

Trabajo Fin de Máster
Máster en Ingeniería Industrial

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO
NORMATIVO EN MATERIA DE PCI Y
DESARROLLO DE UN MODELO DE
SIMULACIÓN DE EVACUACIÓN MEDIANTE
FDS + EVAC EN UN CENTRO DOCENTE

Autor: José Luis Gutiérrez Corrales

Tutor: Estanislao Núñez Delgado

Dpto. Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022



Proyecto Fin de Carrera
Máster en Ingeniería Industrial

**JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO
NORMATIVO EN MATERIA DE PCI Y
DESARROLLO DE UN MODELO DE
SIMULACIÓN DE EVACUACIÓN MEDIANTE
FDS + EVAC EN UN CENTRO DOCENTE**

Autor:

José Luis Gutiérrez Corrales

Tutor:

Estanislao Núñez Delgado

Profesor asociado

Dpto. Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022

Proyecto Fin de Carrera: JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO NORMATIVO EN MATERIA DE PCI
Y DESARROLLO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DE EVACUACIÓN MEDIANTE FDS + EVAC
EN UN CENTRO DOCENTE

Autor: José Luis Gutiérrez Corrales

Tutor: Estanislao Núñez Delgado

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2022

El Secretario del Tribunal

*A José Luis Gutiérrez Pérez por
ser mi fuente de inspiración,*

*A María Aida Corrales Villarejo
por toda la bondad de su corazón,*

*A Aida María Gutiérrez Corrales
por su protección fraternal,*

*A Beatriz Gutiérrez Corrales por
su cariño infinito,*

*A mis abuelas Concepción y
África,*

A mis abuelos José y Francisco,

A Dios,

Agradecimientos

Los agradecimientos que incluí en el trabajo fin de grado, fueron dedicados a cinco grupos de personas que por aquel entonces eran la base mi vida y que, a día de hoy, no solo lo siguen siendo, sino que además dan sentido a cada de una de las decisiones que cada día tomo en la vida.

Esta nueva etapa de mi vida concluye con el trabajo que usted está a punto de leer. Podrá observar que la temática de dicho proyecto de investigación difiere de mi especialización dentro de la carrera de Ingeniería Industrial. Y no es algo nuevo. Pese a ser ingeniero especializado en la organización y análisis de los entornos productivos de las empresas, siempre he defendido que un ingeniero es un solucionador de problemas y que cuanto de más sabe, más capacitado está para solucionar cualquier problema que se le ponga por delante.

Con el TFG me atreví a indagar y descubrir que hay dentro de una de las teorías matemáticas en pleno auge, La Teoría de Juegos. Y con el presente Trabajo Fin de Master, me he centrado en investigar el comportamiento versátil del ser humano ante una situación de peligro.

Con todo lo precedido, que resulta necesario para entender los agradecimientos, este trabajo va dedicado a todas las personas que se han atrevido a salir de zona de confort para buscar nuevos desafíos y que han servido de inspiración para el autor de este proyecto. Entre ellas:

- Mi padre, que se adentró en una nueva ciudad a desarrollar su carrera profesional y que ha alcanzado todos los sueños con los que soñaba de joven, salvar vidas y al mismo tiempo enseñar sus conocimientos.
- Mi madre, que ha sido capaz de mantener su entereza y su corazón frente los desafíos que le planteó la vida. Una persona brillante con un corazón noble.
- Mi hermana Aida, por ser la primera en enseñar a sus hermanos lo importante de sentirte realizado en lo que haces y la importancia de la familia. Su corazón es el más puro de todos los que conozco.
- Mi hermana Beatriz, por sorprendernos a con una nueva forma de comprender las empresas, la economía y el mundo de las relaciones laborales. Representa mi fuente de admiración y de aprecio.

Estas personas y muchas más que buscan oportunidades fuera de su hogar, que están dispuestos a escapar de la rutina y de lo esperado para adentrarse en un futuro incierto pero lleno de oportunidades conforman mi fuente de admiración.

Personas capaces de llevar la marca España a otros países europeos y mostrar con orgullo la valía de nuestra cultura. Personas que apuestan por una Europa multicultural y que forman proyectos con personas de todos los países con el objetivo de avanzar como sociedad. Sueño con algún día ser una de ellas.

Hace años comprendí que la mejor versión de mí mismo más reluce en tanto se enfrenta a situaciones que escapan de mi control. Desde entonces, tras finalizar el segundo año de este máster en Eslovaquia, decidí emprender un nuevo proyecto en Países Bajos, donde ahora vivo.

Desde aquí, me encuentro sellando seis años dentro de la vida universitaria y que con orgullo reluzco cuando conozco a personas de todos los países me preguntan por mi País, por mi cultura, por mi tierra y por la Universidad que me formó y que tanto agradecimiento le debo. Gracias docentes y compañeros.

José Luis Gutiérrez Corrales

Sevilla, 2022

Este documento constituye un análisis de la seguridad de las personas ante la aparición de peligros inesperados en un edificio destinado a la docencia. El objetivo de este trabajo es de carácter didáctico y trata de ofrecer al lector una metodología para poder analizar la seguridad de las personas ante una situación de peligro así como la justificación de si un plan de evacuación puede ser considerado seguro o no en función de la normativa del Código Técnico de la Edificación y de un conjunto de artículos de renombre en el campo del comportamiento de las personas ante situaciones de evacuación frente a incendios.

En primer lugar, el lector podrá encontrar una justificación normativa para describir las exigencias exigidas a un edificio desde un punto de vista de la protección contra incendios en el Documento Básico SE del CTE.

En segundo lugar, a partir de dicha justificación, se describirán los pasos para la elaboración de un modelo de simulación de evacuación del edificio, así como la programación del mismo en el software propuesto y la interpretación de los resultados obtenidos.

Con todo ello, el objetivo reside en ofrecer al lector una metodología para la elaboración de métodos de simulación mediante un programa de código abierto para poder analizar cómo se segura es na evacuación a partir de una geometría dada y tomar decisiones pertinentes que ayudan a garantizar la seguridad de las ocupantes.

Abstract

This document is by itself an analysis of the safety of people in the event of unexpected dangers in a school. The objective of this research is didactic and tries to offer to the reader a methodology to analyse the safety of people in a dangerous situation as well as the justification of whether an evacuation plan can be considered safe or not, based on the regulations of the Technical Building Code and a set of renowned articles in the field of behaviour of people in fire evacuation situations.

On one hand of the document, the reader will be able to find a normative justification to describe the requirements demanded of a building from a fire protection point of view in the Basic Document SE of the CTE.

On the other hand, once the justification is concluded, the reader will find the steps for elaborates an evacuation simulation model, as well as understanding its programming in the proposed software and the interpretation of the results obtained.

With all this, the objective lies in offering the reader a methodology for the elaboration of simulation methods through an open source program to be able to analyse how safe an evacuation is based on a given geometry and make pertinent decisions that help guarantee the safety of the occupant safety.

| | |
|--|--------------|
| Agradecimientos | ix |
| Resumen | xi |
| Abstract | xii |
| Índice | xiii |
| Índice de Tablas | xvi |
| Índice de Figuras | xviii |
| Notación | xxi |
| 1 Introducción | 1 |
| 2 Objeto y alcance | 1 |
| 3 Descripción del edificio | 3 |
| 3.1 <i>Definición de espacios por planta</i> | 6 |
| 3.1.1 Planta Baja | 6 |
| 3.1.2 Planta uno | 7 |
| 3.1.3 Planta dos | 7 |
| 3.2 <i>Distribución de aulas</i> | 8 |
| 4 Cumplimiento en materia de pci del edificio mediante db-si del cte | 11 |
| 4.1 <i>Descripción y Objeto del DB-SI del CTE.</i> | 11 |
| 4.2 <i>Sección SI 1 Propagación interior</i> | 13 |
| 4.2.1 Compartimentación en sectores de incendio | 13 |
| 4.2.2 Resistencia al fuego | 17 |
| 4.2.3 Locales y zonas de riesgo especial: | 19 |
| 4.2.4 Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios: | 20 |
| 4.2.5 Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario: | 20 |
| 4.3 <i>Sección SI 2 Propagación Exterior</i> | 21 |
| 4.3.1 Medianerías y fachadas | 21 |
| 4.3.2 Cubierta | 21 |
| 4.4 <i>Sección SI 3 Evacuación de ocupantes</i> | 22 |
| 4.4.1 Cálculo de la ocupación | 22 |
| 4.4.2 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación | 28 |
| 4.4.3 Comprobación longitudes máximas de evacuación | 31 |
| 4.4.4 Dimensionado de los medios de evacuación | 34 |
| 4.4.5 Protección de las escaleras | 51 |
| 4.4.6 Puertas situadas en recorridos de evacuación | 51 |
| 4.4.7 Señalización de los medios de evacuación | 52 |
| 4.4.8 Control de humo de incendio | 52 |
| 4.4.9 Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendios | 52 |
| 4.5 <i>Sección SI 4 Instalaciones de protección contra incendios</i> | 53 |
| 4.5.1 Dotación de las Instalaciones de protección contra incendios | 53 |
| 4.5.2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios | 54 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.6 | <i>Sección SI 5 Intervención de los bomberos</i> | 54 |
| 4.6.1 | Aproximación a los edificios | 54 |
| 4.6.2 | Entorno del edificio | 54 |
| 4.6.3 | Accesibilidad por fachada | 55 |
| 4.7 | <i>Sección SI 6 Resistencia al fuego de la estructura</i> | 55 |
| 4.7.1 | Generalidades | 55 |
| 4.7.2 | Resistencia al fuego de la estructura | 55 |
| 4.7.3 | Elementos estructurales principales | 55 |
| 4.7.4 | Elementos estructurales secundarios | 55 |
| 4.7.5 | Determinación de los efectos de las acciones durante el incendio | 56 |
| 4.7.6 | Determinación de la resistencia al fuego | 56 |
| 5 | Descripción fire dynamic simulator + módulo evac. | 57 |
| 5.1 | <i>Introducción al Programa FDS</i> | 57 |
| 5.2 | <i>Módulo EVAC</i> | 57 |
| 5.3 | <i>Definición de los Perfiles básicos de los agentes</i> | 58 |
| 5.4 | <i>Definición de la Geometría</i> | 59 |
| 5.5 | <i>Ubicación inicial agentes</i> | 64 |
| 5.6 | <i>Variables en FDS+EVAC</i> | 67 |
| 5.7 | <i>Algunas consideraciones adicionales sobre FDS+EVAC</i> | 67 |
| 5.8 | <i>Comportamientos Psicológicos. Influencias del entorno</i> | 68 |
| 5.9 | <i>Elección de salidas</i> | 68 |
| 6 | Variables asociadas al comportamiento humano ante un incendio | 69 |
| 6.1 | <i>La conducta humana ante situaciones de emergencia</i> | 69 |
| 6.1.1 | Factores que afectan al comportamiento humano | 70 |
| 6.2 | <i>Descripción de las variables del software</i> | 71 |
| 6.2.1 | Primer grupo. Variables con un rango de valores predefinido por el programa | 72 |
| 6.2.2 | Segundo grupo. Variables cuyos valores deben ser definidos por el usuario | 73 |
| 6.3 | <i>Justificación de los valores asociados a las cuatro variables de comportamiento a definir por el usuario</i> | 75 |
| 6.3.1 | Introducción. Procedencia de las variables | 75 |
| 6.3.2 | Tiempo de detección | 76 |
| 6.3.3 | Tiempo de alarma | 76 |
| 6.3.4 | Tiempo de premovimiento como variable de comportamiento | 76 |
| 6.4 | <i>Definición de los parámetros que requiere FDS+EVAC</i> | 77 |
| 6.4.1 | Primera Variable. Tiempo de Premovimiento | 77 |
| 6.4.2 | Segunda variable. Velocidad de escape | 80 |
| 6.4.3 | Última variable. Características físicas para cada tipo de agente | 81 |
| 7 | Ejecución del Programa | 83 |
| 7.1 | <i>Introducción a la simulación. Ventana de comandos</i> | 83 |
| 7.2 | <i>Bloques que componen el Código de Resolución</i> | 87 |
| 7.2.1 | Inicialización de FDS-EVAC | 87 |
| 7.2.2 | Mallado | 87 |
| 7.2.3 | Definición de variables iniciales | 87 |
| 7.2.4 | Variables asociadas a la composición del fuego | 87 |
| 7.2.5 | Variables para la definición del límite de mallado | 88 |
| 7.2.6 | definición de la geometría de la planta | 88 |
| 7.2.7 | Condición de inicio del fuego | 88 |
| 7.2.8 | Definición de las salidas | 88 |
| 7.2.9 | Definición de los agentes | 88 |
| 7.2.10 | Posicionamiento de los agentes | 89 |
| 7.2.11 | Generación de archivos de salida | 89 |
| 7.2.12 | Fin del programa | 89 |
| 7.3 | <i>Documentos generados por el programa</i> | 89 |

| | | |
|--------------------|--|------------|
| 7.4 | <i>Herramientas de Visualización</i> | 90 |
| 7.5 | <i>Limitaciones del modelo</i> | 90 |
| 7.6 | <i>Consideración Adicional. Nomenclatura de las Salidas de Planta en los códigos de programa</i> | 90 |
| 8 | Interpretación de resultados | 93 |
| 8.1 | <i>Consideraciones previas</i> | 93 |
| 8.1.1 | Mallado | 93 |
| 8.1.2 | Conexión entre plantas | 94 |
| 8.2 | <i>Tabla con los tiempos de simulación por iteración</i> | 95 |
| 8.3 | <i>Tabla con los tiempos de evacuación del edificio por iteración</i> | 96 |
| 8.4 | <i>Tiempo de evacuación del edificio</i> | 96 |
| 8.5 | <i>Condición de seguridad de la evacuación</i> | 97 |
| 8.6 | <i>Conclusiones sobre el resultado obtenido</i> | 97 |
| 8.7 | <i>Resultados FDS+EVAC</i> | 98 |
| 8.7.1 | Archivo Excel. Valores separados por comas | 98 |
| 8.7.2 | Gráficas de interés | 101 |
| 8.8 | <i>Propuesta de extensión del alcance del TFM</i> | 108 |
| Anexo I. | Códigos del programa | 109 |
| | <i>Códigos de Programa</i> | 109 |
| Anexo III. | Ilustraciones de la evacuación | 160 |
| Referencias | | 168 |
| Glosario | | 169 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Descripción de zonas en la planta baja | 7 |
| Tabla 2. Descripción de zonas en la planta uno | 7 |
| Tabla 3. Descripción de zonas en la planta baja | 8 |
| Tabla 4. Reparto de aulas según nivel educativo por plantas | 8 |
| Tabla 5. División de superficie por planta entre los dos sectores de incendios del edificio | 15 |
| Tabla 6. Sectores de incendios independientes del edificio | 17 |
| Tabla 7. Resumen de la característica frente al paredes y puertas de paso | 18 |
| Tabla 8. Grado de riesgo en los locales de riesgo especial | 19 |
| Tabla 9. Condiciones de resistencia frente al fuego en los locales de riesgo especial | 19 |
| Tabla 10. Máximos recorridos hasta alguna salida del local de riesgo especial | 20 |
| Tabla 11. Revestimientos | 20 |
| Tabla 12. Cálculo de la ocupación por cada local de la planta baja | 23 |
| Tabla 13. Cálculo de la ocupación por cada local de la planta uno | 25 |
| Tabla 14. Cálculo de la ocupación por cada local de la planta dos | 27 |
| Tabla 15. Resumen casos más desfavorables en los recorridos de evacuación de la planta uno | 32 |
| Tabla 16. Resumen casos más desfavorables en los recorridos de evacuación de la planta (I) | 33 |
| Tabla 17. Descripción del color asociado a cada escalera de evacuación | 35 |
| Tabla 18. Evacuación planta dos sin consideración de bloqueo | 36 |
| Tabla 19. Consideración de bloqueo Escalera 1 en la planta dos | 36 |
| Tabla 20. Consideración de bloqueo Escalera 2 en la planta dos | 36 |
| Tabla 21. Consideración de bloqueo Escalera 3 en la planta dos | 37 |
| Tabla 22. Consideración de bloqueo Escalera 4 (planta dos) en la planta dos | 37 |
| Tabla 23. Tabla con comprobación normativa del dimensionamiento de escaleras en la planta dos | 37 |
| Tabla 24. Análisis de los casos más desfavorables. Pasillos en la planta dos | 38 |
| Tabla 25. Tabla con comprobación normativa. Pasillos en la planta dos | 38 |
| Tabla 26. Análisis de los casos más desfavorables. Puertas en la planta dos | 38 |
| Tabla 27. Tabla con comprobación normativa. Puertas en la planta dos | 39 |
| Tabla 28. Flujos de personas provenientes de la planta dos | 39 |
| Tabla 29. Evacuación sin consideración de bloqueo en la planta uno | 41 |
| Tabla 30. Consideración de bloqueo Escalera N°1 en la planta uno | 41 |
| Tabla 31. Tabla con el cálculo de anchura para el caso de bloqueo Escalera N°1 en la planta uno | 41 |
| Tabla 32. Tabla con comprobación normativa del dimensionamiento de escaleras en la planta uno | 42 |
| Tabla 33. Consideración de bloqueo Escalera N°1 en la planta uno (I) | 42 |
| Tabla 34. Consideración de bloqueo Escalera N°2 en la planta uno | 42 |

| | |
|--|----|
| Tabla 35. Consideración de bloqueo Escalera N°3 en la planta uno | 43 |
| Tabla 36. Consideración de bloqueo Escalera N°4 en la planta uno | 43 |
| Tabla 37. Análisis de los casos más desfavorables. Pasillos en la planta uno | 44 |
| Tabla 38. Tabla con comprobación normativa. Pasillos en la planta uno | 44 |
| Tabla 39. Análisis de los casos más desfavorables. Puertas en la planta uno | 44 |
| Tabla 40. Tabla con comprobación normativa. Puertas en la planta uno | 45 |
| Tabla 41. Cálculo del flujo total proveniente de las plantas uno y dos | 45 |
| Tabla 42. Cálculo del flujo total según la norma (E) proveniente de las plantas uno y dos | 46 |
| Tabla 43. Evacuación planta baja sin consideración de bloqueo | 47 |
| Tabla 44. Consideración de bloqueo Salida de Edificio N°1 en la planta baja | 47 |
| Tabla 45. Consideración de bloqueo Salida de Edificio N°2 en la planta baja | 48 |
| Tabla 46. Consideración de bloqueo Salida de Edificio N°3 en la planta baja | 48 |
| Tabla 47. Consideración de bloqueo Salida de Edificio N°4 en la planta baja | 48 |
| Tabla 48. Tabla con comprobación normativa del dimensionamiento de escaleras en la planta baja | 49 |
| Tabla 49. Análisis de los casos más desfavorables. Pasillos en la planta baja | 49 |
| Tabla 50. Tabla con comprobación normativa. Puertas de los pasillos en la planta baja | 49 |
| Tabla 51. Consideración de bloqueo Escalera N°4 en la planta uno | 50 |
| Tabla 52 Análisis de los casos más desfavorables. Puertas en la planta baja | 50 |
| Tabla 53. Tabla con comprobación normativa. Puertas en la planta baja | 51 |
| Tabla 54. Cinco perfiles básicos de agentes en función a de su característica física y velocidad | 58 |
| Tabla 55. Rango de valores predefinidos del primer conjunto de parámetros | 73 |
| Tabla 56. Comandos de programa asociados a las variables de comportamiento humano | 74 |
| Tabla 57. Distribuciones asociadas a las variables de programa | 74 |
| Tabla 58. Obtención del tiempo de premovimiento para alumnos de infantil | 77 |
| Tabla 59. Obtención del tiempo de premovimiento para alumnos de primaria | 78 |
| Tabla 60. Obtención del tiempo de premovimiento para alumnos de secundaria | 79 |
| Tabla 61. Obtención de la velocidad media para alumnos de secundaria | 80 |
| Tabla 62. Nomenclatura de las Salidas de Planta en los códigos de programa | 92 |
| Tabla 63. Tiempo computacional para las 5 primeras simulaciones | 95 |
| Tabla 64. Tiempo de evacuación para las 5 primeras simulaciones | 96 |
| Tabla 65. Condición para considerar la evacuación segura | 97 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Plano Planta Baja | 3 |
| Figura 2. Plano Planta Uno | 4 |
| Figura 3. Plano Planta Dos | 5 |
| Figura 4. Disposición de las aulas en la planta baja | 9 |
| Figura 5. Disposición de las aulas en la planta uno | 9 |
| Figura 6. Disposición de las aulas en la planta dos | 10 |
| Figura 7. Superficie de cada sector de incendios en la planta baja | 13 |
| Figura 8. Superficie de cada sector de incendios en la planta uno | 14 |
| Figura 9. Superficie de cada sector de incendios en la planta dos | 14 |
| Figura 10. Detalle de los locales de riesgo especial en planta baja | 15 |
| Figura 11. Detalle de los locales de riesgo especial en planta uno | 16 |
| Figura 12. Detalle de los locales de riesgo especial en planta dos | 16 |
| Figura 13. Encuentro forjado-fachada [2] | 21 |
| Figura 14. Encuentro cubierta-fachada [2] | 22 |
| Figura 15. Plano con ocupación por aula de la planta baja - mitad superior | 24 |
| Figura 16. Plano con ocupación por aula de la planta baja - mitad inferior | 24 |
| Figura 17. Plano con ocupación por aula de la planta uno – mitad superior | 25 |
| Figura 18. Plano con ocupación por aula de la planta uno – mitad inferior | 26 |
| Figura 19. Plano con ocupación por aula de la planta dos – mitad superior | 27 |
| Figura 20. Plano con ocupación por aula de la planta dos – mitad inferior | 28 |
| Figura 21. Croquis planta baja | 29 |
| Figura 22. Croquis planta uno | 30 |
| Figura 23. Croquis planta dos | 31 |
| Figura 24. Recorrido de evacuación desde Aula 29.5 hacia Escalera 3 (Salida de Planta) | 32 |
| Figura 25. Recorrido de evacuación desde Aula 29.5 hacia Escalera 1 (Salida de Planta) | 33 |
| Figura 26. Recorrido de evacuación desde Aula 29.8 hacia las Escaleras 3 y 4 (Salida de Planta) | 33 |
| Figura 27. Puertas asignadas a cada aula durante la evacuación de la planta dos | 35 |
| Figura 28. Puertas asignadas a cada aula durante la evacuación de la planta uno | 40 |
| Figura 29. Puertas asignadas a cada aula durante la evacuación de la planta baja | 46 |
| Figura 30. Geometría del edificio en Smokeview* | 60 |
| Figura 31. Geometría del edificio en Smokeview (I) | 60 |
| Figura 32. Geometría del edificio en Smokeview (II)** | 60 |
| Figura 33. Geometría del edificio en Smokeview (III) | 61 |
| Figura 34. Planta Dos sin ocupación | 61 |

| | |
|--|-----|
| Figura 35. Planta Dos en t=0s | 61 |
| Figura 36. Planta Uno sin ocupación | 62 |
| Figura 37. Planta Uno en t=0s | 62 |
| Figura 38. Planta Baja sin ocupación | 62 |
| Figura 39. Planta Baja en t=0s | 63 |
| Figura 40. Planta Baja en t=0s (I) | 63 |
| Figura 41. Localización Inicial de los agentes | 64 |
| Figura 42. Inicialización geográfica de los agentes en la planta baja*,** | 64 |
| Figura 43. Inicialización geográfica de los agentes en la planta baja (I) | 65 |
| Figura 44. Inicialización geográfica de los agentes en la planta uno* | 65 |
| Figura 45. Inicialización geográfica de los agentes en la planta uno (I) | 65 |
| Figura 46. Inicialización geográfica de los agentes en la planta dos* | 66 |
| Figura 47. Inicialización geográfica de los agentes en la planta dos (I) | 66 |
| Figura 48. Distribuciones asociadas a las variables de programa | 67 |
| Figura 49. Descripción detallada de los tiempos de evacuación | 76 |
| Figura 50. Desglose del tiempo de premovimiento [13] | 77 |
| Figura 51. Referencia [10] Tabla con tiempos de premovimiento | 79 |
| Figura 52. Representación geométrica del agente en FDS+EVAC | 81 |
| Figura 53. Valores asociados a "Body type" para cada uno de los cuatro perfiles de agentes | 82 |
| Figura 54. Llamada al programa | 83 |
| Figura 55. Warning asociado al mallado | 83 |
| Figura 56. Datos de inicialización del programa | 84 |
| Figura 57. Inicialización y primeras iteraciones | 84 |
| Figura 58. Últimas iteraciones y fin de programa | 84 |
| Figura 59. Visualización de la Planta dos sin ocupantes | 85 |
| Figura 60. Visualización de la planta dos con ocupantes | 86 |
| Figura 61. Planta dos durante evacuación | 86 |
| Figura 62. Identificación de Salidas de Planta en la planta dos | 91 |
| Figura 63. Identificación de Salidas de Planta en la planta uno | 91 |
| Figura 64. Archivo generado por FDS+EVAC | 99 |
| Figura 65 . Archivo generado por FDS+EVAC (I) | 99 |
| Figura 66. . Archivo generado por FDS+EVAC (II) | 99 |
| Figura 67. Archivo generado por FDS+EVAC con rango preciso | 100 |
| Figura 68. Archivo generado por FDS+EVAC con rango preciso (I) | 100 |
| Figura 69. Archivo generado por FDS+EVAC con rango preciso(II) | 100 |
| Figura 70. Evacuación de los agentes Planta Dos en función del tiempo | 101 |
| Figura 71. Evacuación de los agentes Planta Uno en función del tiempo | 101 |
| Figura 72. Evacuación de los agentes Planta Baja en función del tiempo | 102 |
| Figura 73. Flujo que atraviesa la Salida de Edificio 1 (Planta baja) | 102 |

| | |
|--|-----|
| Figura 74. Flujo que atraviesa la Salida de Edificio 2 (Planta baja) | 103 |
| Figura 75. Flujo que atraviesa la Salida de Edificio 3 (Planta baja) | 103 |
| Figura 76. Flujo que atraviesa la Salida de Edificio 4 (Planta baja) | 103 |
| Figura 77. Flujo que atraviesa la Salida de Cafetería (Planta baja) | 104 |
| Figura 78. Flujo que atraviesa la Salida Aseos 22.1 (Planta baja) | 104 |
| Figura 79. Flujo que atraviesa la Salida Aseos 22.2 (Planta baja) | 104 |
| Figura 80. Flujo que atraviesa la Salida de Almacén (Planta baja) | 105 |
| Figura 81. Flujo que atraviesa la Salida de Planta 4 (Planta uno) | 105 |
| Figura 82. Flujo que atraviesa la Salida de Planta 5 (Planta uno) | 105 |
| Figura 83. Flujo que atraviesa la Salida de Planta 6 (Planta uno) | 106 |
| Figura 84. Flujo que atraviesa la Salida de Planta 7 (Planta uno) | 106 |
| Figura 85. Flujo que atraviesa la Salida de Planta 1 (Planta dos) | 106 |
| Figura 86. Flujo que atraviesa la Salida de Planta 2 (Planta dos) | 107 |
| Figura 87. Flujo que atraviesa la Salida de Planta 3 (Planta dos) | 107 |
| Figura 88. Flujo que atraviesa la Salida por Escalera 5 (Planta dos) | 107 |

(...) Texto adicional de un documento normativo irrelevante en la citación usada
* Aclaración en párrafo posterior al marcado

1 INTRODUCCIÓN

Este Trabajo Fin de Máster se ha realizado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla concluyendo con él la obtención del Máster en Ingeniería Industrial del autor.

El objeto principal del mismo consiste en una justificación en materia de protección contra incendios de un centro docente utilizando para ello la aplicación de las normativas actuales vigentes para dicho fin. A partir de dicha justificación se detalla el proceso de generación y simulación de modelos de evacuación de personas para el edificio docente utilizando un programa de descarga abierta a todos los usuarios, FDS junto al módulo EVAC.

Con tal fin, este trabajo tiene asociado un tutor vinculado al Dpto. Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería de la Universidad de Sevilla que ha guiado, tutorizado y encaminado el proyecto hacia la versión definitiva que aquí se presenta.

2 OBJETO Y ALCANCE

En el presente trabajo se propone la obtención de modelos de simulación de evacuación de personas que den respuesta a la creciente demanda exigida por las administraciones en materia de protección en caso de incendios. Es importante recalcar que dicho análisis será llevado a cabo en un edificio destinado al uso docente. Los centros de docencia requieren de exhaustivos y minuciosos análisis de prevención que garanticen una correcta evacuación de las personas en caso de que se produzca un incendio.

Sin embargo, un análisis de tales dimensiones es a menudo considerado una tarea compleja. Esto es debido a gran número de variables a considerar, pues, no sólo se requiere un estudio del centro docente en sí o las medidas tomadas para una correcta evacuación, sino que además deben ser tomados en consideración otros aspectos como la edad de las personas, los comportamientos psicológicos, la formación de aglomeraciones durante la evacuación... entre otros.

Teniendo en cuenta el punto de partida, el presente trabajo propone una guía para poder realizar un modelo de simulación de evacuación en un centro docente a partir de una geometría predefinida. Dicho modelo se definirá mediante el módulo EVAC integrado en el programa Fire Dynamic Simulator.

De manera general el uso de programas de código abierto lleva asociado una serie de limitaciones, las cuales, serán detalladas y acotadas en el presente trabajo para conocimiento del usuario. Dicho trabajo no pretende convertirse en una herramienta profesional para tomar decisiones sino más bien se enfoca en presentar una guía para aquella persona que quiera adentrarse en la elaboración de modelos de evacuación elementales y descubrir cómo los programas informáticos dan respuesta a los comportamientos y casuística de las personas ante situaciones de emergencia.

Sin embargo, no por el hecho de ser un software libre implica que los resultados obtenidos sean poco cercanos a la realidad. FDS se ha convertido en uno de los programas de simulación más conocidos y usados en todo el mundo.

Integrado en él, se encuentra el módulo EVAC, desarrollado por el “Technical Research Centre of Finland”, que permite al usuario la definición de los variables que rigen el comportamiento humano mediante variables con una amplia gama de distribución. Estas variables serán descritas en capítulos posteriores.

De forma previa a la elaboración de los modelos de simulación se propone realizar una justificación del cumplimiento en materia de protección contra incendios del edificio mediante el documento básico de seguridad contra incendios del Código Técnico de la Edificación. Mediante dicha normativa se detallarán los requisitos mínimos normativos que serán de aplicación al centro docente en cuestión.

3 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio del presente trabajo se encuentra destinado a la docencia en distintos niveles educativos, es decir, el uso del edificio será considerado docente. Dentro de los edificios de uso docente, se describen los siguientes niveles elementales de educación:

- Educación Infantil
- Educación Primaria
- Educación Secundaria

Con tal fin el edificio se encuentra compuesto por tres plantas:

1. Planta Baja con una superficie construida de 1621 m²

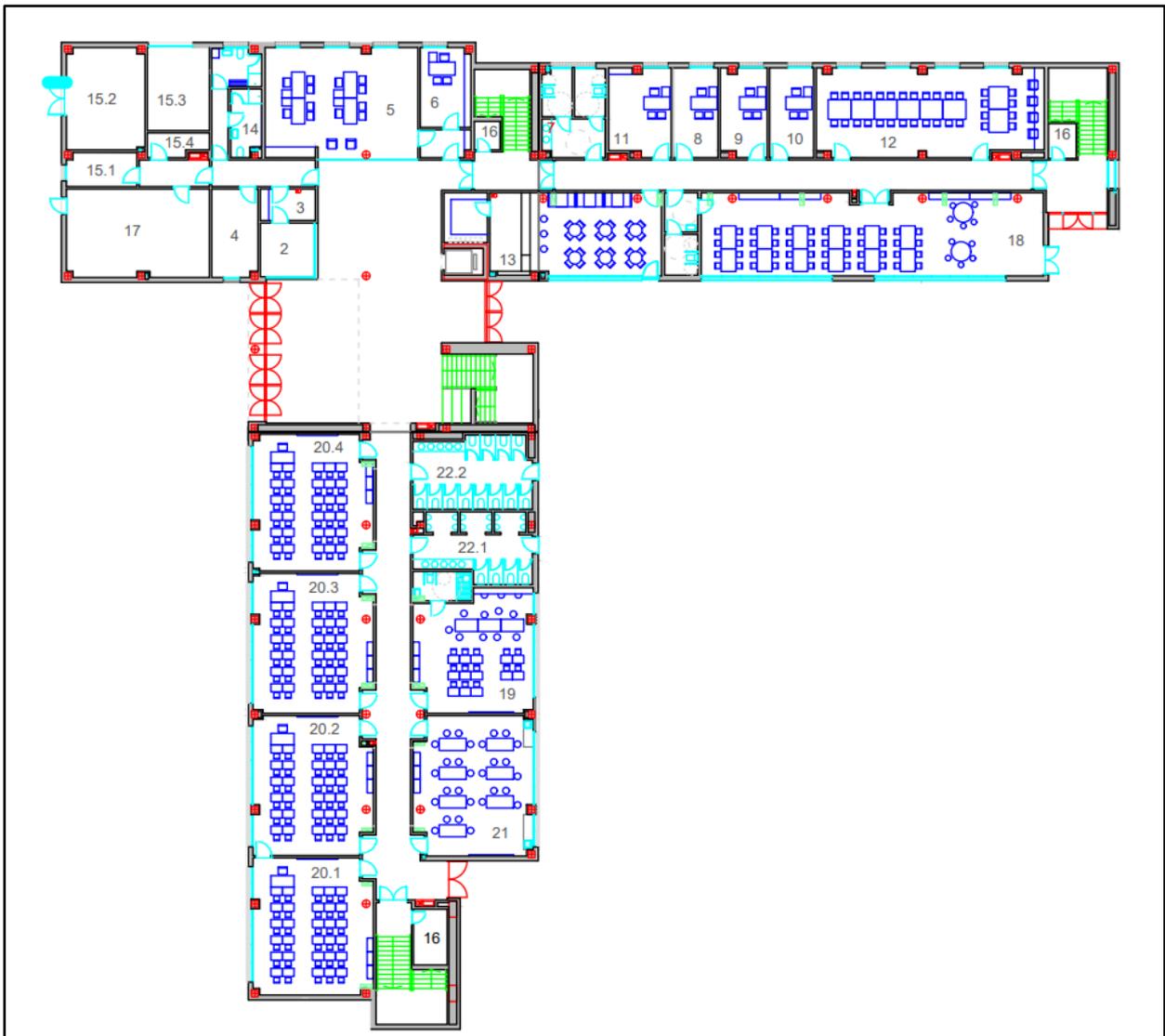


Figura 1. Plano Planta Baja

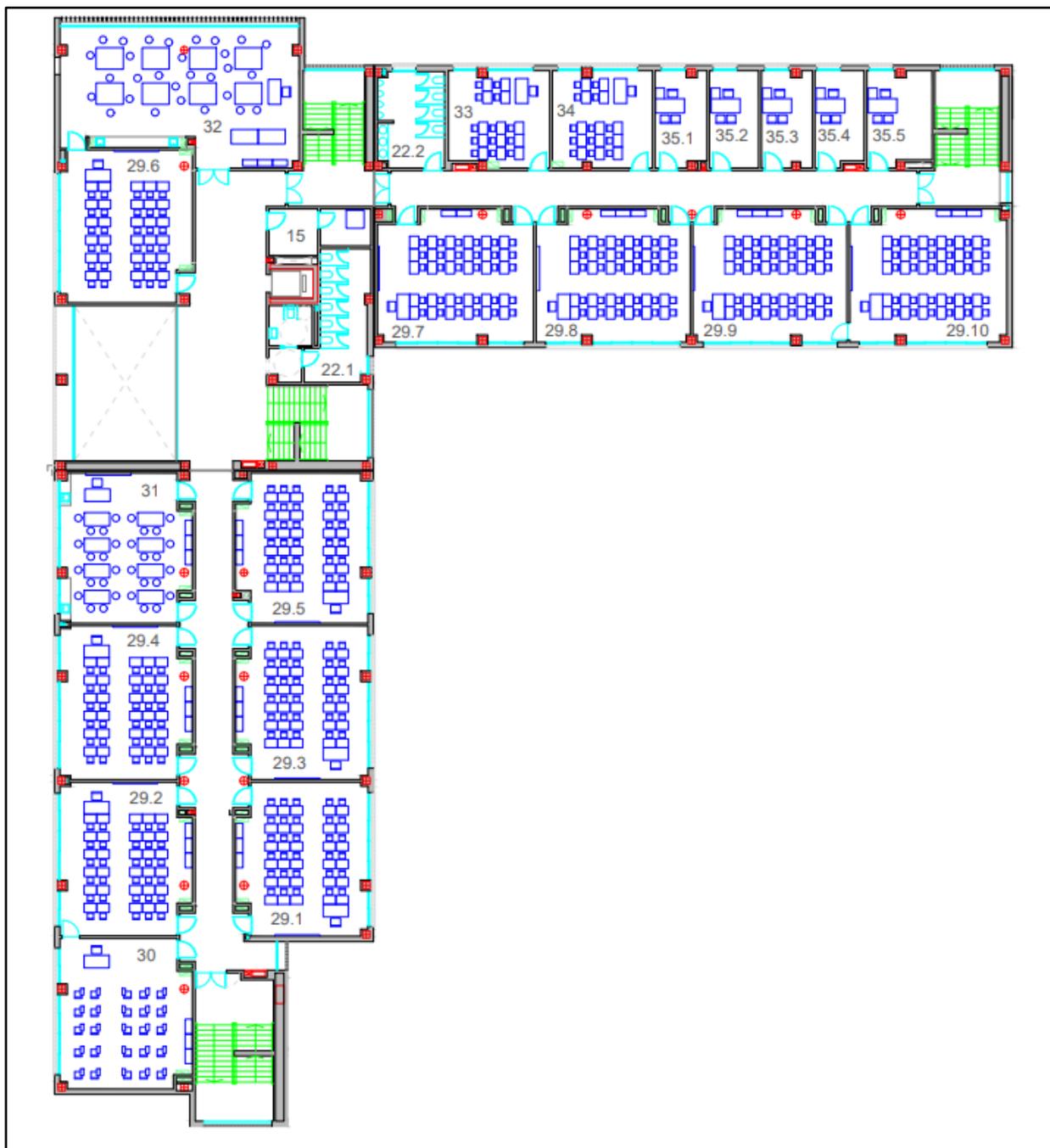
2. Planta Uno con una superficie construida de 1586 m²

Figura 2.Plano Planta Uno

3. Planta Dos con una superficie construida de 1584 m²

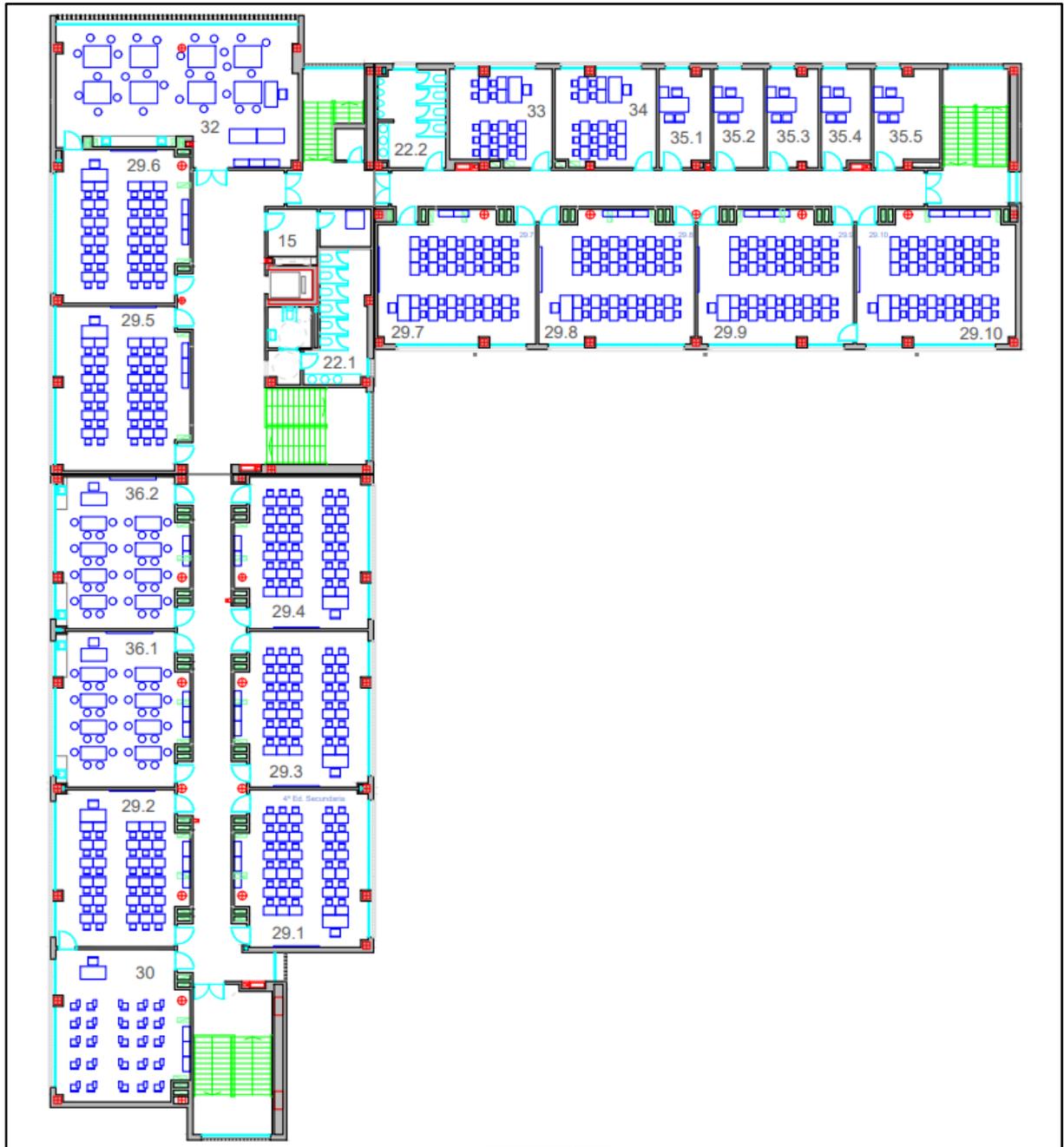


Figura 3. Plano Planta Dos

3.1 Definición de espacios por planta

Cada una de las plantas que componen el edificio se encuentra repartida en distintos espacios independientes separados mediante elementos separadores tales como paredes y puertas. Cada uno de estos espacios debe ser definidos (en términos de su función y superficie) para el cálculo de parámetros normativos.

