de la función, descanso de la función, ensayos, etc.), o en edificios multiusos.

Para exponer los usos alternativos y su consecuencia en nuestro cálculo voy a utilizar una planta de un edificio público concreto: El Teatro de la Ópera de la Ciudad de la Cultura de Galicia¹, del arquitecto Peter Eisenman (ver figuras 3.1.1 y 3.1.2 en las siguientes páginas). Al igual que la mayoría de teatros de ópera, dispone de al menos dos espacios públicos donde podemos aplicar el concepto de “uso alternativo”.

Uno de estos espacios es para socializar antes, en los descansos y después de la función teatral, mientras que el otro es el adecuado para la audición propiamente dicha. Así foyer y sala de teatro tienen usos alternativos; o dicho de otra manera: el espacio de Foyer no puede estar totalmente ocupado al mismo tiempo que está totalmente ocupada la Sala de teatro. Así que debemos estudiar ambas situaciones por separado, para determinar las asignaciones más desfavorables a los medios de evacuación (dimensionando dichos elementos para el caso más desfavorable de los dos) y, de esta manera, dar cobertura ante cualquier evento de incendio en ambas situaciones.

Detrás del escenario, o entre bastidores, también existen diferentes hipótesis de ocupación, pues no sería realista que escenario, camerinos y salas de ensayo estén totalmente ocupadas simultáneamente.

Pero como ejemplo para exponer el concepto “hipótesis de ocupación” utilizaré únicamente las dos situaciones diferentes en la zona pública del edificio, que son: Sala vs. Foyer.

Hipótesis de ocupación 1:

En esta hipótesis de ocupación la sala de audición se encuentra llena de ocupantes, mientras que el Hall de acceso a la sala y sus espacios de circulación se encuentran vacíos. Es la situación en la que el público está viendo la función teatral. Esta distribución de ocupantes dentro del edificio implica la utilización de unas determinadas salidas de evacuación en caso de emergencia. En la figura 3.1.1 se representan con diferentes colores ambas zonas de la planta del primer balcón del teatro, correspondientes con esta situación: en verde la zona ocupada y en rojo la zona desocupada.

¹ Primer premio del concurso de arquitectura para la definición de la Ciudad de la Cultura de Galicia, por Eisenman Architects en 1999

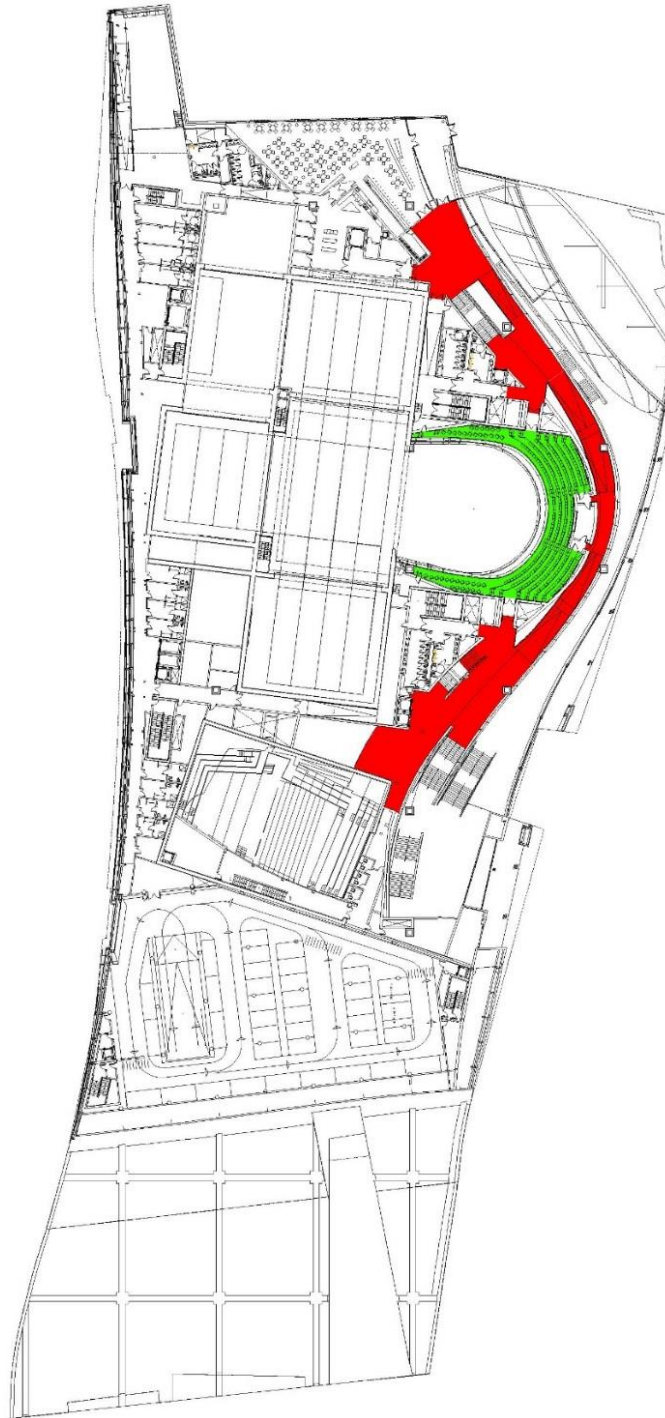


Figura 3.1.1 Hipótesis de ocupación 1

Hipótesis de ocupación 2:

En esta hipótesis de ocupación la sala de audición se encuentra vacía de ocupantes, mientras que el Hall de acceso a la sala y sus espacios de circulación se encuentran llenos. Esta es la situación en la que hay un descanso en la función teatral/musical, y el público se encuentra socializando. Esta segunda distribución de ocupantes dentro del edificio implica la utilización

de otras salidas de evacuación, en caso de emergencia, diferentes a las utilizadas en la hipótesis de ocupación 1. En algunas zonas del edificio puede que se utilicen las mismas salidas, pero, por supuesto, con diferentes asignaciones. En la figura 3.1.2 se representan, con diferentes colores, ambas zonas de la planta del primer balcón del teatro, correspondientes con esta situación: en verde la zona ocupada y en rojo la zona desocupada.

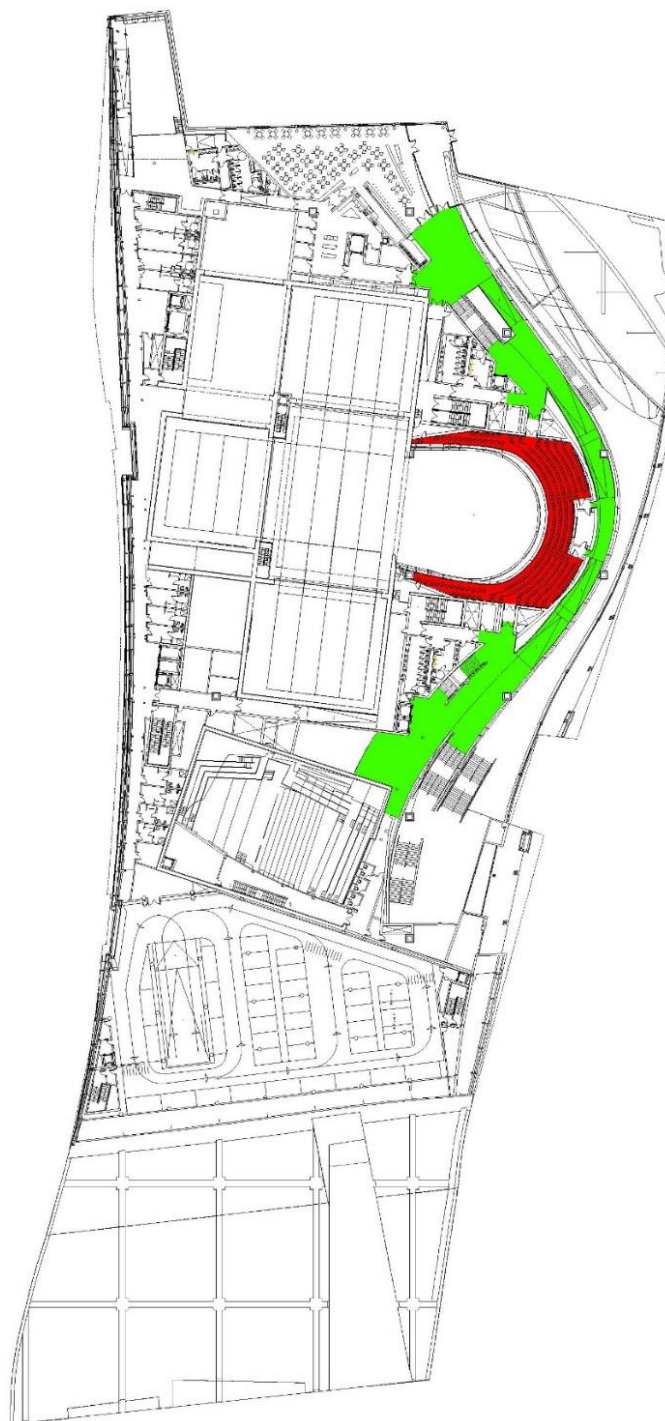


Figura 3.1.2 Hipótesis de ocupación 2

El dimensionado de los elementos de evacuación tiene que dar la cobertura de seguridad necesaria para ambas situaciones, por lo que, se puede concluir que tendremos que calcular los elementos de evacuación tantas veces como hipótesis de ocupación tenga el edificio.

En este primer apartado de la revisión crítica no se expone nada novedoso. Simplemente se pretende poner acento a los comentarios del CTE que parecen no tener mucha importancia, pero que desde mi punto de vista son absolutamente determinantes para poder realizar un cálculo fiable de los medios de evacuación de un edificio público.

3.2 BLOQUEO DE SALIDAS

Tal y como se escribió en los capítulos anteriores, el CTE DB-SI 3 indica:

“[...] la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable”.

Pero, para poder realizar las asignaciones a las salidas, ¿cómo sabemos cuál es la opción más desfavorable?

Para la presentación de este problema voy a utilizar como ejemplo un edificio: el Palacio del Cerezo en Flor en el Valle del Jerte², al que le aplicaré también el criterio definido en el documento *C/VM2 Verification Method: Framework for Fire Safety Design* de Nueva Zelanda. Se trata de un edificio más sencillo espacialmente que el anterior. Está desarrollado verticalmente en tres niveles, todos ellos de uso público, con auditorio, sala polivalente y oficinas (ver las plantas en la figura 3.2.1). Tiene una superficie total inferior a 900 m², por lo que se configura como un único sector de incendio. Dispone de un total de cinco salidas, todas son directas a espacio exterior seguro: dos de ellas ubicadas en el nivel de sótano (una a través de escalera y la otra a través de rampa), otras dos salidas dispuestas en la planta baja (son el acceso principal y el acceso a la escena), y por último una salida en el primer nivel.

² Primer premio del concurso de arquitectura para la definición del Palacio del Cerezo del Valle del Jerte, por AMID.cero9 (Cristina Díaz Moreno + Efrén García Grinda, arquitectos) en 2008

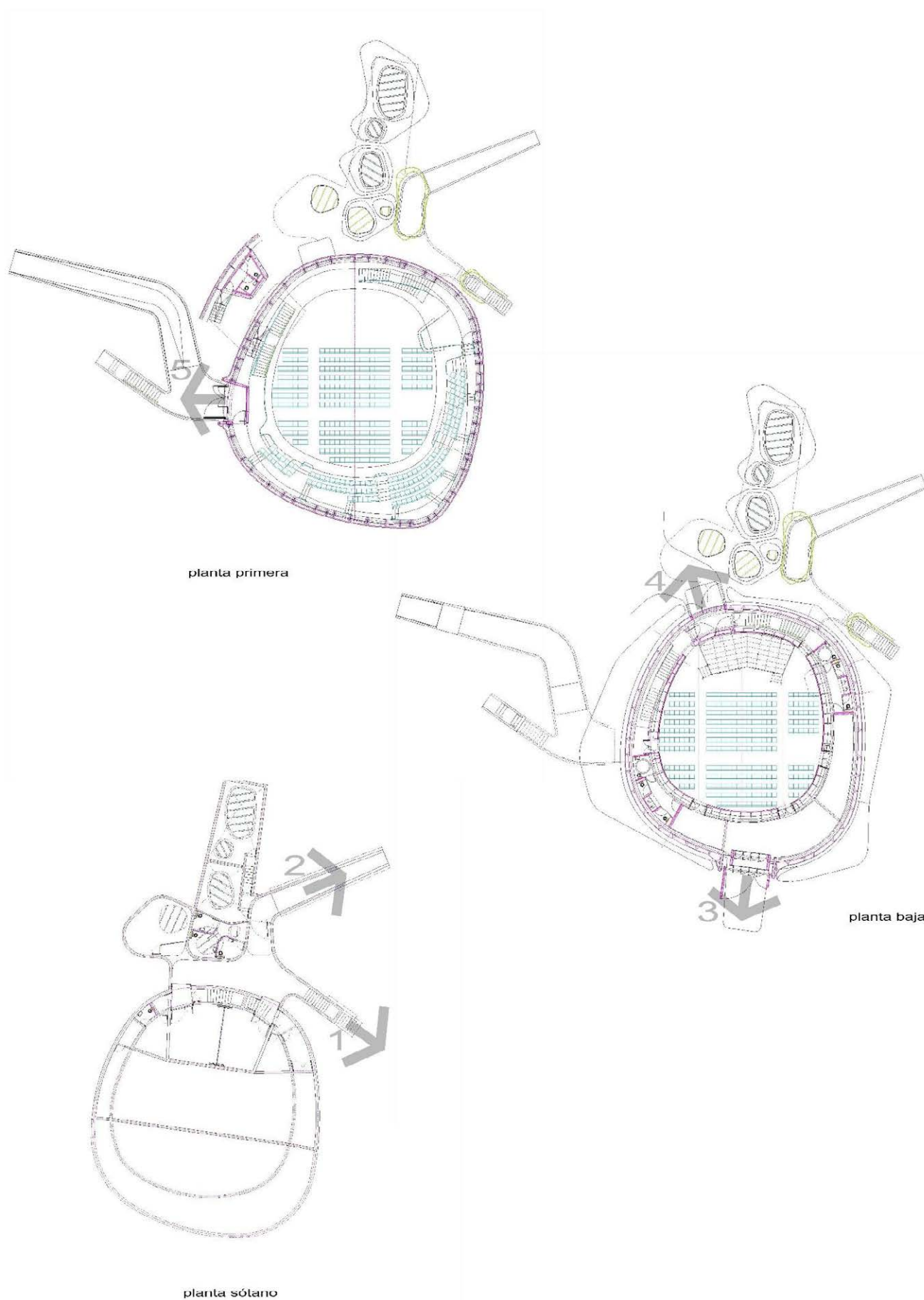


Figura 3.2.1 Plantas de edificio

Siguiendo el proceso de cálculo determinado por el CTE, en primer lugar se calculan las ocupaciones teóricas.

Estudio de ocupaciones (según CTE DB-SI3):

Utilizo los valores de densidad de ocupación (ver tabla 2.1 del CTE DB-SI3) y las superficies útiles de cada zona del edificio, arrojando los siguientes resultados:

RECINTO	SUPERFICIE [m ²]	DENSIDAD [personas/m ²]	OCUPACIÓN
PLANTA SOTANO			
aseos 01	14.80	0.500	8
camerino	12.70	0.500	7
oficina	24.75	0.100	3
salas polivalentes	53.75	1.000	54
ct	22.50	-	-
gp	2.25	-	-
gp pci	8.00	-	-
hvac 01	144.20	-	-
hvac 02	33.45	-	-
instalaciones	8.55	-	-
mantenimiento	9.35	-	-
PLANTA BAJA			
aseos 02	12.89	0.500	7
aseos 03	12.44	0.500	7
sala principal	266.93	butacas	275
vestíbulo	76.84	(0,500)	(39 alternativa)
PLANTA PRIMERA			
aseos 04	7.38	0.500	4
control sonido	17.85	0.050	1
palco	114.74	butacas	119
TOTAL		ocupantes	485

Para el cálculo de las asignaciones a las salidas voy a suponer que los ocupantes están dentro de la sala principal. La ocupación alternativa del vestíbulo de acceso (en la planta baja) no es relevante en este caso para la exposición de la crítica. Esta distribución de los ocupantes dentro del edificio está reflejada en la figura 3.2.2

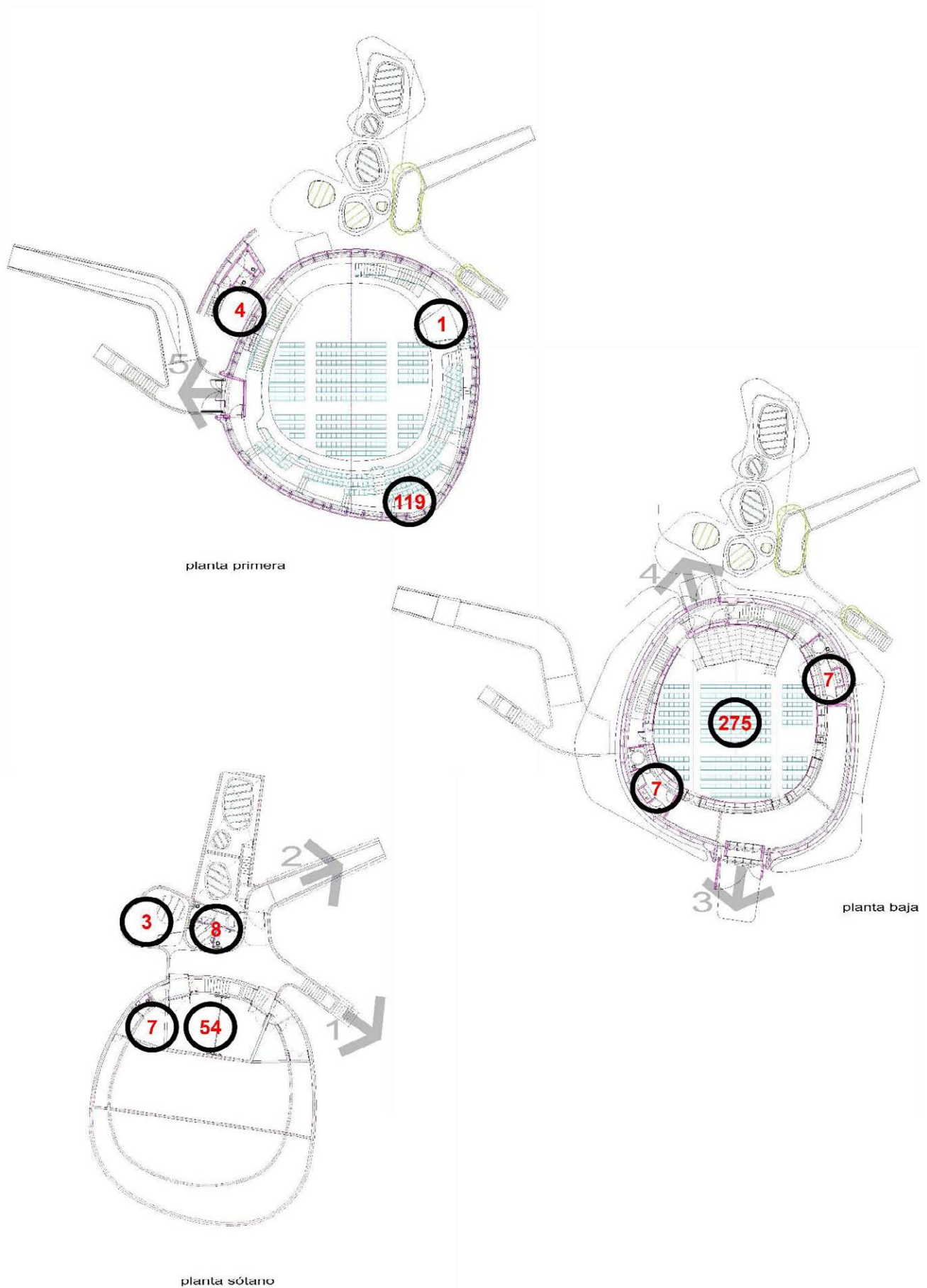


Figura 3.2.2 Ocupaciones

Estudio de asignaciones

Esta es la fase II del cálculo [referencia en el apartado 4.1 del DB-SI3].

Como juicio para la asignación de ocupantes a las cinco salidas utilizo exclusivamente el criterio de proximidad. Tal y como afirmé en el apartado de limitaciones en la introducción, en este análisis no aplicaré el criterio de comportamiento humano en el cálculo de las asignaciones.

Para conseguir las asignaciones realizo en primer lugar el **mapa de distancias** sobre las plantas del edificio (ver figura 3.2.3), ya que sobre esta planta se pueden contabilizar el número de ocupantes que le corresponde a cada salida de manera rápida y sencilla.

El plano utiliza curvas equidistantes a un metro, con origen en las cinco salidas al exterior. Para mejorar su comprensión gráfica, se vale de una escala de color, que va incrementando primero su saturación del color blanco hacia el color rojo, y posteriormente su oscuridad hacia el color negro, siempre a medida que va aumentando la distancia a la salida. El criterio mantenido es el mismo para todas las salidas, pues todas ellas tienen recorridos interiores en igualdad de condiciones³. Cuando las curvas equidistantes correspondientes a dos salidas se cortan, nos define el límite del área de influencia de cada una de ellas. De esta manera se pueden definir gráficamente las áreas de influencia de cada una de las salidas, siguiendo exclusivamente el criterio de proximidad.

El correcto tratamiento del mapa de distancias está desarrollado más adelante, concretamente en el apartado 4.1 de la tesis (asignación de ocupantes por equidistancia).

Como resultado de este primer mapa de distancias sin bloqueo se obtienen los datos de la siguiente tabla:

Tabla correspondiente a las asignaciones sin bloqueo de la figura 3.2.3

SALIDA	1	2	3	4	5
Sin bloqueo	54	18	148	170	95

³ No existen recorridos exteriores o descubiertos.

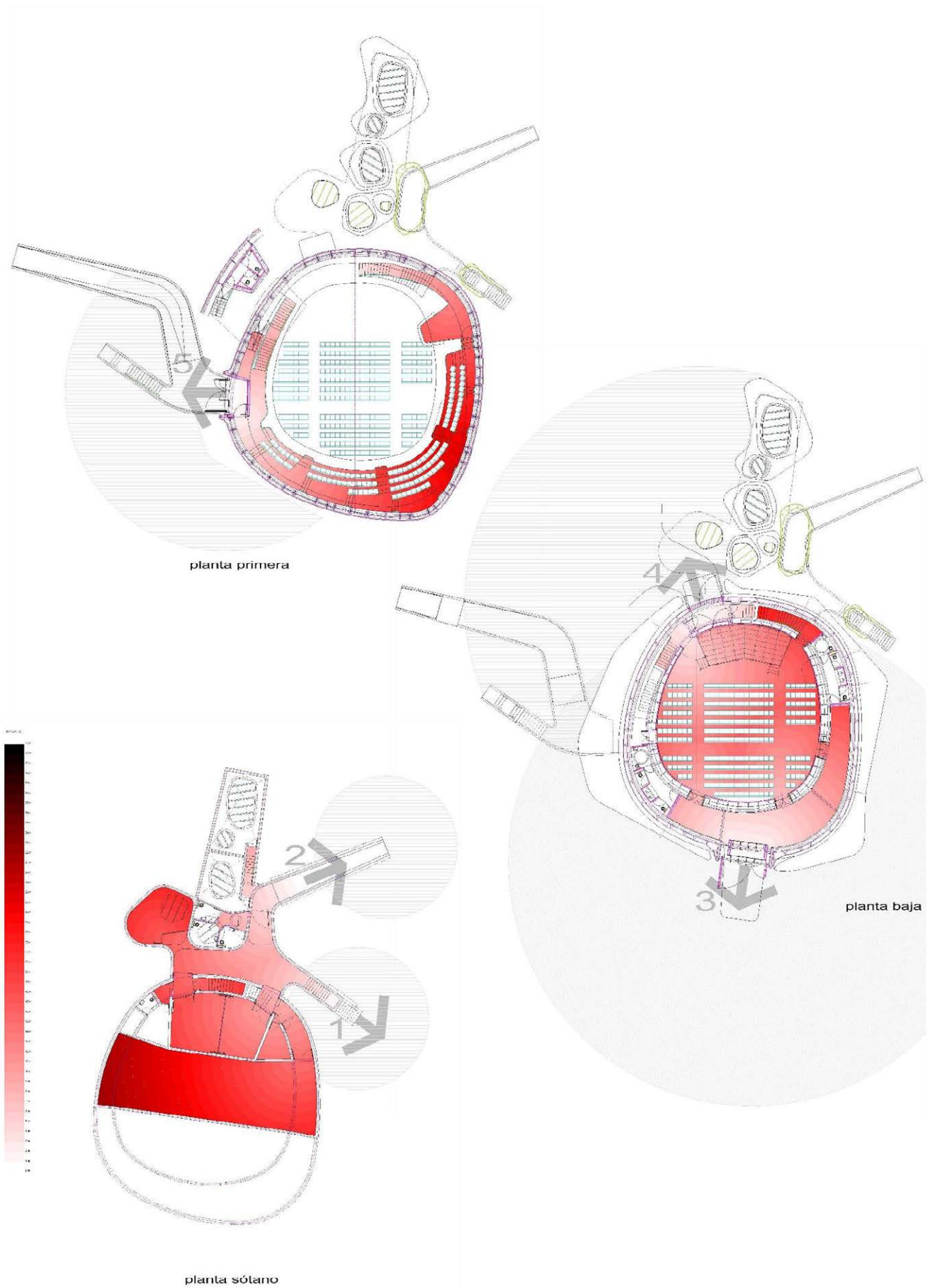


Figura 3.2.3 Mapa de distancias sin bloqueo

Obtenemos así las asignaciones de las cinco salidas en la situación de “sin bloqueo”, por lo que estas asignaciones no son las desfavorables. Estas asignaciones no son válidas para el cálculo final de los flujos en los elementos de evacuación.

Según lo dicho en el CTE es necesario suponer inutilizada una de las cinco salidas, para poder determinar así la opción más desfavorable.

Debemos por tanto realizar nuevos estudios con los bloqueos de las salidas de emergencia. En primer lugar, siguiendo el criterio de la reglamentación *C/VM2 Verification Method: Framework for Fire Safety Design, New Zealand*, debemos bloquear la salida principal. En este caso la salida principal es la número 3.

En la figura 3.2.4 se analiza el mapa de distancias resultado de bloquear la salida 3 (salida principal).

Los resultados obtenidos con este mapa (bloqueo salida 3) para las asignaciones de las salidas son: Tabla correspondiente a las asignaciones de la figura 3.2.4

SALIDA	1	2	3	4	5
Bloqueo salida 3	54	18	X	318	95

Bajo esta situación, tenemos únicamente un incremento en la asignación de la salida 4 (detrás de la escena). En principio, ésta sería la asignación de cálculo más desfavorable para la salida 4 (318 ocupantes). Pero, ¿cuál es la asignación de cálculo de la salida 3? Los 148 ocupantes asignados en el análisis del mapa 3.2.3 se corresponden con el escenario sin bloqueo de salidas, por lo que no es la opción más desfavorable para esta salida.

Al mismo tiempo podemos preguntarnos por la asignación de cálculo para el resto de salidas (1, 2 y 5), porque tampoco se han incrementado por ahora en estos primeros análisis.

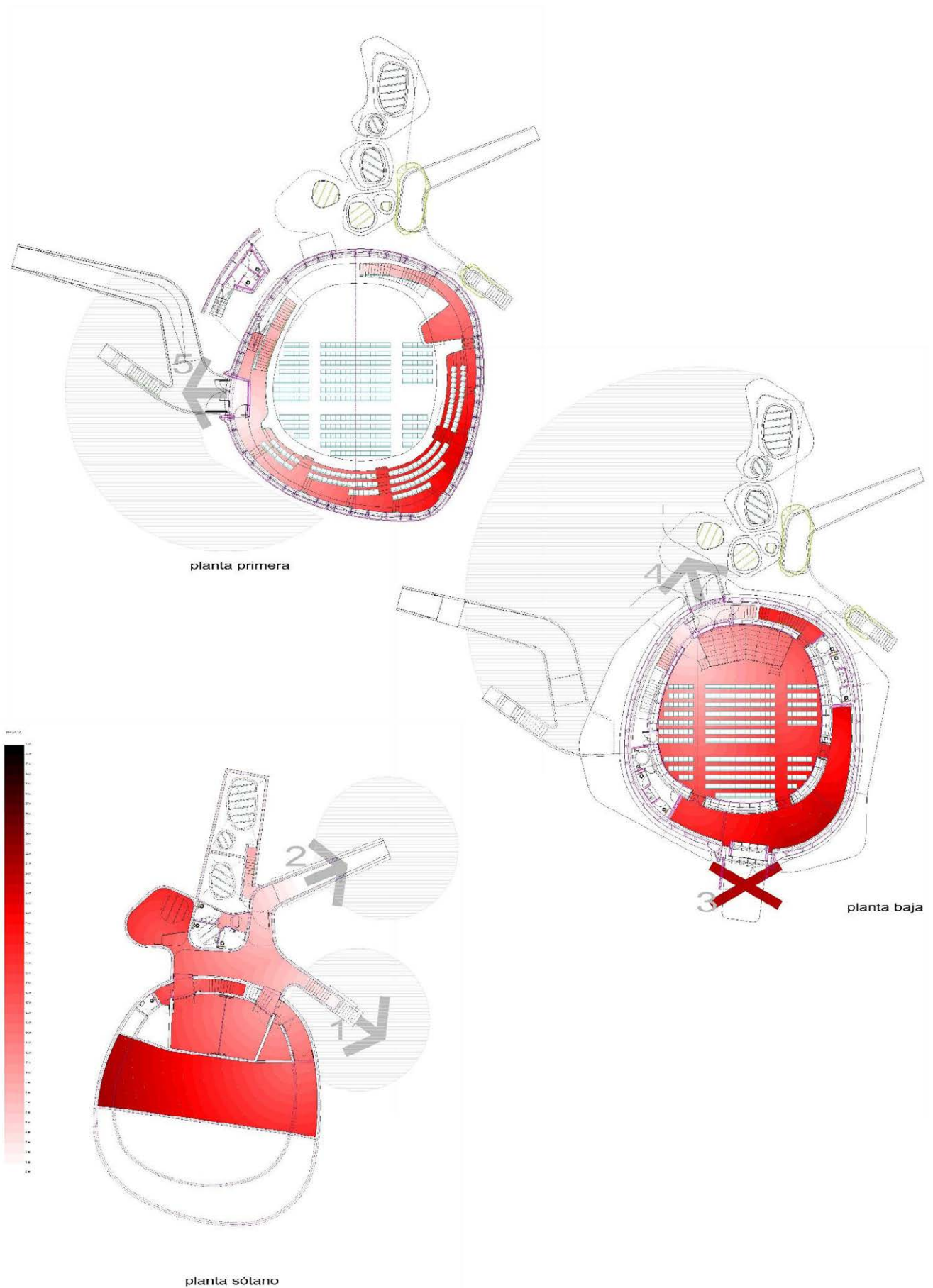


Figura 3.2.4 Mapa de distancia con bloqueo de la salida 3

En el artículo 11 de la parte 1 del CTE se indica: “[...] *El objetivo del requisito básico “Seguridad en caso de incendio” consiste en 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.*” Como partimos de la premisa de que un incendio es de origen accidental, no podemos prever exactamente dónde se va a originar y a qué zona va a afectar inicialmente bloqueando alguna de las salidas.

Es necesario bloquear cada una de las cinco salidas, una en cada análisis, para encontrar así la hipótesis más desfavorable para cada una de ellas. De hacerlo así obtendríamos cinco asignaciones posibles para cada una de las salidas, y nos quedaremos con la más desfavorable de todas las cinco.

De esta manera se amplía el análisis bloqueando el resto de salidas, resultando los mapas de distancias representados en las siguientes figuras:

Figura 3.2.5 Mapa de distancias con el bloqueo de la salida 4

Figura 3.2.6 Mapa de distancias con el bloqueo de la salida 5

Figura 3.2.7 Mapa de distancias con el bloqueo simultáneo de las salidas 1 y 2 (como consecuencia de su cercanía se bloquean ambas en el mismo análisis).

Los resultados de las asignaciones de todos los mapas realizados se resumen en la siguiente tabla síntesis:

SALIDA	1	2	3	4	5
Sin bloqueo	54	18	148	170	95
Bloqueo salida 3	54	18	X	318	95
Bloqueo salida 4	54	18	289	X	124
Bloqueo salida 5	54	18	148	265	X
Bloqueo salidas 1 y 2	X	X	148	242	95
Bloqueo salidas 1 o 2	72	72	148	170	95

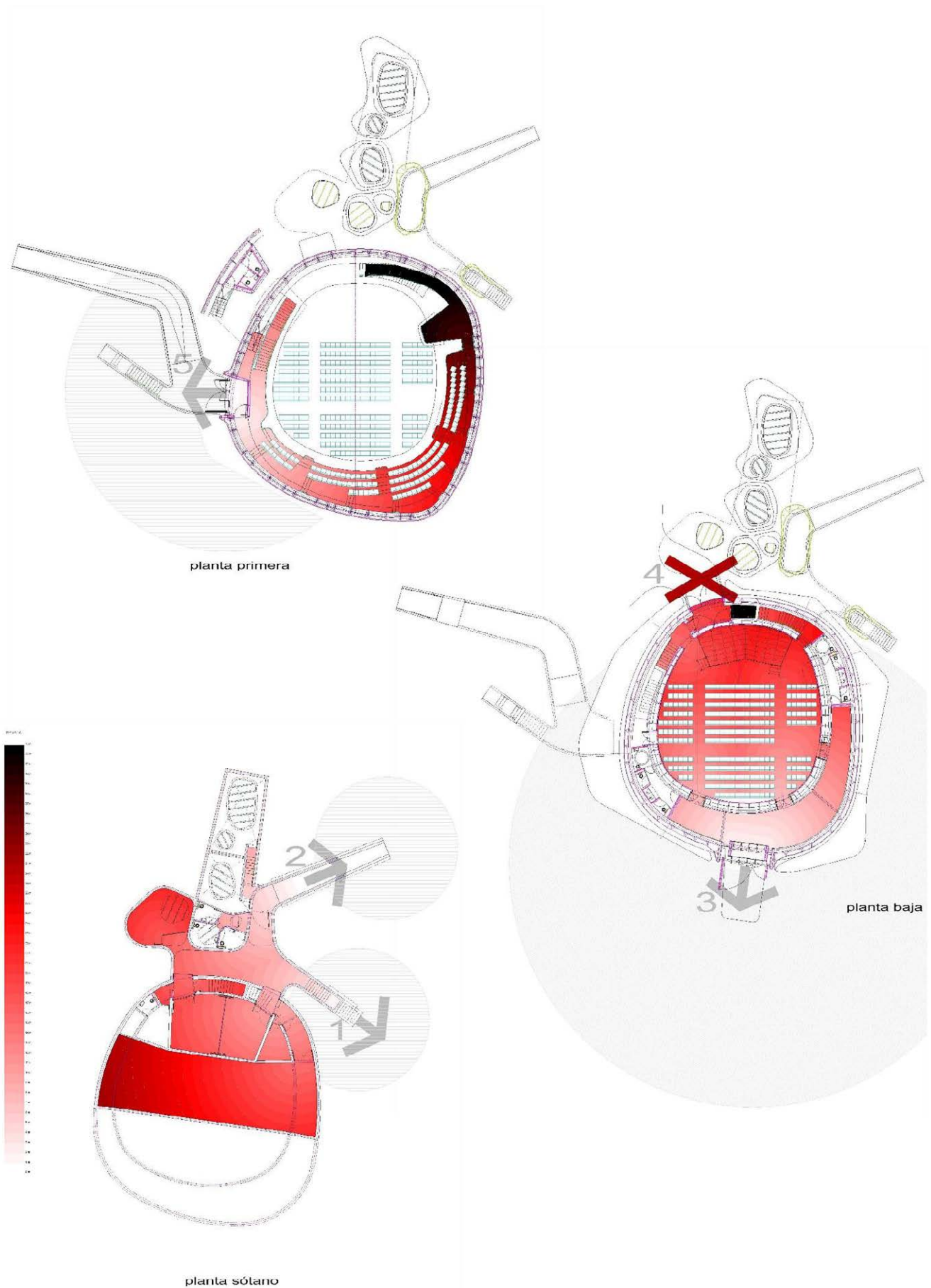


Figura 3.2.5 Mapa de distancia con bloqueo de la salida 4

Después de haber bloqueado cada una de las salidas y analizado cada uno de los mapas de distancias, podemos afirmar cuáles son las asignaciones más desfavorables para cada salida.

De la comparación de los datos obtenidos en este análisis, tomando como referencia las asignaciones sin bloqueo de salidas, resultan los siguientes incrementos:

1. Según *C/VM2 Verification Method (New Zealand)*, las asignaciones de cálculo deben ser las siguientes:

SALIDA	1	2	3	4	5
asignaciones	54	18	148	318	95
				+ 87 %	

2. Analizando todas las opciones de bloqueos posibles tenemos las siguientes asignaciones:

SALIDA	1	2	3	4	5
asignaciones	72	72	289	318	124
	+ 33 %	+ 300 %	+ 95 %	+ 87 %	+ 23 %

El CTE no desarrolla cómo debe ser el criterio para determinar cuál es la opción más desfavorable de las asignaciones a las salidas. Tampoco conseguimos total seguridad en las asignaciones si solamente analizamos la opción de bloqueo de la entrada/salida principal del recinto, tal y como se especifica en la reglamentación *C/VM2 Verification Method: Framework for Fire Safety Design, New Zealand*.

Con el proceso expuesto queda demostrado que es necesario realizar el análisis de todos los bloqueos posibles, para poder determinar las asignaciones más desfavorables para cada una de las salidas.

En el capítulo 4 (*método de cálculo*) de la presente tesis se explica con más detalle este proceso de cálculo de las asignaciones para todos los elementos de evacuación.

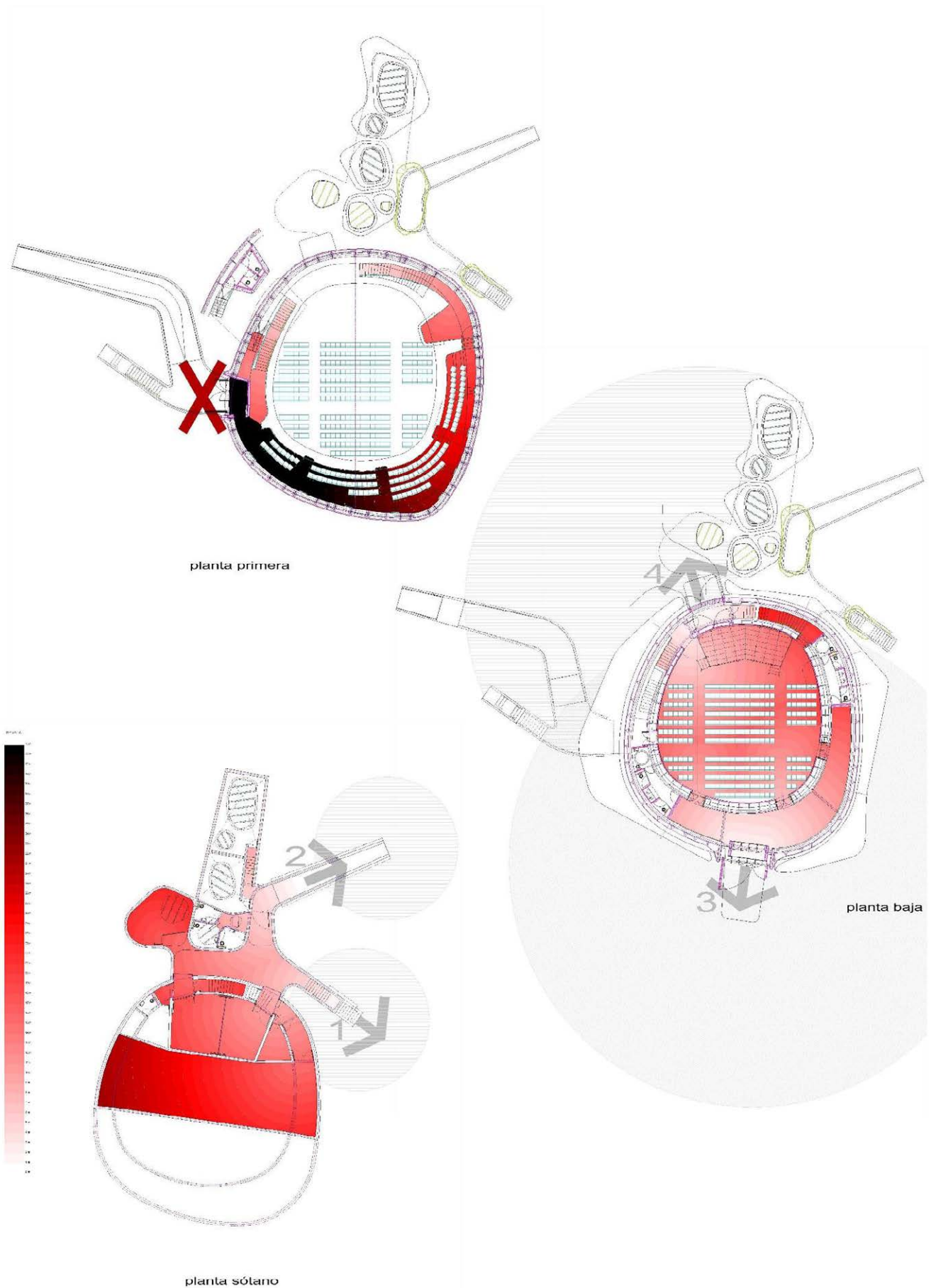


Figura 3.2.6 Mapa de distancia con bloqueo de la salida 5

3.3 ESCENARIOS DE FUEGO

A la hora de justificar el cumplimiento de la reglamentación sobre incendios, cuando se hace en base prestacional, la gran mayoría de las modelizaciones y simulaciones realizadas solo analizan los resultados fruto de un escaso número de escenarios de incendio. Pero en las estrategias de cálculo no se incluye el análisis de todos los posibles bloqueos, por lo que los resultados pueden diferir mucho entre si debido a que no están analizadas todas las posibilidades de bloqueo de salidas (ver resultados obtenidos en el apartado anterior).

3.4 DIMENSIONADO DE LOS ELEMENTOS DE EVACUACIÓN

Como consecuencia de todo lo anterior sobre el cálculo de la ocupación y su posterior asignación, un resultado del dimensionado de los elementos de evacuación puede ser erróneo si no se analizan todos los bloqueos posibles, y dicho dimensionamiento está directamente relacionado con la seguridad de evacuación de un edificio. Un mal dimensionado de los elementos de evacuación provocaría tiempos de evacuación más largos, con la consecuente exposición innecesaria a humos y gases, y merma de la seguridad de evacuación.

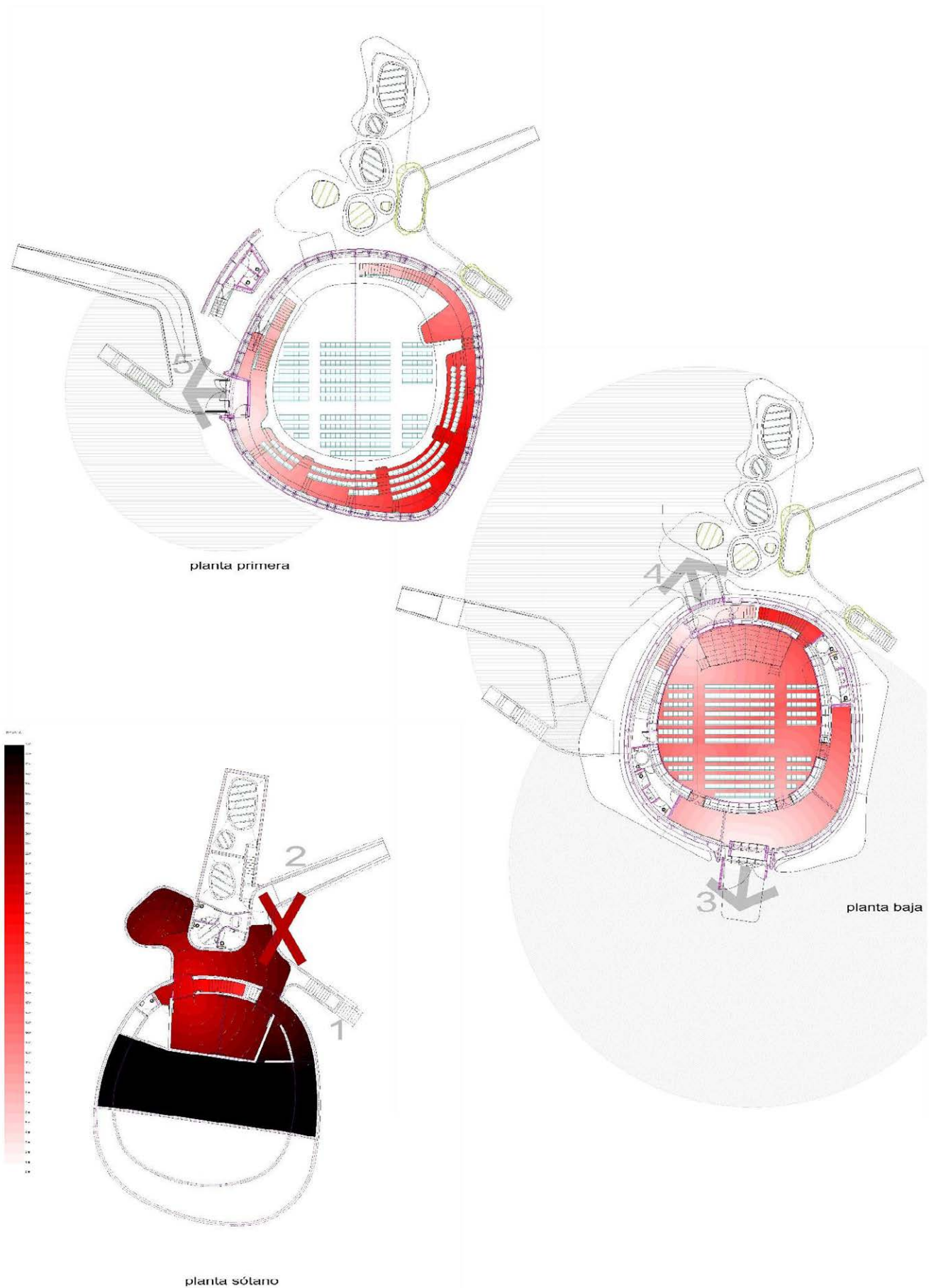


Figura 3.2.7 Mapa de distancia con bloqueo de las salidas 1 y 2

4 MÉTODO DE CÁLCULO

Expondré el método de cálculo como un proceso que consta de cuatro fases:

fase	concepto	cálculo
1ª	asignación por equidistancia	todos los recintos del edificio
2ª	análisis de bloqueos	
3ª	introducción de variables de comportamiento	
4ª	asignación final de cálculo	todos los elementos de evacuación

De la misma manera aparecen estructurados los apartados de este capítulo, en dónde iré introduciendo ejemplos prácticos como apoyo a la explicación, que irán ganando en complejidad. La validación del método será por comparación y evidencia.

- * asignación por equidistancia [apartado 4.1]
- * análisis de bloqueos [apartado 4.2]
- * introducción de variables de comportamiento [apartado 4.3]
- * asignación final de cálculo [apartado 4.4]

La aportación más innovadora del presente trabajo se desarrolla en el apartado 4.4.

4.1 ASIGNACIÓN DE OCUPANTES A SALIDAS DE PLANTA POR EQUIDISTANCIA

El primer paso en el cálculo de la asignación de ocupantes consiste en analizar las ocupaciones de todos los recintos o zonas del edificio. Seguidamente calcular las áreas de influencia de cada salida, para, finalmente, asignar los ocupantes por equidistancia a cada una de las salidas.

4.1.1 Cálculo de la ocupación por zonas y/o recintos

A todas las zonas o recintos del edificio se les asignan valores de densidad de ocupación teórica, en función de los diferentes usos a los que están destinados. Para tal efecto se usan las densidades de ocupación definidas en la Tabla 2.1 del CTE DB-SI3.

Tabla 2.1. Densidades de ocupación ⁽¹⁾

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m ² /persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc. Aseos de planta	<i>Ocupación nula</i> 3
<i>Residencial Vivienda</i>	Plantas de vivienda	20
<i>Residencial Público</i>	Zonas de alojamiento Salones de uso múltiple Vestíbulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	20 1 2
<i>Aparcamiento</i> ⁽²⁾	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc. En otros casos	15 40
<i>Administrativo</i>	Plantas o zonas de oficinas Vestíbulos generales y zonas de uso público	10 2
<i>Docente</i>	Conjunto de la planta o del edificio Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc. Aulas (excepto de escuelas infantiles) Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas	10 5 1,5 2
<i>Hospitalario</i>	Salas de espera Zonas de hospitalización Servicios ambulatorios y de diagnóstico Zonas destinadas a tratamiento a pacientes internados	2 15 10 20
<i>Comercial</i>	En establecimientos comerciales: áreas de ventas en plantas de sótano, baja y entreplanta áreas de ventas en plantas diferentes de las anteriores En zonas comunes de centros comerciales: mercados y galerías de alimentación plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior plantas diferentes de las anteriores En áreas de venta en las que no sea previsible gran afluencia de público, tales como exposición y venta de muebles, vehículos, etc.	2 3 2 3 5 5
<i>Pública concurancia</i>	Zonas destinadas a espectadores sentados: con asientos definidos en el proyecto sin asientos definidos en el proyecto Zonas de espectadores de pie Zonas de público en discotecas Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etc. Zonas de público en gimnasios: con aparatos sin aparatos Piscinas públicas zonas de baño (superficie de los vasos de las piscinas) zonas de estancia de público en piscinas descubiertas vestuarios Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc. Zonas de público en restaurantes de "comida rápida", (p. ej: hamburgueserías, pizzerías...) Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc. Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc. Vestíbulos generales, zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta Vestíbulos, vestuarios, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculos y de reunión Zonas de público en terminales de transporte Zonas de servicio de bares, restaurantes, cafeterías, etc.	1pers/asiento 0,5 0,25 0,5 1 5 1,5 2 4 3 1 1,2 1,5 2 2 2 10 10
Archivos, almacenes		40

Dichas densidades de ocupación generan, junto con las superficies asociadas por usos de las diferentes estancias del edificio, las ocupaciones teóricas que, finalmente, se utilizarán en el cálculo y que determinan al mismo tiempo el aforo oficial del edificio.

Por ejemplo, para una superficie de 55,80 m² destinada a público sentado en una cafetería (densidad 1,5 m²/persona), tendríamos la siguiente expresión:

$$n^{\circ} \text{ ocupantes} = \frac{\text{superficie útil [m}^2\text{]}}{\text{densidad de ocupación [\frac{m^2}{\text{persona}}]}} = \frac{55,80}{1,5} = 37,2 = 38 \text{ personas}$$

Estas ocupaciones condicionarán el dimensionado de los elementos de evacuación, que se utilizarán en los recorridos de evacuación.

4.1.2 Número de salidas

De manera genérica podemos decir que existen dos opciones posibles para abordar la asignación de la ocupación de un recinto, siguiendo la estructura definida en el CTE DB-SI:

- a) plantas o recintos que disponen de una única salida
- b) plantas o recintos que disponen de más de una salida

En el “caso a” no existe duda de cómo debe ser la asignación de ocupantes, dado que solo tienen una opción de salida; es decir, todos los ocupantes se asignan a la única salida existente.

En el “caso b” la asignación de ocupantes no es tan inmediata. Solo en el caso hipotético de que se dispongan las salidas de evacuación uniformemente repartidas, la densidad de ocupación también fuese homogénea en toda la superficie y el recinto fuese espacialmente simétrico, podríamos realizar una asignación a partes iguales a cada una de las salidas. Pero esta situación teórica es muy difícil encontrarla en el diseño de los recintos, por lo que se requiere de un análisis donde se deben determinar las áreas de influencia por equidistancia de cada una de las salidas de planta.

Como se verá en el apartado 4.4. (Cálculo final de flujos en el recorrido de evacuación), las asignaciones correspondientes a la evacuación normal, es decir, sin bloqueo de salida, son de gran importancia para el cálculo final. Este cálculo inicial es igual de importante que calcular las evacuaciones con bloqueo de salidas. Por lo que cuando tenemos un recinto con dos salidas de planta, es muy importante calcular la evacuación normal con precisión.

4.1.3 Análisis geométrico - Mapa de distancias

Recorrido de evacuación es el camino que conduce desde todo origen de evacuación hasta la salida de planta o salida de edificio más cercana, situada en la planta considerada u en otra diferente. Para poder determinar todos los recorridos de evacuación en una planta o recinto, se procede utilizando curvas equidistantes a las salidas, ocupando toda la superficie útil de la planta o recinto. Así, cualquier recorrido de evacuación es el resultado de proyectar desde el punto de inicio las ortogonales a dichas curvas de distancia, hasta llegar a la salida. De esta manera no solo se justifican todos los recorridos de evacuación, puesto que se abarca toda la superficie útil, sino que también se justifica cuál es la salida más cercana desde cada origen de evacuación.

Las curvas de distancia tienen sus orígenes de “distancia cero” en las propias salidas. Las curvas equidistan entre sí un metro, y se van modificando geométricamente a medida que se encuentren con obstáculos en los recorridos, tales como estructura, particiones, mobiliario fijo, etc.

En este análisis geométrico es necesario dejar una separación de 45~50 cm con respecto a cualquier obstáculo¹. Esta es la distancia umbral de seguridad que utilizamos en nuestro desplazamiento en caso de emergencia. Eso quiere decir que en pasillos de ancho inferior a 90 centímetros las distancias están calculadas en el eje del pasillo.

¹ ver concepto EV (espacio vivido) en “DT16 El comportamiento de las personas en situaciones de emergencia” publicado por Cepreven.

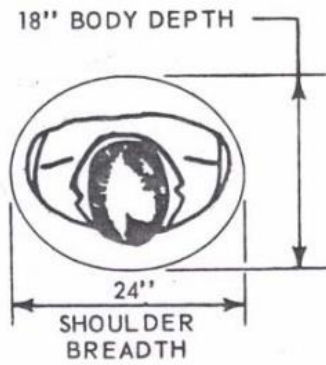


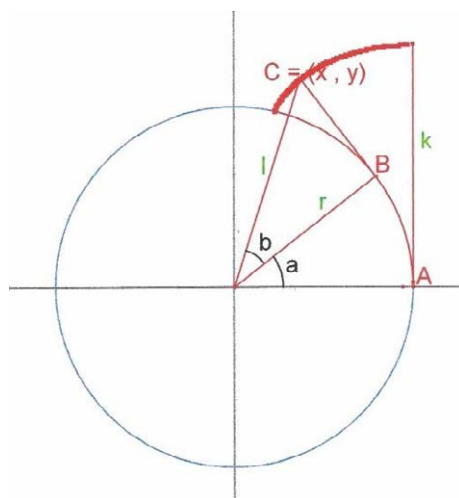
Figura 4.1.3.1. Elipse de cuerpo humano definido por J. Fruin en 1971. *Pedestrian Planning and Design, Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners, Inc. New York*

Aunque no es objeto del presente análisis determinar los tiempos de evacuación de los edificios, hay que hacer notar que la distancia de 45 centímetros varía según la densidad y velocidad de desplazamiento, tal y como estudió Hall², como extensión a los modelos elípticos de Fruin, desarrollando la idea de las “burbujas territoriales” en 1996. Pero como una aproximación al cálculo en el presente método se considera que la distancia de 45 centímetros es adecuada.

Curva de proyección (recta sobre curva)

Para el correcto desarrollo del mapa de distancias, teniendo en cuenta la separación de 45 cm con los obstáculos fijos definidos en el proyecto, es necesario entender cómo se proyecta un tramo recto sobre una curva, para poder resolver las esquinas abiertas en los recorridos de evacuación.

Según la aproximación matemática realizada por Manuel García Marrero³, la expresión sería:



$$AB = ra$$

$$BC = k - ra$$

$$C = (x, y)$$

$$k = \text{arco} + \text{tangente} = ra + (k - ra)$$

punto de la curva $C (x, y)$

² ver Hall E.T., The Hidden Dimensions, Doubleday, Garden City, NY, 1996.

³ Manuel García Marrero es licenciado matemático.

$$\begin{aligned}
 x &= l \cos(a + b) & y &= l \sin(a + b) & l^2 &= r^2 + (k - ra)^2 \\
 x &= \sqrt{r^2 + (k - ra)^2} \times [(\cos a \cos b) - (\sin a \sin b)] \\
 \cos b &= \frac{r}{l} = \frac{r}{\sqrt{r^2 + (k - ra)^2}} \\
 \sin b &= \frac{k - ra}{l} = \frac{k - ra}{\sqrt{r^2 + (k - ra)^2}}
 \end{aligned}$$

de donde sustituyendo en x e y :

$ \begin{aligned} x &= r \cos a - (k - ra) \sin a \\ y &= r \sin a + (k - ra) \cos a \end{aligned} $

Con este cálculo geométrico podemos proceder a realizar el mapa de distancias. En las siguientes páginas se expone un ejemplo de mapa.

Este primer ejemplo se realiza sobre una planta muy sencilla de un edificio de uso administrativo. Posteriores ejemplos irán ganando en complejidad, a medida que avanza el análisis y exposición del método de cálculo de asignaciones.

En la figura 4.1.1 refleja la planta primera de este edificio administrativo, que tiene unas dimensiones aproximadas de 20 m x 51 m. Dispone de dos patios, uno centrado en la planta y el otro situado en una de las esquinas. El núcleo con las comunicaciones verticales y baños dispone de dos escaleras de incendios protegidas, con dos salidas de evacuación en cada planta marcadas con sendas flechas, una azul y otra verde. A lo largo del ejemplo se utilizarán en el cálculo estos dos colores (azul y verde) para diferenciar las áreas de influencia por equidistancia correspondientes a las dos salidas.

Para evidenciar que es necesario analizar las distancias de los recorridos teniendo en cuenta todos los obstáculos (estructura, particiones, mobiliario fijo, etc.), así como la influencia de la separación de 45 cm con respecto de los obstáculos, se analiza paso a paso el desarrollo de un mapa de distancia, partiendo de la planta diáfana.

1. planta diáfana
2. con estructura, particiones y mobiliario fijo
3. con umbral de separación de 45 cm

En la figura 4.1.2. se muestra el análisis de las distancias desde cada origen de evacuación dentro del espacio diáfano. La distancia máxima que arroja el análisis es de 25,50 metros (corresponde al recorrido que tiene inicio en la esquina inferior izquierda).

En la figura 4.1.3. se representa la planta de distribución que incluye las particiones y mobiliario fijo. Esta es la planta que servirá como base para el siguiente análisis de distancias.

En la figura 4.1.4. se muestra el análisis de las distancias desde cada origen de evacuación con el espacio compartimentado en los diferentes despachos y zonas de trabajo. Aquellos despachos que no tienen representado el mapa de distancias en el interior es debido a que tienen menos de 50 m², por lo que los recorridos tienen su inicio en la puerta de acceso del despacho (siguiendo el criterio marcado por el propio CTE DB-SI). En este caso, la distancia máxima que arroja el análisis es de 28,20 metros, es decir, un incremento del **10,5%** respecto al primer análisis (sobre la planta diáfana).