3.1.1 Planta Baja

La definición de los distintos espacios o zonas que componen la planta baja se presenta en la siguiente tabla:

| Nº Identificación | Descripción | Superficie en m ² |
|-------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1 | Vestíbulo principal | 162,88 |
| 2 | Conserjería y reprografía | 10,79 |
| 3 | Control | 6,53 |
| 4 | Despacho AMPAS | 15,21 |
| 5 | Secretaría | 63,44 |
| 6 | Despacho secretaría | 15,06 |
| 7 | Aseos profesores | 20,03 |
| 8 | Despacho alumnos | 14,91 |
| 9 | Despacho de orientación | 15,09 |
| 10 | Despacho jefe de estudios | 14,91 |
| 11 | Despacho dirección | 20,04 |
| 12 | Sala profesores | 74,03 |
| 13 | Cafetería | 61,39 |
| 14 | Aseos no docente | 18,95 |
| 15.1 | Instalaciones. Rack | 62,95 |
| 15.2 | Instalaciones. Caldera | |
| 15.3 | Instalaciones. PCI | |
| 15.4 | Instalaciones. Electricidad | |
| 16 | Cuartos de Limpieza (x3) | 13,56 |
| 17 | Almacén general | 47,07 |
| 18 | Biblioteca | 115,23 |

| | | |
|--------------------|----------------------------|--------|
| 19 | Aula de educación especial | 57,84 |
| 20.1 – 20.4 | 4 Aulas | 239,09 |
| 21 | Aula de plástica | 60,28 |
| 22.1 – 22.2 | Aseos Alumnos | 58,07 |

Tabla 1. Descripción de zonas en la planta baja

3.1.2 Planta uno

La definición de los distintos espacios o zonas que componen la planta uno se presenta en la siguiente tabla:

| Nº Identificación | Descripción | Superficie en m² |
|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| 15 | Cuarto de Instalaciones | 12,81 |
| 22.1 – 22.2 | Aseos alumnos | 46,4 |
| 29.1 – 29.10 | 10 Aulas | 602,04 |
| 30 | Aula música | 59,13 |
| 31 | Aula plástica | 57,88 |
| 32 | Aula taller | 97,99 |
| 33 | Aula desdoblamiento | 29,55 |
| 34 | Aula de refuerzo | 29,83 |
| 35.1 – 35.5 | 5 Seminarios | 77,44 |

Tabla 2. Descripción de zonas en la planta uno

3.1.3 Planta dos

La definición de los distintos espacios o zonas que componen la planta dos se presenta en la siguiente tabla:

| Nº Identificación | Descripción | Superficie en m² |
|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| 15 | Cuarto de Instalaciones | 12,81 |
| 22.1 – 22.2 | Aseos alumnos | 46,36 |
| 29.1 – 29.10 | 10 Aulas | 599,09 |
| 30 | Aula música | 58,37 |
| 32 | Aula taller | 97,19 |
| 33 | Aula desdoblamiento | 29,08 |

| | | |
|--------------------|------------------|--------|
| 34 | Aula de refuerzo | 29,45 |
| 35.1 – 35.5 | 5 Seminarios | 77,76 |
| 36.1 – 36.2 | 2 Laboratorios | 116,03 |

Tabla 3. Descripción de zonas en la planta baja

Una vez definidos y delimitados los diferentes espacios del edificio, se procederá a repartir los distintos niveles de enseñanza en las aulas disponibles del edificio.

3.2 Distribución de aulas

El edificio de uso docente se encuentra, por tanto, compuesto por un total de 24 aulas destinadas a la enseñanza de todas las materias. Cabe destacar que las aulas destinadas a un uso docente específico tales como aulas talleres, aulas de apoyo, aula de música... no se consideran aulas de uso general. Esta diferenciación repercute en la ocupación de las mismas.

Estas 24 aulas se encuentran repartidas en los siguientes niveles de educación:

| Localización de las aulas | Número de aulas | Nivel de docencia |
|----------------------------------|------------------------|--------------------------|
| Planta Baja | 2 aulas | 1º Infantil |
| Planta Baja | 2 aulas | 2º Infantil |
| Planta Uno | 2 aulas | 1º Educación Primaria |
| Planta Uno | 2 aulas | 2º Educación Primaria |
| Planta Uno | 2 aulas | 3º Educación Primaria |
| Planta Uno | 2 aulas | 4º Educación Primaria |
| Planta Uno | 2 aulas | 5º Educación Primaria |
| Planta Dos | 2 aulas | 6º Educación Primaria |
| Planta Dos | 2 aulas | 1º Educación Secundaria |
| Planta Dos | 2 aulas | 2º Educación Secundaria |
| Planta Dos | 2 aulas | 3º Educación Secundaria |
| Planta Dos | 2 aulas | 4º Educación Secundaria |

Tabla 4. Reparto de aulas según nivel educativo por plantas

Véase la localización de estas aulas sobre los planos:

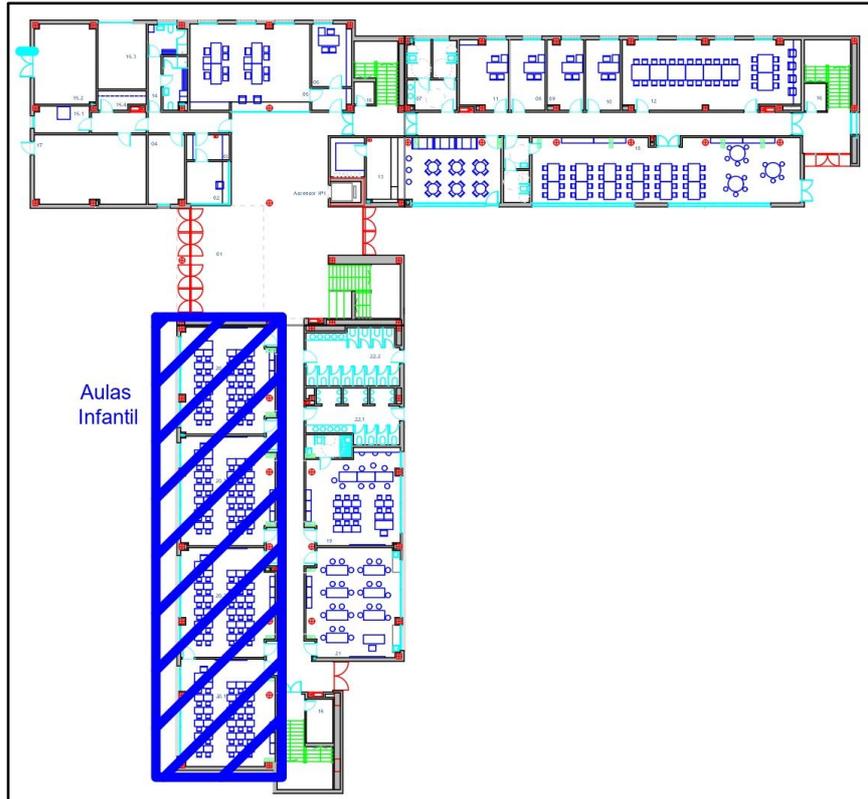


Figura 4. Disposición de las aulas en la planta baja

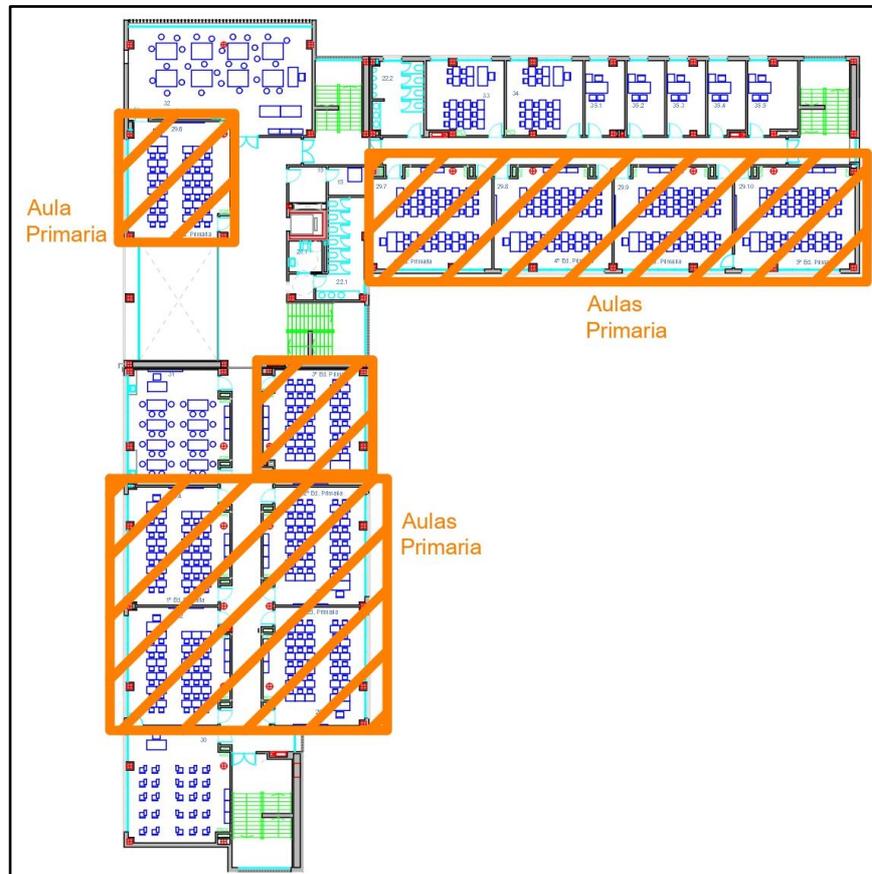


Figura 5. Disposición de las aulas en la planta uno

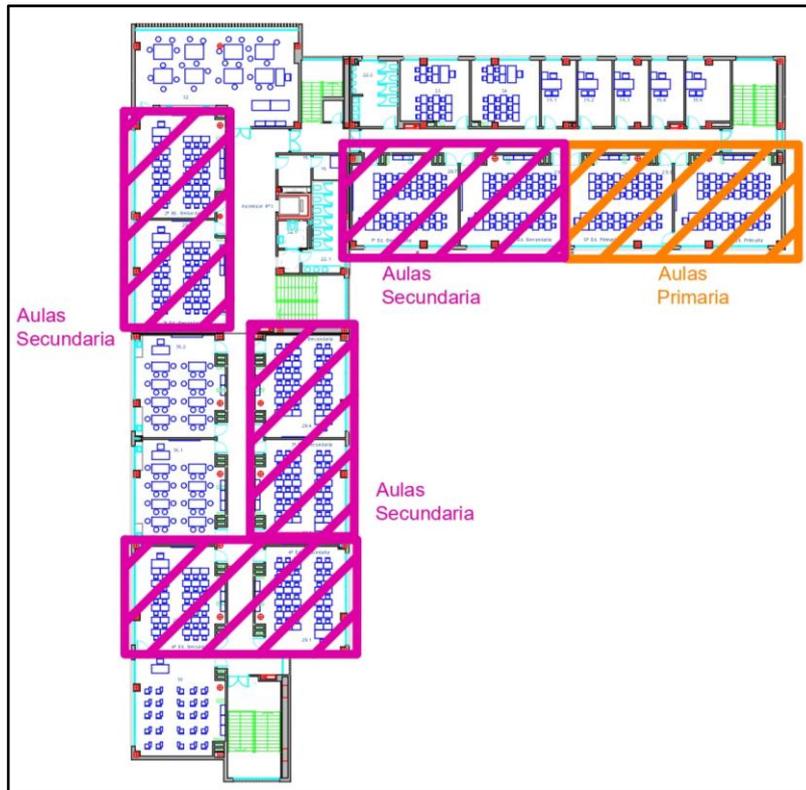


Figura 6. Disposición de las aulas en la planta dos

4 CUMPLIMIENTO EN MATERIA DE PCI DEL EDIFICIO MEDIANTE DB-SI DEL CTE

En esta primera etapa del proyecto, el objetivo será realizar una justificación del cumplimiento normativa en materia de protección contra incendios. Para ello, se hará uso del Documento Básico SI Seguridad en caso de Incendio [2]. Este DB fue aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (BOE 28-marzo-2006) y posteriormente ha sido modificado por las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre (BOE 23-octubre-2007)
- Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo (BOE 25- enero-2008)
- Orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-abril-2009). - Real Decreto 173/2010 de 19 de febrero (BOE 11-marzo-2010)
- Sentencia del TS de 4/5/2010 (BOE 30-julio-2010)
- Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre (BOE 27-diciembre-2019)

Este documento básico será la guía para la definición:

- Los sectores de incendios
- El análisis de las salidas y recorridos de evacuación
- El cálculo de la longitud de los recorridos de evacuación
- El dimensionado de los medios de evacuación.

4.1 Descripción y Objeto del DB-SI del CTE.

El documento básico, o en su forma reducida DB, tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio. Dicho documento se encuentra dividido en secciones en las que se detallan las seis exigencias básicas a analizar.

La correcta aplicación de cada una de las secciones supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto de las secciones supone que la condición de satisfacción del requisito básico "Seguridad en caso de incendio". Tanto el objetivo del requisito básico como las exigencias básicas se establecen en el artículo 11 de la Parte 1 de este CTE. Estas son:

Artículo 11. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI):

1. 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.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

3. El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”, en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación.

Las exigencias básicas en el orden de numeración definido por la norma se describen a continuación:

- **11.1 Exigencia básica SI 1 - Propagación interior:** Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio.
- **11.2 Exigencia básica SI 2 - Propagación exterior:** Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.
- **11.3 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.
- **11.4 Exigencia básica SI 4 - Instalaciones de protección contra incendios:** El edificio dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.
- **11.5 Exigencia básica SI 5 - Intervención de bomberos:** Se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.
- **11.6 Exigencia básica SI 6 – Resistencia al fuego de la estructura:** La estructura portante mantendrá su resistencia

4.2 Sección SI 1 Propagación interior

Uno de los fundamentos de la protección pasiva contra incendios es la sectorización. Para limitar la propagación del fuego y el humo en un edificio, es necesario sectorizarlo, es decir, dividir el espacio en varios volúmenes para limitar el fuego en el espacio donde se ha iniciado durante el tiempo necesario para la evacuación de las personas que se encuentren en el interior de las instalaciones.

4.2.1 Compartimentación en sectores de incendio

El edificio del presente trabajo se define como independiente con respecto a los edificios colindantes. Siendo totalmente exento en la totalidad de sus fachadas. La sectorización se debe realizar según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 del documento normativo asegurando que las paredes y los suelos de las diferentes zonas compartimentadas tengan un grado de resistencia al fuego coherente con el tipo de edificio.

En el caso particular de este proyecto, el uso previsto será docente con más de una planta, luego, la superficie construida de cada sector de incendios no deberá superar los 4.000 m². Considerando además que el edificio no dispone de instalaciones automáticas de extinción no estando permitido duplicar ese umbral de superficie.

Con todo ello, se propone una sectorización vertical que divide el edificio en dos sectores de incendios independientes:

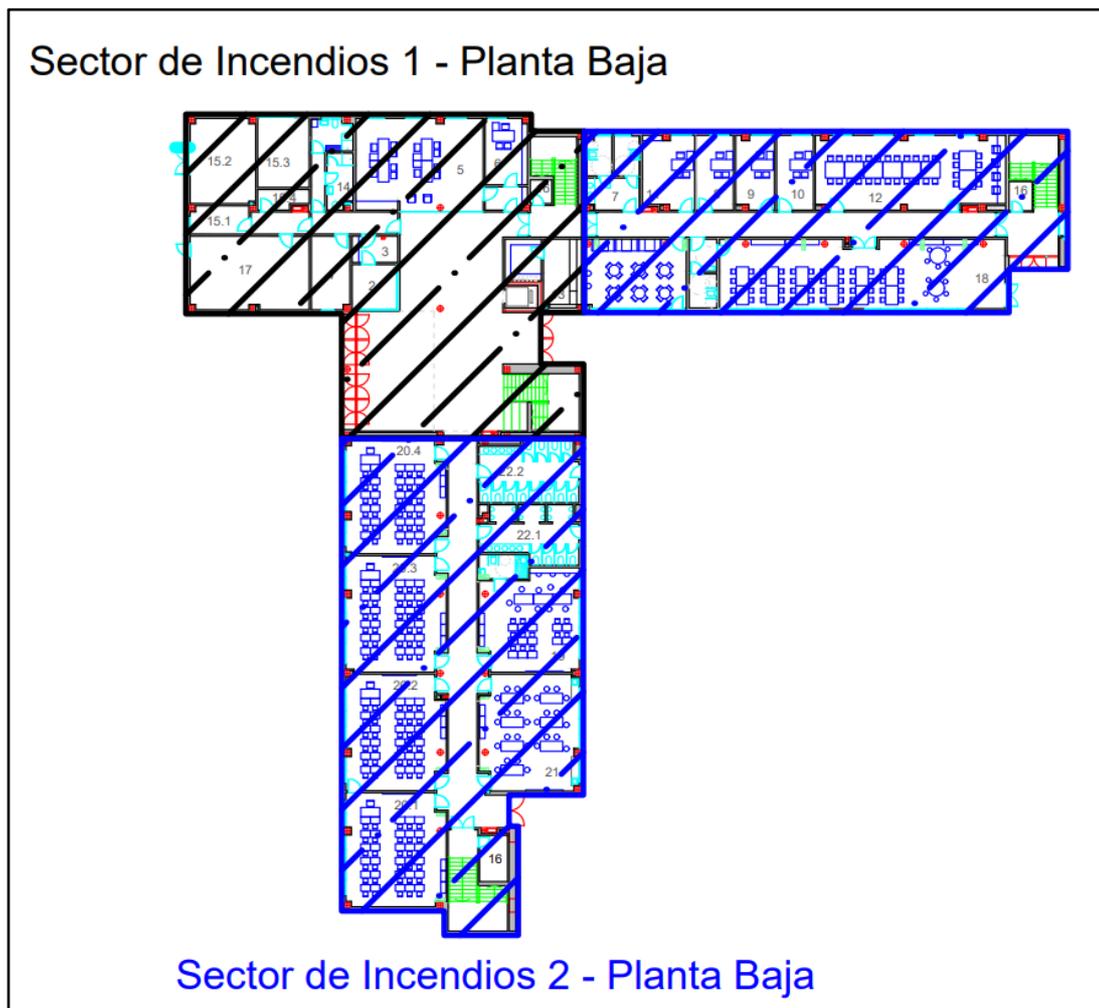


Figura 7. Superficie de cada sector de incendios en la planta baja

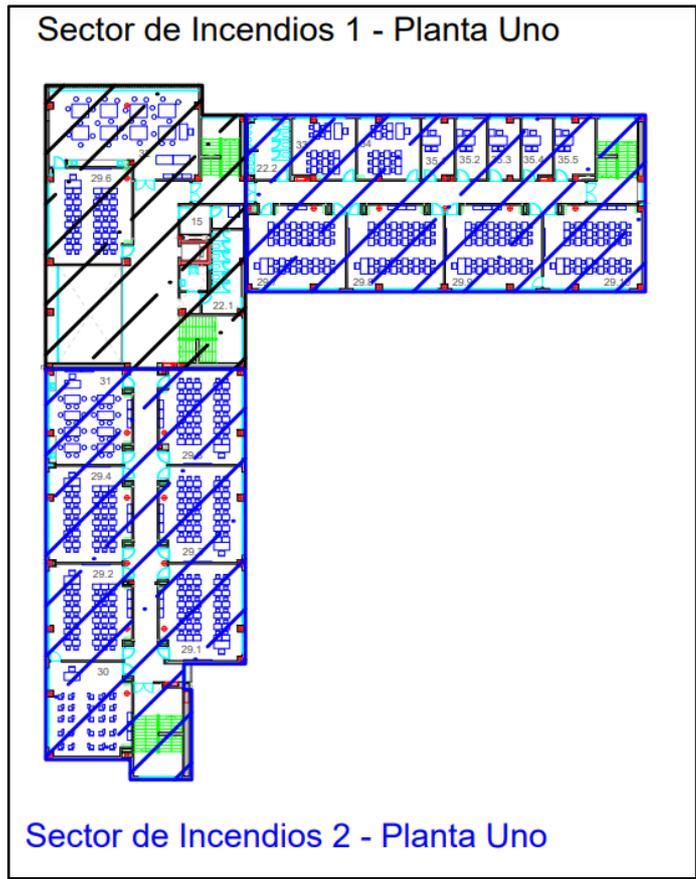


Figura 8. Superficie de cada sector de incendios en la planta uno

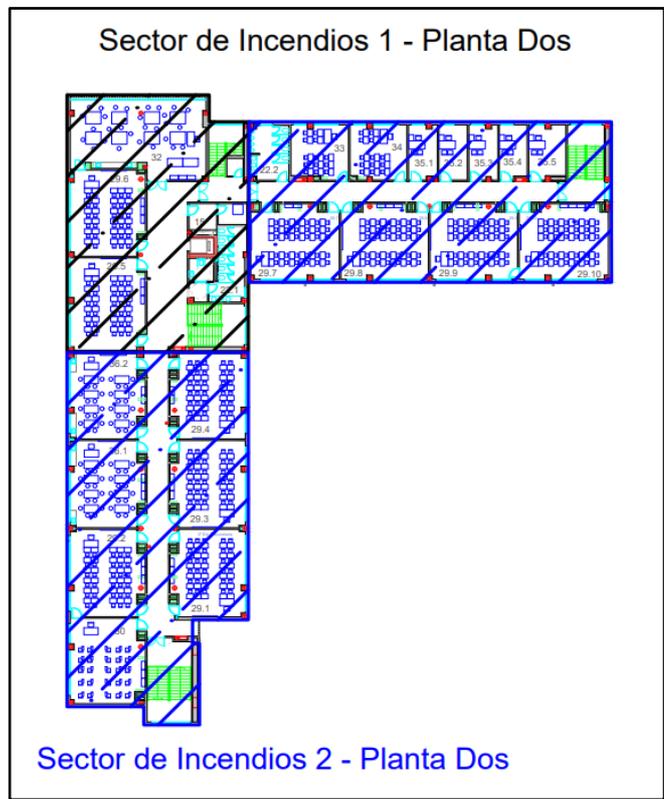


Figura 9. Superficie de cada sector de incendios en la planta dos

En forma de tabla:

| Plantas de edificio | Superficie integrada en el sector de incendios 1 | Superficie integrada en el sector de incendios 2 | Superficie total por planta |
|---------------------|--|--|-----------------------------|
| Planta baja | 578 m ² | 1043 m ² | 1621 m ² |
| Planta uno | 438 m ² | 1148 m ² | 1586 m ² |
| Planta dos | 438 m ² | 1146 m ² | 1584 m ² |

Tabla 5. División de superficie por planta entre los dos sectores de incendios del edificio

Nótese que a partir de la suma de las superficies por planta se obtendría la superficie total construida por cada sector de incendio:

- Sector de incendio 1: $578 \text{ m}^2 + 478 \text{ m}^2 + 478 \text{ m}^2 = 1454 \text{ m}^2$
- Sector de incendio 2: $1043 \text{ m}^2 + 1148 \text{ m}^2 + 1146 \text{ m}^2 = 3337 \text{ m}^2$

Por otro lado, habrá que diferenciar de ambos sectores de incendios los locales de riesgo especial.

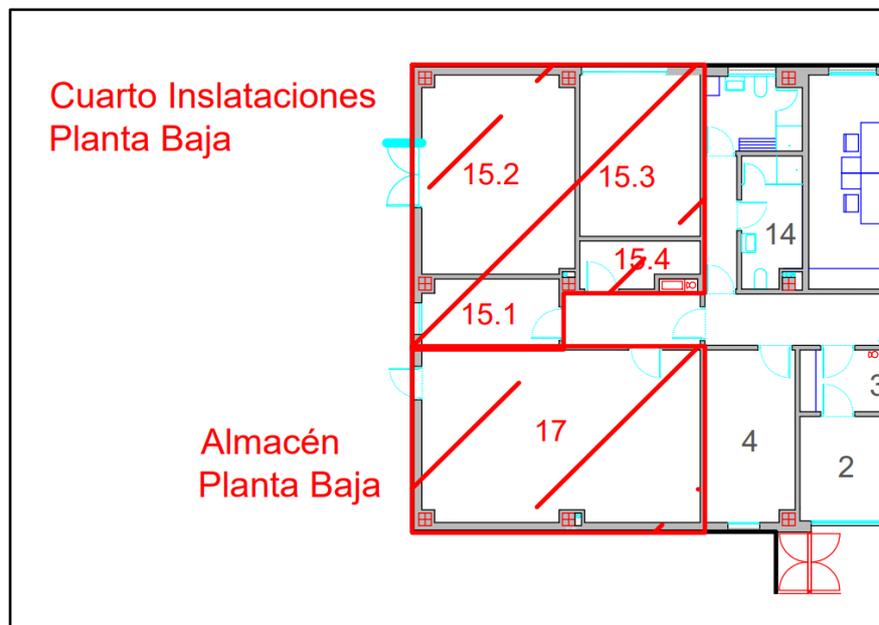


Figura 10. Detalle de los locales de riesgo especial en planta baja

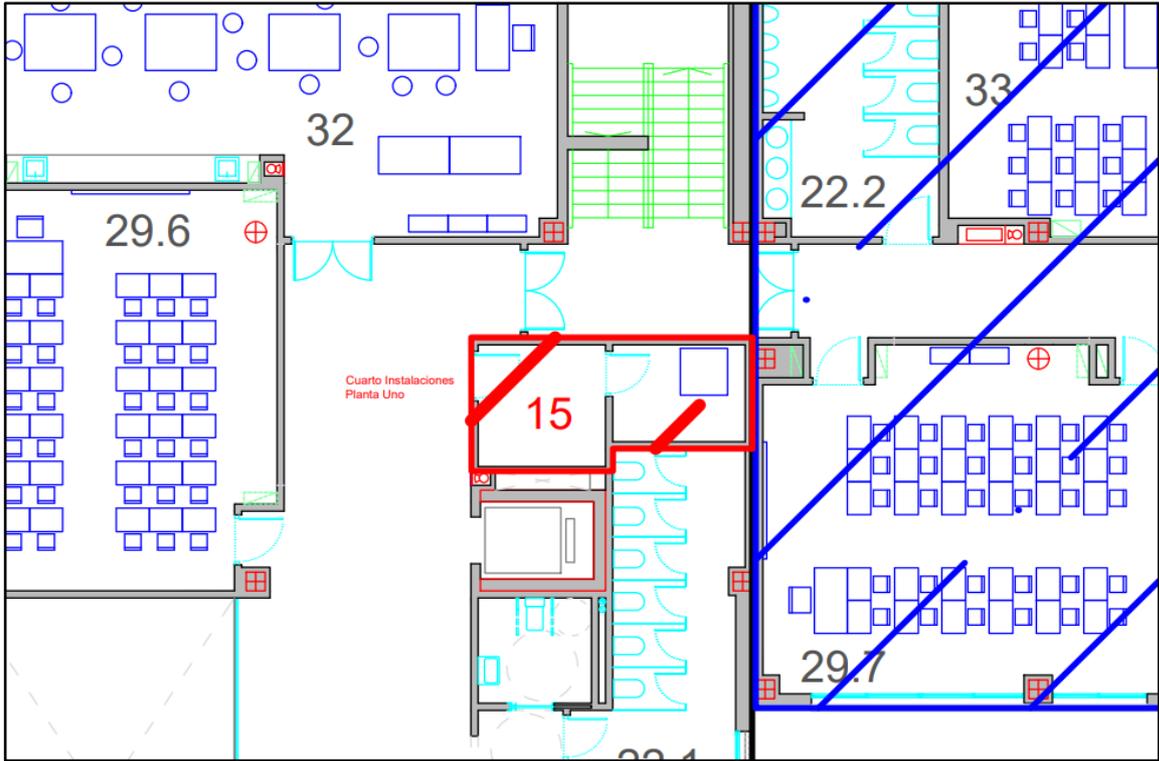


Figura 11. Detalle de los locales de riesgo especial en planta uno

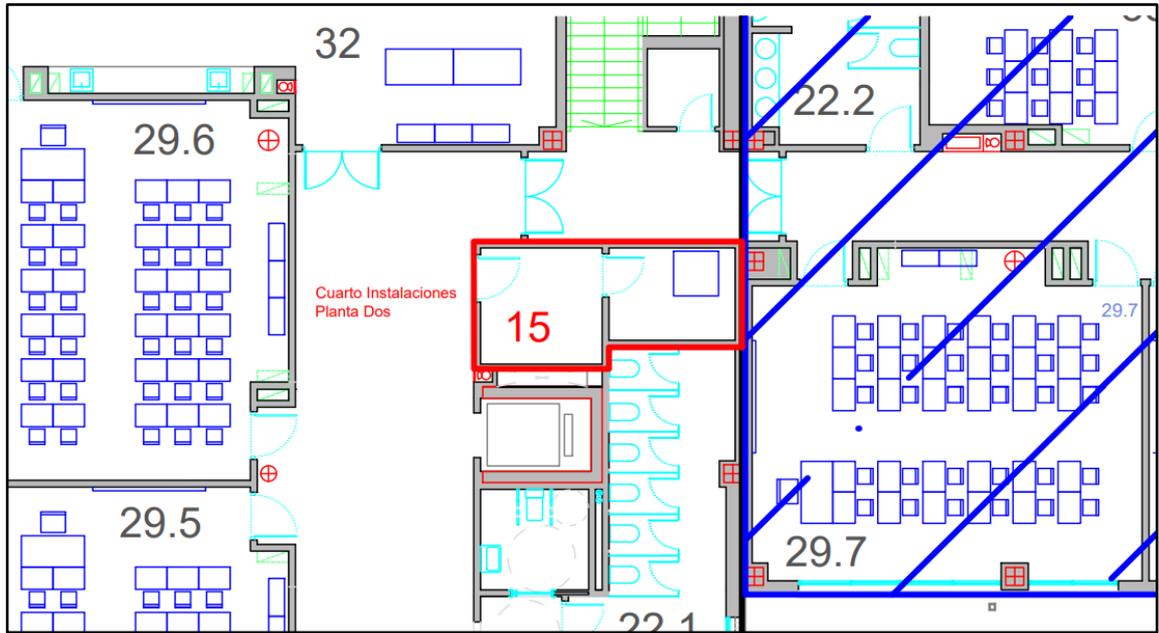


Figura 12. Detalle de los locales de riesgo especial en planta dos

Véase la siguiente tabla:

| Sector de Incendios | Descripción plantas | Superficie total construida | Descripción |
|---|-------------------------|--|--------------------------|
| 1.- Sector de incendios 1 | Plantas baja, uno y dos | 1294,19 m ² * | Uso Docente |
| 2.- Sector de incendios 2 | Plantas baja, uno y dos | 3337 m ² | Uso Docente |
| Almacén general | Planta baja | 54 m ² | Local de riesgo especial |
| Cuartos de instalaciones de la planta baja | Planta baja | 74,75 m ² | Local de riesgo especial |
| Cuartos de instalaciones de las plantas uno y dos | Plantas uno y dos | 31,06 m ² (15,53 m ² x2) | Local de riesgo especial |

Tabla 6. Sectores de incendios independientes del edificio

*Nótese que el nuevo valor de superficie construida del sector de incendios 1 se obtiene a partir de:

- Sector de incendio 1 excluyendo los locales de riesgo especial: $1454 \text{ m}^2 - 54 \text{ m}^2 - 74,75 \text{ m}^2 - 31,06 \text{ m}^2 = 1294,19 \text{ m}^2$

El valor de superficie del sector de incendios 2 se mantiene dado que no existen locales de riesgo especial en su interior.

4.2.2 Resistencia al fuego

Las características y la resistencia al fuego de los elementos constructivos son un factor fundamental asociado a la repercusión del fuego. Las exigencias y la resistencia de un elemento constructivo frente al fuego se definen mediante:

- R: Capacidad portante del elemento, es la capacidad del elemento constructivo de soportar, durante un periodo de tiempo y sin pérdida de la estabilidad estructural, la exposición al fuego en una o más caras, bajo acciones mecánicas definidas.
- E: Integridad del elemento, es la capacidad que tiene el elemento constructivo con función separadora, de soportar la exposición al fuego solamente en una cara, sin que exista transmisión del fuego a la cara no expuesta debido al paso de llamas o de gases calientes lo que puede producir la ignición de la superficie no expuesta o de cualquier material adyacente a esa superficie.
- I: Aislamiento térmico, es la aptitud del elemento constructivo para soportar la exposición al fuego en un solo lado, sin que se produzca la transmisión del incendio debido a una transferencia de calor significativa desde el lado expuesto al no expuesto. La transmisión debe limitarse de forma que no se produzca la ignición de la superficie no expuesta, ni de cualquier material situado en la proximidad a esa superficie. El elemento también debe constituir una barrera para el calor, suficiente para proteger a las personas próximas a él.

La resistencia al fuego de los elementos separadores de los sectores de incendio debe satisfacer las condiciones

que se establecen en la tabla 1.2 de la norma.

La altura de evacuación es inferior a 15 metros dado que la altura por planta es 3,5 metros. Este valor ha sido definido cumpliendo con la orden de 24 de enero de 2003, por la que se aprueban las normas de diseño y constructivas para los edificios de uso docente que declara “La altura libre de los espacios docentes será como mínimo de 3,00 metros” [1]. Al estar el edificio compuesto por un total de tres plantas la altura de evacuación queda descrita por 14,5 metros. Luego, al ser inferior a 15 metros y siendo todas las plantas sobre rasante en un edificio de uso docente, la característica de resistencia frente al fuego es EI 60.

Para el techo, al tratarse de una cubierta no destinada a actividad alguna, ni prevista para ser utilizada en la evacuación, no precisa tener una función de compartimentación de incendios, por lo que sólo debe aportar la resistencia al fuego R que le corresponda como elemento estructural.

Con respecto al suelo, no se describe ningún uso para la planta inferior de ninguno de los dos sectores de incendios luego no se exigen un requisito de compartimentación específico.

| Sector de Incendios | Paredes | Puertas de paso |
|--|----------------|------------------------|
| 1.- Planta Baja | EI 60 | EI2 30-C5 |
| 2.- Plantas Uno y Dos | EI 60 | EI2 30-C5 |
| 3.- Almacén general | EI 90 | EI2 45-C5 |
| 4.- Cuartos de instalaciones de la planta baja | EI 90 | EI2 45-C5 |
| 5.- Cuartos de instalaciones de las plantas uno y dos | EI 90 | EI2 45-C5 |

Tabla 7. Resumen de la característica frente al paredes y puertas de paso

Siendo $t=30$ o $t=45$ la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.

En la sectorización del edificio las escaleras presentes no comunican sectores de incendio diferentes por lo que no es necesaria su compartimentación. Igual sucede con el único ascensor presente en el edificio al no comunicar sectores de incendio diferentes no resulta necesario definir su compartimentación.

Cabe destacar que las escaleras a priori serán consideradas como no protegidas, hasta que se profundice sobre la necesidad de su consideración más adelante.

4.2.3 Locales y zonas de riesgo especial:

Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.1 de la norma.

A partir de dicha tabla se define el siguiente riesgo para cada local de riesgo especial:

| Local de riesgo especial | Riesgo | Justificación |
|--|--------|--|
| Almacén General | Bajo | $V = 47,07 \text{ m}^3 \leq 200 \text{ m}^3$ |
| Cuartos de instalaciones de la planta baja: Electricidad, Rack y PCI | Bajo | En todo caso |
| Cuartos de instalaciones de la planta baja: Calderas | Bajo | $P^* \leq 200 \text{ kW}$ |
| Cuartos de instalaciones de las plantas uno y dos | Bajo | En todo caso |

Tabla 8. Grado de riesgo en los locales de riesgo especial

Tomando como base un contrato público entre el fabricante Vaillant con un Colegio de la provincia de Madrid con una ocupación de 1100 estudiantes se requieren 2 calderas de la marca Vaillant con una potencia entre 24 y 65kW [3]. La ocupación del edificio se sitúa en 1697 personas (este valor se justificará en los siguientes apartados del Documento Básico SI) esto quiere decir que se necesitarían tres calderas. Suponiendo un valor de potencia máximo se obtendría $3 \cdot 65 \text{ kW} = 195 \text{ kW}$. El resto de cuartos de instalaciones no requieren de una justificación, sino que son consideradas de Riesgo Bajo en todo caso.

Con la definición de los niveles de riesgo y con ayuda de la tabla 2.2 del DBSI se establecen las condiciones de resistencia en la estructura portante, paredes y techos, vestíbulos de independencia, puertas de comunicación con el resto del edificio:

| Características de resistencia | Riesgo bajo |
|---|-------------|
| Resistencia al fuego de la estructura portante | R90 |
| Resistencia al fuego de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio | EI 90 |
| Puertas de comunicación con el resto del edificio | EI2 45-C5 |

Tabla 9. Condiciones de resistencia frente al fuego en los locales de riesgo especial

En la tabla 2.2 también se describen los máximos recorridos hasta alguna salida del local. Véase en la siguiente tabla:

| Local de riesgo especial | Máximo recorrido hasta alguna salida del local |
|---|--|
| Almacén General | ≤ 25m |
| Cuartos de instalaciones de la planta baja | ≤ 25m |
| Cuartos de instalaciones de las plantas uno y dos | ≤ 25m |

Tabla 10. Máximos recorridos hasta alguna salida del local de riesgo especial

Nótese que dicho requerimiento normativo se cumple en la totalidad de los locales de riesgo especial descritos en el edificio

4.2.4 Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios:

Tal y como indica la norma la resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos donde dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones. Por tanto, se sellarán los pasos de tuberías o conductos con materiales que aseguren dicha compartimentación.