En la figura 4.1.5. se representa la planta de distribución que incluye las particiones, mobiliario fijo y el umbral de separación de 45 cm a los obstáculos. Esta es la planta que servirá como base para el siguiente análisis de distancias.

En la figura 4.1.6. se muestra el análisis de las distancias desde cada origen de evacuación con el espacio compartimentado en los diferentes despachos y zonas de trabajo, utilizando el umbral de 45 cm de separación a los obstáculos fijos. En este caso, la distancia máxima que arroja el análisis es de 29,40 metros, es decir, un incremento del **15,3%** respecto al primer análisis (sobre la planta diáfana); y un incremento del 4,25% respecto al segundo análisis (planta compartimentada)

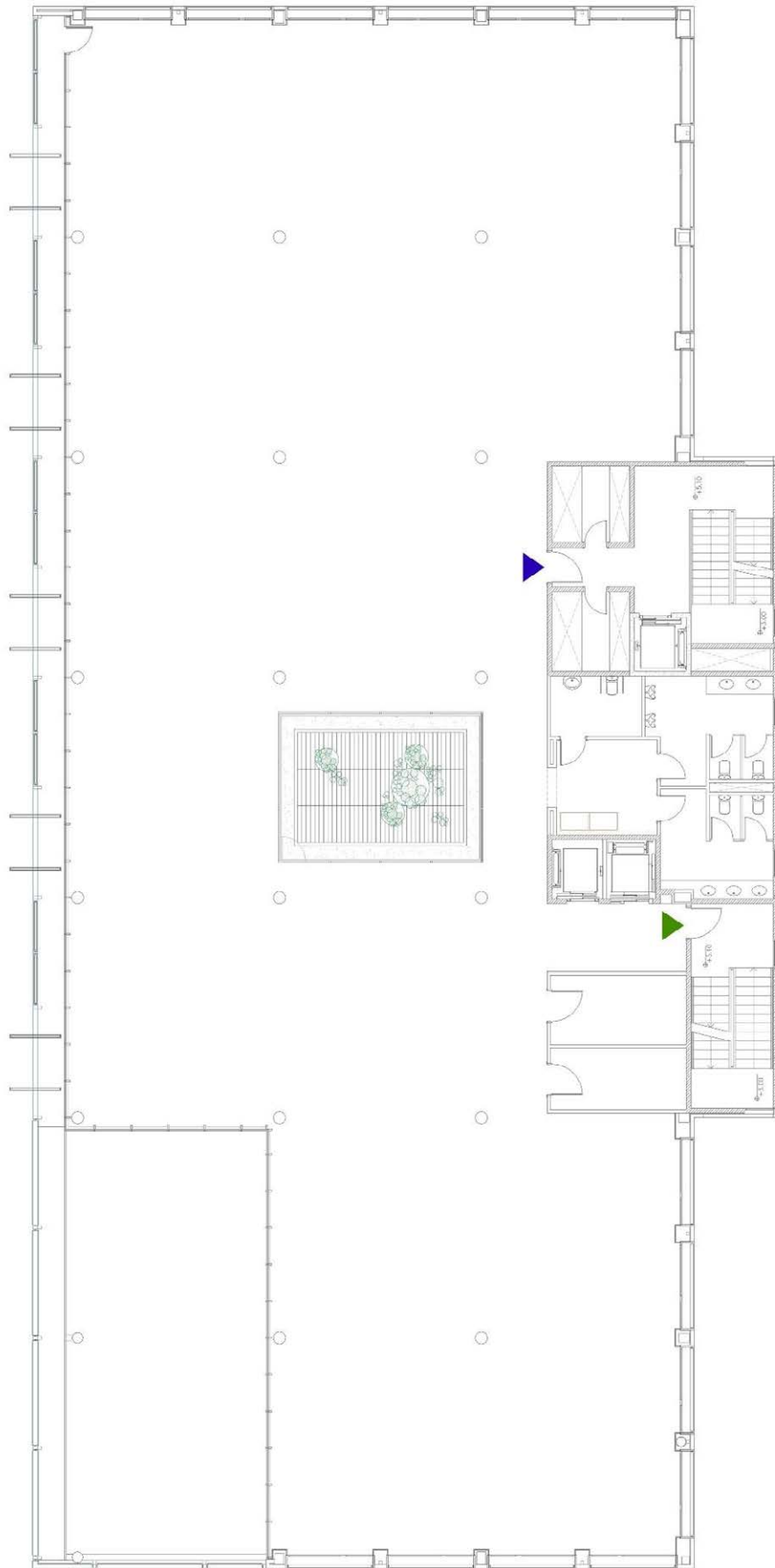


Figura 4.1.1 Planta tipo del edificio

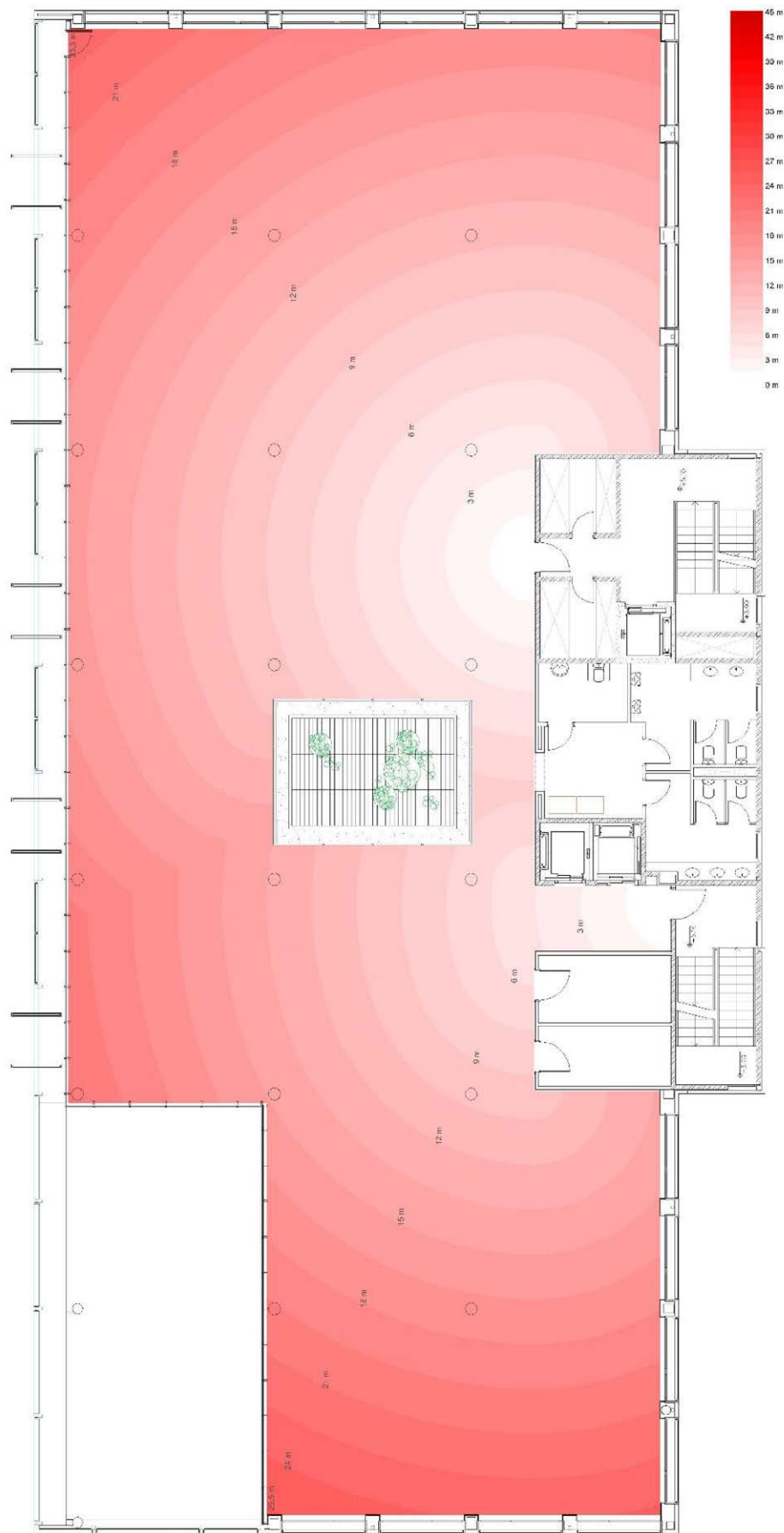


Figura 4.1.2 Planta con mapa de distancias

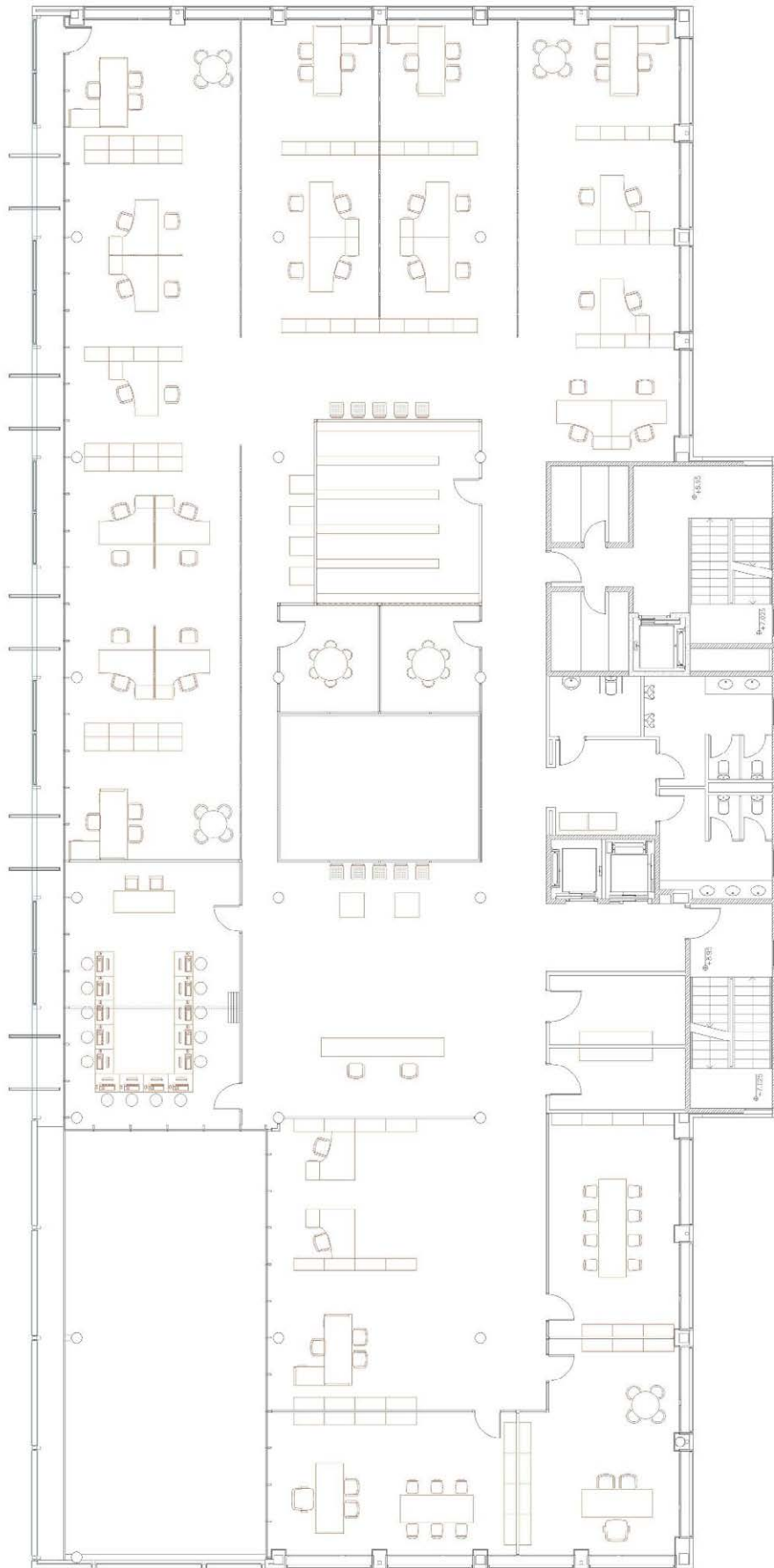


Figura 4.1.3 Planta de distribución (con particiones y mobiliario fijo)

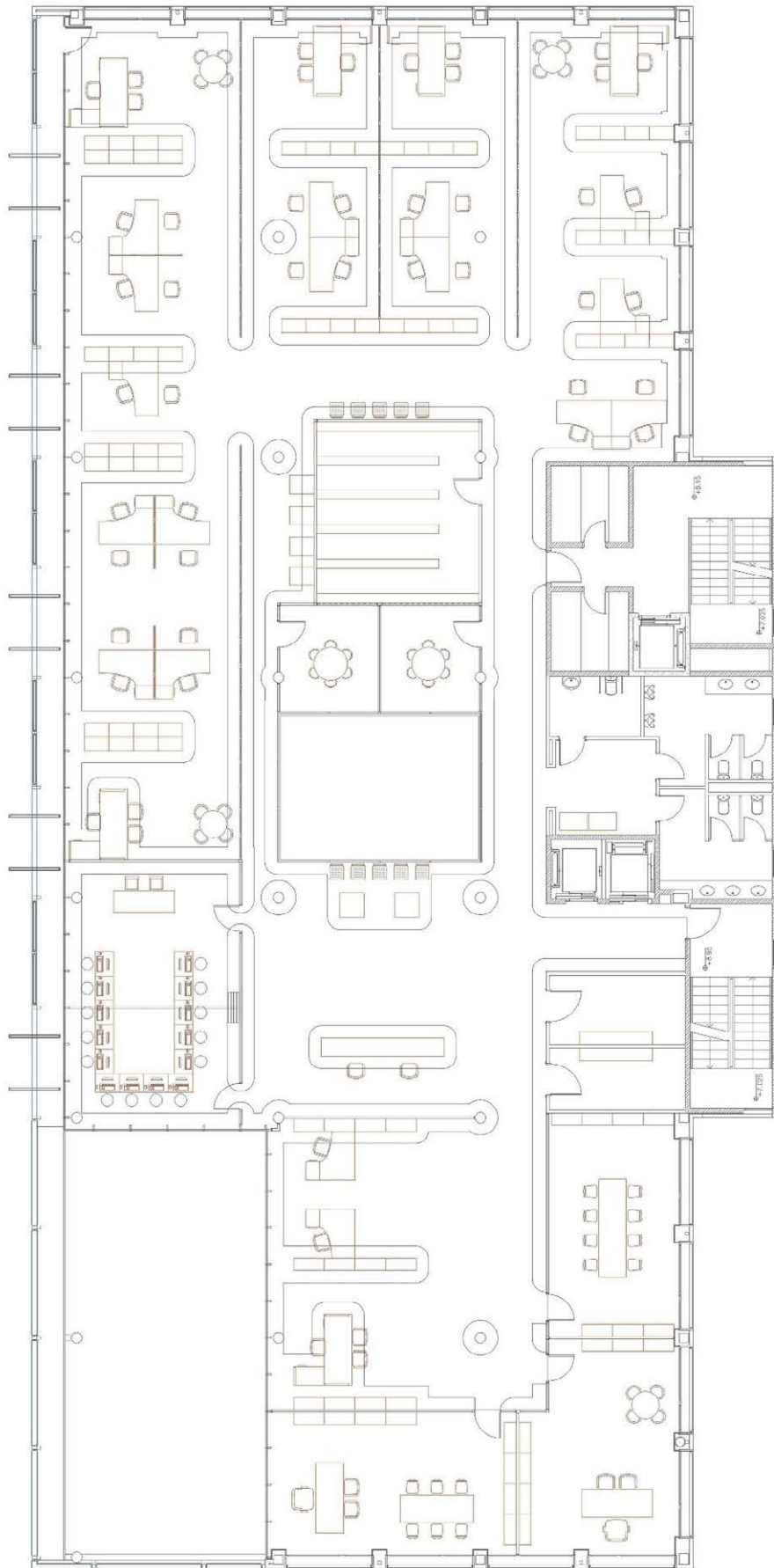


Figura 4.1.5 Planta de distribución con umbral de separación de 45cm

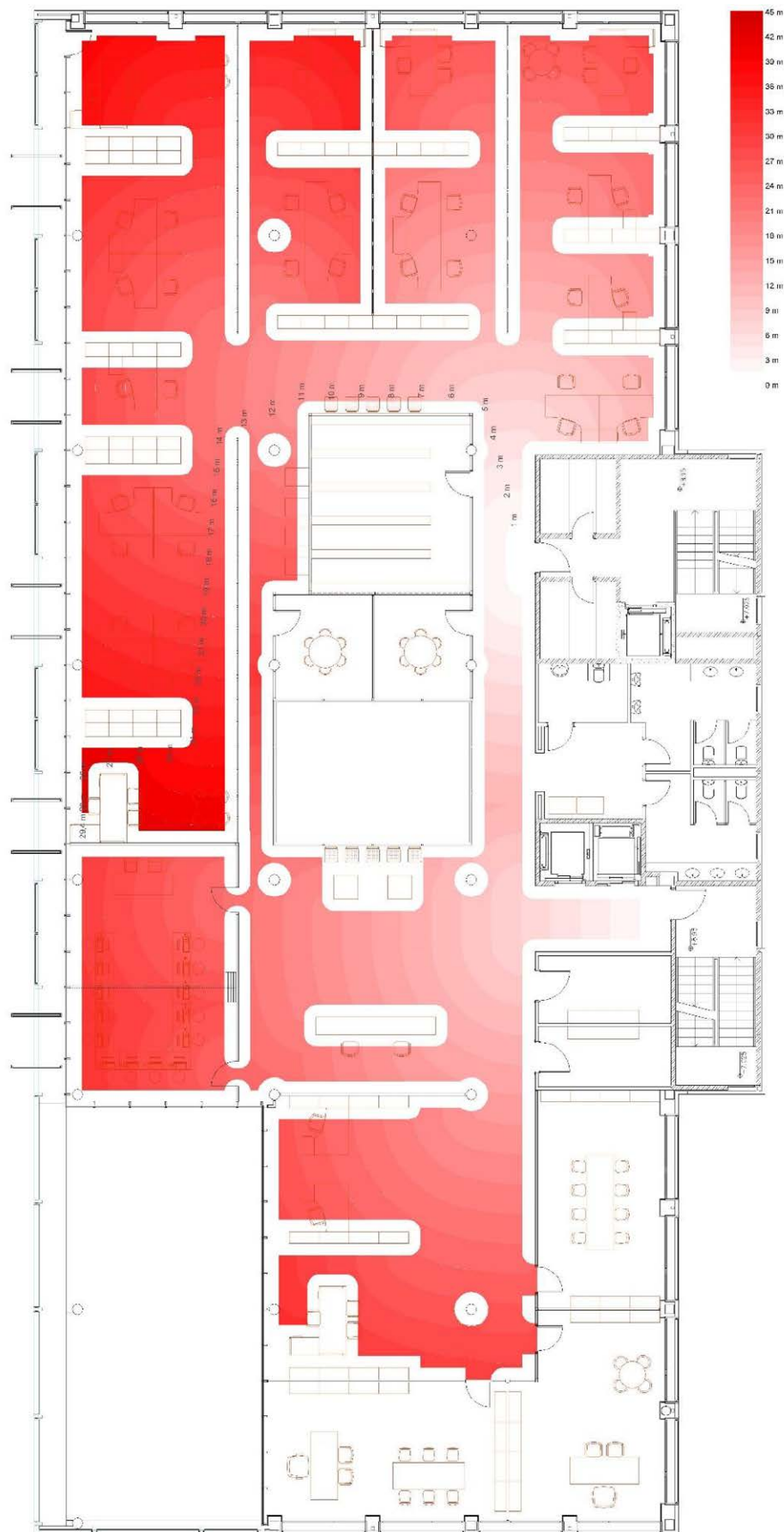


Figura 4.1.6 Planta con mapa y separación a obstáculos

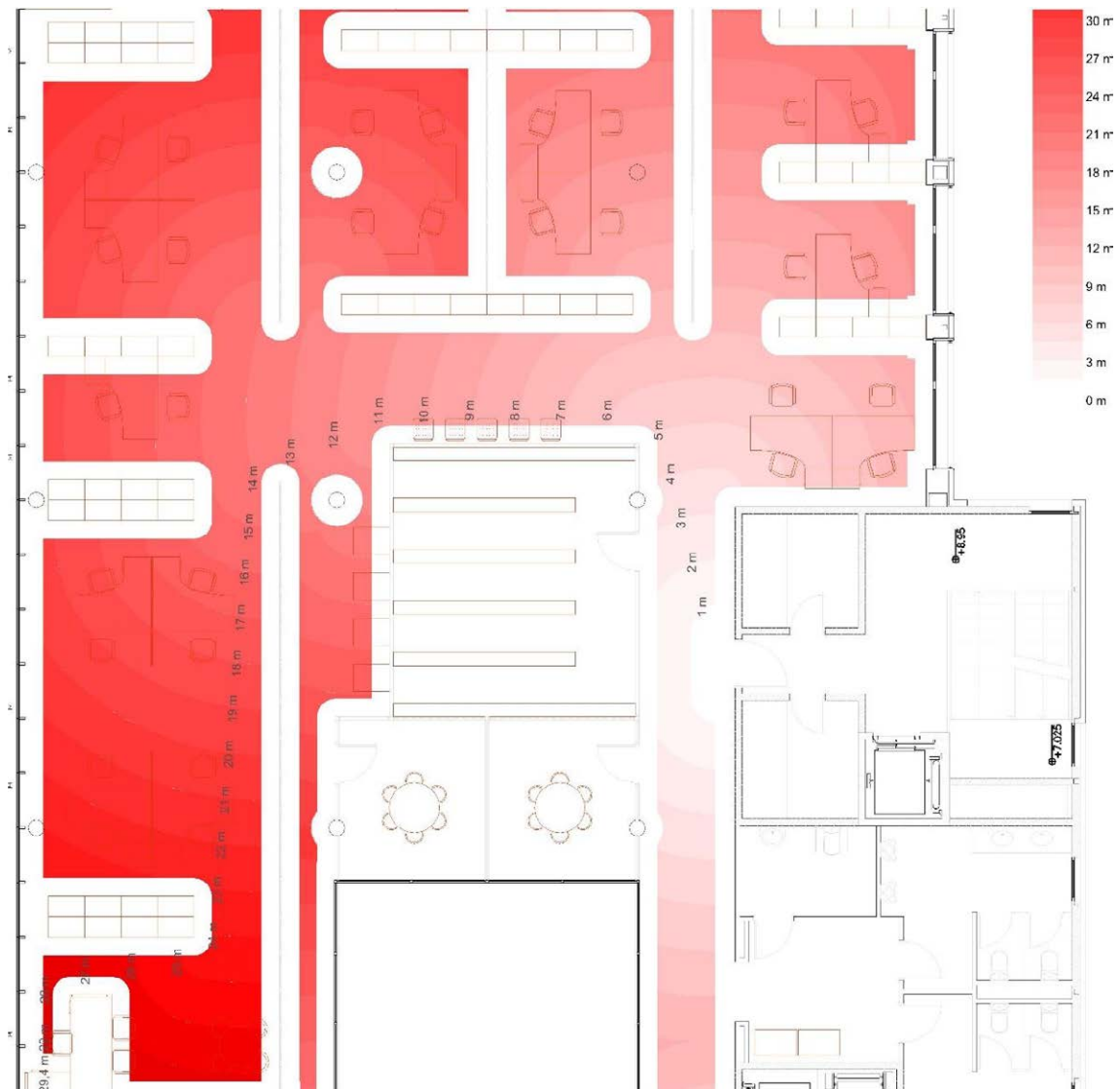


Figura 4.1.6.2 Planta parcial con mapa y separación a obstáculos

4.1.4 Comprobación de recorridos

Dado que en el apartado 3 de la DB-SI 3 se preceptúan los recorridos de evacuación máximos, podemos justificar dichos recorridos con el mapa de distancias. Con ello, no solo se están justificando los recorridos de evacuación más desfavorables, sino los recorridos de evacuación desde cualquier origen de evacuación posible.

Aunque según el CTE DB-SI A la definición de Recorrido de evacuación: “[...] La longitud de los recorridos por pasillos, escaleras y rampas, se medirá sobre el eje de los mismos”, se podría considerar que utilizando el mapa de

distancias para la justificación de recorridos máximos no merma la seguridad de los ocupantes; si bien no se utiliza el eje de los elementos como referencia de cálculo, en el mapa de distancias se analizan los recorridos utilizando la separación de seguridad adecuada que definen las personas en su desplazamiento a los obstáculos fijos en situaciones de emergencia.

4.1.5 Área de influencia

Una vez realizado el mapa de distancias, y sobre él la comprobación de los recorridos de evacuación máximos, pasamos a determinar geométricamente cuáles son las áreas de influencia equidistantes de cada una de las salidas. Los límites del área de influencia están determinados por la zona que corresponde a cada una de las salidas, según el criterio de menor distancia. Aquellas zonas del edificio en las que no es necesario computar el recorrido de evacuación, tales como los recintos de baja densidad [1 persona / 10 m²] y con superficie inferior a 50 m² deben pertenecer al área de influencia correspondiente al inicio de su propio recorrido (la puerta de acceso a dichos recintos).

En la siguiente imagen se reflejan las áreas de influencia por equidistancia a las salidas, realizado sobre el mismo ejemplo de las imágenes anteriores (planta de edificio de uso administrativo).

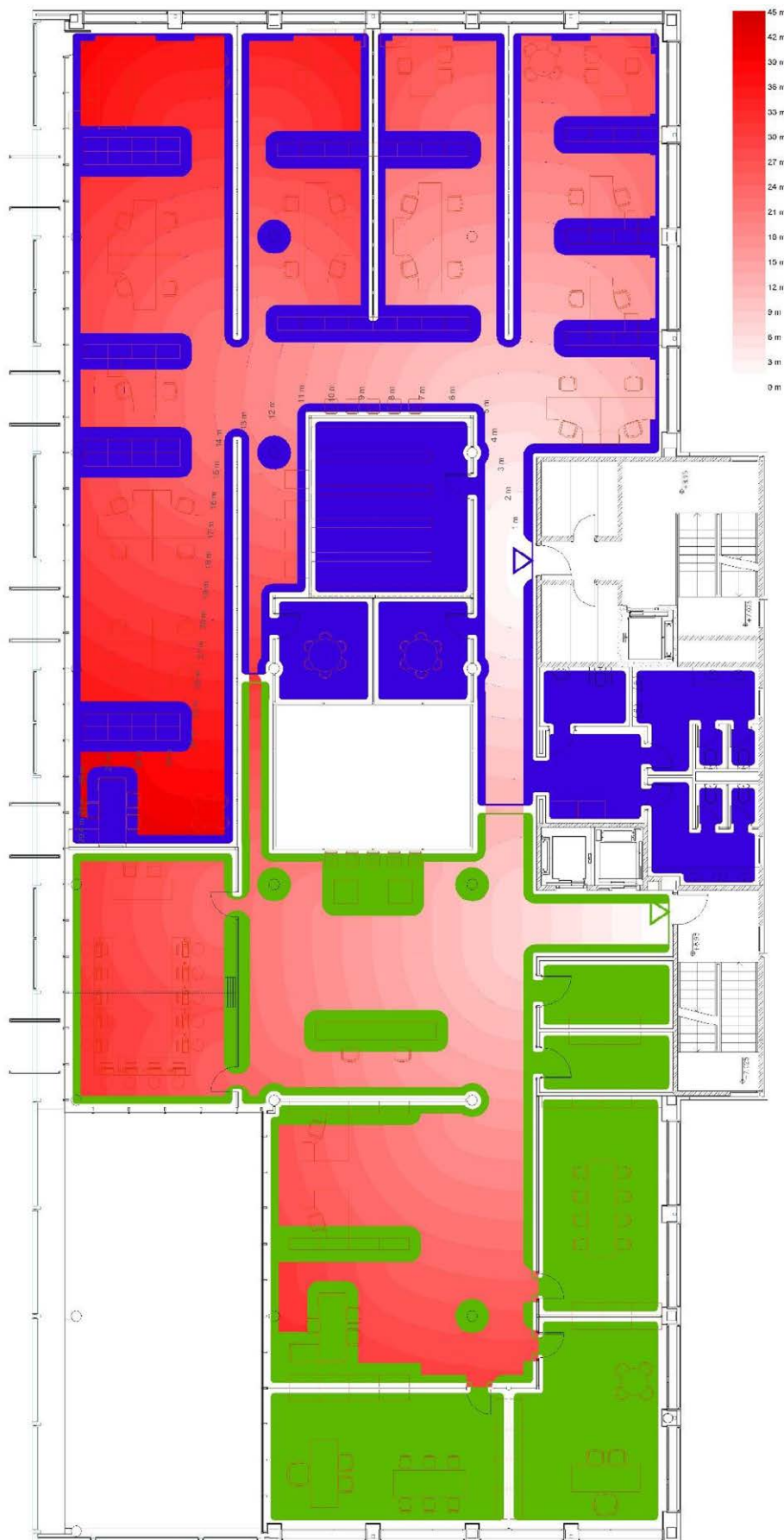


Figura 4.1.7 Planta con mapa y áreas de influencia

4.1.6 Cálculo de la ocupación de cada área

Suma de las ocupaciones de los recintos dentro de cada área de influencia (asociadas a cada una de las salidas de evacuación). Ver figura 4.1.8

4.1.7 Asignación por proximidad

Procediendo de esta manera, y una vez conseguida la ocupación de cada área de influencia de cada salida de evacuación, asignamos directamente los ocupantes hacia la salida de evacuación más próxima. Hemos obtenido así el cálculo de “asignación por proximidad” de los ocupantes hacia las correspondientes salidas.

Por lo expuesto hasta el momento queda claro que la asignación de ocupantes no es una simple “asignación a partes iguales”, acorde el número total de salidas; sino que, evidentemente, la definición geométrica del espacio influye rotundamente en las asignaciones por proximidad. Analizar los proyectos utilizando el mapa de distancias es mucho más próxima a la realidad porque logramos definir geométricamente las distancias y asignaciones por áreas de influencia de cada salida.

Es muy importante que se realice de manera precisa este primer análisis, porque posteriormente influirá en el cálculo de algunos de los elementos de evacuación, tales como pasillos, escaleras, etc. (ver capítulo 4.4).

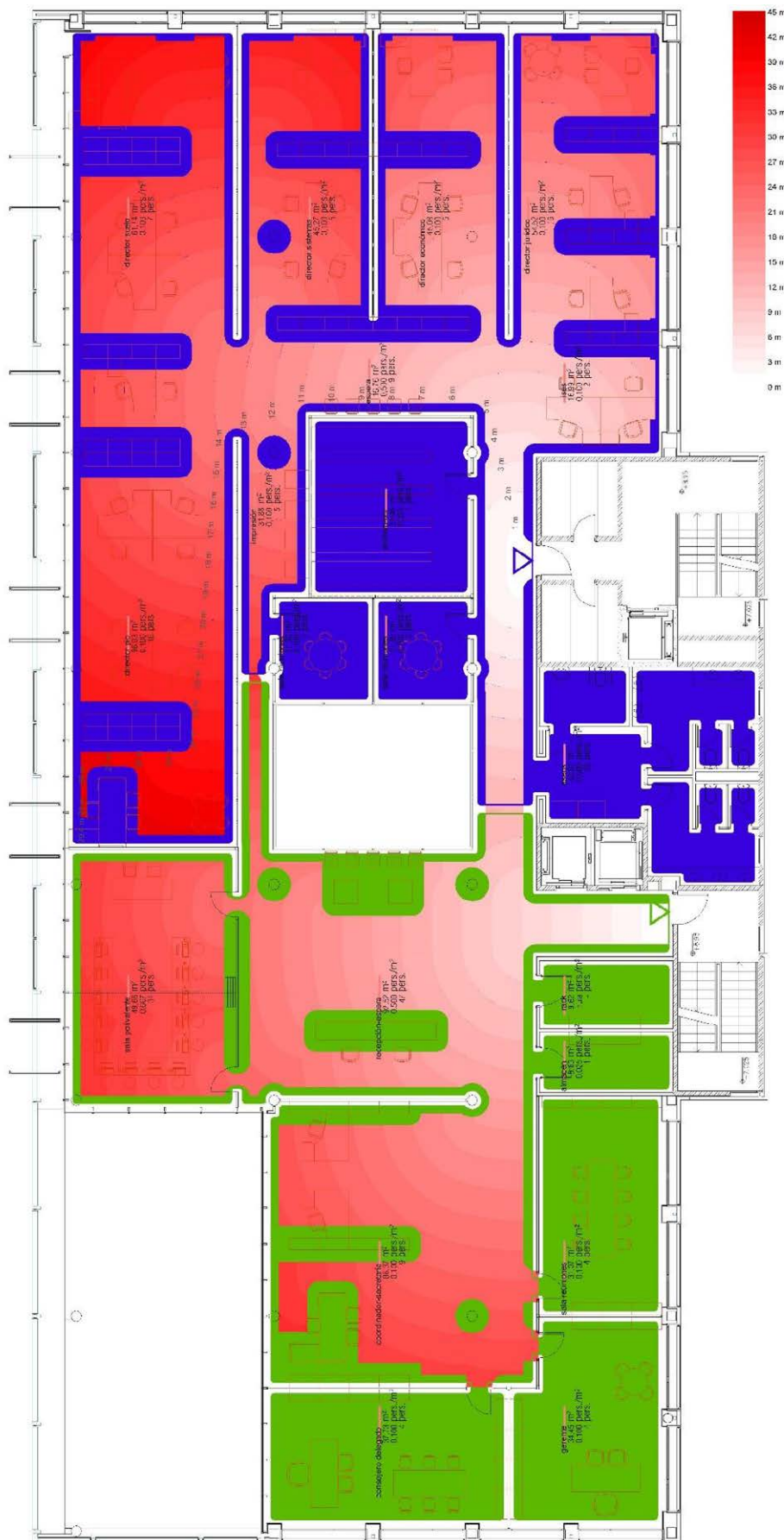


Figura 4.1.8 Planta de asignaciones por proximidad

4.2 ANÁLISIS DE LOS POSIBLES BLOQUEOS DE SALIDAS DE PLANTA

Para exponer esta parte del método utilizaré otro ejemplo: el cálculo de las asignaciones de un sector de incendio de la Fundación Francisco Giner de los Ríos.

Es un espacio con una geometría más compleja, que ayudará a entender mejor el alcance del método. Se trata del sector de incendio correspondiente al auditorio ubicado en la planta bajo rasante.

4.2.1 Ejemplo del Auditorio de la Fundación Francisco Giner de los Ríos⁴

El sector de incendio engloba al auditorio, hall de acceso, camerinos y aseos de uso público.

La sala de audición tiene tres salidas de recinto principales (**SA**, **SB** y **SC**), además de tres palcos con entradas independientes.

Dispone de un total de cinco salidas de planta que aparecen numeradas en el plano: dos de ellas conducen directamente a escaleras protegidas (**S3** y **S4**), dos a salida a espacio exterior abierto (**S1** y **S5**), y finalmente una salida a cambio de sector (**S2**). –ver planta en figura 4.2.1.2.-



Figura 4.2.1.1 Vista interior del auditorio

⁴ Primer premio del concurso de arquitectura para la definición de la Fundación Francisco Giner de los Ríos, por AMID.cero9 (Cristina Díaz Moreno + Efrén García Grinda, arquitectos) en 2005.

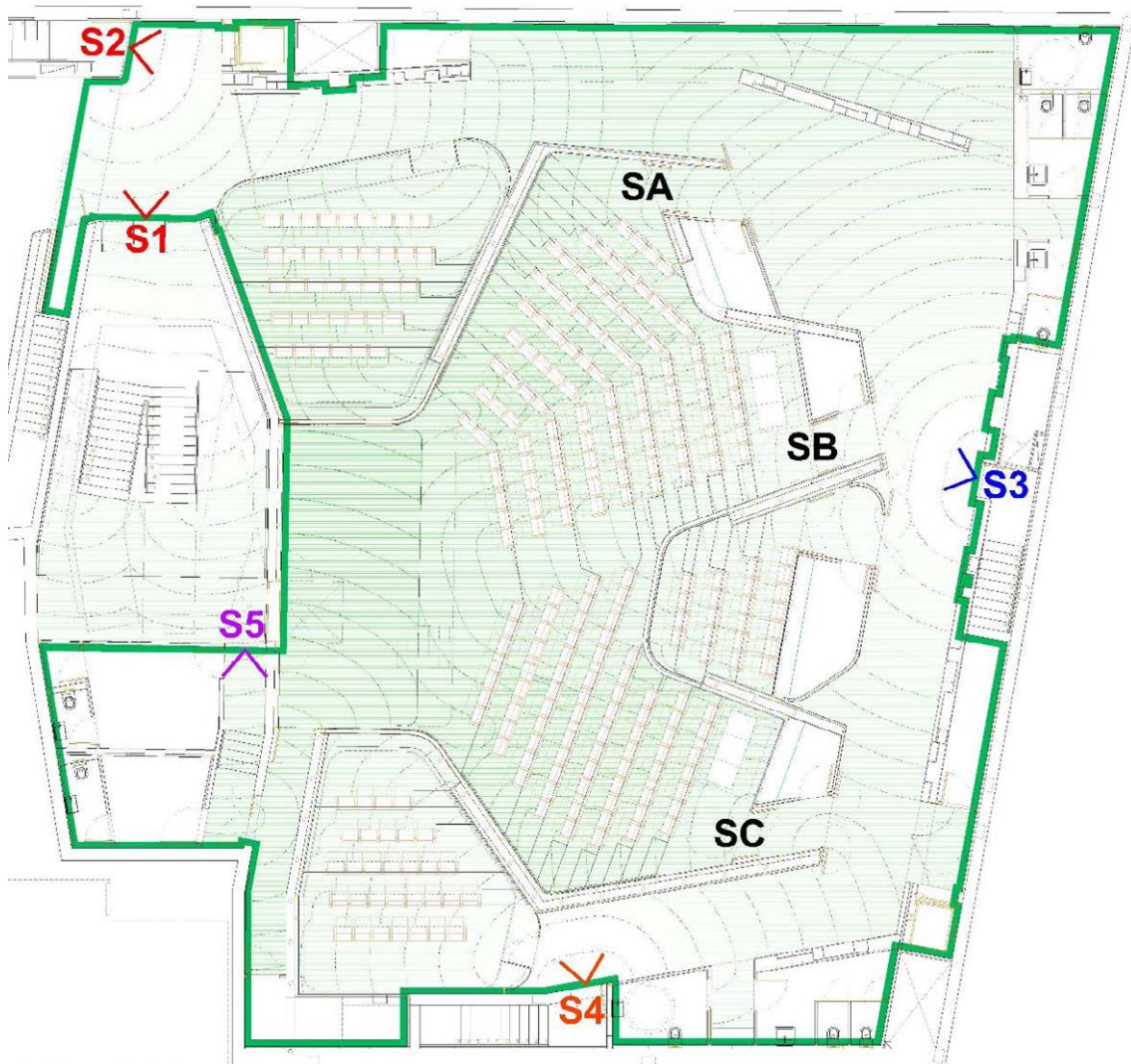


Figura 4.2.1.2 Planta del sector con SALIDAS de recinto y planta. El mapa de distancias representado corresponde con la opción de “no bloqueo” (evacuación normal).

4.2.2 Hipótesis de ocupación

Debido al uso público de auditorio, se tienen en cuenta dos opciones para el cálculo de la ocupación. Las dos hipótesis de ocupación se corresponden con:

- H1** – el público que ocupa el edificio, además de actores y traductores, se encuentra en el foyer en un evento previo al acto, en un evento posterior al acto, o cualquier tipo de evento ajeno al acto.
- H2** – el público se encuentra sentado en las butacas del auditorio; y los actores en el escenario y camerinos. Además hay 11 personas preparando un catering en el foyer para un evento posterior al acto.

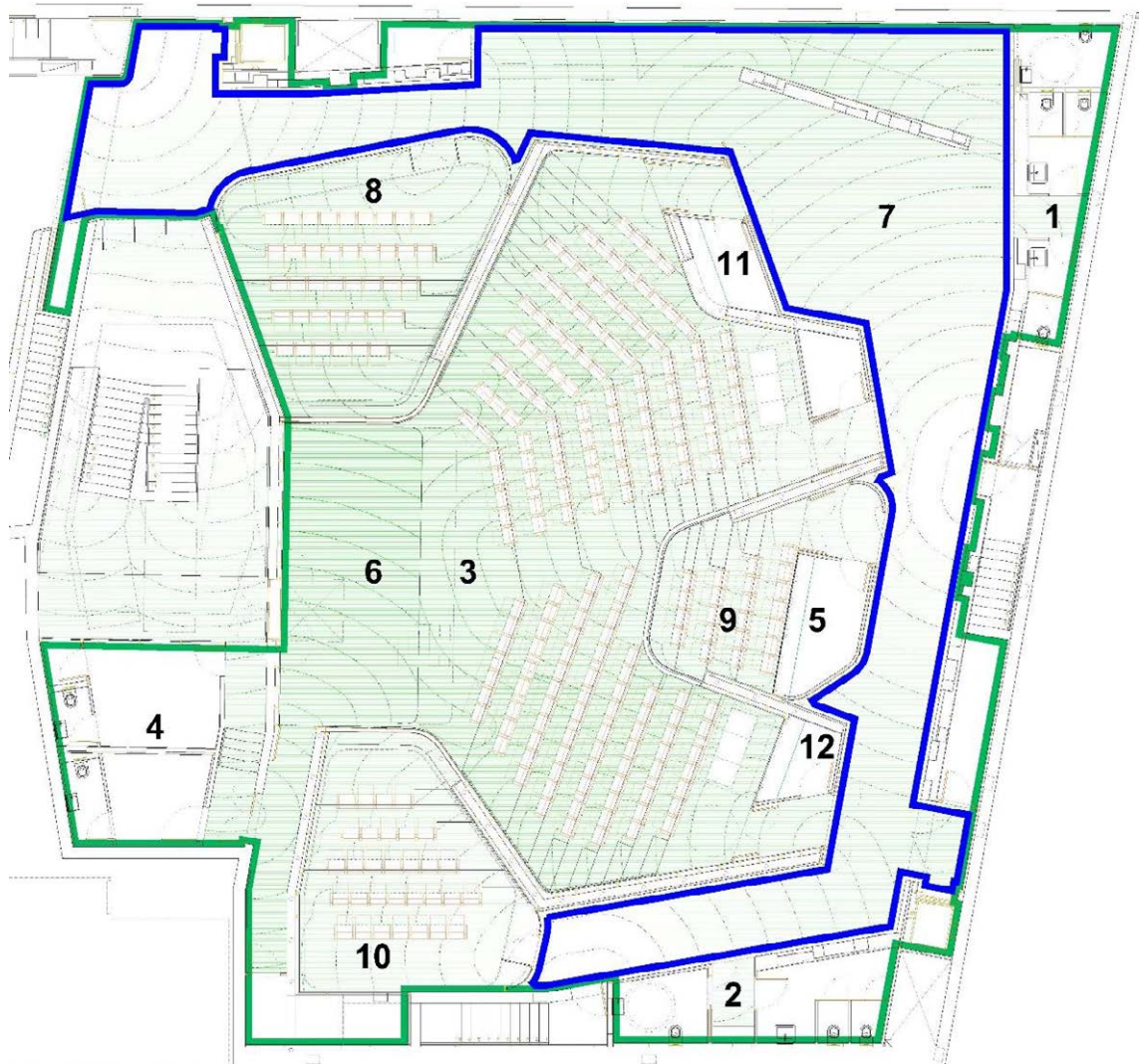


Figura 4.2.2.1 Planta del auditorio con la hipótesis de ocupación 1 (H1).

La figura 4.2.2.1 representa la situación con la hipótesis de ocupación 1, donde las personas se concentran en el foyer, marcado en color azul.

El mapa de distancias representado corresponde con la opción de "no bloqueo" (evacuación normal).

Los datos de superficies útiles, densidades de ocupación y ocupaciones por usos se encuentran resumidas en la siguiente tabla: donde la ocupación total es de 361 personas.

H1	análisis de las ocupaciones de los recintos de la planta en hipótesis de ocupación 1				
	uso	superficie	densidad	ocupación	porcentaje
		[m ²]	personas/m ²		
1	aseos1	17,24	0,500	10	2,77 %
2	aseos2	16,95	0,500	10	2,77 %
3	auditorio	201,72	butacas	179	
			-	-	
4	camerinos	18,64	0,500	10	
5	control	7,90	0,100	1	
6	escenario	35,55	1,000	36	
7	foyer ~ pasillo	204,60	*	341	94,46 %
			0,050	11	
8	sala 1	45,69	1,000	46	
9	sala 2	27,80	1,000	28	
10	sala 3	39,08	1,000	39	
11	traduccion1	5,42	0,100	1	
12	traduccion2	4,10	0,100	1	
total				361	

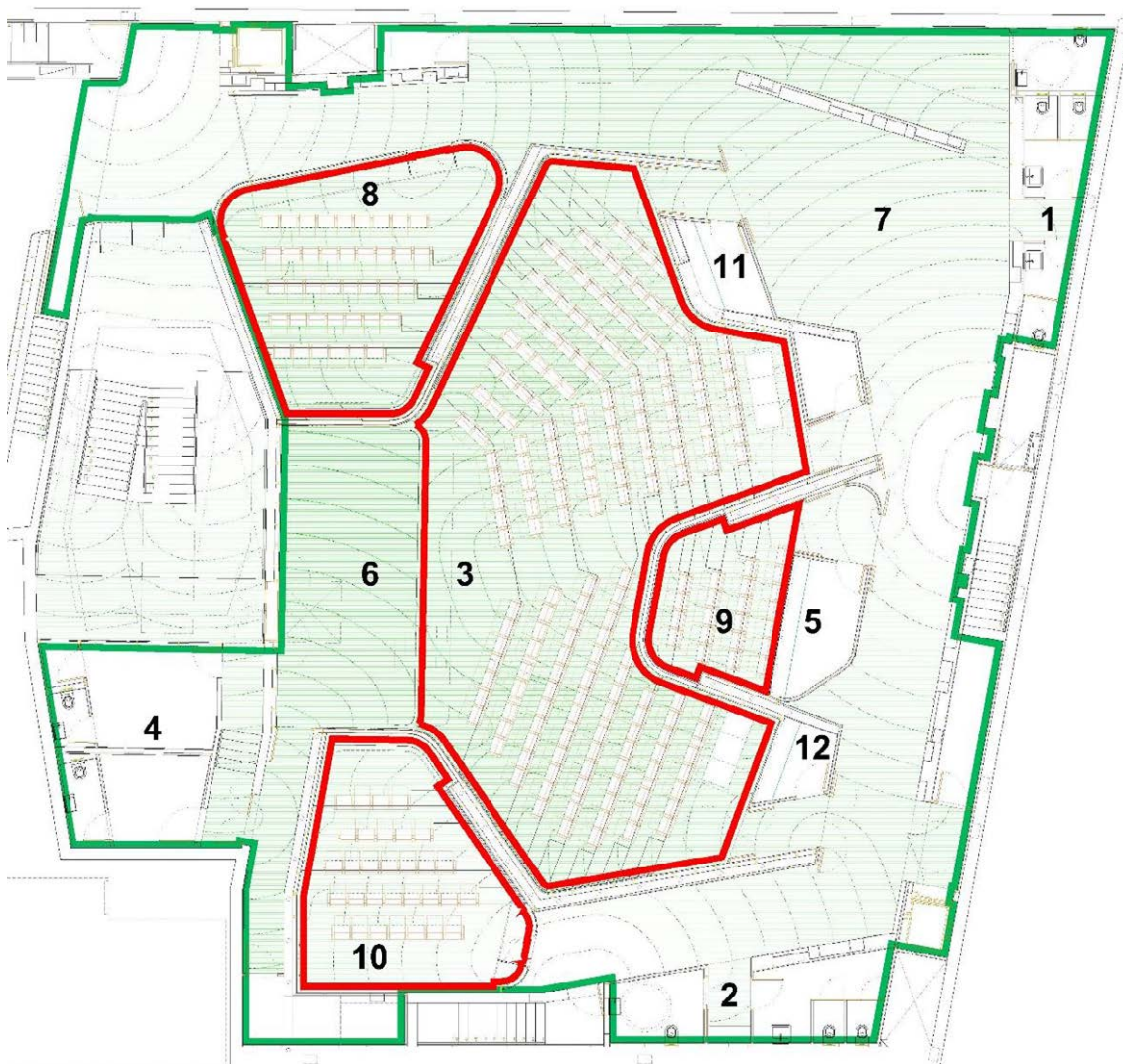


Figura 4.2.2.2 Planta del auditorio con la hipótesis de ocupación 2 (H2).

La figura 4.2.2.2 representa la situación con la hipótesis de ocupación 2, donde las personas se concentran en la sala de audición, marcada en color rojo. El mapa de distancias representado corresponde con la opción de “no bloqueo” (evacuación normal).

Los datos de superficies útiles, densidades de ocupación y ocupaciones por usos se encuentran resumidas en la siguiente tabla: donde la ocupación total es de 372 personas.

La diferencia de 11 personas, con respecto a la hipótesis de ocupación 1, se corresponde con las dedicadas a la preparación de un catering para un evento posterior al acto que se celebrará en el foyer.

H2	análisis de las ocupaciones de los recintos de la planta en hipótesis de ocupación 2				
	uso	superficie	densidad	ocupación	porcentaje
		[m ²]	personas/m ²		
1	aseos1	17,24	0,500	10	2,69 %
2	aseos2	16,95	0,500	10	2,69 %
3	sala de audición	201,72	butacas	179	48,12 %
			-	-	
4	camerinos	18,64	0,500	10	2,69 %
5	control	7,90	0,100	1	0,27 %
6	escenario	35,55	1,000	36	9,68 %
7	foyer ~ pasillo	204,60	*	341	
			0,050	11	2,95 %
8	sala 1	45,69	1,000	46	12,36 %
9	sala 2	27,80	1,000	28	7,53 %
10	sala 3	39,08	1,000	39	10,48 %
11	traduccion1	5,42	0,100	1	0,27 %
12	traduccion2	4,10	0,100	1	0,27 %
total				372	

4.2.3 Evacuación normal

Como se explicará más adelante en el apartado 4.4., la asignación de la evacuación normal, es decir, bajo la hipótesis de “sin bloqueo de salida” en el sector de incendio, es un análisis fundamental para poder conseguir finalmente saber cuál es la asignación más desfavorable para cada uno de los elementos de evacuación.



Figura 4.2.3.1 Planta del auditorio con análisis de evacuación normal.

La figura 4.2.3.1 representa el mapa de distancias para la evacuación normal. Este mapa es la base geométrica que nos permite calcular las áreas de influencia de cada salida de planta, para finalmente asignar los ocupantes a cada una de las salidas. Dicho mapa se debe utilizar para las asignaciones “en evacuación normal” en las dos hipótesis de ocupación posibles (H1 y H2).

Los resultados del análisis de asignaciones por proximidad se encuentran resumidos en las siguientes tablas:

1. Es la asignación normal en la hipótesis de ocupación 1 (H1).
2. Es la asignación normal en la hipótesis de ocupación 2 (H2).

1	análisis de las áreas de influencia de las salidas de planta en opción 1 – evacuación normal							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5
distancia máxima de recorrido de evacuación (debe ser inferior a 50 m)								
Distancia [m]	11	17	13	-	20	24	24	27
superficie del área de influencia de las salidas de planta								
superficie [m ²]	-	-	-	-	110,44	318,56	136,65	83,59
porcentaje de superficie con respecto a la total de la planta								
superficie [%]	-	-	-	-	17,00	49,07	21,05	12,88
nº de ocupantes asignados a las áreas de influencia								
ocupantes	-	-	-	-	92	207	62	-
porcentaje de ocupantes con respecto al total de la planta								
ocupantes [%]	-	-	-	-	25,48	57,34	17,18	-

2	análisis de las áreas de influencia de las salidas de planta en opción 2 – evacuación normal							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5
distancia máxima de recorrido de evacuación (debe ser inferior a 50 m)								
Distancia [m]	11	17	13	-	20	24	24	27
superficie del área de influencia de las salidas de planta								
superficie [m ²]	-	-	-	-	110,44	318,56	136,65	83,59
porcentaje de superficie con respecto a la total de la planta								
superficie [%]	-	-	-	-	17,00	49,07	21,05	12,88
nº de ocupantes asignados a las áreas de influencia								
ocupantes	42	96	41	-	49	184	93	46
porcentaje de ocupantes con respecto al total de la planta								
ocupantes [%]	-	-	-	-	13,17	49,46	25,00	12,37



Figura 4.2.4.1 Planta del auditorio con análisis de bloqueo de salida SA.

4.2.4 Análisis de los bloqueos posibles

Después de obtener la “asignación normal” de los ocupantes hacia las salidas, se debe proseguir con los análisis de todos los bloqueos posibles. Así se tendrán todos los datos para poder determinar el umbral alto (la evacuación más desfavorable), y el umbral bajo (la evacuación normal) para cada una de las salidas.

La figura 4.2.4.1 representa el mapa de distancias para la evacuación con bloqueo de la salida de recinto SA. Sobre este mapa se calculan las asignaciones “con bloqueo de SA” en la hipótesis de ocupación 2 (H2); dado que la hipótesis de ocupación 1 no tiene influencia en el cálculo.

Los resultados del análisis de asignaciones por área de influencia se encuentran resumidos en la tabla 3:

3	análisis de las áreas de influencia de las salidas de planta en opción 3 - bloqueo de salida SA							
	A de recinto	B de recinto	C de recinto	S1 de planta	S2 de planta	S3 de planta	S4 de planta	S5 de planta
distancia máxima de recorrido de evacuación (no se preceptúan las distancias máximas en los recorridos de evacuación en situación de bloqueo de alguna de las diferentes salidas)								
Distancia [m]	X	26	13	-	20	31	24	27
superficie del área de influencia de las salidas de planta								
superficie [m ²]	X	-	-	-	110,44	318,56	136,65	83,59
porcentaje de superficie con respecto a la total de la planta								
superficie [%]	X	-	-	-	17,00	49,07	21,05	12,88
nº de ocupantes asignados a las áreas de influencia								
ocupantes	X	138	41	-	49	184	93	46
porcentaje de ocupantes con respecto al total de la planta								
ocupantes [%]	X	-	-	-	13,17	49,46	25,00	12,37

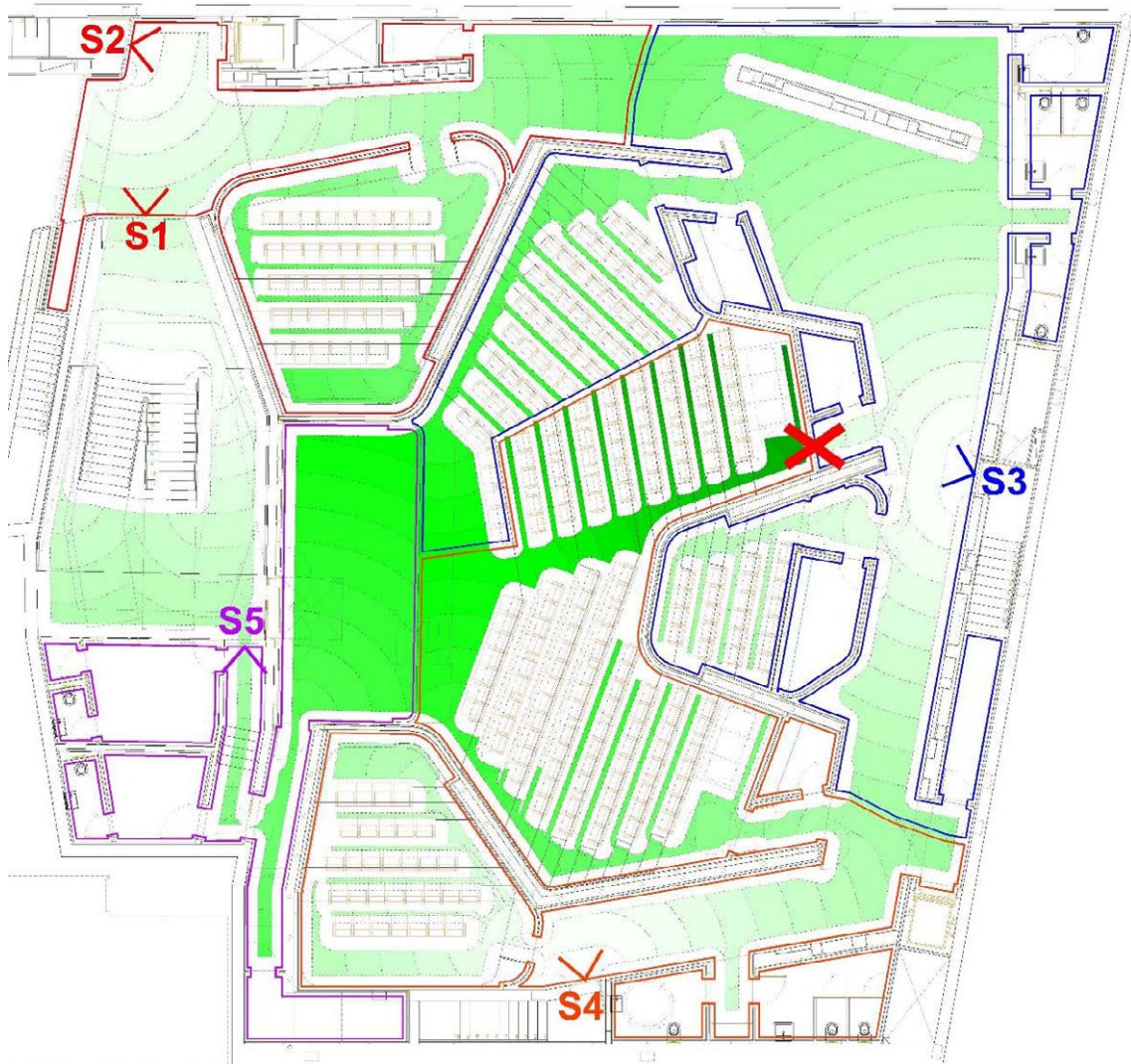


Figura 4.2.4.2 Planta del auditorio con análisis de bloqueo de salida SB.

La figura 4.2.4.2 representa el mapa de distancias para la evacuación con bloqueo de la salida de recinto SB. Sobre este mapa se calculan las asignaciones “con bloqueo de SB” en la hipótesis de ocupación 2 (H2); dado que la hipótesis de ocupación 1 no tiene influencia en el cálculo.

Los resultados del análisis de asignaciones por área de influencia se encuentran resumidos en la tabla 4:

4	análisis de las áreas de influencia de las salidas de planta en opción 4 - bloqueo de salida SB							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

distancia máxima de recorrido de evacuación (no se preceptúan las distancias máximas en los recorridos de evacuación en situación de bloqueo de alguna de las diferentes salidas)

Distancia [m]	15	X	28	-	20	27	39	27
------------------	----	----------	----	---	----	----	----	----

superficie del área de influencia de las salidas de planta

superficie [m ²]	-	X	-	-	110,44	239,65	212,45	83,59
---------------------------------	---	----------	---	---	--------	--------	--------	-------

porcentaje de superficie con respecto a la total de la planta

superficie [%]	-	X	-	-	17,09	37,09	32,88	12,94
-------------------	---	----------	---	---	-------	-------	-------	-------

nº de ocupantes asignados a las áreas de influencia

ocupantes	52	X	127	-	49	98	179	46
-----------	----	----------	-----	---	----	----	-----	----

porcentaje de ocupantes con respecto al total de la planta

ocupantes [%]	-	X	-	-	13,17	26,34	48,12	12,37
------------------	---	----------	---	---	-------	-------	-------	-------



Figura 4.2.4.3 Planta del auditorio con análisis de bloqueo de salida SC.

La figura 4.2.4.3 representa el mapa de distancias para la evacuación con bloqueo de la salida de recinto SC. Sobre este mapa se calculan las asignaciones “con bloqueo de SC” en la hipótesis de ocupación 2 (H2); dado que la hipótesis de ocupación 1 no tiene influencia en el cálculo.

Los resultados del análisis de asignaciones por área de influencia se encuentran resumidos en la tabla 5:

5	análisis de las áreas de influencia de las salidas de planta en opción 5 - bloqueo de salida SC							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5
distancia máxima de recorrido de evacuación (no se preceptúan las distancias máximas en los recorridos de evacuación en situación de bloqueo de alguna de las diferentes salidas)								
Distancia [m]	11	28	X	-	20	33	12	27
superficie del área de influencia de las salidas de planta								
superficie [m ²]	-	-	X	-	110,44	357,05	98,07	83,59
porcentaje de superficie con respecto a la total de la planta								
superficie [%]	-	-	X	-	17,01	55,00	15,11	12,88
nº de ocupantes asignados a las áreas de influencia								
ocupantes	42	137	X	-	49	225	52	46
porcentaje de ocupantes con respecto al total de la planta								
ocupantes [%]	-	-	X	-	13,17	60,48	13,98	12,37



Figura 4.2.4.4 Planta del auditorio con análisis de bloqueo de salida S1 y S2.

La figura 4.2.4.4 representa el mapa de distancias para la evacuación con bloqueo de las salidas de planta S1 y S2; debido a su proximidad, ambas salidas se consideran bloqueadas al mismo tiempo. Sobre este mapa se calculan las asignaciones “con bloqueo de S1 y S2” en las hipótesis de ocupación 1 (H1) y 2 (H2).

Los resultados del análisis de asignaciones por área de influencia se encuentran resumidos en las tablas 6 y 7:

6	análisis de las áreas de influencia de las salidas de planta en opción 6 – bloqueo de salidas S1 y S2 bajo hipótesis de ocupación H1							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

distancia máxima de recorrido de evacuación (no se preceptúan las distancias máximas en los recorridos de evacuación en situación de bloqueo de alguna de las diferentes salidas)

Distancia [m]	11	17	13	X	X	32	24	27
------------------	----	----	----	----------	----------	----	----	----

superficie del área de influencia de las salidas de planta

superficie [m ²]	-	-	-	X	X	429,00	136,65	83,59
---------------------------------	---	---	---	----------	----------	--------	--------	-------

porcentaje de superficie con respecto a la total de la planta

superficie [%]	-	-	-	X	X	66,07	21,05	12,88
-------------------	---	---	---	----------	----------	-------	-------	-------

nº de ocupantes asignados a las áreas de influencia

ocupantes	-	-	-	X	X	299	62	-
-----------	---	---	---	----------	----------	-----	----	---

porcentaje de ocupantes con respecto al total de la planta

ocupantes [%]	-	-	-	X	X	82,83	17,17	-
------------------	---	---	---	----------	----------	-------	-------	---

7	análisis de las áreas de influencia de las salidas de planta en opción 7 – bloqueo de salidas S1 y S2 bajo hipótesis de ocupación H2							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

distancia máxima de recorrido de evacuación (no se preceptúan las distancias máximas en los recorridos de evacuación en situación de bloqueo de alguna de las diferentes salidas)

Distancia [m]	11	17	13	X	X	32	24	27
------------------	----	----	----	----------	----------	----	----	----

superficie del área de influencia de las salidas de planta

superficie [m ²]	-	-	-	X	X	429,00	136,65	83,59
---------------------------------	---	---	---	----------	----------	--------	--------	-------

porcentaje de superficie con respecto a la total de la planta

superficie [%]	-	-	-	X	X	66,07	21,05	12,88
-------------------	---	---	---	----------	----------	-------	-------	-------

nº de ocupantes asignados a las áreas de influencia

ocupantes	42	96	41	X	X	233	93	46
-----------	----	----	----	----------	----------	-----	----	----

porcentaje de ocupantes con respecto al total de la planta

ocupantes [%]	-	-	-	X	X	62,63	25,00	12,37
------------------	---	---	---	----------	----------	-------	-------	-------



Figura 4.2.4.5 Planta del auditorio con análisis de bloqueo de salida S3.

La figura 4.2.4.5 representa el mapa de distancias para la evacuación con bloqueo de la salida de planta S3. Sobre este mapa se calculan las asignaciones “con bloqueo de S3” en las hipótesis de ocupación 1 (H1) y 2 (H2).

Los resultados del análisis de asignaciones por área de influencia se encuentran resumidos en las tablas 8 y 9:

8	análisis de las áreas de influencia de las salidas de planta en opción 8 – bloqueo de salida S3 bajo hipótesis de ocupación H1							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

distancia máxima de recorrido de evacuación (no se preceptúan las distancias máximas en los recorridos de evacuación en situación de bloqueo de alguna de las diferentes salidas)

Distancia [m]	15	X	28	-	32	X	38	27
---------------	----	----------	----	---	----	----------	----	----

superficie del área de influencia de las salidas de planta

superficie [m ²]	-	X	-	-	429,00	X	136,65	83,59
------------------------------	---	----------	---	---	--------	----------	--------	-------

porcentaje de superficie con respecto a la total de la planta

superficie [%]	-	X	-	-	66,07	X	21,05	12,88
----------------	---	----------	---	---	-------	----------	-------	-------

nº de ocupantes asignados a las áreas de influencia

ocupantes	-	X	-	-	253	X	108	-
-----------	---	----------	---	---	-----	----------	-----	---

porcentaje de ocupantes con respecto al total de la planta

ocupantes [%]	-	X	-	-	70,08	X	29,92	-
---------------	---	----------	---	---	-------	----------	-------	---

9	análisis de las áreas de influencia de las salidas de planta en opción 9 – bloqueo de salida S3 bajo hipótesis de ocupación H2							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

distancia máxima de recorrido de evacuación (no se preceptúan las distancias máximas en los recorridos de evacuación en situación de bloqueo de alguna de las diferentes salidas)

Distancia [m]	15	X	28	-	32	X	38	27
---------------	----	----------	----	---	----	----------	----	----

superficie del área de influencia de las salidas de planta

superficie [m ²]	-	X	-	-	429,00	X	136,65	83,59
------------------------------	---	----------	---	---	--------	----------	--------	-------

porcentaje de superficie con respecto a la total de la planta

superficie [%]	-	X	-	-	66,07	X	21,05	12,88
----------------	---	----------	---	---	-------	----------	-------	-------

nº de ocupantes asignados a las áreas de influencia

ocupantes	52	X	127	-	108	X	218	46
-----------	----	----------	-----	---	-----	----------	-----	----

porcentaje de ocupantes con respecto al total de la planta

ocupantes [%]	-	X	-	-	29,92	X	57,71	12,37
---------------	---	----------	---	---	-------	----------	-------	-------



Figura 4.2.4.6 Planta del auditorio con análisis de bloqueo de salida S4.

La figura 4.2.4.6 representa el mapa de distancias para la evacuación con bloqueo de la salida de planta S4. Sobre este mapa se calculan las asignaciones “con bloqueo de S4” en las hipótesis de ocupación 1 (H1) y 2 (H2).

Los resultados del análisis de asignaciones por área de influencia se encuentran resumidos en las tablas 10 y 11:

10	análisis de las áreas de influencia de las salidas de planta en opción 10 – bloqueo de salida S4 bajo hipótesis de ocupación H1							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

distancia máxima de recorrido de evacuación (no se preceptúan las distancias máximas en los recorridos de evacuación en situación de bloqueo de alguna de las diferentes salidas)

Distancia [m]	11	17	13	-	20	25	X	27
---------------	----	----	----	---	----	----	----------	----

superficie del área de influencia de las salidas de planta

superficie [m ²]	-	-	-	-	110,44	462,50	X	83,59
------------------------------	---	---	---	---	--------	--------	----------	-------

porcentaje de superficie con respecto a la total de la planta

superficie [%]	-	-	-	-	16,82	70,45	X	12,73
----------------	---	---	---	---	-------	-------	----------	-------

nº de ocupantes asignados a las áreas de influencia

ocupantes	-	-	-	-	92	269	X	-
-----------	---	---	---	---	----	-----	----------	---

porcentaje de ocupantes con respecto al total de la planta

ocupantes [%]	-	-	-	-	25,48	74,52	X	-
---------------	---	---	---	---	-------	-------	----------	---

11	análisis de las áreas de influencia de las salidas de planta en opción 11 – bloqueo de salida S4 bajo hipótesis de ocupación H2							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

distancia máxima de recorrido de evacuación (no se preceptúan las distancias máximas en los recorridos de evacuación en situación de bloqueo de alguna de las diferentes salidas)

Distancia [m]	11	17	13	-	20	25	X	27
---------------	----	----	----	---	----	----	----------	----

superficie del área de influencia de las salidas de planta

superficie [m ²]	-	-	-	-	110,44	462,50	X	83,59
------------------------------	---	---	---	---	--------	--------	----------	-------

porcentaje de superficie con respecto a la total de la planta

superficie [%]	-	-	-	-	16,82	70,45	X	12,73
----------------	---	---	---	---	-------	-------	----------	-------

nº de ocupantes asignados a las áreas de influencia

ocupantes	42	100	37	-	49	277	X	46
-----------	----	-----	----	---	----	-----	----------	----

porcentaje de ocupantes con respecto al total de la planta

ocupantes [%]	-	-	-	-	13,17	74,46	X	12,37
---------------	---	---	---	---	-------	-------	----------	-------



Figura 4.2.4.7 Planta del auditorio con análisis de bloqueo de salida S5.

La figura 4.2.4.7 representa el mapa de distancias para la evacuación con bloqueo de la salida de planta S5. Sobre este mapa se calculan las asignaciones “con bloqueo de S4” en las hipótesis de ocupación 1 (H1) y 2 (H2).

Los resultados del análisis de asignaciones por área de influencia se encuentran resumidos en las tablas 12 y 13:

12	análisis de las áreas de influencia de las salidas de planta en opción 12 – bloqueo de salida S5 bajo hipótesis de ocupación H1							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

distancia máxima de recorrido de evacuación (no se preceptúan las distancias máximas en los recorridos de evacuación en situación de bloqueo de alguna de las diferentes salidas)

Distancia [m]	11	26	13	-	20	31	24	X
---------------	----	----	----	---	----	----	----	----------

superficie del área de influencia de las salidas de planta

superficie [m ²]	-	-	-	-	110,44	402,27	136,65	X
------------------------------	---	---	---	---	--------	--------	--------	----------

porcentaje de superficie con respecto a la total de la planta

superficie [%]	-	-	-	-	17,00	61,95	21,05	X
----------------	---	---	---	---	-------	-------	-------	----------

nº de ocupantes asignados a las áreas de influencia

ocupantes	-	-	-	-	92	207	62	X
-----------	---	---	---	---	----	-----	----	----------

porcentaje de ocupantes con respecto al total de la planta

ocupantes [%]	-	-	-	-	25,48	57,34	17,18	X
---------------	---	---	---	---	-------	-------	-------	----------

13	análisis de las áreas de influencia de las salidas de planta en opción 13 – bloqueo de salida S5 bajo hipótesis de ocupación H2							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

distancia máxima de recorrido de evacuación (no se preceptúan las distancias máximas en los recorridos de evacuación en situación de bloqueo de alguna de las diferentes salidas)

Distancia [m]	11	26	13	-	20	31	24	X
---------------	----	----	----	---	----	----	----	----------

superficie del área de influencia de las salidas de planta

superficie [m ²]	-	-	-	-	110,44	402,27	136,65	X
------------------------------	---	---	---	---	--------	--------	--------	----------

porcentaje de superficie con respecto a la total de la planta

superficie [%]	-	-	-	-	17,00	61,95	21,05	X
----------------	---	---	---	---	-------	-------	-------	----------

nº de ocupantes asignados a las áreas de influencia

ocupantes	42	142	41	-	49	230	93	X
-----------	----	-----	----	---	----	-----	----	----------

porcentaje de ocupantes con respecto al total de la planta

ocupantes [%]	-	-	-	-	13,17	61,83	25,00	X
---------------	---	---	---	---	-------	-------	-------	----------

Análisis de datos obtenidos por criterio de distancia:

1. La importancia de utilizar en el cálculo dos hipótesis de ocupación diferentes queda reflejado en las asignaciones de la siguiente tabla, donde se pueden ver diferencias importantes para una misma hipótesis de bloqueo (ver bloqueo de salida S3) analizados de manera porcentual.

	% de superficies y de ocupantes en salidas de planta según criterio de distancia									
	de planta S1		de planta S2		de planta S3		de planta S4		de planta S5	
	% de superficie	% de ocupantes	% de superficie	% de ocupantes	% de superficie	% de ocupantes	% de superficie	% de ocupantes	% de superficie	% de ocupantes
opción 1	-	-	17,00	25,48	49,07	57,34	21,05	17,18	12,88	-
opción 2	-	-	17,00	13,17	49,07	49,46	21,05	25,00	12,88	12,37
opción 3	-	-	17,00	13,17	49,07	49,46	21,05	25,00	12,88	12,37
opción 4	-	-	17,09	13,17	37,09	26,34	32,88	48,12	12,94	12,37
opción 5	-	-	17,01	13,17	55,00	60,48	15,11	13,98	12,88	12,37
opción 6	X	X	X	X	66,07	82,83	21,05	17,17	12,88	-
opción 7	X	X	X	X	66,07	62,63	21,05	25,00	12,88	12,37
opción 8	-	-	66,07	70,08	X	X	21,05	29,92	12,88	-
opción 9	-	-	66,07	29,92	X	X	21,05	57,71	12,88	12,37
opción 10	-	-	16,82	25,48	70,45	74,52	X	X	12,73	-
opción 11	-	-	16,82	13,17	70,45	74,46	X	X	12,73	12,37
opción 12	-	-	17,00	25,48	61,95	57,34	21,05	17,18	X	X
opción 13	-	-	17,00	13,17	61,95	61,83	21,05	25,00	X	X

2. En la siguiente tabla se resumen las asignaciones totales de todas las hipótesis de bloqueo y ocupación analizadas. Donde las opciones 1 y 2 resumen las asignaciones normales (sin bloqueo de salidas), y las opciones de 3 a 13 resumen las asignaciones con los diferentes bloqueos analizados.

	nº de personas asignadas a cada salida por criterio de distancia							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5
opción 1	-	-	-	-	92	207	62	-
opción 2	42	96	41	-	49	184	93	46
opción 3	X	138	41	-	49	184	93	46
opción 4	52	X	127	-	49	98	179	46
opción 5	42	137	X	-	49	225	52	46
opción 6	-	-	-	X	X	299	62	-
opción 7	42	96	41	X	X	233	93	46
opción 8	-	X	-	-	253	X	108	-
opción 9	52	X	127	-	108	X	218	46
opción 10	-	-	-	-	92	269	X	-
opción 11	42	100	37	-	49	277	X	46
opción 12	-	-	-	-	92	207	62	X
opción 13	42	142	41	-	49	230	93	X

Se definen los conceptos de evacuación normal y desfavorable como:

Evacuación normal = la mayor de las asignaciones bajo hipótesis de evacuación sin bloqueo de ninguna salida de planta.

Evacuación más desfavorable = la mayor de las asignaciones bajo hipótesis de evacuación con el bloqueo de una salida de planta.

Si a cada una de las salidas se le asignan dos números que representan la “evacuación normal” y la “evacuación más desfavorable” teniendo en cuenta todas las hipótesis de bloqueo posibles, tendremos los siguientes resultados de asignación por proximidad, siendo este el objetivo del análisis:

nº de personas asignadas a cada salida por criterio de distancia							
de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5
42~52	96~142	41~127	-	92~253	207~299	93~218	46~46

4.3. INTRODUCCIÓN DE VARIABLES DE COMPORTAMIENTO

Dentro del problema de las evacuaciones en los edificios existe una variable intangible imposible de definir: ¿cuál es la situación de partida antes de la evacuación? Dado que el CTE DB-SI parte de ocupaciones teóricas homogéneamente distribuidas, parece lógico abordar el problema desde el mismo punto de vista. Pero no podemos olvidar que la realidad es diferente, porque las personas que ocupan un edificio raramente lo harán en las mismas condiciones teóricas supuestas en el proyecto.

Por otro lado, la aproximación a la asignación de ocupantes hacia las distintas salidas realizada por equidistancia es, en realidad, el primer paso dentro del análisis, puesto que existen una serie aún “indefinida” de factores que modificarán los valores obtenidos hasta ahora en dicha asignación. Dichos factores son indefinidos, debido a que responden a comportamientos individuales y colectivos muy difíciles de determinar. Por ejemplo, la señalización de las salidas, la percepción espacial, el diferente grado de seguridad que ofrecen unas salidas frente a otras, la utilización del mismo camino que se utilizó para entrar en el edificio, el previsible movimiento de humos, etc. Todos ellos influyen en el comportamiento de las personas a la hora de escoger la salida de evacuación. Es necesario, por tanto, analizar todos los factores para poder predecir los posibles patrones de comportamiento de las personas en caso de evacuación, y así utilizar el diseño arquitectónico como herramienta para poder realizar edificios más seguros.

Dado que el apartado 4.2 del método no se ajusta a la realidad, pues corresponde exclusivamente a un análisis geométrico, los resultados parciales se deben modificar introduciendo variables de comportamiento humano.

Tal y como he avanzado en la introducción (apartado 1.5), no es objetivo del presente trabajo desarrollar y definir las variables de comportamiento humano a utilizar en el cálculo. Pero si introducir en el método de cálculo la posibilidad de su utilización. Por lo que se desarrolla la implementación de variables de comportamiento en el ejemplo utilizado para el “análisis de bloqueos”.

4.3.1 Introducción de variables

Para aplicar las variables de comportamiento en el ejemplo del Auditorio de la Fundación Francisco Giner de los Ríos procedemos en tres fases independientes, partiendo de los datos obtenidos por el criterio de distancia (apartado 4.2):

1ª fase - la asignación obtenida por equidistancia para la salida S2 se reparte a partes iguales con la salida S1, por tratarse esta última del acceso principal del auditorio. Debido a la geometría del espacio de acceso donde aparecen las dos salidas tangentes al sentido de circulación en el movimiento de aproximación, parece lógico que el reparto sea partes iguales.

2ª fase – Variable de memoria: aplicamos el comportamiento de memoria hacia la salida (acceso) principal, con un porcentaje del 20% sobre el resto de las salidas, en favor de S1.

3ª fase – Variable de espera: aplicamos el comportamiento de “espera” hacia las salidas colindantes, con un porcentaje del 10% sobre las salidas más cargadas, en favor de las colindantes a las anteriores.

1	nº de personas en salida por criterio de comportamiento en opción 1							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5
se parte de los datos de ocupantes obtenidos por el criterio de distancia, que son los siguientes:								
distancia	-	-	-	-	92	207	62	-
la asignación obtenida para la salida S2 se reparte a partes iguales con la salida S1								
1ª fase	-	-	-	46	46	207	62	-
se aplica el comportamiento de “memoria” hacia la salida principal S1, sobre S3 y S4 (20%)								
2ª fase	-	-	-	99	46	166	50	-
se aplica el comportamiento de “espera” sobre la salida S3 hacia las salidas colindantes (10%)								
3ª fase	-	-	-	103	50	150	58	-

2	nº de personas en salida por criterio de comportamiento en opción 2							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

se parte de los datos de ocupantes obtenidos por el criterio de distancia, que son los siguientes:

distancia	42	96	41	-	49	184	93	46
-----------	----	----	----	---	----	-----	----	----

la asignación obtenida para la salida S2 se reparte a partes iguales con la salida S1

1ª fase	42	96	41	25	24	184	93	46
---------	----	----	----	----	----	-----	----	----

se aplica el comportamiento de “*memoria*” hacia la salida principal S1, sobre S3 y S4 (20%)

2ª fase	42	96	41	81	24	147	74	46
---------	----	----	----	----	----	-----	----	----

se aplica el comportamiento de “*espera*” sobre las salidas S3, B hacia las salidas colindantes (10%)

3ª fase	47	86	46	85	27	133	81	46
---------	----	----	----	----	----	-----	----	----

3	nº de personas en salida por criterio de comportamiento en opción 3							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

se parte de los datos de ocupantes obtenidos por el criterio de distancia, que son los siguientes:

distancia	X	138	41	-	49	184	93	46
-----------	---	-----	----	---	----	-----	----	----

la asignación obtenida para la salida S2 se reparte a partes iguales con la salida S1

1ª fase	X	138	41	25	24	184	93	46
---------	---	-----	----	----	----	-----	----	----

se aplica el comportamiento de “*memoria*” hacia la salida principal S1, sobre S3 y S4 (20%)

2ª fase	X	138	41	81	24	147	74	46
---------	---	-----	----	----	----	-----	----	----

se aplica el comportamiento de “*espera*” sobre las salidas S3, B hacia las salidas colindantes (10%)

3ª fase	X	124	55	85	27	133	81	46
---------	---	-----	----	----	----	-----	----	----

4	nº de personas en salida por criterio de comportamiento en opción 4							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

se parte de los datos de ocupantes obtenidos por el criterio de distancia, que son los siguientes:

distancia	52	X	127	-	49	98	179	46
-----------	----	---	-----	---	----	----	-----	----

la asignación obtenida para la salida S2 se reparte a partes iguales con la salida S1

1ª fase	52	X	127	25	24	98	179	46
---------	----	---	-----	----	----	----	-----	----

se aplica el comportamiento de “*memoria*” hacia la salida principal S1, sobre S3 y S4 (20%)

2ª fase	77	X	102	81	24	78	143	46
---------	----	---	-----	----	----	----	-----	----

se aplica el comportamiento de “*espera*” sobre las salidas S4,C hacia las salidas colindantes (10%)

3ª fase	87	X	92	81	24	92	129	46
---------	----	---	----	----	----	----	-----	----

5	nº de personas en salida por criterio de comportamiento en opción 5							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

se parte de los datos de ocupantes obtenidos por el criterio de distancia, que son los siguientes:

distancia	42	137	X	-	49	225	52	46
-----------	----	-----	---	---	----	-----	----	----

la asignación obtenida para la salida S2 se reparte a partes iguales con la salida S1

1ª fase	42	137	X	25	24	225	52	46
---------	----	-----	---	----	----	-----	----	----

se aplica el comportamiento de “*memoria*” hacia la salida principal S1, sobre S3 y S4 (20%)

2ª fase	42	137	X	80	24	180	42	46
---------	----	-----	---	----	----	-----	----	----

se aplica el comportamiento de “*espera*” sobre las salidas S3, B hacia las salidas colindantes (10%)

3ª fase	56	123	X	85	28	162	51	46
---------	----	-----	---	----	----	-----	----	----

6	nº de personas en salida por criterio de comportamiento en opción 6							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

se parte de los datos de ocupantes obtenidos por el criterio de distancia, que son los siguientes:

distancia	-	-	-	X	X	299	62	-
-----------	---	---	---	---	---	-----	----	---

no existe asignación para la salida S2

1ª fase	-	-	-	X	X	299	62	-
---------	---	---	---	---	---	-----	----	---

no se puede aplicar el comportamiento de “memoria” hacia la salida principal S1

2ª fase	-	-	-	X	X	299	62	-
---------	---	---	---	---	---	-----	----	---

se aplica el comportamiento de “espera” sobre la salida S3 hacia la salida colindante (10%)

3ª fase	-	-	-	X	X	269	92	-
---------	---	---	---	---	---	-----	----	---

7	nº de personas en salida por criterio de comportamiento en opción 7							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

se parte de los datos de ocupantes obtenidos por el criterio de distancia, que son los siguientes:

distancia	42	96	41	X	X	233	93	46
-----------	----	----	----	---	---	-----	----	----

no existe asignación para la salida S2

1ª fase	42	96	41	X	X	233	93	46
---------	----	----	----	---	---	-----	----	----

no se puede aplicar el comportamiento de “memoria” hacia la salida principal S1

2ª fase	42	96	41	X	X	233	93	46
---------	----	----	----	---	---	-----	----	----

se aplica el comportamiento de “espera” sobre las salidas S3, B hacia las salidas colindantes (10%)

3ª fase	47	86	46	X	X	210	116	46
---------	----	----	----	---	---	-----	-----	----

8	nº de personas en salida por criterio de comportamiento en opción 8							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

se parte de los datos de ocupantes obtenidos por el criterio de distancia, que son los siguientes:

distancia	-	X	-	-	253	X	108	-
-----------	---	----------	---	---	-----	----------	-----	---

la asignación obtenida para la salida S2 se reparte a partes iguales con la salida S1

1ª fase	-	X	-	127	126	X	108	-
---------	---	----------	---	-----	-----	----------	-----	---

no se puede aplicar el comportamiento de “*memoria*” hacia la salida principal dado que la salida S3 divide la planta en dos zonas y no permite el trasvase entre ellas

2ª fase	-	X	-	127	126	X	108	-
---------	---	----------	---	-----	-----	----------	-----	---

no se puede aplicar el comportamiento de “*espera*” dado que la salida S3 divide la planta en dos zonas y no permite el trasvase entre ellas

3ª fase	-	X	-	127	126	X	108	-
---------	---	----------	---	-----	-----	----------	-----	---

9	nº de personas en salida por criterio de comportamiento en opción 9							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

se parte de los datos de ocupantes obtenidos por el criterio de distancia, que son los siguientes:

distancia	52	X	127	-	108	X	218	46
-----------	----	----------	-----	---	-----	----------	-----	----

la asignación obtenida para la salida S2 se reparte a partes iguales con la salida S1

1ª fase	52	X	127	54	54	X	218	46
---------	----	----------	-----	----	----	----------	-----	----

se aplica el comportamiento de “*memoria*” hacia la salida principal S1, sobre C (20%)

2ª fase	77	X	102	67	66	X	193	46
---------	----	----------	-----	----	----	----------	-----	----

se aplica el comportamiento de “*espera*” sobre la salida C hacia la salida colindante (10%)

3ª fase	87	X	92	67	66	X	193	46
---------	----	----------	----	----	----	----------	-----	----

10	nº de personas en salida por criterio de comportamiento en opción 10							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

se parte de los datos de ocupantes obtenidos por el criterio de distancia, que son los siguientes:

distancia	-	-	-	-	92	269	X	-
-----------	---	---	---	---	----	-----	---	---

la asignación obtenida para la salida S2 se reparte a partes iguales con la salida S1

1ª fase	-	-	-	46	46	269	X	-
---------	---	---	---	----	----	-----	---	---

se aplica el comportamiento de “memoria” hacia la salida principal S1, sobre S3 (20%)

2ª fase	-	-	-	100	46	215	X	-
---------	---	---	---	-----	----	-----	---	---

se aplica el comportamiento de “espera” sobre la salida S3 hacia la salida colindante (10%)

3ª fase	-	-	-	111	56	194	X	-
---------	---	---	---	-----	----	-----	---	---

11	nº de personas en salida por criterio de comportamiento en opción 11							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5

se parte de los datos de ocupantes obtenidos por el criterio de distancia, que son los siguientes:

distancia	42	100	37	-	49	277	X	46
-----------	----	-----	----	---	----	-----	---	----

la asignación obtenida para la salida S2 se reparte a partes iguales con la salida S1

1ª fase	42	100	37	25	24	277	X	46
---------	----	-----	----	----	----	-----	---	----

se aplica el comportamiento de “memoria” hacia la salida principal S1, sobre S3 (20%)

2ª fase	42	100	37	80	24	222	X	46
---------	----	-----	----	----	----	-----	---	----

se aplica el comportamiento de “espera” sobre las salidas S3, B hacia las salidas colindantes (10%)

3ª fase	47	90	42	91	35	200	X	46
---------	----	----	----	----	----	-----	---	----

12	nº de personas en salida por criterio de comportamiento en opción 12							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5
se parte de los datos de ocupantes obtenidos por el criterio de distancia, que son los siguientes:								
distancia	-	-	-	-	92	207	62	X
la asignación obtenida para la salida S2 se reparte a partes iguales con la salida S1								
1ª fase	-	-	-	46	46	207	62	X
se aplica el comportamiento de “memoria” hacia la salida principal S1, sobre S3 y S4 (20%)								
2ª fase	-	-	-	99	46	166	50	X
se aplica el comportamiento de “espera” sobre la salida S3 hacia las salidas colindantes (10%)								
3ª fase	-	-	-	103	50	150	58	X

13	nº de personas en salida por criterio de comportamiento en opción 13							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5
se parte de los datos de ocupantes obtenidos por el criterio de distancia, que son los siguientes:								
distancia	42	142	41	-	49	230	93	X
la asignación obtenida para la salida S2 se reparte a partes iguales con la salida S1								
1ª fase	42	142	41	25	24	230	93	X
se aplica el comportamiento de “memoria” hacia la salida principal S1, sobre S3 y S4 (20%)								
2ª fase	42	142	41	90	24	184	74	X
se aplica el comportamiento de “espera” sobre las salidas S3, B hacia las salidas colindantes (10%)								
3ª fase	49	128	48	95	28	166	83	X

4.3.2 Asignación por comportamiento

En la siguiente tabla se resumen las asignaciones totales de todas las hipótesis de bloqueo y ocupación analizadas una vez introducidas las variables de comportamiento de “memoria” y “espera”. Donde las opciones 1 y 2 resumen las asignaciones normales (sin bloqueo de salidas), y las opciones de 3 a 13 resumen las asignaciones con los diferentes bloqueos analizados.

	nº de personas en salida por criterio de comportamiento							
	de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5
opción 1	-	-	-	103	50	150	58	-
opción 2	47	86	46	85	27	133	81	46
opción 3	X	124	55	85	27	133	81	46
opción 4	87	X	92	81	24	92	129	46
opción 5	56	123	X	85	28	162	51	46
opción 6	-	-	-	X	X	269	92	-
opción 7	47	86	46	X	X	210	116	46
opción 8	-	X	-	127	126	X	108	-
opción 9	87	X	92	67	66	X	193	46
opción 10	-	-	-	111	56	194	X	-
opción 11	47	90	42	91	35	200	X	46
opción 12	-	-	-	103	50	150	58	X
opción 13	49	128	48	95	28	166	83	X

Donde las evacuaciones normales y desfavorables para cada una de las salidas son:

nº de personas en salida por criterio de comportamiento							
de recinto A	de recinto B	de recinto C	de planta S1	de planta S2	de planta S3	de planta S4	de planta S5
47~87	86~128	46~92	103~127	50~126	150~269	81~193	46~46

La comparación de estos resultados con los datos obtenidos únicamente con el criterio de distancias son:

nº de personas en salida por criterio de distancia							
42~52	96~142	41~127	-	92~253	207~299	93~218	46~46

Conclusiones para este ejemplo:

1. la variable de comportamiento “memoria” desplaza ocupantes de la salida C hacia la salida A.
2. la variable de comportamiento “memoria”, así como el reparto de ocupantes entre las salidas S1 y S2, debido a la percepción espacial, iguala prácticamente el número de ocupantes en la opción desfavorable (de cálculo) en dichas salidas.
3. se produce un balanceo de ocupantes en todas las salidas, debido a la variable de comportamiento “espera”, que distribuye a todos los ocupantes en aras de una evacuación más eficaz.

Por lo expuesto, los resultados se pueden considerar más cercanos a la realidad que el simple cálculo geométrico por proximidad.

4.4 CALCULO DE FLUJOS EN EL RECORRIDO DE EVACUACIÓN

Una vez conocidas las asignaciones por comportamiento dentro de todos los sectores de incendio hacia las diferentes salidas de planta, el siguiente paso es proceder al cálculo de los flujos en cada uno de los elementos y tramos de los recorridos de evacuación protegidos. La contribución más importante de la presente tesis se encuentra en este apartado, pues como se verá se pueden afrontar cálculos de flujos muy complejos con un procedimiento sencillo.

Para explicarlo utilizaré el siguiente diagrama (figura 4.4.1) que representa las salidas de planta y recorridos protegidos de un único nivel de un edificio de varias alturas que conducen a tres escaleras protegidas.

El diagrama representa una planta de un edificio con:

- 19 salidas de planta (nominadas con letras)
- 12 sectores de incendios (nominados con números), cuyas salidas conducen hacia
- 3 recorridos que acaban en escaleras protegidas (nominadas ep1, ep2 y ep3)

Con este método se da respuesta a las siguientes preguntas:

¿Cuáles son los flujos en cada uno de los tramos/confluencias del recorrido protegido sabiendo que solamente una salida de planta puede estar bloqueada en todo el edificio?

¿Cómo sabemos cuál es el peor escenario posible para el cálculo de cada tramo/elemento de evacuación?

De partida parece complejo debido a que existen sectores de incendio que evacúan hacia dos o tres recorridos distintos.

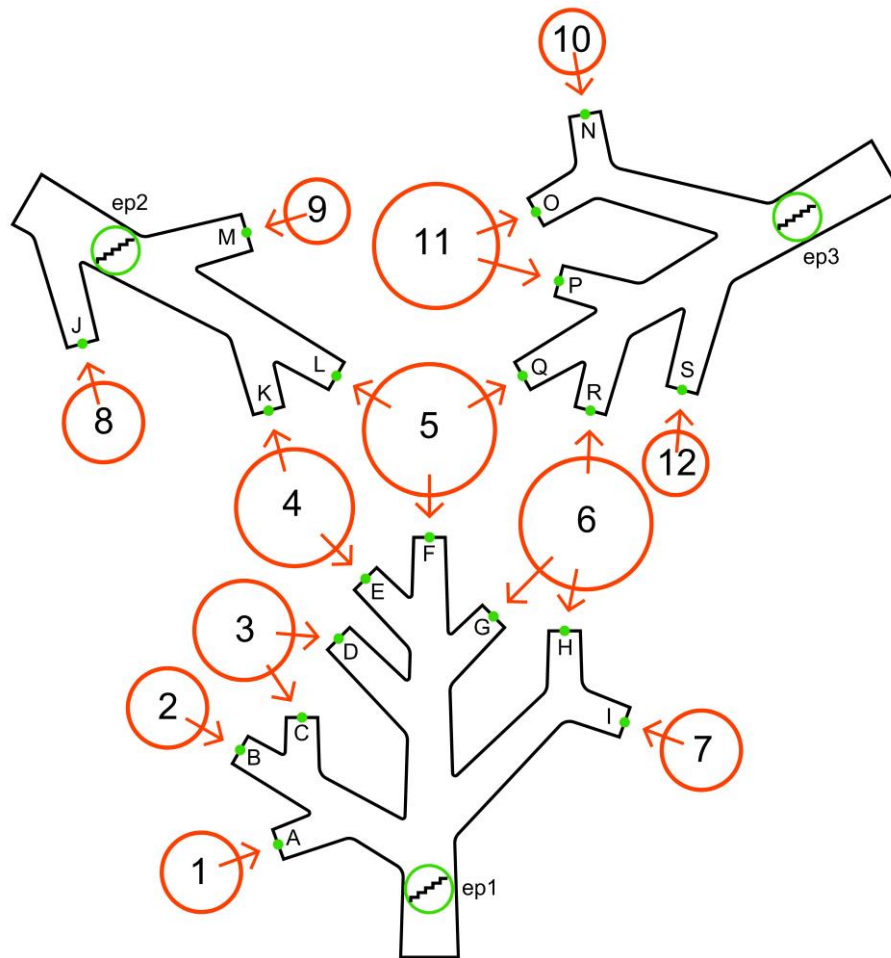


Figura 4.4.1

Leyenda para los gráficos de este apartado:

- 1 sector de incendio (nominado 1)
- ● A salida de planta (nominada A)
- recorrido de evacuación
- ep1 escalera protegida (nominada 1)

4.4.1 Regla general

La regla general se aplica a todas las confluencias, salvo dos excepciones (regla de adición y regla de anulación), y mantiene la información necesaria para seguir el cálculo en la siguiente confluencia y reconocer la opción más desfavorable de cálculo fácilmente.

Regla general:

Supongamos que en el sector de incendio 4 (figura 4.4.1.1) hay 80 personas, y una vez realizado el análisis de flujos hacia salidas (debido a las diferentes densidades de ocupación y geometrías en las zonas de uso) tenemos los siguientes datos:

SALIDA	Evacuación normal	Evacuación desfavorable
E	42	80
K	38	80

Evidentemente las salidas E y K se tienen que calcular para 80 personas cada una; de esta manera abarcamos el peor de los escenarios posibles para cada una de las salidas.

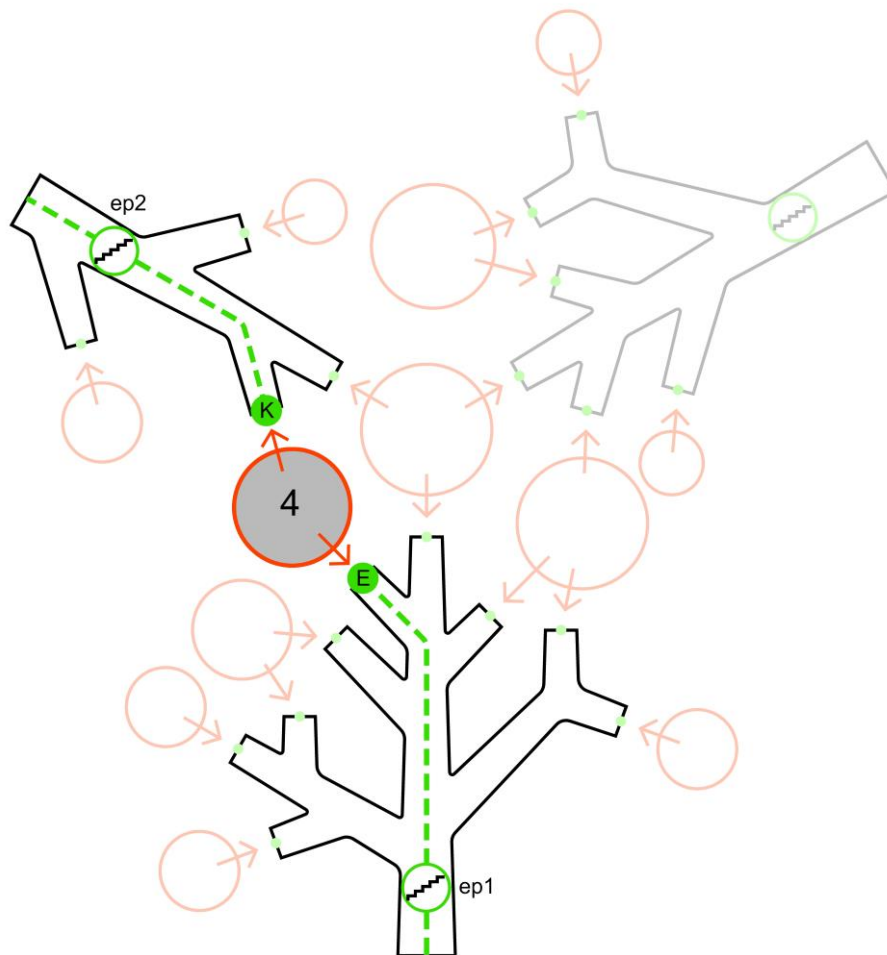


Figura 4.4.1.1

Supongamos que en el sector de incendio 5 (figura 4.4.1.2) hay 150 personas, y una vez realizado el análisis de flujos hacia salidas (debido a las diferentes densidades de ocupación y geometrías en las zonas de uso) tenemos los siguientes datos:

SALIDA	Evacuación normal	Evacuación desfavorable
F	53	85
L	52	81
Q	45	69

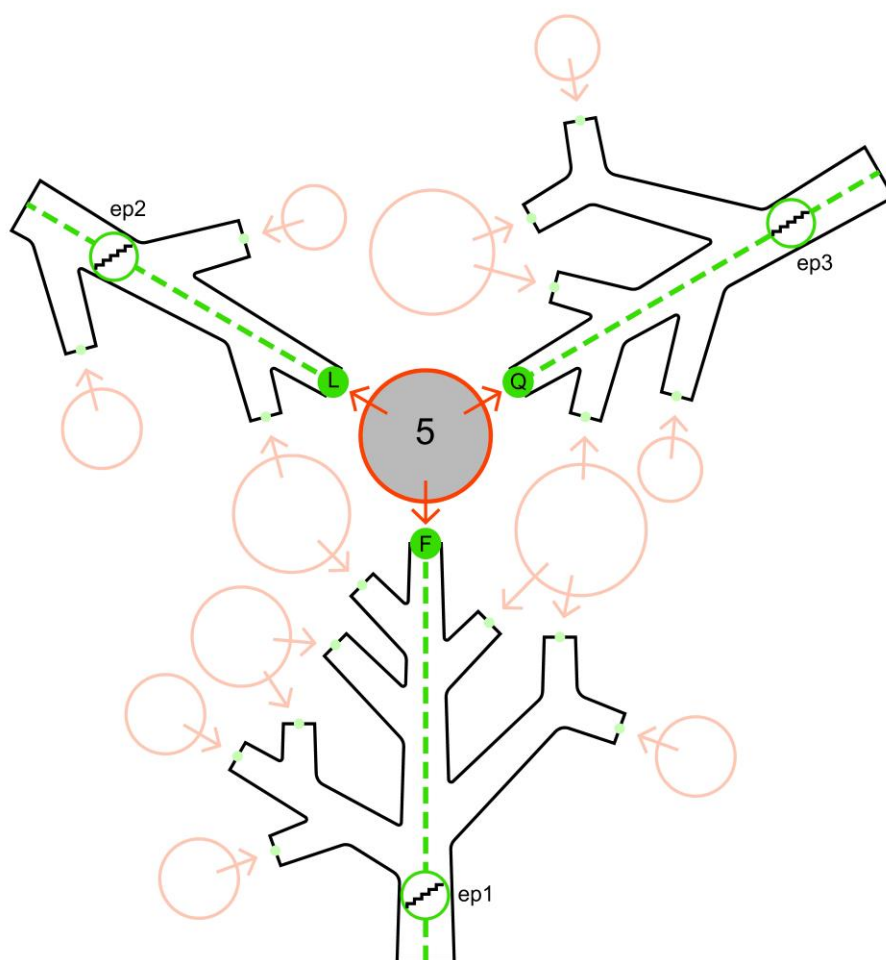


Figura 4.4.1.2

En el punto de confluencia de los recorridos de las salidas E y F (Figura 4.4.1.3) -ambas hacia la escalera protegida 1-, tendremos seis escenarios posibles: evacuación normal, evacuación con bloqueo de la salida E, evacuación con bloqueo de la salida K, evacuación con bloqueo de la salida F,

evacuación con bloqueo de la salida L, evacuación con bloqueo de la salida Q.

El resultado de cada uno de los escenarios se resume en la siguiente tabla:

	normal	Con bloqueo de la salida				
		E	K	F	L	Q
sector 4	42	-	80	42	42	42
sector 5	53	53	53	-	85	76
TOTAL	95	53	133	42	127	118

Donde 133 ocupantes se corresponde al escenario más favorable.

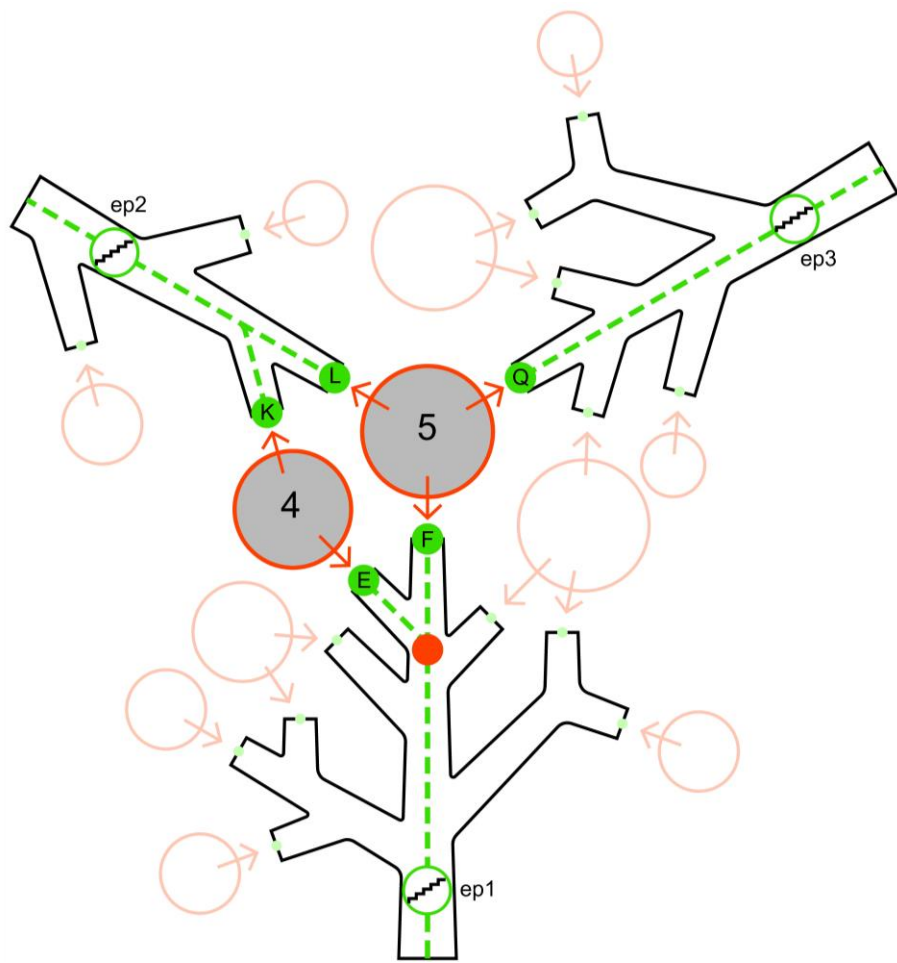


Figura 4.4.1.3

Por lo que podemos concluir que tendremos una evacuación normal de 95 ocupantes, y el caso más desfavorable se corresponde con el bloqueo de la salida K con 133 ocupantes resultantes. Obviamente esta debe ser la ocupación que se utilice para el cálculo de este tramo del recorrido (ancho de paso o pasillo).

Pero todo este cálculo se puede reducir a la siguiente **regla general**:

Como en el punto de confluencia evacúan las personas procedentes de las salidas E y F, partimos únicamente de los datos proporcionados por estas salidas, pues realmente ya incluyen la evacuación normal y desfavorable analizada anteriormente, pero como ayuda para el cálculo añadiremos la diferencia entre ambos números indicando también la salida a la que le corresponde el bloqueo, de la siguiente manera:

$$S_i \equiv EN_i (ED_i)_{DF_i SB_i}$$

Dónde:

$S_i = \text{Salida}$

$EN_i = \text{Evacuación Normal}$

$ED_i = \text{Evacuación Desfavorable}$

$DF_i = \text{Diferencia entre ambos (desfavorable – normal)}$

$SB_i = \text{Salida Boqueada correspondiente al escenario más desfavorable}$

Aplicado en el ejemplo:

La opción más desfavorable para la salida E es que se bloquee la salida K.

Como $80 - 42 = 38$, tendremos: $S_E \equiv 42 (80)_{38 K}$

La opción más desfavorable para la salida F es que se bloquee la salida L.

Como $85 - 53 = 32$, tendremos: $S_F \equiv 53 (85)_{32 L}$

En el punto de confluencia tendremos los siguientes valores en la expresión mencionada:

$$\text{Regla General: } EN_R = \sum_{i=0}^n EN_i, ED_R = EN_R + DF_R, DF_R = \text{MAX}\{DF_i\}$$

Es importante hacer notar que el escenario más desfavorable de cálculo en la confluencia de recorridos se corresponde con el mayor incremento, por lo que $DF_R = \text{MAX}\{DF_i\}$ es el bloqueo que le corresponde a dicho escenario.

Aplicado en el ejemplo:

Paso 1 – sumamos las evacuaciones normales de ambos. $42 + 53 = 95$

Paso 2 – ahora sumamos a la evacuación normal resultante la mayor de las diferencias (en este caso $38 > 32$). Por lo que tendremos: $95 + 38 = 133$

Resultado en la confluencia 1: $S_{C1} \equiv 95 (133)_{38 K}$

Paso 1:

$$S_E \equiv 42 (80)_{38 K}$$

$$S_F \equiv 53 (85)_{32 L}$$

$$S_{C1} \equiv 95$$

Paso 2:

$$S_E \equiv 42 (80)_{38 K}$$

$$S_F \equiv 53 (85)_{32 L}$$

$$S_{C1} \equiv 95 (133)_{38 K}$$

En el siguiente punto de confluencia (ver Figura 4.4.1.4.) de los recorridos procedentes de los sectores 4, 5 y 6 tendremos nueve escenarios posibles, resumidos en la siguiente tabla:

	normal	Con bloqueo de la salida							
		E	K	F	L	Q	G	H	R
sector 4	42	-	80	42	42	42	42	42	42
sector 5	53	53	53	-	85	76	53	53	53
sector 6	45	45	45	45	45	45	-	53	55
TOTAL	140	98	178	87	172	163	95	148	150

Donde 178 ocupantes se corresponde al escenario más favorable.

Pero nuevamente todo este cálculo se puede reducir a la siguiente **regla general**:

Como en el segundo punto de confluencia evacúan las personas procedentes de las salida G más la confluencia anterior, partimos únicamente de estos datos, pues realmente ya incluyen la evacuación normal y desfavorable analizada anteriormente:

Confluencia anterior: $S_{C1} \equiv 95 (133)_{38 K}$

Y salida G: $S_G \equiv 45 (55)_{10 R}$

Paso 1 – sumamos las evacuaciones normales de ambos. $95 + 45 = 140$

Paso 2 – ahora sumamos a la evacuación normal resultante la mayor de las diferencias (en este caso es $38 > 10$). Por lo que tendremos: $140 + 38 = 178$
 Resultado en la confluencia 2: $S_{C2} \equiv 140 (178)_{38K}$

Paso 1:

$$S_{C1} \equiv \mathbf{95} \, (\mathbf{133})_{38 \, K}$$

$$S_G \equiv \mathbf{45} \, (\mathbf{55})_{10R}$$

$$S_{C2} \equiv 140$$

Paso 2:

$$S_{C1} \equiv 95 \text{ (133)}_{38 \text{ K}}$$

$$S_G \equiv 45 \text{ (55)}_{10 R}$$

$$S_{C2} \equiv 140 \text{ (178)}_{38 \text{ K}}$$

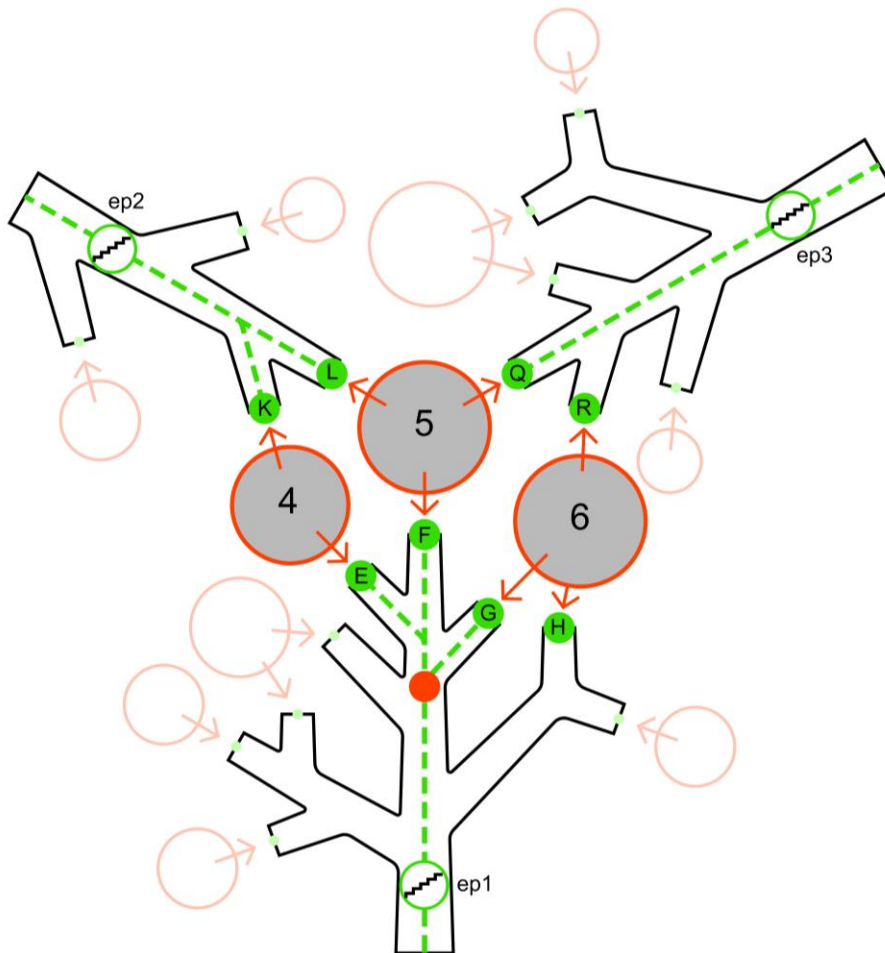


Figura 4.4.1.4

Resumen de los cálculos con la regla general para las confluencias 1 y 2:

Confluencia 1:

$$S_E \equiv 42 (80)_{38 K}$$

$$S_F \equiv 53 \text{ (85)}_{32L}$$

$$S_{c1} \equiv 95 (133)_{38 K}$$

Confluencia 2:

$$S_{C1} \equiv 95 (133)_{38 K}$$

$$S_G \equiv 45 \text{ (55)}_{10 R}$$

$$S_{C2} \equiv 140 (178)_{38 K}$$

Existen dos excepciones a la regla general que se explican en los siguientes apartados.