4.2.5 Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario:

Los elementos empleados deben cumplir las condiciones de reacción al fuego establecidas en la siguiente tabla:

| Situación del elemento | Revestimiento de paredes y techos | Revestimiento de suelos |
|---|-----------------------------------|-------------------------|
| Zonas ocupables | C-s2, d0 | EFL |
| Pasillos y escaleras protegidas | B-s1, d0 | BFL-s1 |
| Recintos de riesgo especial | B-s1, d0 | BFL-s1 |
| Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos, suelos elevados... | B-s3, d0 | BFL-s2 |

Tabla 11. Revestimientos

Para los componentes de las instalaciones eléctricas tales como cables, tubos, regletas... serán regulados según su reglamentación específica.

El resto de consideraciones no son de aplicación debido a que no hay presencia de cerramientos formados por elementos textiles y el edificio no es de Pública concurrencia ni dispone de establecimientos con dicho uso.

4.3 Sección SI 2 Propagación Exterior

4.3.1 Medianerías y fachadas

Con el fin de limitar el riesgo de propagación del incendio por fachada entre dos sectores de incendio dicha fachada es al menos EI-60 en una franja de 1m, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada, y de 1,5 metros en planos en ángulo.

La clase de reacción al fuego de los materiales que ocupan más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas tienen son B-s3 d2 en aquellas fachadas cuyo arranque sea accesible al público, bien desde la rasante exterior o bien desde una cubierta, así como en toda fachada cuya altura exceda los 18 metros.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos sectores de incendio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, o bien hacia una escalera protegida o hacia un pasillo protegido desde otras zonas, dicha fachada debe ser al menos EI 60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada.

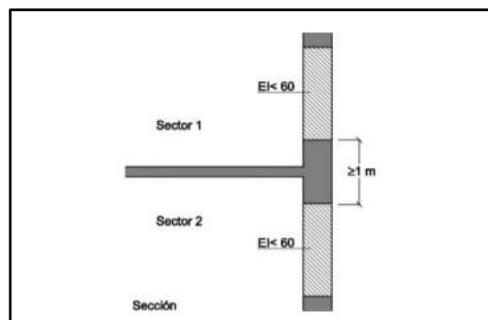


Figura 13. Encuentro forjado-fachada [2]

4.3.2 Cubierta

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, se garantiza que en una franja de 1m de anchura entre dos sectores la resistencia al fuego es superior a EI-60.

En el encuentro entre una cubierta y una fachada de sectores de incendio o edificios diferentes, la distancia h sobre la cubierta a la que está cualquier zona de la fachada cuya resistencia al fuego no sea al menos EI-60 es la que se expone a continuación y que es función de la distancia d de la fachada:

| | | | | | | | | | |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| d (m) | ≥2,50 | 2,00 | 1,75 | 1,50 | 1,25 | 1,00 | 0,75 | 0,50 | 0 |
| h (m) | 0 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 5,00 |

Figura 14. Encuentro cubierta-fachada [2]

Deberá ser tenido en cuenta que los materiales que ocupen más del 10% del revestimiento o acabado exterior de las cubiertas pertenecen a la clase de reacción al fuego descrito como Broof (t1).

4.4 Sección SI 3 Evacuación de ocupantes

4.4.1 Cálculo de la ocupación

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona. Véase la siguiente tabla:

| PLANTA BAJA | | | |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| Local | Superficie (m ²) | Densidad (m ² / persona) | Número de personas |
| 1.- Vestíbulo principal | 162,88 | 10 | 17 |
| 2.- Conserjería y reprografía | 10,79 | 5 | 3 |
| 3.- Control | 6,53 | 5 | 2 |
| 4.- Despacho AMPAS | 15,21 | 5 | 4 |
| 5.- Secretaría | 63,44 | 5 | 13 |
| 6.- Despacho secretaría | 15,06 | 5 | 4 |
| 7.- Aseos profesores | 20,03 | 3 | 7 |
| 8.- Despacho alumnos | 14,91 | 5 | 3 |

| | | | |
|------------------------------------|---------------------|-----|-------------------|
| 9.- Despacho de orientación | 15,09 | 5 | 4 |
| 10.- Despacho jefe de estudios | 14,91 | 5 | 3 |
| 11.- Despacho dirección | 20,04 | 5 | 5 |
| 12.- Sala profesores | 74,03 | 5 | 15 |
| 13.- Cafetería | 61,39 | 1,5 | 41 |
| 14.- Aseos no docente | 18,95 | 3 | 7 |
| 15.1.- Instalaciones. Rack | Ocupación nula | | |
| 15.2.- Instalaciones. Caldera | | | |
| 15.3.- Instalaciones. PCI | | | |
| 15.4.- Instalaciones. Electricidad | | | |
| 16.- Cuarto de limpieza (x3) | Ocupación nula | | |
| 17.- Almacén general | 54 | 40 | 2 |
| 18.- Biblioteca | 115,23 | 2 | 58 |
| 19.- Aula de educación especial | 57,84 | 1,5 | 39 |
| 20.- Aulas (x4) | 239,09 | 2 | 120 (30 por aula) |
| 21.- Aula de plástica | 60,28 | 1,5 | 41 |
| 22.- Aseos Alumnos (x2) | 58,07 | 3 | 20 (10 por baño) |
| Ocupación total planta baja | 408 personas | | |

Tabla 12. Cálculo de la ocupación por cada local de la planta baja

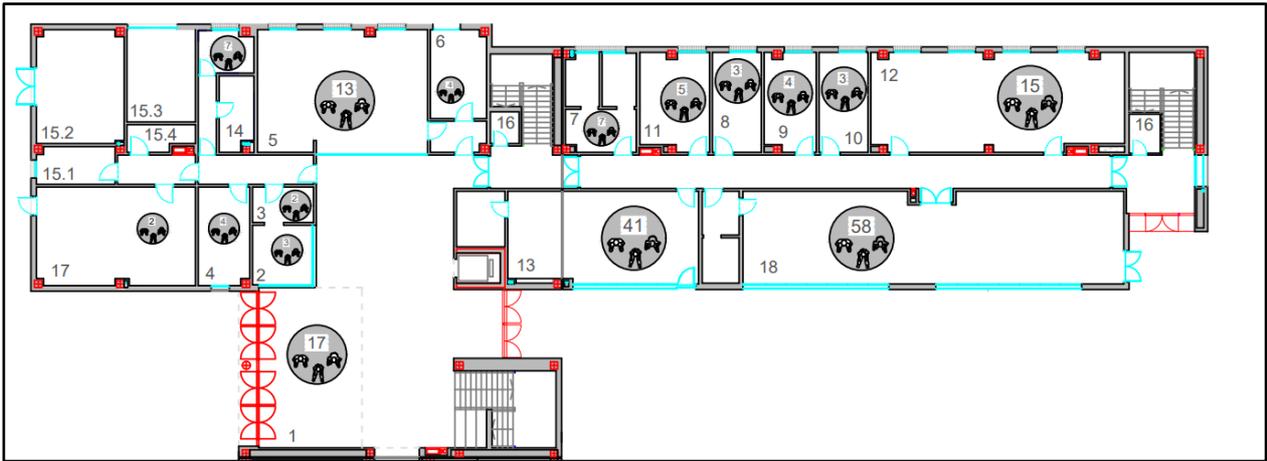


Figura 15. Plano con ocupación por aula de la planta baja - mitad superior

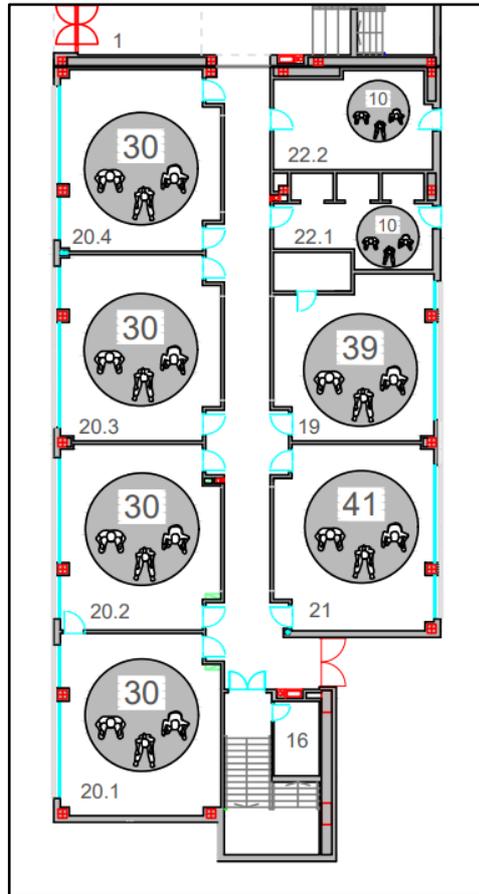


Figura 16. Plano con ocupación por aula de la planta baja - mitad inferior

| PLANTA UNO | | | |
|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| Local / Zona | Superficie (m ²) | Densidad (m ² / persona) | Número de personas |
| 15.- Cuarto de instalaciones | 12,81 | - | Ocupación nula |
| 22.- Aseos alumnos (x2) | 46,4 | 3 | 16 (8 por baño) |
| 29.- Aulas (x10) | 602,04 | 1,5 | 410 (41 por aula) |
| 30.- Aula música | 59,13 | 1,5 | 40 |
| 31.- Aula plástica | 57,88 | 1,5 | 39 |
| 32.- Aula taller | 97,99 | 1,5 | 66 |
| 33.- Aula desdoblamiento | 29,55 | 1,5 | 20 |
| 34.- Aula de apoyo y refuerzo | 29,83 | 1,5 | 20 |
| 35.- Seminario (x5) | 77,44 | 5 | 20 (4 por seminario) |
| Ocupación total planta uno | | | 631 personas |

Tabla 13. Cálculo de la ocupación por cada local de la planta uno

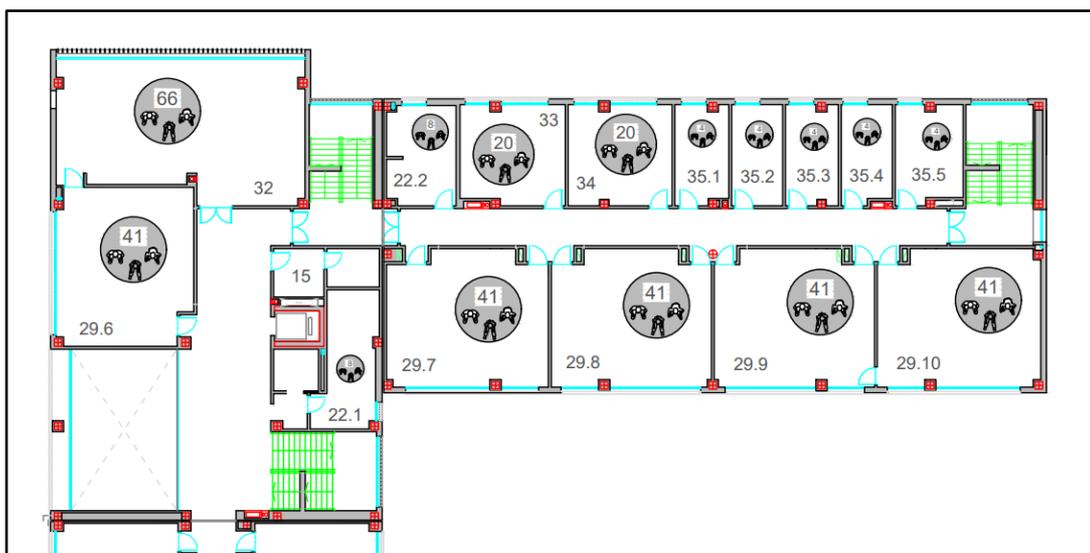


Figura 17. Plano con ocupación por aula de la planta uno – mitad superior

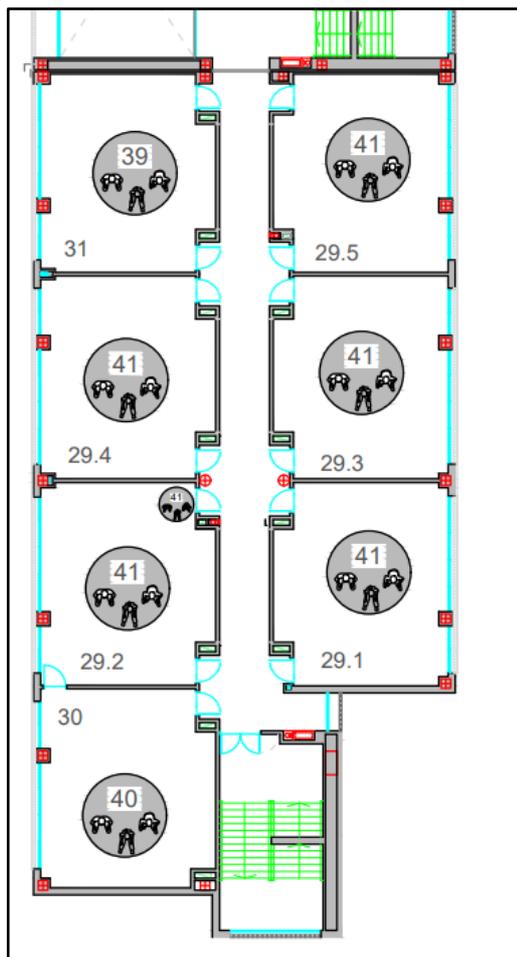


Figura 18. Plano con ocupación por aula de la planta uno – mitad inferior

| PLANTA DOS | | | |
|------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| Local / Zona | Superficie (m ²) | Densidad (m ² / persona) | Número de personas |
| 15.- Cuarto de instalaciones | 12,81 | - | Ocupación nula |
| 22.- Aseos alumnos (x2) | 46,36 | 3 | 16 (8 por baño) |
| 29.- Aulas (x10) | 599,09 | 1,5 | 400 (40 por aula) |
| 30.- Aula música | 58,37 | 1,5 | 39 |
| 32.- Aula taller | 97,19 | 1,5 | 65 |

| | | | |
|--------------------------------------|---------------------|------------|--------------------------------|
| 33.- Aula desdoblamiento | 29,08 | 1,5 | 20 |
| 34.- Aula de apoyo y refuerzo | 29,45 | 1,5 | 20 |
| 35.- Seminario (x5) | 77,76 | 5 | 20 (4 por seminario) |
| 36.- Laboratorios (x2) | 116,03 | 1,5 | 78 (39 por laboratorio) |
| Ocupación total planta dos | 658 personas | | |

Tabla 14. Cálculo de la ocupación por cada local de la planta dos

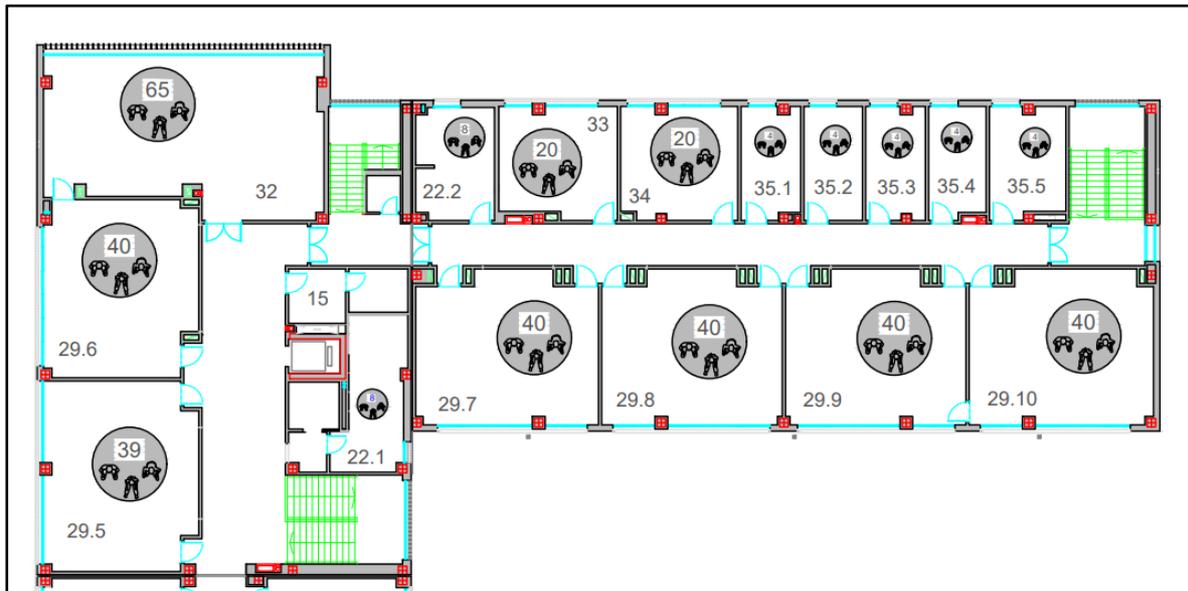


Figura 19. Plano con ocupación por aula de la planta dos – mitad superior

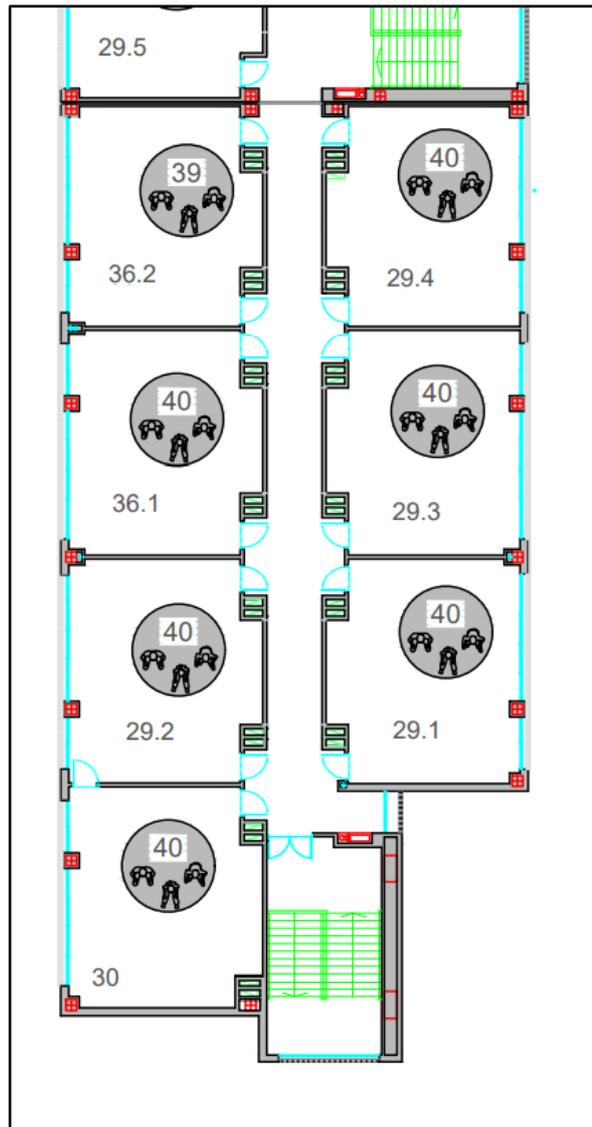


Figura 20. Plano con ocupación por aula de la planta dos – mitad inferior

El resultado de la ocupación en todo el edificio es de 1697 personas.

4.4.2 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

En este apartado, se realizará un estudio sobre las salidas existentes en el edificio acompañado de la comprobación de que recorridos de evacuación cumplan con las longitudes máximas establecidas en el DBSI.

4.4.2.1 Número de salidas de la Planta Baja

En la planta baja, el edificio cuenta con cuatro salidas principales edificio numeradas de Sur a Norte y de Oeste a Este (identificadas como Salida de Edificio 1, Salida de Edificio 2, Salida de Edificio 3 y Salida de Edificio 4). Cabe destacar algunas zonas disponen de salidas alternativas al exterior del edificio, estas son:

- Almacén general
- Cuarto de instalaciones
- Biblioteca
- Cafetería

- Aseos de los alumnos

Luego se asume que los ocupantes de dichas zonas evacuan por estas salidas alternativas y no por las principales. Esta consideración se ha tenido en cuenta para el dimensionamiento de los medios de evacuación.

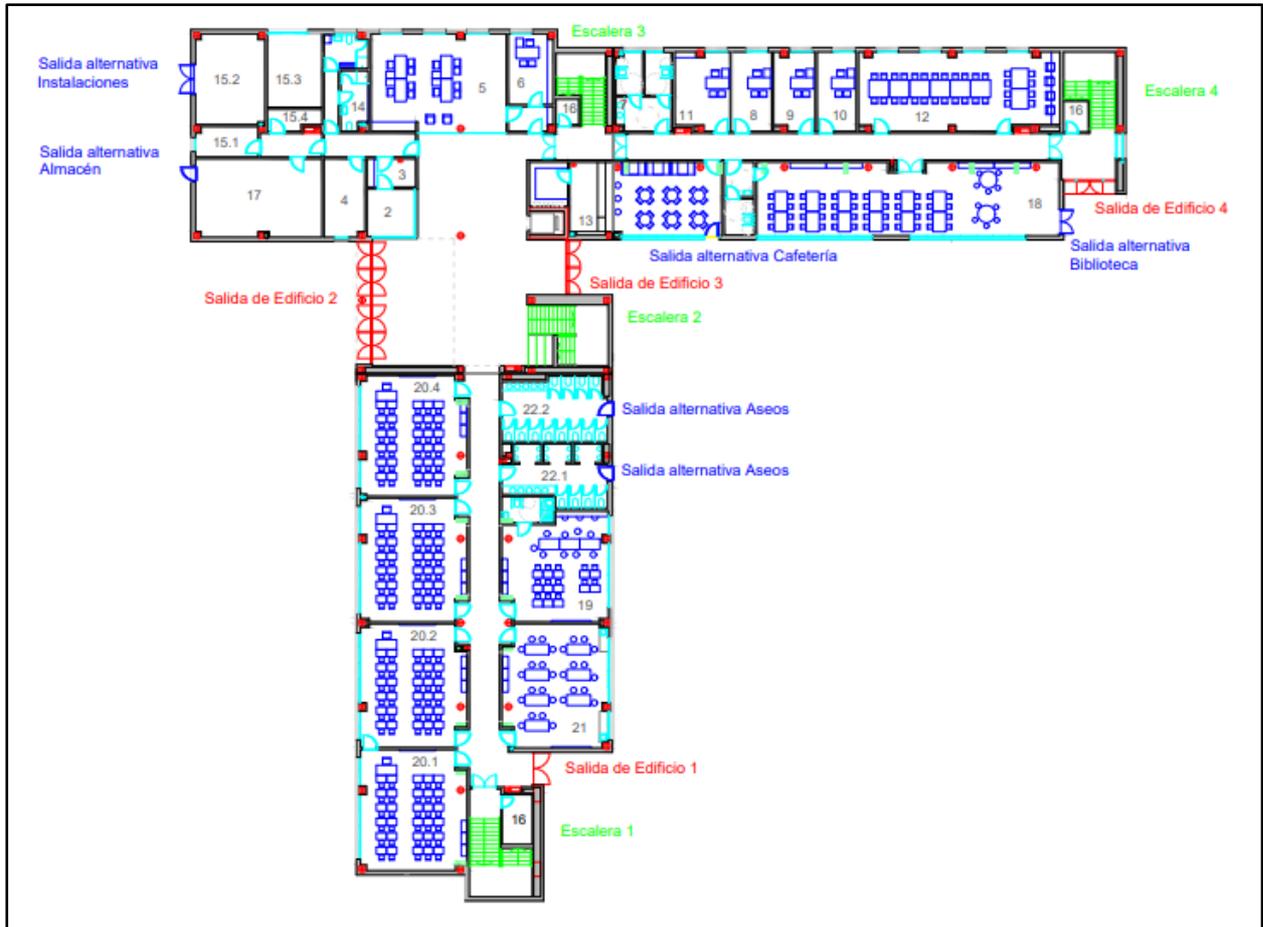


Figura 21. Croquis planta baja

4.4.2.2 Número de salidas de la Planta Uno

La planta uno dispone de cuatro escaleras de evacuación descendente. En este punto del trabajo, serán consideradas no protegidas, sin embargo, dicha consideración carece de valor hasta que se realicen las consideraciones establecidas por el DBSI y se tome una conclusión sobre la necesidad de protegerlas o no.

A partir de esta consideración provisional, el arranque de tres de ellas (Escaleras 1, 3 y 4), a priori, será considerado como salida de planta. Sin embargo, el arranque de la escalera central (Escalera 2) no será considerado como punto de salida de planta debido a la presencia de un atrio.

Según el DBSI, un atrio queda definido como un “espacio diáfano con altura equivalente a la de varias plantas del edificio comunicadas con dicho espacio mediante huecos, ventanas, balcones, pasillos abiertos, etc.” Es decir, la presencia del atrio implica una comunicación física entre la planta baja y la planta uno, y como la normativa indica en la definición de salida de planta “el arranque de una escalera no protegida que conduce a una planta de salida del edificio (...), sin embargo, cuando en el sector que contiene a la escalera la planta considerada esté comunicada con otras por huecos diferentes de los de las escaleras, el arranque de escalera antes citado no puede considerarse salida de planta”.

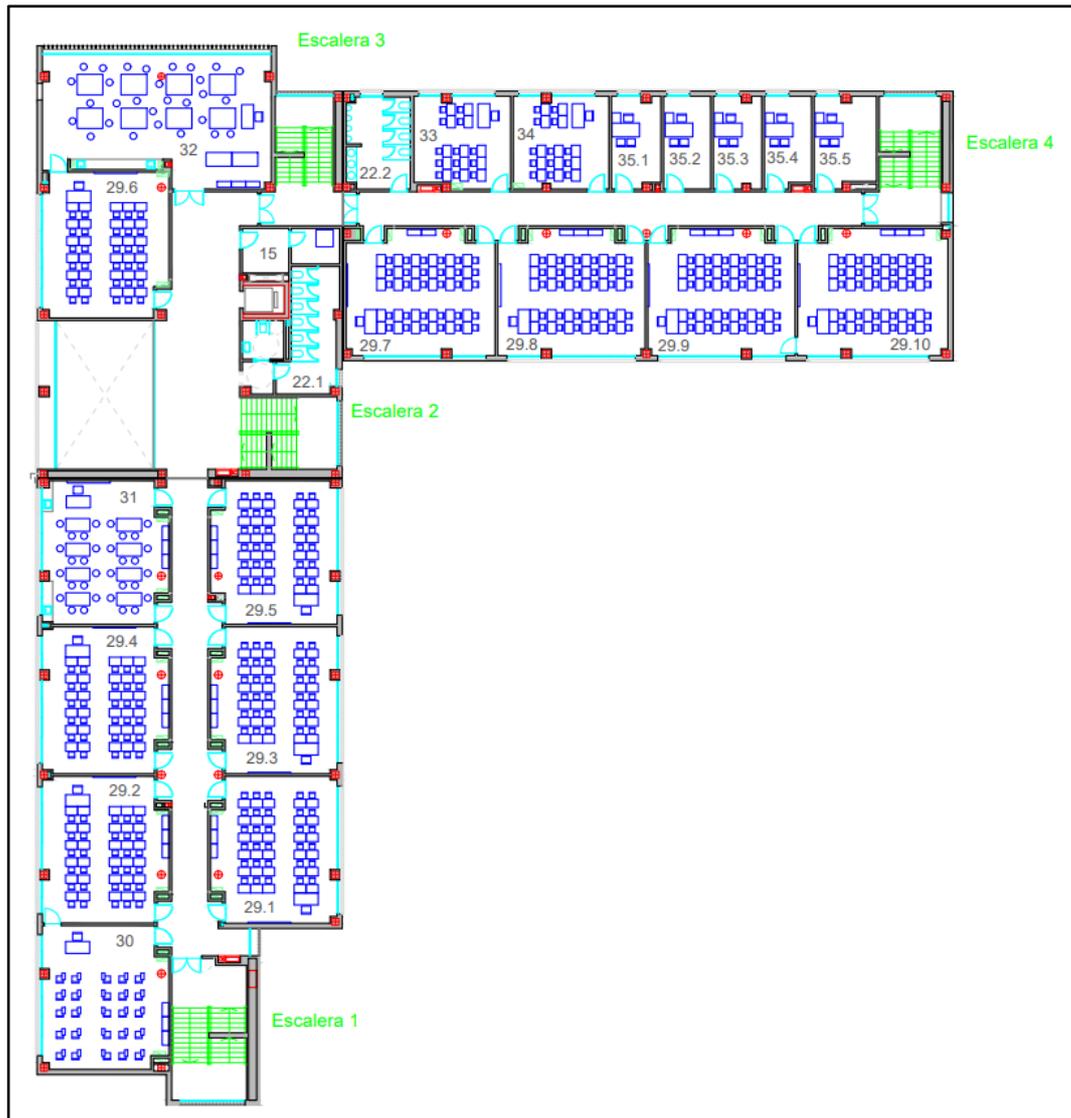


Figura 22. Croquis planta uno

4.4.2.3 Número de salidas de la Planta dos

La planta dos, al igual que la uno, dispone de cuatro escaleras de evacuación descendente. Todas ellas en carácter provisional serán consideradas no protegidas, sin embargo, dicha consideración carece de valor hasta que se realicen las consideraciones establecidas por el DBSI y se tome una conclusión sobre la necesidad de protegerlas o no.

Los puntos de arranque de cada una de ellas son considerados salida de planta para cada una de las cuatro escaleras.

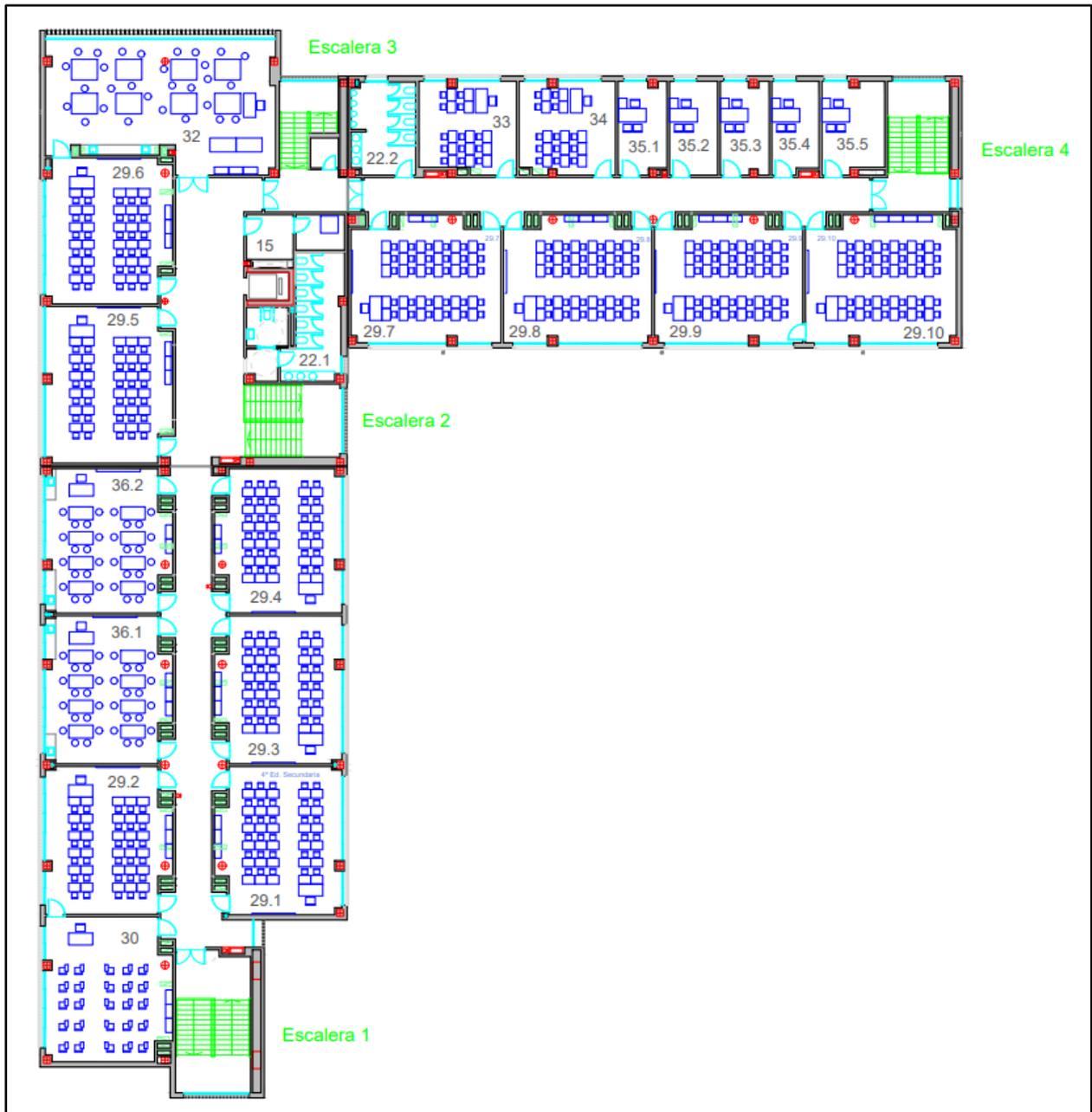


Figura 23. Croquis planta dos

4.4.3 Comprobación longitudes máximas de evacuación

Al tratarse de un edificio en el que existen más de una salida por planta en cada una de las plantas del edificio, se establece que la distancia máxima de recorrido de evacuación desde cualquier punto habitable hasta una salida de planta debe ser inferior a 50 metros. Sin embargo, debido en el caso concreto de este edificio existen clases de enseñanza infantil y/o primaria en cada una de las plantas, el Documento Básico limita este valor a 35 metros.

También resulta imprescindible tener en consideración que la limitación que impone el DB con respecto al máximo recorrido desde el origen de evacuación asociado a los locales de riesgo especial no es de aplicación debido a que ninguno de los locales de riesgo especial del edificio supera los 50 m² de superficie construida.

Para justificar si el edificio cumple con la longitud máxima de evacuación de 35 metros se deberá comprobar el caso más desfavorable. Si para dicho caso la longitud es inferior a 35 metros entonces se puede concluir que el edificio cumplirá esta exigencia en su conjunto.

El caso más desfavorable se sitúa en las aulas y locales cercanos a la Escalera 2 de la planta uno dado que este

arranque de escalera no se considera como una salida de planta debido a la presencia del atrio y el recorrido de evacuación deberá definirse hacia una de las escaleras restantes, Escalera 1 o Escalera 3. En ambas el punto de arranque de sus escaleras es Salida de Planta.

La forma de realizar dicha justificación consiste en trazar un recorrido de evacuación de valor cercano a 35 metros (34,95 metros) cuyo punto de fin sea el arranque de la Escalera 1 y su origen sea el aula 29.5. Una vez trazado ese recorrido, desde ese mismo punto de comienzo del recorrido de evacuación se trazará un nuevo recorrido de evacuación orientado al punto de arranque de la Escalera 3. Si esta última longitud es inferior a 35 metros se cumplirá la exigencia impuesta por el Documento Básico para el caso más desfavorable del edificio.

Siguiendo esta justificación, se recoge dicho análisis por medio de la tabla 14 y las figuras 23 y 24 para cada uno de los recorridos de evacuación descritos:

| Planta uno | Escalera | Distancia de evacuación (m) |
|------------|----------|-----------------------------|
| Aula 29.5 | Nº3 | 33,5 |
| Aula 29.5 | Nº1 | 34,95 |

Tabla 15. Resumen casos más desfavorables en los recorridos de evacuación de la planta uno

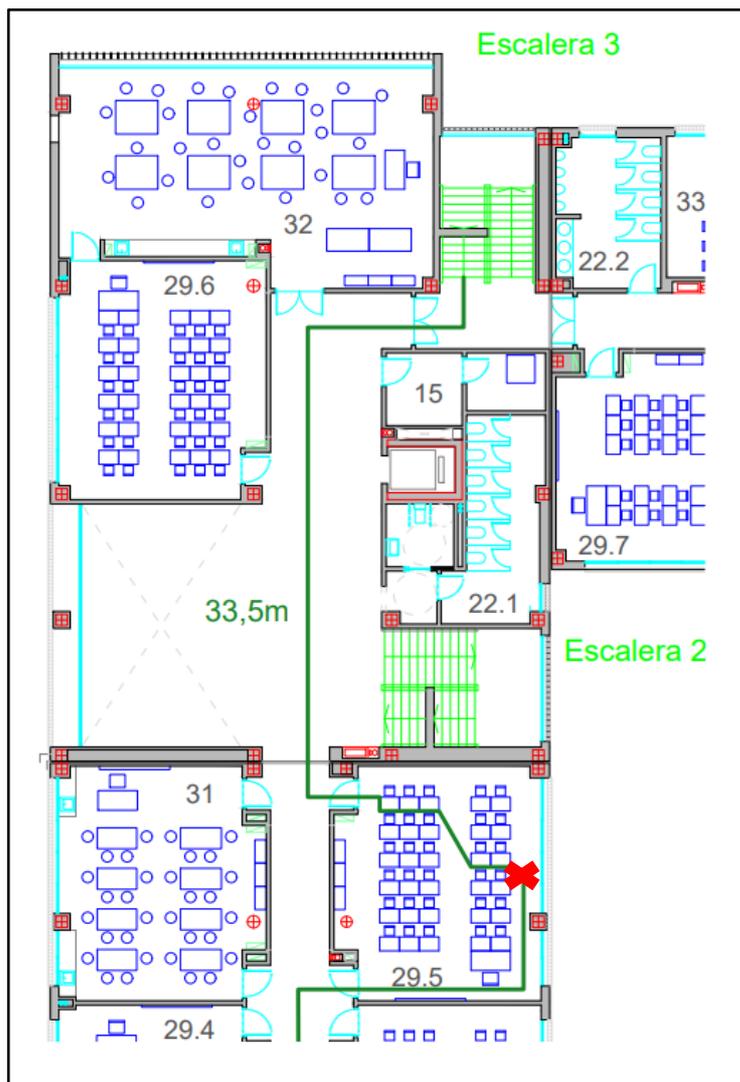


Figura 24. Recorrido de evacuación desde Aula 29.5 hacia Escalera 3 (Salida de Planta)

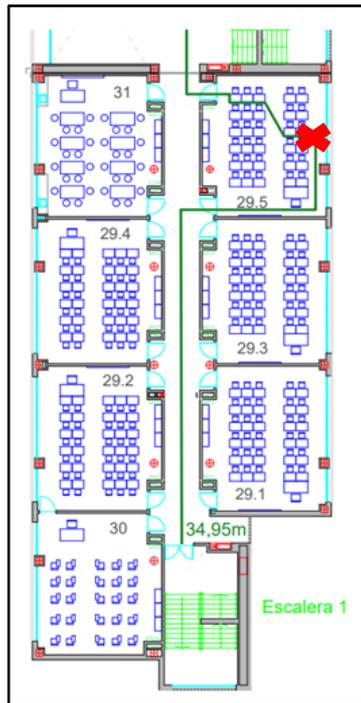


Figura 25. Recorrido de evacuación desde Aula 29.5 hacia Escalera 1 (Salida de Planta)

Una comprobación adicional consiste en comprobar los casos más desfavorables entre las Escaleras 3 y 4. Siendo los casos más desfavorables los recorridos de evacuación originados en el aula 29.8:

| Planta uno | Escalera | Distancia de evacuación (m) |
|------------|----------|-----------------------------|
| Aula 29.8 | Nº4 | 28 |
| Aula 29.8 | Nº3 | 26,5 |

Tabla 16. Resumen casos más desfavorables en los recorridos de evacuación de la planta (I)

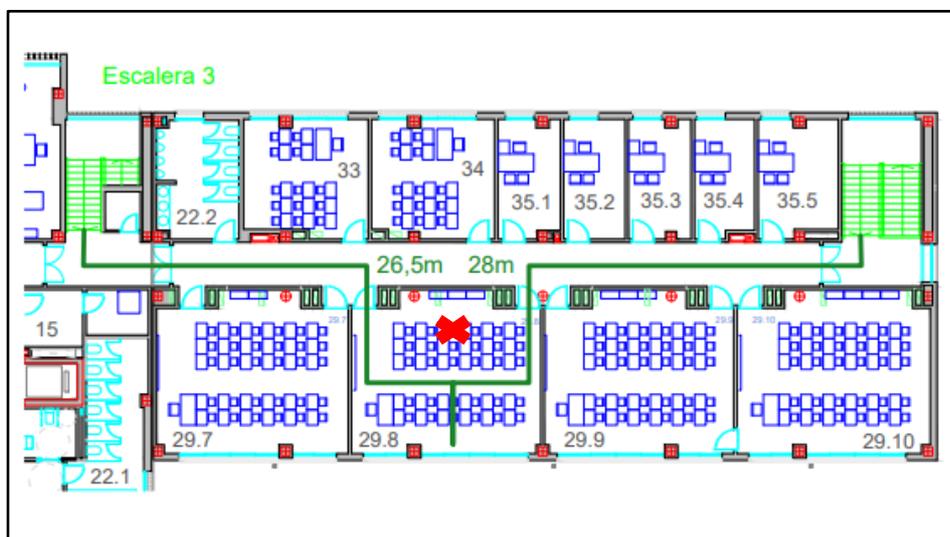


Figura 26. Recorrido de evacuación desde Aula 29.8 hacia las Escaleras 3 y 4 (Salida de Planta)

Como conclusión a este apartado puede comprobarse que la longitud de los recorridos de evacuación en ninguno de los casos más desfavorables de cada planta excede el límite de 35 metros.