4.4.2 Regla de anulación

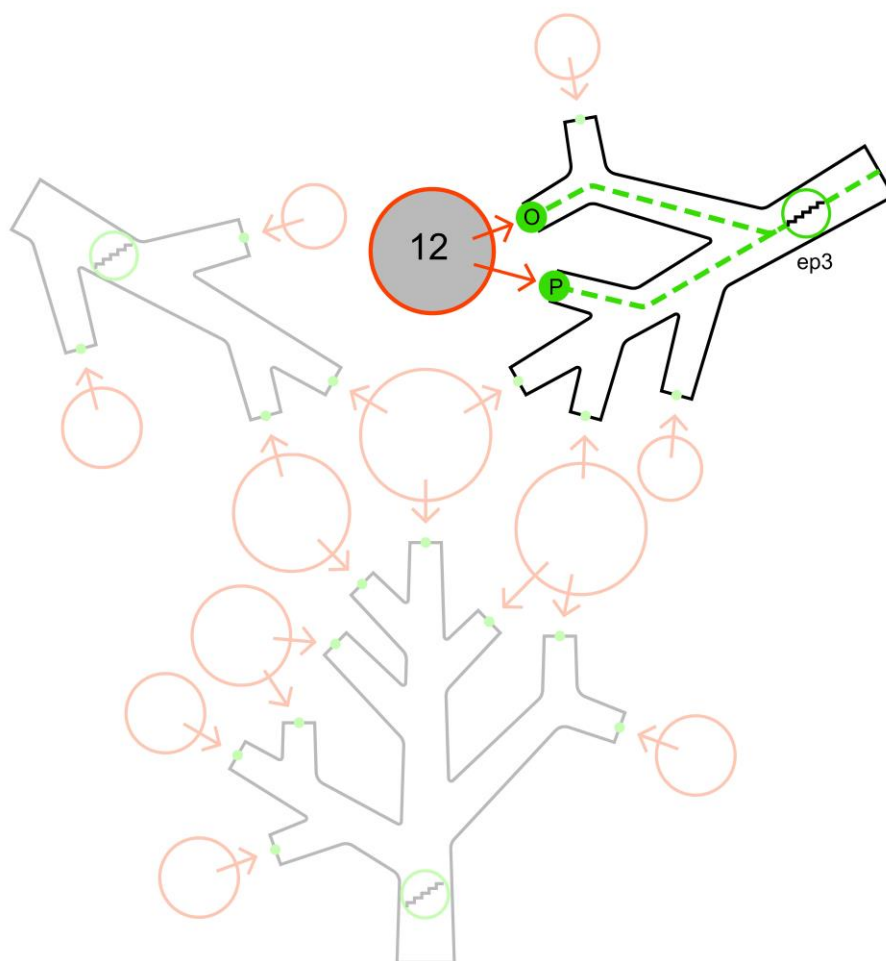


Figura 4.4.2

Cuando “**todos**” los recorridos de evacuación de un sector de incendio confluyen en un único punto/tramo del recorrido protegido, dicha confluencia se comporta a nivel de cálculo como una única salida. Por lo tanto las evacuaciones normales y desfavorables se igualan y desaparece la diferencia.

$$\text{Regla de Anulación: } EN_R = \sum_{i=0}^n EN_i, ED_R = EN_R, DF_R = 0$$

Ejemplo: Supongamos las salidas P y O del sector 12 con los siguientes datos.
En el punto de confluencia de los dos recorridos tendremos el siguiente resultado:

Paso 1:

$$S_P \equiv 125 (200)_{75 O}$$

$$S_O \equiv 75 (200)_{125 P}$$

$$S_C \equiv 200$$

Paso 2:

$$S_P \equiv 125 (200)_{75 O}$$

$$S_O \equiv 75 (200)_{125 P}$$

$$S_C \equiv 200 (200)_0$$

4.4.3 Regla de adición

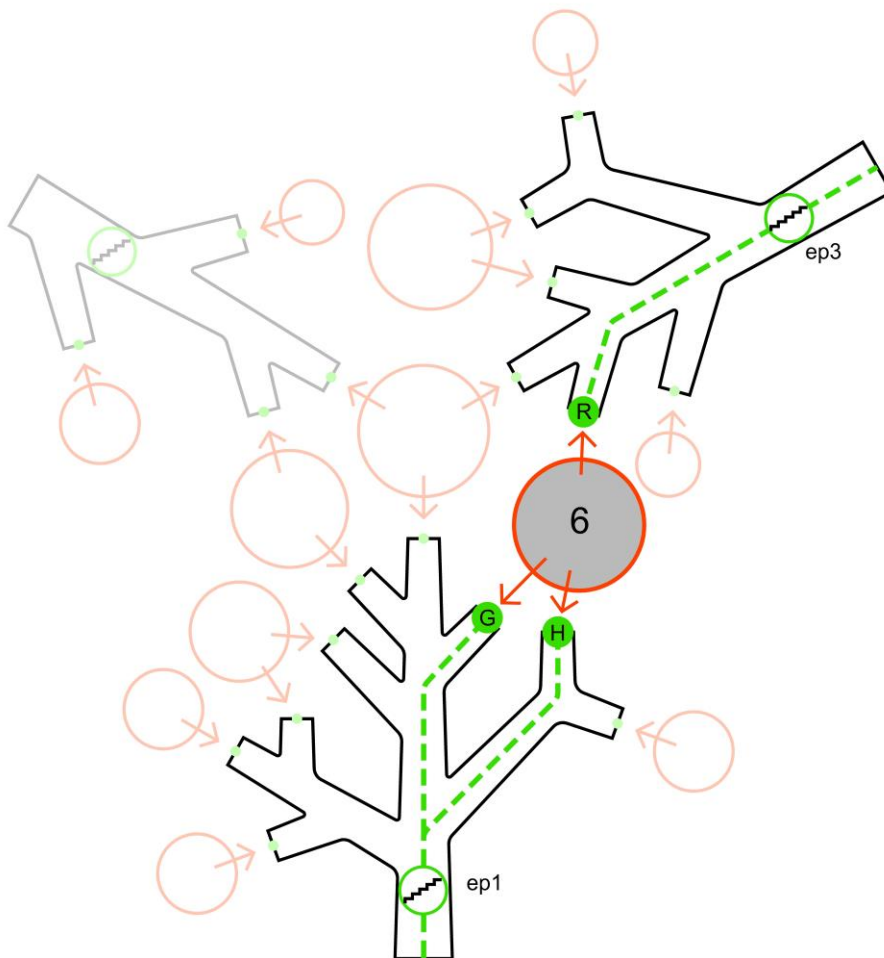


Figura 4.4.3

Cuando “**varios**” pero no todos los recorridos de evacuación de un sector de incendio confluyen en un único punto/tramo del recorrido protegido, dicha confluencia se comporta a nivel de cálculo como una única salida. Por lo tanto las evacuaciones normales, desfavorables y las diferencias se suman,

suponiendo una salida bloqueada de las que tienen el recorrido independiente de las anteriores.

$$\text{Regla de Adición: } EN_R = \sum_{i=0}^n EN_i, ED_R = EN_R + DF_R, DF_R = \sum_{i=0}^n DF_i$$

Ejemplo: Supongamos las salidas G, H y R del sector 6 con los siguientes datos. En el punto de confluencia de los dos recorridos G y H tendremos el siguiente resultado, donde la salida bloqueada es la salida R:

Paso 1:

$$S_G \equiv 45 (55)_{10 R}$$

$$S_H \equiv 25 (60)_{35 R}$$

$$S_R \equiv 45 (70)_{25 G}$$

$$S_C \equiv 70$$

Paso 2:

$$S_G \equiv 45 (55)_{10 R}$$

$$S_H \equiv 25 (60)_{35 R}$$

$$S_R \equiv 45 (70)_{25 G}$$

$$S_C \equiv 70 (115)_{45 R}$$

4.4.4 Ejemplo de cálculo

Como ejemplo de cálculo voy a utilizar los recorridos de evacuación que conducen hacia la escalera protegida 1. Calcularé todos los tramos teniendo en cuenta las excepciones que se producen en los sectores 3 y 6, como veremos. Los datos de todas las salidas son los siguientes:

$$S_A \equiv 40 (40)_0$$

$$S_B \equiv 15 (15)_0$$

$$S_C \equiv 40 (90)_{50 D}$$

$$S_D \equiv 50 (90)_{40 C}$$

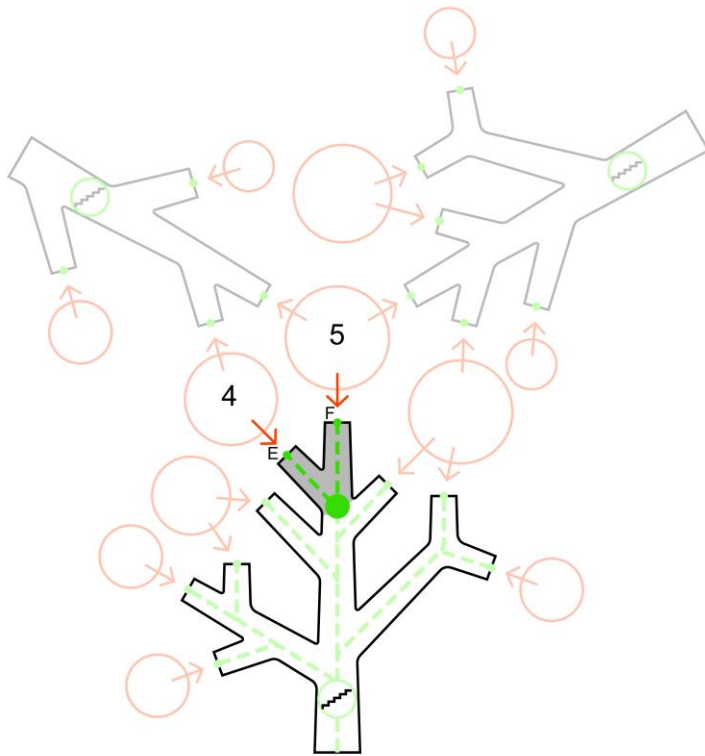
$$S_E \equiv 42 (80)_{38 K}$$

$$S_F \equiv 53 (85)_{32 L}$$

$$S_G \equiv 45 (55)_{10 R}$$

$$S_H \equiv 25 (60)_{35 R}$$

$$S_I \equiv 30 (30)_0$$

**Figura 4.4.4.1****Confluencia 1**

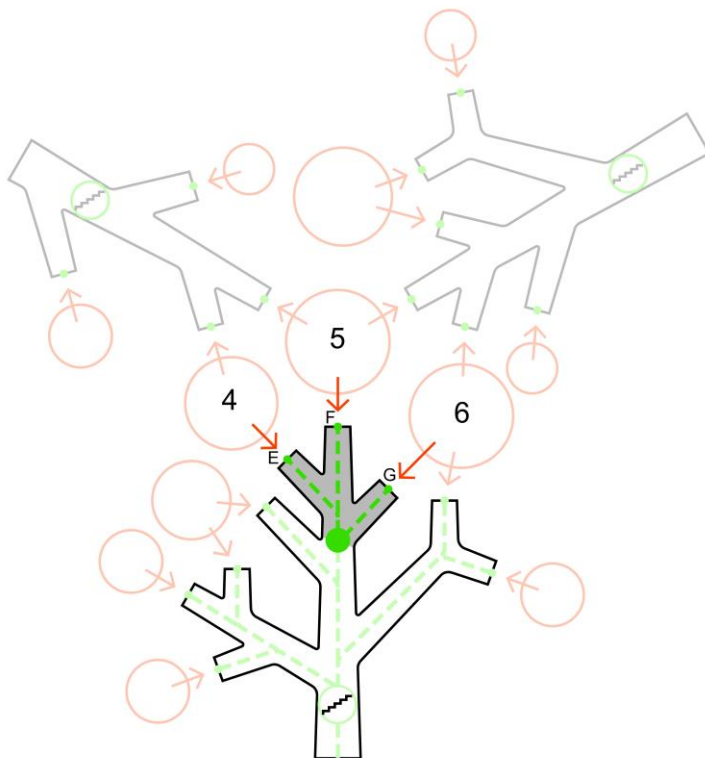
Salidas E y F

Regla general:

$$S_E \equiv 42 (80)_{38 K}$$

$$S_F \equiv 53 (85)_{32 L}$$

$$S_{C1} \equiv 95 (133)_{38 K}$$

**Figura 4.4.4.2****Confluencia 2**

Se incorpora la salida G

Regla general:

$$S_{C1} \equiv 95 (133)_{38 K}$$

$$S_G \equiv 45 (55)_{10 R}$$

$$S_{C2} \equiv 140 (178)_{38 K}$$

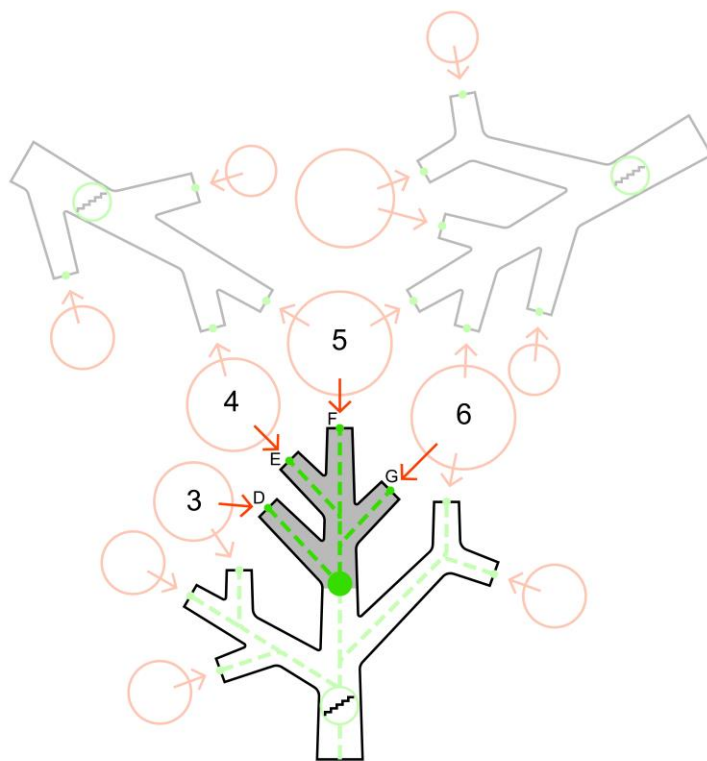


Figura 4.4.4.3

Confluencia 3

Se incorpora la salida D

Regla general:

$$S_{C2} \equiv 140 (178)_{38 K}$$

$$S_D \equiv 50 (90)_{40 C}$$

$$S_{C3} \equiv 190 (230)_{40 C}$$

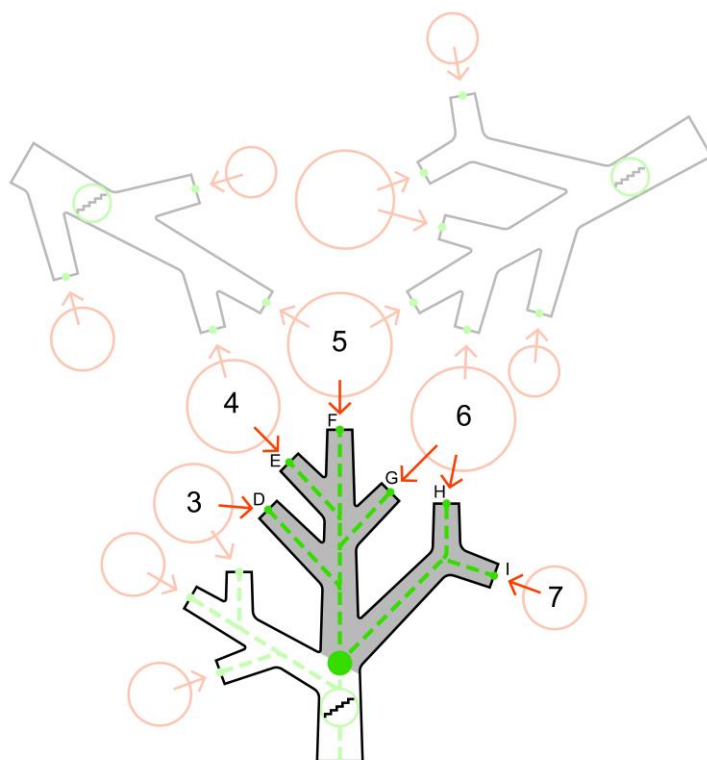


Figura 4.4.4.4

Confluencia 4

Se incorporan las salidas H

e I con la regla general:

$$S_H \equiv 25 (60)_{35 R}$$

$$S_I \equiv 30 (30)_0$$

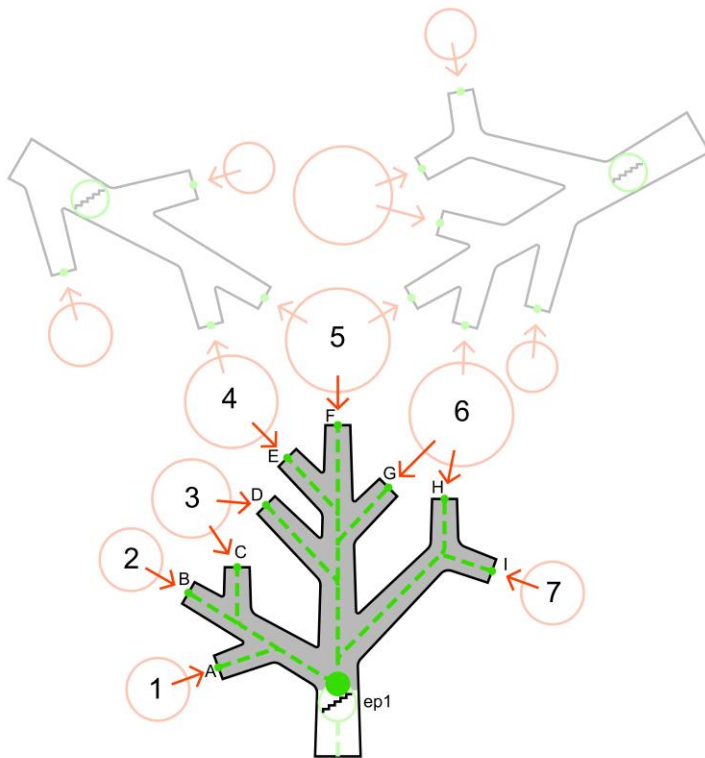
$$S_{H+I} \equiv 55 (90)_{35 R}$$

Regla de adición: sumar las diferencias G+H

$$S_{C3} \equiv 190 (230)_{40 C}$$

$$S_{H+I} \equiv 55 (90)_{35 R}$$

$$S_{C4} \equiv 245 (290)_{45 R}$$

**Figura 4.4.4.5****Confluencia 5**

Se incorporan las salidas
A, B y C

Regla general para B+C:

$$S_B \equiv 15 (15)_0$$

$$S_C \equiv 40 (90)_{50 D}$$

$$S_{B+C} \equiv 55 (105)_{50 D}$$

Regla general para

B+C+A:

$$S_{B+C} \equiv 55 (105)_{50 D}$$

$$S_A \equiv 40 (40)_0$$

$$S_{A+B+C} \equiv 95 (145)_{50 D}$$

Regla de anulación: desaparece la diferencia procedente del sector 3

$$S_{C4} \equiv 245 (290)_{45 R}$$

$$S_{A+B+C} \equiv 95 (145)_{50 D}$$

$$S_{C5} \equiv 340 (385)_{45 R}$$

4.5 ELEMENTO ESPECIAL: ESCALERA PROTEGIDA

El cálculo de las escaleras protegidas es similar al de los tramos de recorridos protegidos horizontales. Pero hay una diferencia fundamental, y es que el cálculo acumulativo es contrario al sentido de evacuación. Por este motivo se incorpora al presente trabajo como un elemento especial en el cálculo.

Tal y como se indica en el CTE [Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación]:

$$E \leq 3 S + 160 A_s$$

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

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.

Después de calcular todos los recorridos protegidos horizontales hasta las escaleras protegidas (comentado en el apartado anterior), se puede proceder a calcular las escaleras protegidas.

Como ejemplo de cálculo utilizaré los datos indicados en la siguiente figura.

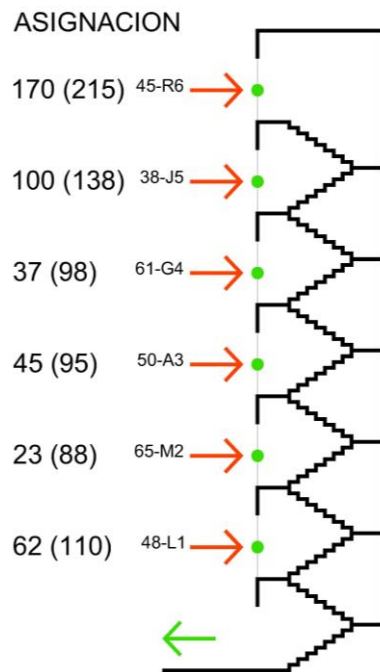


Figura 4.5.1

Representa la sección de una escalera protegida descendente con 6 plantas y salida de edificio en la planta rasante. En cada uno de los niveles están indicadas las asignaciones más desfavorables resumidos en los tres números ya comentados en el apartado anterior:

$$S_i \equiv EN_i (ED_i)_{DF_i SB_i}$$

Es necesario realizar la comprobación de superficie en cada uno de los niveles, dado que no sabemos de antemano cuál es la opción más desfavorable desde cada una de las plantas.

Comprobación desde planta 1ª:

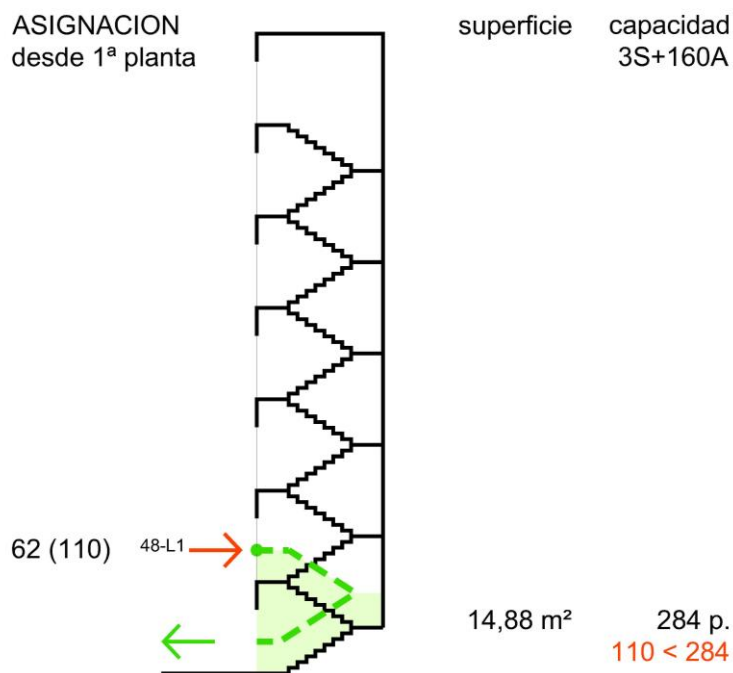


Figura 4.5.2 Planta 1

Desde la primera planta no es necesario aplicar la regla general para el cálculo de asignación acumulada porque solo acceden los ocupantes de una planta.

Comprobación desde planta 2ª:

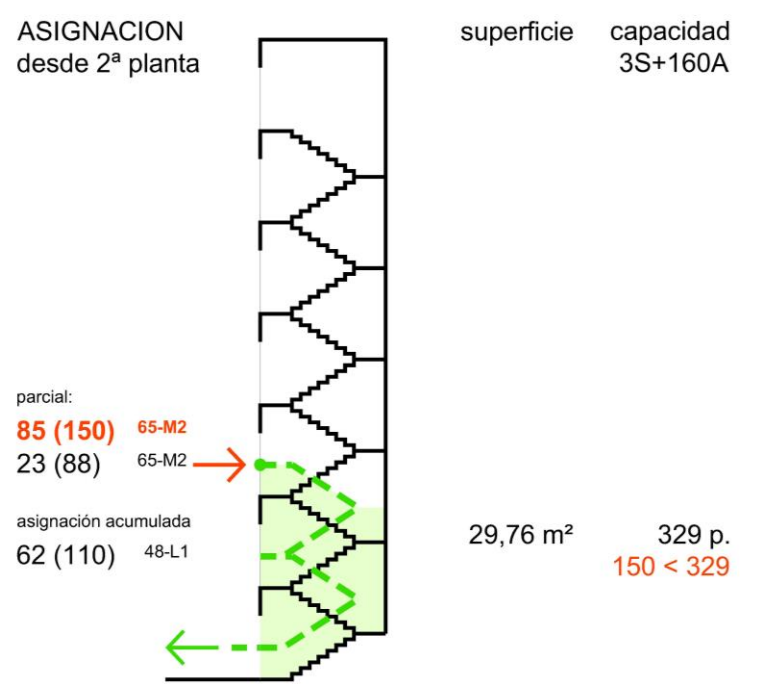


Figura 4.5.3 Planta 2

Los ocupantes de la primera planta se comportan a nivel de cálculo como la asignación acumulada en plantas inferiores. Es necesario aplicar la regla general para determinar la asignación total a la escalera en este tramo, quedando

como resultado: 85 (150)^{65-M2}

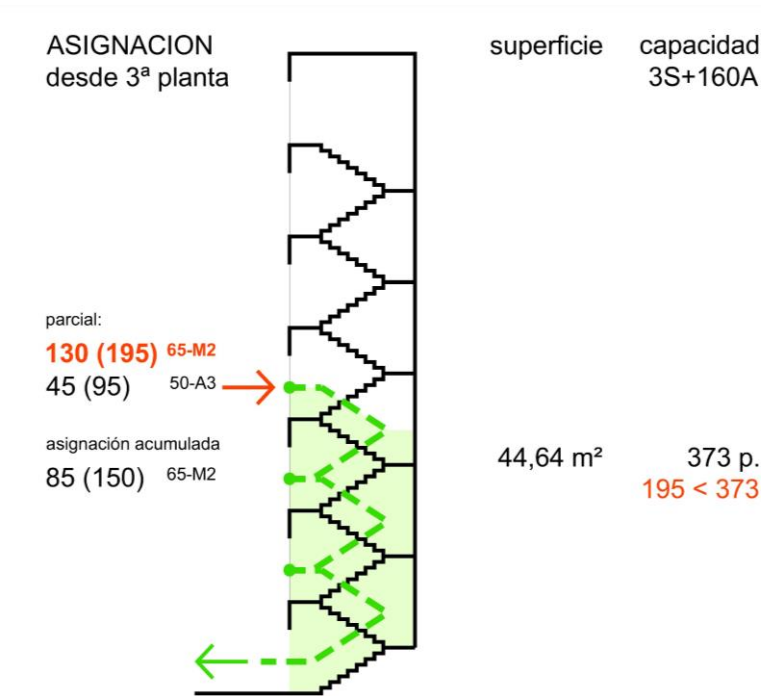


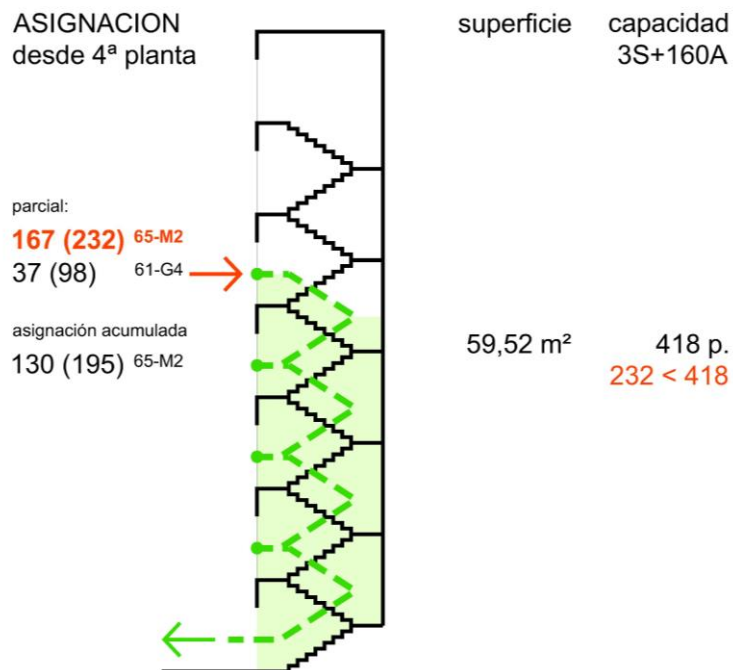
Figura 4.5.4 Planta 3

Los ocupantes de las plantas primera y segunda se comportan a nivel de cálculo como la asignación acumulada en plantas inferiores, resumido únicamente en los números:

85 (150)^{65-M2}

Es necesario aplicar la regla general para

determinar la asignación total a la escalera en este tramo, quedando como resultado: 130 (195)^{65-M2}

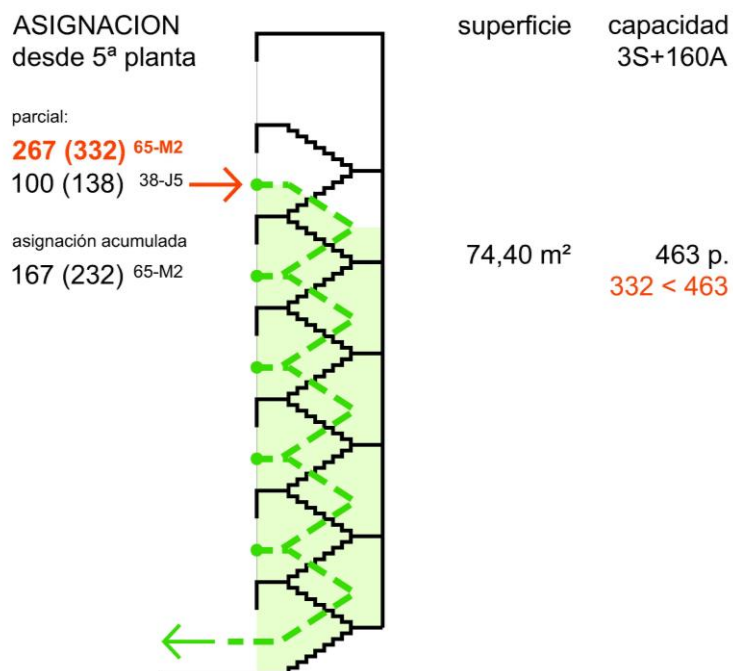
**Figura 4.5.5** Planta 4

Los ocupantes de las plantas primera, segunda y tercera se comportan a nivel de cálculo como la asignación acumulada en plantas inferiores, resumido únicamente en los números:

130 (195)^{65-M2}.

Es necesario aplicar la regla general para

determinar la asignación total a la escalera en este tramo, quedando como resultado: 167 (232)^{65-M2}

**Figura 4.5.6** Planta 5

Los ocupantes de las plantas primera, segunda, tercera y cuarta se comportan a nivel de cálculo como la asignación acumulada en plantas inferiores, resumido únicamente en los números:

167 (232)^{65-M2}.

Es necesario aplicar la regla general para

determinar la asignación total a la escalera en este tramo, quedando como resultado: 267 (332)^{65-M2}.

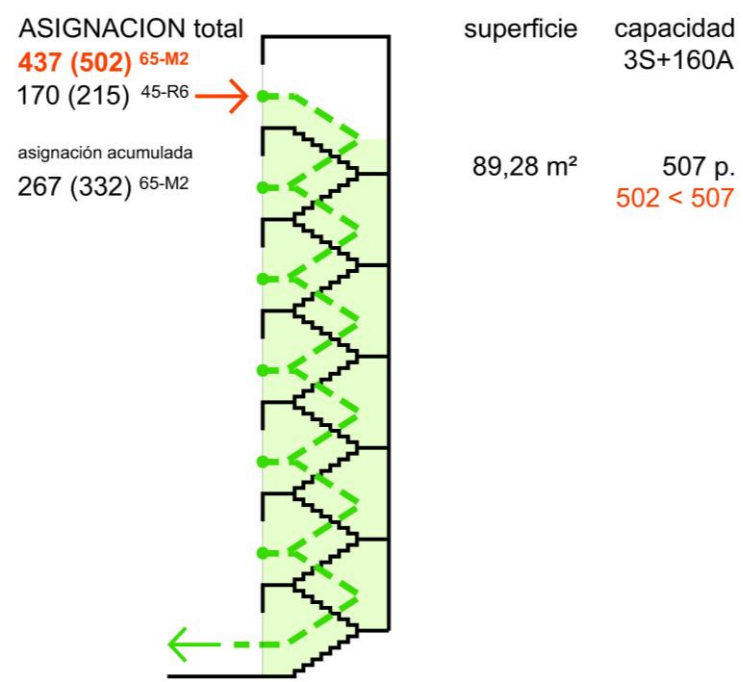


Figura 4.5.7 Planta 6
Los ocupantes de las plantas primera, segunda, tercera, cuarta y quinta se comportan a nivel de cálculo como la asignación acumulada en plantas inferiores, resumido únicamente en los números:
267 (332)^{65-M2}.
Es necesario aplicar la regla general para

determinar la asignación total a la escalera en este tramo, quedando como resultado: 437 (502)^{65-M2}.

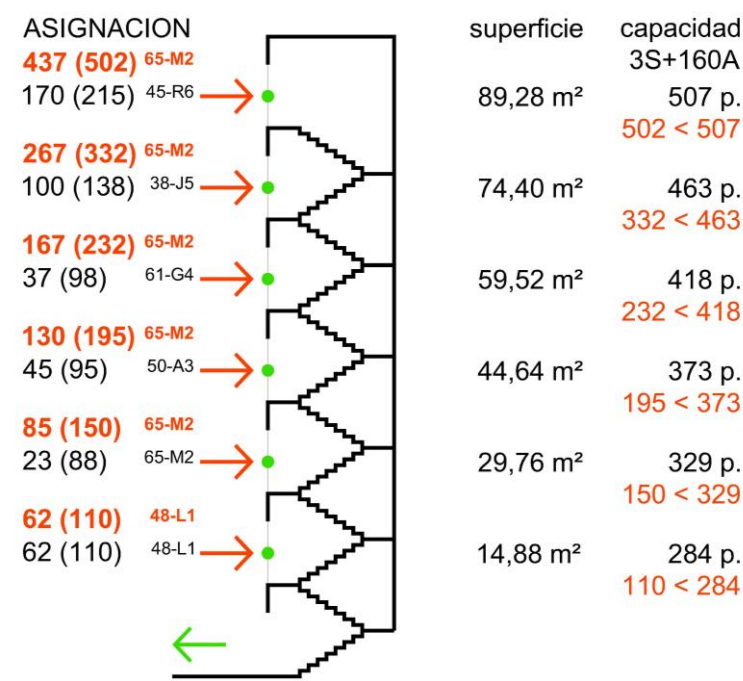


Figura 4.5.8
Resumen de resultados

5 APORTACIONES Y CONCLUSIONES

Las aportaciones del presente trabajo dan respuesta a las cuestiones planteadas en el capítulo 3 (Revisión Crítica), y son las siguientes:

- Relativo de las hipótesis de ocupación en los edificios (apartado 3.1), se expone la necesidad de analizar cada una de dichas hipótesis, además de integrar las diferentes hipótesis de ocupación en el método de cálculo desarrollado en el capítulo 4.2.
- Relativo al bloqueo de salidas (apartado 3.2), también se muestra como aportación la solución con el bloqueo de todas y cada una de las salidas, pues así se abarcan todas las situaciones de emergencia por incendio posibles. Quedó evidenciado, según lo expuesto, que las asignaciones de cálculo que se indican en las reglamentaciones, incluso de otros países, no son lo suficientemente conservadoras como para asegurar un cálculo fiable de los elementos de evacuación para responder ante cualquier evento de incendio.
- La aportación más importante de la presente tesis es la estrategia y método de cálculo, especialmente el cálculo de flujo de ocupantes en los elementos de evacuación y en los tramos de los recorridos de evacuación protegidos. Dichas estrategia se resume en las siguientes reglas desarrolladas en el capítulo 4.4.

$$\textbf{Regla General: } EN_R = \sum_{i=0}^n EN_i, ED_R = EN_R + DF_R, DF_R = MAX\{DF_i\}$$

$$\textbf{Regla de Anulación: } EN_R = \sum_{i=0}^n EN_i, ED_R = EN_R, DF_R = 0$$

$$\textbf{Regla de Adición: } EN_R = \sum_{i=0}^n EN_i, ED_R = EN_R + DF_R, DF_R = \sum_{i=0}^n DF_i$$

- A la hora de justificar el cumplimiento de la reglamentación sobre incendios, cuando se hace en base prestacional, la gran mayoría de las modelizaciones y simulaciones realizadas solo analizan los resultados fruto de un escaso número de escenarios de incendio. Pero, utilizando el presente método de cálculo se tiene la certeza de abarcar todas las situaciones o eventos posibles de incendio. Esto tiene como consecuencia que todos los elementos de evacuación de los edificios estarán correctamente dimensionados, y con ello los tiempos de evacuación serán los teóricamente aceptables.
- El método de cálculo presentado puede ser aplicado a proyectos de edificios de cualquier complejidad y tamaño.
- Lo que antes eran confusos escenarios y falta de metodología en el cálculo de asignaciones, se simplifica y resuelve con un método riguroso y de muy fácil aplicación.
- El método permite la incorporación de futuros avances en el desarrollo de variables de comportamiento humano, sin que afecte a la estructura general del método, ni a las reglas de cálculo.

A modo de conclusión, creo que sería un avance muy importante para la seguridad de los edificios la incorporación de este método de cálculo en la reglamentación de incendios, incluso las reglamentaciones internacionales, así como utilizarla como estrategia de cálculo en el software de modelización para simulaciones de incendios. Entiendo que es una estrategia fácil de integrar tanto en la reglamentación como en el software, y que tendría un gran beneficio en lo relativo a la seguridad de los edificios.

6 PROPUESTAS PARA FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

A lo largo del proceso de elaboración de la tesis se han observado posibles líneas de investigación e implementación. A continuación se indican algunas de ellas, las más importantes:

1. Después de hacer referencia necesaria en el apartado 1.5 Limitaciones e Hipótesis, donde se indica que la definición de las variables de comportamiento humano que determinan una evacuación en caso de emergencia abarca un ámbito de investigación muy complejo, y sobre todo muy diverso; se considera que es necesario conseguir un consenso a nivel internacional en el que se definan dichas variables y sus umbrales para poder aplicarlas en los cálculos de asignación y evacuación de edificios. Dichas variables deben ser consensuadas con las autoridades de regulación de incendios, y además deben reflejar las diferencias culturales que se pueden observar a la vista de los resultados de los estudios realizados en países como Estados Unidos, Canadá, Irlanda, Japón, Reino Unido, Brasil, etc.
2. Aunque el presente trabajo de investigación se centra en la aplicación del articulado del código técnico de la edificación (DB SI3), tendría interés considerar aplicar el método cálculo, sobre todo las reglas de asignación que determinan los umbrales de utilización de las salidas en evacuación normal y desfavorable, no solamente en la redacción de proyectos de edificación en base prescriptiva sino en los análisis de evacuaciones en la redacción de proyectos en base prestacional.
3. Otra cuestión sería determinar el nivel de seguridad alcanzado en el diseño final de un proyecto de edificación. Con el presente trabajo podemos determinar cuáles son las asignaciones que le corresponden a cada elemento de evacuación. Pero sería interesante evaluar propuestas de mejora del diseño utilizando análisis de optimización de las evacuaciones teniendo en cuenta todos los bloqueos posibles y también los tiempos de evacuación correspondientes. Así como cuantificar el nivel de seguridad obtenido en base a la capacidad de evacuación y las asignaciones más desfavorables.

6. PROPUESTAS PARA FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Building Research Establishment, *Human behaviour in fire*, BRE Digest, 388. 1993.

Breaux, J., *Psychological Aspects of Behavior of People in Fire Situations*, University of Surrey, Guilford, England, 1976

Building Code of the City of New York. Plus Reference Standards and Selected Rules and Regulations of the Department of Buildings. 2003 Edition

Building Code New Zealand. Fire Safety. 2012 Edition

Building Regulations. Fire safety. Approved Document B. 2013 Edition, for England and Wales

Building Regulations: Technical Standards (Scotland). Technical Handbooks 2015 Domestic – Safety, Technical Handbooks 2015 Non-Domestic – Safety.

CTE DB-SI y DB-SUA, Junio 2015

“DT16 El comportamiento de las personas en situaciones de emergencia” Cempreven, 2006

Fidalgo Vega, M., NTP 390: *La conducta humana ante situaciones de emergencia: análisis de proceso en la conducta individual*. NTP 395: *La conducta humana ante situaciones de emergencia: la conducta colectiva*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1996

Fruin, J., *Pedestrian and Planning Design*. Revised Edition, Strakosch, G.R., Elevator World Inc. 1987.

Galea, E., EXODUS Evacuation Model, <http://fseg.gre.ac.uk/exodus/>

Gwynne, S., Kuligowski, E., Spearpoint, M., *More thoughts on defaults*, 5th International symposium Human Behaviour in Fire, Cambridge, UK, 2012

Hall E.T., *The Hidden Dimensions*, Doubleday, Garden City, NY, 1996.

Meacham, B. J., *Factors affecting the perception of risk and their impact on human behavior in fire*, 2nd International Symposium on Human Behaviour in Fire Proceedings, Massachusetts Institute of Technology, USA, 2001

Meacham, B., Fahy, R., Proulx, G., *Investigation of uncertainty in egress models and data*, 3rd International Symposium on Human Behaviour in Fire Proceedings, Belfast, 2004.

Moniteur Belge. Annexes 1, 2, 3, 4 et 5 de l'arrête royal du 7 juillet 1994 fixant les normes de base en matière de prévention contra l'incendie et l'explosion, auxquelles les bâtiments nouveaux doivent satisfaire. Avril 1995

Mott MacDonald, "STEPS – Simulation of Transient Evacuation and Pedestrian movements, User's Manual", 2004.

National Building Code of Canada 1995. Second Revisions. June 2002

NFPA 5000™ Building Construction and Safety Code™ 2003 Edition

Sécurité contra l'incendie. Etablissements recavant du public. Inmeubles de grande hauteur. Bâtiments d'habitation. France. Édition 2004

Shields T. J., Boyce K. E. (2000) *A study of Evacuation from large retail stores*. Fire Safety Journal. Vol. 35.

Sime, J. D., 1990. *The concept of panic*. In D. Canter, *Fires and human behaviour* (2nd ed.), David Fulton Publishers, London

Smith, R.A. and Dickie, J.F. (eds.), *Engineering for Crow Safety*, Elsevier, 1993

APÉNDICE – TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (D.E.A.). NORMATIVAS INTERNACIONALES DE PCI

Normativas Internacionales de PCI

iñaki leite martínez

Asignatura Investigación en Construcción y Tecnología Arquitectónicas
Profesor César Bedoya Frutos, Dr. Arquitecto

La parte más importante en la justificación del cumplimiento de los Documentos Básicos de Seguridad en caso de incendio del Código Técnico de la Edificación, a efectos de la seguridad de las personas, es la de los cálculos de asignación de personas a las salidas, así como el dimensionado de todos los elementos de evacuación (puertas, pasos, pasillos y escaleras), teniendo en cuenta todas las hipótesis de bloqueo de salidas que puedan darse en el edificio. Es decir, el diseño de la seguridad pasiva del edificio.

Para la realización del cálculo de las *asignaciones de personas a las diferentes salidas*, es necesario tener en cuenta, además de las distancias, dimensiones, etc., el *comportamiento humano en caso de incendio*, las diferentes *hipótesis de ocupación del edificio* y un estudio que analice *todas las opciones posibles de bloqueos de salidas*. Este enfoque del problema de las evacuaciones, engloba un amplio abanico de casuísticas.

Indice

1 Introducción

2 Métodos de cálculo de evacuaciones

2.1 Normativa

2.2 Software

2.3 Comportamiento de Masas

3 Planteamiento del problema

3.1 Números Mágicos

3.2 Hipótesis de ocupación

3.3 Criterios de asignación de ocupantes a las salidas

3.3.1 Estudio de proximidad

3.3.2 Orientación Espacial

3.3.3 Dinámica de Humos

3.3.4 Conocimiento del edificio

3.3.5 Percepción del riesgo

3.3.6 Hipótesis de ocupación y bloqueo de salidas

4 Análisis comparativo de normativas

4.1 Normativas

4.1.1 Moniteur Belge. Annexes 1, 2, 3, 4 et 5 de l'arrêté royal du 7 juillet 1994 fixant les normes de base en matière de prévention contre l'incendie et l'explosion, auxquelles les bâtiments nouveaux doivent satisfaire. Avril 1995

4.1.2 Building Code New Zealand. Fire Safety. 2002 Edition

4.1.3 Sécurité contre l'incendie. Etablissements recevant du public. Immeubles de grande hauteur. Bâtiments d'habitation. France. Édition 2004

4.1.4 The Building Regulations. Fire safety. London. 2000 Edition

4.1.5 Building Code of the City of New York. Plus Reference Standards and Selected Rules and Regulations of the Department of Buildings. 2003 Edition

**4.1.6 National Building Code of Canada 1995. Second Revisions.
June 2002**

**4.1.7 Building Regulations: Technical Standards (Scotland)
revised December 1999**

**4.1.8 Reglamento de Prevención de Incendios de la Comunidad de
Madrid, marzo de 2004**

4.2 CTE DB-SI Seguridad en caso de incendio

**4.3 Condiciones de Protección contra Incendios en los edificios NBE-
CPI/96**

4.4 NFPA 5000™ Building Construction and Safety Code™ 2003 Edition

5 Discusión

Bibliografía

1. Introducción

Para realizar la primera aproximación a los métodos de cálculo de las evacuaciones en los edificios, se debe que hacer referencia, inevitablemente, a la normativa vigente de seguridad contra incendios, pues ahí es donde se recogen las posibles justificaciones de los cálculos de evacuaciones en los proyectos de edificación.

En la ya derogada Norma Básica NBE-CPI/96, y amparándose en el artículo 3, una de estas posibilidades era la de realizar justificaciones basadas en las prestaciones –PBD- que ofrece el edificio ante un incendio. En estos estudios se utiliza, entre otros factores, el comportamiento humano como respuesta a la amenaza del fuego una vez iniciado.

En la práctica habitual, sin embargo, los proyectos de edificación utilizaban la NBE-CPI/96 como amparo de la seguridad de los edificios. Se suele pensar que ***“si el proyecto cumple la normativa, la seguridad está garantizada”***. Pero la interpretación y el rigor con que se aplica la normativa en los proyectos, a efectos de evacuación, era y es realmente preocupante. Con la entrada en vigor recientemente del Código Técnico de la Edificación [en adelante CTE], realmente no se esperan grandes cambios.

El presente trabajo tratará, por consiguiente, de señalar los posibles problemas y carencias de los métodos o técnicas de cálculo de evacuaciones utilizados en las teorías prescriptivas y en la práctica profesional. Se seguirá el siguiente esquema:

en la sección **2** se describen los métodos de cálculo actualmente utilizados;

en la sección **3** se plantean problemas a sendos métodos;

en la sección **4** se analizan las diferencias entre varias normativas de protección contra incendios (España –CTE, NBE-CPI/96 y R.P.I.C.M.-, Francia, Bélgica, Canada, Nueva Zelanda, Ciudad de Londres, Escocia, Ciudad de Nueva York y NFPA 5000™);

y en la sección **5** se realiza una breve discusión sobre el tema.

2. Métodos de cálculo de evacuaciones

2.1 Normativa

El enfoque de la normativa actual de seguridad contra incendios en los edificios es prestacionista. Pero nuestra práctica profesional está muy arraigada a la anterior normativa claramente prescriptiva. Por lo que normalmente justificamos el cumplimiento de las exigencias básicas siguiendo los procedimientos de los Documentos Básicos recogidos en el CTE.

El cálculo de evacuaciones propuesto por el DB-SI3 es prescriptivo, es decir, tal y como está definido en relación al cálculo de la evacuación de los ocupantes, se regulan las distancias máximas de recorrido, el número mínimo y dimensiones mínimas y máximas de las salidas, dimensión de las escaleras, etc., con el objetivo de poder evacuar a todos los ocupantes del edificio en un tiempo teórico que no suponga un riesgo no deseado para la personas.

Tal y como recogía la Norma Básica, no es lo mismo evacuar un edificio de uso residencial que uno docente, o uno comercial; pero es necesario profundizar algo más en la cuestión, para poder acercarnos más en nuestros cálculos al comportamiento real de los edificios en caso de evacuación por emergencia.

En concreto, la asignación de ocupantes que indicaba la NBE-CPI/96¹ era:

*Con carácter general, se considerarán ocupadas simultáneamente todas las zonas o recintos de un edificio, salvo en aquellos casos en que la dependencia de usos entre ellos permita asegurar que su ocupación es **alternativa**.*

- a) En los recintos se asignará la ocupación de cada punto a la salida **más próxima**, en la hipótesis de que cualquiera de ellas pueda estar **bloqueada**.*
- b) En las plantas se asignará la ocupación de cada recinto a sus puertas de salida conforme a **criterios de proximidad**, considerando para este análisis todas las puertas sin anular ninguna de ellas. Posteriormente, se asignará dicha ocupación a la salida de planta más próxima, en la hipótesis de que cualquiera de las salidas de planta pueda estar **bloqueada**.*

En esta asignación de ocupantes se entiende claramente que existen ocupaciones alternativas y que es necesario analizar todas las hipótesis de bloqueo posibles de las salidas de evacuación.

En el CTE los criterios para la asignación de los ocupantes son (DB-SI):

*A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter **simultáneo o alternativo** de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.*

1. Cuando en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la **hipótesis más desfavorable**.
2. A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las escaleras protegidas existentes. En cambio, cuando existan varias escaleras no protegidas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.
3. En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la salida de planta que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta. Dicho flujo deberá estimarse, o bien en $160 A$ personas, siendo A la anchura, en metros, del desembarco de la escalera, o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas, cuando este número de personas sea menor que $160A$.

En esta nueva asignación de ocupantes se entiende igualmente que existen ocupaciones alternativas y que es necesario analizar todas las hipótesis de bloqueo posibles de las salidas de evacuación, con la única diferencia de no asignar la ocupación a cada una de las salidas conforme a criterios de proximidad.

2.2 Software

Por otra parte, el uso del análisis computacional para predecir la evacuación de un edificio en situación de emergencia ha incrementado continuamente en los últimos años. Hay numerosos estudios y software a disposición de las ingenierías de seguridad, que utilizan distintos modelos de evacuación aplicados a los edificios: Los programas Steps, Exodus, Exit 89, Simulex, Wayout2002, Vegas, Argos, etc. que utilizan teorías de evacuación de personas basadas en prestaciones.

En casi todos ellos se introducen conceptos como percepción del riesgo, diferentes tipos de personas (ancianos, administrativos, público general, etc.), tiempos de respuesta a la alarma, velocidades de desplazamiento, tiempos de espera en la evacuación, movimiento de los humos, toxicidad de los humos, vínculos entre personas (comportamiento de grupos), etc. Pero, sin embargo todos los modelos tienen limitaciones en los factores que intervienen en los cálculos, además de no existir muchos datos sobre las variables que se utilizan (basados en datos estadísticos).

Existen tres grandes grupos de modelos², según el grado de utilización de variables de comportamiento humano: no-behavioural, partial-behavioural y behavioural. Incluso comparando modelos de un mismo tipo se llega a tiempos de evacuación diferentes debido a la posibilidad de

incorporar diferentes velocidades y tamaños de los ocupantes, los diferentes algoritmos de movimiento, densidad en las escaleras, interacción entre variables, etc.

La capacidad de predicción de estos modelos está limitada por la dificultad para determinar factores de salud, localización y momento de un evento de fuego. Además las variables a tener en cuenta dependen del edificio en cuestión que se esté analizando, y están íntimamente ligadas a la geometría del edificio³.

Es decir, el software que tenemos a disposición actualmente realiza cálculos diferenciados para cada escenario de fuego (determinado por el técnico que introduce los datos en el ordenador), mientras que las posibilidades de bloqueos de salidas son muy numerosas. Los resultados así obtenidos son evidentemente parciales.

2.3 Comportamiento de Masas

Otra cuestión muy importante en el estudio de la evacuación de los edificios es el análisis de la psicología de las masas⁴. Como todos sabemos, la gestión de seguridad en edificios públicos debe ser una de las prioridades máximas de los responsables técnicos. Las tragedias acaecidas durante la evacuación de hoteles, estadios deportivos, salas de espectáculo, metro y un lamentable etcétera de lugares siniestrados, apoyan la idea de que hay una necesidad urgente de mejorar la organización de la seguridad de los espacios públicos.

Una de las preocupaciones mayores se centra en la interacción entre el espacio, la situación de emergencia y las personas. Aunque el personal y los dispositivos técnicos, tales como los sistemas de anuncio, son habitualmente válidos para informar a la gente sobre la situación, los equipos de administración están poco dispuestos a proporcionar mayor información. De hecho, muchos planes sugieren a menudo no informar a las personas si se produce un incidente en tanto que la evacuación no sea necesaria. En la eventualidad de una evacuación se activa un timbre de alarma de fuego y los usuarios se desplazan hacia un área segura. Incluso aunque los responsables de seguridad creen que sus sistemas de comunicación podrían utilizarse más eficientemente, la creencia de que el pánico se desencadena cuando las personas son conscientes de la situación, les previene de proporcionar información adicional. Sin embargo, el patrón básico del comportamiento humano ante una situación de emergencia en un lugar público consta de varias dimensiones.

Las personas no evacúan en el primer momento de la emergencia. En los momentos iniciales esta pérdida de tiempo se dedica a interpretar la información y en prepararse para la acción. Cuando se conoce la emergencia a través del timbre de alarma, del humo, del olor a quemado o de los gritos de la gente, los usuarios del espacio público tienen tendencia a ignorar la situación y a esperar una mayor información. Ello implica que estas personas comienzan el movimiento de huida un tiempo después de que se produzca la situación de emergencia. Las

personas sólo comienzan a huir cuando la información que tienen les convence de que deben abandonar el edificio. La demora entre el primer momento de una emergencia y el comienzo del movimiento es clave porque el tiempo necesario para una evacuación segura depende de la rapidez de la respuesta de las personas. La reducción de estos tiempos se convierte en algo prioritario.

Aparición de conductas afiliativas. Las personas tienden a desplazarse hacia las personas y los lugares familiares. Cuando se trata de un grupo, familiar o de amigos, por ejemplo, y algunos miembros de encuentran separados en el momento de la emergencia se produce un movimiento rápido para encontrarse y poder escapar juntos. Esta rapidez en la reacción implica que el grupo se desplace con gran rapidez hacia zonas más seguras. El comportamiento afiliativo que manifiestan se concreta en la adaptación de la velocidad del grupo a la del miembro más lento.

También se observa una preferencia por los lugares familiares. Las personas tienden a elegir las rutas de evacuación conocidas.

3. Planteamiento del problema

3.1 Números Mágicos

Si partimos de las premisas prescriptivas de la normativa vigente (en caso de aplicar los CTE-DB-SI) estamos simplificando enormemente el problema real de la evacuación de las personas que ocupan un edificio, porque cada proyecto es un mundo diferente en donde la seguridad de las personas no puede depender de una serie de “**números mágicos**”⁵ que determinan número de salidas, dimensiones y distancias idénticos. ¿Acogiéndonos a estas prescripciones obtenemos realmente edificios seguros?

Como veremos más adelante, los “números mágicos” varían según las normativas. Evidentemente tienen que existir diferencias en dichos números, aunque solo sea por cuestiones derivadas de la cultura (no es lo mismo evacuar en Brasil, que hacerlo en China, etc.); pero las diferencias no pueden ser tan grandes.

3.2 Hipótesis de ocupación

En la justificación del cumplimiento del CTE-DB-SI, igual que en la derogada Norma Básica de Condiciones de Protección Contra Incendios, la práctica habitual con respecto a la asignación de personas a las salidas y número de hipótesis de ocupación del edificio, es la de obviar la complejidad de la cuestión. Muy pocas veces, por no decir ninguna, vemos un estudio de las distintas hipótesis de ocupación alternativas que se pueden dar en los edificios. Esta es una cuestión de enorme importancia en los edificios de pública concurrencia como teatros, cines,

auditorios, etc., donde se congregan un importante número de personas y en donde, según como sea la distribución de las personas, el comportamiento del edificio a efectos de la evacuación es muy diferente.

Por ejemplo, un edificio destinado a auditorio, tiene como mínimo tres ocupaciones alternativas:

1ª Hipótesis: El público se encuentra dentro de la sala de audición, y el hall principal está prácticamente vacío. Al mismo tiempo los músicos y artistas están ocupando el escenario.

2ª Hipótesis: El público se encuentra ocupando el hall principal, antes o después de la audición, y la sala de audición está prácticamente vacía. Los músicos y artistas están en los camerinos.

3ª Hipótesis: El edificio está cerrado al uso público, y las salas de ensayo están ocupadas por todos los músicos y artistas en un ensayo general.

Obviamente, el edificio tiene que estar diseñado para ofrecer seguridad a los ocupantes en todas las posibles alternativas de ocupación.

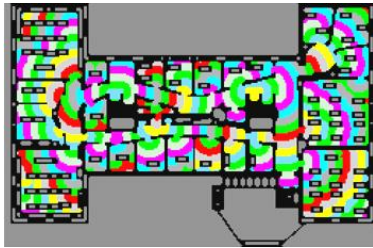
3.3 Criterios de asignación de ocupantes a las salidas

3.3.1 Estudio de proximidad

Por otro lado, mientras que la norma básica indicaba que *“se asignará la ocupación de cada punto a la salida más próxima”*, el CTE deja abierta la asignación de ocupantes para que se puedan aplicar otros criterios, como p.e. el ya comentado de utilizar las rutas de evacuación conocidas.

Pero en la práctica habitual se suele hacer esta asignación en *“partes iguales”* a las diferentes salidas. Es muy difícil ver en la justificaciones del cumplimiento de la normativa PCI un estudio geométrico que refleje los cálculos realizados de las asignaciones de ocupantes a las salidas. Es decir, en este cálculo, tampoco se tiene en cuenta la estructura del edificio, el mobiliario fijo o cualquier otro obstáculo que pueda interferir en el recorrido. Evidentemente, se está simplificando el problema de una manera *“poco segura”* para las personas.

Es necesario, por tanto, realizar un estudio geométrico de los recintos teniendo en cuenta todos los obstáculos que interfieren en los recorridos para definir claramente cual es la salida de evacuación más cercana. Este estudio geométrico debe situar el origen de las distancias en todos los puntos ocupables, y en el análisis de los recorridos se debe tener en cuenta la estructura, tabiquería y mobiliario fijo, o cualquier otro obstáculo. Algo que no se realiza fácilmente cuando utilizamos el método prescriptivo.



Este estudio geométrico debe situar el origen de las distancias en todos los puntos ocupables, y en el análisis de los recorridos se debe tener en cuenta la estructura, tabiquería y mobiliario fijo, o cualquier otro obstáculo. Algo que no se realiza fácilmente cuando utilizamos el método prescriptivo.

3.3.2 Orientación Espacial

Pero aún así, no tenemos asegurado nuestro acierto en el cálculo, dado que existen una serie de factores que modifican las asignaciones obtenidas en el cálculo por proximidad. Por ejemplo, la señalización de las salidas, la percepción espacial, la diferente seguridad que ofrecen unas salidas frente a otras, la utilización del mismo camino que se utilizó para entrar en el edificio, el previsible movimiento de humos, etc. Todos ellos influyen en el comportamiento de las personas a la hora de escoger la salida de evacuación. Es necesario analizar todos los factores para poder predecir los posibles patrones de comportamiento de las personas en caso de evacuación, y así utilizar el diseño arquitectónico como herramienta para poder realizar edificios más seguros.

Cuando entramos en un edificio o un espacio por primera vez nos orientamos utilizando el eje de mayor profundidad. Por ejemplo, en un hall de varias alturas, donde predomina el eje vertical, tendemos a mirar hacia arriba para poder entender el espacio que nos rodea. Así, en la percepción espacial que tenemos dentro de los edificios, se pueden acentuar determinadas salidas de evacuación debido a la orientación espacial que nos provoca el recinto, haciendo que sean así más fácilmente perceptibles unas salidas (las más cercanas al eje que predomina en la percepción) sobre otras, aunque estén a la misma distancia.

3.3.3 Dinámica de Humos

La volumetría, además de orientarnos espacialmente, define también el previsible movimiento de los humos, que es otro de los factores que intervienen en la complejidad de la percepción de seguridad. Evidentemente, el movimiento de los humos puede determinar que escojamos una salida de evacuación que no sea la más cercana, incluso pudiendo ser la más alejada de todas.

3.3.4 Conocimiento del edificio

Además de los anteriores, existe un factor “memoria” que refleja la intención, de las personas ajenas al edificio (que lo visitan circunstancialmente), de evacuar en caso de emergencia utilizando el mismo recorrido que han realizado en su acceso, es decir, por la entrada principal, por

los núcleos principales de escaleras, etc. Es una tendencia natural, y no compatible con el análisis de asignación por criterios de proximidad.

3.3.5 Percepción del Riesgo

Otro factor que modifica el comportamiento de las personas a la hora de escoger la salida de evacuación es la “seguridad” que te ofrecen las diferentes salidas. Por ejemplo, salidas hacia espacios exteriores, patios, los accesos vidriados, etc. No únicamente por ver el espacio exterior, sino también por la transparencia, que la asociamos con espacio exterior seguro. Es posible encontrarnos en un espacio donde podamos ver salidas hacia espacios exteriores que nos ofrecen más seguridad que cualquier otra salida posible, bien sea pasillo protegido, vestíbulo previo, un cambio de sector, u otra salida cualquiera, aunque estas estén más cercanas.



Dos imágenes del hall de acceso de la Facultad de Ciencias de la Información, en Santiago de Compostela, de Álvaro Siza.

3.3.6 Hipótesis de ocupación y bloqueo de salidas

Además de las diferentes alternativas de ocupación, y del cálculo de las asignaciones, hay que añadir el estudio de las evacuaciones con el bloqueo de cada una de las salidas, ya que no sabemos donde puede empezar un fuego accidental. Según el CTE el origen del incendio se entiende accidental, y según la NBE-CPI/96, el fuego se produce en cualquier punto del edificio, pero únicamente en un ámbito localizado (inicialmente). Así que solamente se puede bloquear un único elemento de evacuación en todo el edificio, es decir, una puerta, paso, pasillo o un acceso a una escalera protegida en un nivel determinado. En el caso de una planta de un sector de incendio donde existan, p.e., 9 salidas de recinto, y 10 salidas de planta, es necesario realizar 19 estudios geométricos (según se vayan bloqueando las salidas) y analizar todos los factores de comportamiento humano en cada uno de ellos, a fin de saber cual es la opción más desfavorable en las asignaciones para cada una de las salidas de evacuación.

Si finalmente, para el cálculo de las evacuaciones, tenemos en cuenta el **comportamiento humano en caso de incendio**, las diferentes **hipótesis de ocupación del edificio** y un estudio que analice *todas las opciones de bloqueos de salidas*, tenemos un enorme número de cálculos a realizar en un mismo edificio para poder definir, dentro de todas las opciones, la más desfavorable para cada uno de los elementos de evacuación.

1. El planteamiento de “**N**” ocupaciones alternativas en un edificio implica “**N**” número de cálculos de todos sus elementos de evacuación. A estos efectos, es como si tuviésemos que estudiar tantos edificios como hipótesis de ocupación tenga.
2. En número “**N**” se multiplica por el número de salidas “**S**” debido a que es necesario analizar todos los bloqueos posibles para poder saber cual es la opción más desfavorable en las asignaciones para cada una de los elementos de evacuación.
3. Es necesario introducir una serie de factores “**C**”, todavía indeterminados, que reflejen todas las cuestiones planteadas sobre el comportamiento humano (memoria, seguridad, percepción espacial, comportamiento de grupos, etc.). Por lo que el número de comportamientos diferentes del edificio en caso de emergencia es función **C** con el producto de **N · S**. Es muy fácil que, incluso en edificios no muy grandes, tengamos varias hipótesis de ocupación alternativas y un número de bloqueos posibles bastante alto.

4. Análisis comparativo de normativas

Todas las carencias señaladas anteriormente suponen un gran desafío, y es un tema que parece importante para realizar futuras investigaciones. Un acercamiento a este análisis es el de estudio de las exigencias, a efectos de evacuación y dimensionamiento de los elementos de evacuación de diferentes normativas de protección contra incendios a nivel internacional. Para este trabajo se escogen las siguientes normativas:

- CTE DB-SI y DB-SU, marzo de 2006
- Norma Básica “Condiciones de Protección contra Incendios en los edificios NBE-CPI/96
- Reglamento de Prevención de Incendios de la Comunidad de Madrid, marzo de 2004
- NFPA 5000™ Building Construction and Safety Code™ 2003 Edition
- National Building Code of Canada 1995. Second Revisions. June 2002
- Building Code New Zealand. Fire Safety. 2002 Edition
- Sécurité contra l’incendie. Etablissements recavant du public. Immeubles de grande hauteur. Bâtiments d’habitation. France. Édition 2004
- Moniteur Belge. Annexes 1, 2, 3, 4 et 5 de l’arrête royal du 7 juillet 1994 fixant les normes de base en matière de prévention contra l’incendie et l’explosion, auxquelles les bâtiments nouveaux doivent satisfaire. Avril 1995
- The Building Regulations. Fire safety. London. 2000 Edition
- Building Code of the City of New York. Plus Reference Standards and Selected Rules and Regulations of the Department of Buildings. 2003 Edition
- Building Regulations: Technical Standards (Scotland) revised December 1999

El proceso de selección viene precedido de conversaciones mantenidas con legisladores e investigadores de varios países, y profesionales de la seguridad contra incendios en los edificios. El documento referencia actualmente en España es, evidentemente, el CTE; pero, por lo reciente de su entrada en vigor, se analiza también la Norma Básica NBE-CPI/96 (recientemente derogada). Dentro de un contexto más cercano, y para referenciarnos a la globalidad, escogemos el Reglamento de la Comunidad de Madrid. El resto de documentos tratan de resumir las prescripciones a nivel internacional, donde el documento NFPA 5000™ Building Construction and Safety Code™ está considerado como el más avanzado y exhaustivo.

La estructura de este análisis es: realizar en primer lugar un resumen general del posicionamiento de todas las normas, únicamente a efectos de diseño y dimensionado de los elementos de evacuación. Posteriormente, una recopilación detallada de los articulados y de las exigencias de los documentos NFPA 5000™, el CTE y la NBE-CPI/96, siguiendo la misma estructura de los documentos originales, y finalmente exponer una discusión donde se evidencian, a través de tablas y comentarios, las diferencias más importantes entre todas las normativas.

4.1. Normativas

4.1.1 Moniteur Belge. Annexes 1, 2, 3, 4 et 5 de l'arrête royal du 7 juillet 1994 fixant les normes de base en matière de prévention contra l'incendie et l'explosion, auxquelles les bâtiments nouveaux doivent satisfaire. Avril 1995

En esta norma se hace bastante hincapié en las condiciones constructivas y de diseño de fachadas según las alturas de los edificios. Además, las disposiciones técnicas de las instalaciones son más exigentes a medida que aumenta la altura del edificio. Se integran en la norma contra incendios ciertas disposiciones relativas a las instalaciones eléctricas del edificio. Si bien, no existe una diferenciación muy detallada de los diferentes usos.

Usos diferenciados	Edificio bajo (L.R.E., B.T., aparcamientos, Salas, Centros comerciales, Cocinas colectivas) Edificio medio (L.R.E., B.T., aparcamientos, Salas, Centros comerciales, Cocinas colectivas) Edificio alto (L.R.E., B.T., aparcamientos, Salas, Centros comerciales, Cocinas colectivas)	
Puertas	Ancho mínimo (m)	0,60
	Cálculo	br
Escaleras	Ancho mínimo (m)	0,80 (pendiente máx. 75% -37°-), contrahuella _{máx} = 18cm, huella _{mín} = 20cm
	Cálculo	br
Pasillos	Ancho mínimo (m)	0,60
	Cálculo	br
	Fondo de saco (m)	15
	$bt = (np/n)_{\max} \cdot a$	bt – ancho útil teórico np – nº de personas n – nº de cajas de escalera max – teniendo en cuenta todos los compartimentos servidos hacia una salida a – 0,01m pasillos y pasos; 0,0125m escaleras descendentes; 0,02m escaleras ascendentes
	$be = 0,60m \cdot (n/bt)$	be – ancho útil efectivo n- nº de pasillos
	$br = 0,60 \cdot \text{ent}[bt]$	bt – recorrido útil teórico br – ancho útil requerido
Sector máximo (m²)		2.500 (ilimitado en uso aparcamiento) 1.000 (L.R.E.) baja baja < 25.000 m² -en edificios altos-
Nº de salidas		1 < 100 personas 2 < 500 personas 2 + n (personas en fracción de 1000)
Recorridos máximos (m)		45 hacia 1 salida 40 hacia 1 salida (L.R.E.) 80 hacia 2 salidas 100 hacia 2 salidas(L.R.E.)
Cambio de sector (m²/persona)		-
Rampas	Desarrollo (m)	-
	Pendiente (%)	10%
Áreas de refugio		
Ascensores en edificios en altura		Uso exclusivo de bomberos
Observaciones		

4.1.2 Building Code New Zealand. Fire Safety. 2002 Edition

Esta norma, de muy fácil lectura y seguimiento, es muy prescriptiva y exhaustiva. Dispone de gran cantidad de gráficos bastante detallados como apoyo al texto prescriptivo. Tiene diferencias importantes entre las exigencias de evacuación entre los diferentes usos especificados.

Usos diferenciados	Actividades de pública concurrencia: CS (hasta 100 personas) o CL (superior a 100 personas); CO – actividades al aire libre; CM – espacios comerciales Residencial: SC – tratamiento especializado; SD – tratamiento con libertades restringidas; SA – temporal; SR – apartamentos; SH – adosados inufamiliares Oficinas y almacenes: WL – carga de fuego baja; WM – carga de fuego media; WH – carga de fuego alta; WF – carga de fuego muy alta o explosiva Esporádicas: IE – vías de escape; IA – ocasional; ID – ocasional con carga de fuego media	
Puertas	Ancho mínimo (m)	0,85 – 1,20
	Cálculo	7-8 mm / persona
Escaleras	Ancho mínimo (m)	1,00 – 1,50
	Cálculo	9-10 mm / persona
Pasillos	Ancho mínimo (m)	0,85 – 1,20
	Cálculo	7-8 mm / persona
	Fondo de saco (m)	12, 18, 24, 36 (no más de 50 personas)
Sector máximo (m²)		1.500, 2.500, 5.000
Nº de salidas		Mínimo 2 (genérico)
		3 < 1.000 personas
		4 < 2.000 personas
		5 < 4.000 personas
		6 < 7.000 personas
		8 < 16.000 personas
		8 + n (fracción de 5.000 personas)
Recorridos máximos (m)		30, 45, 60, 90. (se pueden incrementar el 50%-100% si se instalan rociadores)
Cambio de sector (m²/persona)		(según densidades de ocupación)
Rampas	Desarrollo (m)	
	Pendiente (%)	> 4° (se reduce el recorrido máximo permitido en un 50%)
Áreas de refugio		En edificios en altura, cada tres plantas (> 800mm y > 2,00 m²)
Ascensores en edificios en altura		-
Observaciones		Vías de evacuación “accesibles”. Vías de evacuación por edificio colindante

4.1.3 Sécurité contra l'incendie. Etablissements recavant du public. Immeubles de grande hauteur. Bâtiments d'habitation. France. Édition 2004

Es un documento de difícil lectura debido a su complicada estructura.

Usos diferenciados	Establecimientos de pública concurrencia: 1º grupo (tiendas, restaurantes, discotecas, hoteles, bibliotecas, exposiciones, oficinas, deportes, etc.), 2º grupo, especiales (al aire libre, inflables, hoteles y restaurantes de altura, refugios de montaña), flotantes (flotantes y estaciones) Edificios de gran altura Edificios residenciales	
Puertas	Ancho mínimo (m)	0,60 (0,90 si hay una salida; 1,40 si hay dos salidas)
	Cálculo	6 mm / persona (mayorar en 10% en recorridos ascendentes > 2 m)
Escaleras	Ancho mínimo (m)	0,60 (0,90 si hay una salida; 1,40 si hay dos salidas)
	Cálculo	6 mm / persona (mayorar en 10% en recorridos ascendentes > 2 m)
Pasillos	Ancho mínimo (m)	0,60 (0,90 si hay una salida; 1,40 si hay dos salidas)
	Cálculo	Unité de passage = 0,60 m
	Fondo de saco (m)	10
Sector máximo (m²)	800 (genérico, con 20 m de fachada) 1.200 (salas de audición, conferencias, espectáculos...) 800 (bibliotecas) 800 (oficinas) 1.600 (deportivos cubiertos) 1.200 (museos)	
Nº de salidas	Mínimo 2 (genérico) –para > 200 personas-. 1 < 19 personas → 0,60 2 < 500 personas 2 + n (fracción de 500 personas)	
Recorridos máximos (m)	30 (una salida) 50 (varias salidas) 20 (en edificios en altura, hotel y residencial)	
Cambio de sector (m²/persona)		
Rampas	Desarrollo (m)	
	Pendiente (%)	10 (12º las mecánicas de 0,80 m de ancho)
Áreas de refugio	-	
Ascensores en edificios en altura		
Observaciones	Aumento del ancho en recorridos para evacuación para personas con movilidad reducida será incrementado si estos superan el 10% de la ocupación.	

4.1.4 The Building Regulations. Fire safety. London. 2000 Edition

Es un reglamento con las precripciones muy claras y detalladas. La justificación de la solución adoptada en el proyecto para cumplir las exigencias de seguridad de la normativa, se puede realizar según el articulado del propio reglamento, o bien, a través de guías técnicas reconocidas por el propio reglamento (BS5588, Fire Code HTM81, Guide to safety at sport grounds HMSO, ect.). Incluso no existe la obligación de adoptar las soluciones contenidas en el reglamento si se prefiere cumplir con los requerimientos de manera alternativa. Se permite la evacuación secuencial, e interfiere en el cálculo de los diferentes elementos de evacuación. Los medios de evacuación para personas de movilidad reducida (refugios y ascensores de evacuación) son posibles únicamente a iniciativa del propietario del edificio.

Usos diferenciados	Residencial (vivienda)		
	Residencial institucional (hospitales, colegios, hoteles, etc.)		
	Oficinas		
	Tiendas y comercial		
	Reunión y Ocio		
	Industrial		
	Almacenaje y usos no residenciales		
	Puertas	Ancho mínimo (m)	0,75 (para 50 p.); 0,85 (para 110 p.); 1,05 (para 220 p.)
	Cálculo	5 mm / persona	
Escaleras	Ancho mínimo (m)	0,80; 1,10 (según usos)	
	Cálculo simultáneo	$P = 200w + 50 \cdot (w-0,3) \cdot (n-1)$ $w = (P+15n-15) / (150+50n)$	$P = n^{\circ}$ personas $w =$ ancho (m)
	Cálculo secuencial	$w = (10 \cdot P) - 100 \geq 1,00$	$n = n^{\circ}$ de plantas
Pasillos	Ancho mínimo (m)	0,75 (para 50 p.); 0,85 (para 110 p.); 1,05 (para 220 p.)	
	Cálculo	5 mm / persona	
	Fondo de saco (m)	9	
Sector máximo (m²)	2.000 (según se disponga o no de rociadores)		
Nº de salidas	1 < 60 personas		
	2 < 600 personas		
	3 > 600 personas		
	Salida de emergencia por ventanas (como segunda salida)		
Recorridos máximos (m)	9-25 para un recorrido		
	18-4 para más de un recorrido		
	60-100 en salidas al aire libre		
Cambio de sector (m²/persona)	Según la densidad del recinto al que se accede		
Rampas	Desarrollo (m)	(normativa específica para acceso de discapacitados)	
	Pendiente (%)	(normativa específica para acceso de discapacitados) máximo 35º	
Áreas de refugio	-		
Ascensores en edificios en altura	Pueden ser parte de la estrategia de evacuación (ascensores de emergencia)		
Observaciones	Normativa PRESTACIONAL.		

4.1.5 Building Code of the City of New York. Plus Reference Standards and Selected Rules and Regulations of the Department of Buildings. 2003 Edition

Recientemente modificada -a raíz del atentado del once de septiembre- para endurecer las prescripciones relativas a la seguridad de escaleras en edificios en altura, la norma dispone de un articulado muy desarrollado, apoyado únicamente por tablas. Es un documento muy extenso y exhaustivo.

Usos diferenciados	A (alto riesgo); B1-2 (almacenaje); C (comercial); D1-2 (industrial); E (administrativo); F1-4 (pública concurrencia); G (educacional); H1-2 (institucional); J1-3 (residencial) Usos especiales: barnices-pinturas, radioactividad, salas de calderas, lavanderías, helipuertos, gasolineras, talleres, garaje públicos, aparcamientos, piscinas, torres de radio-tv, estructuras publicitarias, estructuras de aire, atrios, malls.	
Puertas	Ancho mínimo (m)	0,5588 < a < 1,219
	Cálculo	exteriores: 5,58-18,62 mm/persona (según usos) interiores: 6,98-18,62 mm/persona (según usos)
Escaleras	Ancho mínimo (m)	0,914 (0,838 según usos y ocupación)
	Cálculo	9,31-37,25 mm/persona (según usos)
Pasillos	Ancho mínimo (m)	0,914 (con barreras de humos cada 52,2 m en algunos usos)
	Cálculo	5,58-18,62 mm/persona (según usos)
	Fondo de saco (m)	9,14
Sector máximo (m²)		1.000-17.500 (sin rociadores; según usos y combutibilidad de la clase de edificio)
		2.100- sin límite (con rociadores; según usos y combutibilidad de la clase de edificio)
Nº de salidas		1 < 20 personas (en recintos)
		2 (genérico excepto algunos casos)
		3 > 500 personas
		4 > 1.000 personas
Recorridos máximos (m)		30,48 (38,10) sin rociadores
		45,72 (53,34) con rociadores
Cambio de sector (m²/persona)		-
Rampas	Desarrollo (m)	9,14
	Pendiente (%)	12,5 (8,33 en algunos usos)
Áreas de refugio		2,74 personas / m² (0,274 personas / m² en hospitales)
Ascensores en edificios en altura		-
Observaciones		

4.1.6 National Building Code of Canada 1995. Second Revisions. June 2002

Existen disposiciones de carácter normativo abarcando diferentes disciplinas: seguridad contra incendios, salubridad, constructivas, etc.

Usos diferenciados	A (actividades cívicas, políticas, religiosas, educacionales, recreativas o cualquiera relacionada con consumo de comida o bebida); B (hospitales, centros de cuidados); C (residencial); D (oficinas); E (comercial); F2 (industrial de medio riesgo); F3 (industri de bajo riesgo)			
Puertas	Ancho mínimo (m)	0,81 (una hoja)		
		0,61 (multiples hojas)		
Escaleras	Cálculo			
	Ancho mínimo (m)	0,90		
Pasillos	Cálculo	2,4 mm / persona		
	Ancho mínimo (m)	1,10 (genérico); 0,75 (menos de 60 personas)		
	Cálculo	1,8 mm / persona		
Sector máximo (m²)	Fondo de saco (m)	6		
		1.070-4.500 (según nº de placas)		
Nº de salidas		10.000 (aparcamientos < 22 m de alto)		
		1 < 60 personas		
Recorridos máximos (m)		2 > 60 personas		
		10-25	100-200 m² (para determinados usos)	
Cambio de sector (m²/persona)		45 (genérico)		
		0,5 (1,5 m² para discapacitados; 2,5 m² para pacientes encamados)		
Rampas	Desarrollo (m)	otros	público, residencial, exteriores	industrial
	Pendiente (%)	12,5	10	16,67
Áreas de refugio	-			
Ascensores en edificios en altura	"Safety Code for Elevators"			
Observaciones	Se utilizan las cubiertas como recorrido de evacuación. Se limita el porcentaje de apertura al exterior según usos y longitud de fachada.			

4.1.7 Building Regulations: Technical Standards (Scotland) revised December 1999

Documento muy completo y detallado.

Usos diferenciados	1A apartamentos; 1B-C casas; 2A institucional; 2B otro residencial; 3 oficinas; 4 comercial; 5A públicos de alto riesgo; 5B públicos de bajo riesgo; 6A industrial alto riesgo; 6B industrial bajo riesgo; 7A almacenamiento alto riesgo; 7B almacenamiento bajo riesgo; 7C aparcamientos				
Puertas	Ancho mínimo (m)	0,75 (0,80 la entrada principal)			
	Cálculo	5,3 mm /· persona			
		2,65 mm /· persona (centro comercial)			
Escaleras	Ancho mínimo (m)	1,00 (para < 100 personas)			
		1,10 (para < 225 personas)			
	Cálculo	5,3·(0,8p / n-1)		p = nº de personas n = nº de escaleras	
Pasillos	Ancho mínimo (m)	1,20 (genérico)			
		1,10 (si no hay personas de movilidad reducida)			
		1,00 (para < 100 personas y no hay personas de movilidad reducida)			
		1,80 (para centros comerciales)			
	Cálculo	5,3 mm /· persona			
		2,65 mm /· persona (centro comercial)			
Sector máximo (m²)	Fondo de saco (m)	7,5			
		1.500 (institucional)			
		2.000 (residencial)			
		4.600 (oficinas)			
		2.800 (comercial)			
		no limitado (público de bajo riesgo)			
Nº de salidas		no limitado (aparcamientos abiertos perimetralmente)			
		1 < 60 personas (depende de la altura del edificio y de los recorridos de evacuación)			
		2 < 600 personas			
Recorridos máximos (m)		3 > 600 personas			
		7,5-18 (único; según usos)			
		18-45 (alternativos; según usos)			
Cambio de sector (m²/persona)		0,3 (2,0 en hospitales)			
Rampas	Desarrollo (m)	No limitado	10	5	No permitido
	Pendiente (%)	5	6,67	8,33	> 8,33
Áreas de refugio		-			
Ascensores en edificios en altura		-			
Observaciones		Se evacúa a las personas de movilidad reducida a través de ascensores de emergencia.			

4.1.8 Reglamento de Prevención de Incendios de la Comunidad de Madrid, marzo de 2004

Usos diferenciados	Edificios en altura, Graderios y estructuras con carácter provisional, Vivienda, Garaje aparcamiento, Sanitario, Espectáculos y reunión, Oficinas, Cultural y docente, Residencial público, Comercial, Almacén		
Puertas	Ancho mínimo (m)	0,80 < a < 1,20 (una hoja); 0,60 < a < 1,20 (dos hojas)	
	Cálculo	5 mm / persona (3,33 mm / persona en situación de bloqueo)	
Escaleras	Ancho mínimo (m)	1,00	
	Cálculo	10 mm / persona (6,67 mm / persona en situación de bloqueo)	
Pasillos	Ancho mínimo (m)	1,00	
	Cálculo	5 mm / persona (3,33 mm / persona en situación de bloqueo)	
	Fondo de saco (m)		
Sector máximo (m²)		2.500 (6.000 garaje)	
Nº de salidas		2 < 200 personas	
Recorridos máximos (m)		25	genérico
		15	sanitario
		50	garaje
Cambio de sector (m²/persona)		-	
Rampas	Desarrollo (m)	-	
	Pendiente (%)	12	
Áreas de refugio		-	
Ascensores en edificios en altura		1 ascensor de emergencia	
		2 ascensores de emergencia > 50 m de altura de evacuación	
Observaciones			

4.2. CTE DB-SI Seguridad en caso de incendio

Actual marco reglamentario de obligado cumplimiento en el territorio español.

Usos diferenciados	Residencial vivienda; Residencial público; Aparcamiento; Administrativo; Docente; Hospitalario; Comercial; Pública concurrencia (espectadores sentados, gimnasios, piscinas, multiusos, restaurantes, bibliotecas, terminales de transporte, etc.); Archivos, almacenes		
	Puertas	Ancho mínimo (m)	0,80 (1,05 en uso hospitalario –habitaciones-)
		Cálculo	5 mm / persona
Escaleras	Ancho mínimo (m)	1,00	
		Cálculo	$A \geq P / 160 \rightarrow 6,25 \text{ mm / persona}$ (descendentes abiertas) $A \geq P / (160-10h)$ (ascendentes abiertas)
			A = ancho P = nº de personas h = altura evacuación
Pasillos			$E < 3S + 160A_s$ (escaleras protegidas)
			$A \geq P / 480$ (escaleras en zonas al aire libre)
			E = suma de ocupantes
		Ancho mínimo (m)	1,00 (2,20 en uso hospitalario)
		Cálculo	5 mm / persona
			$A \geq P / 600$ (pasos y rampas en zonas al aire libre)
	Fondo de saco (m)	25; 15 (en uso hospitalario)	
Sector máximo (m²)		2.500	
Nº de salidas		1 < 100 personas (< 25 m de recorrido; < 28 m de altura de evacuación)	
		2 > 100 personas (> 25 m de recorrido)	
Recorridos máximos (m)		25 (único); 35 (en garajes)	
		50 (varias salidas); 60 (uso comercial, directa a espacio exterior seguro)	
Cambio de sector (m²/persona)		0,5 (< 30 m de recorrido); 1,5 (uso hospitalario)	
Rampas	Desarrollo (m)	-	
	Pendiente (%)	10 (< 3 m)	
		8 (< 10 m)	
		6	
Áreas de refugio		-	
Ascensores en edificios en altura		de emergencia si h > 50 m (35 m en uso vivienda, 15 m en uso hospitalario)	
Observaciones		Claramente prestacionista según diferentes secciones (1-6)	

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SI 1 a SI 6. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad en caso de incendio".

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.

Sección SI 3 - Evacuación de ocupantes

1 Compatibilidad de los elementos de evacuación

1 Los *establecimientos* de *uso Comercial* o *Pública Concurrencia* de cualquier superficie y los de *uso Docente, Residencial Público o Administrativo* cuya superficie construida sea mayor que 1.500 m², si están integrados en un edificio cuyo *uso previsto* principal sea distinto del suyo, deben cumplir las siguientes condiciones:

- a) 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 éste de igual forma que deba estarlo el *establecimiento* en cuestión, según lo establecido en el capítulo 1 de la Sección 1 de este DB. No obstante, dichos elementos podrán servir como *salida de emergencia* de otras zonas del edificio,
- b) sus *salidas de emergencia* podrán comunicar con un elemento común de evacuación del edificio a través de un *vestíbulo de independencia*, siempre que dicho elemento de evacuación esté dimensionado teniendo en cuenta dicha circunstancia.

2 Como excepción, los *establecimientos* de *uso Pública Concurrencia* cuya superficie construida total no exceda de 500 m² y estén integrados en centros comerciales podrán tener salidas de uso habitual o *salidas de emergencia* a las zonas comunes de circulación del centro. Cuando su superficie sea mayor que la indicada, al menos las *salidas de emergencia* serán independientes respecto de dichas zonas comunes.

3 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

1 En la tabla 3.1 se indica el número de salidas que debe haber en cada caso, como mínimo, así como la longitud de los *recorridos de evacuación* hasta ellas.

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	<p>No se admite en <i>uso Hospitalario</i>⁽²⁾ 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.</p> <p>La ocupación no excede de 100 personas, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 500 personas en el conjunto del edificio, en el caso de <i>salida de un edificio</i> de viviendas; - 50 personas en zonas desde las que la evacuación hasta una <i>salida de planta</i> deba salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente; - 50 alumnos en escuelas infantiles, o de enseñanza primaria o secundaria. <p>La longitud de los <i>recorridos de evacuación</i> hasta una <i>salida de planta</i> no exceden de 25m, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 35 m en <i>uso Aparcamiento</i>; - 50 m si se trata de una planta que tiene una salida directa al <i>espacio exterior seguro</i> y la ocupación no excede de 25 personas. <p>La <i>altura de evacuación</i> de la planta considerada no excede de 28 m, excepto en <i>uso Residencial Público</i>, en cuyo caso es, como máximo, la segunda planta por encima de la de <i>salida de edificio</i>⁽³⁾.</p>
Plantas o recintos que disponen de más de una salida de planta ⁽⁴⁾	<p>La longitud de los <i>recorridos de evacuación</i> hasta alguna <i>salida de planta</i> no excede de 50 m, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 35 m en <i>uso Residencial Vivienda</i> o <i>Residencial Público</i>; - 30 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en <i>uso Hospitalario</i> y en plantas de escuela infantil o de enseñanza primaria. <p>La longitud de los <i>recorridos de evacuación</i> desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos <i>recorridos alternativos</i> no excede de 25 m, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 15 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en <i>uso Hospitalario</i>; - 35 m en <i>uso Aparcamiento</i>.

⁽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⁾ Al menos una de las salidas debe ser un acceso a otro *sector de incendio*, a una *escalera protegida*, a un *pasillo protegido* o a un *vestíbulo de independencia*.

⁽³⁾ 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*.

⁽⁴⁾ 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.

4 Dimensionado de los medios de evacuación

4.1 Criterios para la asignación de los ocupantes

1 Cuando en un *recinto*, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

2 A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad

alguna de las *escaleras protegidas* existentes. En cambio, cuando existan varias escaleras no protegidas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

3 En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la *salida de planta* que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta. Dicho flujo deberá estimarse, o bien en 160 A personas, siendo A la anchura, en metros, del desembarco de la escalera, o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas, cuando este número de personas sea menor que 160A.

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 1,20 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, $A \geq 30$ 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, $A \geq 30$ 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	$A \geq P / (160-10h)^{(9)}$
<i>Escaleras protegidas</i>	$E \leq 3 S + 160 A_s^{(9)}$
En zonas al aire libre:	
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600 \geq 1,00 \text{ m}^{(10)}$
Escaleras	$A \geq P / 480 \geq 1,00 \text{ m}^{(10)}$

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 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 de la *escalera protegida* en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas. Incluye la superficie de los tramos, de los rellanos y de las mesetas intermedias).

- ⁽¹⁾ La anchura 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 la escalera.
- ⁽²⁾ En *uso hospitalario* $A \geq 1,05$ m, incluso en puertas de habitación.
- ⁽³⁾ En *uso hospitalario* $A \geq 2,20$ m ($\geq 2,10$ 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 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: $A \geq 4,00$ m.
 - en otros pasillos: $A \geq 1,80$ m.
 - si no está previsto el uso de carros para transporte de productos: $A \geq 1,40$ m.
 - b) Si la superficie construida del área de ventas 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: $A \geq 3,00$ m.
 - en otros pasillos: $A \geq 1,40$ m.
 - si no está previsto el uso de carros para transporte de productos: $A \geq 1,20$ 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:
- 0,80 m en escaleras previstas para 10 personas, como máximo, y estas sean usuarios habituales de la misma.
 - 1,20 m en *uso Docente*, en zonas de escolarización infantil y en centros de enseñanza primaria, así como en zonas de público de *uso Pública Concurrencia y Comercial*.
 - en *uso Hospitalario*, 1,40 m en zonas destinadas a pacientes internos o externos con recorridos que obligan a giros iguales o mayores que 90° y 1,20 m en otras zonas.
 - 1,00 m en el resto de los casos.
- ⁽¹⁰⁾ En zonas para más de 3 000 personas, $A \geq 1,20$ m.
-

5 Protección de las escaleras

1 En la tabla 5.1 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 Concu- rrencia	$h \leq 10$ m	$h \leq 20$ m	
Residencial Público	Baja más una ⁽³⁾	$h \leq 28$ m	
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 que sirvan a diversos usos cumplirán en todas las plantas las condiciones más restrictivas de las correspondientes a cada uno de ellos. 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 respecto a dichos sectores con elementos cuya *resistencia al fuego* sea la que se establece en la tabla 1-2 de SI para los elementos delimitadores de los *sectores de incendio*.

⁽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*.

6 Puertas situadas en recorridos de evacuación

1 Las puertas previstas como *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 su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

2 Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2003 VC1, cuando se trate de la evacuación de zonas ocupadas por personas que en su mayoría estén familiarizados con la puerta considerada, así como los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2003 VC1, en caso contrario.

3 Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida:

a) prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de *uso Residencial Vivienda* o de 100 personas en los demás casos, o bien .

b) prevista para más de 50 ocupantes del *recinto* o espacio en el que esté situada.

Para la determinación del número de personas que se indica en a) y b) se deberán tener en cuenta los criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 4.1 de esta Sección.

4 Cuando existan puertas giratorias, deben disponerse puertas abatibles de apertura manual contiguas a ellas, excepto en el caso de que las giratorias sean automáticas y dispongan de un sistema que permita el abatimiento de sus hojas en el sentido de la evacuación, incluso en el caso de fallo de suministro eléctrico, mediante la aplicación manual de una fuerza no superior a 14 kg. La anchura útil de este tipo de puertas y de las de giro automático después de su abatimiento, debe estar dimensionada para la evacuación total prevista.

5 Las puertas de apertura automática dispondrán de un sistema tal que, en caso de fallo del mecanismo de apertura o del suministro de energía, abra la puerta e impida que ésta se cierre, o bien que, cuando sean abatibles, permita su apertura manual. En ausencia de dicho sistema, deben disponerse puertas abatibles de apertura manual que cumplan las condiciones indicadas en el párrafo anterior.

Anejo SI A

Terminología

Altura de evacuación

Máxima diferencia de cotas entre un *origen de evacuación* y la *salida de edificio* que le corresponda. A efectos de determinar la *altura de evacuación* de un edificio no se consideran las plantas en las que únicamente existan *zonas de ocupación nula*.

Origen de evacuación

Es todo punto ocupable de un edificio, exceptuando el interior de las viviendas, así como de todo aquel recinto, o de varios comunicados entre sí, en los que la densidad de ocupación no exceda de 1 persona/10 m² y cuya superficie total no exceda de 50 m², como pueden ser las habitaciones de hotel, residencia u hospital, los despachos de oficinas, etc.

Los puntos ocupables de los locales de riesgo especial y de las *zonas de ocupación nula* se consideran *origen de evacuación* y deben cumplir los límites que se establecen para la longitud de *los recorridos de evacuación* hasta las salidas de dichos espacios, cuando se trate de zonas de riesgo especial, y, en todo caso, hasta las *salidas de planta*, pero no es preciso tomarlos en consideración a efectos de determinar la *altura de evacuación* de un edificio o el número de ocupantes.

Recorrido de evacuación

Recorrido que conduce desde un *origen de evacuación* hasta una *salida de planta*, situada en la misma planta considerada o en otra, o hasta una *salida de edificio*. Conforme a ello, una vez alcanzada una *salida de planta*, la longitud del recorrido posterior no computa a efectos del cumplimiento de los límites a los *recorridos de evacuación*.

La longitud de los recorridos por pasillos, escaleras y rampas, se medirá sobre el eje de los mismos. No se consideran válidos los recorridos por escaleras mecánicas, ni aquellos en los que existan tornos u otros elementos que puedan dificultar el paso. Los recorridos por rampas y pasillos móviles se consideran válidos cuando no sea posible su utilización por personas que trasladen carros para el transporte de objetos y estén provistos de un dispositivo de parada que pueda activarse bien manualmente, o bien automáticamente por un sistema de detección y alarma.

Los recorridos que tengan su origen en zonas habitables no pueden atravesar las zonas de riesgo especial definidas en SI 1.2. En cambio, sí pueden atravesar aparcamientos, cuando se trate de los recorridos adicionales de evacuación que precisen dichas zonas y en ningún caso de los recorridos principales.

En *uso Aparcamiento* los *recorridos de evacuación* deben discurrir por las calles de circulación de vehículos, o bien por itinerarios peatonales protegidos frente a la invasión de vehículos, conforme se establece en el Apartado 3 del DB-SU 7.

En *establecimientos de uso Comercial* cuya superficie construida exceda de 400 m², los *recorridos de evacuación* deben transcurrir, excepto en sus diez primeros metros, por pasillos definidos en proyecto, delimitados por elementos fijos o bien señalizados en el suelo de forma clara y permanente y cuyos tramos comprendidos entre otros pasillos transversales no excedan de 20 m. En *establecimientos* comerciales en los que esté previsto el uso de carros para transporte de productos, los puntos de paso a través de cajas de cobro no pueden considerarse como elementos de la evacuación. En dichos casos se dispondrán salidas intercaladas en la batería de cajas, dimensionadas según se establece en el apartado 4.2 de la Sección SI 3 y separadas de tal forma que no existan más de diez cajas entre dos salidas consecutivas. Cuando la batería cuente con menos de diez cajas, se dispondrán dos salidas, como mínimo, situadas en los extremos de la misma. Cuando cuente con menos de cinco cajas, se dispondrá una salida situada en un extremo de la batería.

En los *establecimientos* en los que no esté previsto el uso de carros, los puntos de paso a través de las cajas podrán considerarse como elementos de evacuación, siempre que su anchura libre sea 0,70m, como mínimo, y que en uno de los extremos de la batería de cajas se disponga un paso de 1,20m de anchura, como mínimo.

Excepto en el caso de los aparcamientos, de las *zonas de ocupación nula* y de las zonas ocupadas únicamente por personal de mantenimiento o de control de servicios, no se consideran válidos los *recorridos de evacuación* que precisen salvar, en sentido ascendente, una altura mayor

que la indicada en la tabla que se incluye a continuación, bien en la totalidad del *recorrido de evacuación* hasta el *espacio exterior seguro*, o bien en alguno de sus tramos.

Uso previsto y zona	Máxima altura salvada
En general, exceptuando los casos que se indican a continuación	4 m ⁽¹⁾
Hospitalario, en zonas de hospitalización o tratamiento intensivo	2 m ⁽²⁾
Docente escuela infantil	1 m
enseñanza primaria	2 m
Administrativo zonas de seguridad ⁽³⁾	6 m

(1) Esta limitación no es aplicable cuando se trate de una primera planta bajo rasante.

(2) No se limita en zonas de tratamiento intensivo con radioterapia.

(3) Siempre que cuenten como mínimo con dos *salidas de planta* y al menos una de ellas consista en una puerta que dé acceso a otro sector en la misma planta, a una *escalera protegida*, a un *pasillo protegido* o a un *vestíbulo de independencia*.

Recorridos de evacuación alternativos

Se considera que dos *recorridos de evacuación* que conducen desde un *origen de evacuación* hasta dos *salidas de planta o de edificio* diferentes son alternativos cuando en dicho origen forman entre sí un ángulo mayor que 45° o bien están separados por elementos constructivos que sean EI-30 (RF- 30) e impidan que ambos recorridos puedan quedar simultáneamente bloqueados por el humo

Salida de planta

Es alguno de los siguientes elementos, pudiendo estar situada, bien en la planta considerada o bien en otra planta diferente:

1 El arranque de una escalera no protegida que conduce a una planta de *salida del edificio*, siempre que no tenga un ojo o hueco central con un área en planta mayor que 1,30 m². Sin embargo, cuando la planta esté comunicada con otras por huecos diferentes de los de las escaleras, el arranque de escalera antes citado no puede considerarse *salida de planta*.

2 Una puerta de acceso a una *escalera protegida*, a un *pasillo protegido* o a un *vestíbulo de independencia* de una *escalera especialmente protegida*, con capacidad suficiente y que conduce a una *salida de edificio*.

Cuando se trate de una *salida de planta* desde una zona de hospitalización o de tratamiento intensivo, dichos elementos deben tener una superficie de al menos de 0,70 m² o 1,50 m², respectivamente, por cada ocupante. En el caso de escaleras, dicha superficie se refiere a la del rellano de la planta considerada, admitiéndose su utilización para actividades de escaso riesgo, como salas de espera, etc.

3 Una puerta de paso, a través de un *vestíbulo de independencia*, a un *sector de incendio* diferente

que exista en la misma planta, siempre que:

- el sector inicial tenga otra *salida de planta* que no conduzca al mismo sector alternativo.
- el sector alternativo tenga una superficie en zonas de circulación suficiente para albergar a los

ocupantes del sector inicial, a razón de 0,5 m²/pers, considerando únicamente los puntos situados a menos de 30 m de recorrido desde el acceso al sector. En *uso Hospitalario* dicha superficie se determina conforme a los criterios indicados en el punto 2 anterior.

- la evacuación del sector alternativo no confluya con la del sector inicial en ningún otro sector del edificio, excepto cuando lo haga en un *sector de riesgo mínimo*.

4 Una *salida de edificio*.

Salida de edificio

Puerta o hueco de salida a un *espacio exterior seguro*. En el caso de *establecimientos* situados en áreas consolidadas y cuya ocupación no exceda de 500 personas puede admitirse como *salida de edificio* aquella que comunique con un espacio exterior que disponga de dos *recorridos alternativos* que no excedan de 50 m hasta dos *espacios exteriores seguros*.

Salida de emergencia

Salida de planta o de edificio prevista para ser utilizada exclusivamente en caso de emergencia y que está señalizada de acuerdo con ello.

Sección SU 1 Seguridad frente al riesgo de caídas

4.2 Escaleras de uso general

4.2.1 Peldaños

1 En tramos rectos, la huella medirá 280 mm como mínimo, y la contrahuella 130 mm como mínimo, y 185 mm como máximo, excepto en escuelas infantiles, centros de enseñanza primaria o secundaria y edificios utilizados principalmente por ancianos, donde la contrahuella medirá 170 mm, como máximo.

La huella H y la contrahuella C cumplirán a lo largo de una misma escalera la relación siguiente:

$$540 \text{ mm} \leq 2C + H \leq 700 \text{ mm}$$

2 En las escaleras previstas para evacuación ascendente y en las utilizadas preferentemente por niños, ancianos o personas con discapacidad no se admiten los escalones sin tabica ni con bocel. Las tabicas serán verticales o inclinadas formando un ángulo que no exceda de 15° con la vertical.

3 En tramos curvos, la huella medirá 280 mm, como mínimo, a una distancia de 500 mm del borde interior y 440 mm, como máximo, en el borde exterior (véase figura 4.3). Además, se cumplirá la relación indicada en el punto anterior a 500 mm de ambos extremos. La dimensión de toda huella se medirá, en cada peldaño, según la dirección de la marcha.

4 La medida de la huella no incluirá la proyección vertical de la huella del peldaño superior.

4.2.2 Tramos

1 Excepto en los casos admitidos en el punto 3 del apartado 2 de esta Sección, cada tramo tendrá 3 peldaños como mínimo y salvará una altura de 3,20 m como máximo. La máxima altura que

puede salvar un tramo es 2,50 m en *uso Sanitario* y 2,10 m en escuelas infantiles, centros de enseñanza primaria y edificios utilizados principalmente por ancianos.

2 Los tramos podrán ser rectos, curvos o mixtos, excepto en zonas de hospitalización y tratamientos intensivos, en escuelas infantiles y en centros de enseñanza primaria o secundaria, donde los tramos únicamente pueden ser rectos.

3 En una misma escalera, todos los peldaños tendrán la misma contrahuella y todos los peldaños de los tramos rectos tendrán la misma huella.

En los tramos curvos el radio de curvatura será constante y todos los peldaños tendrán la misma huella medida a lo largo de toda línea equidistante de uno de los lados de la escalera. En tramos mixtos, la huella medida en el eje del tramo en las partes curvas no será menor que la huella en las partes rectas.

4 La anchura útil del tramo se determinará de acuerdo con las exigencias de evacuación establecidas en el apartado 4 de la Sección SI 3 del DB-SI y será, como mínimo, la indicada en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Escaleras de *uso general*. Anchura mínima útil de tramo en función del uso

Uso de edificio o zona	Anchura útil mínima mm
<i>Sanitario</i>	
- Zonas destinadas a pacientes internos o externos con recorridos que obligan a giros iguales o mayores que 90°	1400
- Otras zonas	1200
<i>Docente</i> con escolarización infantil, en centros de enseñanza primaria y secundaria	1200
<i>Pública concurrencia y Comercial</i>	1200
Otros	1000

5 La anchura de la escalera estará libre de obstáculos. La anchura mínima útil se medirá entre paredes o barreras de protección, sin descontar el espacio ocupado por los pasamanos siempre que estos no sobresalgan más de 120 mm de la pared o barrera de protección. En tramos curvos, la anchura útil debe excluir las zonas en las que la dimensión de la huella sea menor que 170 mm.

4.2.3 Mesetas

1 Las mesetas dispuestas entre tramos de una escalera con la misma dirección tendrán al menos la anchura de la escalera y una longitud medida en su eje de 1000 mm, como mínimo.

2 Cuando exista un cambio de dirección entre dos tramos, la anchura de la escalera no se reducirá a lo largo de la meseta. La zona delimitada por dicha anchura estará libre de obstáculos y sobre ella no barrerá el giro de apertura de ninguna puerta, excepto las de *zonas de ocupación nula* definidas en el anejo SI A del DB SI.

3 En zonas de hospitalización o de tratamientos intensivos, la profundidad de las mesetas en las que el recorrido obligue a giros de 180° será de 1600 mm, como mínimo.

4 En las mesetas de planta de las escaleras de zonas de público (personas no familiarizadas con el edificio) se dispondrá una franja de pavimento táctil en el arranque de los tramos descendentes, con la misma anchura que el tramo y una profundidad de 800 mm, como mínimo. En dichas mesetas no habrá puertas ni pasillos de anchura inferior a 1200 mm situados a menos de 400 mm de distancia del primer peldaño de un tramo.

4.2.4 Pasamanos

1 Las escaleras que salven una altura mayor que 550 mm dispondrán de pasamanos continuo al menos en un lado. Cuando su anchura libre exceda de 1200 mm, o estén previstas para personas con movilidad reducida, dispondrán de pasamanos en ambos lados.

2 Se dispondrán pasamanos intermedios cuando la anchura del tramo sea mayor que 2400 mm. La separación entre pasamanos intermedios será de 2400 mm como máximo, excepto en escalinatas de carácter monumental en las que al menos se dispondrá uno.

3 El pasamanos estará a una altura comprendida entre 900 y 1100 mm. Para usos en los que se dé presencia habitual de niños, tales como docente infantil y primario, se dispondrá otro pasamanos a una altura comprendida entre 650 y 750 mm.

4 El pasamanos será firme y fácil de asir, estará separado del paramento al menos 40 mm y su sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano.

4.3 Rampas

1 Las rampas cuya pendiente exceda del 6% cumplirán lo que se establece en los apartados que figuran a continuación, excepto las de *uso restringido* y las de circulación de vehículos en aparcamientos que también estén previstas para la circulación de personas. Estas últimas deben satisfacer la pendiente máxima que se establece para ellas en el apartado 4.3.1 siguiente, así como las condiciones de la Sección SU 7.

4.3.1 Pendiente

1 Las rampas tendrán una pendiente del 12%, como máximo, excepto:

a) las previstas para *usuarios* en sillas de ruedas, cuya pendiente será, como máximo, del 10% cuando su longitud sea menor que 3 m, del 8% cuando la longitud sea menor que 6 m y del 6% en el resto de los casos.

b) las de circulación de vehículos en aparcamientos que también estén previstas para la circulación de personas, cuya pendiente será, como máximo, del 18%.

4.3.2 Tramos

1 Los tramos tendrán una longitud de 15 m como máximo, excepto si la rampa está destinada a *usuarios* en sillas de ruedas, en cuyo caso la longitud del tramo será de 9 m, como máximo. La anchura útil se determinará de acuerdo con las exigencias de evacuación establecidas en el apartado 4 de la Sección SI 3 del DB-SI y será, como mínimo, la indicada para escaleras en la tabla 4.1.

2 La anchura de la rampa estará libre de obstáculos. La anchura mínima útil se medirá entre paredes o barreras de protección, sin descontar el espacio ocupado por los pasamanos, siempre que estos no sobresalgan más de 120 mm de la pared o barrera de protección.

3 Si la rampa está prevista para *usuarios* en sillas de ruedas los tramos serán rectos y de una anchura constante de 1200 mm, como mínimo. Si además tiene bordes libres, éstos contarán con un zócalo o elemento de protección lateral de 100 mm de altura, como mínimo.

4.3.3 Mesetas

1 Las mesetas dispuestas entre los tramos de una rampa con la misma dirección tendrán al menos la anchura de la rampa y una longitud, medida en su eje, de 1500 mm como mínimo.

2 Cuando exista un cambio de dirección entre dos tramos, la anchura de la rampa no se reducirá a lo largo de la meseta. La zona delimitada por dicha anchura estará libre de obstáculos y sobre ella no barrerá el giro de apertura de ninguna puerta, excepto las de *zonas de ocupación nula* definidas en el anejo SI A del DB SI.

3 No habrá puertas ni pasillos de anchura inferior a 1200 mm situados a menos de 400 mm de distancia del arranque de un tramo. Si la rampa está prevista para *usuarios* en sillas de ruedas, dicha distancia será de 1500 mm como mínimo.

4.3.4 Pasamanos

1 Las rampas que salven una diferencia de altura de más de 550 mm, o de 150 mm si se destinan a personas con movilidad reducida, dispondrán de un pasamanos continuo al menos en un lado. Cuando su anchura libre exceda de 1200 mm dispondrán de pasamanos en ambos lados.

2 El pasamanos estará a una altura comprendida entre 900 y 1100 mm. Cuando la rampa esté prevista para usuarios en sillas de ruedas o usos en los que se dé presencia habitual de niños, tales como docente infantil y primaria, se dispondrá otro pasamanos a una altura comprendida entre 650 y 750 mm.

3 El pasamanos será firme y fácil de asir, estará separado del paramento al menos 40 mm y su sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano.

4.4 Pasillos escalonados de acceso a localidades en graderíos y tribunas

1 Los pasillos escalonados de acceso a localidades en zonas de espectadores tales como patios de butacas, anfiteatros, graderíos o similares, tendrán escalones con dimensiones constantes de huella y contrahuella. El piso de las filas de espectadores debe permitir el acceso al mismo nivel que la correspondiente huella del pasillo escalonado.

2 La anchura de los pasillos escalonados se determinará de acuerdo con las condiciones de evacuación que se establecen en el apartado 4 de la Sección SI 3 del DB-SI.

4.3. Condiciones de Protección contra Incendios en los edificios NBE-CPI/96

(Derogada en marzo de 2006)

Usos diferenciados	Vivienda; Hospitalario; Administrativo; Docente; Residencial; Garaje o aparcamiento; Comercial		
Puertas	Ancho mínimo (m)	0,80 (1,05 en uso hospitalario –habitaciones–)	
	Cálculo	5 mm / persona	
Escaleras	Ancho mínimo (m)	1,00	
	Cálculo	$A = P / 160 \rightarrow 6,25 \text{ mm / persona}$ (descendentes abiertas)	A = ancho
		$A = P / (160-10h)$ (ascendentes abiertas)	P = nº de personas
Pasillos	Ancho mínimo (m)	$P < 3S + 160A$	h = altura evacuación
		1,00 (2,20 en uso hospitalario)	S = superficie útil
	Cálculo	5 mm / persona	
	Fondo de saco (m)	25; 15 (en uso residencial)	
	Sector máximo (m²)	2.500	
Nº de salidas		1 < 100 personas (< 25 m de recorrido; < 28 m de altura de evacuación)	
		2 > 100 personas (> 25 m de recorrido)	
Recorridos máximos (m)		25 (único); 35 (en garajes)	
		50 (varias salidas); 60 (uso comercial, directa a espacio exterior seguro)	
Cambio de sector (m²/persona)		0,5 (< 30 m de recorrido); 1,5 (uso hospitalario)	
Rampas	Desarrollo (m)	-	
	Pendiente (%)	12 (< 3 m)	
		10 (< 10 m)	
Áreas de refugio		8	
Ascensores en edificios en altura		-	
Observaciones		de emergencia, en uso vivienda si h > 35 m (15 m en uso hospitalario)	

REAL DECRETO 2177/1996, DE 4 DE OCTUBRE, POR EL QUE SE APRUEBA LA NORMA BÁSICA DE LA EDIFICACIÓN NBE-CPI/96 "CONDICIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN LOS EDIFICIOS".

La norma básica española establece las condiciones que deben reunir los edificios para **proteger a sus ocupantes** frente a los riesgos originados por un incendio, para **prevenir daños en los edificios** o establecimientos próximos a aquel en el que se declare un incendio y para **facilitar la intervención de los bomberos** y de los equipos de rescate, teniendo en cuenta su seguridad.

La norma básica no incluye entre sus hipótesis de riesgo la de un incendio de **origen intencional**. Por lo que se entenderá como única posibilidad el bloqueo de un elemento de evacuación (Puerta, Paso, Pasillo, Acceso a escalera Protegida, etc.).

En la aplicación de esta norma básica se cumplirán, tanto sus prescripciones generales, como las particulares correspondientes a los usos del edificio o del establecimiento. Y se establecen los siguientes usos diferenciados:

Vivienda
Hospitalario
Administrativo
Docente
Residencial
Garaje o Aparcamiento
Comercial

En el artículo 3.3 se indica expresamente: “Las entidades que intervengan preceptivamente en el visado técnico, la supervisión y el informe del proyecto, así como en la concesión de las autorizaciones y licencias preceptivas, podrán admitir **soluciones diferentes a las establecidas en esta norma básica** cuando juzguen suficientemente justificadas, técnica y documentalmente, **su necesidad, derivada de la singularidad del proyecto**, y su validez técnica en relación con la adecuada protección frente al riesgo de incendio, y siempre que se alcancen las condiciones de seguridad establecidas en esta norma básica.” **Quedando recogida así la posibilidad de realizar estudios de justificación en base a prestaciones.**

En el artículo 5.1 se indica expresamente: “Aquellas zonas en las que todos los recorridos de evacuación precisen salvar en sentido ascendente **una altura mayor que 4 m**, bien en la totalidad del recorrido de evacuación hasta el espacio exterior, o bien en alguno de sus tramos, **no podrán destinarse a permanencia habitual de personas**, salvo cuando éstas estén vinculadas a puestos de trabajo destinados a mantenimiento o a control de servicios.”

En el artículo 5.2: “**Se excluye** de la prescripción anterior **la primera planta bajo rasante**.”

En el Art. 6 “**Cálculo de la ocupación**” se perceptúa: “Con carácter general, se considerarán **ocupadas simultáneamente todas las zonas o recintos de un edificio**, salvo en aquellos casos en que la dependencia de usos entre ellos permita asegurar que su ocupación es **alternativa**.”

En el artículo 6.1 “**Recintos o zonas de densidad elevada**” se indica: “Conviene prever las **posibles utilizaciones alternativas** que se puedan dar a los locales cuando se desee evitar cambios posteriores en la disposición y **dimensiones de salidas pasillos y escaleras**.”

En el artículo 7.1.1 “**Origen de evacuación**” se establece: “Para el análisis de la evacuación de un edificio se considerará como **origen de evacuación todo punto ocupable**. Sin embargo, en viviendas y en todo recinto que **no sea de densidad elevada y cuya superficie sea menor que 50m²**, como por ejemplo habitaciones de hoteles, de residencias, de hospitales, etc., el origen de

evacuación, puede considerarse situado en la puerta de la vivienda o del recinto. Cuando varios recintos que no sean de densidad elevada estén comunicados entre sí y la suma de sus superficies sea menor que 50m², el origen de evacuación también podrá considerarse situado en la puerta de salida a espacios generales de circulación.”

El artículo 7.1.4 “Rampas” dice: “Las rampas previstas como recorrido de evacuación se asimilarán a los pasillos, a efectos de dimensionamiento de su anchura y de determinación de las condiciones constructivas que le son aplicables. Su pendiente no será mayor que el 12% cuando su longitud sea menor que 3 m, que el 10% cuando su longitud sea menor que 10 m o que el 8% en el resto de los casos. Las pendientes de rampas de garaje pueden ser mayores, en los casos a los que se refiere el apartado G.7.1.6.b).”

En el 7.1.5 “Ascensores, escaleras mecánicas y rampas y pasillos móviles” se perceptúa: “Los ascensores y las escaleras mecánicas no se considerarán a efectos de evacuación. Las rampas y pasillos móviles podrán considerarse cuando no sea posible su utilización por personas que trasladen carros para el transporte de objetos y estén provistos de un dispositivo de parada activable manualmente, o bien automáticamente por un sistema de detección y alarma.

En 7.1.6 “**Salidas**” se indica:

Las salidas que se consideran en esta norma básica son:

- a) **Salida de recinto**, que es una puerta o un paso que conducen, bien directamente, o bien a través de otros recintos, hacia una salida de planta y, en último término, hacia una del edificio.
- b) **Salida de planta**, que es alguno de los elementos siguientes:
 - **el arranque de una escalera abierta** que conduzca a una planta de salida del edificio, siempre que no tenga un ojo o hueco central con un área en planta mayor que 1,3 m². Sin embargo, cuando la planta esté comunicada con otras por huecos diferentes de los de las escaleras, el arranque de escalera antes citado no puede considerarse salida de planta; El arranque de una escalera desde una planta comunicada con otras, en los términos indicados en el articulado, no se considera salida de planta ya que se entiende que todas ellas constituyen un único recinto y, por tanto, un ámbito de riesgo común.
 - una puerta de acceso a una escalera protegida, a un pasillo protegido o a un vestíbulo previo, según el artículo 10, y que conducen a una salida de edificio;
 - **una puerta que da acceso desde un sector a otro situado en la misma planta**, siempre que en el primer sector exista al menos otra salida de planta de las descritas en los párrafos anteriores o bien otra puerta de paso a otro sector y se pueda, a partir de cada una de ellas, abandonar el edificio de forma que los recorridos no confluyen en un mismo sector, salvo cuando dicha confluencia tenga lugar en un sector que presente un riesgo de incendio muy reducido, que esté

situado en la planta de salida del edificio y que cumpla las condiciones establecidas en el artículo 10.1.d); además, cada uno de los espacios a los que se accede desde las puertas de paso a otro sector debe tener una superficie equivalente a $0,50 \text{ m}^2$ por persona asignada en la evacuación a su puerta correspondiente y sólo podrán considerarse los puntos situados a menos de 30 m de recorrido de evacuación desde la puerta considerada.

H.7.1.6.b) “**Uso Hospitalario**”. Para que una puerta de paso desde una zona de hospitalización a otro sector de incendio pueda considerarse salida de planta, la superficie del espacio al que se accede debe ser al menos de **$0,70 \text{ m}^2$ por cada ocupante**. Cuando la puerta sea de paso desde una **zona de tratamiento intensivo**, la superficie será al menos de **$1,50 \text{ m}^2$ por cada ocupante**. Para que pueda considerarse como salida de planta la puerta de paso desde una zona de hospitalización o de tratamiento intensivo a una escalera protegida, a un pasillo protegido, o a un vestíbulo previo, dichos elementos deben tener una superficie igual o mayor que la calculada conforme a los criterios expuestos en el párrafo anterior. En el caso de escaleras, dicha superficie se refiere a la del rellano de la planta considerada, admitiéndose su utilización para actividades de escaso riesgo, como salas de espera, etc.

G.7.1.6.b) “**Uso Garaje o Aparcamiento**” dice: En los garajes o aparcamientos de una sola planta, incluso en los previstos para 5 vehículos, como máximo, puede considerarse como **salida de planta toda puerta para vehículos**, siempre que ésta cumpla lo que se establece en el apartado G.8.1.a) y comunique directamente con el espacio exterior seguro.

c) **Salida de edificio** que es una puerta o un hueco de salida a un **espacio exterior seguro** con superficie suficiente para contener a los ocupantes del edificio, a razón de $0,50 \text{ m}^2$ por persona, dentro de una zona delimitada con un radio de distancia de la salida $0,1P \text{ m}$, siendo P el número de ocupantes.

Si el espacio exterior no está comunicado con la red viaria o con otros espacios abiertos, no será preciso computar la superficie necesaria dentro del radio de distancia antes citado, pero no podrá considerarse ninguna zona situada a menos de 15 m del edificio. Si un espacio exterior no tiene superficie suficiente para contener a los ocupantes, la puerta o punto de paso desde el que se accede a dicho espacio podrá considerarse salida de edificio, solamente si a longitud del recorrido siguiente desde esta salida hasta un espacio exterior seguro es menor que 50 m y el recorrido satisface las exigencias del apartado 7.4 y de los artículos 8 y 9 que le sean aplicables.

En el artículo 7.1.7 “Compatibilidad de los elementos de la evacuación” se preceptúa:

a) Los recorridos de evacuación de todo establecimiento deben preverse por zonas del mismo o bien por zonas comunes de circulación del edificio que lo contenga.

- b) En los establecimientos de uso Comercial o de Pública Concurrencia contenidos en edificios de otros usos, **las salidas de uso habitual y los recorridos de evacuación desde ellas hasta el espacio exterior seguro serán independientes** y estarán separadas del resto del edificio mediante elementos constructivos con una resistencia al fuego al menos igual a la exigida a los elementos que delimitan al establecimiento. Dichas condiciones serán también aplicables a los establecimientos de uso Residencial o Administrativo cuya superficie construida sea mayor que 2.500 m² y a los de uso Docente cuya superficie construida sea mayor que 1.500 m². Las salidas de emergencia podrán dar acceso a un elemento de evacuación del edificio a través de un vestíbulo previo conforme al apartado 10.3, siempre que dicho elemento de evacuación esté dimensionado teniendo en cuenta dicha circunstancia. Si el acceso se realiza a una escalera de incendios dispuesta conforme al artículo 11, no se precisará vestíbulo previo.
- c) Los recorridos de evacuación no podrán preverse por los locales o zonas de riesgo especial definidos en el artículo 19, ni por garajes o aparcamientos, excepto cuando se prevea algún recorrido alternativo que no pase por ellos o cuando tengan su origen de evacuación en un recinto de ocupación nula.

En el artículo 7.2 “**Número y disposición de salidas**” se preceptúa:

1. **Un recinto** puede disponer de **una única salida** cuando cumpla las condiciones siguientes:

- a) Su ocupación es menor que 100 personas.
- b) No existen recorridos para más de 50 personas que precisen salvar, en sentido ascendente, **una altura de evacuación mayor que 2 m**.
- c) Ningún recorrido de evacuación hasta la salida tiene una **longitud mayor que 25 m** en general, o mayor que 50 m cuando la ocupación sea menor que 25 personas y la salida comunique directamente con un espacio exterior seguro.

H.7.2.1 Uso Hospitalario

Las plantas con hospitalización o tratamiento intensivo deberán disponer, al menos, de **dos salidas** situadas de forma tal que la longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta alguna de ellas sea menor que 30 m y la del recorrido hasta algún punto del que partan dos recorridos alternativos hacia sendas salidas sea menor que 15 m.

A.7.2.1 Uso Administrativo

Las zonas a las que se hace referencia en el apartado A.5.1 contarán, como mínimo, con **dos salidas de planta** y al menos una de ellas consistirá en una puerta que dé acceso a otro sector situado en la misma planta, a una escalera protegida, a un pasillo protegido, o a un vestíbulo previo.

D.7.2.1 Uso Docente

Las aulas de escuelas infantiles, las de enseñanza primaria y las de secundaria, pueden disponer de **una salida única cuando su ocupación no exceda de 50 alumnos**, como máximo.

G.7.2.1.c) Uso Garaje o Aparcamiento

En las plantas de garaje o aparcamiento con **una única salida**, ningún recorrido de evacuación hasta ella podrá exceder de **35 m**.

2. Una planta puede disponer de **una única salida** si, además de cumplir las condiciones anteriores, su altura de evacuación no es mayor que **28 m**. Las plantas de salida del edificio deben contar con más de una salida cuando considerando su propia ocupación les sea exigible, en aplicación del apartado 1 anterior, o bien cuando el edificio precise más de una escalera para evacuación descendente o más de una para evacuación ascendente.