4.4.4 Dimensionado de los medios de evacuación

4.4.4.1 Criterios para la asignación de los ocupantes

- 1) La distribución de los ocupantes en plantas donde deban existir más de una salida se llevará a cabo suponiendo inutilizada una de ellas bajo la hipótesis más desfavorable.
- 2) Con respecto al cálculo asociado a la capacidad de evacuación de las escaleras y la distribución de los ocupantes, dado que existen varias escaleras y estas, en principio, se definen como no protegidas se considerará inutilizada una 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 $160 A$.

4.4.4.2 Cálculo

El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la tabla 4.1. De manera resumida:

- Para puertas y pasos: $A \geq P / 200 \geq 0,80$ m
- Pasillos y rampas: $A \geq P / 200 \geq 1$ m
- Escaleras protegidas $E \leq 3 S + 160 A_s$
- Pasillos protegidos $P \leq 3 S + 200 A$
- Escaleras no protegidas para evacuación descendente: $A \geq P / 160$

Siendo:

- A = Anchura del elemento en metros
- P = Número total de personas previsto por el punto cuya anchura se dimensiona
- E = Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las plantas situadas por encima de ella para evacuación descendente. 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.
- A_s = Anchura en metros de la escalera protegida en su desembarco en la planta de salida del edificio

4.4.4.2.1 Planta dos

4.4.4.2.1.1 Puertas de salida de locales

Las puertas de salida de todos los locales de la planta dos se establecen obligatoriamente mayores a 0,80 metros, debido a que la sala con mayor ocupación (Aula taller) no alcanza el límite (anchura mínima) exigido por la norma. Luego las demás al ser de ocupación inferior tampoco lo harán.

4.4.4.2.1.2 Escaleras

A continuación, se muestra cómo sería una evacuación en la planta dos sin consideración de bloqueo.

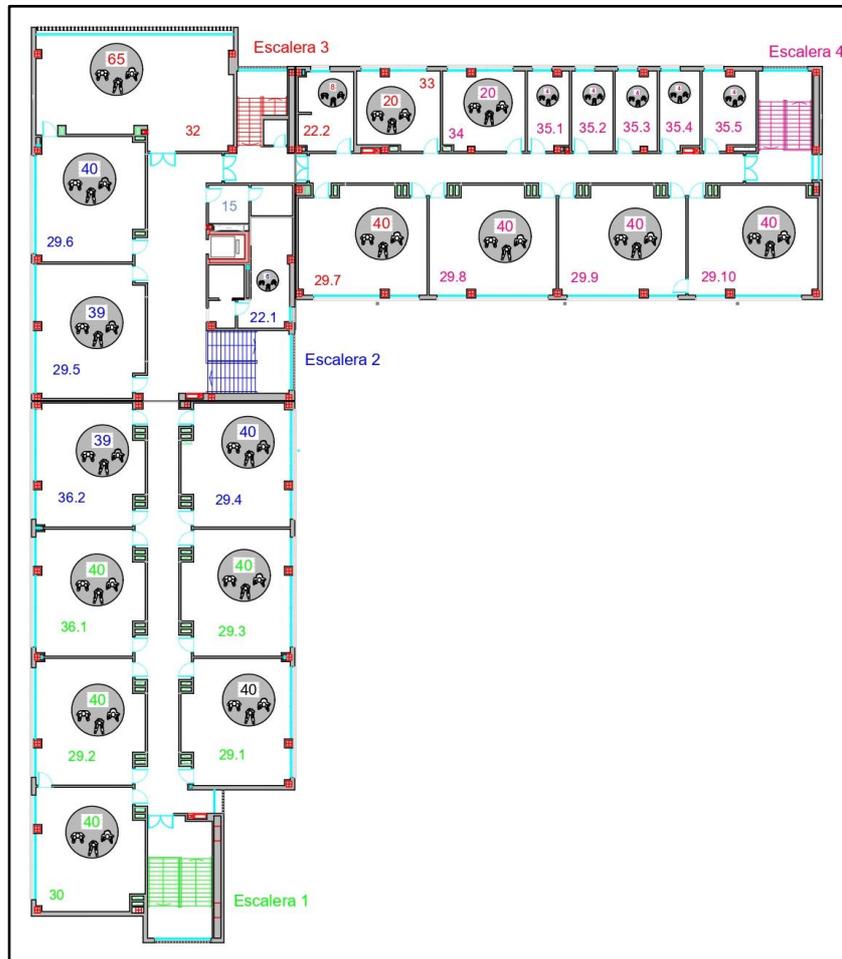


Figura 27. Puertas asignadas a cada aula durante la evacuación de la planta dos

Nótese que mediante cuatro colores se pretende representar para cada una de las aulas la puerta predefinida para la evacuación. Siendo:

| Escaleras Planta Dos | Color representativo |
|-------------------------|----------------------|
| Escalera 1 (planta dos) | Verde |
| Escalera 2 (planta dos) | Azul |
| Escalera 3 (planta dos) | Rojo |
| Escalera 4 (planta dos) | Magenta |

Tabla 17. Descripción del color asociado a cada escalera de evacuación

Esta información agrupada en forma de tabla y sin considerar la condición de bloqueo, puede representarse de la siguiente forma:

| Escaleras Planta Dos | Zonas de la Planta Dos | P |
|-------------------------|---|-----|
| Escalera 1 (planta dos) | 30, 29.1, 29.2, 29.3, 36.1 | 198 |
| Escalera 2 (planta dos) | 22.1, 29.4, 29.5, 29.6, 36.2 | 167 |
| Escalera 3 (planta dos) | 22.2, 29.7, 32, 33 | 133 |
| Escalera 4 (planta dos) | 29.8, 29.9, 29.10, 34, 35.1, 35.2, 35.3, 35.4, 35.5, | 160 |
| Total Planta dos | | 658 |

Tabla 18. Evacuación planta dos sin consideración de bloqueo

El uso de tablas permitirá una mayor simpleza a la hora de trasladar cuantitativamente los flujos de personas asignados a una escalera al considerarla bloqueada. En otras palabras, al considerar bloqueada una escalera se deberá reasignar los ocupantes asignados previamente a ella al resto de escaleras.

Para una mayor comprensión, los ocupantes asignados a la escalera que se ha bloqueado se marcan en color rojo sobre las siguientes tablas. Se propone estudiar cada una de las condiciones de bloqueo para las cuatro escaleras.

Para el Bloqueo de la Escalera 1 de la planta dos, habrá que reasignar a los ocupantes de las aulas **30, 29.1, 29.2, 29.3, 36.1** (asignados a dicha escalera sin condición de bloqueo pero que ahora se considera bloqueada):

| Escaleras Planta Dos | Zonas de la Planta Dos | Valor de P tras bloqueo | Anchura mínima de cada escalera (P/160) |
|-------------------------|---|-------------------------|---|
| Escalera 1 (planta dos) | Bloqueada | - | - |
| Escalera 2 (planta dos) | 22.1, 29.1, 29.2 , 29.4, 29.5, 30, 36.2 | 246 | 1,5375m |
| Escalera 3 (planta dos) | 22.2, 29.3, 29.6 , 29.7, 36.1 , 32, 33 | 252 | 1,575m |
| Escalera 4 (planta dos) | 29.8, 29.9, 29.10, 34, 35.1, 35.2, 35.3, 35.4, 35.5, | 160 | 1m |
| Total Planta dos | | 658 | |

Tabla 19. Consideración de bloqueo Escalera 1 en la planta dos

Para el Bloqueo de la Escalera 2 de la planta dos, habrá que reasignar a los ocupantes de las aulas **22.1, 29.4, 29.5, 29.6, 36.2** (asignados a dicha escalera sin condición de bloqueo pero que ahora se considera bloqueada):

| Escaleras Planta Dos | Zonas de la Planta Dos | P tras bloqueo | Anchura mínima de cada escalera |
|-------------------------|--|----------------|---------------------------------|
| Escalera 1 (planta dos) | 30, 29.1, 29.2, 29.3, 29.4, 29.5, 36.1, 36.2 | 277 | 1,73m |
| Escalera 2 (planta dos) | 29.4, 29.5, 36.2 | - | - |
| Escalera 3 (planta dos) | 22.1 , 22.2, 29.5, 29.6 , 29.7, 32, 33 | 221 | 1,38m |
| Escalera 4 (planta dos) | 29.8, 29.9, 29.10, 34, 35.1, 35.2, 35.3, 35.4, 35.5, | 160 | 1m |
| Total Planta dos | | 658 | |

Tabla 20. Consideración de bloqueo Escalera 2 en la planta dos

Para el Bloqueo de la Escalera 3 de la planta dos, habrá que reasignar a los ocupantes de las aulas **22.2, 29.7, 32, 33** (asignados a dicha escalera sin condición de bloqueo pero que ahora se considera bloqueada):

| Escaleras Planta Dos | Zonas de la Planta Dos | P tras bloqueo | Anchura mínima de cada escalera |
|-------------------------|--|----------------|---------------------------------|
| Escalera 1 (planta dos) | 30, 29.1, 29.2, 29.3, 36.1 | 198 | 1,24m |
| Escalera 2 (planta dos) | 22.1, 29.4, 29.5, 29.6, 32, 36.2 | 232 | 1,45m |
| Escalera 3 (planta dos) | Bloqueada | - | - |
| Escalera 4 (planta dos) | 22.2, 29.7, 29.8, 29.9, 29.10, 33 34, 35.1, 35.2, 35.3, 35.4, 35.5, | 228 | 1,425m |
| Total Planta dos | | 658 | |

Tabla 21. Consideración de bloqueo Escalera 3 en la planta dos

Para el Bloqueo de la Escalera 3 de la planta dos, habrá que reasignar a los ocupantes de las aulas **29.8, 29.9, 29.10, 34, 35.1, 35.2, 35.3, 35.4, 35.5** (asignados a dicha escalera sin condición de bloqueo pero que ahora se considera bloqueada):

| Escaleras Planta Dos | Zonas de la Planta Dos | P tras bloqueo | Anchura mínima de cada escalera |
|-------------------------|---|----------------|---------------------------------|
| Escalera 1 (planta dos) | 30, 29.1, 29.2, 29.3, 26.1 | 198 | 1,24m |
| Escalera 2 (planta dos) | 22.1, 22.2, 29.4, 29.5, 29.7, 32, 36.2 | 240 | 1,5m |
| Escalera 3 (planta dos) | 29.6, 29.8, 29.9, 29.10, 33, 34, 35.1, 35.2, 35.3, 35.4, 35.5, | 220 | 1,375m |
| Escalera 4 (planta dos) | Bloqueada | - | - |
| Total Planta dos | | 658 | |

Tabla 22. Consideración de bloqueo Escalera 4 (planta dos) en la planta dos

Se resume a continuación la anchura más desfavorable para cada una de las escaleras en las 4 situaciones de bloqueo:

| Escaleras Planta Dos | A= P/160 (caso más desfavorable) | A predefinida | ¿Cumple? |
|-------------------------|----------------------------------|---------------|----------|
| Escalera 1 (planta dos) | 1,73m | 2,175m | Si |
| Escalera 2 (planta dos) | 1,5375m | 2,125m | Si |
| Escalera 3 (planta dos) | 1,575m | 1,7m | Si |
| Escalera 4 (planta dos) | 1,425m | 1,8m | Si |

Tabla 23. Tabla con comprobación normativa del dimensionamiento de escaleras en la planta dos

4.4.4.2.1.3 Pasillos

Con respecto a los pasillos, se expone a continuación la situación más desfavorable para cada uno de los cuatros casos anteriores:

| Pasillos planta dos | P máxima | Caso de bloqueo | A |
|--|---|-------------------------|-------|
| Pasillo que desemboca en Escalera 1 (planta dos) | 277 | Escalera 2 (planta dos) | 1,39m |
| Pasillo que desemboca en Escalera 3 (planta dos) | 246 + 252 =498 (superposición de flujos contrapuestos entre las Escaleras 2 y 3) | Escalera 1 (planta dos) | 2,49m |
| Pasillo que desemboca en Escalera 4 (planta dos) | 228 | Escalera 3 (planta dos) | 1,14m |

Tabla 24. Análisis de los casos más desfavorables. Pasillos en la planta dos

Luego, se concluye en la siguiente tabla la comprobación normativa:

| Pasillos planta dos | A= P/200 (caso más desfavorable) | A predefinida | ¿Cumple? |
|---|----------------------------------|---------------|----------|
| Pasillo que desemboca en Escalera 1 (planta dos) | 1,39m | 2,1m | Si |
| Pasillo que conecta Salidas de Escalera 2 y Escalera 3 (planta dos) | 2,49m | 3,95m | Si |
| Pasillo que desemboca en Escalera 4 (planta dos) | 1,14m | 2m | Si |

Tabla 25. Tabla con comprobación normativa. Pasillos en la planta dos

4.4.4.2.1.4 Puertas de acceso a las escaleras

Con respecto a las puertas de acceso a las escaleras, las tres puertas presentes en la planta dos se encuentran ubicadas al inicio o fin de los pasillos descritos en el apartado anterior. Para cada uno de los casos más desfavorables antes descritos:

| Puerta de desemboque | P máxima | Caso de bloqueo | P/200 |
|------------------------------|----------|-------------------------|-------|
| A la Escalera 1 (planta dos) | 277 | Escalera 2 (planta dos) | 1,39m |
| A la Escalera 3 (planta dos) | 252 | Escalera 1 (planta dos) | 1,26m |
| A la Escalera 4 (planta dos) | 228 | Escalera 3 (planta dos) | 1,14m |

Tabla 26. Análisis de los casos más desfavorables. Puertas en la planta dos

Luego, se concluye en la siguiente tabla la comprobación normativa:

| Puerta de desemboque | P/200 (caso más desfavorable) | A | ¿Cumple? |
|---|-------------------------------|-------|----------|
| Pasillo que desemboca en Escalera 1 (planta dos) | 1,39m | 1,75m | Si |
| Pasillo que conecta Salidas de Escalera 2 y Escalera 3 (planta dos) | 1,26m | 1,75m | Si |
| Pasillo que desemboca en Escalera 4 (planta dos) | 1,14m | 1,75m | Si |

Tabla 27. Tabla con comprobación normativa. Puertas en la planta dos

4.4.4.2.2 Planta uno

4.4.4.2.2.1 Puertas de salida de locales

Las puertas de salida de todos los locales de la planta unos se establecen obligatoriamente mayores a 0,80 metros, debido a que la sala con mayor ocupación (Aula taller) no alcanza el límite (anchura mínima) exigido por la norma. Luego las demás al ser de ocupación inferior tampoco lo harán.

4.4.4.2.2.2 Consideraciones evacuación planta uno

Para la planta uno en la evacuación deberá tenerse en cuenta:

- Evacuación completa de la planta uno
- La consideración exigida por la norma en el tercer criterio para la asignación de personas: “(...) 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”.

4.4.4.2.2.3 Estimación de flujo proveniente de la planta dos

De las plantas dos se describen los siguientes flujos de personas [Tabla 18. Evacuación planta dos sin consideración de bloqueo]:

- 198 personas provenientes de la Escalera 1 cuyo arranque se sitúa en la planta dos
- 167 personas provenientes de la Escalera 2 cuyo arranque se sitúa en la planta dos de la planta uno
- 133 personas provenientes de la Escalera 3 cuyo arranque se sitúa en la planta dos
- 160 personas provenientes de la Escalera 4 cuyo arranque se sitúa en la planta dos

| Localización del flujo | Flujo proveniente de la planta dos |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Desemboque Escalera 1 en planta uno | 198 |
| Desemboque Escalera 2 en planta uno | 167 |
| Desemboque Escalera 3 en planta uno | 133 |
| Desemboque Escalera 4 en planta uno | 160 |

Tabla 28. Flujos de personas provenientes de la planta dos

Con esta información se estudiará la casuística de bloqueo de cada una de las tres salidas de planta buscando la opción más desfavorable.

4.4.4.2.2.4 Escaleras

Con respecto a las escaleras, se recuerda al lector que de las cuatro escaleras presentes en la planta uno, el arranque de la escalera central no se considera salida de planta debido a la presencia del atrio. Se muestra el detalle de evacuación para la planta uno sin bloqueo:

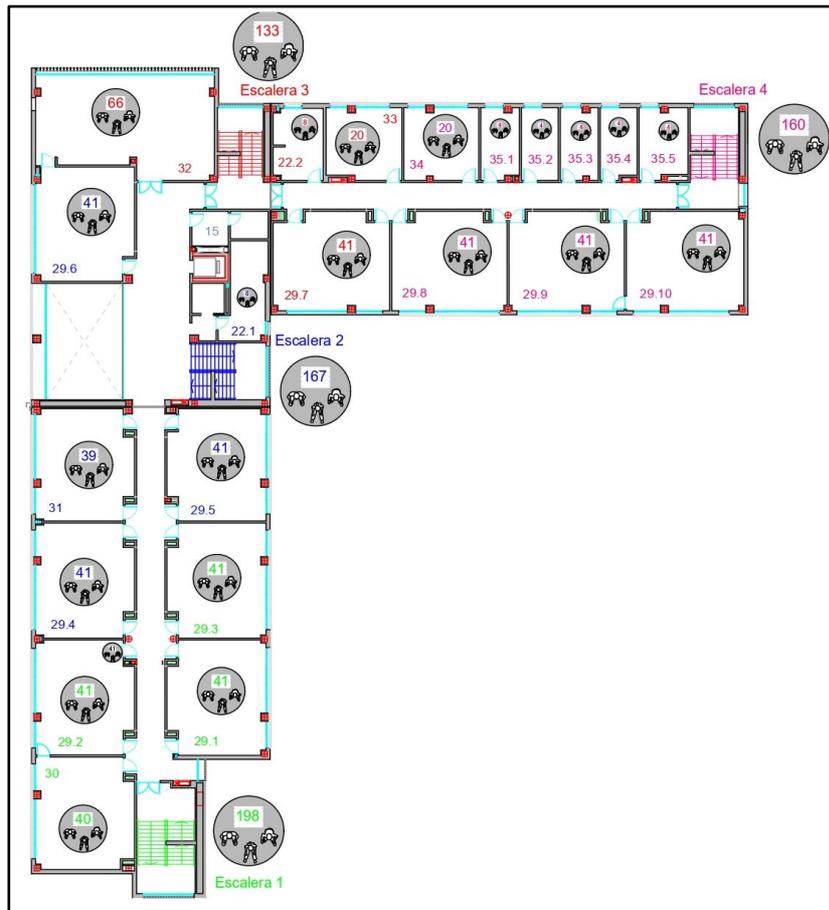


Figura 28. Puertas asignadas a cada aula durante la evacuación de la planta uno

*Los círculos con el detalle de ocupación fuera de los planos hace referencia a los flujos procedentes de la planta dos por medio de las cuatro escaleras.

| Escaleras | Aulas Planta 1 | Flujo proveniente de la planta 2 | Flujo asignado a Escalera 1 | Flujo asignado a Escalera 2 | Flujo asignado a Escalera 3 | Flujo asignado a Escalera 4 | P total |
|----------------------------|--|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|
| Escalera 1 | 30, 29.1, 29.2, 29.3 | 198 | 163 | | | | 361 |
| Escalera 2 | 22.1, 29.4, 29.5, 29.6, 31 | 167 | | 170 | | | 337 |
| Escalera 3 | 22.2, 29.7, 32, 33 | 133 | | | 135 | | 268 |
| Escalera 4 | 29.8, 29.9, 29.10, 34, 35.1, 35.2, 35.3, 35.4, 35.5, | 160 | | | | 163 | 323 |
| Flujo acumulado planta uno | | | | | | | 1289 |

Tabla 29. Evacuación sin consideración de bloqueo en la planta uno

De manera análoga al análisis realizado a la planta dos, se plantea a continuación la casuística asociada a cada una de las tres opciones de bloqueo (una por cada salida de planta):

| Escaleras | Aulas Planta 1 | Flujo proveniente de la planta 2 | Flujo asignado a Escalera 1 | Flujo asignado a Escalera 2 | Flujo asignado a Escalera 3 | Flujo asignado a Escalera 4 | P total |
|----------------------------|--|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|
| Escalera 1 | Bloqueada | Bloqueada | Bloqueada | Bloqueada | Bloqueada | Bloqueada | Bloqueada |
| Escalera 2 | 29.1, 30 | 167 +198 | | 81 | | | 446 |
| Escalera 3 | 22.1, 22.2, 29.2, 29.3, 29.4, 29.5, 29.6, 31, 33 | 133 | | | 280 | | 413 |
| Escalera 4 | 29.7, 29.8, 29.9, 29.10, 32, 34, 35.1, 35.2, 35.3, 35.4, 35.5, | 160 | | | | 270 | 430 |
| Flujo acumulado planta uno | | | | | | | 1289 |

Tabla 30. Consideración de bloqueo Escalera N°1 en la planta uno

| Escalera | P | Anchura = P/160 |
|------------|-----|-----------------|
| Escalera 1 | - | - |
| Escalera 2 | 446 | 2,7875 m |
| Escalera 3 | 413 | 2,58 m |
| Escalera 4 | 430 | 2,69m |

Tabla 31. Tabla con el cálculo de anchura para el caso de bloqueo Escalera N°1 en la planta uno

Llegados a este punto al comprobar el dimensionado de las escaleras descendentes no protegidas:

| Escalera | Anchura mínima para el bloqueo de la Escalera N°1 | Dimensionado con condición de escalera no protegida | ¿Cumple? |
|------------|---|---|-----------|
| Escalera 1 | Bloqueada | 2,175m | Bloqueada |
| Escalera 2 | 2,7875 m | 2,125m | NO |
| Escalera 3 | 2,5 m | 1,7m | NO |
| Escalera 4 | 2, 69m | 1,8m | NO |

Tabla 32. Tabla con comprobación normativa del dimensionamiento de escaleras en la planta uno

Tras esta comprobación las escaleras deben considerarse protegidas debido a que al aplicar la hipótesis de bloqueo sobre una de ellas la anchura de las restantes no es suficiente para evacuar al cómputo de ocupantes (incluyendo a los ocupantes cuya escalera predefinida se encuentra bloqueada).

Tras dicha consideración, la forma de proceder viene marcada por la norma “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 (...)”.

Sin embargo, si se tendrán en cuenta las 4 condiciones de bloqueo descritas en la planta dos de cara a estudiar el caso más desfavorable tal y como describe la norma “para dicha asignación (de flujos provenientes de otras plantas) 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”.

Luego el análisis se resume en la siguiente tabla con la apropiada comprobación normativa haciendo uso de las cuatro situaciones de bloqueo de salidas de planta proveniente de la planta dos:

| Escalera | Flujo proveniente planta 2 | Flujo planta 1 | E | $3*S + 160*A_s$ | ¿Cumple? |
|------------|----------------------------|----------------|-----|-----------------|----------|
| Escalera 1 | Bloqueada | 163 | 163 | 526,855 | Si |
| Escalera 2 | 246 | 170 | 416 | 447,663 | Si |
| Escalera 3 | 252 | 135 | 387 | 404,904 | Si |
| Escalera 4 | 160 | 163 | 323 | 411,994 | Si |

Tabla 33. Consideración de bloqueo Escalera N°1 en la planta uno (I)

| Escalera | Flujo proveniente planta 2 | Flujo planta 1 | E | $3*S + 160*A_s$ | ¿Cumple? |
|------------|----------------------------|----------------|-----|-----------------|----------|
| Escalera 1 | 277 | 163 | 440 | 526,855 | Si |
| Escalera 2 | Bloqueada | 170 | 170 | 447,663 | Si |
| Escalera 3 | 221 | 135 | 356 | 404,904 | Si |
| Escalera 4 | 160 | 163 | 323 | 411,994 | Si |

Tabla 34. Consideración de bloqueo Escalera N°2 en la planta uno

| Escalera | Flujo proveniente planta 2 | Flujo planta 1 | E | $3*S + 160*A_s$ | ¿Cumple? |
|------------|----------------------------|----------------|-----|-----------------|----------|
| Escalera 1 | 198 | 163 | 361 | 526,855 | Si |
| Escalera 2 | 232 | 170 | 402 | 447,663 | Si |
| Escalera 3 | Bloqueada | 135 | 135 | 404,904 | Si |
| Escalera 4 | 228 | 163 | 391 | 411,994 | Si |

Tabla 35. Consideración de bloqueo Escalera N°3 en la planta uno

| Escalera | Flujo proveniente planta 2 | Flujo planta 1 | E | $3*S + 160*A_s$ | ¿Cumple? |
|------------|----------------------------|----------------|-----|-----------------|----------|
| Escalera 1 | 198 | 163 | 361 | 526,855 | Si |
| Escalera 2 | 240 | 170 | 410 | 447,663 | Si |
| Escalera 3 | 200 | 135 | 355 | 404,904 | Si |
| Escalera 4 | Bloqueada | 163 | 323 | 411,994 | Si |

Tabla 36. Consideración de bloqueo Escalera N°4 en la planta uno

Siendo el primer sumando asociado a la superficie de planta uno y el segundo el asociado a la superficie de la planta dos:

- $S_1 = [8,3095*2,5396 + 1,8104*3,96 + 1,8104*3,65] + [8,3095*2,5396 + 1,8104*7,9] = 70,2849 m^2$
- $A_{s1} = 1,975 m$
- $S_2 = [1,46*4,25 + 0,29*2,125 + 3,8*4,24] + [4,25*5,55] = 46,521 m^2$
- $A_{s2} = 1,925 m$
- $S_3 = [2,01*3,4 + 0,29*1,7 + 3,3*3,4 + 2*4,75] + [2*4,75 + 5,6*1,7 + 1,7*3,01 + 1,6*1,74] = 54,968 m^2$
- $A_{s3} = 1,5 m$
- $S_4 = [2,05*3,6 + 0,29*1,8 + 3,26*3,6 + 2*4,45] + [2*4,45 + 3,6*5,6] = 51,998 m^2$
- $A_{s4} = 1,6 m$

4.4.4.2.2.5 Pasillos

Con respecto a los pasillos, se expone a continuación la situación más desfavorable (mayor flujo de personas sobre dicho elemento):

| Pasillo | Flujo máximo por el pasillo | P/200 |
|---|-----------------------------|--------|
| Pasillo que conecta Escalera N°1 con Escalera N°2 | 284 | 1,42 m |
| Pasillo que desemboca en Escalera N°4 | 232 | 1,16 m |

Tabla 37. Análisis de los casos más desfavorables. Pasillos en la planta uno

Luego, se concluye en la siguiente tabla la comprobación normativa:

| Puerta de desemboque | P/200 | A | ¿Cumple? |
|---|--------|------|----------|
| Pasillo que conecta Escalera N°1 con Escalera N°2 | 1,42 m | 2,1m | Si |
| Pasillo que desemboca en Escalera N°4 | 1,16 m | 2m | Si |

Tabla 38. Tabla con comprobación normativa. Pasillos en la planta uno

*Dicha comprobación es redundante pues al ser definir las escaleras de la planta uno como protegidas, no resulta necesario suponer el bloqueo de una de ellas.

4.4.4.2.2.6 Puertas de acceso a las escaleras

Con respecto a las puertas de acceso a escaleras, las tres puertas presentes en la planta unos se encuentran ubicadas al inicio o fin de los pasillos descritos en el apartado anterior. Para cada uno de los casos más desfavorables antes descritos:

| Puerta de desemboque | Flujo máximo que atraviesa la puerta | P/200 |
|---|--------------------------------------|-------|
| Pasillo que conecta Escalera N°1 con Escalera N°2 | 284 | 1,42m |
| Pasillo que desemboca en Escalera N°4 | 232 | 1,16m |

Tabla 39. Análisis de los casos más desfavorables. Puertas en la planta uno

Luego, se concluye en la siguiente tabla la comprobación normativa:

| Puerta de desemboque | P/200 (caso más desfavorable) | A | ¿Cumple? |
|--|--------------------------------------|--------------|-----------------|
| Pasillo que conecta Escalera N°1 con Escalera N°2 | 1,42m | 1,75m | Si |
| Pasillo que desemboca en Escalera N°4 | 1,16m | 1,75m | Si |

Tabla 40. Tabla con comprobación normativa. Puertas en la planta uno

4.4.4.2.3 Planta baja

4.4.4.2.3.1 Puertas de salida de locales

De igual manera, las puertas de salida de todos los locales de la planta baja se establecen obligatoriamente mayores a 0,80 metros, debido a que la sala con mayor ocupación (Biblioteca) no alcanza el límite (anchura mínima) exigido por la norma. Luego las demás al ser de ocupación inferior tampoco lo harán.

4.4.4.2.3.2 Consideraciones evacuación planta baja

Para la planta baja en la evacuación deberá tenerse en cuenta:

- Evacuación completa de la planta baja
- La consideración exigida por la norma en el tercer criterio para la asignación de personas: “(...) 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”.

4.4.4.2.3.3 Estimación de flujo provenientes de las plantas uno y dos

De las plantas superiores (uno y dos) se describen los siguientes flujos de personas:

Con esta información y de manera análoga al análisis llevado a cabo en la planta 2, se estudiará la casuística de bloqueo de cada una de las tres salidas de planta buscando la opción más desfavorable.

| Localización del flujo | Flujo de la planta dos | Flujo de la planta uno | Flujo total desemboque |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Escalera N°1 | 198 | 163 | 361 |
| Escalera N°2 | 167 | 170 | 337 |
| Escalera N°3 | 133 | 135 | 268 |
| Escalera N°4 | 160 | 163 | 323 |

Tabla 41. Cálculo del flujo total proveniente de las plantas uno y dos

Haciendo uso de la norma, la estimación de dicho flujo debe 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 160 A.

| Localización del flujo | Flujo total desemboque | A | 160*A | E |
|------------------------|------------------------|--------|-------|-----|
| Escalera N°1 | 361 | 1,975m | 316 | 316 |
| Escalera N°2 | 337 | 1,925m | 308 | 308 |
| Escalera N°3 | 268 | 1,5m | 240 | 240 |
| Escalera N°4 | 323 | 1,6m | 256 | 256 |

Tabla 42. Cálculo del flujo total según la norma (E) proveniente de las plantas uno y dos

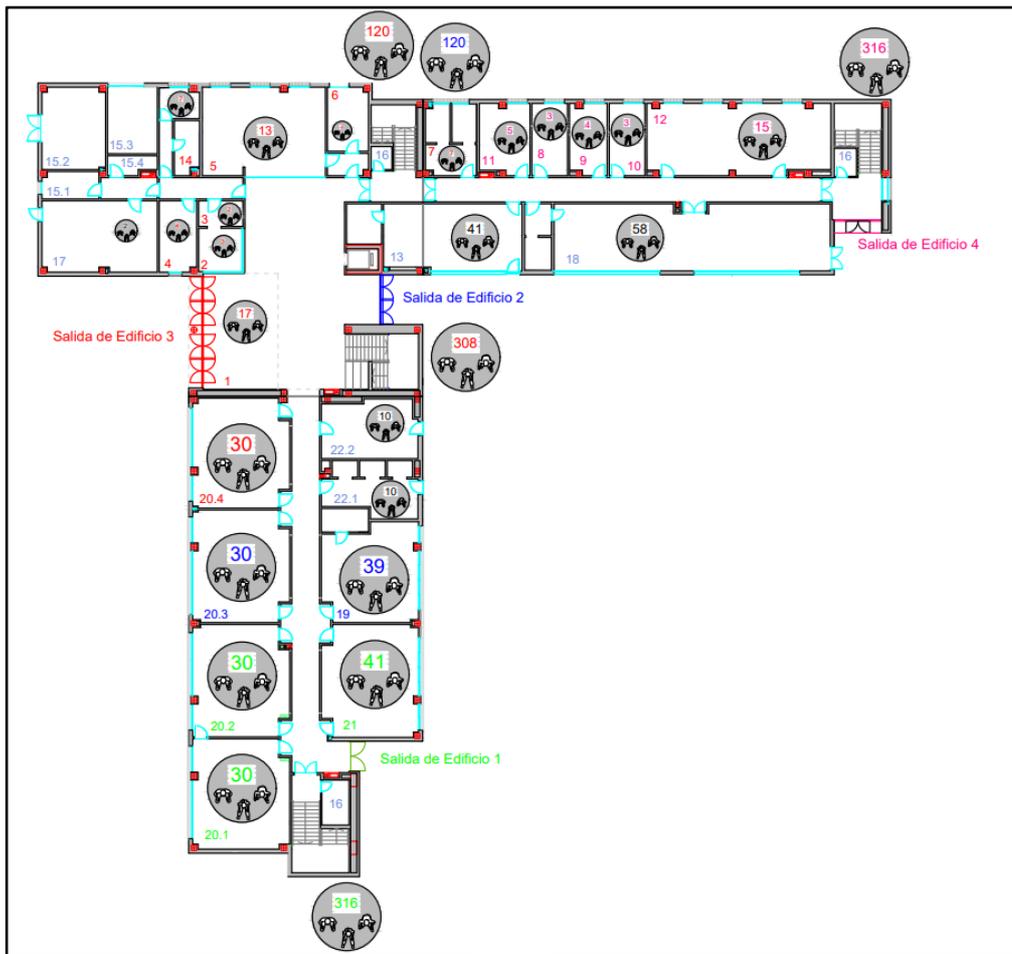


Figura 29. Puertas asignadas a cada aula durante la evacuación de la planta baja

4.4.4.2.3.4 Salidas de edificio alternativas

Por último, antes de dimensionar las salidas de edificio habrá que dejar fuera de dicho análisis a los locales con salidas exteriores de edificio:

- 13. Cafetería
- 15. Cuarto de instalaciones por ocupación nula
- 17. Almacén general
- 18. Biblioteca
- 22. Aseos de los alumnos

Pues disponen de salidas exteriores al edificio alternativas. Estas salidas son directas al patio al tratarse de un edificio exento y requieren de una anchura mínima de 0,8 metros.

Además, no se considerará la salida de ocupantes del resto del edificio por estas salidas, sólo las usarán aquellos ocupantes que en el momento del fuego se encuentren en el interior del local con salida exterior alternativa.

4.4.4.2.3.5 Dimensionamiento de las salidas de edificio

Finalmente agrupando la ocupación de la planta baja junto con los flujos derivados del desemboque de las escaleras y excluyendo aquellos locales con salidas externas integradas, se muestra a continuación la siguiente tabla en forma de resumen de la evacuación:

| Salida de Edificio | Zonas sin salidas exteriores integradas | P | Flujo Escalera N°1 | Flujo Escalera N°2 | Flujo Escalera N°3 | Flujo Escalera N°4 | E (Flujo acumulado) |
|-------------------------|---|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Salida de Edificio N°1 | 20.1, 20.2, 21 | 101 | 316 | | | | 417 |
| Salida de Edificio N°2 | 19, 20.3 | 69 | | | 120 | | 189 |
| Salida de Edificio N°3 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 20.4 | 79 | | 308 | 120 | | 524 |
| Salida de Edificio N°4 | 8, 9, 10, 11, 12 | 30 | | | | 256 | 286 |
| Flujo total planta baja | | | | | | | 1416 |

Tabla 43. Evacuación planta baja sin consideración de bloqueo

Procediendo con el bloqueo de cada una de las salidas de edificio:

| Salida de Edificio | Zonas sin salidas exteriores integradas | E | Flujo Escalera N°1 | Flujo Escalera N°2 | Flujo Escalera N°3 | Flujo Escalera N°4 | E (Flujo acumulado) |
|-------------------------|---|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Salida de Edificio N°1 | Bloqueada | - | - | - | - | - | - |
| Salida de Edificio N°2 | 19, 20.3 | 69 | | | 120 | | 189 |
| Salida de Edificio N°3 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 20.4 20.1, 20.2, 21 | 197 | 316 | 308 | 120 | | 941 |
| Salida de Edificio N°4 | 8, 9, 10, 11, 12 | 30 | | | | 256 | 286 |
| Flujo total planta baja | | | | | | | 1416 |

Tabla 44. Consideración de bloqueo Salida de Edificio N°1 en la planta baja

| Salida de Edificio | Zonas sin salidas exteriores integradas | P | Flujo Escalera N°1 | Flujo Escalera N°2 | Flujo Escalera N°3 | Flujo Escalera N°4 | E (Flujo acumulado) |
|-------------------------|---|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Salida de Edificio N°1 | 1, 20.1, 20.2, 21 | 101 | 316 | | | | 417 |
| Salida de Edificio N°2 | Bloqueada | - | - | - | - | - | - |
| Salida de Edificio N°3 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 20.4 19, 20.3 | 165 | | 308 | 240 | | 713 |
| Salida de Edificio N°4 | 8, 9, 10, 11, 12 | 30 | | | | 256 | 286 |
| Flujo total planta baja | | | | | | | 1416 |

Tabla 45. Consideración de bloqueo Salida de Edificio N°2 en la planta baja

| Salida de Edificio | Zonas sin salidas exteriores integradas | P | Flujo Escalera N°1 | Flujo Escalera N°2 | Flujo Escalera N°3 | Flujo Escalera N°4 | E (Flujo acumulado) |
|-------------------------|---|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Salida de Edificio N°1 | 20.1, 20.2, 21 | 101 | 316 | | | | 417 |
| Salida de Edificio N°2 | 19, 20.3 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 20.4 | 148 | | 308 | 240 | | 696 |
| Salida de Edificio N°3 | Bloqueada | - | - | - | - | - | - |
| Salida de Edificio N°4 | 1, 8, 9, 10, 11, 12 | 47 | | | | 256 | 303 |
| Flujo total planta baja | | | | | | | 1416 |

Tabla 46. Consideración de bloqueo Salida de Edificio N°3 en la planta baja

| Salida de Edificio | Zonas sin salidas exteriores integradas | P | Flujo Escalera N°1 | Flujo Escalera N°2 | Flujo Escalera N°3 | Flujo Escalera N°4 | E |
|-------------------------|---|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|
| Salida de Edificio N°1 | 20.1, 20.2, 21 | 101 | 316 | | | | 417 |
| Salida de Edificio N°2 | 19, 20.3 | 69 | | | 120 | | 189 |
| Salida de Edificio N°3 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 20.4 8, 9, 10, 11, 12 | 109 | | 308 | 120 | 256 | 810 |
| Salida de Edificio N°4 | Bloqueada | - | - | - | - | - | - |
| Flujo total planta baja | | | | | | | 1416 |

Tabla 47. Consideración de bloqueo Salida de Edificio N°4 en la planta baja

Calculando las anchuras mínimas para los casos más desfavorables y la comprobación normativa:

| Escalera | E | Anchura exigida | Anchura propuesta | ¿Cumple? |
|------------------------|-----|-----------------|------------------------------|----------|
| Salida de Edificio N°1 | 417 | 2,085m | 2,2m | Si |
| Salida de Edificio N°2 | 696 | 3,48m | 1,8 + 1,8= 3,6 | Si |
| Salida de Edificio N°3 | 941 | 4,705m | 1,8 + 1,8 + 1,8 + 1,8= 7,2 m | Si |
| Salida de Edificio N°4 | 303 | 1,515m | 1,8m | Si |

Tabla 48. Tabla con comprobación normativa del dimensionamiento de escaleras en la planta baja

4.4.4.2.3.6 Pasillos y rampas

Con respecto a los pasillos, se expone a continuación el análisis de los dos casos más desfavorables:

| Pasillo | Flujos planta uno y dos | Flujo que desemboca en el pasillo | Caso de bloqueo | Anchura exigida |
|---|-------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------|
| Pasillo que desemboca en Salida de Edificio N°1 | 316 | 200* | Salida Edificio N°1 | 516/200= 2,58m |
| Pasillo que desemboca en Escalera N°1 | 256 | 37** | Escalera N°3 | 1,465m |

Tabla 49. Análisis de los casos más desfavorables. Pasillos en la planta baja

*Se ha excluido los ocupantes de los Aseos 22.1 y 22.2 dado que en el interior de los mismos existen salidas exteriores de emergencia.

**Con el mismo criterio se han descontado el flujo de los locales 13 (Cafetería) y 18 (Biblioteca).

De dicho análisis se han excluido los pasillos centrales debido a que el dimensionamiento de las Salidas de Edificio N°2 y N°3 es muy superior a la limitación normativo. Esto es debido a que en caso de bloqueo en alguna de dichas salidas, la otra puede asumir este flujo asignado. Sin embargo, este no sucede en las salidas de edificio N°1 y N°4 pues los ocupantes deben recorrer los pasillos hasta las salidas de edificio centrales.

Luego, se concluye en la siguiente tabla la comprobación normativa:

| Escalera | Anchura exigida | Anchura propuesta | ¿Cumple? |
|---|-----------------|-------------------|----------|
| Pasillo que desemboca en Salida de Edificio N°1 | 2,58m | 2,1m | No |
| Pasillo que desemboca en Escalera N°1 | 1,465m | 1,85m | Si |

Tabla 50. Tabla con comprobación normativa. Puertas de los pasillos en la planta baja

De la tabla 50 puede concluirse que el pasillo, siguiendo el método prescriptivo, está infradimensionado. El motivo por el que el pasillo no cumple con la dimensión requerida es debido a la manera estricta mediante la cual se han asignado aulas a las escaleras más cercanas.

Esta metodología genera el desemboque en la planta baja de un flujo procedente de las plantas dos y uno sobre la Escalera 1 de 316 personas que en caso de bloqueo de la salida de Edificio N°1 atravesarán el pasillo que conecta las aulas con dicha salida de edificio.

Este flujo sumado al conjunto de alumnos procedentes de las aulas conectadas a ese pasillo, 200 personas, suma un total de 516 de personas con un dimensionamiento muy estricto dado que se ha supuesto que ambos flujos se juntan en el pasillo.

La manera de justificar que dicho pasillo sí cumple las exigencias del Documento Básico liberando flujo de personas hacia la Escalera 2, hasta obtener un número de personas de valor 420 en total (sumando ambos flujos) para el cual el dimensionamiento sería válido.

| Escalera | P | S | A | $3*S + 200*A$ | ¿Cumple? |
|------------|-----|----------------------|------|---------------|----------|
| Escalera 1 | 516 | 53,13 m ² | 2,1m | 579,39 | Si |

Tabla 51. Consideración de bloqueo Escalera N°4 en la planta uno

Siendo el primer sumando asociado a la superficie de planta uno y el segundo el asociado a la superficie de la planta dos:

- $S_1 = 2,1 * 25,3 = 53,13 \text{ m}^2$ (Superficie útil del recinto)
- $A = 2,1 \text{ m}$ (Anchura del Pasillo)

Comprobación: $P \leq 3 S + 200 A$

4.4.4.2.3.7 Puertas de acceso a salidas de edificio y Puertas de paso

Con respecto a las puertas de acceso a salidas de edificio en la planta baja:

| Puerta de desemboque | Flujo máximo que atraviesa la puerta | P/200 |
|--|--------------------------------------|--------|
| Puerta que conecta la Escalera N°1 con la Salida de Edificio N°1 | 316 (de las plantas superiores) | 1,58m |
| Puerta que conecta la Escalera N°4 con la Escalera N°3 | 256 (de las plantas superiores) + 37 | 1,465m |

Tabla 52 Análisis de los casos más desfavorables. Puertas en la planta baja

Luego, se concluye en la siguiente tabla la comprobación normativa:

| Puerta de desemboque | P/200 (caso más desfavorable) | A | ¿Cumple? |
|--|-------------------------------|-------|----------|
| Puerta que conecta la Escalera N°1 con la Salida de Edificio N°1 | 1,58m | 1,75m | Si |
| Puerta que conecta la Escalera N°4 con la Escalera N°3 | 1,465m | 1,75m | Si |

Tabla 53. Tabla con comprobación normativa. Puertas en la planta baja

4.4.5 Protección de las escaleras

En la tabla 5.1 del DB se indican las condiciones de protección que deben cumplir las escaleras previstas para la evacuación.

El edificio es de tipo docente y la altura de evacuación se define en un valor inferior a 14m, a priori se ha supuesto que el conjunto de escaleras de evacuación descendente son no protegidas, sin embargo, al analizar los flujos de evacuación de personas a través de ellas se hace necesaria la protección de todas ellas.

Las escaleras protegidas deberán satisfacer las condiciones de seguridad de utilización descritas en el DB-SUA y además:

- Ser un recinto destinado exclusivamente a circulación y compartimentado del resto del edificio mediante elementos separadores EI 120.
- Los accesos a estas se realizarán a través de puertas EI2 60-C5 y desde espacios de circulación comunes y sin ocupación propia.
- El recinto de cada una de ellas cotará con protección frente al humo mediante una ventilación natural con ventanas/ huecos abiertos al exterior con una superficie útil de ventilación de al menos 1 m² en cada planta, o mediante una ventilación con dos conductos independientes de entrada y de salida de aire con una superficie de la sección útil total de 50 cm² por cada m³ de recinto en cada planta. Otra opción para garantizar protección frente al humo consiste en la instalación de un sistema de presión diferencial.
- Las rejillas tendrán una sección útil de igual superficie y relación máxima entre sus lados que el conducto al que están conectadas. Además en cada planta, la parte superior de las rejillas de entrada de aire estará situada a una altura sobre el suelo menor que 1 m y las de salida de aire están enfrentadas a las anteriores y su parte inferior está situada a una altura mayor que 1,80 m.

4.4.6 Puertas situadas en recorridos de evacuación

Las puertas previstas como salidas de planta o de edificio y aquellas previstas para una evacuación superior a 50 personas consistirán en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga la evacuación. En estas puertas no será necesario el uso de llave y sólo se actuará sobre un mecanismo como máximo. Además, las puertas del edificio no son automáticas.

Puede comprobarse en las gráficas del apartado “8.7.2.2 Flujo que atraviesa cada salida de planta y/o edificio en función del tiempo” que exclusivamente las salidas al exterior de la planta baja definidas como alternativas, las cuales son:

- Puerta de salida al exterior del Almacén general
- Puerta de salida al exterior del Cuarto de instalaciones
- Puerta de salida al exterior de la Biblioteca
- Puerta de salida al exterior de la Cafetería

- Puerta de salida al exterior de los Aseos de alumnos

Evacuan una cantidad inferior a 50 personas, no siendo de aplicación en ellas el dispositivo sencillo de apertura.

4.4.7 Señalización de los medios de evacuación

Se utilizarán las señales de evacuación definida en la norma UNE 23034:1998, donde se especifican los siguientes criterios:

- Todas las salidas de recinto, planta o edificio estarán señalizadas con el rótulo “SALIDA” y serán fácilmente visibles
- La señal con el rótulo “SALIDA DE EMERGENCIA” se dispone en toda salida prevista para uso exclusivo de emergencia
- Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas
- En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta.
- En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean foto luminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir con lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

4.4.8 Control de humo de incendio

El diseño, cálculo, instalación y mantenimiento de un sistema de control de humo de incendio pueden realizarse de acuerdo con las normas UNE 23584:2008, UNE 23585:2017 y UNE-EN 12101-6:2006.

El código técnico de la edificación, exige para un atrio con una ocupación en el conjunto de zonas y plantas que constituyen un sector de incendios, en dicho trabajo Sector de Incendios 1, superior a 500 personas la obligatoriedad de instalar un sistema de control de humo incendio. Sin embargo, la ocupación total para el Sector de Incendios 1 (que incluye el atrio) es inferior a 500 personas luego no será de aplicación disponer de un sistema de control de humo de incendio.

4.4.9 Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendios

Con respecto a la consideración de personas con discapacidad, al ser un edificio de uso docente con una altura de evacuación inferior a 14 metros no se requiere posibilitar el paso a un sector de incendio alternativo o una zona de refugio apta para personas con movilidad reducida mediante una salida de planta accesible.

En planta baja, al ser planta de salida del edificio, se dispondrá de algún itinerario accesible desde todo origen de evacuación situado en una zona accesible hasta alguna salida del edificio accesible. Y adicionalmente, podrá habilitarse salidas de emergencia accesibles para personas con discapacidad diferentes de los accesos principales del edificio.

Esta última posibilidad no ha sido implementada.

4.5 Sección SI 4 Instalaciones de protección contra incendios

La sección SI 4 del DB SI especifica el conjunto de instalaciones de protección contra incendios mediante la tabla 1.1.

4.5.1 Dotación de las Instalaciones de protección contra incendios

El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir con lo establecido en el “Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios”, en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación.

4.5.1.1 De manera general:

Extintores Portátiles

Se ubicarán extintores portátiles de tal forma que el recorrido desde cualquier punto de ocupación sea como máximo de 15m.

En las zonas comunes del edificio y en el interior de los locales de riesgo especial deben ser colocados extintores de polvo ABC de eficacia 21A-113B. Los extintores portátiles, de eficacia 21 A-113B, se situarán en lugares fácilmente accesibles y visibles o señalizados cuando no se de esta última circunstancia.

Las homologaciones, ensayos, agentes de extinción... del extintor se rigen por la norma UNE 23110. El cumplimiento de dichas normas debe estar certificado por un organismo de control autorizado (OCA) que deberá emitir un certificado de marca de conformidad de normas, tal y como se especifica en el Reglamento de instalaciones de protección contra Incendios.

4.5.1.2 Uso Docente:

Bocas de Incendio equipadas

Se deberá dotar al edificio de un sistema de bocas de incendio según lo establecido en la tabla 1.1 del DBSI4 donde se especifica que su instalación será necesaria para superficies construidas superiores a 2000 m².

Una boca de incendio equipada (BIE) se puede definir como un conjunto de elementos necesarios para transportar y proyectar agua desde un punto fijo de una red de abastecimiento de agua hasta el lugar del fuego. Las BIE's serán del tipo 25 mm según lo establecido en la tabla 1.1 del DBSI4.

Algunas especificaciones para la instalación de BIES se resumen a continuación:

- La separación máxima entre BIES será como máximo de 50 m.
- Siempre que sea posible se colocaran a menos de 5 m de las salidas de cada sector de incendios, sin que constituyan obstáculos para su utilización.
- Se montarán sobre un soporte rígido de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,50 m sobre el nivel del suelo.

Columna seca

Dado que la altura de evacuación es inferior a los 24 metros de umbral impuesto en la tabla 1.1 de esta sección no será necesaria la instalación de columna seca.

Sistema de alarma

Se deberá dotar al edificio de un sistema de alarma según lo establecido en la tabla 1.1 del DBSI4. Este sistema de alarma deberá transmitir señales visuales y acústicas.

Respecto a las señales acústicas, deben garantizar unos niveles sonoros de acuerdo con los parámetros especificados en la norma UNE 23007-14.

Sistema de detección de incendio

De la “Tabla 5. División de superficie por planta entre los dos sectores de incendios del edificio” se obtiene un valor total de superficie construida de valor $4791\text{m}^2 = 1621\text{m}^2$ (planta baja) + 1586m^2 (planta uno) + 1584m^2 (planta dos).

Según el Código técnico de la Edificación, para edificios de uso docente sólo será exigible la instalación de un sistema de detección de incendio en aquellos edificios cuya superficie construida sea superior a 5000m^2 . Sin embargo, pese a no ser exigible se ha decidido implementar un Sistema de detección de incendios en el edificio, debido a lo cercano que se encuentra el valor de superficie construida al valor umbral.

Hidrantes exteriores

No exigido por la normativa vigente debido a que el edificio no supera una superficie total construida de 5000m^2 .

4.5.2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

La señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios debe cumplir lo establecido en el vigente Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo.

4.6 Sección SI 5 Intervención de los bomberos

4.6.1 Aproximación a los edificios

El edificio debe garantizar en los viales de aproximación de los vehículos de bomberos un espacio de maniobra de anchura libre $3,5\text{m}$ con una capacidad portante vial de 20 kN/ m^2 . Considerando que la calle no dispone de limitaciones de altura o galibo.

4.6.2 Entorno del edificio

Al ser la altura de evacuación descendiente superior a 9 metros, deben satisfacer un espacio de maniobra que cumple las siguientes condiciones por fachada:

- Anchura mínima libre de 5 metros
- Una separación máxima del vehículo de bomberos a la fachada de 23 metros
- Una distancia máxima para alcanzar cualquier acceso del edificio de 30 metros
- Una resistencia al punzonamiento en el suelo de 100 kN sobre 20m de diámetro

Esta última condición del debe cumplirse en las tapas de registro de las canalizaciones de servicios públicos situadas en ese espacio, cuando sus dimensiones fueran mayores que $0,15\text{m} \times 0,15\text{m}$, debiendo ceñirse a las especificaciones de la norma UNE-EN 124:2015.

Por otro lado, el espacio de maniobra debe mantenerse libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines, mojones u otros obstáculos.

4.6.3 Accesibilidad por fachada

Las fachadas referidas en el anterior apartado deben disponer de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios.

4.7 Sección SI 6 Resistencia al fuego de la estructura

4.7.1 Generalidades

La elevación de la temperatura que se produce como consecuencia de un incendio en un edificio afecta a su estructura de dos maneras:

- Por un lado los materiales ven afectadas sus propiedades
- Acciones indirectas como consecuencia de las deformaciones de los elementos

En el DB se indican métodos simplificados de cálculo aproximados en los Anejos B a F presentándose en ellos el estudio de la resistencia al fuego de los elementos estructurales individuales ante la curva normalizada tiempo temperatura

En las normas UNE-EN 1992-1-2:2011, UNE-EN 1993-1-2:2016, UNE-EN 1994-1-2:2016, UNE-EN 1995-1-2:2016, se incluyen modelos de resistencia para los materiales.

4.7.2 Resistencia al fuego de la estructura

Un elemento tiene suficiente resistencia al fuego si durante la duración del incendio el valor de cálculo del efecto de las acciones, en todo instante t , no supera el valor de la resistencia de dicho elemento.

4.7.3 Elementos estructurales principales

Se consideran elementos estructurales principales a forjados, vigas y soportes. Su resistencia al fuego es suficiente si:

- Alcanza la clase indicada en las tablas 3.1 y 3.2 que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada tiempo temperatura:
 - Edificio docente, de altura de evacuación inferior a 15m, R-60
 - Zonas de riesgo bajo, R-90
- O también, si soporta dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el anejo B del DB

4.7.4 Elementos estructurales secundarios

No se definen elementos estructurales secundarios (cuyo colapso ante la acción directa del incendio no pueda ocasionar daños a los ocupantes, ni comprometer la estabilidad global de la estructura, la evacuación o la compartimentación en sectores de incendio del edificio) luego todos los elementos estructurales están sujetos al apartado 4.7.3 Elementos estructurales principales.

Además, no se dispone en el edificio de cerramientos formados por elementos textiles luego los requerimientos normativos asociados a estos cerramientos no son de aplicación.

4.7.5 Determinación de los efectos de las acciones durante el incendio

Deben ser consideradas las mismas acciones permanentes y variables que en el cálculo en situación persistente, si es probable que actúen en caso de incendio. Los efectos de las acciones durante la exposición al incendio deben obtenerse del Documento Básico DB-SE, cuyo análisis queda fuera del alcance del presente proyecto.

4.7.6 Determinación de la resistencia al fuego

La resistencia al fuego de un elemento puede establecerse de alguna de las siguientes formas propuestas en el DB SI 6:

- Comprobando las dimensiones de su sección transversal con lo indicado en las distintas tablas según el material dadas en los anejos C a F del DB, para las distintas resistencias al fuego
- Obteniendo su resistencia por los métodos simplificados dados en los mismos anejos
- Mediante la realización de los ensayos que establece el Real Decreto 842/2013 de 31 de octubre.

5 DESCRIPCIÓN FIRE DYNAMIC SIMULATOR + MÓDULO EVAC.

Para la realización de los modelos de simulación de evacuación de personas existen varios programas informáticos para su representación, casuística y estudio detallado. En el presente trabajo cuya finalidad es elaborar modelos de evacuación elementales se propone la utilización del módulo Evac integrado en el Programa Fire Dynamic Simulator.

Este programa es de software libre, es decir, su descarga y uso están disponibles de manera accesible en internet y puede ser utilizado por cualquier usuario. En el presente capítulo se hará una descripción del programa y su modo de programación para comprender en última instancia los códigos propuestos en los anexos del proyecto.

5.1 Introducción al Programa FDS

FDS ha sido desarrollado por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) del Departamento de Comercio de los Estados Unidos y permite simular el comportamiento del humo para unas características de fuego en una geometría definida por el usuario.

Los escenarios de evacuación son creados a partir de parámetros de entrada de un archivo de texto con los que genera la simulación y los representa mediante Smokeview. Este programa integrado en FDS genera a partir de la evacuación (realizada mediante el módulo Evac) una visualización del humo de fuego mediante una interfaz simple basada en opciones de visualización manipulables por usuario.

Cabe destacar que existen programas adicionales que permiten volcar los datos de la geometría predefinida en la evacuación a FDS. Sin embargo, el uso de programas adicionales quedará excluido de este proyecto dado que el interés del mismo radica en ofrecer al usuario la manera de generar simulación de evacuaciones usando exclusivamente FDS sin necesidad de conocimientos de más programas adicionales. Dicha condición implicará que la geometría del edificio o recinto deberá ser introducida por el usuario, rechazando la opción de volcar esa información a partir de un programa alternativo.

5.2 Módulo EVAC

El Centro de Investigación Técnica VTT de Finlandia ha desarrollado un módulo integrado en FDS denominado EVAC. Este módulo permite mediante el uso del programa FDS modelar simulaciones de evacuación de personas ante la aparición de fuego en la geometría. Luego de aquí en adelante, se usará la notación “FDS+Evac” para referirse al uso del programa FDS para la elaboración de un modelo de evacuación de personas.

Para la elaboración del modelo de evacuación se define cada persona como una entidad independiente, denominados agentes en el programa, con capacidad de “razonar y tomar decisiones” en función a la gobernanza de los algoritmos integrados en el programa. Una de las mayores ventajas del programa es que estos agentes pueden verse condicionados por el entorno que les rodea, modificando las decisiones que hubiesen podido tomar en momentos previos. Todo esto se explicará más adelante.

Un agente, tal y como describe la guía de usuario, se identifica por una serie de propiedades personales, comportamientos y estrategias de escape particulares. Su movimiento, se simula utilizando planos bidimensionales que representan las plantas de los edificios.

El algoritmo básico detrás del movimiento de evacuación de cada agente viene descrito por la resolución de una ecuación de movimiento gobernada en un espacio bidimensional continuo (por ejemplo, en el plano horizontal) influenciada además por el parámetro del tiempo, es decir, FDS+Evac define una dinámica molecular artificial para los agentes.

Las fuerzas que actúan sobre los agentes son principalmente:

- Fuerzas físicas
- Fuerzas de contacto con elementos físicos como paredes y otros agentes
- Comportamientos psicológicos influenciados por el entorno y otros agentes

Con todo ello, FDS+EVAC consigue describir rangos de comportamientos en los agentes representativos de los comportamientos humanos reales a partir de ecuaciones que integran un conjunto de acciones externas que afectan a dichas entidades.

5.3 Definición de los Perfiles básicos de los agentes

Como se ha introducido en la sección anterior, FDS+EVAC define a cada agente como una entidad individual independiente cuyo movimiento se encuentra gobernado por un conjunto de ecuaciones de comportamiento integradas dentro del módulo EVAC.

El software define una caracterización estándar inicial basada en:

- Las dimensiones del cuerpo de la persona
- La velocidad de persona durante el proceso de evacuación

El módulo EVAC define cinco tipos de perfiles de agentes predeterminados estándares a partir de los cuales se podrán añadir parámetros para perfilar distintos rangos de comportamiento. Estos perfiles iniciales se resumen en la siguiente tabla:

| Tipo de Agente | Breve Descripción | Dimensiones predefinidas (m) | Velocidad predefinida (m/s) |
|----------------|--|------------------------------|-----------------------------|
| Adult | Perfil asociado a la superposición de características entre una persona adulta de género masculino y una persona adulta de género femenino | $0,255 \pm 0,035$ | $1,25 \pm 0,30$ |
| Male | Perfil asociado a una persona adulta de género masculino | $0,27 \pm 0,02$ | $1,35 \pm 0,20$ |
| Female | Perfil asociado a una persona adulta de género femenino | $0,240 \pm 0,020$ | $1,15 \pm 0,20$ |
| Child | Perfil asociado a un niño o niña | $0,210 \pm 0,015$ | $0,90 \pm 0,30$ |
| Elderly | Perfil asociado a una persona de tercera edad | $0,250 \pm 0,020$ | $0,80 \pm 0,30$ |

Tabla 54. Cinco perfiles básicos de agentes en función a de su característica física y velocidad

Estos valores se encuentran definidos en la guía de usuario realizada por Timo Korhonen en el Centro de Investigación Técnica VTT de Finlandia [4].

El objetivo consiste en partir de estos perfiles estándares que define FDS+EVAC para posteriormente particularizarlos y obtener perfiles de agentes lo más representativos posibles de las personas que se encuentran

en un centro docente. Principalmente:

- Profesores
- Estudiantes de educación secundaria
- Estudiantes de educación primaria
- Estudiantes de educación infantil

La manera de realizar esta particularización consistirá en asignar valores procedentes de artículos de investigación relativos a evacuaciones en centros docentes a las variables que gobiernan el movimiento de los agentes.

5.4 Definición de la Geometría

El edificio ha sido generado mediante la inserción de los datos relativos a la geometría, definiendo uno a uno cada uno de los elementos constructivos que componen el edificio mediante el comando OBST o obstáculo. Usando un ejemplo concreto:

```
&OBST XB= 0.00, 7.80, 0.00, 0.30, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
```

La variable XB es una variable de programa que recoge los valores de inicio y fin de las tres coordenadas espaciales un objeto. Siendo:

- $X_{Inicio} = 0.00$
- $X_{Fin} = 7.80$
- $Y_{Inicio} = 0.00$
- $Y_{Fin} = 0.30$

Para la variable altura del edificio, se tienen las siguientes dimensiones reales:

- Planta Baja: con una cota Z definida entre 0 y 3,5 metros
- Planta Uno: con una cota Z definida entre 3,5 y 7 metros
- Planta Baja: con una cota Z definida entre 7 y 10,5 metros

Sin embargo, con el objeto de obtener una visualización más compacta de la evacuación del edificio se ha propuesto usar los siguientes rangos para definir las plantas:

- Z entre 0,5 y 1,5 metros para la planta baja (Mallado Planta Baja)
- Z entre 4 y 5 metros para la planta uno (Mallado Planta Uno)
- Z entre 7.5 y 8,5 metros para la planta dos (Mallado Planta Dos)

Esta consideración no tiene repercusión en la simulación siempre y cuando la diferencia de cotas entre los valores mínimos de Z por cada planta tenga una diferencia de 3,5 metros. Sin embargo, la creación de estos “espacios” entre plantas se permite obtener una mejora significativa en la visualización de la simulación. En concreto, permite visualizar al usuario lo que ocurre en el interior del edificio, así como un análisis de evacuación simultáneo de todas las plantas del edificio.

Si se procediese con los rangos completos, para ver lo que ocurre en las cotas intermedias habría que hacer cortes en la interfaz de usuario, perdiendo con ello la posibilidad de visualizar el edificio completo al mismo tiempo.

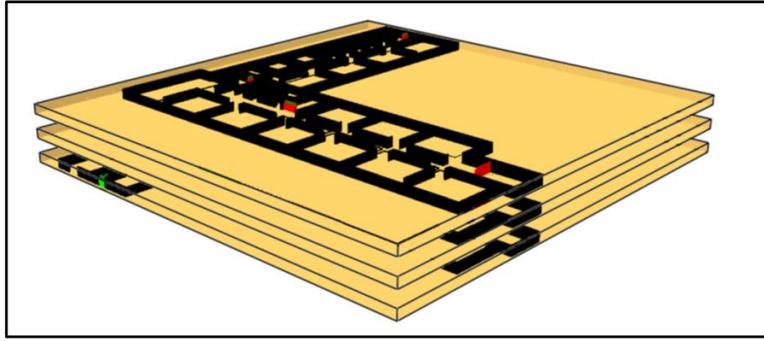


Figura 30. Geometría del edificio en Smokeview*

*Puertas Rojas: Acceso a las escaleras hacia la planta baja

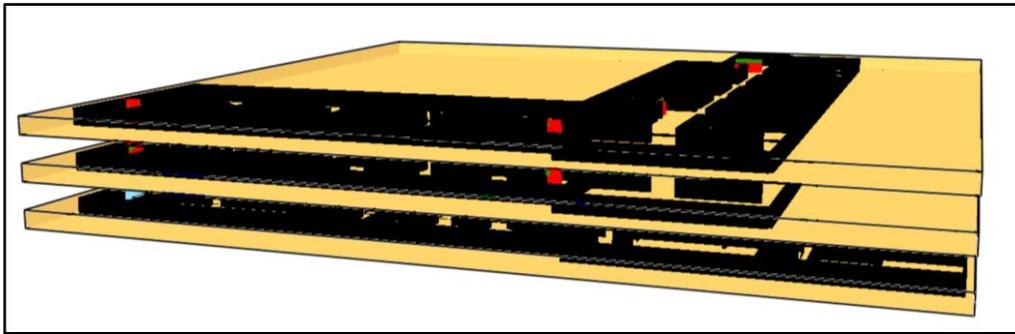


Figura 31. Geometría del edificio en Smokeview (I)

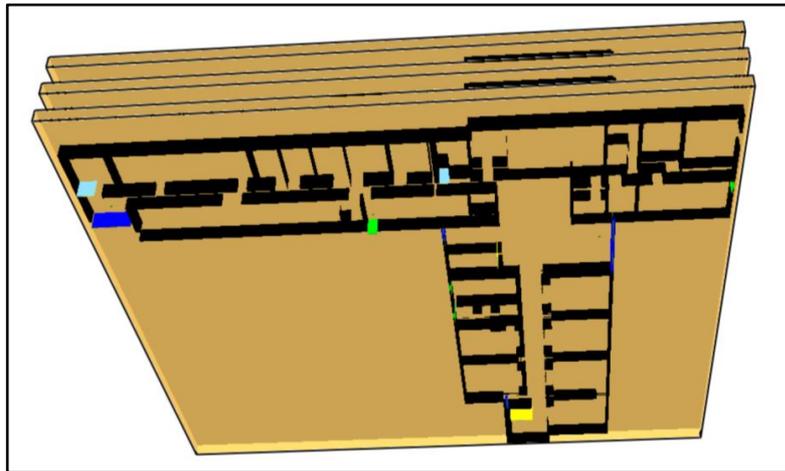


Figura 32. Geometría del edificio en Smokeview (II)**

**Puertas verdes: Salidas alternativas de emergencia

**Puertas azules: Salidas de Edificio

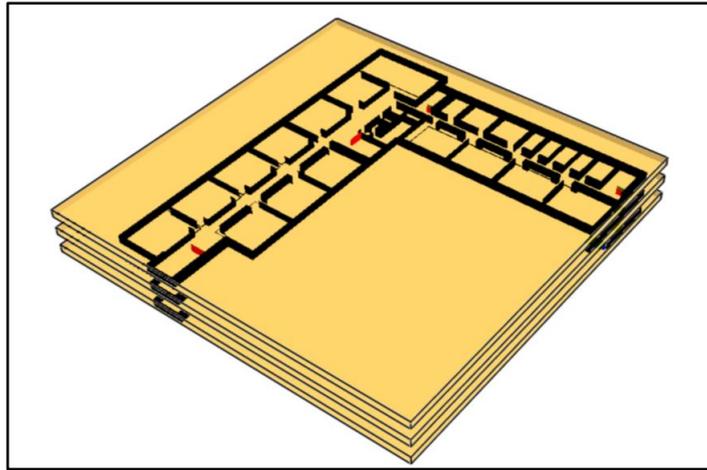


Figura 33. Geometría del edificio en Smokeview (III)

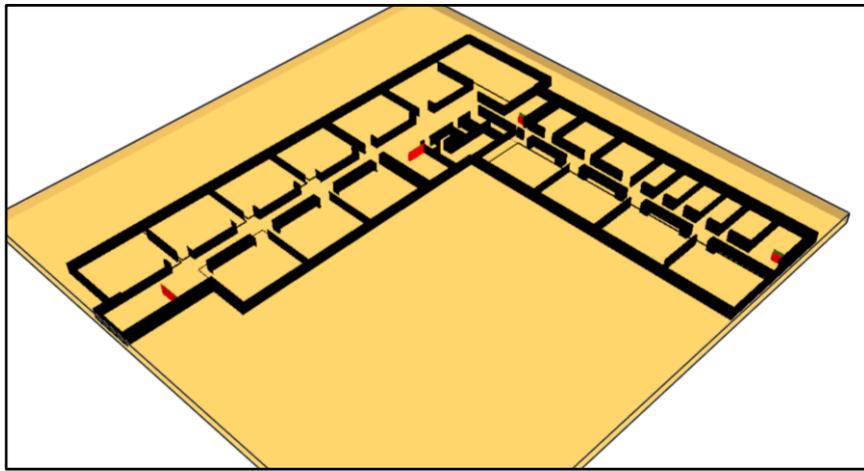


Figura 34. Planta Dos sin ocupación

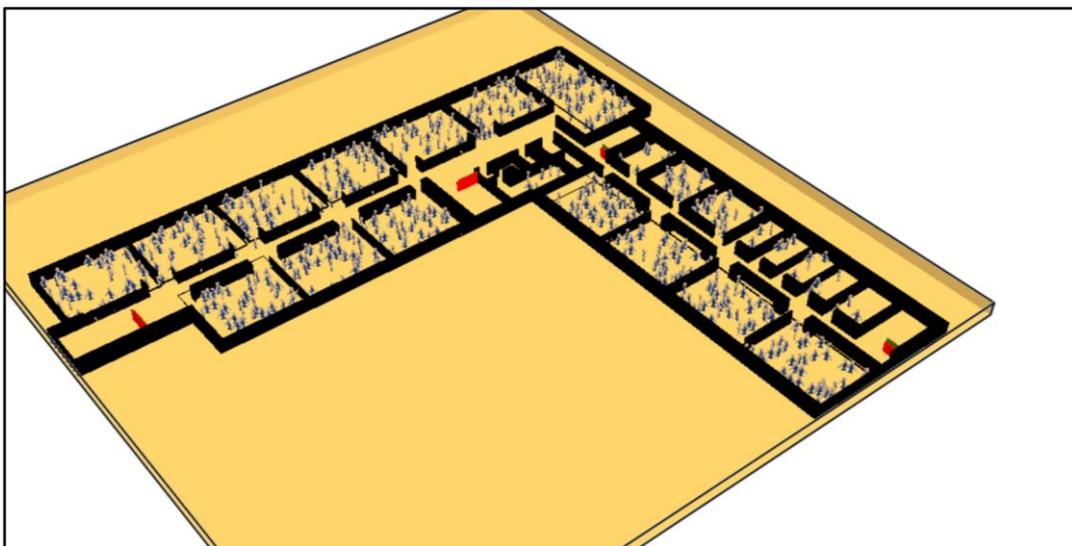


Figura 35. Planta Dos en t=0s

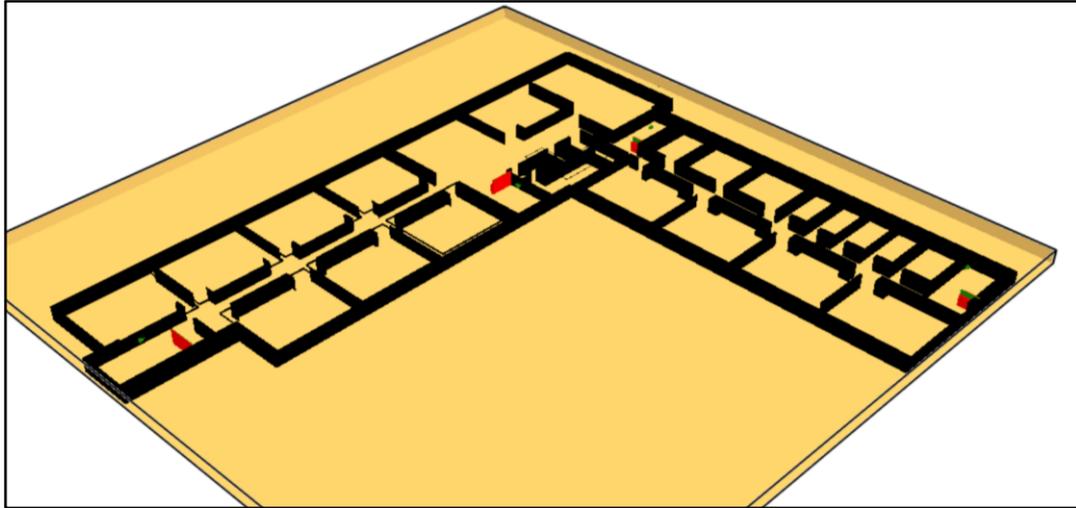


Figura 36. Planta Uno sin ocupación

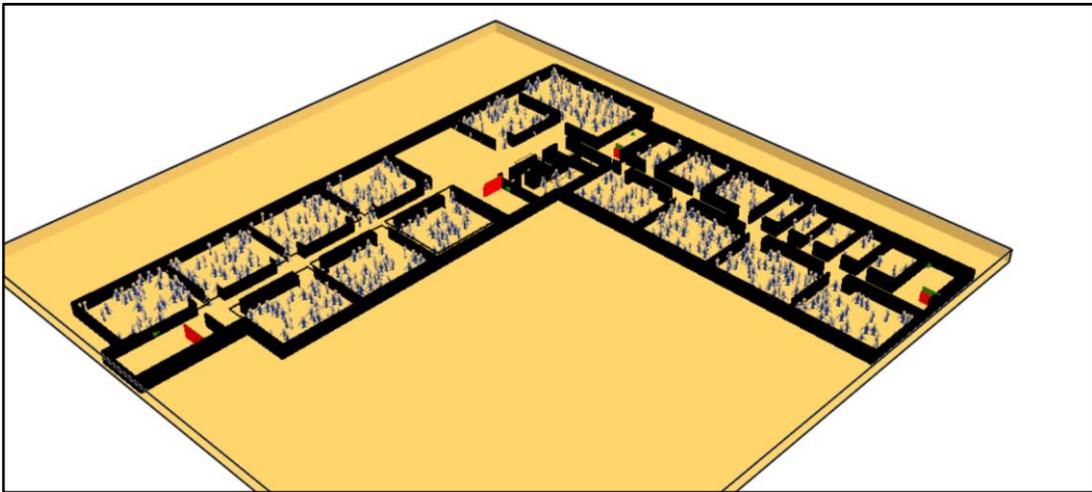


Figura 37. Planta Uno en t=0s

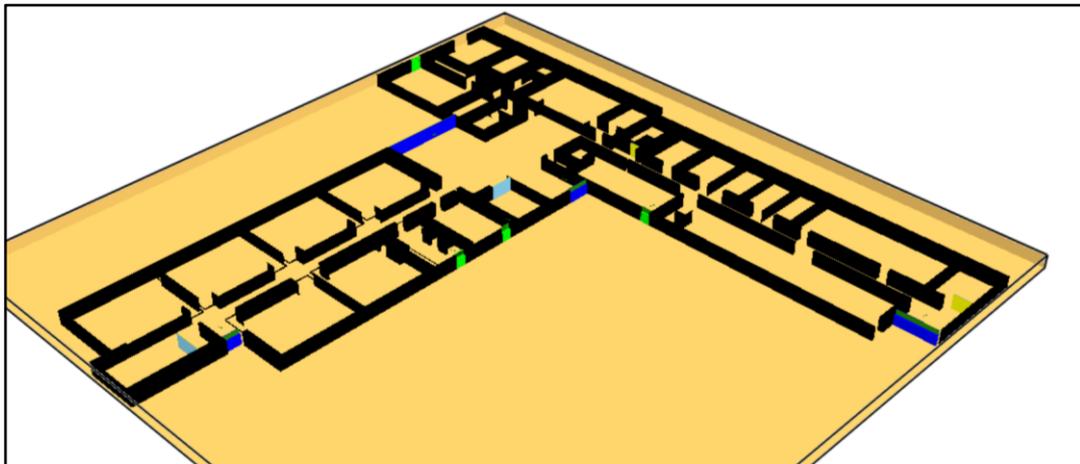


Figura 38. Planta Baja sin ocupación

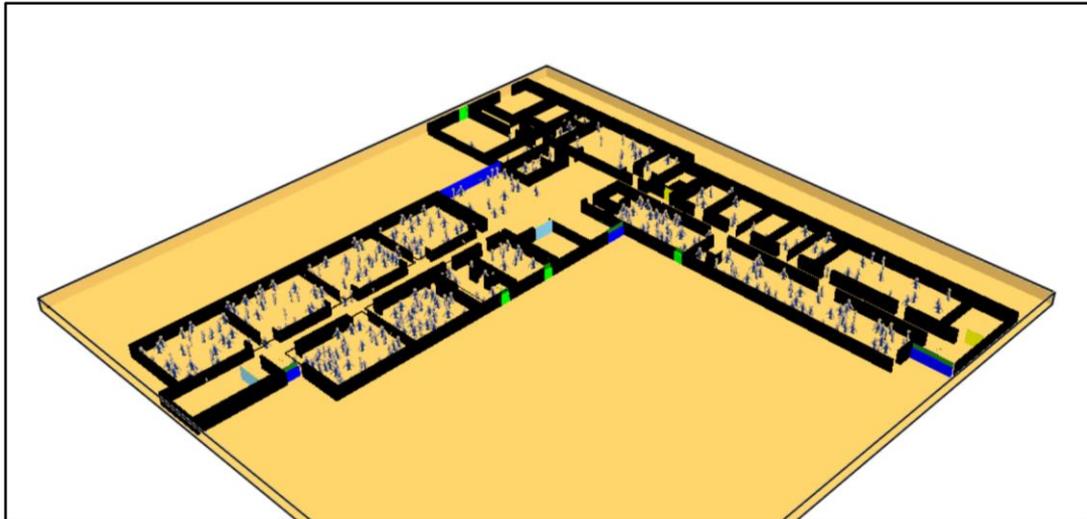


Figura 39. Planta Baja en $t=0s$

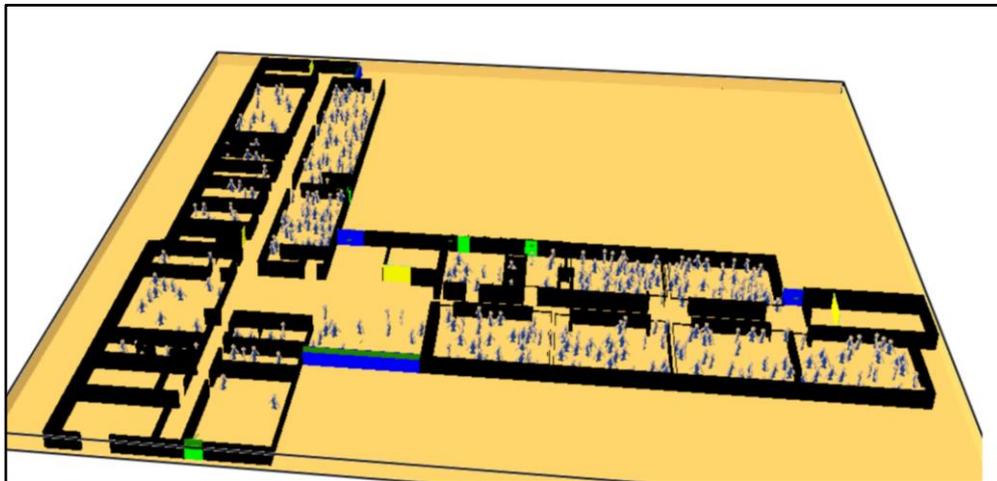


Figura 40. Planta Baja en $t=0s$ (I)

5.5 Ubicación inicial agentes

Para la inicialización de la ubicación de las personas el usuario debe definir un rectángulo en 2D que defina la ubicación concreta donde el programa ubicará a los agentes. El número de agentes también será un valor definido por el usuario. Véase la definición del rectángulo asociado al aula 29.2 de la planta uno compuesta por alumnos de primaria mediante la variable XB (descrita en el primer apartado de este capítulo) en la siguiente figura:

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_2P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 34,
XB = 10.50, 17.70, 8.90, 17.35, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1'
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

Figura 41. Localización Inicial de los agentes

Como se ha explicado en el apartado anterior los dos últimos valores del vector XB definen la planta del edificio, en este caso la Planta 1 cuyos valores de Z con respecto al suelo están situados entre 3,5 y 7 metros. Pero a favor de una visualización más sencilla se ha generado el mallado entre los valores concretos de cota 4 y 5 metros.