V.7.2.2 Uso Vivienda

Cuando la ocupación total de un edificio de uso Vivienda **no exceda de 500 personas**, este no precisará más de **una salida de edificio**.

H.7.2.2 Uso Hospitalario

Las zonas a las que se hace referencia en el apartado H.5.1.2 (altura de evacuación superior a 2 m) contarán, como mínimo, con **dos salidas de planta** y al menos una de ellas consistirá en una puerta que dé acceso a otro sector en la misma planta, a una escalera protegida, a un pasillo protegido, o a un vestíbulo previo.

R.7.2.2 Uso Residencial

Las plantas destinadas a alojamiento pueden disponer de **una única salida** si, además de cumplir las condiciones establecidas en el apartado 7.2.1, **no están situadas más de dos plantas por encima de la de salida de edificio**.

3. Cuando una planta o un recinto deban tener más de una salida, en aplicación de los apartados 1 y 2 anteriores, éstas cumplirán las condiciones siguientes:

a) **La longitud del recorrido** desde todo origen de evacuación hasta alguna salida será **menor que 50 m**.

V. 7.2.3.a) Uso Vivienda

La longitud del recorrido desde cada origen de evacuación hasta alguna salida será **menor que 35 m**.

D.7.2.3.a) Uso Docente

Cuando un aula disponga de **varias salidas**, al menos una de ellas dará acceso directo a un **espacio general de circulación**. Cuando una planta destinada a escuela infantil o a enseñanza primaria dispongan de varias salidas, la longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta una de ellas será **30 m, como máximo**.

R.7.2.3.a) Uso Residencial

En zonas de alojamiento, la longitud del recorrido de evacuación desde todo origen de evacuación hasta alguna salida será **menor que 35 m**.

C.7.2.3.a) Uso Comercial

En las zonas destinadas al público en establecimientos o centros que cumplan las condiciones establecidas en el apartado C.4.2, la longitud del recorrido de evacuación desde todo origen de evacuación hasta una salida de planta que dé **acceso directo al espacio exterior será 60 m**, como máximo.

b) La longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta algún punto desde el que partan **al menos dos recorridos alternativos hacia sendas salidas, no será mayor que 25 m**.

R.7.2.3.b) Uso Residencial

En zonas de alojamiento, la longitud del recorrido de evacuación desde todo origen de evacuación hasta algún punto desde el que partan **al menos dos recorridos alternativos hacia sendas salidas, no será mayor que 15 m**.

c) Si la altura de evacuación de una planta es mayor que 28 m 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 conducirán a dos escaleras diferentes.

En el artículo 7.3.1 “Escaleras para evacuación descendente” se indica:

Las escaleras que se prevean para evacuación descendente, cumplirán las condiciones siguientes:

a) **Serán protegidas** conforme al apartado 10.1 las escaleras que sirvan a más de una planta por encima de la de salida del edificio en uso Residencial, o a plantas cuya altura de evacuación sea mayor que 14 m cuando su uso sea Vivienda, Docente o Administrativo o mayor que 10 m cuando su uso sea cualquier otro.

H.7.3.1.a) Uso Hospitalario

Las escaleras a las que se acceda desde sectores de incendio destinados a hospitalización o a tratamiento intensivo, **serán protegidas**.

b) Serán especialmente protegidas conforme al apartado 10.2 las escaleras que sirvan a plantas cuya altura de evacuación sea mayor que 50 m en uso Vivienda, mayor que 20 m en uso Hospitalario o mayor que 28 m en cualquier otro uso.

H.7.3.1.b) Uso Hospitalario

Las escaleras a las cuales se acceda desde sectores de incendio destinados a hospitalización o a tratamiento intensivo y cuya **altura de evacuación sea mayor que 14 m**, serán especialmente protegidas.

En el artículo 7.3.2 "Escaleras para evacuación ascendente" se preceptúa: "Las escaleras para evacuación ascendente serán protegidas, conforme al apartado 10.1, cuando la altura de evacuación sea mayor que 2,80 m y sirvan a más de 100 personas, o bien cuando dicha altura sea mayor que 6 m, independientemente del número de personas a las que sirvan."

G.7.3.2 Uso Garaje o Aparcamiento

Las escaleras de garajes o aparcamientos para la evacuación ascendente serán **especialmente protegidas** conforme al apartado 10.2. Dichas escaleras no precisan contar con vestíbulo previo ni con puertas en sus salidas al espacio exterior; en los demás casos contarán con una puerta con sistema de cierre automático.

En el artículo 7.3.3 "**Aparatos elevadores**" se indica: "Cuando un ascensor sirva a sectores de incendio diferentes, los accesos a dicho ascensor desde cada sector, excepto desde el más alto, deberán realizarse a través de **puertas de ascensor que sean RF-30, a través de vestíbulos previos** que cumplan lo establecido en el apartado 10.3, **o bien desde el recinto de una escalera protegida**, excepto en plantas situadas por debajo de la de salida del edificio en las que existan zonas o recintos de riesgo especial conforme al artículo 19, en las que se deberá disponer siempre vestíbulo previo en los accesos a los ascensores a los que antes se ha hecho referencia."

En el artículo 7.4.1 "Asignación de ocupantes" se preceptúa:

La asignación de ocupantes se llevará a cabo conforme a los criterios siguientes:

a) En los recintos se asignará la ocupación de cada punto a la salida más próxima, en la hipótesis de que cualquiera de ellas puede estar bloqueada. La condición del articulado obliga a adoptar sucesivamente como diferentes hipótesis las de **bloqueo de cada una de las salidas**.

b) En las plantas se asignará la ocupación de cada recinto a sus puertas de salida conforme a **criterios de proximidad**, considerando para este análisis todas las puertas, sin anular ninguna de ellas. Posteriormente, se asignará dicha ocupación a la salida de planta más próxima, **en la hipótesis de que cualquiera de las salidas de planta pueda estar bloqueada**. Las hipótesis alternativas de bloqueo de las salidas de una planta que tenga más de una implican que en la mayoría de los pasillos de dicha planta la evacuación puede realizarse en ambos sentidos. Cuando un sector tenga **salidas de planta a otro sector** situado en la misma planta, conforme a lo establecido en el tercer guión del apartado 7.1.6.b, en el análisis de la evacuación de este último **no es necesario acumular la ocupación** del primero.

c) **En las plantas de salida del edificio**, a cada salida del mismo se le asignarán los ocupantes de dicha planta que le corresponden conforme a los criterios indicados en a) y b), **más los correspondientes a las escaleras cuyo desembarco se encuentre más próximo a dicha salida** que a cualquier otra. A estos efectos, debe asignarse a cada escalera un número de ocupantes igual a $160A$, siendo A la anchura de cálculo, en m, del desembarco de la escalera cuando ésta no sea protegida, o la anchura real cuando lo sea.

En el artículo 7.4.2 "**Cálculo**" se indica:

El cálculo de la anchura o de la capacidad de los elementos de evacuación se llevará a cabo conforme a los criterios siguientes:

a) La anchura A , en m, de las puertas, pasos y pasillos será al menos igual a $P/200$, siendo P el número de personas asignadas a dicho elemento de evacuación, excepto las puertas de salida de recintos de escalera protegida a planta de salida del edificio, para las que será suficiente una anchura igual al 80% de la calculada para la escalera.

b) Las escaleras que no sean protegidas tendrán, como mínimo, una anchura A que cumpla:

$A = P/160$ en escaleras previstas para evacuación descendente.

$A = P/(160-10h)$ en escaleras previstas para evacuación ascendente.

donde,

A es la anchura de la escalera, en m;

P es el número total de ocupantes asignados a la escalera en el conjunto de todas las plantas situadas por encima del tramo considerado, cuando la evacuación en dicho tramo esté prevista en sentido descendente, o por debajo, cuando esté prevista en sentido ascendente;

h es la altura de evacuación ascendente en m.

c) Las escaleras protegidas o especialmente protegidas cumplirán la condición siguiente:

$P < 3 S + 160 A$

donde,

P es la suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las 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 **sólo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de planta** indicada en el punto

1.b de este apartado 7.4, en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable;

S es la superficie útil del recinto de la escalera en el conjunto de las plantas citadas anteriormente, en m², incluida la correspondiente a los tramos, a los rellanos y a las mesetas intermedias;

A es la anchura del arranque de la escalera en la planta de salida del edificio, en m.

En el artículo 7.4.3 “**Anchuras mínimas y máximas**” se indica:

La anchura libre en puertas, pasos y huecos previstos como salida de evacuación será igual o mayor que 0,80 m. La anchura de la hoja será igual o menor que 1,20 m y en puertas de dos hojas, igual o mayor que 0,60 m.

La anchura libre de **las escaleras y de los pasillos** previstos como recorridos de evacuación será **igual o mayor que 1,00 m**. Puede considerarse que los pasamanos no reducen la anchura libre de los pasillos o de las escaleras.

H.7.4.3 Uso Hospitalario

Las anchuras mínimas y las máximas de los elementos de evacuación que sirvan a zonas de hospitalización, a tratamientos intensivos o a áreas de apoyo de diagnóstico, serán las siguientes:

- La anchura libre en **puertas, pasos y huecos** previstos como salidas y en las puertas de **las habitaciones será 1,05 m**, como mínimo. La anchura de cada hoja será 1,20 m, como máximo; -
- La anchura libre mínima de los **pasillos** previstos como recorrido de evacuación **será 2,20 m, como mínimo**, excepto el paso a través de puertas, que podrá ser 2,10 m;
- Las escaleras previstas para la evacuación tendrán una anchura libre de 1,20 m, como mínimo. Si los recorridos por ella obligan a giros de 90°, la anchura libre será 1,40 m, como mínimo.

En las zonas no destinadas a pacientes internos o externos, como por ejemplo las de uso Administrativo y de dirección, la anchura de los pasillo de evacuación será 1,10 m, como mínimo.

D.7.4.3 Uso Docente

La anchura libre de las escaleras o pasillos, previstos como recorridos de evacuación, **será 1,20 m, como mínimo**, excepto en centros de enseñanza universitaria en los que será 1,50 m, como **mínimo**.

C.7.4.3 Uso Comercial

En los establecimientos en los que esté prevista la utilización de carros para el transporte de productos y **cuya superficie construida destinada al público sea mayor que 400 m²**, la anchura de todo **pasillo** será de **1,80 m, como mínimo**, excepto el que se configure entre toda batería de más de diez cajas de cobro y las estanterías más próximas, el cual tendrá una anchura de **4,00 m como mínimo**. Cuando la superficie construida destinada al público no exceda de 400 m², dichas anchuras serán de 1,40 m y 3,00 m, como mínimo, respectivamente.

En los establecimientos en los que no se prevea la utilización de carros, la anchura de todo pasillo será de 1,40 m, como mínimo, cuando la superficie construida destinada al público sea mayor que 400 m², y de 1,20 m, como mínimo, cuando dicha superficie sea menor o igual que la citada.

En el Art. 8 “Características de las puertas y de los pasillos” se preceptúa:

8.1 Puertas

- a) Las puertas de salida serán abatibles con eje de giro vertical y fácilmente operables.
- c) Las puertas previstas para la evacuación de más de 100 personas abrirán en el sentido de la evacuación.

C.8.1.c) Uso Comercial

Las puertas previstas para la evacuación de más de 50 personas, en zonas destinadas al público, abrirán en el sentido de la evacuación.

- d) Toda puerta de un recinto que no sea de ocupación nula situada en la meseta de una escalera, se dispondrá de forma tal que al abrirse no invada la superficie necesaria de meseta para la evacuación.

Cuando esté situada en la pared de un pasillo, se dispondrá de forma tal que, en la zona de pasillo barrida por la puerta, no se disminuya la anchura del mismo más de 15 cm.

8.2 Pasillos

- a) En ningún punto de los pasillos previstos para la evacuación de más de 50 personas que no sean ocupantes habituales del edificio podrán disponerse menos de tres escalones.
- b) Los pasillos que sean recorridos de evacuación carecerán de obstáculos, aunque en ellos podrán existir elementos salientes localizados en las paredes, tales como soportes, cercos, bajantes o elementos fijos de equipamiento, siempre que, salvo en el caso de extintores, se respete la anchura libre mínima establecida en esta norma básica y que no se reduzca más de 10 cm la anchura calculada.

C.8.2.b) Uso Comercial

Los pasillos fijos de evacuación del público se dispondrán de tal forma que sus tramos comprendidos entre pasillos fijos transversales tengan una longitud que no exceda de 20 m. Cuando no estén delimitados por elementos de obra o fijados mecánicamente, dichos pasillos estarán marcados en el suelo del establecimiento de forma clara y permanente.

En los accesos a las zonas de público en las que esté prevista la utilización de carros para el transporte de productos, deben existir espacios con superficie suficiente para que puedan almacenarse dichos carros sin que se reduzca la anchura necesaria para la evacuación.

En el Art. 9 “Características de las escaleras” se preceptúa:

A lo largo de los recorridos de evacuación, excepto de los que sirvan a menos de 10 personas vinculadas a la actividad que se desarrolla en el edificio, las escaleras cumplirán las condiciones siguientes:

a) Cada tramo tendrá **tres peldaños como mínimo** y no podrá salvar una altura mayor que 2,80 m cuando esté previsto para la evacuación de más de 250 personas, o mayor que 3,20 m en los demás casos.

V.9.a) Uso Vivienda

En edificios cuyo uso predominante sea Vivienda **no se exige un número mínimo de peldaños** en cada tramo de escalera.

H.9.a) Uso Hospitalario

Los tramos de escaleras que sirvan a zonas de hospitalización o de tratamiento intensivo **no podrán salvar una altura mayor que 2,50 m.**

D.9.a) Uso Docente

En escuelas infantiles y en centros de enseñanza primaria o secundaria, cada tramo tendrá **tres peldaños, como mínimo, y doce, como máximo.**

b) En escaleras con trazado recto, la dimensión de las mesetas intermedias medida en el sentido de la evacuación no será menor que la mitad de la anchura del tramo de la escalera, ni que 1 m.

H.9.b) Uso Hospitalario

En escaleras que sirvan a zonas de hospitalización o de tratamientos intensivos, **la profundidad de las mesetas en las que se produzcan cambios de dirección de 180º**, medida en la dirección del eje de los tramos, **será 2,00 m, como mínimo.**

D.9.b) Uso Docente

En escuelas infantiles y en centros de enseñanza primaria o secundaria, la dimensión de **las mesetas intermedias en el sentido de la evacuación no será menor que 2 m.**

c) La relación c/h será constante a lo largo de toda escalera y cumplirá la relación

$60 \leq 2c + h$, donde:

- c, es la dimensión de la contrahuella, que estará comprendida entre 13 y 18,5 cm.

- h, es la dimensión de la huella, que será como mínimo 28 cm. En el caso de escaleras curvas, la huella se medirá a 50 cm del borde interior y no podrá ser mayor que 42 cm en el borde exterior. En dichas escaleras no podrá computarse como anchura útil la zona en la que la huella sea menor que 17 cm.

En escaleras para evacuación ascendente, los peldaños tendrán tabica y carecerán de bocel.

H.9.c) Uso Hospitalario

En escaleras que sirvan a zonas de hospitalización o de tratamientos intensivos **no se permiten escaleras con trazado curvo.**

D.9.c) Uso Docente

En escuelas infantiles y en centros de enseñanza primaria o secundaria, la relación c/h será constante a lo largo de toda escalera y cumplirá la relación **$55 \leq 2c + h \leq 70$** , midiendo c 17 cm, como máximo, y h 28 cm, como mínimo.

No se admiten escaleras con trazado curvo. En escaleras para evacuación ascendente, los peldaños tendrán tabica y carecerán de bocel.

d) Se dispondrán **pasamanos al menos en un lado de la escalera** y en ambos cuando su anchura libre sea igual o mayor que 1,20 m o se trate de una escalera curva. Además, deben disponerse **pasamanos intermedios cuando la anchura libre sea mayor que 2,40 m.**

e) Si el pavimento tiene **perforaciones**, las dimensiones de éstas no permitirán el paso vertical de una esfera de **8 mm de diámetro.**

En el Art. 10 “Características de los pasillos y de las escaleras protegidos y de los vestíbulos previos” se establece:

10.1 Pasillos y escaleras protegidos

Los pasillos y las escaleras protegidos cumplirán, además de lo establecido en los artículos 8 y 9, las condiciones siguientes:

a) Serán de **uso exclusivo para circulación** y todo acceso a ellos se realizará a través de puertas resistentes al fuego, conforme al apartado 15.5.

Las escaleras podrán tener, como máximo, **dos puertas de acceso en cada planta, que deberán comunicar con espacios de circulación**. También podrán abrir a ellas las puertas de locales destinados a aseos y las de aparatos elevadores, conforme a lo establecido en el punto 3 del apartado 7.3.

d) Los pasillos y las escaleras protegidos estarán dispuestos de forma tal que pueda circularse por ellos hasta una planta de salida del edificio, y que la longitud de recorrido no protegido por dicha planta hasta una salida de edificio sea menor que 15 m. No obstante, dicha longitud podrá ser mayor cuando el espacio al que se accede cumpla las condiciones siguientes:

- estar comunicado directamente con el exterior mediante salidas de edificio;
- presentar un riesgo de incendio muy reducido, tanto por estar destinado únicamente a circulación, sin ninguna otra actividad, como por la muy baja carga de fuego previsible en su interior.
- estar compartimentado respecto a otros recintos que presenten riesgo de incendio con elementos separadores RF-120. No deberá haber más de dos accesos a dichos recintos y ambos dispondrán de vestíbulos previos.

Cuando exista más de una escalera protegida con arranque en un espacio de una planta de salida del edificio que cumpla las condiciones anteriores, una de ellas podrá carecer de compartimentación en dicha planta.

Cuando se cumplan las condiciones anteriores, la longitud del recorrido de evacuación no protegido hasta una salida de edificio puede ser mayor que 15 m, pero dicha longitud debe cumplir las condiciones generales que para cualquier recinto o planta establece el apartado 7.2, es decir, debe ser 25 m, como máximo, cuando exista una sola salida, o 50 m, como máximo, cuando exista más de una, debiendo existir recorrido alternativo hacia otra a menos de 25 m de la puerta del recinto de la escalera o de su punto de desembarco.

10.2 Escaleras especialmente protegidas

Las escaleras especialmente protegidas cumplirán las condiciones establecidas para las protegidas y el acceso a ellas en cada planta se realizará por dos puertas, como máximo, cada una de ellas comunicada con un vestíbulo previo diferente, conforme al apartado 10.3. La existencia de dicho vestíbulo en la planta de salida del edificio no será necesaria cuando el espacio al que se accede cumpla las condiciones indicadas en el apartado 10.1.d, siendo suficiente en este caso disponer una sola puerta con cierre automático.

Las escaleras abiertas al exterior podrán considerarse como especialmente protegidas aunque no dispongan de vestíbulos previos en sus accesos. Una escalera puede considerarse abierta al exterior cuando cuente en cada planta con una abertura permanente al exterior de 5A m², como mínimo, siendo A la anchura del tramo de escalera en m.

10.3 Vestíbulos previos

Los vestíbulos previos serán de uso exclusivo para circulación y sólo tendrán comunicación directa con espacios generales de circulación, aparatos elevadores, aseos y con los locales que deban disponer de dicho vestíbulo. La distancia mínima entre **los contornos de las superficies barridas por las puertas del vestíbulo será al menos igual a 0,50 m.**

Los vestíbulos previos a escalera especialmente protegida, estarán ventilados conforme a alguna de las alternativas establecidas en apartado 10.1.b). Los vestíbulos previos que sirvan a los locales de riesgo especial definidos en el artículo 19 o a los garajes, no podrán utilizarse para la evacuación de locales diferentes de los citados.

H.10.3 Uso Hospitalario

Cuando esté prevista la evacuación de zonas de hospitalización o de tratamiento intensivo a través de un vestíbulo previo, la distancia entre las dos puertas que deben atravesarse consecutivamente en la evacuación será de **4 m como mínimo.**

G.10.3 Uso Garaje o Aparcamiento

En los vestíbulos previos situados entre un garaje o aparcamiento y otro uso diferente, la puerta que comunica el vestíbulo con dicho uso deberá abrir hacia el interior del vestíbulo.

En el Art. 11 "**Escaleras de incendios**" se indica:

En obras de reforma, en las que la disposición de escaleras de las características señaladas en los artículos anteriores de esta norma básica presente especial dificultad, dichas escaleras podrán sustituirse por escaleras de incendios situadas en el exterior, que cumplan las condiciones siguientes:

- a) Su anchura se calculará como la de las escaleras no protegidas y será 0,80 m como mínimo.
- b) Los peldaños tendrán una contrahuella de 20 cm, como máximo, una huella de 21 cm, como mínimo, y sus tramos serán rectos.

La restricción a la utilización de tramos curvos no es aplicable, en general, a las escaleras exteriores, sino únicamente a las denominadas "de incendios" según la norma, cuyas condiciones especiales se establecen en este artículo. Una escalera exterior que cumpla todas las condiciones establecidas con carácter general para las escaleras puede tener tramos curvos conforme al artículo 9.c.

- c) Contarán con defensas y barandillas adecuadas, en función de la altura de evacuación.
- d) Los accesos a la escalera estarán situados en espacios comunes y debidamente señalizados. Excepcionalmente, el tramo final podrá estar resuelto mediante un sistema basculante o desplegable de fácil manejo.

H.11 Uso Hospitalario

En los edificios y en los establecimientos de uso hospitalario **no se tendrán en cuenta las escaleras de incendios**, a efectos de justificar el cumplimiento de las condiciones de evacuación.

En el artículo 19.2 “**Condiciones exigibles**” se preceptúan las condiciones ligadas a los locales de riesgo especial:

19.2.1 Evacuación

La **longitud del recorrido** de evacuación desde cada punto de un local o de una zona de riesgo especial hasta alguna de las salidas del local o zona **no será mayor que 25 m**.

En los locales y **en las zonas de riesgo alto**, al menos una salida permitirá la evacuación **sin necesidad de salvar por su interior una altura ascendente mayor que 60 cm**, pudiendo las demás ser de emergencia en aquellos locales o zonas en los que la ocupación previsible sea exclusivamente el personal de mantenimiento.

Se pueden considerar como salidas de emergencia las escaleras cuya inclinación sea menor que 45°, cuya huella sea mayor que 15 cm y cuya contrahuella sea menor que 25 cm y también las barras de deslizamiento y las escaleras de pates.

D.19.2.1 Uso Docente

En los centros docentes no universitarios, la cocina debe estar situada en la planta baja y disponer al menos de dos salidas, en las que las puertas tendrán como mínimo 1,20 m de anchura. Una de las salidas debe comunicar con el exterior del edificio.

C.19.2.1 Uso Comercial

En los locales de riesgo especial a los que se hace referencia en apartado C.19.1 que dispongan de una instalación de rociadores automáticos de agua, la longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta alguna salida del recinto **será de 35 m**, como máximo.

4.4. NFPA 5000™ Building Construction and Safety Code™ 2003 Edition

Usos diferenciados	Pública Concurrencia; Docente; Centros de día; Sanitaria; Ambulatorios; Cárceles y correccionarios; Viviendas de 1 y 2 familias; Casa de alojamiento y habitaciones; Hoteles y dormitorios; Apartamentos; Residenciales y de cuidados; Comerciales; Centros comerciales; Administrativo		
Puertas	Ancho mínimo (m)	0,81 (libre); 0,71 (libre en zonas no accesibles a personas de movilidad reducida); 1,05 y 2,11 –deslizantes- (en uso sanitario)	
	Cálculo	5 – 13 mm / persona (según usos e instalaciones)	
Escaleras	Ancho mínimo (m)	1,12 ($h \geq 27,9$ cm; $c \leq 17,8$ cm); 0,91 (para menos de 50 personas)	
	Cálculo	8 – 18 mm / persona (según usos e instalaciones)	
Pasillos	Ancho mínimo (m)	0,91 – 2,40 (según usos)	
	Cálculo	5 – 13 mm / persona (según usos e instalaciones)	
	Fondo de saco (m)	6,10 (15,0 con instalación de rociadores)	
Sector máximo (m²)	-según gráfico-		
Nº de salidas	2 (genérico)		
	3 < 1.000 personas		
	4 > 1.000 personas		
Recorridos máximos (m)	38,45 (60 con instalación de rociadores)		
Cambio de sector (m²/persona)	0,28; 2,80 (en uso sanitario)		
Rampas	Desarrollo (m)	9,12	-
	Pendiente (%)	8,33 (2,08 transversal)	5,00
Áreas de refugio	76 · 122 cm por cada 200 personas (silla de ruedas)		
Ascensores en edificios en altura	Como segunda salida. El 100% de la capacidad de evacuación debe ser provista independientemente de los ascensores		
Observaciones	Toboganes de evacuación.		

Los códigos de NFPA (National Fire Protection Association, Inc.), estándares, prácticas recomendadas y guías, que se contienen en el documento NFPA 5000, están desarrollados a través de un consenso de desarrollo de procesos estándar por el Instituto Nacional de Estándares Americano (en adelante ANSI). Este proceso aglutina voluntarios que representan varios puntos de vista e intereses para llegar a un consenso sobre fuego y otros temas relacionados con la seguridad. Mientras que NFPA administra el proceso y establece reglas para promover la justicia en el desarrollo del consenso, no presiona independientemente, evalúa o verifica la exactitud de cualquier información o la solidez de cualquier juicio contenido en este código y sus estándares. El código de construcción y seguridad, edición 2003, es la primera edición del NFPA 5000, fue preparada por el comité del código de construcción, en fecha de mayo de 2002, y aprobada como un ANSI el 19 de julio de 2002.

El NFPA 5000 es el primer modelo desarrollado a través de un abierto y completo consenso acreditado por el ANSI. Es la culminación de más de 100 años de experiencia desarrollando reglas basadas en el consenso y estándares relacionados con el entorno de la construcción. Desde el *Life Safety Code*® hasta el *National Electrical Code*® pasando por las instalaciones de rociadores en instalaciones de fuel y gas, los códigos y estándares de NFPA, así como otras reglas y estándares de otras organizaciones, han abordado casi todos los aspectos del entorno de la construcción.

El NFPA 5000 también establece un conjunto de metas y objetivos que funcionan para dar seguridad, uso, y funcionalidad a la construcción al final del proceso de diseño.

El NFPA 101®, *Life Safety Code*®, fué un punto fundamental de comienzo para el contenido así como de la forma y disposición del NFPA 5000. Desde 1913, NFPA 101 tenía un conjunto de estándares para el nivel mínimo de seguridad para la vida en eventos de fuego para ocupantes de edificios en los Estados Unidos.

En el artículo 11.1.6.2 “Cambios en la elevación”. Los cambios bruscos en la elevación en las superficies por las que se camina no deben exceder de los 0,6 cm. Cambios de la altura que excedan de los 0,6 cm, pero que no excedan de los 1,3 cm, deben ser nivelados con encuentros 1 a 2 (es decir, rampas del 50%). Cambios en la elevación que superen los 1,3 cm deben considerarse un cambio de nivel y son objeto de los requerimientos del artículo 11.1.7.

En el Artículo 11.1.6.3 “Nivel”. La rampa de la superficie por la que se camina en los recorridos de evacuación no debe exceder de 1 a 20 (5%), a no ser que los requerimientos de rampa del 11.2.5 sean cumplidos. La pendiente perpendicular al recorrido de evacuación no debe exceder de 1 a 48 (2,08%).

11.1.7 Cambios de Nivel en los Medios de Evacuación.

11.1.7.2.2 Donde se utilice una escalera para cumplir los requerimientos de 11.1.7.2, la huella del escalón de dicha escalera no debe ser menor de 33 cm.

11.1.7.2.4 La presencia y localización de cada peldaño debe ser oportunamente visible.

11.1.10.2.1 Ningún acabado, decoración, u otro objeto debe obstruir el acceso hacia o desde las salidas de emergencia, o la visibilidad de las salidas.

11.1.10.2.3 No se deben disponer espejos en las puertas de salida. Los espejos no se deben disponer en/o adyacentes a ninguna salida, de tal manera que puedan confundir la dirección de evacuación.

11.2 Componentes de Medios de Evacuación.

11.2.1 Puertas

11.2.1.1.3 Para los fines de la sección 11.2, un edificio se debe considerar ocupado en cualquier momento si está abierto al público en general, a cualquier hora que esté abierto al público, o a cualquier otra hora que esté ocupado por más de 10 personas.

11.2.1.2 Ancho

11.2.1.2.1 Capacidad de ancho de evacuación. Con motivo de calcular la capacidad, el ancho de las puertas debe medirse como sigue:

(1) Para puertas practicables, solo el ancho de paso de puerta cuando la puerta está abierta 90°, entre la cara de la hoja y el batiente.

[...] –se indican como deben ser medidas los distintos tipos de puertas-.

11.2.1.2.4 Mínimo ancho de puerta. Las puertas situadas en los recorridos de evacuación no deben tener menos de 81 cm de ancho libre, a no ser que exista una de las siguientes condiciones:

(1) Donde se disponga un par de puertas, al menos una de ellas deben tener no menos de 81 cm de ancho libre en apertura.

(2) Las puertas de salida de recintos que no excedan los 6,5 m² y que no se requiera accesibilidad a personas con movilidad reducida, no deben tener menos de 61 cm en el ancho de la hoja de la puerta.

(3) Las puertas que sirven a edificios o partes de edificios que no requieran ser accesibles a personas con movilidad reducida, debe permitirse 71 cm de ancho de hoja de la puerta.

(7) Las puertas giratorias, según se dice en el artículo 11.2.1.10 están exentas del requerimiento de ancho mínimo de 81 cm.

11.2.1.3 Nivel del suelo. Los desniveles en el suelo a sendos lados de la puerta no debe variar más de 1,3 cm. La elevación debe ser mantenida a sendos lados de la puerta en una distancia mínima igual al ancho de la hoja de puerta de mayor dimensión.

Excepción No. 1: En moradas de una o dos familias donde las puertas de salidas al exterior, el nivel del suelo exterior puede estar un escalón por debajo respecto al nivel interior, pero no puede superar los 20,3 cm.

11.2.1.4.2 Las puertas ubicadas en los recorridos de evacuación deben abrir en el sentido de la evacuación cuando exista una de las condiciones siguientes:

Las puertas sirven a un área con ocupación igual o mayor de 50 personas.

Las puertas son usadas en un recinto protegido.

Las puertas sirven a un área de contenido indefinido o multiusos.

11.2.1.4.3 Durante la apertura, cualquier puerta en un medio de evacuación debe dejar menos de la mitad del ancho requerido de un pasillo, paso, o descansillo no obstruido y debe proyectar no más de 17,8 cm dentro del ancho requerido para ese pasillo, paso o descansillo cuando esté completamente abierta. Las puertas no abrirán directamente sobre una escalera sin descansillo. El descansillo debe tener un ancho al menos igual al ancho de la puerta.

11.2.1.4.4 La fuerza que se requiere para abrir completamente una puerta manualmente en un recorrido de evacuación no debe ser superior a 67 N para liberarla, 133 N para ponerla en movimiento y 67 N para abrir la puerta hasta el ancho mínimo requerido.

11.2.1.5.2 Todas las puertas en un recinto de escalera que sirva a más de cuatro plantas deben estar previstas para uno de los siguientes:

Reentrada desde el recinto de la escalera al interior del edificio.

Liberalización automática para desbloquear todos los recintos de escalera y permitir la reentrada.

11.2.2 Escaleras

11.2.2.2.1 Escalera Estándar. El criterio dimensional para escaleras debe estar de acuerdo con la tabla 11.2.2.2.1

Tabla 11.2.2.2.1 Criterio Dimensional

	Criterio dimensional
- Mínimo ancho libre de obstáculos, excepto proyecciones no superiores a 11,4 cm en/o bajo la altura de pasamanos en cada lado	- 112 cm; 91 cm cuando el total de ocupantes de todas las plantas servidas por la escalera sea menor que 50
- Máxima contrahuella	- 17,8 cm
- Mínima contrahuella	- 10,2 cm
- Mínima huella	- 27,9 cm
- Altura libre mínima	- 203 cm
- Máxima diferencia entre descansos	- 3,7 m
- Descansos	- ver 11.2.1.3 y 11.2.1.4.3

11.2.4.1.2 Las salidas horizontales (cambio de sector) deben permitir sustituir a otras salidas donde el total de la capacidad de evacuación de las otras salidas (escaleras, rampas, salidas a espacio exterior) no es menor que la mitad requerida para todo el área del edificio o edificios conectados, siempre que ninguna de las otras salidas sea una salida horizontal (cambio de sector).

11.2.4.2.2 Toda salida horizontal (cambio de sector) debe estar dispuesta para que existan, de manera continua, recorridos de evacuación a cada lado hacia escaleras u otras salidas que conduzcan hacia el exterior del edificio.

11.2.4.2.4 El área a cada lado del cambio de sector debe ser suficiente para mantener a los ocupantes de sendas áreas a razón de 0,28 m² libres por persona.

11.2.4.3 Barreras de fuego

11.2.4.3.1. Las barreras de fuego que separan áreas del edificio entre las cuales hay salidas horizontales deben tener 2 horas de resistencia al fuego (RF-120) y tener una separación continua entre forjados.

11.2.4.3.2 Donde las barreras de fuego que sirvan a salidas horizontales terminen en las fachadas y formen un ángulo menor a 180° en una distancia de 3 m a cada lado , estas fachadas deben tener no menos de 1 hora de resistencia a fuego (RF-60) y no menos de 45 min. de resistencia a fuego en las aberturas en fachada.

11.2.5 Rampas

Tabla 11.2.5.2 Criterios dimensionales de rampas

	Criterio dimensional
- Mínimo ancho libre de obstáculos, excepto proyecciones no superiores a 11,4 cm en/o bajo la altura de pasamanos en cada lado	- 112 cm
- Máxima pendiente longitudinal	- 1 a 12 (8,33%)
- Mínima pendiente transversal	- 1 a 48 (2,08%)
- Máxima altura salvada por una rampa	- 76 cm (desarrollo máximo de 9,12 m)

11.2.5.3.2 (a) Descansos

Todo descanso debe tener un ancho no menor al ancho de la rampa. Todo descanso debe tener un ancho superior a 152 cm en la dirección del recorrido de evacuación.

11.2.6 Pasillos de evacuación

11.2.6.4 Ancho. El ancho de un pasillo de evacuación debe ser adecuado para evacuar a la agregación de las capacidades requeridas de todas las salidas que descargen a través de él.

11.2.7 Escaleras mecánicas y pasillos móviles. Las escaleras mecánicas y pasillos móviles no constituyen parte de los recorridos de evacuación en ningún caso.

11.2.10

11.2.10.2.1 Los toboganes de evacuación, donde sean permitidos como recorridos de evacuación, podrán evacuar como máximo a 60 personas.

11.2.10.2.2 Los toboganes de evacuación no deben constituir más del 25% de la capacidad requerida de todo el edificio o estructura o planta individual del mismo.

11.2.12 Áreas de refugio

11.2.12.2.4 Cuando un ascensor da acceso desde un área de refugio a una vía pública cumpliendo los requerimientos de 11.2.12.2.2, el ascensor debe de estar provisto de operación de emergencia para bomberos de acuerdo con ASME A17.1, *Safety Code for Elevators and Escalators*. El suministro de energía debe estar protegido contra interrupción en caso de fuego en el edificio y fuera del área de refugio.

11.2.12.2.5 El área de refugio debe estar provisto con un sistema de comunicaciones en dos direcciones para comunicaciones entre el área de refugio y una central de control.

11.2.12.3.1 Cada área de refugio debe estar dimensionada para acomodar un espacio para silla de ruedas de 76 cm · 122 cm por cada 200 ocupantes, o fracción de los mismos, basado en el área de ocupación servido por ese refugio.

11.2.12.3.2 Para cualquier área de refugio que no exceda de 93 m², debe estar demostrado por cálculo o test que condiciones se mantienen dentro del refugio para un período de 15 min. cuando el espacio expuesto al otro lado de la separación creada por el área de refugio está sujeto a las máximas condiciones de fuegos esperadas.

11.2.13 Ascensores en torres (edificios en altura)

11.2.13.1 Un ascensor que cumpla con los requerimientos del capítulo 54 y con 11.2.13 está permitido para uso como segunda salida de evacuación según se define en 3.3.500, siempre que los siguientes criterios se cumplan:

- (1) La torre y su estructura deben estar protegidas mediante un sistema de rociadores aprobado y supervisado, cumpliendo el artículo 55.3
- (2) La torre debe tener una ocupación que no exceda de 90 personas.
- (3) Las salidas primarias deben salir directamente al exterior.
- (5) El 100% de la capacidad de evacuación debe ser provista independientemente de los ascensores.

11.2.13.2.1 La cabina del ascensor debe tener una capacidad no inferior a 8 personas.

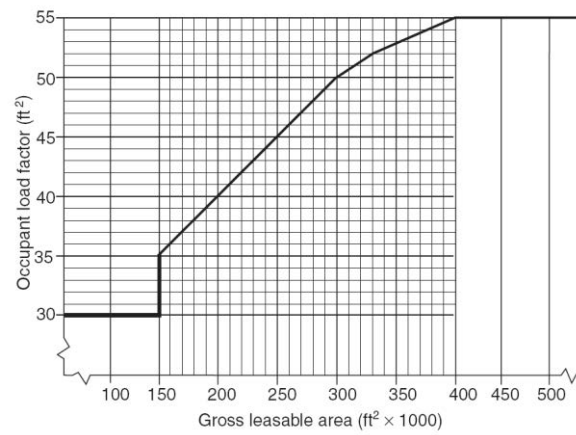
11.2.13.2.2 El vestíbulo del ascensor debe tener una capacidad no inferior al 50% de los ocupantes del área servida por el vestíbulo. La capacidad debe ser calculada usando 0,28 m² por persona y debe incluir un espacio para silla de ruedas de 76 cm · 122 cm por cada 50 personas, o fracción de las mismas, del total de ocupantes servidos por el vestíbulo.

11.2.13.8 Comunicaciones. Un sistema de comunicaciones en dos direcciones debe estar provisto entre los vestíbulos del ascensor y una central de control y entre la cabina de ascensor y la central de control.

11.2.13.9 Operación del ascensor. El ascensor debe disponer de una operación de emergencia de bomberos de acuerdo con ASME A17.1, *Safety Code for Elevators and Escalators*.

11.3 Capacidad de los Medios de Evacuación

11.3.1.2 Factor de ocupación. La carga de ocupación de cualquier edificio o porción del mismo no debe ser menor que el número de personas determinado de dividir el área asignada a ese uso por el factor de ocupación para ese uso, según se especifica en la tabla 11.3.1.2 y la figura 11.3.1.2. Cuando ambas áreas (construída y útil) se dan para la misma ocupación, los cálculos deben ser hechos aplicando la superficie construída de la figura a la superficie construída del área destinada a ese uso, y aplicando el área útil de la figura al área neta del uso [...].



Note: For SI units, 1 ft² = 0.093 m².

FIGURE 11.3.1.2 Mall Building Occupant Load Factors.

Table 11.3.1.2 Occupant Load Factor

Use	ft ² (per person) ¹	m ² (per person) ¹
Assembly Use		
Concentrated use, without fixed seating	7 net	0.65 net
Less concentrated use, without fixed seating	15 net	1.4 net
Bench-type seating	1 person/ 18 linear in.	1 person/45.7 linear cm
Fixed seating	Number of fixed seats	Number of fixed seats
Waiting spaces	See 16.1.6.1	See 16.1.6.1
Kitchens	100	9.3
Library stack areas	100	9.3
Library reading rooms	50 net	4.6 net
Swimming pools	50—of water surface	4.6—of water surface
Swimming pool decks	30	2.8
Exercise rooms with equipment	50	4.6
Exercise rooms without equipment	15	1.4
Stages	15 net	1.4 net
Lighting and access catwalks, galleries, gridirons	100 net	9.3 net
Casinos and similar gaming areas	11	1
Skating rinks	50	4.6
Educational Use		
Classrooms	20 net	1.9 net
Shops, laboratories, vocational rooms	50 net	4.6 net
Day-Care Use	35 net	3.3 net
Health Care Use		
Inpatient treatment departments	240	22.3
Sleeping departments	120	11.1
Detention and Correctional Use	120	11.1
Residential Use		
Hotels and dormitories	200	18.6
Apartment buildings	200	18.6
Board and care, large	200	18.6
Industrial Use		
General and high hazard industrial	100	9.3
Special purpose industrial	NA	NA
Business Use	100	9.3
Storage Use (other than mercantile storerooms)	NA	NA
Mercantile Use		
Sales area on street floor ^{2,3}	30	2.8
Sales area on two or more street floors ³	40	3.7
Sales area on floor below street floor ³	30	2.8
Sales area on floors above street floor ³	60	5.6
Floors or portions of floors used only for offices	See business use	See business use
Floors or portions of floors used only for storage, receiving, and shipping, and not open to general public	300	27.9
Mall buildings	Per factors applicable to use of space ⁴	Per factors applicable to use of space ⁴

Note: NA = not applicable. The occupant load is the maximum probable number of occupants present at any time.

¹All factors expressed in gross area unless marked "net."

²For the purpose of determining occupant load in mercantile occupancies where, due to differences in grade of streets on different sides, two or more floors directly accessible from streets (not including alleys or similar backstreets) exist, each such floor is considered a street floor. The occupant load factor is one person for each 40 ft² (3.7 m²) of gross floor area of sales space.

³For the purposes of determining occupant load in mercantile occupancies with no street floor, but with access directly from the street by stairs or escalators, the floor at the point of entrance to the mercantile occupancy is considered the street floor. (See 3.3.221.2, *Street Floor*)

⁴The portions of the mall, where considered a pedestrian way and not used as gross leasable area, are not assessed an occupant load based on Table 11.3.1.2. However, means of egress from a mall pedestrian way are provided for an occupant load determined by dividing the gross leasable area of the mall building (not including anchor stores) by the appropriate lowest whole number occupant load factor from Figure 11.3.1.2.

Each individual tenant space has means of egress to the outside or to the mall based on occupant loads figured by using the appropriate occupant load factor from Table 11.3.1.2.

Each individual anchor store has means of egress independent of the mall.

11.3.1.4 Salidas que sirven a más de una planta. Cuando las salidas sirven a más de una planta, solo la carga de ocupación de cada planta individualmente debe ser considerada en computar la capacidad requerida de la salida en esa planta, siempre que la capacidad de evacuación requerida de la salida no descienda en la dirección del recorrido de evacuación.

11.3.1.5 Capacidad de evacuación en puntos de convergencia. Cuando medios de evacuación de plantas superiores y plantas inferiores convergan en una planta intermedia, la capacidad de

evacuación desde el punto de convergencia debe ser superior a la suma de las capacidades de evacuación de los dos elementos de evacuación.

11.3.3 Capacidad de evacuación

11.3.3.1 La capacidad de evacuación para los medios aprobados como medios de evacuación está basado en los factores de capacidad indicados en la tabla 11.3.3.1

Table 11.3.3.1 Capacity Factors

Occupancy Area	Stairways		Level Components and Ramps	
	in.*	cm*	in.*	cm*
Board and care	0.4	1.0	0.2	0.5
Health care, sprinklered	0.3	0.8	0.2	0.5
Health care, nonsprinklered	0.6	1.5	0.5	1.3
High hazard contents exceeding the maximum allowable quantities per control area as set forth in 34.1.3.	0.7	1.8	0.4	1.0
All others	0.3	0.75	0.2	0.5

*Per person.

11.3.3.2 La capacidad requerida para un pasillo debe ser la carga de ocupación que utiliza el pasillo para las salidas dividido por el requerido número de salidas a donde conecta el pasillo, pero la capacidad de evacuación del pasillo no debe ser inferior que la capacidad requerida de las salidas a las que llega.

11.3.4 Ancho mínimo

11.3.4.1 El ancho mínimo de cualquier medio de evacuación no debe ser inferior a 91 cm.

11.3.4.2 Cuando una única salida lleva a una salida, su capacidad en términos de anchura no debe ser inferior que la capacidad requerida de la salida a la que llega. Cuando más de un acceso de salida lleva a una salida, cada una debe tener un ancho adecuado al número de personas al que da servicio.

11.4 Número de Medios de Evacuación

11.4.1.1 El número de medios de evacuación desde un balcón, entresuelo, planta, o porción de los mismos no debe ser inferior a 2.

11.4.1.2 El número de medios de evacuación de una planta o porción de la misma desde ser como sigue:

(1) Para una carga de ocupación superior que 500 personas pero no superior a 1000 = no menos de 3.

(2) Para una carga de ocupación superior a 1000 personas = no menos de 4.

11.5 Disposición de los Medios de Evacuación

11.5.1.1 Las salidas deben estar localizadas y el acceso a la salida debe estar dispuesto de tal manera que exista disponibilidad en todo momento.

11.5.1.2 Donde las salidas no sean inmediatamente accesibles desde un área, o pasillos que guíen directamente a cualquier salida, debe ser mantenido y debe estar dispuesto para dar acceso a cada ocupante a no menos de dos salidas.

11.5.1.3 Cuando más de una salida se requiere desde un edificio o porción del mismo, dichas salidas deben estar localizadas separadas de las otras, de tal manera que se minimice la posibilidad que más de una pueda ser bloqueada por un fuego o cualquier condición de emergencia.

11.5.1.4 Donde se requieran dos salidas, deben estar separadas una de la otra una distancia mayor que la mitad de la distancia máxima diagonal del área del edificio servido, medido en línea recta desde la arista más cercana a la salida. Cuando se dispongan vestíbulos previos en las salidas y estén interconectadas y con una resistencia al fuego de no menos de 1 hora, la separación entre salidas se puede medir a lo largo de la línea de evacuación en el pasillo.

11.5.1.5 Cuando más de dos salidas son exigidas, al menos dos de ellas deben estar dispuestas cumpliendo la distancia de separación mínima. Las otras salidas deben estar dispuestas de tal manera que si una se bloquea, las otras quedan disponibles.

11.5.4.1 Las áreas accesibles a personas con movilidad reducida no deben tener menos de dos salidas accesibles. El acceso debe tener no menos de un área de refugio o una salida accesible siempre que el recorrido de evacuación sea accesible y dentro de los límites de recorridos de evacuación admisibles.

11.6 Distancia de los Recorridos hacia las salidas

11.6.2 El recorrido de evacuación debe ser medido en el suelo o otra superficie sobre el eje natural del recorrido, empezando en el punto más remoto de ocupación, curvando en cualquier esquina u obstáculo con una distancia de 0,3 m de separación, y finalizando en el centro de la puerta de salida o en el punto donde comience la salida.

11.7.2 No más del 50% del número de salidas requerido, y no más del 50% de la capacidad de evacuación de las salidas, debe ser permitido para evacuar a través de áreas en planta de salida de edificio, siempre que los criterios de 11.7.2 (a) a 11.7.2 (c) se cumplan.

(a) La evacuación en planta de salida de edificio debe llevar a un paso libre de obstáculos hacia el exterior del edificio, y ese paso debe ser oportunamente visible e identificable desde el punto de descarga de la salida.

(b) La planta de salida de edificio debe estar protegida todo a lo largo con un sistema de rociadores aprobado de acuerdo con la sección 55.3, o la porción de la planta usada para la evacuación protegida por un sistema de rociadores aprobado y separado por el resto de la planta (no protegida por rociadores) por un recinto protegido con una resistencia a fuego requerida en el artículo 11.1.3.2.1.

(c) La totalidad del área de la planta de salida de edificio debe estar separada de las áreas inferiores por elementos constructivos con resistencia a fuego no menor que la requerida para el recinto protegido.

CAP.16. Edificios de Publica Concurrencia

16.1.2.2 Ocupación simultanea. las salidas deben ser suficientes para la ocupación simultánea de publica concurrencia y la de otras partes del edificio

16.2. requerimientos de los medios de evacuación

16.2.2.2 Puertas

16.2.2.2.2 Ocupaciones de publica concurrencia con carga de ocupación de 300 o menos en centros se les permite tener parrillas de seguridad verticales o horizontales o puertas que cumplan con la excepción no.2 a 11.2.1.4.1 en las principales entradas/salidas.

16.2.2.2.6 a las Puertas en las medios de evacuación se les permite estar equipadas con sistemas de control de acceso aprobados cumpliendo con 11.2.1.6.2. Las puertas no deben estar bloqueadas desde el lado de evacuación cuando el edificio esté ocupado.

16.2.2.8.2 para escaleras de pases que sirvan a pasarelas, la limitación especificada en 11.2.9.1 (3) de tres personas se permite que se incremente hasta 10 personas.

16.2.3.2. Asientos de tipo teatro. El Mínimo ancho libre de pasillos y otras vías de evacuación sirviendo a asientos de tipo teatro, o asientos similares dispuestos en filas, debe estar de acuerdo a la tabla 16.2.3.2. El mínimo ancho libre indicado debe ser modificado de acuerdo con todo lo siguiente:

- (1) Si la contrahuella excede de 17,78cm en altura, el ancho de escalera en la tabla debe ser multiplicado por el factor A, donde A es $1 + ((\text{contrahuella} - 7) / 5)$
- (2) Si la contrahuella excede de 178mm en altura, el ancho de escalera en la tabla debe ser multiplicado por el factor A, donde $a = 1 + ((\text{altura de contrahuella} - 178) / 125)$
- (3) Las escaleras que no tienen pasamanos a 176mm de distancia horizontal, deben ser un 25% más anchas que por cálculo, esto es, su ancho debe ser multiplicado por el factor B, donde b es igual a 1,25

16.2.3.3 Entrada/salida principal. Cada ocupación de publica concurrencia debe estar provisto de una entrada/salida principal. La entrada/salida principal debe tener un ancho suficiente para acomodar a la mitad del total de la carga de ocupación, y debe estar al nivel de la salida de edificio o conectar a una escalera o rampa que comunique con la calle.

Donde la entrada/salida principal de la ocupación de publica concurrencia es a través de un hall, la capacidad agregada de todas las salidas desde el hall se permite que sea igual a la capacidad requerida de la principal entrada/salida, independientemente de si todas esas salidas sirven como entradas al edificio.

16.2.3.4 Otras salidas. Cada nivel de ocupación de publica concurrencia debe tener acceso a la entrada/salida principal y debe estar provisto de salidas adicionales de ancho suficiente para acomodar un mínimo de la mitad de la carga de ocupación total servida por ese nivel. Dichas salidas deben estar localizadas tan separadas como sea posible de la entrada/salida principal. Dichas salidas deben ser accesibles desde un pasillo de cruce o un pasillo lateral.

16.2.3.5 Ancho mínimo de pasillo. El ancho mínimo de pasillo de cualquier pasillo de acceso de salida que sirva a 50 o más personas debe ser de 112cm

16.2.4.2 Un recinto de pública concurrencia exterior vallado debe tener al menos dos medios de evacuación muy separados del recinto. Si mas de 6000 personas son servidas por esas vías de evacuación, debe haber al menos tres vías de evacuación; si más de 9000 personas son servidas, debe haber al menos 4 medios de evacuación.

16.2.5.1.2 Se permite vías de evacuación común para los primeros 6,1m desde cualquier punto donde se sirve a cualquier numero de ocupantes, y para los primeros 23m desde cualquier punto donde se sirve a no más de 50 ocupantes.

16.2.5.1.3 Pasillos sin salida no deben exceder de 6,1m

16.2.5.2 Limitaciones. No se permite que las vías de evacuación sean a través de cocinas, almacenes, habitaciones, camerinos o otras áreas de uso indefinido según se describe en 16.3.2

16.2.5.5.1 Para determinar el ancho libre requerido del acceso de un pasillo entre filas de asientos, deben hacerse medidas horizontales (entre planos verticales) desde el respaldo de uno de los asientos hasta la proyección del asiento que está detrás.

16.2.5.5.2 El pasillo de acceso entre filas de asientos debe tener un ancho mínimo no inferior a 30,5cm, y esta mínimo ancho libre debe ser incrementado en función de la longitud de la fila de acuerdo con 16.2.5.5.3 y 16.2.5.5.4

16.2.5.5.3 Las filas de asientos servidos por el pasillo a ambos extremos no deben tener mas de 100 asientos por fila. el mínimo ancho libre de 30,1cm de acceso a pasillo entre dichas filas, debe incrementarse en 7,6mm por cada asiento que sobrepase de 14, pero no debe exceder 55,9cm.

16.2.5.5.4 Las filas de asientos servidos por un pasillo en un único extremo, deben tener un recorrido inferior a 9,1m en distancia entre cualquier silla a el pasillo. el minimo ancho libre de 30,1cm entre dichas filas, debe ser incrementado en 15mm por cada asiento que sobrepase los 7

16.2.5.6.2 Pasillos muertos. Pasillos muertos no deben exceder de 6,1m en longitud.

16.2.5.6.3 Mínimo ancho libre de pasillos.

(1) 122cm para escaleras que tengan asientos a ambos lados o 91cm donde el pasillo no sirve a mas de 50 asientos

(2) 91cm para escaleras con asientos en un único lado

(5) 91cm para pasillos de rampa o nivel que tengan asientos en un único lado.

16.2.5.6.5 contrahuellas de escalera de pasillo

- (A) El alto de la contrahuella debe tener un mínimo de 10,2cm
- (B) El alto de la contrahuella no debe exceder de 20,3 cm

16.2.5.7 Paso de acceso a pasillos que den servicio a mesas (sentados)

16.2.5.7.1 El mínimo ancho requerido de el paso de acceso de un pasillo debe ser de 30,5cm

16.2.5.7.2 Donde asientos no fijos se localizan entre una mesa y un acceso a pasillo, la medida de ancho libre requerido de un acceso a pasillo de ver ser hecho a un línea 48,3cm alejado de la esquina de la mesa. Los 48,3cm de distancia debe ser medida perpendicularmente a la esquila de la mesa.

16.2.5.7.4 El recorrido de evacuación a lo largo del paso de acceso a pasillo no debe exceder de 10,9m desde cualquier asiento a el pasillo o puerta de salida mas cercana.

16.2.5.8.2 El mínimo ancho que da servicio a mesas con asientos debe ser de 112 cm, donde se sirva a una carta de ocupacion no mayor de 50, y 91cm donde se sirva a una carga de 50 o menos.

16.2.6 distancia de recorrido a una salida. Las salidas deben estar dispuestas de tal manera que la distancia de recorrido desde cualquier punto hasta alcanzar una salida, no podrá exceder de 60m.

CAP. 17. Ocupaciones Educativas

17.1.2.2 publica concurrencia y educacional

(a) Los espacios sujetos a ocupación de publica concurrencia deben cumplir con capitulo 16, incluyendo 16.1.2.2, que indica que, donde salidas de emergencia de auditorios y gimnasios llevan a un pasillo o escalera que también sirve de evacuación para otras partes del edificio, la capacidad de evacuación debe ser suficiente para permitir evacuación simultanea de auditorio y secciones de aulas.

17.1.2.3 Dormitorios y aulas. Cualquier edificio utilizado para ambos fines de dormitorio y aulas, debe cumplir con las provisiones aplicables del cap.24 además de las indicadas en este capitulo.

Donde las secciones de clases y dormitorios no están sujetos a ocupación simultánea, la misma capacidad de evacuaciones será permitida para servir a ambas secciones.

17.2.1.2 Las habitaciones normalmente ocupadas para guardería, parvulario o estudiantes de primer grado, deben estar localizados en la planta de salida de edificio. Las habitaciones que normalmente se ocupan por estudiantes de segundo grado, no deben estar localizadas a más de una planta sobre la planta de salida del edificio.

17.2.1.3 a las habitaciones o áreas localizadas en otras plantas distintas a las especificadas en 17.2.1.2, se les permite ser usadas, si están provistas de vías de evacuación independientes de las dedicadas a los usos de preescolar, guardería, primer grado o estudiantes de segundo grado.

17.2.3.2 El ancho mínimo de pasillo

17.2.3.2.1 Los pasillos de evacuación no deben tener menos de 1,8m de ancho libre

17.2.3.2.2 fuentes para beber u otro equipamiento, fijo o móvil, no debe estar situado de tal manera que obstruya el ancho mínimo de pasillo requerido.

17.2.4 Numero de salidas No menos de 2 salidas separadas deben cumplir los siguientes criterios:

1. deben estar en cada planta
2. deben ser accesibles desde cualquier parte de la planta y entresuelo

17.2.5.2 Pasillos muertos (en fondo de saco). No deben superar los 6,1m, a no ser en edificios protegidos en su totalidad por sistemas de rociadores automáticos aprobados y supervisados según sección 55.3, en cuyo caso los pasillos muertos no deben exceder de 15m

17.2.5.3 Recorrido de evacuación común. No debe superar los 23m, a no ser que sean los primeros 30m de un edificio protegido en su totalidad por sistemas de rociadores automáticos aprobados y supervisados de acuerdo con sección 55.3

17.2.5.4 Salidas. Todas las estancias normalmente sujetas a ocupación por estudiantes, deben tener una puerta de salida que comunique directamente a un pasillo o salida.

17.2.5.6 Pasillos. no deben tener menos de 91cm de ancho. El espacio entre filas paralelas de asientos no debe estar sujeto al mínimo ancho de pasillo, siempre que el número de asientos que se encuentren entre cualquier asiento y el pasillo no exceda de 6

17.2.6 Distancia de recorrido.

- (a) La distancia de recorrido a una salida no debe exceder de 45m desde cualquier punto del edificio.
- (b) la distancia de recorrido no debe exceder de 60m en edificios educacionales protegidos por sistemas de rociadores automáticos aprobados y supervisados de acuerdo con la sección 55.3

17.2.10

- (b) La señalética no se requiere donde las salidas son evidentes y familiares a todos los ocupantes, como en pequeños colegios de educación primaria.

17.2.11.1 Todas las estancias o espacios mayores a 23,2m² utilizados como clase u otro uso educacional o normalmente sujetos a ocupación por estudiantes, deben tener al menos una ventana al exterior para rescate de emergencia.

CAP. 18. Centros de Día

18.1.1.3 La sección entre 18.1 y 18.5 establece los requerimientos de seguridad de vida para centros de día con más de 12 clientes cuidados y supervisados por otros que no son sus relativos tutores legales por menos de 24 horas al día.

18.1.1.5 En casas de más de un grupo de edad con propia autonomía en su cuidado, los requerimientos más estrictos aplicables a cualquier grupo deben aplicarse a la parte de ocupación de centro de día, a no ser que el área del edificio para ese grupo se mantenga como área separada de fuego.

18.2.2.2.2 Barras antipánico o dispositivos para evacuación de incendio. a Cualquier puerta que sea requerida como recorrido de evacuación desde un área con ocupación de 100 o más personas, se le permite estar provista con una llave o cerrojo solo si dicho cierre es un dispositivo anti-pánico o dispositivo de salida de emergencia de fuego que cumpla con 11.2.1.7

18.2.4 Número de salidas. no menos de dos salidas separadas deben cumplir los siguientes criterios

- (1) deben estar dispuestas en cada planta
- (2) deben estar accesibles desde cualquier parte de la planta o entresuelo

18.2.5.2 Ningun pasillo ciego debe exceder de 6,1m, a no ser que el edificio este protegido por sistemas de rociadores automaticos aprobados y supervisados de acuerdo con la seccion 55.3. en este caso se le permite una longitud que no exceda de 15m

18.2.5.3 Ningun recorrido de evacuacion comun debe superar los 23m, a no ser que los primeros 30m pertenezcan a un edificio protegido por sistemas de rociadores automaticos aprobados y supervisados de acuerdo con la seccion 55.3

18.2.6.2 Distancia de recorrido.

- (1) La distancia entre cualesquiera puertas de habitacion que sean salida y una salida, no debe exceder de 30m
- (2) la distancia de recorrido entre cualquier punto de una habitacion y la salida no debe exceder de 45m
- (3) la distancia de recorrido entre cualquier punto en un dormitorio y una puerta de salida, no debe exceder de 15m
- (4) la distancia de recorrido especificada en 18.2.6.2 (1) y 18.2.6.2 (2) se permitira que sea incrementada en 15m en edificio protegido por sistemas de rociadores automaticos aprobados y supervisados de acuerdo con la seccion 55.3

CAP. 18.6. Hogares de Centros de Dia

18.6.1.1.2 La seccion 18.6 establece las condiciones de seguridad de vida para hogares de centro de dia en los que más de tres pero no mas de 12 clientes reciben cuidados y vigilancia por otros que no son sus parientes o tutores legales durante menos de 24 horas al día (generalmente dentro de la unidad de vivienda)

18.6.2.4.1 en hogares de centro de dia de grupos, cada piso ocupado por clientes debe tener no menos de 2 medios de escape distanciados.

18.6.2.4.2 cada habitacion utilizada para dormir, vivir o comer, debe tener al menos dos vias de escape, al menos una de las cuales debe ser una puerta o escalera como medio de paso sin obstaculos hacia el exterior del edificio en la calle o planta baja. La segunda via de escape esta permitida que tenga una ventana de acuerdo con 18.2.11. Ninguna habitacion o espacio que sea accesible solo por una escalera de patas o escalera plegable, o a traves de una puerta de trampilla, debe estar ocupada para fines de vivienda o dormitorio

18.6.2.6 Distancia de recorrido.

- (1) La distancia entre cualesquiera puertas de habitacion que sean salida y una salida, no debe exceder de 30m
- (2) la distrancia de recorrido entre cualquier punto de una habitacion y la salida no debe exceder de 45m
- (3) la distancia de recorrido entre cualquier punto en un dormitorio y una puerta de salida, no debe exceder de 15m
- (4) la distancia de recorrido especificada en 18.2.6.2 (1) y 18.2.6.2 (2) se permitira que sea incrementada en 15m en edificio protegido por sistemas de rociadores automaticos aprobados y supervisados de acuerdo conseccion 55.3

CAP. 19. Ocupacion Sanitaria

19.1.1.1.4 Instalaciones sanitarias regualdas por este capitulo deben ser entendidas como esas instalaciones que proveen de facilidades de dormitorio para sus ocupantes, y están ocupadas por personas que son principalmente incapades de su propio cuidado debido a su edad, discapacidad mental o porque las medidas de seguridad no están bajo el control de los ocupantes.

19.2.2.2.8 Donde las puertas de un recinto de escaleras se mantienen abiertas por un dispositivo automatico según permitido en 19.2.2.2.7, , el comienzo de una accion de cierre de las puertas en cualquier nivel debe provocar el cierre de todos los cierres de las puertas en todos los niveles.

19.2.2.5.1 No menos de 2,8 m² netos por paciente in un hospital o enfermeria, o no menos de 1,4m² netos por residente en una instalacion de cuidado limitado, debe estar provisto con un area agregada de pasillos, habitaciones de pacientes, habitaciones de tratamiento, comedores y otras areas similares a cada lado de la salida horizontal. En plantas en donde no haya pacientes encamados , no menos de 0,56m² netos por ocupante deben estar previston en cada lado la salida de horizontal para el total de los ocupantes de los compartimentos adyacentes.

19.2.2.5.2 La capacidad total de evacuacion de otras salidas (escaleras, rampas, puertas con salida a fuera del edificio) no debe reducirse a menos de un tercio de la requerida para el area total del edificio.

19.2.2.5.3 Una unica puerta de salida se permite in una salida orizontal si la salida sirve solo en una direccion. dicha salida debe ser un puerta vasculante o ouna puerta horizontalmente deslizante cumpliendo con 11.2.1.14. La puerta debe tener no menos de 105cm de ancho libre.

19.2.2.5.4 Una salida horizontal que implique a un pasillo 2,4 m o más en ancho, sierviedno como medio de evacuacion desde ambos lados de la puerta, debe tener la apertura protegida por un par de puertas practibavles dispuestas para precticar en direcciones opuerstas desde cada una, con cada puerta teniendo un ancho libre no inferior a 105cm, o por una puerta deslizante que cumpla con 11.2.1.14 que de un ancho mínimo de 211cm

19.2.3.3 pasillos y rampas requeridos como vias de evacuacion en un hospital o enfermeria deben tner no menos de 2,4m libres de obstaculos en el ancho, a no ser que lo contrario se permita por lo siguiente:

2. pasillas y rampas en areas adjuntas no intencionadas para internamiento, tratamiento o uso de hospitalizados, no debe ser menor de 112cm en ancho libre no ostaculizado.

19.2.3.4 Pasillos y rapas como vias de evacuacion en una instalacion de cuidados limitados o hospital psiquiatrico, debe tener no menos de 1,8m de ancho libre.

19.2.3.5 El ancho mínimo de puertas en recorridos de evacuacion desde dormitorios; áreas de tratamiento y diagnóstico deben cumplir lo siguiente

(1) Hospitales y enfermerias = 105cm

(2) HOspitales psiquiatricos e instalaciones para cuidados limitados = 81cm

19.2.4 Numero de salidas

19.2.4.1 no menos de dos salidas de los tipos descritos en 19.2.2.2 a 19.2.2.10 , separadas, deben estar en cada planta o seccion de fuego del edificio.

19.2.4.2 no menos de una salida desde cada planta o seccion de fuego para los siguientes casos:

1. Puertas que abre directamente hacia el exterior del edificio
2. escaleras
3. recinto estanco al humo
4. rampa
5. paso de salida

19.2.5.2 cualquier dormitorio de pacientes ocualquier suite que incluya dormitorios para pacientes, de mas de 93m2, debe neter no menos de dos salidas separadas.

19.2.5.3 cualquier habitacion o suite de dormitorios, distintos a dormitorios de pacientes, de masd de 230m2 deben tener no menos de 2 salidas distanciadas.

19.2.5.6 Suites de dormitorios no deben exceder de 460m².

19.2.4.7 Suites de habitaciones distintas a dormitorios de pacientes, no deben exceder de 930m²

19.2.5.8 Suites de habitaciones, distintas a dormitorios de pacientes, se permite que tengan una habitación de intervención si la distancia de recorrido dentro de la suite a la puerta de salida no exceda de 30m y se permite que tengan dos habitaciones de intervención cuando el recorrido dentro de la suite a las puertas de salida no exceda de 15m

19.2.5.10 Cada salida o acceso de salida debe estar dispuesto de tal manera que ningún pasillo, o paso tenga un bolsillo o final muerto que exceda de 9,1m

19.2.6.2.1 el recorrido entre cualquier habitación y cualquier puerta requerida como salida y la salida no debe exceder de 45m

19.2.6.2.2 el recorrido entre cualquier punto de una habitación y cualquier salida no debe exceder de 60m.

19.2.6.2.3 El recorrido entre cualquier punto en una habitación-dormitorio de un centro de cuidados y la puerta de salida en dicha habitación no debe exceder de 15m.

19.2.6.2.4 El recorrido entre cualquier punto de una suite de dormitorios, como se permite por 19.2.5, y una puerta de salida de dicha suite no debe exceder de 30m y debe cumplir los requerimientos de 19.2.6.2.2.

19.3.7 Subdivisión de espacios en el edificio

19.3.7.1 Los edificios que contengan cuidados de salud deben subdividirse por barreras contra humos como se especifica en 19.3.7.1(a) hasta 19.3.7.1(e)

(a) Toda planta usada por hospitalizados para dormir o tratamiento se debe subdividir en no menos de 2 compartimentos de humo.

(b) Toda planta con 50 o más personas, cueste lo que cueste, debe ser dividido en no menos de 2 compartimentos de humo.

(c) El tamaño de cada compartimento de humo requerido en 19.3.7.1(a) y 19.3.7.1(b) está limitado a un área no superior a 2100 m².

19.3.7.5 [...] El ancho mínimo de puertas en recorridos de evacuación deben cumplir lo siguiente

(a) Ancho mínimo para puerta practicables:

(1) Hospitales y enfermerías = 105 cm

(2) Hospitales psiquiátricos e instalaciones para cuidados limitados = 81 cm

(b) Ancho mínimo para puerta deslizantes:

(1) Hospitales y enfermerías = 211 cm

(2) Hospitales psiquiátricos e instalaciones para cuidados limitados = 163 cm

19.4.3.2 Capacidad de los medios de evacuación (en edificios no protegidos por rociadores)

(1) 13 mm por persona para recorridos horizontales, sin ser escaleras, como por ejemplo puertas, rampas.

(2) 15 mm por personas para recorridos en escaleras.

19.4.3.3.2 La distancia en recorridos de evacuación entre cualquier puerta de habitación y una salida no debe exceder de 30m.

19.4.3.3.3 La distancia en recorridos de evacuación entre cualquier punto de una habitación y una salida no debe exceder de 45m.

CAP. 20. Ambulatorios

20.2.3 Capacidad de los medios de evacuación

20.2.3.1 La capacidad de cualquier medio de evacuación debe ser determinado con lo prescrito por 28.2.3 y la sección 11.3.

20.2.3.2 El ancho libre de cualquier pasillo o paso requerido como salida no debe ser menor de 112 cm.

20.2.3.3. Puertas en los medios de evacuación desde áreas de tratamiento o diagnóstico, deben tener un ancho libre no menor que 81 cm.

20.2.4 Número de salidas

20.2.4.1 No menos de dos salidas de las descritas en 28.2.2 que estén separadas deben disponerse para cada planta y cada compartimento de fuego del edificio.

20.2.4.2 Cualquier habitación, o suite de habitaciones, de más de 230 m² debe tener al menos dos salidas separadas.

20.2.4.3 No menos de dos salidas de las descritas en 28.2.2 deben ser accesibles desde cada compartimento de humo

20.2.6.2 Distancia de recorrido.

(1) La distancia entre cualesquiera puertas de habitacion que sean salida y una salida, no debe exceder de 30m

(2) la distancia de recorrido entre cualquier punto de una habitacion y la salida no debe exceder de 45m

(3) la distancia de recorrido especificada en 20.2.6.2 (1) y (2) se permitira que sea incrementada en 15m en edificios protegidos por sistemas de rociadores automaticos aprobados y supervisados de acuerdo con la seccion 55.3

20.3.7.6 No menos de 1,4 m² útiles por ocupante debe estar provisto dentro del area agregada de pasillos, habitaciones de pacientes, habitaciones de tratamiento, comedores, y otras áreas comunies a cada lado de la compartimentacion de humo par aun numero total de ocupantes en compartimentos adyacentes

CAP. 21. Cárceles y Correccionarios

21.1.1.3 estancias de detencion y correccion, son aquellos usados para fines como instituciones correccionales, instalaciones presidiarias, centros residenciales de la comunidad, escuelas de entrenamiento, campos de trabajo, centros de rehabilitacion donde los ocupantes estan confinados o acogidos bajo cierto nivel de restriccion y seguridad.

Al menos 0,56m de espacio accesible por ocupante debe ser provisto a cada lado de la salida horizontal para el numero total de personas en compartimentos colindantes.

21.2.2.5.2 Se le permite a las salidas horizontales que comprendan el 100% de las salidas requeridas, siempre que una salida distinta a la salida horizontal, sea accesible en algun otro (no necesariamente adyacente) compartimento de fuego sin requerir la vuelta a través del compartimento donde se originó el fuego.

21.2.3 Capacidad de medios de evacuación

21.2.3.2 Pasillos y rampas necesarias para evacuación tendrán un mínimo de 1,2m de ancho

21.2.4.1 Al menos dos salidas separadas deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) Deben estar en cada planta

(2) Deben ser accesibles desde todas las partes de cada planta, compartimento de fuego o compartimento de humo, pero la evacuación a la salida debe permitir que sea común para las distancias permitidas como paso común de evacuación.

21.2.5.1 Todos los dormitorios deben tener una puerta que lleve directamente a un pasillo de acceso de salida.

21.2.5.2 Ninguna salida o acceso de salida debe contener un pasillo o hall de paso que tenga un bolsillo o dead-end que exceda 15m para condición de uso II, Condición de uso III, o condición de uso IV y que exceda de 6,1 m para la condición de uso V

21.2.5.3 Ninguna vía común de evacuación debe exceder de 30m

21.2.6 distancia de evacuación a las salidas

21.2.6.1 La distancia del recorrido entre la puerta de cualquier habitación requerida como un acceso de salida y una salida no debe exceder de 30m.

21.2.6.2 La distancia del recorrido entre cualquier punto en una habitación y una salida no debe exceder de 45m

21.2.6.3 La distancia de evacuación entre cualquier punto en un dormitorio y la puerta en esa habitación, no debe exceder de 15m.

(A) El recorrido máximo permitido especificado en 21.2.6.3 debe ser incrementado a 30m en dormitorios abiertos donde los muros de cerramiento del espacio del dormitorio son de una construcción smoke-tight.

(b) donde el recorrido a la puerta de salida desde cualquier punto dentro del dormitorio que exceda de 15m segun los permitido por 21.2.6.3 (A), debe haber un mínimo de dos accesos de salida separados entre si.

21.2.7.1 Descarga desde Salidas

21.2.7.1 Se permite que las salidas descarguen dentro de una finca vallada o amurallada, siempre que no mas de dos muros de la finca sean los muros de la construccion de los que se está haciendo la evacuación. Fincas cerradas deben tener un tamaño suficiente para acomodar a todos los ocupantes a una mínima distancia de 15m del edificio mientras se provee un área neta por persona de 15m²

21.2.11 Aspectos Especiales

Las puertas de dormitorios de internos deben tener un mínimo de 71cm de ancho libre
Se permite que las puertas en medios de evacuacion sean del tipo de deslizamiento horizontal, siempre que la fuerza para deslizarlas hasta la completa apertura no exceda de 222n, cuando una fuerza perpendicular de 222n se aplica simultáneamente.

21.2.7 Subdivision de Espacios del Edificio

21.3.7.1 Debe haber barreras de humo para dividir cada piso usado para dormir por los residentes, o cualquier piso con una carga de ocupacion de 50 personas o mas, dentro de un mínimo de dos compartimentos.

(3) Un area abierto y segura que tenga un espacio de contencion localizado a 15m del area habitada que provee 15m² o mas de area de refugio para cada persona (residentes, empleados, visitantes) potencialmente presente en el momento del fuego.

21.3.7.2 Donde se requieren barreras de humo por 21.3.7.1, deben estar provistas como sigue:

- (1) Deben limitar la carga de ocupacion a no mas de 200residentes en cualquier compartimento de humo.
- (2) a) la distancia de cualquier puerta de habitacion requerida como acceso de salida que no exceda de 30m
- b) La distancia desde cualquier punto en una habitacion que no exceda de 45m

21.3.7.5 Por lo menos 0,56m² netos por ocupante debe estar provisto a cada lado de la barrera de humo para el numero total de ocupantes en compartimentos adyacentes.

CAP. 22. Viviendas de 1 y 2 familias

22.1.1.2 Viviendas de una y dos familias deben estar limitadas a edificios que contienen no mas de dos unidades de vivienda en las que cada unidad de vivienda es ocupada por miembros de una unica familia que no tiene mas de tres personas ajenas, si se da el caso, alojadas en habitaciones alquiladas.

22.2 Requerimientos en Medios de Escape

22.2.2 Numero y tipo de Medios de Escape

22.2.2.1 En viviendas o unidades de vivienda de dos habitaciones o más, cada dormitorio y cada sala de estar deben tener no menos de una via de escape primaria.

22.2.2.2 En viviendas o unidades de vivienda de dos habitaciones o más, cada dormitorio y cada sala de estar deben tener no menos de un medio de escape secundario, an o ser que se de una de las siguientes condiciones:

(1) El dormitorio o area de estar tiene una puerta que da directamente al exterior del edificio o a un "level grade"

(2) La unidad de vivienda esta protegido en su totalidad por un sistema de rociadores automaticos aprobado de acuerdo a 22.3.5

22.2.2.3 El medio de escape primario debe ser una puerta, escalera o rampa que provea un medio de recorrido no obstruido hacia el exterior de la unidad de vivienda a una calle o planta baja.

22.2.2.4 la via de escape secundaria debe ser según lo descrito en 22.2.2.4.1 o en 22.2.2.4.3

22.2.2.4.1 el medio de escape secundario debe ser una puerta, escalera o rampa que provea un medio de recorrido no obstruido hacia el exterior de la unidad de vivienda a una calle o planta baja que sea independiente de, y distante de, la via de escape primaria

22.2.2.4.2 La segunda via de escape debe ser un passillo a traves de un espacio adjacente no bloqueable, independiente de y distante de la principal via de evacuacion, a cualquier via de escape aprobada.

22.2.2.4.3 La segunda via de escape debe ser una ventana exterior of puerta practicable desde el interior sin el uso de herramientas, llaves o esfuerzo especial, y debe proveer una apertura clara de no menos de 0,53m²

(a) el ancho de la apertura descrita en 22.2.2.4.3 debe ser no menor de 510mm, la altura debe ser no menor de 610mm, y la parte de debajo de la abertura no debe tener mas de 1120mm sobre el suelo

22.2.4 Puertas

22.2.4.1 Las puertas de la via de evacuacion de una via de escape distinta de puertas de baños de acuerdo a 22.2.4.2, debe tener un ancho de no menos de 710mm

22.2.4.2 Puertas de baño deben tener no menos de 610mm de ancho

22.2.4.3 las puertas no deben tener menos de 1980mm en altura nominal.

22.2.4.6 las puertas deben ser vasculantes o deslizantes

22.2.4.7 todos los dispositivos de bloqueo en cualquier via de escape que impidan o prohíban la evacuacion, o que no pueden ser facilmente quitadas, deben estar prohibidas.

22.2.5 Escaleras, Rampas, Barandillas y Pasamanos

TABLA 22.2.5.1.3 Criterio de Rampas como Vias de Escape Secundarias

Table 22.2.5.1.3 Secondary Means of Escape Ramp Criteria

Feature	Class A	Class B
Minimum width	44 in. (1120 mm)	30 in. (760 mm)
Maximum slope	1 in 10	1 in 8
Maximum height between landings	144 in. (3660 mm)	144 in. (3660 mm)

22.2.5.2. El ancho libre de las escaleras, descansillos, rampas, balcones y porches, deben tener no menos de 910mm, medidos de acuerdo con 11.3.2

22.2.6 Halls de Paso

22.2.6.1 el ancho de los halls de paso, no debe ser menor de 910mm

CAP. 23. Ocupacion de Casa de Alojamiento y Habitaciones

23.1.1.1 Este capítulo se aplica a edificios que den acomodacion para dormir a un total de 16 personas o menos de manera permanente o transitoria, con o sin comidas, pero sin cicinas separadas para los ocupantes habituales excepto lo dispuesto en capítulo 22.

23.2 Requerimientos de los Medios Escape

23.2.1.1 cada dormitorio y area de estar, debe tener un acceso a un medio de escape promario que cumpla con 22.2.2.3 y loclizado para proveer una via de escape segura hacia el exterior.

23.2.1.2 donde los dormitorios estan sobre o bajo el nivel de descarga de salida, la viad de evacuación primaria debe ser una escalera interior de acuerdo con 23.2.2, una escalera exterior o una salida horizontal de acuerdo con 11.2.4

23.2.1.3 Además de la primera ruta, cada dormitorio y area de estar, debe tener una via de escape secundaria de acuerdo con 22.2.2.4, ano ser que el dormitorio o estar tenga una puerta que lleve directgamente al exterior del edificio con acceso a grada o a escalera que cumpla los requerimientos de escaleras exteriores en 23.2.1.1

23.2.1.4 en edificios distintos a aquellos protegidos en su totalidad por un sistema de rociadores automaticos de acuerdo con 23.3.6 que sea electricamente supervisado de acuerdo con 55.3.2, cada piso que tenga un área superior a 185m², o con una distancia de recorrido a las vias de escape primarias mas largos de 23m debe estar provisto con dos vias de escape primarias separadas.

23.2.3 las puertas en las vias de escape, distintas a puertas de baños de acuerdo con 23.2.3.2 an pasos de recorrido en vias de escape, no deben ser menores de 71cm de ancho.

23.2.3.2 Las puertas de los baños deben tener no menos de 61cm de ancho

CAP. 24. Ocupaciones de Hoteles y Dormitorios

24.2 medios de evacuacion requeridos

24.2.1.2 medios de escape dentro de habitaciones de huéspedes deben cumplir con lo provisto en sección 22.2 para viviendas de 1 o dos familias

24.2.2.2 puertas

24.2.2.2.1 ninguna puerta en ninguna salida de emergencia debe ser bloqueada contra evacuación cuando el edificio esté ocupado

24.2.2.2.4 las puertas deslizantes horizontalmente, según se permite en 11.2.1.14 no deben ser utilizadas atravesando pasillos.

24.2.3 capacidad de medios de evacuación

24.2.3.3 los pasillos distintos a los de habitaciones de huéspedes individuales, deben tener un ancho que les permita acomodar la carga de ocupación requerida y que nunca debe ser menor de 112cm

24.2.4.1 en edificios, distintos a los que cumplen con 24.2.4.2, debe haber no menos de dos salidas separadas en cada planta.

24.2.4.2 en edificios de cuatro pisos o menos protegidos en la totalidad del edificio por un sistema de rociadores automáticos según previsto en 24.3.5, que no tengan más de cuatro habitaciones de huéspedes por planta, se permite que tengan una única salida bajo las siguientes condiciones:

- (1) la escalera está completamente protegida o separada por barreras que tengan una resistencia al fuego de no menos de 1 hora con autocerrado...
- (2) la escalera no sirve a más de la mitad de un piso bajo el nivel de salida.
- (4) el recorrido desde la puerta de entrada de cualquier habitación de huéspedes a una salida no debe exceder de 10,7m

24.2.5.3 en edificios que no estén totalmente protegidos por un sistema de rociadores automáticos según previsto en 24.3.5, las vías de paso comunes no deben exceder de 10,7m

24.2.5.4 en edificios totalmente protegidos por un sistema de rociadores automáticos según previsto en 24.3.5, las vías de paso comunes no deben exceder de 15m

24.2.5.6 en edificios que no estén totalmente protegidos por un sistema de rociadores automáticos según previsto en 24.3.5, pasillos ciegos no deben exceder de 10,7m

24.2.5.7 en edificios totalmente protegidos por un sistema de rociadores automáticos según previsto en 24.3.5, pasillos ciegos no deben exceder de 15m

24.2.5.8 todas las habitaciones de huéspedes o cualquier conjunto de habitaciones que exceda de 185m², deben tener no menos de dos puertas de salida distanciadas la una de la otra.

24.2.6.1 la distancia del recorrido dentro de una habitación o conjunto de habitaciones de huéspedes hasta el pasillo no debe exceder de 23m en edificios que no estén protegidos por un sistema de rociadores automáticos según previsto en 24.3.5

24.2.6. la distancia del recorrido dentro de una habitación o conjunto de habitaciones de huéspedes hasta el pasillo no debe exceder de 38m en edificios protegidos por un sistema de rociadores automáticos según previsto en 24.3.5

24.2.6.3.1 el recorrido entre la puerta del pasillo de cualquier habitación o conjunto de habitaciones de huéspedes a la salida más cercana, medida de acuerdo con la sección 11.6 no debe exceder de 30m

24.2.6.3.2 el recorrido entre la puerta del pasillo de cualquier habitación o conjunto de habitaciones de huéspedes a la salida más cercana, medida de acuerdo con la sección 11.6, no debe exceder de 60m para pasillos exteriores de salida dispuestos según 11.5.3

CAP. 25. Edificios de Apartamentos

25. 25.2.2.2.4 las puertas de deslizamiento horizontal, según se permite en 11.2.1.14 no debe ser usadas en pasillos.

25.2.3 capacidad de medios de evacuación

25.2.3.3 Los pasillos con una capacidad necesario de más de 50 personas, según especificado en sección 11.3, deben tener un ancho que acomode la carga de ocupación requerida, pero deben tener un ancho no menor a 1120mm.

25.2.4 Cada unidad de vivienda debe tener acceso al menos a dos salidas separadas localizadas según 11.5.1

25.2.4.1 a cada unidad de vivienda se le permite tener al menos dos salidas separadas según 11.5.1

25.2.4.2 a cualquier unidad de vivienda se le permite una única salida siempre que se cumpla una de las siguientes condiciones

- (1) la unidad de vivienda tiene una puerta de salida directa a la calle o jardín a nivel de planta
- (2) la unidad de vivienda tiene un acceso directo a la escalera exterior que cumple con 11.2.2.7 y sirve a un máximo de dos unidades, las cuales están localizadas en la misma planta
- (3) la unidad de vivienda tiene un acceso directo a una escalera interior que sirve solo a esa unidad, y está separada de otras unidades del edificio por barreras de fuego con un mínimo de 1 hora de resistencia y sin apertura dentro.

25.2.4.3 en cualquier edificio protegido en su totalidad por un sistema de rociadores automáticos supervisado y autorizado (25.2.3.5) que tenga cuatro o menos plantas, y con no más de cuatro unidades de vivienda por piso se permite tener una única salida bajo las siguientes condiciones

25.2.5.3.1 Ninguna vía común de evacuación debe exceder de 10,7m en edificios no protegidos por un sistema de rociadores automáticos supervisado y autorizado (25.2.3.5)

25.2.5.3.2 ninguna vía común de evacuación debe exceder de 15m en edificios protegidos por un sistema de rociadores automáticos supervisado y autorizado (25.2.3.5)

25.2.5.4.1 ningún pasillo ciego de evacuación debe exceder de 10,7m en edificios no protegidos por un sistema de rociadores automáticos supervisado y autorizado (25.2.3.5)

25.2.5.4.2 ningún pasillo en fondo de saco de evacuación debe exceder de 15m en edificios protegidos por un sistema de rociadores automáticos supervisado y autorizado (25.2.3.5)

25.2.6.1 la distancia de recorrido entre la unidad de vivienda (apartamento) hasta la puerta del pasillo no debe exceder de 23m en edificios no protegidos por un sistema de rociadores automáticos supervisado y autorizado (25.2.3.5).

25.2.6.2 la distancia de recorrido entre la unidad de vivienda (apartamento) y la puerta del pasillo no debe exceder de 38m en edificios protegidos por un sistema de rociadores automáticos supervisado y autorizado (25.2.3.5).

25.2.6.3.1 la distancia de recorrido desde la puerta de entrada de la unidad de vivienda hasta la salida más cercana no debe exceder de 30m

25.2.6.3.2 en edificios protegidos por un sistema de rociadores automáticos supervisado y autorizado (25.2.3.5), la distancia de recorrido desde la puerta de entrada de la unidad de vivienda a la salida más cercana no debe exceder de 60m

25.2.6.4 la distancia de recorrido desde áreas distintas a aquellas en unidades de vivienda, hasta la salida, medido de acuerdo con sección 11.6, no debe exceder de 60m, o 83m en edificios protegidos en su totalidad por un sistema de rociadores automáticos supervisado y autorizado (25.2.3.5).

CAP. 26 Ocupaciones Residenciales y de Cuidados

26.2.2.1.1 todos los dormitorios y zonas de estar deben tener acceso a una vía primaria de escape, localizada para proveer una vía segura de acceso al exterior

26.2.2.1.2 donde dormitorios y zonas de estar están sobre o bajo el nivel de descarga de salida, la vía principal de escape debe ser una escalera interior de acuerdo con 26.2.2.3, una escalera exterior, una salida horizontal o una escalera de escape al fuego.

26.2.2.2 vía de escape secundaria. dormitorios y zonas de estar en edificios sin un sistema de rociadores instalado según 26.2.3.5 deben tener una segunda vía de escape que consista en uno de los siguientes:

- (1) puerta, escalera, paso o hall que de una salida para paso sin obstáculos al exterior de la vivienda a calle o nivel de planta baja independiente y distante de la primera vía de escape.
- (2) el paso a través de un espacio adjacente, no bloqueable, independiente y distanciado de la vía primaria de escape, a cualquier vía de escape aprobada.
- (3) ventana o puerta exteriores que sean operables desde el interior sin el uso de herramientas, llaves o esfuerzo especial, y que tenga una abertura libre de no menos de 0,53m² con un ancho libre de no menos de 510mm, la altura no menor de 610mm, y la parte baja de la apertura a no más de 1120mm sobre el suelo, cuando se de uno de los siguientes casos
 - (a) la ventana está dentro de los 6100 mm de grado
 - (b) la ventana es directamente accesible por el departamento de rescate y aprobado por la autoridad de jurisdicción.
 - (c) La ventana o puerta abre hacia un balcón exterior

5. Discusión

En la siguiente tabla se reflejan las diferencias más importantes entre las dos normas. Dicha tabla se estructura siguiendo el esquema desarrollado por la NBE-CPI/96, que, aunque es más complejo que el de la norma NFPA 5000™, es muy familiar debido a su uso más cotidiano.

Tabla comparativa del Articulado Específico del Dimensionado de los elementos de Evacuación para todos los usos, de las normativas: NBE-CPI/96 – NFPA 5000™

	NBE-CPI/96	NFPA 5000™
		- Articulado general
		- Edificios de Publica Concurrencia
		- Docente
		- Centros de Día
		- Ocupación Sanitaria
		- Ambulatorios
	- Articulado general	- Cárceles y
	- Vivienda	Correccionarios
	- Hospitalario	- Viviendas de 1 y 2
	- Administrativo	familias
	- Docente	- Casa de Alojamiento y
	- Residencial	Habitaciones
	- Garaje o Aparcamiento	- Hoteles y Dormitorios
	- Comercial	- Edificios de
		Apartamentos
		- Residenciales y de
		Cuidados
		- Comerciales
		- Centros comerciales
		(Malls)
		- Administrativa
Restricciones a la ocupación		
<p>Aquellas zonas en las que todos los recorridos de evacuación precisen salvar en sentido ascendente una altura mayor que 4 m, bien en la totalidad del recorrido de evacuación hasta el espacio exterior, o bien en alguno de sus tramos, no podrán destinarse a permanencia habitual de personas, salvo cuando éstas estén vinculadas a puestos de trabajo destinados a mantenimiento o a control de servicios</p>		
		H > 4 m
Se excluye de la prescripción anterior la primera planta bajo rasante		

[NFPA 5000]. hospitalario . Las suites de dormitorios para pacientes no deben exceder de 460 m ² . Suites de habitaciones distintas a dormitorios de pacientes, no deben exceder de 930 m ² . Los edificios que contengan cuidados de salud deben subdividirse por barreras contra humos como se especifica en 19.3.7.1(a) hasta 19.3.7.1(e) (a) Toda planta usada por pacientes para dormir o tratamiento se debe subdividir en no menos de 2 compartimentos de humo. (b) Toda planta con 50 o más personas, cueste lo que cueste, debe ser dividido en no menos de 2 compartimentos de humo. (c) El tamaño de cada compartimento de humo requerido en 19.3.7.1(a) y 19.3.7.1(b) está limitado a un área no superior a 2100 m ² .
[NFPA 5000]. cárceles . Debe haber barreras de humo para dividir cada piso usado para dormir por los residentes, o cualquier piso con una carga de ocupación de 50 personas o mas, dentro de un mínimo de dos compartimentos.
[NFPA 5000]. residencias de cuidados . Todas las plantas deben estar divididas en no menos de dos compartimentos de humo, a no ser que se cumplan [...]. Cada compartimento de humos debe tener un área no superior a 2100m ² .

Cálculo de la ocupación

Con carácter general, se considerarán ocupadas simultáneamente todas las zonas o recintos de un edificio, salvo en aquellos casos en que la dependencia de usos entre ellos permita asegurar que su ocupación es alternativa

[NFPA 5000]. Para los fines de la sección 11.2, un edificio se debe considerar ocupado en cualquier momento si está abierto al público en general, a cualquier hora que esté abierto al público, o a cualquier otra hora que esté ocupado por más de 10 personas.
[NFPA 5000]. docente . Los espacios sujetos a ocupación de publica concurrencia deben cumplir con capítulo 16, incluyendo 16.1.2.2, que indica que, donde salidas de emergencia de auditorios y gimnasios llevan a un pasillo o escalera que también sirve de evacuación para otras partes del edificio, la capacidad de evacuación debe ser suficiente para permitir evacuación simultanea de auditorio y secciones de aulas. El grado de estudio a nivel de usos esta más detallado en la norma NFPA 5000, definiendo incluso la densidad de ocupación de los Malls según el tamaño o área utilizada (ver capítulo 11.3.1.2 de NFPA 5000™).

Recorridos de evacuación

La longitud de los recorridos de evacuación por pasillos, escaleras y rampas, se medirá sobre el eje. Los recorridos en los que existan tornos u otros elementos que puedan dificultar el paso no pueden considerarse a efectos de evacuación.

[NFPA 5000]. El recorrido de evacuación debe ser medido en el suelo o otra superficie sobre el eje natural del recorrido, empezando en el punto más remoto de ocupación, curvando en cualquier esquina u obstáculo con una distancia de 0,3 m de separación, y finalizando en el centro de la puerta de salida o en el punto donde comience la salida.
--

Las Rampas

Las rampas previstas como recorrido de evacuación se asimilarán a los pasillos, a efectos de dimensionamiento de su anchura y de determinación de las condiciones constructivas que le son aplicables. Su pendiente no será mayor que el 12% cuando su longitud sea menor que 3 m, que el 10% cuando su longitud sea menor que 10 m o que el 8% en el resto de los casos	A ≥ 112 cm L < 3 m → 12% L < 10 m → 10% L > 10 m → 8%	L < 9,12 m → 8,33% L > 9,12 m → 5% transversal < 2,08% L_d > 152 cm
--	---	--

[NFPA 5000]. Todo descanso debe tener un ancho no menor al ancho de la rampa. Todo descanso debe tener un ancho superior a 152 cm en la dirección del recorrido de evacuación.
[NFPA 5000]. Los cambios bruscos en la elevación en las superficies por las que se camina no deben exceder de los 0,6 cm. Cambios de la altura que excedan de los 0,6 cm, pero que no excedan de los 1,3 cm, deben ser nivelados con encuentros 1 a 2 (es decir, rampas del 50%). Cambios en la elevación que superen los 1,3 cm deben considerarse un cambio de nivel

Ascensores, escaleras mecánicas y rampas y pasillos móviles	
Los ascensores y las escaleras mecánicas no se considerarán a efectos de evacuación	
Las rampas y pasillos móviles podrán considerarse cuando no sea posible su utilización por personas que trasladen carros para el transporte de objetos y estén provistos de un dispositivo de parada activable manualmente, o bien automáticamente por un sistema de detección y alarma	
[NFPA 5000]. Las escaleras mecánicas y pasillos móviles no constituyen parte de los recorridos de evacuación en ningún caso.	
<p>[NFPA 5000]. <u>Ascensores en torres</u> (edificios en altura). Un ascensor que cumpla con los requerimientos del capítulo 54 y con 11.2.13 está permitido para uso como segunda salida de evacuación según se define en 3.3.500, siempre que los siguientes criterios se cumplan:</p> <p>(1) La torre y su estructura deben estar protegidas mediante un sistema de rociadores automático aprobado y supervisado, cumpliendo el artículo 55.3.</p> <p>(2) La torre debe tener una ocupación que no exceda de 90 personas (en cada nivel).</p> <p>(3) Las salidas primarias deben salir directamente al exterior.</p> <p>(5) El 100% de la capacidad de evacuación debe ser provista independientemente de los ascensores.</p> <p>La cabina del ascensor debe tener una capacidad no inferior a 8 personas.</p> <p>El vestíbulo del ascensor debe tener una capacidad no inferior al 50% de los ocupantes del área servida por el vestíbulo. La capacidad debe ser calculada usando 0,28 m² por persona y debe incluir un espacio para silla de ruedas de 76 cm · 122 cm por cada 50 personas, o fracción de las mismas, del total de ocupantes servidos por el vestíbulo.</p> <p>Un sistema de comunicaciones en dos direcciones debe estar provisto entre los vestíbulos del ascensor y una central de control y entre la cabina de ascensor y la central de control.</p> <p>El ascensor debe disponer de una operación de emergencia de bomberos de acuerdo con ASME A17.1, <i>Safety Code for Elevators and Escalators</i>.</p>	
Salidas	
Las salidas que se consideran en esta norma básica son:	
a) Salida de recinto, que es una puerta o un paso que conducen, bien directamente, o bien a través de otros recintos, hacia una salida de planta y, en último término, hacia una del edificio.	Cambio de sector: S ≥ 0,28 m² / persona
b) Salida de planta, que es alguno de los elementos siguientes:	hospitalario S ≥ 2,8 m² / paciente hospitalizado S ≥ 1,4 m² / paciente encamado
- el arranque de una escalera abierta que conduzca a una planta de salida del edificio, siempre que no tenga un ojo o hueco central con un área en planta mayor que 1,3 m ² . Sin embargo, cuando la planta esté comunicada con otras por huecos diferentes de los de las escaleras, el arranque de escalera antes citado no puede considerarse salida de planta; El arranque de una escalera desde una planta comunicada con otras, en los términos indicados en el articulado, no se considera salida de planta ya que se entiende que todas ellas constituyen un único recinto y, por tanto, un ámbito de riesgo común.	Cambio de sector: S ≥ 0,5 m² / persona
- una puerta de acceso a una escalera protegida, a un pasillo protegido o a un vestíbulo previo, según el artículo 10, y que conducen a una salida de edificio;	Hospitalario S ≥ 0,7 m² / persona
- una puerta que da acceso desde un sector a otro situado en la misma planta, siempre que en el primer sector exista al menos otra salida de planta de las descritas en los párrafos anteriores o bien otra puerta de paso a otro sector y se pueda, a partir de cada una de ellas, abandonar el edificio de forma que los recorridos no confluyen en un mismo sector, salvo cuando dicha confluencia tenga lugar en un sector que presente un riesgo de incendio muy reducido, que esté situado en la planta de salida del edificio y que cumpla las condiciones establecidas en el artículo 10.1.d); además, cada uno de los espacios a los que se accede desde las puertas de paso a otro	centro de salud S ≥ 1,4 m² / persona cárceles S ≥ 0,56m² / persona cárceles S ≥ 1,4 m² / residente L ≤ 60 m S ≥ 0,56 m² / no residentes

sector debe tener una superficie equivalente a 0,50 m² por persona asignada en la evacuación a su puerta correspondiente y sólo podrán considerarse los puntos situados a menos de 30 m de recorrido de evacuación desde la puerta considerada.

Uso Hospitalario. Para que una puerta de paso desde una zona de hospitalización a otro sector de incendio pueda considerarse salida de planta, la superficie del espacio al que se accede debe ser al menos de 0,70 m² por cada ocupante. Cuando la puerta sea de paso desde una zona de tratamiento intensivo, la superficie será al menos de 1,50 m² por cada ocupante.

[NFPA 5000]. Las salidas a cambio de sector deben permitir sustituir a otras salidas donde el total de la capacidad de evacuación de las otras salidas (escaleras, rampas, salidas a espacio exterior) no es menor que la mitad requerida para todo el área del edificio o edificios conectados, siempre que ninguna de las otras salidas sea una salida a cambio de sector.

[NFPA 5000]. Toda salida a cambio de sector debe estar dispuesta para que existan, de manera continua, recorridos de evacuación a cada lado hacia escaleras u otras salidas que conduzcan hacia el exterior del edificio.

[NFPA 5000]. Ningún acabado, decoración, u otro objeto debe obstruir el acceso hacia o desde las salidas de emergencia, o la visibilidad de las salidas.

No se deben disponer espejos en las puertas de salida. Los espejos no se deben disponer en/o adyacentes a ninguna salida, de tal manera que puedan confundir la dirección de evacuación.

[NFPA 5000]. Los toboganes de evacuación, donde sean permitidos como recorridos de evacuación, podrán evacuar como máximo a 60 personas.

Los toboganes de evacuación no deben constituir más del 25% de la capacidad requerida de todo el edificio o estructura o planta individual del mismo.

[NFPA 5000]. Cada área de refugio debe estar dimensionada para acomodar un espacio para silla de ruedas de 76 cm · 122 cm por cada 200 ocupantes, o fracción de los mismos, basado en el área de ocupación servido por ese refugio.

[NFPA 5000]. **hospitalario.** No menos de 2,8 m² útiles por paciente en un hospital o enfermería, y no menos de 1,4m² útiles por residente en una instalación de cuidado limitado, debe estar provisto en un área de pasillos, habitaciones de pacientes, habitaciones de tratamiento, comedores y otras áreas similares a cada lado del cambio de sector. En plantas en donde no haya pacientes encamados , no menos de 0,56m² útiles por ocupante deben estar a cada lado del cambio de sector para el total de los ocupantes de los compartimentos adyacentes.

La capacidad total de evacuación de otras salidas (escaleras, rampas, puertas con salida a fuera del edificio) no debe reducirse a menos de un tercio de la requerida para el área total del edificio.

[NFPA 5000]. **centro de salud.** No menos de 1,4 m² útiles por ocupante debe estar provisto dentro de la suma de áreas de pasillos, habitaciones de pacientes, habitaciones de tratamiento, comedores, y otras áreas comunes a cada lado de la compartimentación de humo para el número total de ocupantes en compartimentos adyacentes.

[NFPA 5000]. **cárceles.** Al menos 0,56 m² de espacio accesible por ocupante debe ser provisto a cada lado de la salida horizontal para el número total de personas en compartimentos colindantes.

[NFPA 5000]. **residencias de cuidados.** La distancia de recorrido desde cualquier punto hasta alcanzar una puerta en la barrera de humo, debe estar limitada a 60 m.

No menos de 1,4 m² útiles por residente deben tener dentro del área de pasillos, halles o áreas de comida, u otras áreas comunes a cada lado de la barrera de humos.

Debe haber no menos de 0,56 m² útiles por ocupante, en pisos que no alojen residentes, a cada lado de la barrera de humos para el número total de ocupantes de los compartimentos adjuntos.

c) Salida de edificio que es una puerta o un hueco de salida a un espacio exterior seguro con superficie suficiente para contener a los ocupantes del edificio, a razón de 0,50 m ² por persona, dentro de una zona delimitada con un radio de distancia de la salida 0,1P m, siendo P el número de ocupantes.	$S \geq 0,5 \text{ m}^2$ / persona dentro de 0,1P	cárceles $S \geq 15 \text{ m}^2$ / persona separados 15 m
---	---	---

Si el espacio exterior no está comunicado con la red viaria o con otros espacios abiertos, no será preciso computar la superficie necesaria dentro del radio de distancia antes citado, pero no podrá considerarse ninguna zona situada a menos de 15 m del edificio. Si un espacio exterior no tiene superficie suficiente para contener a los ocupantes, la puerta o punto de paso desde el que se accede a dicho espacio podrá considerarse salida de edificio, solamente si a longitud del recorrido siguiente desde esta salida hasta un espacio exterior seguro es menor que 50 m y el recorrido satisface las exigencias del apartado 7.4 y de los artículos 8 y 9 que le sean aplicables.	viviendas de 1 o 2
	$S \geq 0,53 \text{ m}^2 / \text{ventana}$
	residencias de ciudadanos
	$S \geq 0,53 \text{ m}^2 / \text{ventana}$ como segunda salida
[NFPA 5000]. cárceles. Se permite que las salidas descarguen dentro de una finca vallada o amurallada, siempre que no más de dos muros de la finca sean los muros de la construcción desde los que se está haciendo la evacuación. Las fincas cerradas deben tener un tamaño suficiente para acomodar a todos los ocupantes a una mínima distancia de 15 m del edificio mientras se provee un área neta por persona de 15 m ² .	
[NFPA 5000]. viviendas de 1 o 2 familias. La segunda vía de escape debe ser una ventana exterior practicable desde el interior sin el uso de herramientas, llaves o esfuerzo especial, y debe proveer una apertura clara de no menos de 0,53 m ² . (a) el ancho de la apertura debe ser no menor de 510 mm, la altura debe ser no menor de 610 mm, y la parte de debajo de la abertura no debe tener mas de 1120 mm sobre el suelo.	
[NFPA 5000]. residencias de cuidados. Vía de escape secundaria. dormitorios y zonas de estar en edificios sin un sistema de rociadores deben tener una segunda vía de escape que consista en uno de los siguientes: (1) puerta, escalera, paso o hall que de a una salida para paso sin obstáculos al exterior de la vivienda a calle o nivel de planta baja independiente y distante de la primera vía de escape. (2) el paso a través de un espacio adyacente, no bloqueable, independiente y distanciado de la vía primaria de escape, a cualquier vía de escape aprobada. (3) ventana o puerta exteriores que sean operables desde el interior sin el uso de herramientas, llaves o esfuerzo especial, y que tenga una abertura libre de no menos de 0,53 m ² con un ancho libre de no menos de 510 mm, la altura no menor de 610 mm, y la parte baja de la apertura a no mas de 1120 mm sobre el suelo, cuando se de uno de los siguientes casos: (b) la ventana es directamente accesible por el departamento de rescate y aprobado por la autoridad de jurisdicción. (c) La ventana o puerta abre hacia un balcón exterior.	
Compatibilidad de los elementos de la evacuación	
a) Los recorridos de evacuación de todo establecimiento deben preverse por zonas del mismo o bien por zonas comunes de circulación del edificio que lo contenga.	
b) En los establecimientos de uso Comercial o de Pública Concurrencia contenidos en edificios de otros usos, las salidas de uso habitual y los recorridos de evacuación desde ellas hasta el espacio exterior seguro serán independientes y estarán separadas del resto del edificio mediante elementos constructivos con una resistencia al fuego al menos igual a la exigida a los elementos que delimitan al establecimiento. Dichas condiciones serán también aplicables a los establecimientos de uso Residencial o Administrativo cuya superficie construida sea mayor que 2.500 m ² y a los de uso Docente cuya superficie construida sea mayor que 1.500 m ² . Las salidas de emergencia podrán dar acceso a un elemento de evacuación del edificio a través de un vestíbulo previo conforme al apartado 10.3, siempre que dicho elemento de evacuación esté dimensionado teniendo en cuenta dicha circunstancia. Si el acceso se realiza a una escalera de incendios dispuesta conforme al artículo 11, no se precisará vestíbulo previo.	
c) Los recorridos de evacuación no podrán preverse por los locales o zonas de riesgo especial definidos en el artículo 19, ni por garajes o aparcamientos, excepto cuando se prevea algún recorrido alternativo que no pase por ellos o cuando tengan su origen de evacuación en un recinto de ocupación nula.	

Número y disposición de salidas

1. Un recinto puede disponer de una **única salida** cuando cumpla las condiciones siguientes:

- a) Su ocupación es menor que 100 personas.
- b) No existen recorridos para más de 50 personas que precisen salvar, en sentido ascendente, una altura de evacuación mayor que 2 m.
- c) Ningún recorrido de evacuación hasta la salida tiene una longitud mayor que 25 m en general, o mayor que 50 m cuando la ocupación sea menor que 25 personas y la salida comunique directamente con un espacio exterior seguro.

Uso Hospitalario. Las plantas con hospitalización o tratamiento intensivo deberán disponer, al menos, de dos salidas situadas de forma tal que la longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta alguna de ellas sea menor que 30 m y la del recorrido hasta algún punto del que partan dos recorridos alternativos hacia sendas salidas sea menor que 15 m.

Uso Docente. Las aulas de escuelas infantiles, las de enseñanza primaria y las de secundaria, pueden disponer de una salida única cuando su ocupación no exceda de 50 alumnos, como máximo.

Uso Garaje o Aparcamiento. En las plantas de garaje o aparcamiento con una única salida, ningún recorrido de evacuación hasta ella podrá exceder de 35 m.

pública concurrencia

$L_{común} < 23 \text{ m (50 pers)}$

$L_{fondo} < 6,10 \text{ m}$

$L_{mesas} < 10,9 \text{ m}$

docente

$L_{común} < 23 \text{ m}$

$L_{común} < 30 \text{ m}$ si lleva rociadores

$L_{fondo} < 6,1 \text{ m}$

$L_{fondo} < 15 \text{ m}$ si lleva rociadores

hoteles

$L_{habitación} < 10,7 \text{ m}$

$L_{fondo} < 10,7 \text{ m}$

apartamentos

(ver nota)

$L_{común} < 10,7 \text{ m}$

$L_{común} < 15 \text{ m}$ si lleva rociadores

$L_{fondo} < 10,7 \text{ m}$

$L_{fondo} < 15 \text{ m}$ si lleva rociadores

$L_{int. vivienda} < 23 \text{ m}$

$L_{int. vivienda} < 38 \text{ m}$ con rociadores

< 100 personas

< 50 personas para
H > 2 m

L < 25 m

L < 50 m para
< 25 personas

hospitalario

2 salidas mínimo

$L < 30 \text{ m}$

$L_p < 15 \text{ m}$

docente

< 50 alumnos

garaje

L < 35 m

residencias de cuidados

$L < 38,1 \text{ m}$

$L_{fondo} < 15 \text{ m}$

comercial

$L < 23 \text{ m}$ (clase C)

$L < 23 \text{ m}$ (entresuelo)

$L < 30 \text{ m}$ (entresuelo con rociadores)

$L < 30 \text{ m}$ (mall)

	<p>L_{fondo} < 6,1 m</p> <p>L_{fondo} < 15 m con rociadores</p> <p>L_{común} < 23 m</p> <p>L_{común} < 30 m si lleva rociadores</p> <p>administrativo</p> <p>L < 30 m (exterior)</p> <p>L < 30 m (exterior, 3 plantas, 30 personas por planta)</p> <p>L < 23 m(entreplanta)</p> <p>L < 30 m(entreplanta con rociadores)</p> <p>L_{fondo} < 6,1 m</p> <p>L_{fondo} < 15 m con rociadores</p> <p>L_{común} < 23 m</p> <p>L_{común} < 30 m < 30 pers</p> <p>L_{común} < 30 m si lleva rociadores</p>
[NFPA 5000]. edificios de pública concurrencia. Se permite vías de evacuación común para los primeros 6,1m desde cualquier punto donde se sirve a cualquier número de ocupantes, y para los primeros 23m desde cualquier punto donde se sirve a no más de 50 ocupantes.	
Pasillos en fondo de saco no deben exceder de 6,1 m.	
El recorrido de evacuación a lo largo del paso de acceso a pasillo no debe exceder de 10,9 m desde cualquier asiento a el pasillo o puerta de salida mas cercana.	
[NFPA 5000]. docente. Pasillos en fondo de saco. No deben superar los 6,1 m, a no ser en edificios protegidos en su totalidad por sistemas de rociadores automáticos aprobados y supervisados según sección 55.3, en cuyo caso los pasillos muertos no deben exceder de 15m	
Recorrido de evacuación común. No debe superar los 23m, a no ser que sean los primeros 30m de un edificio protegido en su totalidad por sistemas de rociadores automáticos aprobados y supervisados de acuerdo con la sección 55.3	
Todas las estancias o espacios mayores a 23,2 m ² utilizados como clase u otro uso educacional o normalmente sujeto a ocupación por estudiantes, debe tener al menos una ventana de emergencia al exterior para rescate.	
[NFPA 5000]. hoteles. En hoteles de cuatro pisos o menos protegidos en la totalidad del edificio por un sistema de rociadores automáticos, que no tengan mas de cuatro habitaciones de huéspedes por planta, se permite que tengan una única salida bajo las siguientes condiciones:	
(1) la escalera esta completamente protegida o separada por barreras que tengan una resistencia al fuego de no menos de 1 hora y con autocierre.	
(2) la escalera no sirve a más de la mitad de un piso bajo el nivel de salida.	
(4) el recorrido desde la puerta de entrada de cualquier habitación de huéspedes a una salida no debe exceder de 10,7 m.	

[NFPA 5000]. **apartamentos**. A cualquier unidad de vivienda se le permite una única salida siempre que se cumpla una de las siguientes condiciones

- (1) la unidad de vivienda tiene una puerta de salida directa a la calle o jardín.
 - (2) la unidad de vivienda tiene un acceso directo a la escalera exterior y sirve a un máximo de dos unidades, las cuales están localizadas en la misma planta.
 - (3) la unidad de vivienda tiene un acceso directo a una escalera interior que sirve solo a esa unidad, y está separada de otras unidades del edificio por barreras de fuego con un mínimo de 1 hora de resistencia y sin abertura dentro.
- Ninguna vía común de evacuación debe exceder de 10,7 m en edificios no protegidos por un sistema de rociadores automáticos.

Ninguna vía común de evacuación debe exceder de 15 m en edificios protegidos por un sistema de rociadores automáticos supervisado y autorizado.

Ningún pasillo ciego de evacuación debe exceder de 10,7 m en edificios no protegidos por un sistema de rociadores automáticos.

Ningún pasillo en fondo de saco de evacuación debe exceder de 15 m en edificios protegidos por un sistema de rociadores automáticos supervisado y autorizado.

La distancia de recorrido entre la unidad de vivienda (apartamento) hasta la puerta del pasillo no debe exceder de 23 m en edificios no protegidos por un sistema de rociadores automáticos.

La distancia de recorrido entre la unidad de vivienda (apartamento) y la puerta del pasillo no debe exceder de 38 m en edificios protegidos por un sistema de rociadores automáticos supervisado y autorizado.

[NFPA 5000]. **residencias de cuidados**. Ninguna vía de evacuación común debe exceder de 38,1 m.

Ningún pasillo ciego debe exceder de 15 m.

[NFPA 5000]. **comercial**. Una única salida de evacuación se permite en ocupaciones comerciales de la clase C, siempre y cuando la distancia de recorrido a la salida o al mall no exceda de 23 m.

Se permite una única salida de evacuación a una salida o mall desde un entresuelo de clase A, B o C siempre que el recorrido común no exceda de 23 m, o de 30 m si el edificio está protegido con un sistema automático de rociadores aprobado y supervisado.

En edificios protegidos en su totalidad por un sistema automático de rociadores, los pasillos en fondo de saco no deben exceder de 15 m.

En el resto de edificios los pasillos en fondo de saco no deben exceder de 6,1 m.

Los recorridos comunes están limitados como sigue:

- (1) no deben exceder de 23 m en ocupaciones comerciales.
- (2) no deben exceder de 30 m en ocupaciones comerciales cuando el edificio está protegido con un sistema automático de rociadores.

[NFPA 5000]. **malls - centro comercial**. Se permite una única vía de evacuación en una ocupación comercial clase C o una ocupación administrativa siempre que el recorrido a la salida o al Mall no excede de 30 m.

<p>[NFPA 5000]. administrativo. Se permite una única salida para un área con una carga de ocupación de menos de 100 personas siempre que se cumplan los siguientes criterios:</p> <p>La salida descarga directamente al exterior en la planta de salida de edificio.</p> <p>El recorrido total desde cualquier punto incluyendo el recorrido dentro de la salida no debe exceder de 30 m.</p> <p>Una única escalera exterior se permite que de servicio a todas las plantas en la limitación vertical de desplazamiento de 4,50 m.</p> <p>Para ocupaciones administrativas que no excedan de tres plantas y que no excedan de una carga de ocupación de 30 personas por planta, se les permite una salida única separada a cada planta, siempre que se cumplan los siguientes criterios:</p> <p>El recorrido al exterior del edificio no exceda de 30m.</p> <p>La salida debe estar protegida de acuerdo con 11.1.3.2, no debe servir a otras plantas y debe descargar directamente al exterior.</p> <p>Una única escalera exterior de acuerdo con 11.2.2 se permite que sirva a todas las plantas.</p> <p>Se permite una única salida desde una entreplanta con una ocupación administrativa siempre que el recorrido común no exceda de 23m, o de 30m si está protegido por un sistema automático de rociadores.</p> <p>En edificios protegidos por un sistema automático de rociadores, los pasillos en fondo de saco no deben exceder de 15 m.</p> <p>En todos los demás edificios los pasillos en fondo de saco no deben exceder de 6,1 m.</p> <p>Se permite un recorrido común para los primeros 30 m en edificios protegidos por un sistema automático de rociadores.</p> <p>Se permite un recorrido común para los primeros 30 m dentro de un espacio de un único local administrativo que tenga una ocupación que no exceda de 30 personas.</p> <p>En el resto de edificios el recorrido común no debe exceder de 23 m.</p>		
<p>2. Una planta puede disponer de una única salida si, además de cumplir las condiciones anteriores, su altura de evacuación no es mayor que 28 m. Las plantas de salida del edificio deben contar con más de una salida cuando considerando su propia ocupación les sea exigible, en aplicación del apartado 1 anterior, o bien cuando el edificio precise más de una escalera para evacuación descendente o más de una para evacuación ascendente.</p> <p>Uso Vivienda. Cuando la ocupación total de un edificio de uso Vivienda no exceda de 500 personas, este no precisará más de una salida de edificio.</p> <p>Uso Hospitalario. Las zonas de altura de evacuación superior a 2 m contarán, como mínimo, con dos salidas de planta y al menos una de ellas consistirá en una puerta que dé acceso a otro sector en la misma planta, a una escalera protegida, a un pasillo protegido, o a un vestíbulo previo.</p> <p>Uso Residencial. Las plantas destinadas a alojamiento pueden disponer de una única salida si no están situadas más de dos plantas por encima de la de salida de edificio.</p>	<p>$H < 28 \text{ m}$</p> <p>vivienda 1 salida edif. < 500 personas</p> <p>hospitalario 2 salidas si $H_{\text{asc}} > 2 \text{ m}$</p> <p>residencial 1 salida si < 3 plantas</p>	
<p>[NFPA 5000]. El número de medios de evacuación desde un balcón, entresuelo, planta, o porción de los mismos no debe ser inferior a 2.</p>		
<p>[NFPA 5000]. El número de medios de evacuación de una planta o porción de la misma desde ser como sigue:</p> <p>(1) Para una carga de ocupación superior a 500 personas pero no superior a 1000, no menos de 3.</p> <p>(2) Para una carga de ocupación superior a 1000 personas, no menos de 4.</p>		
<p>3. Cuando una planta o un recinto deban tener más de una salida, en aplicación de los apartados 1 y 2 anteriores, éstas cumplirán las condiciones siguientes:</p> <p>a) La longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta alguna salida será menor que 50 m.</p> <p>Uso Vivienda. La longitud del recorrido desde cada origen de evacuación</p>	<p>$L_t < 50 \text{ m}$</p> <p>vivienda $L_t < 35 \text{ m}$</p>	<p>pública concurrencia $L < 60 \text{ m}$</p> <p>docente 2 salidas</p>

hasta alguna salida será menor que 35 m.	docente	L < 45 m
Uso Docente. Cuando una planta destinada a escuela infantil o a enseñanza primaria dispongan de varias salidas, la longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta una de ellas será 30 m, como máximo.	L _t < 30 m	L < 60 m si lleva rociadores
Uso Residencial. En zonas de alojamiento, la longitud del recorrido de evacuación desde todo origen de evacuación hasta alguna salida será menor que 35 m.	residencial L _t < 35 m	
Uso Comercial. En las zonas destinadas al público en establecimientos o centros que cumplan las condiciones establecidas en el apartado C.4.2, la longitud del recorrido de evacuación desde todo origen de evacuación hasta una salida de planta que dé acceso directo al espacio exterior será 60 m, como máximo.	comercial L _t < 60 m (exterior)	centros de día 2 salidas mínimo L _{común} < 23 m L _{común} < 30 m si lleva rociadores L _{fondo} < 6,1 m L _{fondo} < 15 m si lleva rociadores L _{habitación} < 30 m L _{máximo} < 45 m L _{int. dormitorio} < 15 m L _{habitación} < 45 m si lleva rociadores L _{máximo} < 60 m si lleva rociadores
		residencias 2 vías de escape (hab) L _{habitación} < 30 m L _{máximo} < 45 m L _{int. dormitorio} < 15 m L _{habitación} < 45 m si lleva rociadores L _{máximo} < 60 m si lleva rociadores
		hospitalario 2 salidas hab > 93m ² →2 salidas L _{fondo} < 9,1 m L _{habitación} < 45 m L _{máximo} < 60 m
		centro de salud 2 salidas L _{habitación} < 30 m L _{máximo} < 45 m L _{habitación} < 45 m si lleva rociadores

L_{máximo} < 60 m si lleva rociadores

cárceles

L_{fondo} < 15 m

L_{habitación} < 30 m

L_{máximo} < 45 m

L_{int. dormitorio} < 15 m

alojamiento

L < 23 m → 2 salidas

hoteles

2 salidas por planta

L_{común} < 10,7 m

L_{común} < 15 m con

rociadores

L_{fondo} < 10,7 m

L_{fondo} < 15 m con

rociadores

L_{int. dormitorio} < 23 m

L_{int. dormitorio} < 38 m con

rociadores

L_{habitación} < 30 m

L_{habitación} < 60 m ext.

apartamentos

2 salidas

L_{vivienda} < 30 m

L_{vivienda} < 60 m con

rociadores

L_{no vivienda} < 60 m

L_{no vivienda} < 83 m con

rociadores

residencias de

cuidados

2 salidas si S > 185m²

L_{habitación} < 76 m

comercial

L < 45 m

	L < 60 m (mall)
	L < 75 m con rociadores
	administrativo
	2 salidas
	L < 60 m
	L < 91 m con rociadores
<hr/>	
[NFPA 5000]. edificios de pública concurrencia . Las salidas deben estar dispuestas de tal manera que la distancia de recorrido desde cualquier punto hasta alcanzar una salida, no podrá exceder de 60m.	
<hr/>	
[NFPA 5000]. docente . Número de salidas debe no ser inferior de 2 salidas, separadas, y deben cumplir los siguientes criterios:	
1. deben estar en cada planta	
2. deben ser accesibles desde cualquier parte de la planta y entresuelo	
Distancia de recorrido.	
(a) La distancia de recorrido a una salida no debe exceder de 45m desde cualquier punto del edificio.	
(b) la distancia de recorrido no debe exceder de 60m en edificios educacionales protegidos por sistemas de rociadores automáticos aprobados y supervisados de acuerdo con la sección 55.3	
<hr/>	
[NFPA 5000]. centros de día . No menos de dos salidas separadas deben cumplir los siguientes:	
(1) deben estar dispuestas en cada planta	
(2) deben estar accesibles desde cualquier parte de la planta o entresuelo	
Ningún pasillo ciego debe exceder de 6,1m, a no ser que el edificio este protegido por sistemas de rociadores automáticos aprobados y supervisados de acuerdo con la sección 55.3. en este caso se le permite una longitud que no exceda de 15m.	
Ningún recorrido de evacuación común debe superar los 23m, a no ser que los primeros 30m pertenezcan a un edificio protegido por sistemas de rociadores automáticos aprobados y supervisados de acuerdo con la sección 55.3	
Distancias de recorrido:	
(1) La distancia entre cualesquiera puertas de habitación que sean salida y una salida, no debe exceder de 30 m	
(2) la distancia de recorrido entre cualquier punto de una habitación y la salida no debe exceder de 45 m	
(3) la distancia de recorrido entre cualquier punto en un dormitorio y una puerta de salida, no debe exceder de 15 m	
(4) la distancia de recorrido especificada en 18.2.6.2(1) y 18.2.6.2(2) se permitirá que sea incrementada en 15m en edificio protegido por sistemas de rociadores automáticos aprobados y supervisados de acuerdo con la sección 55.3	
[NFPA 5000]. residencias . Distancia de recorrido.	
(1) La distancia entre cualesquiera puertas de habitación que sean salida y una salida, no debe exceder de 30 m	
(2) la distancia de recorrido entre cualquier punto de una habitación y la salida no debe exceder de 45 m	
(3) la distancia de recorrido entre cualquier punto en un dormitorio y una puerta de salida, no debe exceder de 15 m	
(4) la distancia de recorrido especificada en 18.6.2.6(1) y 18.6.2.6(2) se permitirá que sea incrementada en 15 m en edificio protegido por sistemas de rociadores automáticos aprobados y supervisados de acuerdo con la sección 55.3	

[NFPA 5000]. **hospitalario**. No menos de dos salidas separadas deben estar en cada planta o sección de fuego del edificio.