El siguiente paso consistirá en definir un nombre para identificar a los agentes definidos – Alumnos de Primaria y el número de personas – 34 en este ejemplo particular del aula 29.2 de la planta uno. El resto de los comandos serán explicados en profundidad más adelante.

A partir de estos comandos el módulo EVAC usa el método de agrupación de Helbing [4], también llamado fuerza social, para situar a estos agentes. Este método permite definir una distancia razonable entre cada uno de los agentes de tal modo que la ubicación inicial permita establecer distancias razonables a lo largo del recinto rectangular. Evitando grandes espacios sin agentes dentro del rectángulo o la superposición de los agentes.

Se propone una representación de la inicialización de agentes en cada planta del edificio mediante la herramienta de visualización de Smokeview para que sirva de ayuda al lector:

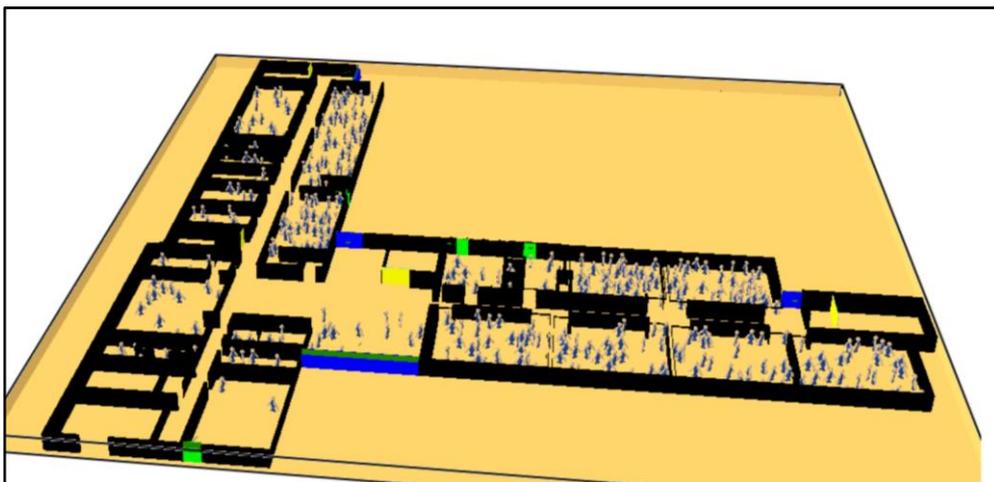


Figura 42. Inicialización geográfica de los agentes en la planta baja*,**

*Puertas verdes: Salidas alternativas de emergencia

**Puertas azules: Salidas de Edificio

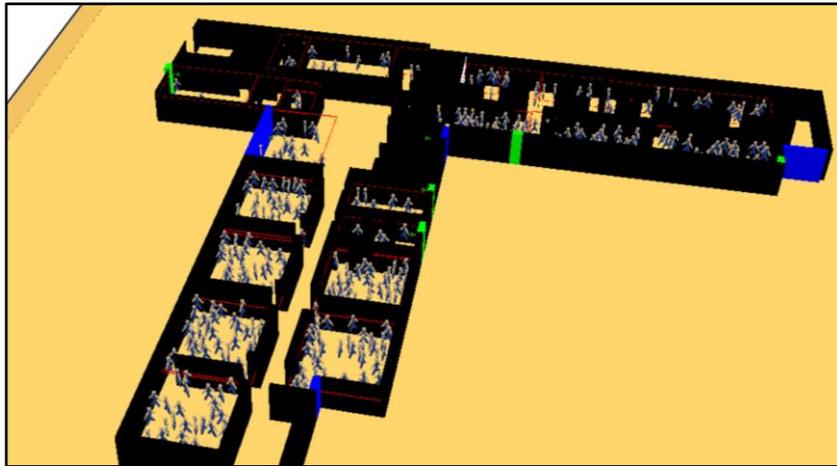


Figura 43. Inicialización geográfica de los agentes en la planta baja (I)

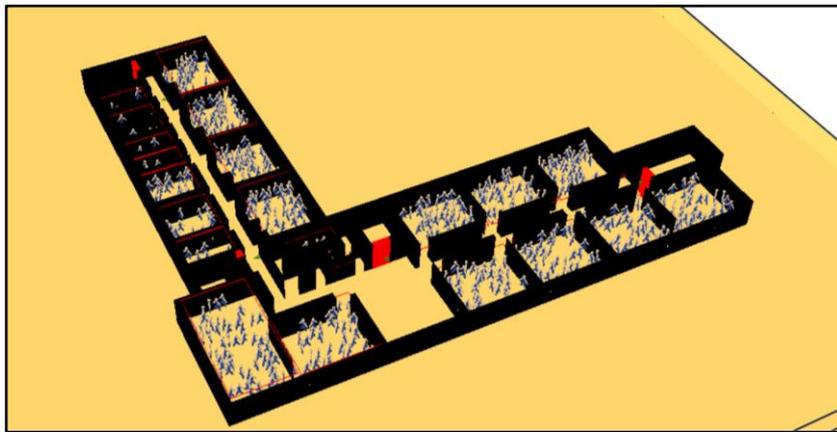


Figura 44. Inicialización geográfica de los agentes en la planta uno*

*Puertas Rojas: Acceso a las escaleras hacia la planta baja

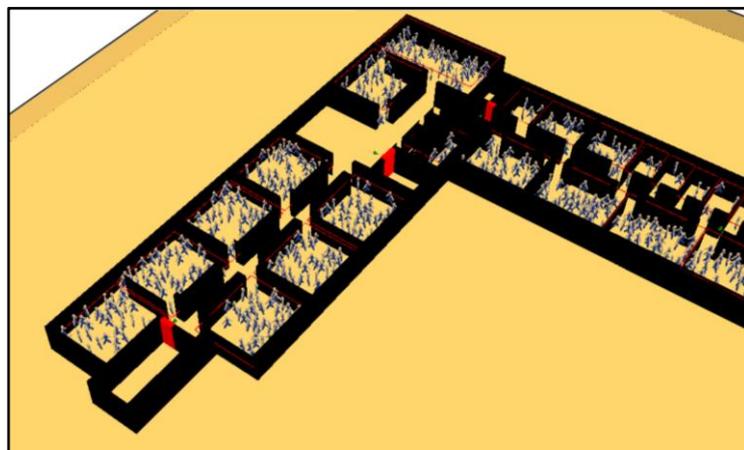


Figura 45. Inicialización geográfica de los agentes en la planta uno (I)

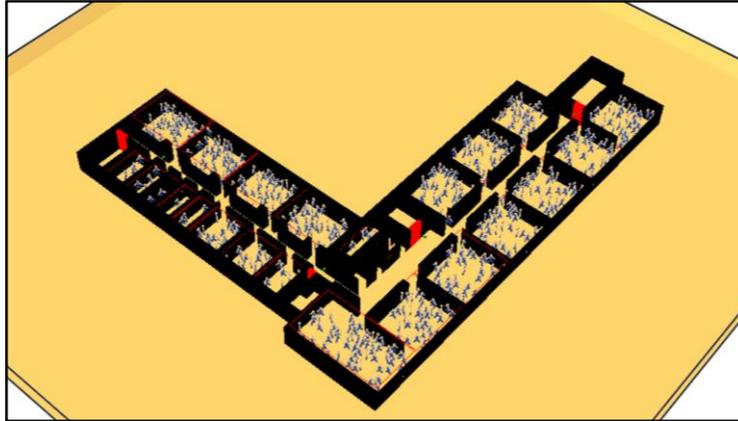


Figura 46. Inicialización geográfica de los agentes en la planta dos*

Nótese que los rectángulos que delimitan la aparición de los agentes son mostrados en Smokeview mediante líneas discontinuas alrededor de las paredes de cada aula.

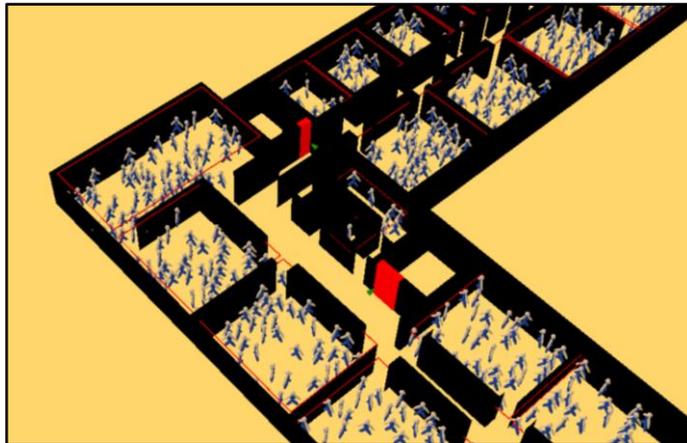


Figura 47. Inicialización geográfica de los agentes en la planta dos (I)

5.6 Variables en FDS+EVAC

Para la definición de parámetros por parte del usuario, el programa FDS+EVAC usa variables aleatorias con una determinada distribución de probabilidad.

FDS+EVAC ofrece un amplio rango de distribuciones posibles para una misma variable. La forma de identificar esa distribución se realiza mediante índices. Estas son:

| Distribución | Índice en el programa |
|--------------------|-----------------------|
| Sin distribución | 0 |
| Uniforme | 1 |
| Truncada normal | 2 |
| Gamma | 3 |
| Normal | 4 |
| Normal Logarítmica | 5 |
| Beta | 6 |
| Triangular | 7 |
| Weibull | 8 |
| Exponencial | 8 |
| Gumbel | 9 |

Figura 48. Distribuciones asociadas a las variables de programa

Para una mejor comprensión del lector, la aplicación de dichas distribuciones se realiza en apartados posteriores pues se pretende agrupar toda la información teórica necesaria para desarrollar los códigos en este primer capítulo para posteriormente entrar en el análisis práctico de programación en los capítulos consiguientes.

5.7 Algunas consideraciones adicionales sobre FDS+EVAC

Las distintas propiedades personalizables y asociadas al fuego (temperatura del gas, densidad del gas, niveles de radiación...) deberían tener influencias sobre las personas que evacuan el edificio, hasta el punto de poder incapacitarlas.

Dicha casuística se encuentra implícita en el modelo comportamiento interno del programa. Un ejemplo consiste en el parámetro de densidad del humo el cual repercute en la visibilidad de la persona respecto a las puertas de salida. La implicación de este fenómeno se encuentra desarrollada por experimentos de Frantzich y Nilsson [Guía de usuario módulo Evac – Referencia 4] relacionados con la repercusión del humo sobre los comportamientos de las personas. Sin embargo, cómo el humo afecta a los ocupantes del edificio se encuentra fuera del alcance de dicho trabajo.

5.8 Comportamientos Psicológicos. Influencias del entorno

De manera introductoria, FDS en la guía de usuario, informa de la importancia de un comportamiento humano común cuando suceden situaciones de peligro. Es conocido como “seguir a la mayoría”*. En muchas ocasiones el ser humano tiene tendencia en seguir a la mayoría a pesar de que existan otras vías óptimas de escape.

*Traducción al español del término en inglés.

Este comportamiento es conocido como “Herding”. Dicho comportamiento explicará por qué en el modelo pueden ocurrir aglomeraciones en algunas salidas de planta y es debido, por poco intuitivo que parezca, a que las personas prefieren esperar y salir por la salida por dónde va el mayor flujo de personas en lugar de buscar vías alternativas pese a ser más eficaces.

FDS-EVAC ha incluido en sus algoritmos ciertos parámetros para que dicho comportamiento puede ser tenido en cuenta en sus modelos de simulación. Describe para ello diferentes tres tipos comportamientos en los agentes:

- **Agentes conservativos:** Sus rutas de escape se ven influenciadas por buscar salidas familiares que el agente conoce de manera previa a la situación de amenaza. Estos agentes identifican el grado de presencia de humo como un factor clave en las rutas hacia las distintas salidas posibles. Sin embargo, el grado de humo en el ambiente no ha sido considerado en el presente trabajo debido a que para ello habría que realizar un estudio adicional sobre el fuego declarado y su comportamiento, lo cual queda fuera del alcance de este proyecto. Además, cuando un agente conservativo no visualiza una vía de evacuación de la planta/edificio transforma su comportamiento en un agente herding.
- **Agentes activos o racionales:** son similares a los conservativos con la diferencia de que estos últimos observan de manera activa su entorno para encontrar la salida más rápida. Esto implica la preferencia por salidas visibles en lugar de las familiares si las primeras resultan más rápidas. Suelen liderar a los herding agentes a buscar nuevas salidas inusuales.
- **Agentes herding:** debido a que no conocen bien la geometría del edificio. Su comportamiento se basa en replicar lo que otros agentes hacen. De manera general el programa describe un radio de 5 metros para estudiar el comportamiento de los agentes cercanos.

Estos rasgos de comportamiento serán incluidos en los perfiles de los agentes en los códigos de programa como se detallará en capítulos posteriores.

5.9 Elección de salidas

La forma que tiene FDS+EVAC de asignar cierta familiaridad a las salidas de un recinto se basa en la asignación de porcentajes de salida a cada una de ellas para cada agente. Por ejemplo, si un agente tiene una salida predefinida bastará con asignar una probabilidad de 100% ($p=1$ en los códigos) a dicha puerta. De esta manera el agente irá directo (actuando como conservativo) a evacuar por dicha puerta. Esta actitud influenciará a los agentes de tipo Herding provocando una evacuación conjunta por dicha puerta en los agentes cercanos. Como el lector podrá deducir, dicho comportamiento de líder será representado por los perfiles adultos presentes en el edificio.

Sin embargo, si las probabilidades de salida se reparten entre todas las puertas del edificio comenzará a producirse una evacuación algo más “caótica” pues comenzarán a tomar más protagonismo los agentes activos en lugar de los conservativos que pasarían a actuar como agentes Herding. Lo que provocaría grandes diferencias de evacuación entre unos agentes y otros.

Este último comportamiento más entrópico podría utilizarse en simulaciones donde los ocupantes desconocen el edificio. Al ser un edificio docente, los ocupantes se consideran lo suficientemente conscientes de las salidas de evacuación a las que tendrán que dirigirse mediante las indicaciones de los perfiles adultos (profesores). Con lo cual, todo agente tendrá asignado una puerta de evacuación predefinida tal y como se realiza en los simulacros escolares.

6 VARIABLES ASOCIADAS AL COMPORTAMIENTO HUMANO ANTE UN INCENDIO

Como se ha descrito en el capítulo anterior, FDS+EVAC incluye una gran cantidad de parámetros modificables que permiten la gobernanza de los agentes en los modelos de simulación. El principal objetivo de este trabajo reside en realizar un modelo de simulación realista que se centre en la definición de las variables de comportamiento humano y su justificación, dejando para ello a un lado la definición de otras variables de programa más enfocadas en otros aspectos menos relevantes para este caso de estudio.

Para el estudio de las variables asociadas al comportamiento humano ante una situación de peligro o incendio se deberá justificar cada uno de los valores asociados a estas variables. Para ello, se ha ejecutado una búsqueda comparativa con ayuda del tutor entre los principales artículos de investigación de donde extraer valores actualizados y representativos para estas variables.

Las principales variables a buscar son la velocidad media de las personas durante una evacuación para diferentes rangos de edades y los tiempos asociados al retardo de actuación de las personas al comenzar la evacuación para esos rangos de edades. En capítulos posteriores se definen estas variables de forma extendida y se detallan los rangos.

Estos artículos son:

- Capítulo 4, CIBSE Guide E Fire Safety Engineering: “Means of escape and human factors” [4]
- Sección 4, Fire Protection Handbook NFPA: “Human Behaviour in Fire Emergencies” [5]
- Quinta edición, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering [6]
- Y en particular, el capítulo 12 de la Sección 3, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering: “Behavioural Response to Fire and Smoke” [7]
- Walking Speed Data of Fire Drills at an Elementary School [8]
- Human behaviour during evacuation of primary schools: Investigations on pre-evacuation times, movement on stairways and movement on the horizontal plane, Glenn N. Hamilton, Patrick F. Lennon and John O’Raw [9]
- Children’s evacuation behavioural data of drills and simulation of the horizontal plane in Kindergarten, Yishu Yao and Wei Lu [10]
- A pre-evacuation database for use in egress simulations, R. Lovreglio, E. Kuligowski, S. Gwynne and K. Boyced [11]

En base a estos artículos se resumirán las nociones básicas relativas a la respuesta humana ante una situación de amenaza, en el caso de este proyecto un incendio, con el fin de justificar un rango de valores aceptables de las variables a definir por el usuario.

6.1 La conducta humana ante situaciones de emergencia

El comportamiento humano juega un papel crítico en la planificación y protección ante incendios. Este comportamiento se describe desde una actitud de calma hasta un verdadero pánico.

El Sr. M. Fidalgo detalla: “En física, se puede prever exactamente, por ejemplo, la reacción de un material sometido a una presión exterior. En las ciencias del comportamiento no existe un criterio simple que permita predecir al detalle la reacción de un individuo ante una situación crítica. Las variables a considerar son extremadamente numerosas y las reacciones ante estas situaciones estímulares son diversas y además, están en función del contexto en el que se presenten” [12].

Por ello, resulta necesario definir las variables que puedan afectar al comportamiento humano y definir las posibles reacciones humanas ante una situación de amenaza. Si describimos las reacciones más generalizadas, se puede decir que durante el periodo de evacuación [12]:

- Del 10-25 % de las personas permanecen unidas y en calma, estudian un plan de acción y posibilidades
- El 75 % manifiesta conducta desordenada, desconcierto
- Del 10-25 % muestran confusión, ansiedad, paralización, gritos histéricos y pánico

Estas consideraciones están relacionadas con los tres tipos comportamientos de los agentes que FDS+EVAC define.

6.1.1 Factores que afectan al comportamiento humano

Resulta de gran importancia la consideración y estudio de los factores que condicionan el comportamiento humano de cara a la posterior definición de variables de comportamiento.

6.1.1.1 Niveles de formación

Parece que existen diferencias en las conductas seguidas en función del grado de instrucción académica. Personas con mayor grado de instrucción muestran más autocontrol. En bajos niveles de formación nos encontraremos con conductas frecuentes de inseguridad, desconcierto, actitudes de hacinamiento y menor cooperativismo.

Dicho factor será el más relevante, pues la edad representará la base para la distinción de los perfiles:

- Agentes de educación infantil
- Agentes de educación primaria
- Agentes de educación secundaria
- Agentes profesores y profesoras

6.1.1.2 Sexo

En estudios sobre incendios se ha observado algunos comportamientos diferenciales, en los que cabe destacar, por ejemplo, que las mujeres suelen atender más a las señales objetivas de alarma (humo, ruido, voces...) y los hombres atienden más a los datos que pudieran indicar una posible señal subjetiva de alarma [12].

Las mujeres tienden más a comportamientos histriónicos que los hombres, y estos muestran más conductas impulsivas. Los hombres se distinguen en tareas de participación de lucha contra el fuego, mientras que las mujeres se distinguen en tareas de alarma y evacuación.

Dado que el por aula solo habrá un maestro o maestra, no resulta relevante realizar dicha diferenciación y ambos perfiles serán englobados en un mismo agente característico definido como adulto.

Por otro lado, los niños bajo la condición "Child" no requieren una distinción de género dado que las características asociadas a su perfil de jóvenes son mucho más influyentes que las asociadas a su género bajo la condición de minoría de edad.

6.1.1.3 Edad

Ésta es una variable importante ya que las reacciones son muy variables según la edad. Si se trata de jóvenes hay más probabilidad de que se produzcan conductas desinhibidas y desordenadas. Pasan del desconcierto al miedo muy rápidamente, con reacciones más frecuentes de pánico.

En cambio, en los individuos maduros se da más autocontrol y más cooperativismo. Con personas de edad avanzada, obviamente, hay que tener en cuenta su menor capacidad de reacción, lentitud, inseguridad, etc.

En base a esta información, a los tres perfiles descritos en este trabajo (educación infantil, primaria, secundaria y adultos) se le asociarán diferentes valores a las variables que gobiernan el agente para incluir los comportamientos propios de la edad (Apartado 6.4).

6.1.1.4 Condiciones físicas

La capacitación física del agente es otro de los factores a considerar. Dicho factor es inherente a la edad de la persona e irá en consonancia con este último factor. A modo de simplificación no se ha considerado la presencia de agentes con algún tipo de discapacidad física.

Este factor se encuentra representado mediante “Características físicas” que es una de las cuatro variables que modelan el comportamiento humano de los agentes como se verá en los siguientes apartados.

Los valores numéricos asociados a este factor deben ser definidos en FDS+EVAC de una forma particular basada en una serie de coeficientes que el programa requiere. Véase el Apartado 6.4.5 “Parámetro 4: Características físicas”.

6.1.1.5 Liderazgo

Esta variable, como la capacidad de controlar y dirigir a otros, toma gran importancia en la positiva resolución de estas situaciones. Se hace necesario tener este aspecto en cuenta a la hora de realizar la selección de las personas en el centro para instruirlos en emergencias y evacuación.

Será el líder guía quien transmitirá serenidad, evitará que surja el pánico, controlará a los individuos inestables y aprovechará a los tranquilos, optimizando al máximo las condiciones de alta sugestionabilidad para manipular las conductas de forma segura para la evacuación.

Este factor será tenido en cuenta mediante el comando “Agent_type” que recoge los distintos perfiles de comportamiento descritos en el Apartado 5.8 “Comportamientos Psicológicos. Influencias del entorno”.

6.2 Descripción de las variables del software

Llegados a este punto, cabe recordar que la forma de proceder para la creación de los distintos perfiles de agentes será:

1. Partir de los perfiles estándares que el programa define: Adult, Male, Female, Child y Elderly
2. A partir de estos perfiles, modificar algunos de sus parámetros para conseguir que estos sean los más realistas posibles
3. Para ello:
 - Agentes de educación infantil: Perfil estándar Child modificado para adaptarlo a estudiantes entre 3 y 5 años
 - Agentes de educación primaria: Perfil estándar Child modificado para adaptarlo a estudiantes entre 6 y 12 años
 - Agentes de educación secundaria: Perfil estándar Child modificado para adaptarlo a estudiantes entre 12 y 16 años
 - Agentes profesores y profesoras: Perfil estándar Adult modificado para adaptarlo a perfil de profesor/profesora.

Nótese que no será necesario hacer una distinción para el perfil de Profesor/Profesora dado que en porcentaje

representa un 1 sobre 30 alumnos en cada aula y esta distinción no tendrá gran repercusión sobre la evacuación. A diferencia de los estudiantes en cuyo caso la distinción resulta necesaria en función de su edad.

Téngase en cuenta que la expresión “modificado” hace referencia a que algunas variables que a priori son estándares se modificarán para poder particularizar los perfiles estándares descritos en la guía de usuario de FDS+EVAC en una caracterización más concreta basada en publicaciones de relevancia en evacuación de centros docentes.

Luego a partir de los parámetros estándares asociados a Adult y Child se procederá a modificar y particularizar de dos maneras:

1. Parámetros o variables en los que FDS+EVAC ofrece un rango de valores representativos predefinidos por el programa para que el usuario con ayuda de la guía de usuario los personalice.
2. Parámetros o variables asociadas al estudio de comportamiento humano cuyos valores requieren una justificación del usuario mediante artículos de investigación en materia de evacuación de personas en centros docentes.

6.2.1 Primer grupo. Variables con un rango de valores predefinido por el programa

Estos son:

| Variable | Breve Descripción | Comando | Valores | Definición del valor |
|--|---|--------------------|--------------------------------------|--|
| Propiedades estándares del agente | Propiedades estándares asociadas al perfil del agente | DEFAULT_PROPERTIES | Adult, Male, Female, Child o Elderly | Adult: Superposición hombre y mujer Male: Hombre Female: Mujer Child: niño/niña Elderly: persona de tercera edad |
| Comportamiento del agente | Comportamiento psicológico del agente | AGENT_TYPE** | 1, 2, 3 | 1: Agente racionales 2: Agentes conservativos 3: Herding |
| Depuración del algoritmo | Parámetro que permite depurar el algoritmo durante la simulación | NOT_RANDOM | True o False | True: Depuración False: No Depuración |
| Representación de los agentes durante la simulación | Variable que muestra como los agentes son representados en la herramienta visual smokeview integrada en FDS | COLOR_METHOD | -1, 0, 3, 4 o 5 | -1: Color estándar 0: Color descrito en comando EVAC 3: Color descrito en comando PERS 4: Color en función de la puerta de salida predefinida 5: Color en función de la puerta de salida que asigna el algoritmo |

| | | | | |
|---|--|----------------------|---|--|
| <p>Criterio de consideración de puerta factible*</p> | <p>Cantidad de "humo" para decidir si una puerta es considerada libre de humos</p> | <p>FED_DOOR_CRIT</p> | <p>< 0, > 0 (valor estándar es - 100)</p> | <p>> 0: la puerta es considerada libre de humos < 0: el valor absoluto dado es la distancia que el algoritmo usa para considerar una puerta como salida libre de humos</p> |
|---|--|----------------------|---|--|

Tabla 55. Rango de valores predefinidos del primer conjunto de parámetros

*Este último parámetro será establecido >0 debido a que la presencia de humos no ha sido considerada relevante en la elaboración y análisis de los modelos de evacuación de personas del presente proyecto.

**El comando AGENT_TYPE distingue entre los tres perfiles de comportamiento característicos de las personas. Estos han sido definidos en el apartado 5.8 *Comportamientos Psicológicos. Influencias del entorno.*

6.2.2 Segundo grupo. Variables cuyos valores deben ser definidos por el usuario

FDS + EVAC define los siguientes cuatro parámetros como la base para definir el comportamiento y la actuación de cada agente. Estos son:

1. Tiempo de detección del fuego
2. Tiempo de premovimiento del agente
3. Velocidad de escape del agente
4. Características físicas del agente

Tenga en cuenta el lector que para las variables 3 y 4 FDS+EVAC ofrece un valor por defecto en función del perfil. Sin embargo, para la velocidad dichos valores por defecto serán sustituidos por valores obtenidos de artículos de investigación y para las características físicas habrá que concretar el rango de valores que ofrece el programa. Luego ambas requieren de una importante toma de decisión por el usuario para particularizar los perfiles.

En la siguiente tabla se muestran los comandos asociados a cada una de las cuatro variables:

| Variable | Breve Descripción | Comando | Valores | Definición del valor |
|---|--|---------------|------------|---|
| Tiempo de detección del agente | Tiempo que el agente tarda en detectar un incendio | DET_EVAC | Del 0 al 9 | 9 opciones de distribución para esta variable |
| Tiempo de respuesta del agente | Tiempo que el agente tarda en responder a la amenaza | PRE_EVAC | Del 0 al 9 | 9 opciones de distribución para esta variable |
| Características físicas del agente | Definición de las propiedades geométricas del agente | DIAMETER_DIST | Del 0 al 9 | 9 opciones de distribución para esta variable |
| Velocidad del agente | Definición de la velocidad del agente | VELOCITY_DIST | Del 0 al 9 | 9 opciones de distribución para esta variable |

Tabla 56. Comandos de programa asociados a las variables de comportamiento humano

Como recordatorio a estas variables se les deberá asignar una distribución probabilística entre todas las que FDS+EVAC ofrece al usuario.

| Distribución | Índice en el programa |
|---------------------------|-----------------------|
| Sin distribución | 0 |
| Uniforme | 1 |
| Truncada normal | 2 |
| Gamma | 3 |
| Normal | 4 |
| Normal Logarítmica | 5 |
| Beta | 6 |
| Triangular | 7 |
| Weibull | 8 |
| Exponencial | 8 |
| Gumbel | 9 |

Tabla 57. Distribuciones asociadas a las variables de programa

6.3 Justificación de los valores asociados a las cuatro variables de comportamiento a definir por el usuario

6.3.1 Introducción. Procedencia de las variables

De las cuatro variables, las dos primeras (tiempo de detección y tiempo de respuesta) requieren de un análisis previo para comprender de donde provienen estas variables y por qué de su importancia.

Cualquier análisis de tiempos de simulación debe partir de la condición “seguridad en la evacuación”. Esto es, para que la evacuación sea considerada “segura” el tiempo disponible antes de que una situación se vuelva insostenible debe ser mayor al tiempo requerido de escape [4]. Lo que puede ser descrito en la siguiente condición:

$$ASET > RSET$$

Siendo:

- ASET: el tiempo disponible para una evacuación segura, es decir, el espacio temporal que transcurre desde el inicio del fuego hasta el inicio de las condiciones insostenibles
- RSET: el tiempo requerido para una evacuación segura, en otras palabras, el tiempo transcurrido desde el inicio del fuego hasta que todos los ocupantes puedan abandonar el edificio y lograr alcanzar una zona libre de peligro.

6.3.1.1 RSET

El cálculo de RSET se puede obtener a partir de la siguiente ecuación:

$$RSET = t_{det} + t_a + t_{pre} + t_{trav}$$

Siendo:

- t_{det} : es el tiempo desde el inicio del fuego hasta su detección por el sistema de detección pertinente o la persona responsable
- t_a : es el tiempo que transcurre entre que se activa el sistema de detección pertinente hasta que se alerta a los ocupantes que deben abandonar el edificio
- t_{pre} : se define como el tiempo de premovimiento de los ocupantes
- t_{trav} : se define como el tiempo que tardan los ocupantes en recorrer el camino de evacuación

Con esta división resulta más clara la distinción entre los diferentes tiempos asociados a las diferentes fases por la que pasa un proceso de evacuación. Véase la siguiente figura:

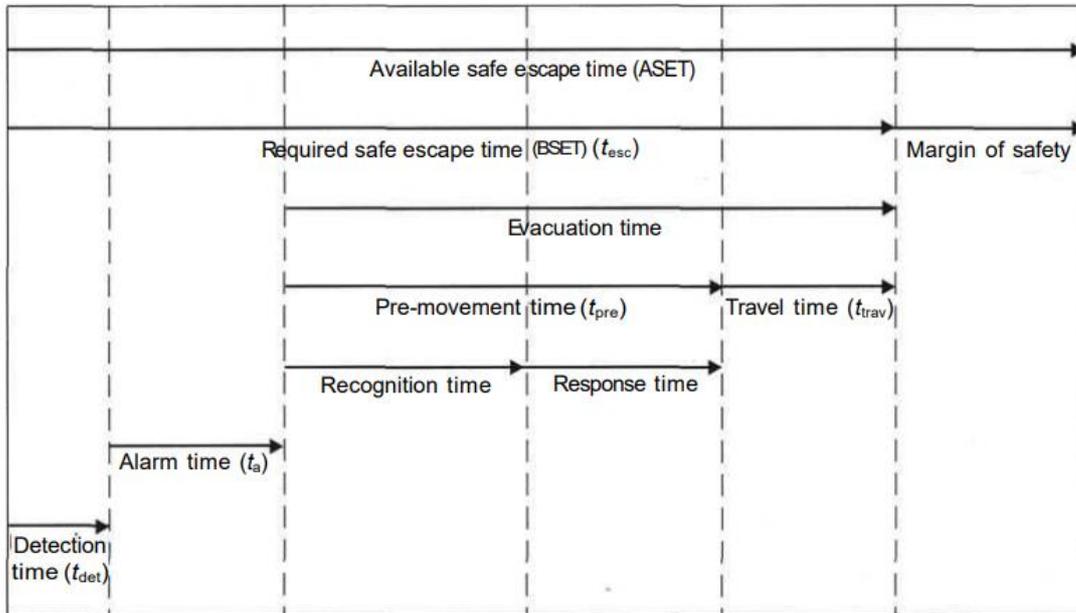


Figura 49. Descripción detallada de los tiempos de evacuación

6.3.2 Tiempo de detección

El tiempo de detección comprende desde el inicio del fuego o emergencia hasta que la persona responsable inicia la alarma. Si se desglosa, se puede apreciar el tiempo de detección automática o humana, el de comprobación de la emergencia y el de aviso para iniciar la alarma.

A partir del “National Fire Alarm Code Handbook” se describe para edificios con sistemas de detección activa y verificación mediante alarmas, un tiempo de 10 segundos para notificar una alarma a la persona o personas responsables sumado a 180 segundos para que la persona o personas responsables determinen si la evacuación es necesaria o no.

Para el caso de detección humana, el tiempo de detección podría oscilar entre un máximo de 10 minutos en el caso de detección por el personal presente o de vigilancia.

Para el presente trabajo, dado que el interés no reside en definir cómo se detecta un incendio o los medios necesarios para ello, se establecerá el tiempo de detección en 10 segundos. Este tiempo transcurrido desde que se produce el fuego hasta que es notificado en el edificio será tenido en consideración con un retardo de 10 segundos iniciales al comienzo de la simulación mediante el comando `T_BEGIN=10` segundos.

6.3.3 Tiempo de alarma

Siguiendo las recomendaciones de la guía, el término t_a hace referencia al retardo (si existiera) entre la activación de un detector de fuego y el comienzo de la alarma. Este retardo suele ser un valor poco significativo en comparación con el resto de los valores presentes en la ecuación de cálculo de RSET con lo cual se **despreciará**.

6.3.4 Tiempo de premovimiento como variable de comportamiento

El tiempo de premovimiento se describe como la suma de dos tiempos secuenciales [13]:

- Tiempo de reconocer la existencia de una amenaza que computa desde que la alarma es activada hasta que los agentes la asumen e interiorizan
- Tiempo de respuesta que comprende desde el instante inmediatamente posterior al tiempo de detección hasta que la persona realiza la primera acción física orientada a evacuar la zona del peligro

Para el diseño de modelos de simulación, las dos variables que definen el tiempo de premovimiento dependen de una gran cantidad de factores, por ello, la guía establece que la manera más práctica de obtener valores adecuados consiste en agrupar ambas, a menudo se agrupan y se denominan tiempo previo al movimiento. Agrupando ambas bajo una misma distribución que se obtendrá a partir del estudio de diferentes evacuaciones y casos de estudio experimentales realizados en colegios.

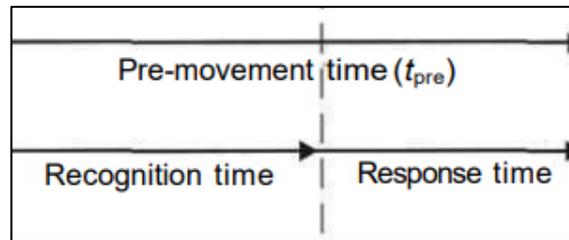


Figura 50. Desglose del tiempo de premovimiento [13]

Con respecto a la distribución del tiempo de premovimiento, la guía define la distribución normal-logarítmica como la tendencia más común para esta variable: “los tiempos de premovimiento para (...) los ocupantes en un recinto tienden a seguir una distribución de frecuencia tiempo logarítmica-normal” [traducción de la referencia 13]. Sin embargo, la información obtenida de los artículos referenciados se adapta a una distribución de carácter normal.

En este mismo artículo [13] se describe que el tiempo de premovimiento, según la casuística, puede extenderse desde tiempos de inferiores al minuto hasta los 10-30 minutos en escenarios de mayor complejidad.

6.4 Definición de los parámetros que requiere FDS+EVAC

Para definir los valores necesarios para arrancar la simulación se hará uso de la información procedente de los artículos citados al comienzo de este capítulo [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] para la obtención de las variables: tiempo de premovimiento y velocidad de escape.

Sin embargo, para la variable “características físicas de los agentes” se hará uso de los parámetros geométricos que definen a los agentes según la guía de usuario de FDS+EVAC.

6.4.1 Primera Variable. Tiempo de Premovimiento

6.4.1.1 Agentes de educación infantil

Fuente: H. Najmanová, E. Ronchi, An experimental data-set on pre-school children evacuation, Fire Technol. 53 (2017) 1509–1533 [Artículo integrado en la referencia 11]

| Muestra | 1 | 2 | Media ponderada [min] | Media ponderada [s] |
|---------------------------|-------|-------|-----------------------|---------------------|
| Tamaño de la muestra | 106 | 101 | - | - |
| Media [min] | 0,647 | 0,543 | 0,596 | 35,76 |
| Desviación estándar [min] | 0,339 | 0,259 | 0,3 | 18 |

Tabla 58. Obtención del tiempo de premovimiento para alumnos de infantil

Fórmula usada:

$$Valor\ ponderado = \frac{\sum_{i=1}^2 Tama\~{n}oMuestra_i * VariableMuestral_i}{\sum_{i=1}^2 Tama\~{n}oMuestra_i}$$

Siendo este valor ponderado el adoptado para definir la variable.

6.4.1.2 Agentes de educación primaria

Fuente: G.N. Hamilton, P.F. Lennon, J. O'Raw, Human behaviour during evacuation of primary schools: investigations on pre-evacuation times, movement on stairways and movement on the horizontal plane, Fire Saf. J. 91 (2017) 937–946. [9]

| Muestra | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Media ponderada [min] | Media ponderada [s] |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|---------------------|
| Tamaño de la muestra | 228 | 210 | 234 | 263 | 268 | 259 | 144 | 140 | 195 | 187 | 170 | - | - |
| Media [min] | 0,557 | 0,357 | 0,306 | 0,133 | 0,339 | 0,181 | 0,290 | 0,243 | 0,366 | 0,326 | 0,298 | 0,299 | 17,94 |
| Desviación estándar [min] | 0,169 | 0,163 | 0,111 | 0,032 | 0,206 | 0,079 | 0,179 | 0,131 | 0,186 | 0,152 | 0,120 | 0,132 | 7,92 |

Tabla 59. Obtención del tiempo de premovimiento para alumnos de primaria

Fórmula usada:

$$Valor\ ponderado = \frac{\sum_{i=1}^{11} Tama\~{n}oMuestra_i * VariableMuestral_i}{\sum_{i=1}^{11} Tama\~{n}oMuestra_i}$$

Siendo este valor ponderado el adoptado para definir la variable.

6.4.1.3 Agentes de educación secundaria

Fuente: A. Cuesta, S.M.V. Gwynne, The collection and compilation of school evacuation data for model use, Saf. Sci. 84 (2016) 24–36. [Artículo integrado en la referencia 11]

| Muestra | 1 | 2 | 3 | 4 | Media ponderada [min] | Media ponderada [s] |
|----------------------------------|--|-------|-------|-------|-----------------------|---------------------|
| Tamaño de la muestra | 131 | 167 | 247 | 244 | - | - |
| | Tabla 60. Obtención del tiempo de premovimiento para alumnos de secundaria | | | | | |
| Media [min] | 0,270 | 0,308 | 0,661 | 0,381 | 0,435 | 26,1 |
| Desviación estándar [min] | 0,254 | 0,095 | 0,302 | 0,161 | 0,176 | 10,56 |

Fórmula usada:

$$Valor\ ponderado = \frac{\sum_{i=1}^4 TamañoMuestra_i * VariableMuestral_i}{\sum_{i=1}^4 TamañoMuestra_i}$$

Siendo este valor ponderado el adoptado para definir la variable.