Cualquier dormitorio de pacientes o cualquier suite que incluya dormitorios para pacientes, de mas de 93 m², debe tener no menos de 2 salidas separadas.

Cualquier habitación o suite de dormitorios, distintos a dormitorios de pacientes, de mas de 230 m² deben tener no menos de 2 salidas distanciadas.

Cada salida debe estar dispuesto de tal manera que ningún pasillo, o paso tenga un final muerto que exceda de 9,1 m.

El recorrido entre cualquier habitación y la salida no debe exceder de 45 m.

El recorrido entre cualquier punto de una habitación y cualquier salida no debe exceder de 60 m.

El recorrido entre cualquier punto en una habitación-dormitorio de un centro de cuidados y la puerta de salida in dicha habitación no debe exceder de 15m.

[NFPA 5000]. **centro de salud**. No menos de 2 salidas de las descritas en 28.2.2 que estén separadas deben disponerse para cada planta y cada compartimento de fuego del edificio.

Distancia de recorrido:

(1) La distancia entre cualesquiera puertas de habitación que sean salida y una salida, no debe exceder de 30 m

(2) la distancia de recorrido entre cualquier punto de una habitación y la salida no debe exceder de 45 m

(3) la distancia de recorrido especificada en 20.2.6.2 (1) y (2) se permitirá que sea incrementada en 15 m en edificios protegidos por sistemas de rociadores automáticos aprobados y supervisados de acuerdo con la sección 55.3.

[NFPA 5000]. **cárceles**. Ninguna salida o acceso de salida debe contener un pasillo o hall de paso que tenga un pasillo muerto que exceda 15 m par condición de uso II, condición de uso III, o condición de uso IV y que exceda de 6,1 m para la condición de uso V.

La distancia del recorrido entre la puerta de cualquier habitación y una salida no debe exceder de 30 m.

La distancia del recorrido entre cualquier punto en una habitación y una salida no debe exceder de 45 m.

La distancia de evacuación entre cualquier punto in un dormitorio y la puerta en esa habitación, no debe exceder de 15 m.

[NFPA 5000]. **alojamiento**. En edificios distintos a aquellos protegidos en su totalidad por un sistema de rociadores automáticos de acuerdo con 23.3.6 que sea eléctricamente supervisado de acuerdo con 55.3.2, cada piso que tenga un área superior a 185 m², o con una distancia de recorrido a las vías de escape primarias mas largos de 23 m debe estar provisto con dos vías de escape primarias separadas.

[NFPA 5000]. **hoteles**. En hoteles debe haber no menos de dos salidas separadas en cada planta.

En edificios que no estén totalmente protegidos por un sistema de rociadores automáticos, las vías de paso comunes no deben exceder de 10,7 m.

En edificios totalmente protegidos por un sistema de rociadores automáticos, las vías de paso comunes no deben exceder de 15 m.

En edificios que no estén totalmente protegidos por un sistema de rociadores automáticos, los pasillos en fondo de saco no deben exceder de 10,7 m de longitud.

En edificios totalmente protegidos por un sistema de rociadores automáticos, los pasillos en fondo de saco no deben exceder de 15 m de longitud.

La distancia del recorrido dentro de una habitación o conjunto de habitaciones de huéspedes hasta el pasillo no debe exceder de 23 m en hoteles que no estén protegidos por un sistema de rociadores automáticos.

La distancia del recorrido dentro de una habitación o conjunto de habitaciones de huéspedes hasta el pasillo no debe exceder de 38 m en hoteles protegidos por un sistema de rociadores automáticos.

El recorrido entre la puerta del pasillo de cualquier habitación de huéspedes a la salida más cercana, no debe exceder de 30 m.

El recorrido entre la puerta del pasillo de cualquier habitación o conjunto de habitaciones de huéspedes a la salida mas cercana, no debe exceder de 60 m para pasillos exteriores de salida.

<p>[NFPA 5000]. apartamentos. Cada unidad de vivienda debe tener acceso al menos a dos salidas separadas. La distancia de recorrido desde la puerta de entrada de la unidad de vivienda hasta la salida más cercana no debe exceder de 30 m.</p> <p>En edificios protegidos por un sistema de rociadores automáticos supervisado y autorizado, la distancia de recorrido desde la puerta de entrada de la unidad de vivienda a la salida más cercana no debe exceder de 60 m.</p> <p>La distancia de recorrido hasta la salida desde áreas distintas a aquellas en unidades de vivienda, no debe exceder de 60 m, o 83 m en edificios protegidos en su totalidad por un sistema de rociadores automáticos supervisado y autorizado.</p>	
<p>[NFPA 5000]. residencias de cuidados. las habitaciones o grupos de habitaciones que excedan de 185 m² deben tener no menos de 2 salidas separadas una de otra.</p> <p>La distancia desde cualquier punto de una habitación hasta la salida mas cercana, no debe exceder de 76 m.</p>	
<p>[NFPA 5000]. comercial. La distancia de recorridos en ocupaciones comerciales no debe exceder de 45 m.</p> <p>La distancia de recorrido en ocupaciones comerciales en edificios protegidos en su totalidad por un sistema de rociadores automáticos supervisado y aprobado, no debe exceder de 75 m.</p> <p>La distancia de recorrido por el interior de un local hacia una salida o hacia el mall, no debe exceder de 60 m.</p>	
<p>[NFPA 5000]. administrativo. El mínimo número de salidas debe ser no menor que dos salidas separadas que son accesibles desde cualquier parte de cualquier planta.</p> <p>En edificios protegidos por un sistema automático de rociadores, la distancia de recorrido no debe exceder de 91 m.</p> <p>En el resto de edificios la distancia de recorrido a las salidas no debe exceder de 60 m.</p>	
<p>b) La longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta algún punto desde el que partan al menos dos recorridos alternativos hacia sendas salidas, no será mayor que 25 m.</p>	<p>$L_p < 25 \text{ m}$</p>
<p>Uso Residencial. En zonas de alojamiento, la longitud del recorrido de evacuación desde todo origen de evacuación hasta algún punto desde el que partan al menos dos recorridos alternativos hacia sendas salidas, no será mayor que 15 m.</p>	<p>residencial</p> <p>$L_p < 15 \text{ m}$</p> <p>$L_p > \frac{1}{2} \cdot D_{\max}$</p>
<p>[NFPA 5000]. Cuando más de una salida se requiere desde un edificio o porción del mismo, dichas salidas deben estar localizadas separadas de las otras, de tal manera que se minimice la posibilidad que más de una pueda ser bloqueada por un fuego o cualquier condición de emergencia.</p>	
<p>[NFPA 5000]. Donde se requieran dos salidas, deben estar separadas una de la otra una distancia mayor que la mitad de la distancia máxima diagonal del área del edificio servido, medido en línea recta desde la arista más cercana a la salida. Cuando se dispongan vestíbulos previos en las salidas y estén interconectadas y con una resistencia al fuego de no menos de 1 hora, la separación entre salidas se puede medir a lo largo de la línea de evacuación en el pasillo.</p>	
<p>[NFPA 5000]. Cuando más de dos salidas son exigidas, al menos dos de ellas deben estar dispuestas cumpliendo la distancia de separación mínima. Las otras salidas deben estar dispuestas de tal manera que si una se bloquea, las otras quedan disponibles.</p>	
<p>[NFPA 5000]. Las áreas accesibles a personas con movilidad reducida no deben tener menos de dos salidas accesibles. El acceso debe tener no menos de un área de refugio o una salida accesible siempre que el recorrido de evacuación sea accesible y dentro de los límites de recorridos de evacuación admisibles.</p>	
<p>[NFPA 5000]. edificios de pública concurrencia. Un recinto de publica concurrencia exterior vallado debe tener al menos dos medios de evacuación muy separados del recinto. Si mas de 6000 personas son servidas por esas vías de evacuación, debe haber al menos 3 vías de evacuación; si más de 9000 personas son servidas, debe haber al menos 4 medios de evacuación.</p>	
<p>c) Si la altura de evacuación de una planta es mayor que 28 m 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 conducirán a dos escaleras diferentes.</p>	<p>$H > 28 \text{ m} \rightarrow 2 \text{ esc.}$</p>

Escaleras para evacuación descendente

Las escaleras que se prevean para evacuación descendente, cumplirán las condiciones siguientes:	residencial > 1 planta
a) Serán protegidas conforme al apartado 10.1 las escaleras que sirvan a más de una planta por encima de la de salida del edificio en uso Residencial, o a plantas cuya altura de evacuación sea mayor que 14 m cuando su uso sea Vivienda, Docente o Administrativo o mayor que 10 m cuando su uso sea cualquier otro.	vivienda, docente o administrativo H > 14 m
Uso Hospitalario. Las escaleras a las que se acceda desde sectores de incendio destinados a hospitalización o a tratamiento intensivo, serán protegidas.	cualquier otro uso H > 10 m hospitalario desde zonas de tratamiento
b) Serán especialmente protegidas conforme al apartado 10.2 las escaleras que sirvan a plantas cuya altura de evacuación sea mayor que 50 m en uso Vivienda, mayor que 20 m en uso Hospitalario o mayor que 28 m en cualquier otro uso.	vivienda H > 50 m
Uso Hospitalario. Las escaleras a las cuales se acceda desde sectores de incendio destinados a hospitalización o a tratamiento intensivo y cuya altura de evacuación sea mayor que 14 m, serán especialmente protegidas.	hospitalario H > 20 m H > 14 m en zonas de tratamiento cualquier otro uso H > 28 m

Escaleras para evacuación ascendente

Las escaleras para evacuación ascendente serán protegidas, conforme al apartado 10.1, cuando la altura de evacuación sea mayor que 2,80 m y sirvan a más de 100 personas, o bien cuando dicha altura sea mayor que 6 m, independientemente del número de personas a las que sirvan.	H > 2,8 m (100 pers.) H > 6,0 m
Uso Garaje o Aparcamiento. Las escaleras de garajes o aparcamientos para la evacuación ascendente serán especialmente protegidas	garaje siempre

Aparatos elevadores

Cuando un ascensor sirva a sectores de incendio diferentes, los accesos a dicho ascensor desde cada sector, excepto desde el más alto, deberán realizarse a través de puertas de ascensor que sean RF-30, a través de vestíbulos previos que cumplan lo establecido en el apartado 10.3, o bien desde el recinto de una escalera protegida, excepto en plantas situadas por debajo de la de salida del edificio en las que existan zonas o recintos de riesgo especial conforme al artículo 19, en las que se deberá disponer siempre vestíbulo previo en los accesos a los ascensores a los que antes se ha hecho referencia.

Asignación de ocupantes

La asignación de ocupantes se llevará a cabo conforme a los criterios siguientes:

- En los recintos se asignará la ocupación de cada punto a la salida más próxima, en la hipótesis de que cualquiera de ellas puede estar bloqueada. La condición del articulado obliga a adoptar sucesivamente como diferentes hipótesis las de bloqueo de cada una de las salidas.
- En las plantas se asignará la ocupación de cada recinto a sus puertas de salida conforme a criterios de proximidad, considerando para este análisis todas las puertas, sin anular ninguna de ellas. Posteriormente, se asignará dicha ocupación a la salida de planta más próxima, en la hipótesis de que cualquiera de las salidas de planta pueda estar bloqueada. Las hipótesis alternativas de bloqueo de las salidas de una planta que tenga más de una implican que en la mayoría de los pasillos de dicha planta la evacuación puede realizarse en ambos sentidos. Cuando un sector tenga salidas de planta a otro sector situado en la misma planta, conforme a lo establecido en el tercer guión del apartado 7.1.6.b, en el análisis de la evacuación de este último no es necesario acumular la ocupación del primero.
- En las plantas de salida del edificio, a cada salida del mismo se le asignarán los ocupantes de dicha planta que le corresponden conforme a los criterios indicados en a) y b), más los correspondientes a las escaleras cuyo desembarco se encuentre más próximo a dicha salida que a cualquier otra. A estos efectos, debe asignarse a cada escalera un número de ocupantes igual a $160A$, siendo A la anchura de cálculo, en m, del desembarco de la escalera cuando ésta no sea protegida, o la anchura real cuando lo sea.

criterio de proximidad

criterio de proximidad

Cálculo

El cálculo de la anchura o de la capacidad de los elementos de evacuación se llevará a cabo conforme a los criterios siguientes:

- La anchura A , en m, de las puertas, pasos y pasillos será al menos igual a $P/200$, siendo P el número de personas asignadas a dicho elemento de evacuación, excepto las puertas de salida de recintos de escalera protegida a planta de salida del edificio, para las que será suficiente una anchura igual al 80% de la calculada para la escalera.

$$A \geq P/200$$

Tabla 11.3.3.1

cuidados	0,5 cm
sanitario (con rociadores)	0,5 cm
sanitario (sin rociadores)	1,3 cm
multiusos o de uso indefinido	1,0 cm
resto de edificios	0,5 cm

por persona

[NFPA 5000]. El ancho de un pasillo de evacuación debe ser adecuado para evacuar a la agregación de las capacidades requeridas de todas las salidas que descargen a través de él.

[NFPA 5000]. El ancho mínimo de cualquier medio de evacuación no debe ser inferior a 91 cm.

<p>[NFPA 5000]. edificios de pública concurrencia. Asientos de tipo teatro. El Mínimo ancho libre de pasillos y otras vías de evacuación sirviendo a asientos de tipo teatro, o asientos similares dispuestos en filas, debe estar de acuerdo a la tabla 16.2.3.2. El mínimo ancho libre indicado debe ser modificado de acuerdo con todo lo siguiente:</p> <p>(1) Si la contrahuella excede de 17,78cm en altura, el ancho de escalera in la tabla debe ser multiplicado por el factor A, donde $A = 1 + ((h - 7) / 5)$</p> <p>(2) Si la contrahuella excede de 178mm en altura, el ancho de escalera en la tabla debe ser multiplicado por el factor A, donde $A = 1 + ((c - 178) / 125)$</p> <p>(3) Las escaleras que no tienen pasamanos a 176mm de distancia horizontal, deben ser un 25% más anchas que por cálculo, esto es, su ancho debe ser multiplicado por el factor B = 1,25</p>											
<p>[NFPA 5000]. edificios de pública concurrencia. Para determinar el ancho libre requerido del acceso de un pasillo entre filas de asientos, deben hacerse medidas horizontales (entre planos verticales) desde el respaldo de uno de los asientos hasta la proyección del asiento que está detrás.</p> <p>[NFPA 5000]. edificios de pública concurrencia. La entrada/salida principal debe tener un ancho suficiente para evacuar a la mitad del total de la ocupación, y debe estar a nivel de la salida de edificio o conectar a una escalera o rampa que comunique con la calle.</p> <p>Donde la entrada/salida principal de la ocupación de publica concurrencia es a través de un hall, la capacidad total de todas las salidas desde el hall se permite que sea igual a la capacidad de la entrada/salida principal, independientemente de si todas esas salidas sirven como entradas al edificio.</p>	<p>[NFPA 5000]. edificios de pública concurrencia. Cada nivel de ocupación de publica concurrencia debe tener acceso a la entrada/salida principal y debe estar provisto de salidas adicionales de ancho suficiente para acomodar un mínimo de la mitad de la carga de ocupación total servida por ese nivel. Dichas salidas deben estar localizadas tan separadas como sea posible de la entrada/salida principal.</p>										
<p>b) Las escaleras que no sean protegidas tendrán, como mínimo, una anchura A que cumpla:</p> <p>$A = P / 160$ en escaleras previstas para evacuación descendente.</p> <p>$A = P / (160 - 10h)$ en escaleras previstas para evacuación ascendente.</p> <p>donde,</p> <p>A es la anchura de la escalera, en m;</p> <p>P es el número total de ocupantes asignados a la escalera en el conjunto de todas las plantas situadas por encima del tramo considerado, cuando la evacuación en dicho tramo esté prevista en sentido descendente, o por debajo, cuando esté prevista en sentido ascendente;</p> <p>h es la altura de evacuación ascendente en m.</p>	<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <p>c) Las escaleras protegidas o especialmente protegidas cumplirán la condición siguiente:</p> <p>$P < 3 S + 160 A$</p> <p>donde,</p> <p>P es la suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las 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 sólo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de planta indicada en el punto 1.b de este apartado 7.4, en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable;</p> <p>S es la superficie útil del recinto de la escalera en el conjunto de las plantas citadas anteriormente, en m², incluida la correspondiente a los tramos, a los rellanos y a las mesetas intermedias;</p> <p>A es la anchura del arranque de la escalera en la planta de salida del edificio, en m.</p> </div> <div style="flex: 1; padding-left: 20px;"> <p>$A \geq P / 160$</p> <p>$A \geq P / (160 - 10h)$</p> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p>Tabla 11.3.3.1</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>cuidados</td><td>1,0 cm</td></tr> <tr> <td>sanitario (con rociadores)</td><td>0,8 cm</td></tr> <tr> <td>sanitario (sin rociadores)</td><td>1,5 cm</td></tr> <tr> <td>multiusos o de uso indefinido</td><td>1,8 cm</td></tr> <tr> <td>resto de edificios</td><td>0,75 cm</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">por persona</p> </div>	cuidados	1,0 cm	sanitario (con rociadores)	0,8 cm	sanitario (sin rociadores)	1,5 cm	multiusos o de uso indefinido	1,8 cm	resto de edificios	0,75 cm
cuidados	1,0 cm										
sanitario (con rociadores)	0,8 cm										
sanitario (sin rociadores)	1,5 cm										
multiusos o de uso indefinido	1,8 cm										
resto de edificios	0,75 cm										

[NFPA 5000]. Cuando las salidas sirven a más de una planta, solo la carga de ocupación de cada planta individualmente debe ser considerada en computar la capacidad requerida de la salida en esa planta, siempre que la capacidad de evacuación requerida de la salida no descienda en la dirección del recorrido de evacuación.

Cuando medios de evacuación de plantas superiores y plantas inferiores convergan en una planta intermedia, la capacidad de evacuación desde el punto de convergencia debe ser superior a la suma de las capacidades de evacuación de los dos elementos de evacuación.

Anchuras mínimas y máximas

La anchura libre en puertas, pasos y huecos previstos como salida de evacuación será igual o mayor que 0,80 m. La anchura de la hoja será igual o menor que 1,20 m y en puertas de dos hojas, igual o mayor que 0,60 m.

$A \geq 0,81 \text{ m}$ (1 hoja)
 $A \geq 0,61 \text{ m}$ (<6,5 m²)
 $A \geq 0,71 \text{ m}$ (no accesible)

pública concurrencia

A_2 lados asientos $\geq 1,22 \text{ m}$
 A_1 lado asientos $\geq 0,91 \text{ m}$

hospitalario

$A_{\text{hospital}} \geq 1,05 \text{ m}$
 $A_{\text{cuidados lim}} \geq 0,81 \text{ m}$
 $A_{\text{hospital}} \geq 211 \text{ cm}$
 deslizante
 $A_{\text{cuidados lim}} \geq 163 \text{ cm}$
 deslizante

$A \geq 0,80 \text{ m}$ (1 hoja)
 $A \leq 1,20 \text{ m}$ (1 hoja)
 $A \geq 0,60 \text{ m}$ (2 hojas)

centro de salud

$A \geq 1,12 \text{ m}$
 $A_{\text{diagnóstico}} \geq 81 \text{ cm}$

cárceles

$A_{\text{pasillos}} \geq 1,12 \text{ m}$
 $A_{\text{dormitorios}} \geq 0,71 \text{ m}$

vivendas de 1 o 2

$A_{\text{puertas}} \geq 0,71 \text{ m}$
 $A_{\text{p baño}} \geq 0,61 \text{ m}$
 $A_{\text{escaleras}} \geq 0,91 \text{ m}$

alojamiento

$A_{\text{puertas}} \geq 0,71 \text{ m}$
 $A_{\text{p baño}} \geq 0,61 \text{ m}$

	<p>residencias de cuidados</p> <p>Apuestas $\geq 0,81$ m</p> <p>A_{p baño} $\geq 0,61$ m</p>
	<p>malls – centros comerciales</p> <p>A_{salida} $\geq 1,675$ m</p>
	<p>[NFPA 5000]. Con motivo de calcular la capacidad, el ancho de las puertas debe medirse como sigue:</p> <p>(1) Para puertas practicables, solo el ancho de paso de puerta cuando la puerta está abierta 90°, entre la cara de la hoja y el batiente.</p> <p>[...] –se indican como deben ser medidas los distintos tipos de puertas–.</p>
	<p>[NFPA 5000]. Las puertas situadas en los recorridos de evacuación no deben tener menos de 81 cm de ancho libre, a no ser que exista una de las siguientes condiciones:</p> <p>(1) Donde se disponga un par de puertas, al menos una de ellas deben tener no menos de 81 cm de ancho libre en apertura.</p> <p>(2) Las puertas de salida de recintos que no excedan los 6,5 m² y que no se requiera accesibilidad a personas con movilidad reducida, no deben tener menos de 61 cm en el ancho de la hoja de la puerta.</p> <p>(3) Las puertas que sirven a edificios o partes de edificios que no requieran ser accesibles a personas con movilidad reducida, debe permitirse 71 cm de ancho de hoja de la puerta.</p> <p>(7) Las puertas giratorias, según se dice en el artículo 11.2.1.10 están exentas del requerimiento de ancho mínimo de 81 cm.</p>
	<p>[NFPA 5000]. Los desniveles en el suelo a sendos lados de la puerta no debe variar más de 1,3 cm. La elevación debe ser mantenida a sendos lados de la puerta en una distancia mínima igual al ancho de la hoja de puerta de mayor dimensión.</p> <p>Excepción N° 1: En moradas de una o dos familias donde las puertas den directamente al exterior, el nivel del suelo exterior puede estar un escalón por debajo respecto al nivel interior, pero no puede superar los 20,3 cm.</p>
	<p>[NFPA 5000]. edificios de pública concurrencia. Mínimo ancho libre de pasillos:</p> <p>(1) 122cm para escaleras que tengan asientos a ambos lados o 91cm donde el pasillo no sirve a mas de 50 asientos</p> <p>(2) 91cm para escaleras con asientos en un único lado</p> <p>(5) 91cm para pasillos de rampa o nivel que tengan asientos en un único lado.</p>
	<p>[NFPA 5000]. hospitalario. El ancho mínimo de puertas en recorridos de evacuación desde dormitorios; áreas de tratamiento y diagnóstico deben cumplir lo siguiente:</p> <p>(1) Hospitales y enfermerías = 105cm</p> <p>(2) Hospitales psiquiátricos e instalaciones para cuidados limitados = 81cm</p> <p>Ancho mínimo para puerta deslizantes:</p> <p>(1) Hospitales y enfermerías = 211 cm</p> <p>(2) Hospitales psiquiátricos e instalaciones para cuidados limitados = 163 cm</p>
	<p>[NFPA 5000]. centro de salud. El ancho libre de cualquier pasillo o paso requerido como salida no debe ser menor de 112 cm.</p> <p>Puertas en los medios de evacuación desde áreas de tratamiento o diagnóstico, deben tener un ancho libre no menor que 81 cm.</p>
	<p>[NFPA 5000]. cárceles. Pasillos y rampas necesarias para evacuación tendrán un mínimo de 1,2 m de ancho.</p> <p>Las puertas de dormitorios de internos deben tener un mínimo de 71cm de ancho libre.</p>

[NFPA 5000]. viviendas de 1 o 2 familias. Las puertas de la vía de evacuación de una vía de escape distinta de puertas de baños, debe tener un ancho de no menos de 710 mm. Puertas de baño deben tener no menos de 610 mm de ancho. El ancho libre de las escaleras, descansillos, rampas, balcones y porches, deben tener no menos de 910 mm.	
[NFPA 5000]. alojamiento. Las puertas en las vías de escape, distintas a puertas de baños en pasos de recorrido en vías de escape, no deben ser menores de 71 cm de ancho. Las puertas de los baños deben tener no menos de 61 cm de ancho.	
[NFPA 5000]. residencias de cuidados. Las vías de evacuación a un escape deben tener al menos 81cm de ancho. Las puertas de los baños deben tener al menos 61cm de ancho.	
[NFPA 5000]. malls – centros comerciales. La salida desde el Mall debe llevar a una salida que tenga un ancho no inferior a 1675 mm.	
La anchura libre de las escaleras y de los pasillos previstos como recorridos de evacuación será igual o mayor que 1,00 m. Puede considerarse que los pasamanos no reducen la anchura libre de los pasillos o de las escaleras. Uso Hospitalario. Las anchuras mínimas y las máximas de los elementos de evacuación que sirvan a zonas de hospitalización, a tratamientos intensivos o a áreas de apoyo de diagnóstico, serán las siguientes: - La anchura libre en puertas, pasos y huecos previstos como salidas y en las puertas de las habitaciones será 1,05 m, como mínimo. La anchura de cada hoja será 1,20 m, como máximo; - La anchura libre mínima de los pasillos previstos como recorrido de evacuación será 2,20 m, como mínimo, excepto el paso a través de puertas, que podrá ser 2,10 m; - Las escaleras previstas para la evacuación tendrán una anchura libre de 1,20 m, como mínimo. Si los recorridos por ella obligan a giros de 90°, la anchura libre será 1,40 m, como mínimo. En las zonas no destinadas a pacientes internos o externos, como por ejemplo las de uso Administrativo y de dirección, la anchura de los pasillo de evacuación será 1,10 m, como mínimo. Uso Docente. La anchura libre de las escaleras o pasillos, previstos como recorridos de evacuación, será 1,20 m, como mínimo, excepto en centros de enseñanza universitaria en los que será 1,50 m, como mínimo. Uso Comercial. En los establecimientos en los que esté prevista la utilización de carros para el transporte de productos y cuya superficie construida destinada al público sea mayor que 400 m ² , la anchura de todo pasillo será de 1,80 m, como mínimo, excepto el que se configure entre toda batería de más de diez cajas de cobro y las estanterías más próximas, el cual tendrá una anchura de 4,00 m como mínimo. Cuando la superficie construida destinada al público no exceda de 400 m ² , dichas anchuras serán de 1,40 m y 3,00 m, como mínimo, respectivamente. En los establecimientos en los que no se prevea la utilización de carros, la anchura de todo pasillo será de 1,40 m, como mínimo, cuando la superficie construida destinada al público sea mayor que 400 m ² , y de 1,20 m, como mínimo, cuando dicha superficie sea menor o igual que la citada.	<p>pública concurrencia</p> <p>pasillo a ambos extremos $30,5\text{cm} \leq A_{\text{filas}} \leq 55,9\text{cm}$ pasillo a un extremo $L \leq 9,1\text{ m}$ $30,1\text{cm} \leq A_{\text{filas}}$</p> <p>hospitalario</p> <p>$A \geq 1,00\text{ m}$ $A \geq 1,05\text{ m Hab.}$ $A \leq 1,20\text{ m hoja}$ $A \geq 2,20\text{ m Pas.}$ $A \geq 1,20\text{ m Esc.}$ $A_{\text{otros}} \geq 1,10\text{ m}$</p> <p>docente</p> <p>$A \geq 1,20\text{ m}$ $A_{\text{univ}} \geq 1,50\text{ m}$</p> <p>comercial</p> <p>$> 400\text{ m}^2$ $A_{\text{carros}} \geq 1,80\text{ m}$ $A \geq 1,40\text{ m}$</p> <p>comercial</p> <p>$\leq 400\text{ m}^2$ $A_{\text{carros}} \geq 1,40\text{ m}$ $A \geq 1,20\text{ m}$</p>
	<p>pública concurrencia</p> <p>pasillos que sirven a mesas $A \geq 1,22\text{ m} (> 50\text{ personas})$ $A \geq 0,91\text{ m} (\leq 50\text{ personas})$</p> <p>docente</p> <p>$A \geq 0,91\text{ m}$ $A_{\text{evacuación}} \geq 1,80\text{ m}$</p> <p>hospitalario</p> <p>$A_{\text{hospital}} \geq 2,40\text{ m}$ $A_{\text{cuidado lim}} \geq 1,80\text{ m}$ $A_{\text{no hospital}} \geq 1,12\text{ m}$</p> <p>hoteles</p> <p>$A_{\text{no huéspedes}} \geq 1,12\text{ m}$</p> <p>apartamentos</p> <p>$A > 50\text{ personas} \geq 1,12\text{ m}$</p> <p>residencias de cuidados</p> <p>$A \geq 1,525\text{ m}$</p> <p>comercial</p> <p>$A \geq 1,525\text{ m (a exterior)}$ $A_{\text{almacenes}} \geq 1,12\text{ m}$</p>

administrativo	
A ≥ 1,12 m	
[NFPA 5000]. edificios de pública concurrencia . El pasillo de acceso entre filas de asientos debe tener un ancho mínimo no inferior a 30,5cm. Las filas de asientos servidos por el pasillo a ambos extremos no deben tener mas de 100 asientos por fila. el mínimo ancho libre de 30,1cm de acceso a pasillo entre dichas filas, debe incrementarse en 7,6mm por cada asiento que sobrepase de 14, pero no debe exceder 55,9cm. Las filas de asientos servidos por un pasillo en un único extremo, deben tener un recorrido inferior a 9,1m en distancia entre cualquier silla a el pasillo. el mínimo ancho libre de 30,1cm entre dichas filas, debe ser incrementado en 15mm por cada asiento que sobrepase los 7.	
[NFPA 5000]. edificios de pública concurrencia . El ancho mínimo de pasillos que dan servicio a mesas con asientos debe ser de 112 cm, donde se sirva a una carga de ocupación mayor de 50, y 91cm donde se sirva a una carga de 50 o menos.	
[NFPA 5000]. docente . Los pasillos no deben tener menos de 91cm de ancho. Los pasillos de evacuación no deben tener menos de 1,8m de ancho libre. fuentes para beber u otro equipamiento, fijo o móvil, no debe estar situado de tal manera que obstruya el ancho mínimo de pasillo requerido.	
[NFPA 5000]. hospitalario . pasillos y rampas requeridos como vías de evacuación en un hospital o enfermería deben tener no menos de 2,4m de ancho libre de obstáculos, a no ser que lo contrario se permita por lo siguiente: 1. Pasillos y rampas como vías de evacuación en una instalación de cuidados limitados o hospital psiquiatrico, debe tener no menos de 1,8 m de ancho libre. 2. pasillos y rampas en áreas adjuntas no dedicadas para internamiento, tratamiento o uso de hospitalizados, no debe ser menor de 112cm en ancho libre de obstáculos.	
[NFPA 5000]. hoteles . Los pasillos distintos a los de habitaciones de huéspedes individuales, deben tener un ancho que les permita acomodar la carga de ocupación requerida y que nunca debe ser menor de 112 cm.	
[NFPA 5000]. apartamentos . Los pasillos con una capacidad necesaria para mas de 50 personas, deben tener un ancho que acomode la carga de ocupación requerida, pero deben tener un ancho no menor a 1120 mm.	
[NFPA 5000]. residencias de cuidados . El ancho de los pasillos debe ser acomodado a la carga de ocupantes servidos, pero no debe ser menor de 1525 mm.	
[NFPA 5000]. comercial . En ocupaciones comerciales de clase A, no menos de un pasillo de 1525 mm como mínimo de ancho, debe salir directamente al exterior. El pasillo principal dentro de los almacenes no debe tener menos de 112 cm de ancho.	
[NFPA 5000]. administrativo . El ancho libre de cualquier pasillo o paso que sirva a una carga de ocupación de 50 personas o más, debe tener no menos de 1120 mm.	
Características de las puertas y de los pasillos	
Puertas	
a) Las puertas de salida serán abatibles con eje de giro vertical y fácilmente operables.	> 100 personas
c) Las puertas previstas para la evacuación de más de 100 personas abrirán en el sentido de la evacuación.	> 50 personas recinto protegido
Uso Comercial . Las puertas previstas para la evacuación de más de 50 personas, en zonas destinadas al público, abrirán en el sentido de la evacuación.	comercial > 50 personas zona multiusos
[NFPA 5000]. Las puertas ubicadas en los recorridos de evacuación deben abrir en el sentido de la evacuación cuando exista una de las condiciones siguientes: Las puertas sirven a un área con ocupación igual o mayor de 50 personas. Las puertas son usadas en un recinto protegido. Las puertas sirven a un área de contenido indefinido o multiusos.	

d) Toda puerta de un recinto que no sea de ocupación nula situada en la meseta de una escalera, se dispondrá de forma tal que al abrirse no invada la superficie necesaria de meseta para la evacuación.		
	< 15 cm	< 17,8 cm
Cuando esté situada en la pared de un pasillo, se dispondrá de forma tal que, en la zona de pasillo barrida por la puerta, no se disminuya la anchura del mismo más de 15 cm.		
[NFPA 5000]. Durante la apertura, cualquier puerta en un medio de evacuación debe dejar menos de la mitad del ancho requerido de un pasillo, paso, o descansillo no obstruido y debe proyectar no más de 17,8 cm dentro del ancho requerido para ese pasillo, paso o descansillo cuando esté completamente abierta. Las puertas no abrirán directamente sobre una escalera sin descansillo. El descansillo debe tener un ancho al menos igual al ancho de la puerta.		
[NFPA 5000]. La fuerza que se requiere para abrir completamente una puerta manualmente en un recorrido de evacuación no debe ser superior a 67 N para liberarla, 133 N para ponerla en movimiento y 67 N para abrir la puerta hasta el ancho mínimo requerido.		
Pasillos		
La anchura libre de las escaleras y de los pasillos previstos como recorridos de evacuación será igual o mayor que 1,00 m. Puede considerarse que los pasamanos no reducen la anchura libre de los pasillos o de las escaleras.		
a) En ningún punto de los pasillos previstos para la evacuación de más de 50 personas que no sean ocupantes habituales del edificio podrán disponerse menos de tres escalones.	A ≥ 1,00 m	pública concurrencia A ≥ 112 cm A _{mesas} ≥ 30,5 cm
b) Los pasillos que sean recorridos de evacuación carecerán de obstáculos, aunque en ellos podrán existir elementos salientes localizados en las paredes, tales como soportes, cercos, bajantes o elementos fijos de equipamiento, siempre que, salvo en el caso de extintores, se respete la anchura libre mínima establecida en esta norma básica y que no se reduzca más de 10 cm la anchura calculada.	10 cm	pública concurrencia pasillo a ambos extremos 30,5cm ≤ A _{filas} ≤ 55,9cm pasillo a un extremo L ≤ 9,1 m 30,1cm ≤ A _{filas}
[NFPA 5000]. edificios de pública concurrencia. El ancho mínimo de pasillo de cualquier pasillo de acceso de salida que sirva a 50 o más personas debe ser de 112cm.		
El mínimo ancho requerido de el paso de acceso de un pasillo que den servicio a mesas debe ser de 30,5cm		
Características de las escaleras		
La anchura libre de las escaleras y de los pasillos previstos como recorridos de evacuación será igual o mayor que 1,00 m. Puede considerarse que los pasamanos no reducen la anchura libre de los pasillos o de las escaleras.		
A lo largo de los recorridos de evacuación, excepto de los que sirvan a menos de 10 personas vinculadas a la actividad que se desarrolla en el edificio, las escaleras cumplirán las condiciones siguientes:	A ≥ 1,00 m	
a) Cada tramo tendrá tres peldaños como mínimo y no podrá salvar una altura mayor que 2,80 m cuando esté previsto para la evacuación de más de 250 personas, o mayor que 3,20 m en los demás casos.	> 3 peldaños H ≤ 2,80 m (> 250 personas) H ≤ 3,20 m (≤ 250 personas)	H ≤ 3,70 m
Uso Vivienda. En edificios cuyo uso predominante sea Vivienda no se exige un número mínimo de peldaños en cada tramo de escalera.		Altura libre 203 cm
Uso Hospitalario. Los tramos de escaleras que sirvan a zonas de hospitalización o de tratamiento intensivo no podrán salvar una altura mayor que 2,50 m.	hospitalario H ≤ 2,50 m	
Uso Docente. En escuelas infantiles y en centros de enseñanza primaria o secundaria, cada tramo tendrá tres peldaños, como mínimo, y doce, como máximo.	docente 3 ≤ nº peldaños ≤ 12	
b) En escaleras con trazado recto, la dimensión de las mesetas intermedias	L ≥ ½ · A	L ≥ 112 cm

medida en el sentido de la evacuación no será menor que la mitad de la anchura del tramo de la escalera, ni que 1 m.	$L \geq 1,00 \text{ m}$	$L \geq 91 \text{ cm}$ cuando ocupantestotal < 50
Uso Hospitalario. En escaleras que sirvan a zonas de hospitalización o de tratamientos intensivos, la profundidad de las mesetas en las que se produzcan cambios de dirección de 180°, medida en la dirección del eje de los tramos, será 2,00 m, como mínimo.	<i>hospitalario</i> $L \geq 2,00 \text{ m}$	
Uso Docente. En escuelas infantiles y en centros de enseñanza primaria o secundaria, la dimensión de las mesetas intermedias en el sentido de la evacuación no será menor que 2 m.	<i>docente</i> $L \geq 2,00 \text{ m}$	
c) La relación c/h será constante a lo largo de toda escalera y cumplirá la relación		
$60 \leq 2c + h$, donde:		
- c, es la dimensión de la contrahuella, que estará comprendida entre 13 y 18,5 cm.		
- h, es la dimensión de la huella, que será como mínimo 28 cm. En el caso de escaleras curvas, la huella se medirá a 50 cm del borde interior y no podrá ser mayor que 42 cm en el borde exterior. En dichas escaleras no podrá computarse como anchura útil la zona en la que la huella sea menor que 17 cm.	$13 \text{ cm} \leq c \leq 18,5 \text{ cm}$ $h \leq 28 \text{ cm}$ $h \leq 42 \text{ cm}$ (curvas)	$10,2 \text{ cm} \leq c \leq 17,8 \text{ cm}$ $h \leq 27,9 \text{ cm}$
En escaleras para evacuación ascendente, los peldaños tendrán tabica y carecerán de bocel.	<i>docente</i> $c \leq 17 \text{ cm}$ $h \leq 28 \text{ cm}$	pública concurrencia $10,2 \text{ cm} \leq c \leq 20,3 \text{ cm}$
Uso Hospitalario. En escaleras que sirvan a zonas de hospitalización o de tratamientos intensivos no se permiten escaleras con trazado curvo.		
Uso Docente. En escuelas infantiles y en centros de enseñanza primaria o secundaria, la relación c/h será constante a lo largo de toda escalera y cumplirá la relación $55 \leq 2c + h \leq 70$, midiendo c 17 cm, como máximo, y h 28 cm, como mínimo. No se admiten escaleras con trazado curvo.		
[NFPA 5000]. Donde se utilice una escalera como recorrido de evacuación, la huella del escalón de dicha escalera no debe ser menor de 33 cm.		
La presencia y localización de cada peldaño debe ser oportunamente visible.		
d) Se dispondrán pasamanos al menos en un lado de la escalera y en ambos cuando su anchura libre sea igual o mayor que 1,20 m o se trate de una escalera curva. Además, deben disponerse pasamanos intermedios cuando la anchura libre sea mayor que 2,40 m.	$A \geq 1,20 \text{ m}$ (2) $A \geq 2,40 \text{ m}$ (+2)	
e) Si el pavimento tiene perforaciones, las dimensiones de éstas no permitirán el paso vertical de una esfera de 8 mm de diámetro.		
Características de los pasillos y de las escaleras protegidos y de los vestíbulos previos		
Pasillos y escaleras protegidos		
Los pasillos y las escaleras protegidos cumplirán, además de lo establecido en los artículos 8 y 9, las condiciones siguientes:		
a) Serán de uso exclusivo para circulación y todo acceso a ellos se realizará a través de puertas resistentes al fuego, conforme al apartado 15.5.		L → protegido con rociadores
Las escaleras podrán tener, como máximo, dos puertas de acceso en cada planta, que deberán comunicar con espacios de circulación. También podrán abrir a ellas las puertas de locales destinados a aseos y las de aparatos elevadores, conforme a lo establecido en el punto 3 del apartado 7.3.	$L < 15 \text{ m}$	comercial protegido con rociadores $L < 15 \text{ m}$
d) Los pasillos y las escaleras protegidos estarán dispuestos de forma tal que pueda circularse por ellos hasta una planta de salida del edificio, y que la longitud de recorrido no protegido por dicha planta hasta una salida de		

edificio sea menor que 15 m. No obstante, dicha longitud podrá ser mayor cuando el espacio al que se accede cumpla las condiciones siguientes:

- estar comunicado directamente con el exterior mediante salidas de edificio;
- presentar un riesgo de incendio muy reducido, tanto por estar destinado únicamente a circulación, sin ninguna otra actividad, como por la muy baja carga de fuego previsible en su interior.
- estar compartimentado respecto a otros recintos que presenten riesgo de incendio con elementos separadores RF-120. No deberá haber más de dos accesos a dichos recintos y ambos dispondrán de vestíbulos previos.

Cuando exista más de una escalera protegida con arranque en un espacio de una planta de salida del edificio que cumpla las condiciones anteriores, una de ellas podrá carecer de compartimentación en dicha planta.

Cuando se cumplan las condiciones anteriores, la longitud del recorrido de evacuación no protegido hasta una salida de edificio puede ser mayor que 15 m, pero dicha longitud debe cumplir las condiciones generales que para cualquier recinto o planta establece el apartado 7.2, es decir, debe ser 25 m, como máximo, cuando exista una sola salida, o 50 m, como máximo, cuando exista más de una, debiendo existir recorrido alternativo hacia otra a menos de 25 m de la puerta del recinto de la escalera o de su punto de desembarco.

No más del 50% del número de salidas requerido, y no más del 50% de la capacidad de evacuación de las salidas, debe ser permitido para evacuar a través de áreas en planta de salida de edificio, siempre que los criterios de 11.7.2 (a) a 11.7.2 (c) se cumplan.

(a) La evacuación en planta de salida de edificio debe llevar a un paso libre de obstáculos hacia el exterior del edificio, y ese paso debe ser oportunamente visible e identificable desde el punto de descarga de la salida.

(b) La planta de salida de edificio debe estar protegida todo a lo largo con un sistema de rociadores aprobado de acuerdo con la sección 55.3, o la porción de la planta usada para la evacuación protegida por un sistema de rociadores aprobado y separado por el resto de la planta (no protegida por rociadores) por un recinto protegido con una resistencia a fuego requerida en el artículo 11.1.3.2.1.

(c) La totalidad del área de la planta de salida de edificio debe estar separada de las áreas inferiores por elementos constructivos con resistencia a fuego no menor que la requerida para el recinto protegido.

[NFPA 5000]. Todas las puertas en un recinto de escalera que sirva a más de cuatro plantas deben estar previstas para uno de los siguientes:

Reentrada desde el recinto de la escalera al interior del edificio.

Liberalización automática para desbloquear todos los recintos de escalera y permitir la reentrada.

Escaleras especialmente protegidas

Las escaleras especialmente protegidas cumplirán las condiciones establecidas para las protegidas y el acceso a ellas en cada planta se realizará por dos puertas, como máximo, cada una de ellas comunicada con un vestíbulo previo diferente, conforme al apartado 10.3. La existencia de dicho vestíbulo en la planta de salida del edificio no será necesaria cuando el espacio al que se accede cumpla las condiciones indicadas en el apartado 10.1.d, siendo suficiente en este caso disponer una sola puerta con cierre automático.

Las escaleras abiertas al exterior podrán considerarse como especialmente protegidas aunque no dispongan de vestíbulos previos en sus accesos. Una escalera puede considerarse abierta al exterior cuando cuente en cada planta con una abertura permanente al exterior de 5A m², como mínimo, siendo A la anchura del tramo de escalera en m.

Vestíbulos previos

Los vestíbulos previos serán de uso exclusivo para circulación y sólo tendrán L ≥ 0,50 m comunicación directa con espacios generales de circulación, aparatos elevadores, aseos y con los locales que deban disponer de dicho vestíbulo. **hospitalario**

La distancia mínima entre los contornos de las superficies barridas por las puertas del vestíbulo será al menos igual a 0,50 m.	
Los vestíbulos previos a escalera especialmente protegida, estarán ventilados conforme a alguna de las alternativas establecidas en apartado 10.1.b). Los vestíbulos previos que sirvan a los locales de riesgo especial definidos en el artículo 19 o a los garajes, no podrán utilizarse para la evacuación de locales diferentes de los citados.	
Uso Hospitalario. Cuando esté prevista la evacuación de zonas de hospitalización o de tratamiento intensivo a través de un vestíbulo previo, la distancia entre las dos puertas que deben atravesarse consecutivamente en la evacuación será de 4 m como mínimo.	
Uso Garaje o Aparcamiento. En los vestíbulos previos situados entre un garaje o aparcamiento y otro uso diferente, la puerta que comunica el vestíbulo con dicho uso deberá abrir hacia el interior del vestíbulo.	
Escaleras de incendios	
En obras de reforma, en las que la disposición de escaleras de las características señaladas en los artículos anteriores de esta norma básica presente especial dificultad, dichas escaleras podrán sustituirse por escaleras de incendios situadas en el exterior, que cumplan las condiciones siguientes:	
a) Su anchura se calculará como la de las escaleras no protegidas y será 0,80 m como mínimo.	
b) Los peldaños tendrán una contrahuella de 20 cm, como máximo, una huella de 21 cm, como mínimo, y sus tramos serán rectos.	
La restricción a la utilización de tramos curvos no es aplicable, en general, a las escaleras exteriores, sino únicamente a las denominadas "de incendios" según la norma, cuyas condiciones especiales se establecen en este artículo. Una escalera exterior que cumpla todas las condiciones establecidas con carácter general para las escaleras puede tener tramos curvos conforme al artículo 9.c.	$A \geq 0,80 \text{ m}$ $c \leq 20 \text{ cm}$ $h \leq 21 \text{ cm}$ no curvas
c) Contarán con defensas y barandillas adecuadas, en función de la altura de evacuación.	
d) Los accesos a la escalera estarán situados en espacios comunes y debidamente señalizados. Excepcionalmente, el tramo final podrá estar resuelto mediante un sistema basculante o desplegable de fácil manejo.	
Uso Hospitalario. En los edificios y en los establecimientos de uso hospitalario no se tendrán en cuenta las escaleras de incendios, a efectos de justificar el cumplimiento de las condiciones de evacuación.	
Condiciones exigibles a los locales de riesgo especial	
Evacuación	
La longitud del recorrido de evacuación desde cada punto de un local o de una zona de riesgo especial hasta alguna de las salidas del local o zona no será mayor que 25 m.	$L_p < 25 \text{ m}$ $c \leq 25 \text{ cm}$ $h \geq 15 \text{ cm}$
En los locales y en las zonas de riesgo alto, al menos una salida permitirá la evacuación sin necesidad de salvar por su interior una altura ascendente mayor que 60 cm, pudiendo las demás ser de emergencia en aquellos locales o zonas en los que la ocupación previsible sea exclusivamente el personal de mantenimiento.	barras deslizamiento escaleras de pates docente $A \geq 1,20 \text{ m}$ (exterior)
Se pueden considerar como salidas de emergencia las escaleras cuya inclinación sea menor que 45°, cuya huella sea mayor que 15 cm y cuya	comercial

contrahuella sea menor que 25 cm y también las barras de deslizamiento y $L < 35$ m (rociadores) las escaleras de pases.

Uso Docente. En los centros docentes no universitarios, la cocina debe estar situada en la planta baja y disponer al menos de dos salidas, en las que las puertas tendrán como mínimo 1,20 m de anchura. Una de las salidas debe comunicar con el exterior del edificio.

Uso Comercial. En los locales de riesgo especial que dispongan de una instalación de rociadores automáticos de agua, la longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta alguna salida del recinto será de 35 m, como máximo.

TABLA RESUMEN

	PUERTAS		ESCALERAS		PASILLOS		Nº SALIDAS	RECORRIDOS _{MAX} (m)	CAMBIO SECTOR (m ² / persona)	RAMPAS	
	ancho mínimo (mm / persona)	cálculo (mm / persona)	ancho mínimo (mm / persona)	cálculo (mm / persona)	ancho mínimo (mm / persona)	cálculo (mm / persona)				desarrollo (m)	pendiente (%)
BELGICA	0,60	(1)	0,80		0,60	(2)	1<100	45/80	-	-	10
NUEVA ZELANDA	0,85	7-8	1,00	9-10	0,85	7-8	2	30/90	(7)	-	7
FRANCIA	0,60	6	0,60	6	0,60	6	2	30/50	-	-	10
LONDRES	0,75	5	0,80	(3)	0,75	5	1<60	9/18	(7)	(7)	(7)
NUEVA YORK	0,55	5,58	0,92	9,31	0,92	5,58	2	30,5/45	-	9,1	12
CANADA	0,81		0,90	2,4	1,10	1,8	1<60	10/45	0,5	-	12
ESCOCIA	0,75	5,3	1,00	(4)	1,20	5,3	1<60	7,5/18	0,3	5	8,3
MADRID	0,80	5	1,00	10	1,00	5	2>200	25/50	-	-	12
NBE-CPI/96	0,80	5	1,00	(5)	1,00	5	1<100	25/50	0,5	3	12
CTE	0,80	5	1,00	(6)	1,00	5	1<100	25/50	0,5	3	10
NFPA 5000™	0,81	5	1,12	8	0,91	5	2	38,45	0,28	9,1	8,3

(1) $br=0,60 \cdot ent[bt]$

(2) $bt=(np/n)_{max} \cdot a$

(3) $P=200w+50 \cdot (w-0,3) \cdot (n-1)$

(4) $5,3 \cdot (0,8p / n-1)$

(5) $A=P/160 \rightarrow 6,25 \text{ mm / persona}$ (descendentes abiertas); $A=P/(160-10h)$ (ascendentes abiertas); $P<3S+160A$

(6) $A \geq P/160 \rightarrow 6,25 \text{ mm / persona}$ (descendentes abiertas); $A \geq P/(160-10h)$ (ascendentes abiertas); $E<3S+160A_s$ (escaleras protegidas); $A \geq P / 480$ (escaleras en zonas al aire libre)

(7) según usos o normativa específica

En la tabla resumen se evidencian las diferencias entre los criterios dimensionales de las normas analizadas. Estas diferencias se podrían justificar debido a diferencias culturales (densidades de circulación, velocidades de circulación y distancias de privacidad) si no fuesen diferencias tan amplias, como p.e.:

- el ancho mínimo de puerta en el recorrido de evacuación: en Francia y Belgica se permiten puertas de 60 cm. en determinadas situaciones, mientras que en Nueva Zelanda no se permiten puertas menores de 85 cm.
- lo mismo sucede al comprobar las pendientes máximas de rampas en los recorridos de evacuación.

¿Cómo se obtienen estos “números mágicos”?, ¿porqué existen tantas diferencias entre ellos?, ¿se consiguen edificios seguros diseñando según sus prescripciones?

Como síntesis de todo lo expuesto se puede concluir que, tomando como referencia la norma NFPA 5000™, se llega a diferencias muy importantes entre las normativas:

- mayor grado de detalle de todas las exigencias para todos los usos (dimensionado de las salidas según usos);
- pendientes en rampas mucho menores (salvo la normativa escocesa);
- estudios de la evacuación a través de ascensores de evacuación, toboganes de evacuación, y ventanas de emergencia;
- menor exigencia superficial en los cambios de sector;
- mayor permisividad con respecto a las distancias máximas en los recorridos (en edificios protegidos por sistemas de rociadores automáticos);
- recorridos más exigentes en los pasillos de fondo de saco;
- se perceptúa un número mínimo de salidas de 3 o 4 cuando se superan los 500 ocupantes o los 1000 ocupantes respectivamente, en uso de pública concurrencia; ...

Sin embargo para el cálculo de las evacuaciones en los edificios, en ninguna de las normas se tiene en cuenta como variable de cálculo el **comportamiento humano**, entendido en los mismos términos expresados en la sección de criterios de asignación de ocupantes a las salidas. Tampoco se tienen en cuenta las diferentes **hipótesis de ocupación del edificio** ni, lo más importante, un estudio que analice todas las **opciones de bloqueos de salidas**, por lo que siguen sin respuesta a las cuestiones planteadas al comienzo del presente trabajo.

Madrid, jueves 10 de septiembre de 2006

Íñaki leite
Doctorando

BIBLIOGRAFÍA

NFPA 5000™ Building Construction and Safety Code™ 2003 Edition

CTE DB-SI y DB-SU, marzo de 2006

Norma Básica de la edificación NBE-CPI/96, "Condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios". Ministerio de Fomento, 1996

REGLAMENTO DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID, marzo de 2004

"HUMAN BEHAVIOUR IN FIRE, UNDERSTANDING HUMAN BEHAVIOUR FOR BETTER FIRE SAFETY DESING", Conference Proceedings, 2nd International Symposium, Mar. 2001

NATIONAL BUILDING CODE OF CANADA 1995. Second Revisions. June 2002

BUILDING CODE NEW ZEALAND. Fire Safety. 2002 Edition

SÉCURITÉ CONTRA L'INCENDIE. Etablissements recavant du public. Immeubles de grande hauteur. Bâtiments d'habitation. France. Édition 2004

MONITEUR BELGE. Annexes 1, 2, 3, 4 et 5 de l'arrête royal du 7 juillet 1994 fixant les normes de base en matière de prévention contra l'incendie et l'explosion, auxquelles les bâtiments nouveaux doivent satisfaire. Avril 1995

THE BUILDING REGULATIONS. FIRE SAFETY. LONDON. 2000 Edition

BUILDING CODE OF THE CITY OF NEW YORK. Plus Reference Standards and Selected Rules and Regulations of the Department of Buildings. 2003 Edition

BUILDING REGULATIONS: TECHNICAL STANDARDS (Scotland) revised December 1999

1. Norma Básica de la edificación NBE-CPI/96, "Condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios". Ministerio de Fomento, 1996

2. Kuligowski, E.D., Dic. 2003, "THE EVALUATION OF A PERFORMANCE-BASED DESING PROCESS FOR A HOTEL BUILDING: THE COMPARISON OF TWO EGRESS MODELS; CHAPTER 2". Department of Fire Protection Engineering, University of Maryland

3. Meacham, Brian and others, Sep. 2004, "INSVESTIGATION OF UNCERTAINTY IN EGRESS MODELS AND DATA". Conference Proceedings of Human Behaviour in Fire Symposium 2004
4. Antonio Hernández Mendo y otros, "INTRODUCCIÓN A LA PSICOLOGÍA DE LAS MASAS". Universidad de Málaga
5. Galea, E.R., Sep. 2004, "COMPUTATIONAL FIRE ENGINEERING – DO WE HAVE WHAT WE NEED?". Fire Safety Engeneering Group, The University of Greenwich. Conference Proceedings of Human Behaviour in Fire Symposium 2004