6.4.1.4 Comparación con otras referencias

Se muestra a continuación la información relativa a la fuente: “Children’s evacuation behavioural data of drills and simulation of the horizontal plane in kindergarten. Yishu Yao, Wei Lu”. [10]

| | Class | Age (yrs old) | No. of children (n) | No. of Adults (n) | Pre-movement time (s) | | | | |
|-----------------------------|-------|---------------|---------------------|-------------------|-----------------------|---------|---------|------|------|
| | | | | | Drill 1 | Drill 2 | Drill 3 | Mean | |
| Current study | A1 | 3-4 | 17 | 2 | 14.8 | 14.4 | 13.2 | 14.1 | 14.4 |
| | A2 | 3-4 | 21 | 3 | 17.2 | 13.6 | 13.2 | 14.7 | |
| | B1 | 4-5 | 17 | 2 | 12.4 | 12.8 | 12.0 | 12.4 | 12.5 |
| | B2 | 4-5 | 16 | 2 | 13.2 | 12.4 | 12.0 | 12.5 | |
| | C1 | 5-6 | 16 | 3 | 12.0 | 11.6 | 11.2 | 11.6 | 11.8 |
| | C2 | 5-6 | 14 | 2 | 11.6 | 13.2 | 11.2 | 12.0 | |
| | Total | 3-6 | 71 | 14 | - | - | - | 12.9 | |
| Cuesta and Gwynne (2016) | - | 6-12 | - | - | - | - | - | 21.8 | |
| Hamilton et al. (2017) | - | 4-12 | - | - | - | - | - | 18.5 | |
| Lyzwa (2018) | - | 0-6 | - | - | - | - | - | 60 | |
| Najmanová and Ronchi (2017) | - | 3-4 | - | - | - | - | - | 46 | |
| | | 5-6 | - | - | - | - | - | 20 | |

Figura 51. Referencia [10] Tabla con tiempos de premovimiento

En ella puede observarse que el valor de los tiempos de premovimiento son órdenes de magnitudes similares a los definidos. Se han escogidos los valores de apartados anteriores en lugar a estos debido a que los primeros han sido obtenidos de estudios con un mayor grado de detalle sobre la muestra.

6.4.1.5 Agentes adultos (profesores y profesoras)

Para los agentes con perfil adulto, de la referencia del [16] se puede admitir como válido un tiempo de premovimiento de 1 minuto para “personal adiestrado en el plan de emergencia”. Dado que es un dato referenciado con poca trascendencia en la simulación, debido principalmente a la presencia de un solo profesor por cada 30-40 alumnos, se usará dicho con carácter estático, eliminando el carácter aleatorio asociado a esta variable para el perfil “profesor”.

6.4.2 Segunda variable. Velocidad de escape

6.4.2.1 Agentes de educación infantil

Fuente: “the mean unaffected walking speed during an experimental evacuation for children between 3-6 years old $n=63$ is **1.051 m/s** which is in the range of Lyzwa’s (Lyzwa, 2018) study (0.72 m/s-1.07 m/s). En base a la información referenciada se usará una distribución triangular gobernada por un límite inferior y superior de la variable acompañados de un valor de moda muestral.

6.4.2.2 Agentes de educación primaria

Para los niños de educación primaria se proponen los datos obtenidos del estudio realizado por Stansfield en Irlanda para una muestra de 755 niños/niñas comprendidos entre los 4-12 años. “Hamilton, G.N., Lennon, P.F., O’Raw, J., 2017. Human behaviour during evacuation of primary schools: investigations on pre-movement times, movement on stairways and movement on the horizontal plane. Fire Saf. J. 91, 937–946” [10]. Cuya velocidad de evacuación es **1.46 m/s**.

La desviación de dicha muestra, **0,58m/s**, puede encontrarse en la Tabla 4 de la referencia [9]. Dado que el valor de la desviación es un dato referenciado se obtará por el uso de una distribución normal que incluya dicho valor.

6.4.2.3 Agentes de educación secundaria

- Para los niños de educación secundaria se obtendrá un valor aproximado a partir del estudio “Walking Speed Data of Fire Drills at an Elementary School [8]” centrándonos en los con niños comprendidos en edad de educación secundaria.

| Muestra | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Media ponderada [m/s] |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----------------------|
| Tamaño de la muestra | 148 | 148 | 148 | 103 | 103 | 103 | - |
| Media [min] | 1,44 | 1,27 | 1,18 | 1,26 | 1,31 | 1,01 | 1,254 |
| Mínimo (rango de conf. De 95%) | 1,15 | 1,07 | 0,93 | 1,03 | 1,05 | 0,73 | 1,003 |
| Mínimo (rango de conf. De 95%) | 1,73 | 1,46 | 1,43 | 1,49 | 1,57 | 1,28 | 1,502 |

Tabla 61. Obtención de la velocidad media para alumnos de secundaria

En base a la información referenciada se usará una distribución triangular gobernada por un límite inferior y superior de la variable acompañados de un valor de moda muestral.

6.4.2.4 Agentes adultos (profesores y profesoras)

Para los agentes con perfil adulto, de la referencia [7] se obtiene que para densidades inferiores a 0.5 personas por metro al cuadrado las personas describen un valor de velocidad constante de 1.25 m/s. Con el mismo razonamiento que para el tiempo de premovimiento se podrá asumir un valor sin distribución asociada.

Este valor concuerda con el valor descrito por “Hurley et al., 2016; Larusdottir, 2014” del rango entre 1,20 m/s y 1,30 m/s en densidades bajas.

6.4.3 Última variable. Características físicas para cada tipo de agente

Los valores numéricos asociados a esta variable deben ser definidos en FDS+EVAC de una forma particular basada en una serie de coeficientes que el programa requiere.

Estos coeficientes vienen descritos en guía de usuario Fire Dynamics Simulator with Evacuation: FDS+Evac Technical Reference and User's Guide [4]. Para su comprensión el programa, reduce las características geométricas de un agente en cuatro dimensiones fundamentales:

- Altura del agente representada por una circunferencia de radio R_d
- Medida desde la cabeza hasta la cintura del agente representada por una circunferencia de radio R_t
- Medida desde la cintura hasta el suelo representada por una circunferencia de radio R_s
- Distancia desde un hombro al otro del agente $d_s = R_d - R_s$

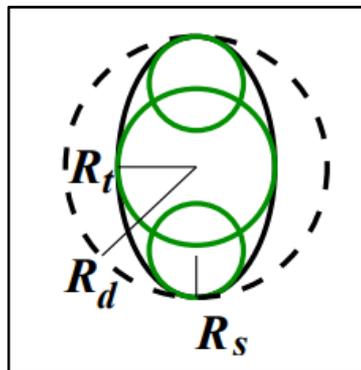


Figura 52. Representación geométrica del agente en FDS+EVAC

A partir de dichos coeficientes se describe para cada perfil de agente las siguientes asignaciones asociadas a distribuciones uniformes para la declaración del “body type” de cada agente:

| Tiempo de evacuación | R_d en metros | $\frac{R_t}{R_d}$ | $\frac{R_s}{R_d}$ | $\frac{d_s}{R_d}$ |
|--|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Agente de educación infantil | 0.195 | 0.5714 | 0.3333 | 0.6667 |
| Agente de educación primaria | 0.21 | 0.5714 | 0.3333 | 0.6667 |
| Agente de educación secundaria | 0.225 | 0.5714 | 0.3333 | 0.6667 |
| Agentes profesores y profesoras | 0.255 | 0.5882 | 0.3725 | 0.6275 |

Figura 53. Valores asociados a "Body type" para cada uno de los cuatro perfiles de agentes

Para incluir esta caracterización en el programa sólo será necesario definir el valor de R_d . Pues a partir de él, el programa “escala” el resto de coeficientes necesarios para obtener la geometría de cada agente. Véase la descripción de DIAMETER_DIST en la página 80 de la referencia [4].

7 EJECUCIÓN DEL PROGRAMA

En este apartado se detallará todo lo necesario para el arranque de los códigos de resolución. El objetivo es que el lector pueda cargar la simulación propuesta y visualizarla. Para ello se requiere:

- Tener instalado el programa FDS*
- El uso de editor de texto

* El módulo Evac se encuentra integrado en la instalación de FDS

7.1 Introducción a la simulación. Ventana de comandos

Una vez descargado el software, el primer paso será abrir la ventana de comandos que el propio programa instala en el escritorio del ordenador. Dicha herramienta tiene el nombre “CMDfds”.

La ventana de comandos nos ayudará a cargar comandos y ejecutarlos de una manera rápida y eficaz. Una vez en ella, deberemos escalar carpeta a carpeta con el comando:

```
>>cd nombrecarpeta
```

Una vez el directorio se encuentre con acceso directo al archivo de texto de extensión “nombreachivotexto.fds” será tan sencillo como ejecutar el comando:

```
>>fds nombreachivotexto.fds
```

```
C:\Users\User\Desktop\ENTREGA-TFM\Algoritmos\EDIFICIO>fds edificio.fds
Starting FDS ...
MPI Process      0 started on LAPTOP-04ULSP33
Reading FDS input file ...
EVAC: Emesh 1 FF0stFloor has 8 door flow fields
EVAC: Emesh 2 FF1stFloor has 4 door flow fields
EVAC: Emesh 3 FF2stFloor has 4 door flow fields
FDS+Evac pressure method : FFT
```

Figura 54. Llamada al programa

```
WARNING: Exit SalidaEdificio1 XB adjusted to mesh FF0stFloor
Old XB:      12.5000      12.5000      7.2500      8.8500      0.5000      1.5000
New XB:      12.5000      12.5000      7.2500      8.7500      0.5000      1.5000
```

Figura 55. Warning asociado al mallado

```

Fire Dynamics Simulator

Current Date   : October 20, 2022 18:11:22
Revision      : FDS6.7.4-0-gbfaa110f1-release
Revision Date  : Fri Mar 6 10:17:46 2020 -0500
Compiler       : Intel ifort 19.0.4.245
Compilation Date : Mon 03/09/2020 04:12 PM

MPI Enabled;   Number of MPI Processes:    1
OpenMP Enabled; Number of OpenMP Threads:  2

MPI version: 3.1
MPI library version: Intel(R) MPI Library 2019 Update 4 for Windows* OS

```

Figura 56. Datos de inicialización del programa

```

Job TITLE      : Evacuacion Edificio
Job ID string  : EVACUACION EDIFICIO

Time Step:    -399, Evacuation Initialization Time:    6.010 s
Time Step:    -349, Evacuation Initialization Time:    6.510 s
Time Step:    -299, Evacuation Initialization Time:    7.010 s
Time Step:    -249, Evacuation Initialization Time:    7.510 s
Time Step:    -199, Evacuation Initialization Time:    8.010 s
Time Step:    -149, Evacuation Initialization Time:    8.510 s
Time Step:    -99,  Evacuation Initialization Time:    9.010 s
Time Step:    -49,  Evacuation Initialization Time:    9.510 s
Time Step:     1,  Simulation Time:                    10.10 s
Time Step:     2,  Simulation Time:                    10.20 s
Time Step:     3,  Simulation Time:                    10.30 s
Time Step:     4,  Simulation Time:                    10.40 s
Time Step:     5,  Simulation Time:                    10.50 s
Time Step:     6,  Simulation Time:                    10.60 s
Time Step:     7,  Simulation Time:                    10.70 s
Time Step:     8,  Simulation Time:                    10.80 s
Time Step:     9,  Simulation Time:                    10.90 s
Time Step:    10,  Simulation Time:                    11.00 s
Time Step:    20,  Simulation Time:                    12.00 s
Time Step:    30,  Simulation Time:                    13.00 s
Time Step:    40,  Simulation Time:                    14.00 s

```

Figura 57. Inicialización y primeras iteraciones

```

Time Step:    5100, Simulation Time:                    520.00 s
Time Step:    5200, Simulation Time:                    530.00 s
Time Step:    5300, Simulation Time:                    540.00 s
Time Step:    5400, Simulation Time:                    550.00 s
Time Step:    5500, Simulation Time:                    560.00 s
Time Step:    5600, Simulation Time:                    570.00 s
Time Step:    5700, Simulation Time:                    580.00 s
Time Step:    5800, Simulation Time:                    590.00 s
Time Step:    5900, Simulation Time:                    600.00 s
Time Step:    6000, Simulation Time:                    610.00 s
Time Step:    6100, Simulation Time:                    620.00 s
Time Step:    6200, Simulation Time:                    630.00 s
Time Step:    6300, Simulation Time:                    640.00 s
Time Step:    6400, Simulation Time:                    650.00 s
Time Step:    6500, Simulation Time:                    660.00 s
Time Step:    6600, Simulation Time:                    670.00 s
Time Step:    6700, Simulation Time:                    680.00 s
Time Step:    6800, Simulation Time:                    690.00 s
Time Step:    6900, Simulation Time:                    700.00 s

STOP: FDS completed successfully (CHID: EVACUACION EDIFICIO)

```

Figura 58. Últimas iteraciones y fin de programa

Mediante dicha ejecución el programa carga los datos que inician la simulación del algoritmo integrado en FDS+EVAC. Si no existen errores de compilación, el programa devuelve en esa misma carpeta diferentes archivos. Estos se agrupan en:

- El archivo de texto con la información de los comandos
- Archivos Excel con información simultánea de datos de salida del programa

- Archivo de visualización de la simulación, conocido como “smokeview”
- Diversos archivos con extensiones propia del software para realizar acciones más avanzadas que quedan fuera del alcance del proyecto.

De todos estos documentos, resulta fundamental prestar atención a la extensión “.SMV” pues en él se podrá visualizar la simulación. Para ello, se pulsará dos veces sobre él y automáticamente se llamará a la ventana de comandos y se realizará la carga de la simulación de forma autónoma.

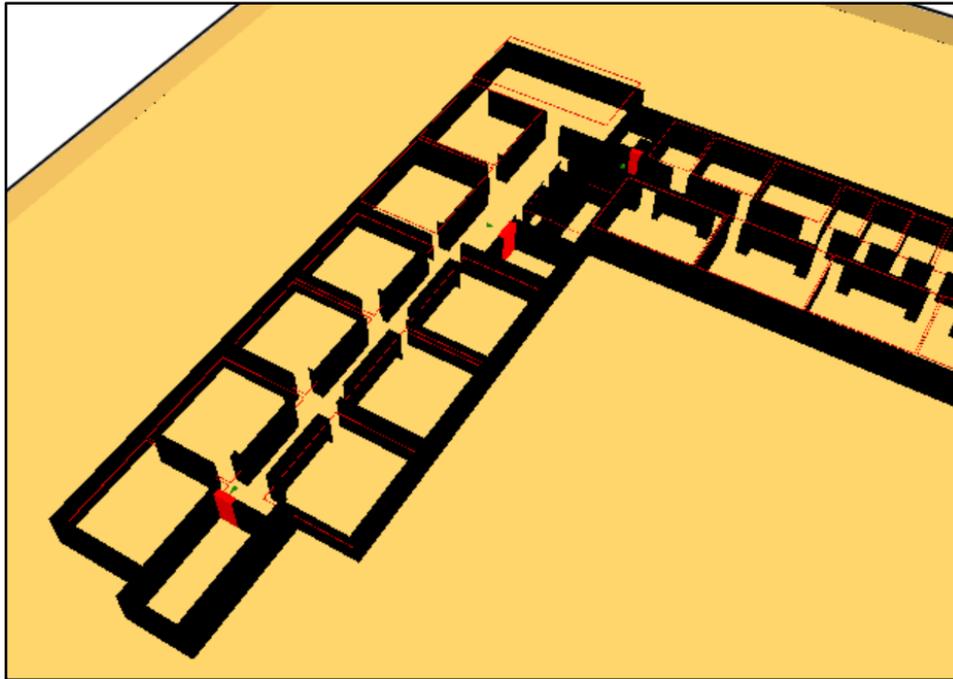


Figura 59. Visualización de la Planta dos sin ocupantes

Con estos pasos se obtendrá por pantalla una primera visualización de la geometría de la planta. Finalmente, para la visualización de dicha simulación:

- Botón derecho sobre la pantalla
- Load/unload
- Evacuation
- Humans, “nombreasociadoconjuntodeagentes”

Tras ello, se visualizará la simulación:

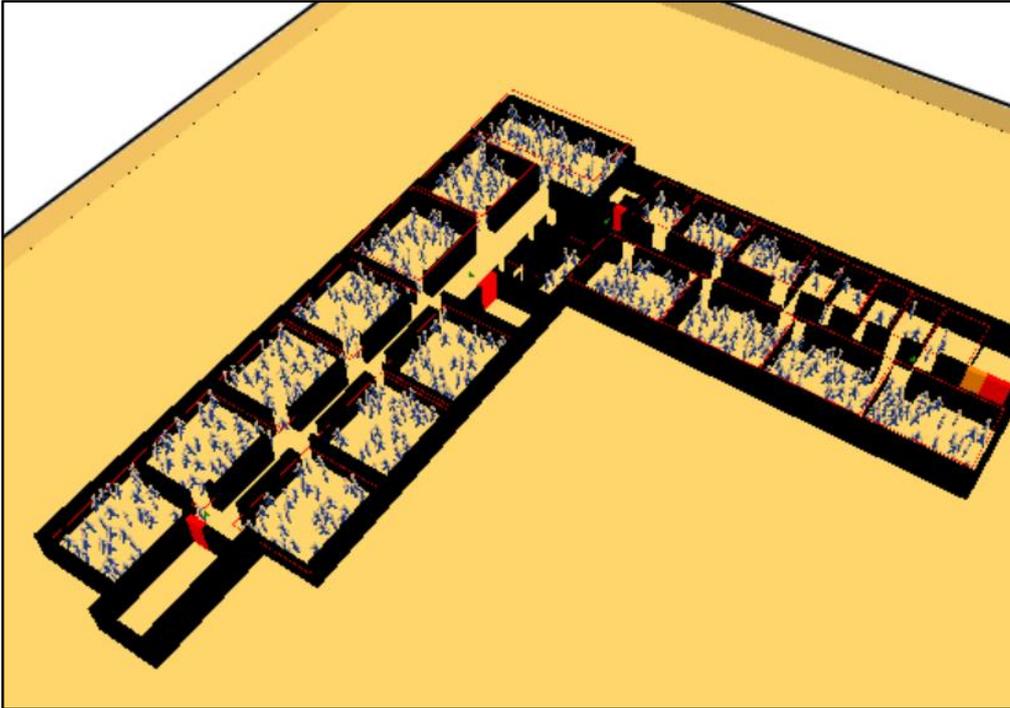


Figura 60. Visualización de la planta dos con ocupantes

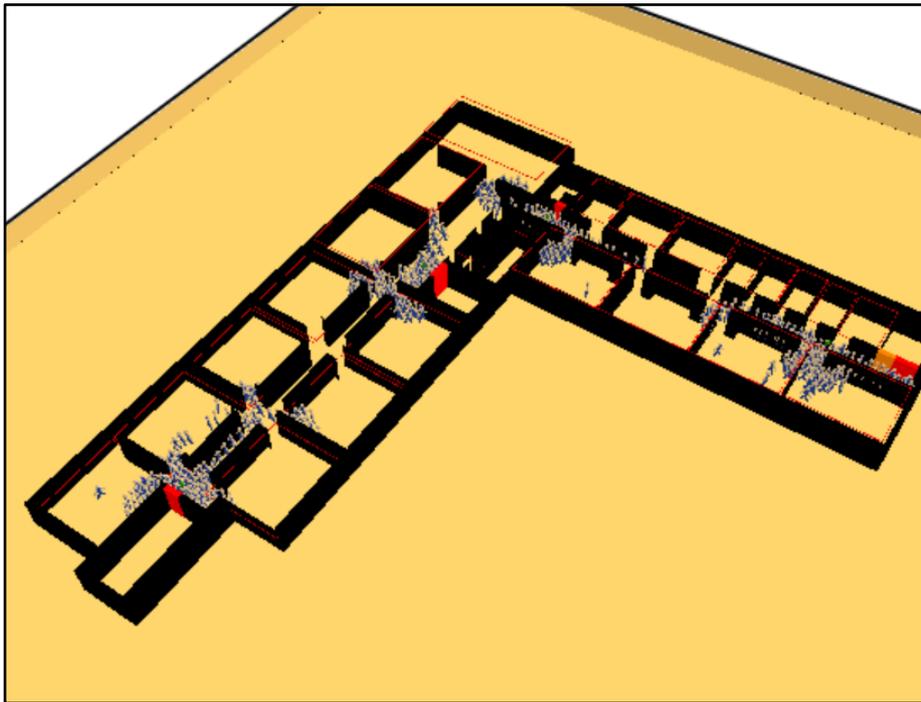


Figura 61. Planta dos durante evacuación

Con todo ello, a falta de mejores de visualización expuestas en el apartado 6.4 “Herramientas de visualización”, se ha logrado poner en marcha el programa y visualizar la simulación

7.2 Bloques que componen el Código de Resolución

Los códigos que se presentan en este trabajo están basados en una programación sencilla de llamadas de variables y asignación de valores a estas. Dado que el carácter de dicho trabajo es principalmente didáctico y de investigación, se podrá observar que los códigos están acompañados de notas informativas para que el lector puede comprender que se está haciendo con la llamada de cada código y la asignación de un valor concreto al mismo.

Para una mejor comprensión se propone agrupar en grupos los códigos con títulos identificativos que compartan una función similar. Y de este modo, poder ir detallando por grupos de códigos lo que se pretende ejecutar en el programa.

7.2.1 Inicialización de FDS-EVAC

Resumen: Generación del archivo principal de programa fds y asignación del nombre de archivo.

Comandos claves:

- *&HEAD: crear y nombrar archivo fds*
- *TITLE: título del archivo*

7.2.2 Mallado

Resumen: Establecer el mallado asociado al fuego y a la geometría de la planta de evacuación.

Comandos claves:

- *&MESH: definición del mallado*
- *EVACUATION: inicio de la condición de evacuación en el programa*
- *EVAC_HUMANS: inicio de la evacuación de los agentes*
- *ID: identificador la planta dónde se va a realizar la simulación*

7.2.3 Definición de variables iniciales

Resumen: Inicialización de algunas variables necesarias.

Comandos claves:

- *&TIME T_END: Tiempo de simulación*
- *&MISC NOISE, &RADI RADIATION, &DUMP SMOKE3D: Variables obligatorias asociadas a radiación y representación de humos que serán puestas a valor FALS.*

7.2.4 Variables asociadas a la composición del fuego

Resumen: Identificación del fuego y asignación de su composición.

Comandos claves:

- *&SURF: Identificador del fuego*
- *&REAC: Composición química del fuego*

7.2.5 Variables para la definición del límite de mallado

Resumen: Definición de variables necesarias asociadas al rango de valores de las coordenadas fuera del rango del mallado.

7.2.6 definición de la geometría de la planta

Resumen: Definición de la geometría de la planta.

Comandos claves:

- *&OBST: Objeto (pared, techo...) geométrico definido*

7.2.7 Condición de inicio del fuego

Resumen: Definición del inicio del fuego.

Comandos claves:

- *&OBST: Objeto sobre el que se origina el fuego*
- *&VENT: Superficie con fuego activo*

7.2.8 Definición de las salidas

Resumen: Definición de las salidas de planta

Comandos claves:

- *&EXIT: Identificador de la salida*
- *IOR: Dirección de evacuación*
 - 1+: sentido positivo de la coordenada X*
 - 1-: sentido negativo de la coordenada X*
 - 2+: sentido positivo de la coordenada Y*
 - 2-: sentido negativo de la coordenada Y*
- *COLOR: Color de la salida*
- *XYZ: Punto geográfico de abandono de la planta*
- *XB: Geometría de la puerta*

7.2.9 Definición de los agentes

Resumen: Definición de las características asociadas a cada tipo de agente

Comandos claves:

- *&PERS ID: Identificación del tipo de perfil característico del agente (Adult, Male, Female, Child o Elderly: Véase el Capítulo 5 de este proyecto)*
- *DEFAULT_PROPERTIES: Asignación de los datos del perfil característicos al nuevo agente creado*

**Para el resto de comandos asociados a los parámetros concretos del tipo de agente se insta a leerse el Capítulo*

5 de este proyecto dónde se explica en detalle cada uno de estos comandos, así como se justifican los valores de asignación a cada perfil de los agentes.

7.2.10 Posicionamiento de los agentes

Resumen: Definición de la geometría dónde ubicar en $t=0$ a un conjunto de agentes, por ejemplo: una clase

Comandos claves:

- *&EVAC ID: Identificación de la geometría dónde se ubicará a un conjunto concreto de agentes*
- *AGENT_TYPE: Tipo de agente asociado a su comportamiento (conservativo, activo o herding)*
- *NUMBER_INITIAL_PERSONS: Número de agentes*
- *XB: Geometría dónde se situará al número de agentes*
- *AVATAR_COLOR: Color de los agentes*
- *COLOR: Color de los límites de la geometría dónde se ubicarán los agentes*
- *KNOWN_DOOR_NAMES: Puertas que conoce el agente*
- *KNOWN_DOOR_PROBS: Familiaridad con la puerta*
- *PERS_ID: Tipo de Agente creado*

7.2.11 Generación de archivos de salida

Resumen: Generación de archivos de programa secundarios con información detallada

Comandos claves:

- *&SLCF PBZ, QUANTITY: Definición del parámetro a mostrar en un archivo secundario, por ejemplo: 'VISIBILITY'*

7.2.12 Fin del programa

Resumen: Poner fin al programa

Comandos claves:

- *&TAIL: Fin de programa*

7.3 Documentos generados por el programa

Al inicializar el archivo de formato *.fds*, se generan de forma autónoma en esa dirección de memoria una serie de archivos adicionales de gran utilidad. Entre ellos destacan:

1. Archivo en formato *fds* con el que se llama al programa FDS+EVAC en la ventana de comandos para leer los códigos y comenzar la simulación
2. Archivo de formato *.smk*, el cual contiene la visualización de la simulación. Bastará con pinchar dos veces en él y se abrirá la interfaz de visualización
3. Archivo de formato *.csv* o valores separados por comas, con toda la información relativa al flujo de personas que abandonan los mallados y que atraviesan las puertas de evacuación en función del tiempo de simulación. Véase el ANEXO III. *Archivo de valores separados*

Con estos tres archivos será suficiente para realizar una justificación de resultados completa. Para conocer en mayor grado de detalle el resto de archivos se propone al lector observar la información relativa a los mismos que detalla la guía de usuario [4].

7.4 Herramientas de Visualización

Se propone en este apartado, posibles modificaciones que ayuden obtener una visualización más exhaustiva de la simulación. Concretamente:

- Velocidad de reproducción: pulsando en el botón derecho y siguiendo la siguiente frecuencia: Options -> Max frame rate, puede modificarse la velocidad de reproducción de la simulación
- Activación del color personalizado de los agentes: al cargar la simulación por defecto colora a los agentes del color estándar, azul. Para poder visualizar a los agentes en función del color personalizado en los comandos habrá que seguir la secuencia: botón derecho, Show/Hide -> Humans -> Color with -> HUMAN_COLOR. Seguido de: Show/Hide -> Humans -> Draw -> Human -> human_altered_with_data

7.5 Limitaciones del modelo

En este último apartado se pretende definir algunas de las limitaciones que dicho software de carácter libre presenta.

La principal limitación consiste en que el algoritmo de resolución, una vez ejecutado, guarda una solución como aceptable y es posible que al realizar algunas modificaciones estas no se muestren en la simulación. Esto se debe a que el programa, al identificar la misma estructura de comandos que en la ejecución previa, propone la misma solución y ciertas modificaciones (como por ejemplo pequeñas modificaciones en un parámetro) no sean actualizadas. Para ello, se propone crear una carpeta nueva con el archivo de texto y abrir desde la ventana de comandos la nueva carpeta. Con ello, el programa ejecuta los comandos como si fuese la primera resolución de los algoritmos.

Otra de las limitaciones reside en la calidad de la visualización. La cual dificulta incluir algunas características de la geometría del edificio como obstáculos ocasionales y requiere una gran atención a la hora de colocar esquinas pues puede suceder circunstancias de atrapamiento de los agentes en dichas esquinas. Esto deriva en la obligación de evitar algunas características geométricas muy particulares que ocasionaban situaciones irreales que entorpecían la simulación.

La última limitación se explicará de una forma más concisa en el *8.1.1 Mallado*. El principal problema consiste en que para características geométricas por debajo de 0,25 metros aparecen inexactitudes en el programa que derivan en tiempos computacionales de horas. Este valor concreto, viene descrito en la guía de usuario y se recomienda no usar valores numéricos por debajo de dicha tolerancia.

7.6 Consideración Adicional. Nomenclatura de las Salidas de Planta en los códigos de programa

Con el objeto de simplificar la identificación de cada una de las salidas de planta para las plantas uno y dos, se propone la siguiente nomenclatura:

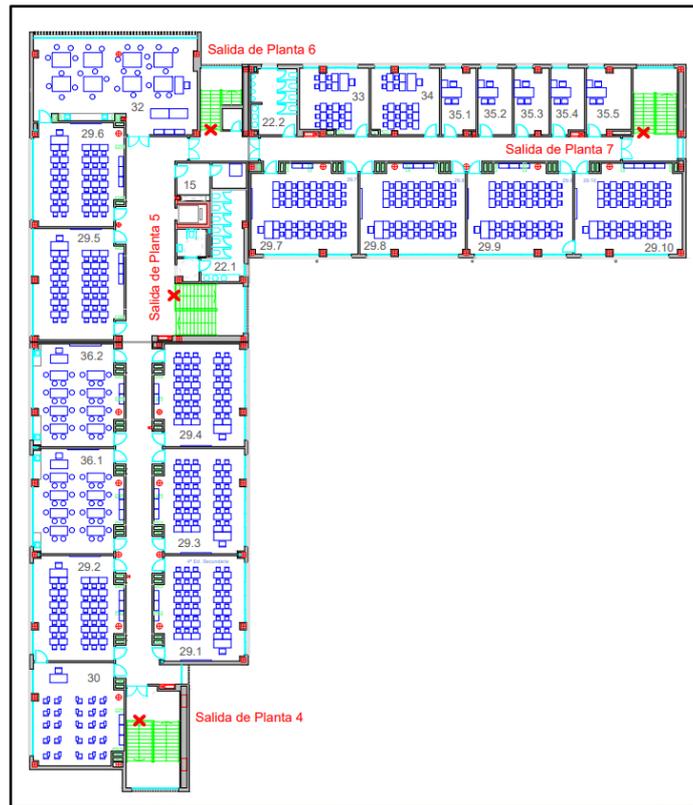


Figura 62. Identificación de Salidas de Planta en la planta dos

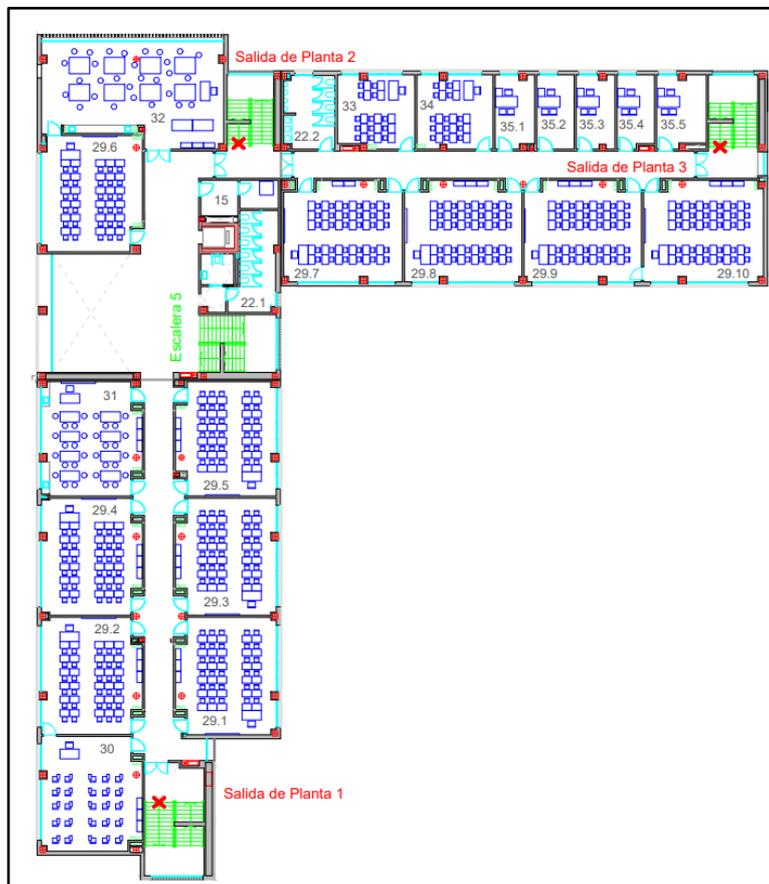


Figura 63. Identificación de Salidas de Planta en la planta uno

En forma de tabla:

| Elemento de los planos | Identificación en los códigos de programa |
|------------------------------------|--|
| Escalera 4 en la Planta dos | Salida de Planta 7 |
| Escalera 3 en la Planta dos | Salida de Planta 6 |
| Escalera 2 en la Planta dos | Salida de Planta 5 |
| Escalera 1 en la Planta dos | Salida de Planta 4 |
| Escalera 4 en la Planta uno | Salida de Planta 3 |
| Escalera 3 en la Planta uno | Escalera 5* |
| Escalera 2 en la Planta uno | Salida de Planta 2 |
| Escalera 1 en la Planta uno | Salida de Planta 1 |

Tabla 62. Nomenclatura de las Salidas de Planta en los códigos de programa

*El arranque de la escalera central en la planta 1 no es salida de planta debido a la presencia del atrio.

8 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los códigos de programa finalmente quedan agrupados en un único bloque de edificio compuesto por tres mallados, uno por cada planta. Se propone esta forma, dado que la guía de usuario específica que “pueden coexistir varias mallas de evacuación, por ejemplo, las diferentes plantas del edificio”.

Sin embargo, el traslado de flujos de personas de una malla a otra implica la creación de un mallado adicional

8.1 Consideraciones previas

8.1.1 Mallado

La elección del mallado, a priori, no es sencilla. La guía de usuario específica “Las mallas de evacuación no deben ser demasiado exactas, porque entonces podrían aparecer problemas con los campos de flujo de evacuación, que se utilizan para guiar a los agentes hacia las salidas”. De hecho, la guía de usuario específica que los tamaños de celdas superiores a 0.25m evitan la aparición de este tipo de problemática.

Es por ello, que los tamaños de celdas propuestos son:

- Planta Baja:
 - Coordenada x entre los valores (-12,00 / 54,00) con un mallado de 264 unidades que da lugar a un tamaño de celda de 0,25m
 - Coordenada y entre los valores (-2,00 / 63,00) con un mallado de 260 unidades que da lugar a un tamaño de celda de 0,25m
- Planta Uno:
 - Coordenada x entre los valores (-12,00 / 54,00) con un mallado de 264 unidades que da lugar a un tamaño de celda de 0,25m
 - Coordenada y entre los valores (-2,00 / 63,00) con un mallado de 260 unidades que da lugar a un tamaño de celda de 0,25m
- Planta dos:
 - Coordenada x entre los valores (-12,00 / 54,00) con un mallado de 264 unidades que da lugar a un tamaño de celda de 0,25m
 - Coordenada y entre los valores (-2,00 / 63,00) con un mallado de 260 unidades que da lugar a un tamaño de celda de 0,25m

Si se comprueban los valores numéricos en los códigos de programa, se podrá observar que el mallado debería realizarse para valores de tamaño de celda de 0,05m. Sin embargo, ajustar el mallado a un valor tan exacto provoca la aparición de inexactitudes en los campos de flujo del programa devolviendo tiempos de simulación de horas para la simulación del edificio. Citando la guía de usuario “Los mallados de evacuación no deben ser demasiado exactos debido a que si esto ocurre generará problemas en los campos de flujos de la evacuación que gobiernan el comportamiento de los agentes en la búsqueda de salidas” [Traducción hecha por el autor de este trabajo de la referencia 4].

Para evitar estas inexactitudes derivadas en tiempos de simulación elevados, se fijará el tamaño de celda propuesto en la guía de usuario de valor 0,25m.

Mallado Planta Baja:

```
&MESH IJK=264, 260, 1, XB= -12.00, 54.00,-2.00, 63.00, 0.50,1.50,  
EVAC_Z_OFFSET=1.0,  
EVACUATION=.TRUE., EVAC_HUMANS=.TRUE., ID='FF0stFloor' /
```

Mallado Planta Uno:

```
&MESH IJK=264, 260, 1, XB= -12.00, 54.00, -2.00, 63.00, 4.00, 5.00,
EVAC_Z_OFFSET=1.0,
      EVACUATION=.TRUE., EVAC_HUMANS=.TRUE., ID='FF1stFloor' /
```

Mallado Planta Dos:

```
&MESH IJK=264, 260, 1, XB= -12.00, 54.00, -2.00, 63.00, 7.50, 8.50,
EVAC_Z_OFFSET=1.0,
      EVACUATION=.TRUE., EVAC_HUMANS=.TRUE., ID='FF2stFloor' /
```

En caso de que el usuario introduzca datos geométricos con una tolerancia inferior a la definida en el mallado, como ocurre en este trabajo, FDS+EVAC realiza de manera autónoma un reajuste de los datos introducidos que permite la desaparición de discrepancias entre los datos introducidos por el usuario y el mallado seleccionado.

Logrando con ello que al cargar la simulación los valores numéricos asociados a la geometría por debajo de 0,25m serán reajustados por el programa sin repercutir en el movimiento de los agentes (Véase la figura “*Figura 16. Warning asociado al mallado*”) debido a que el mallado afecta principalmente a la visualización de la geometría.

8.1.2 Conexión entre plantas

Una vez definidas las tres plantas del edificio cada una de ellas con su mallado correspondiente, el siguiente paso consiste en definir en los códigos como los agentes van a abandonar el mallado asociado a una planta para ingresar en el mallado de la planta inferior.

Para ello, FDS+EVAC define en su guía de usuario la posibilidad de crear targets o puertas intermedias, citando la guía de usuario “Conexiones entre puertas internas que permiten el movimiento de los agentes de un mallado a otro” [traducción hecha por el autor de la guía de usuario. Referencia 4].

Es decir, se generan dos puertas: una puerta target/objetivo con el comando &DOOR y otra puerta &ENTR que permite que el flujo que entra por la puerta &DOOR sea trasladado a la puerta &ENTR.

La dificultad reside en que cada Salida de planta / Edificio debería tener un mallado asociado a su geometría concreta de esa escalera que permita que el agente “entre” en esa Escalera y la “abandone” para entrar en el mallado concreto de la planta inferior por medio de estas puertas internas.

Esto genera la necesidad de crear 8 Mallados para cada una de las Escaleras (7 de ellas con la condición de Salida de Planta). Que sumados a los 3 mallados definidos para cada planta generaría un total de 11 mallados distintos.

Generar 11 mallados requiere de un coste computacional elevado. De hecho, al intentar realizar la simulación procediendo de esta forma FDS+EVAC no es capaz de generar una simulación en un tiempo prudencial (horas). Esto no quiere decir que dicha solución no sea implementable de forma general, sin embargo, para este trabajo no resulta factible conectar las plantas de esta primera forma.

Como propuesta alternativa, y algo más sencilla y usada en la mayoría de casos, se propone que los agentes que atraviesen la puerta objetivo &DOOR (situada en el punto de salida de planta) sean trasladados al mismo punto geográfico de coordenadas X e Y, pero al nivel de cota de la planta inferior. Con esta simplificación de 11 mallas solo serían necesarias 3 de ellas (una por cada planta) y se obtiene una simulación en órdenes de magnitud de minutos.

Viéndolo sobre el caso concreto de la Salida de Planta 1 que se sitúa en el arranque de la Escalera 1 en la planta uno (Al Sur) con el desemboque en la planta baja:

```
===== Definicion Salida de Planta 1 =====
&DOOR ID='SalidaPlantal', IOR=+2,
      KEEP_XY=.TRUE.,
```

```

COLOR='RED',
EXIT_SIGN=.TRUE.,
TO_NODE='SP4P1P0',
XYZ = 9.00, 3.00, 4.50,
XB = 9.50, 12.20, 5.00, 5.00, 4.00, 5.00 /

&ENTR ID='SP4P1P0', IOR=+2,
COLOR='YELLOW',
XB = 9.50, 12.20, 5.00, 5.00, 0.50, 1.50 /
    
```

Siendo:

- IOR=+2, el sentido de evacuación (dirección positiva) y la dirección (Coordenada Y) en el desembarco de la Escalera 1, o en otras palabras los agentes abandonan la escalera desembarcando en la planta Baja en dirección Norte.
- TO_NODE='SP4P1P0' es la forma de conectar una puerta objetivo &DOOR con su correspondiente puerta de destino &ENTR
- XYZ = 9.00, 3.00, 4.50 representa el punto geográfico hacia los que los agentes se dirigen para a evacuación
- XB = 9.50, 12.20, 5.00, 5.00, 4.00, 5.00 la definición de la puerta &DOOR que los agentes deberán atravesar para abandonar el mallado (en este caso Mallado de la Planta uno – valores de Z entre 3,5 y 7 metros)
- XB = 9.50, 12.20, 5.00, 5.00, 0.50, 1.50 la definición de la puerta &ENTR en la que los agentes aparecerán dentro del nuevo mallado (en este caso Mallado de la Planta baja - valores de Z entre 0 y 3,5 metros)

8.2 Tabla con los tiempos de simulación por iteración

En la tabla 62 se indica el tiempo que el programa requiere para completar la simulación. Como se ha indicado anteriormente, los tiempos de simulación se ven influenciado por el mallado escogido. Si el tamaño de celda es inferior a 0,25m el programa podría requerir de horas para completar una simulación aunque en la mayoría de las ocasiones el algoritmo queda atrapado en iteraciones que impiden obtener una solución.

Para la tolerancia definida en la guía de usuario, se obtienen los siguientes tiempos:

| Simulación | Tiempo computacional (segundos) |
|--|---------------------------------|
| Primera vez que el ordenador arranca los códigos | 22 minutos y 34 segundos |
| 2 | 12 minutos y 21 segundos |
| 3 | 12 minutos y 3 segundos |
| 4 | 11 minutos y 20 segundos |
| 5 | 12 minutos y 15 segundos |

Tabla 63. Tiempo computacional para las 5 primeras simulaciones

El motivo por el que se ha llevado a cabo varias simulaciones es debido a que se aprecia una diferencia entre la primera vez que FDS+EVAC lee los códigos y genera la simulación de la evacuación, y sucesivas simulaciones.

Sin embargo, a partir de la segunda simulación los resultados obtenidos del tiempo computacional son similares al cargar la simulación una tercera, cuarta y quinta vez. Con lo cual se define que la quinta simulación de los códigos ofrece un valor adecuado y representativo.

8.3 Tabla con los tiempos de evacuación del edificio por iteración

De forma análoga al anterior apartado se muestra a continuación la tabla 63 que resume los tiempos de evacuación del edificio para las 5 primeras simulaciones:

| Simulación | Tiempo de evacuación* (segundos) |
|---|-------------------------------------|
| Primera vez que el ordenador arranca los códigos | 502 segundos |
| 2 | 481,5 segundos |
| 3 | 485,5 segundos |
| 4 | 496 segundos |
| 5 | 502 segundos |

Tabla 64. Tiempo de evacuación para las 5 primeras simulaciones

8.4 Tiempo de evacuación del edificio

Se detalla cómo tiempo de evacuación del edificio el resultado temporal de la iteración más desfavorable en términos de seguridad:

$$\text{Tiempo de evacuación} * = \text{Max} (502, 481,5, 485,5, 496, 502) = 502 \text{ segundos} = 8,36 \text{ minutos}$$

*El tiempo de evacuación se define como tiempo total necesario para desalojar el local desde que se produce la primera señal de alarma hasta que la última persona abandona el edificio.

Cabe destacar que la simulación comienza en el instante $t=10$ segundos, pues es el momento en que la alarma de incendio suena en el edificio. Esto se debe, a que el tiempo de detección y el tiempo de alarma son variables que no influyen en la simulación de la evacuación. Si no que dependen de las características intrínsecas del edificio.

Como se explicó en párrafos anteriores se ha tomado el valor de 10 segundos pues se dispone de un sistema de detección de incendios automático y el tiempo de alarma, o retraso desde que se activa la alarma hasta que esta emite una señal sonora, es considerado despreciable.

En conclusión, del tiempo total de simulación habrá que tener en consideración que los 10 primeros segundos se corresponden con el tiempo que transcurre desde que se produce el suceso iniciador del peligro hasta que el sistema automático lo detecta y la persona responsable alerta el edificio.

8.5 Condición de seguridad de la evacuación

Una vez obtenidos los resultados, el último paso consistirá en su interpretación: ¿Es dicho tiempo suficiente como para considerar la evacuación como segura? Como el lector podrá suponer, no es una pregunta de fácil respuesta. Esto se debe a la gran variedad de escenarios de evacuación y su posibles casuísticas de edificios y geometrías que se pueden encontrar.

Frente a ello, la forma de garantizar la seguridad de una evacuación reside en la comparación explicada en capítulos anteriores:

$$¿ASET > RSET?$$

Siendo:

- ASET: el tiempo disponible para una evacuación segura, es decir, el espacio temporal que transcurre desde el inicio del fuego hasta el inicio de las condiciones insostenibles
- RSET: el tiempo requerido para una evacuación segura, en otras palabras, el tiempo transcurrido desde el inicio del fuego hasta que todos los ocupantes puedan abandonar el edificio y lograr alcanzar una zona libre de peligro.

El tiempo de evacuación obtenido es de 8,36 minutos. Es decir, la condición de seguridad en la evacuación se resume en:

| Condición | ¿Evacuación segura? |
|--------------------------------------|---------------------|
| ASET > RSET = 8,36 minutos | SÍ |
| ASET < RSET = 8,36 minutos | NO |

Tabla 65. Condición para considerar la evacuación segura

Teniendo en consideración que ASET dependerá del caso concreto de la amenaza, su alcance y su progresividad.

8.6 Conclusiones sobre el resultado obtenido

Pero, la interpretación de resultados requiere de un paso más: ¿Cómo de veraz resulta afirmar que RSET = 8,36 minutos segundos para el centro docente? ¿El tiempo obtenido es un dato representativo?

Una de las guías de buenas prácticas más reconocida en la legislación española es la *NTP 436: Cálculo estimativo de vías y tiempos de evacuación* del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Pese a estar considerada obsoleta debido a su fecha de publicación, en ella se establece una metodología para el cálculo del RSET de forma teórica.

Hoy en día, los programas de ordenadores como FDS+EVAC reemplazan estos documentos prácticos cuya utilidad residía en una época en la que la tecnología no estaba del todo desarrollada y los cálculos debían justificarse con medios disponibles por aquel entonces.

Esta metodología desglosa RSET en la suma de diferentes tiempos secuenciales de forma idéntica a como se ha descrito en este proyecto. La principal diferencia reside en que el cálculo del tiempo de premovimiento en lugar de estimarlo mediante FDS+EVAC en la NTP se hace una estimación teórica.

La forma de realizar esta estimación se basa en definir una velocidad promedio para recorrer una distancia desde el punto más desfavorable para evacuar el edificio hasta la salida de edificio más lejana. Obteniendo para el caso concreto analizado en la NTP un tiempo práctico de 10 minutos.

Sin embargo, esta forma teórica de obtener RSET no es aplicable para justificar el valor de RSET obtenido en el presente proyecto. Esto se debe a que en la NTP 436 no se diferencia entre aspectos tan esenciales como el

tipo de edificio, el uso al que se encuentra destinado o la ocupación por planta del mismo. Ello provoca que la guía no incluya los tiempos asociados a la aparición de aglomeraciones en las plantas, que para el caso de un centro educativo resulta esencial.

No obstante, la NTP 436 ofrece la siguiente afirmación: “*Se podría considerar como tiempo total máximo para una evacuación el de 15 a 20 minutos, siempre que el edificio esté debidamente protegido y la propagación del fuego controlada. En todo caso el tiempo máximo de evacuación estará en función de las garantías de control del siniestro*” seguido de “*En el caso de que alguno de los sumandos de este tiempo total fuese mayor que los expuestos en el ejemplo de esta nota, se podría considerar la disminución de los otros sumandos para poder conseguir un total aceptable*”

Luego a pesar de no ser comparable, la NTP 436 sí que especifica que toda evacuación debería estar limitada alrededor de ellos 10 minutos. Lo cual se cumple con holgura para el este trabajo.

Si se desea obtener una justificación algo más precisa, se debe recurrir al BOE en la orden sobre evacuación de Centros docentes de Educación General Básica, Bachillerato y Formación Profesional [13]. Donde dentro del Anexo, Instrucciones para la realización de un simulacro de evacuación de emergencia en centros escolares se especifica “*2.1 A efectos orientativos solamente se pueden considerar tiempos máximos para la evacuación de un edificio escolar los siguientes: diez minutos para la evacuación total del edificio*”.

En base a estos datos podría considerarse que el RSET obtenido en FDS+EVAC es coherente y justificable con la legislación pertinente. Y además se podrá definir que la evacuación es considerada segura, o al menos, con un valor razonable si $ASET > 8,36$ minutos siempre que las características de la amenaza estén gobernadas por el comportamiento de un fuego o similar y actúe de manera progresiva y en cierto modo controlada.

8.7 Resultados FDS+EVAC

Para una simulación caracterizada por un tiempo computacional de 10,25 minutos y un tiempo de evacuación de 494,5 segundos. Se proponen los resultados de programa descritos en los apartados 8.7.1 y 8.7.2.

8.7.1 Archivo Excel. Valores separados por comas

FDS+EVAC genera un archivo Excel de formato CSV o valores separados por comas que integra el conjunto de datos necesarios para comprender que sucede durante la evacuación mediante:

1. Columna 1: compuesta por cada uno de los instantes temporales en asociados a cada una de las iteraciones que realiza el programa durante la simulación. Tantas filas como iteraciones se realicen en el rango temporal definido. Para el caso del proyecto desde $t_0 = 10s$ a $t_{end} = 700s$.
2. Columnas 2, 3 y 4: La descripción del número de personas que abandona el mallado de cada una de las plantas del edificio en función del tiempo de simulación en segundos. Tantas columnas como mallas se definan en los códigos
3. Columnas 5 en adelante: El número de personas que atraviesan cada salida de planta/edificio en función del tiempo de simulación en segundos. Tantas columnas como puertas se definan en los códigos

Véase esta información para las primeras filas de la simulación:

| EVAC_Time | AllAgents | FF0stFloor | FF1stFloor | FF2stFloor | SalidaEdificio1 | SalidaEdificio2 | SalidaEdificio3 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Segundos | Nº personas | Nº personas | Nº personas |
| 10,00 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 10,60 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 11,10 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 11,60 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 12,10 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 12,60 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 13,10 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 13,60 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 14,10 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 14,60 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 15,10 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 15,60 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 16,10 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 16,60 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 17,10 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 17,50 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 18,00 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 18,50 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 19,00 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 19,50 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 20,00 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 |
| 20,50 | 1696 | 407 | 631 | 658 | 0 | 0 | 1 |
| 21,00 | 1696 | 407 | 631 | 658 | 0 | 0 | 1 |
| 21,50 | 1696 | 407 | 631 | 658 | 0 | 0 | 1 |
| 22,00 | 1695 | 406 | 631 | 658 | 0 | 0 | 2 |
| 22,50 | 1692 | 403 | 631 | 658 | 1 | 0 | 3 |
| 23,00 | 1688 | 399 | 631 | 658 | 1 | 0 | 5 |
| 23,50 | 1681 | 392 | 631 | 658 | 1 | 0 | 8 |
| 24,00 | 1680 | 391 | 631 | 658 | 1 | 0 | 8 |
| 24,50 | 1677 | 388 | 631 | 658 | 2 | 0 | 9 |
| 25,00 | 1675 | 386 | 631 | 658 | 2 | 0 | 9 |

Figura 64. Archivo generado por FDS+EVAC

Se propone al lector consultar el apartado “7.6 Consideración Adicional. Nomenclatura de las Salidas de Planta en los códigos de programa” para comprender la nomenclatura de salidas de planta de las plantas uno y dos:

| EVAC_Time | SalidaEdificio4 | SalidaCafeteria | SalidaAseos22.1 | SalidaAseos22.2 | SalidaAlmacen | SalidaPlanta4 | SalidaPlanta5 |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| Segundos | Nº personas | Nº personas | Nº personas | Nº personas | Nº personas | Nº personas | Nº personas |
| 10,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22,50 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23,00 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23,50 | 0 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 24,00 | 0 | 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 24,50 | 0 | 4 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 25,00 | 0 | 5 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |

Figura 65 . Archivo generado por FDS+EVAC (I)

| EVAC_Time | SalidaPlanta6 | SalidaPlanta7 | SalidaPlanta1 | Escalera5 | SalidaPlanta2 | SalidaPlanta3 |
|-----------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| Segundos | Nº personas | Nº personas | Nº personas | Nº personas | Nº personas | Nº personas |
| 10,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Figura 66. . Archivo generado por FDS+EVAC (II)

Gracias a este archivo se puede comprobar entre otras cosas el tiempo exacto de evacuación, así como las gráficas de flujo descritas en el apartado posterior.

Se propone el siguiente rango de filas más representativo comprender el formato del documento de una forma más concisa:

| EVAC_Time | AllAgents | FF0stFloor | FF1stFloor | FF2stFloor | SalidaEdificio1 | SalidaEdificio2 | SalidaEdificio3 | SalidaEdificio4 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Segundos | Nº personas | Nº personas | Nº personas | Nº personas |
| 10,00 | 1697 | 408 | 631 | 658 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 60,00 | 1404 | 231 | 566 | 607 | 69 | 6 | 90 | 65 |
| 110,10 | 1093 | 84 | 468 | 541 | 148 | 64 | 155 | 174 |
| 160,60 | 858 | 84 | 338 | 436 | 196 | 72 | 265 | 243 |
| 210,10 | 637 | 81 | 207 | 349 | 244 | 80 | 374 | 299 |
| 260,10 | 421 | 77 | 119 | 225 | 287 | 82 | 489 | 355 |
| 310,00 | 250 | 50 | 71 | 129 | 332 | 83 | 557 | 412 |
| 360,00 | 162 | 47 | 43 | 72 | 367 | 83 | 591 | 431 |
| 410,00 | 87 | 39 | 27 | 21 | 407 | 83 | 626 | 431 |
| 460,00 | 28 | 27 | 1 | 0 | 443 | 83 | 649 | 431 |
| 494,00 | 1 | 1 | 0 | 0 | 467 | 85 | 650 | 431 |
| 494,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 468 | 85 | 650 | 431 |

Figura 67. Archivo generado por FDS+EVAC con rango preciso

| EVAC_Time | SalidaCafeteria | SalidaAseos22.1 | SalidaAseos22.2 | SalidaAlmacen | SalidaPlanta4 | SalidaPlanta5 | SalidaPlanta6 | SalidaPlanta7 |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Segundos | Nº personas | Nº personas | Nº personas | Nº personas | Nº personas | Nº personas | Nº personas | Nº personas |
| 10,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 60,00 | 41 | 10 | 10 | 2 | 12 | 15 | 5 | 19 |
| 110,10 | 41 | 10 | 10 | 2 | 34 | 23 | 14 | 46 |
| 160,60 | 41 | 10 | 10 | 2 | 58 | 57 | 37 | 70 |
| 210,10 | 41 | 10 | 10 | 2 | 79 | 93 | 45 | 92 |
| 260,10 | 41 | 10 | 10 | 2 | 90 | 164 | 65 | 114 |
| 310,00 | 41 | 10 | 10 | 2 | 108 | 171 | 82 | 168 |
| 360,00 | 41 | 10 | 10 | 2 | 130 | 171 | 105 | 180 |
| 410,00 | 41 | 10 | 10 | 2 | 152 | 171 | 134 | 180 |
| 460,00 | 41 | 10 | 10 | 2 | 162 | 171 | 145 | 180 |
| 494,00 | 41 | 10 | 10 | 2 | 162 | 171 | 145 | 180 |
| 494,50 | 41 | 10 | 10 | 2 | 162 | 171 | 145 | 180 |

Figura 68. Archivo generado por FDS+EVAC con rango preciso (I)

| EVAC_Time | SalidaPlanta1 | Escalera5 | SalidaPlanta2 | SalidaPlanta3 |
|-----------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| Segundos | Nº personas | Nº personas | Nº personas | Nº personas |
| 10,00 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 60,00 | 21 | 16 | 15 | 13 |
| 110,10 | 41 | 34 | 37 | 51 |
| 160,60 | 63 | 82 | 55 | 93 |
| 210,10 | 89 | 128 | 80 | 127 |
| 260,10 | 121 | 130 | 98 | 163 |
| 310,00 | 146 | 130 | 121 | 163 |
| 360,00 | 162 | 130 | 133 | 163 |
| 410,00 | 178 | 130 | 133 | 163 |
| 460,00 | 204 | 130 | 133 | 163 |
| 494,00 | 205 | 130 | 133 | 163 |
| 494,50 | 205 | 130 | 133 | 163 |

Figura 69. Archivo generado por FDS+EVAC con rango preciso(II)

8.7.2 Gráficas de interés

Se muestran en este apartado las gráficas correspondientes al comportamiento de los flujos de personas en el interior del edificio. Se pueden distinguir dos grupos de gráficas:

1. Gráficas del flujo que abandona cada planta en función del tiempo: compuestas por tres gráficas, una por cada planta
2. Gráficas de flujo que atraviesa una salida de planta y/o edificio en función del tiempo: compuestas por todas las salidas de planta/edificio que los ocupantes atraviesan con el objetivo de evacuar la planta que corresponda y/o edificio.

8.7.2.1 Flujo que abandona cada planta en función del tiempo

Gráficas elaboradas a partir del documento del apartado 8.7.1 Archivo Excel. Valores separados por comas.

8.7.2.1.1 Evacuación de los agentes Planta Dos en función del tiempo

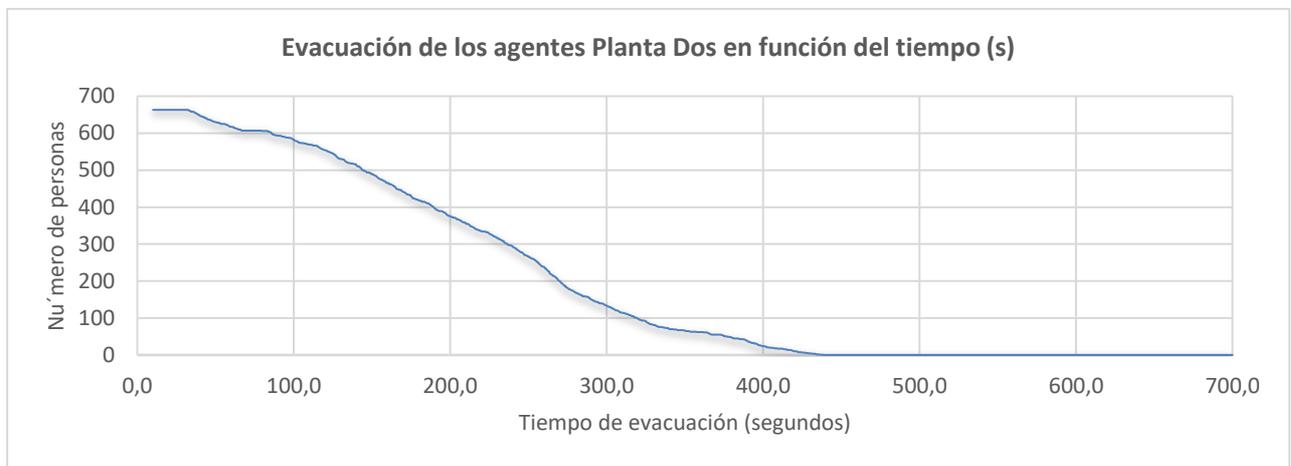


Figura 70. Evacuación de los agentes Planta Dos en función del tiempo

8.7.2.1.2 Evacuación de los agentes Planta Uno en función del tiempo

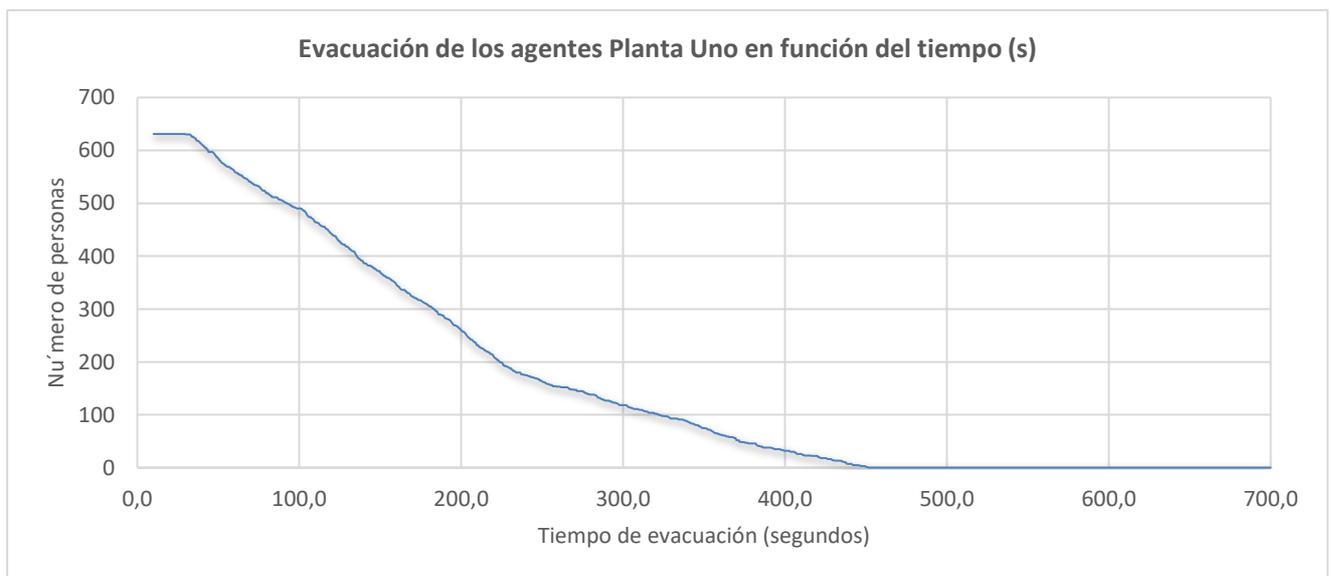


Figura 71. Evacuación de los agentes Planta Uno en función del tiempo

8.7.2.1.3 Evacuación de los agentes Planta Baja en función del tiempo

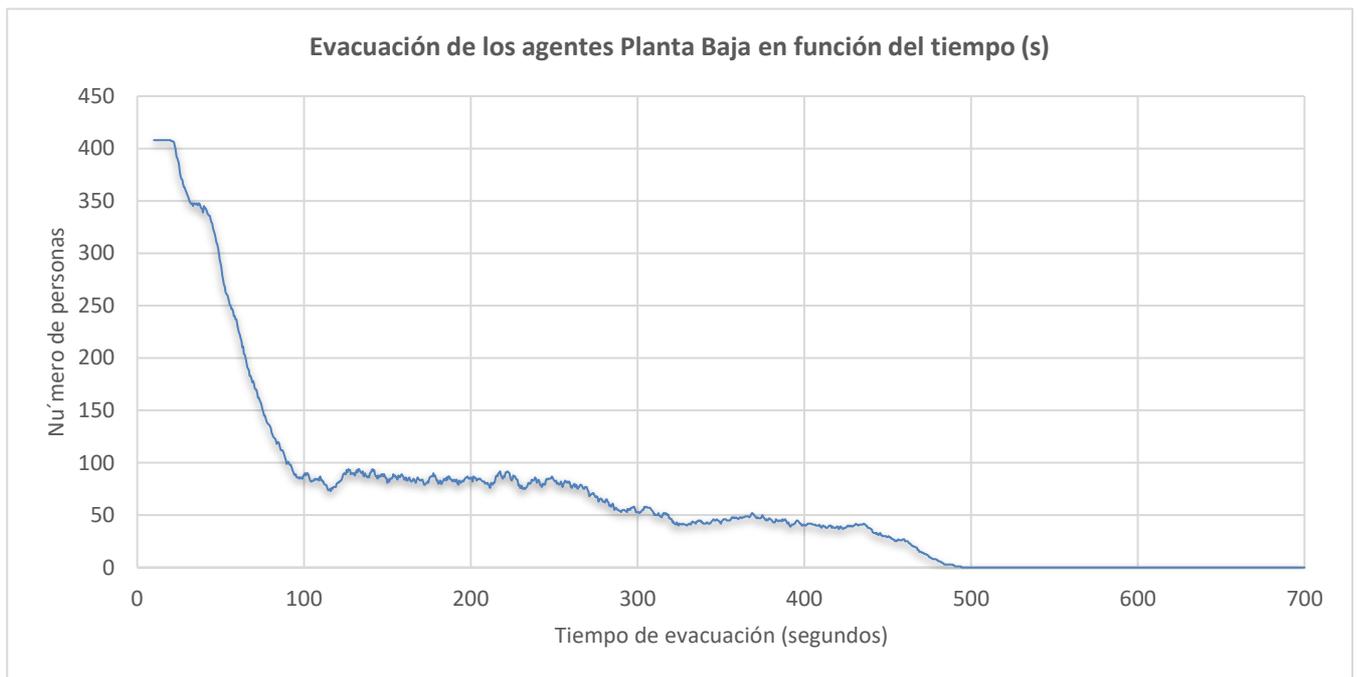


Figura 72. Evacuación de los agentes Planta Baja en función del tiempo

8.7.2.2 Flujo que atraviesa cada salida de planta y/o edificio en función del tiempo

Gráficas elaboradas a partir del documento del apartado 8.7.1 Archivo Excel. Valores separados por comas.

Se propone al lector consultar el apartado “7.6 Consideración Adicional. Nomenclatura de las Salidas de Planta en los códigos de programa” para comprender la nomenclatura de salidas de planta de las plantas uno y dos.

8.7.2.2.1 Flujo que atraviesa la Salida de Edificio 1 (Planta baja)

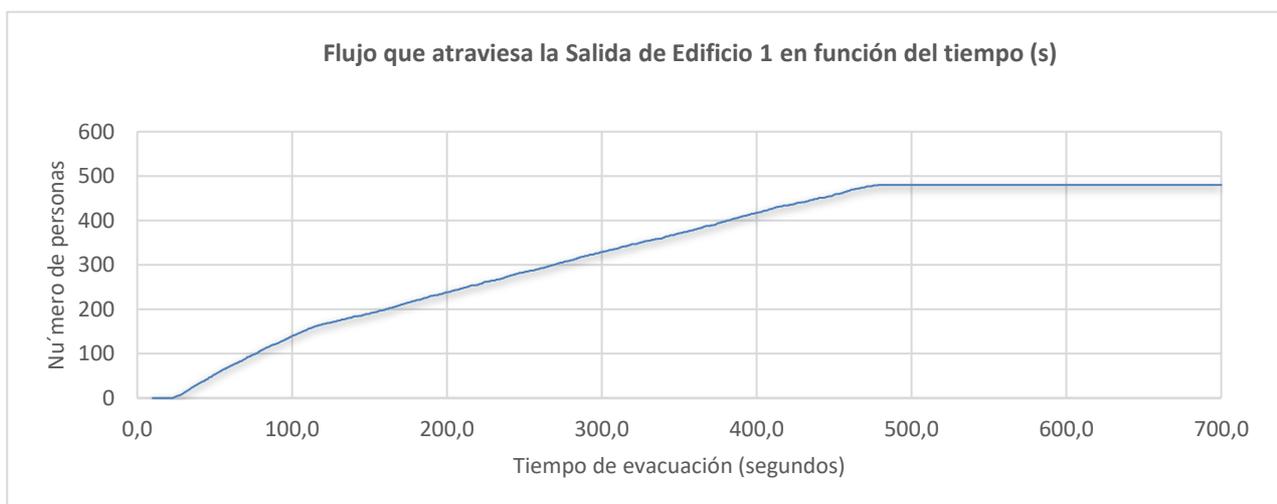


Figura 73. Flujo que atraviesa la Salida de Edificio 1 (Planta baja)

8.7.2.2.2 Flujo que atraviesa la Salida de Edificio 2 (Planta baja)

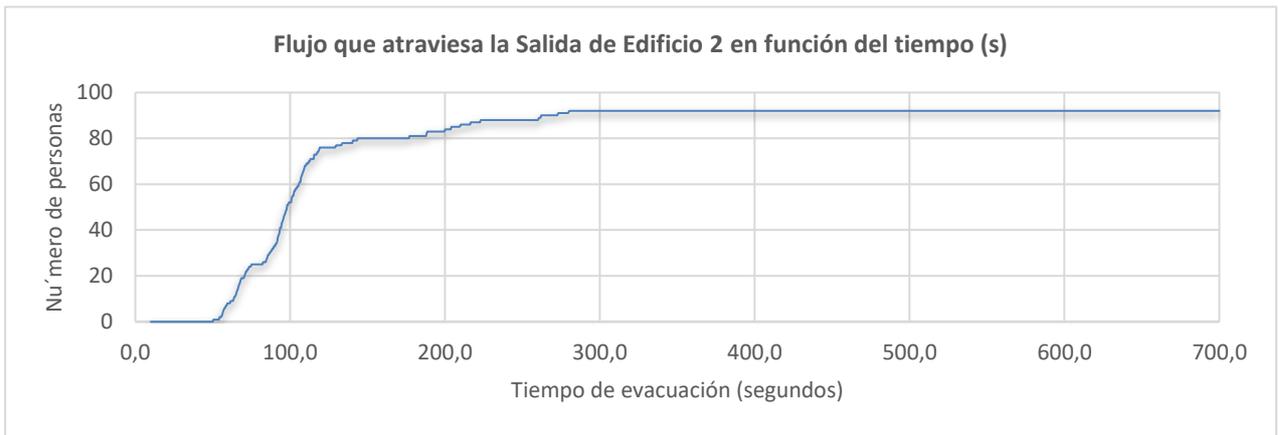


Figura 74. Flujo que atraviesa la Salida de Edificio 2 (Planta baja)

8.7.2.2.3 Flujo que atraviesa la Salida de Edificio 3 (Planta baja)

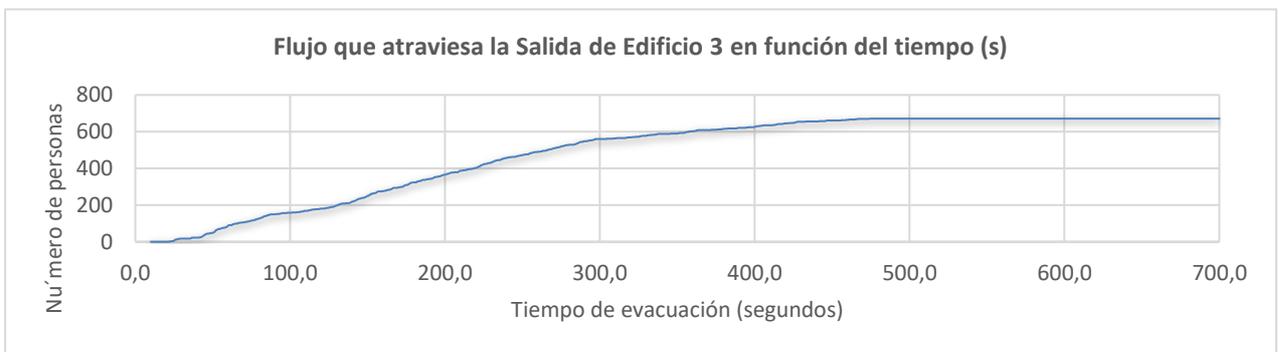


Figura 75. Flujo que atraviesa la Salida de Edificio 3 (Planta baja)

8.7.2.2.4 Flujo que atraviesa la Salida de Edificio 4 (Planta baja)

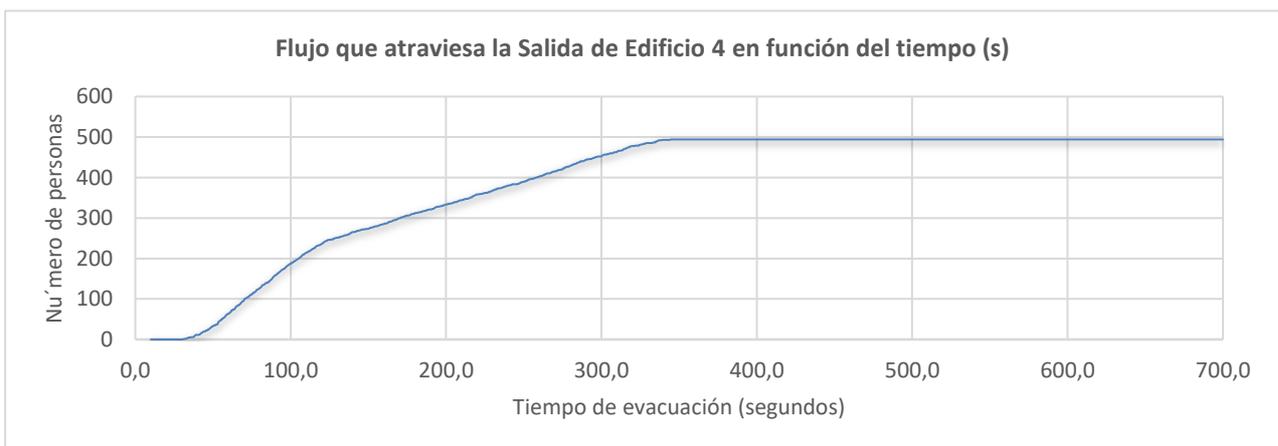


Figura 76. Flujo que atraviesa la Salida de Edificio 4 (Planta baja)

8.7.2.2.5 Flujo que atraviesa la Salida de Cafetería (Planta baja)

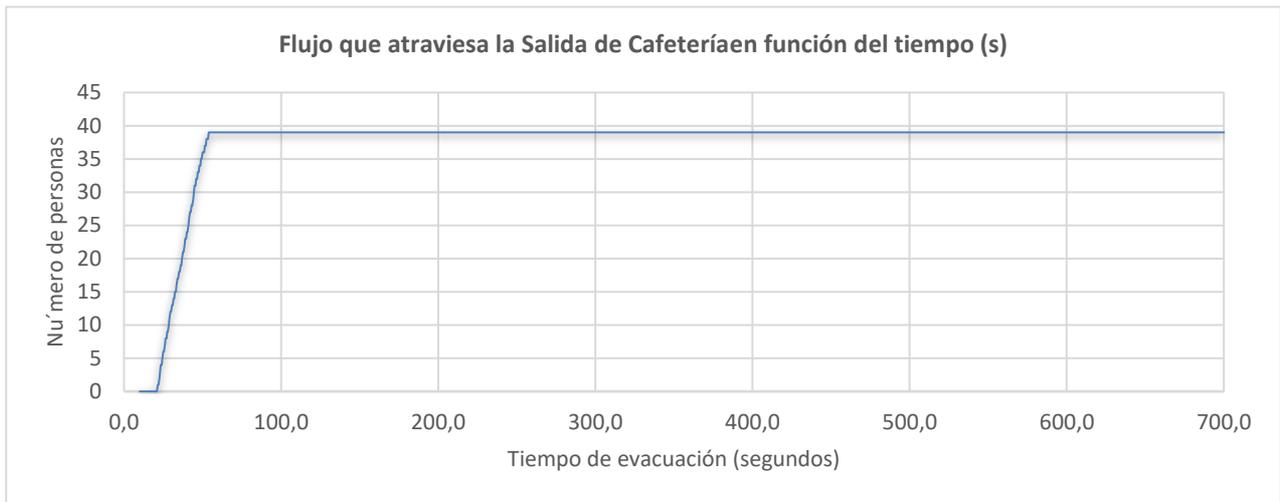


Figura 77. Flujo que atraviesa la Salida de Cafetería (Planta baja)

8.7.2.2.6 Flujo que atraviesa las Salidas de Aseos 22.1 y 22.2 (Planta baja)

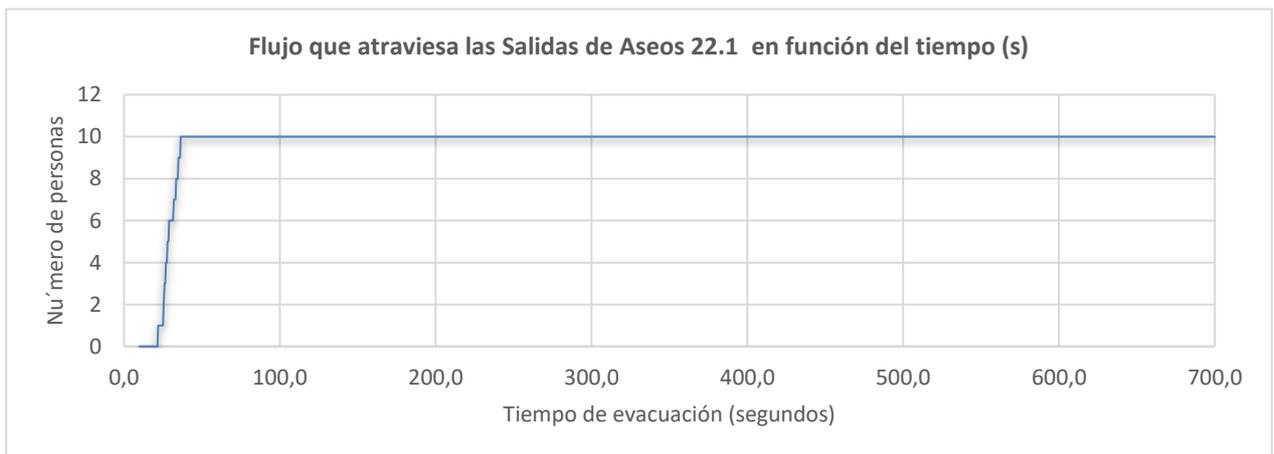


Figura 78. Flujo que atraviesa la Salida Aseos 22.1 (Planta baja)

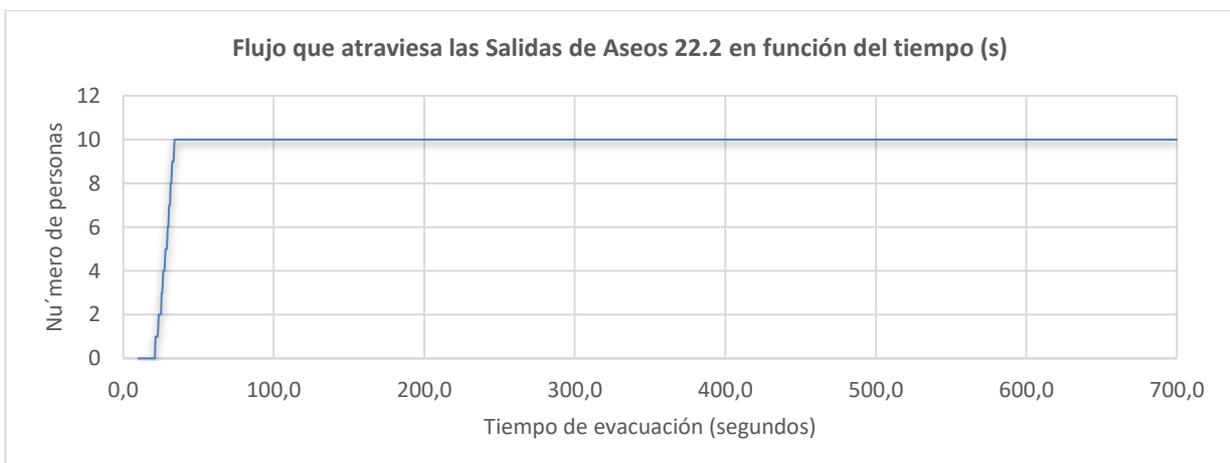


Figura 79. Flujo que atraviesa la Salida Aseos 22.2 (Planta baja)

8.7.2.2.7 Flujo que atraviesa la Salida de Almacén (Planta baja)

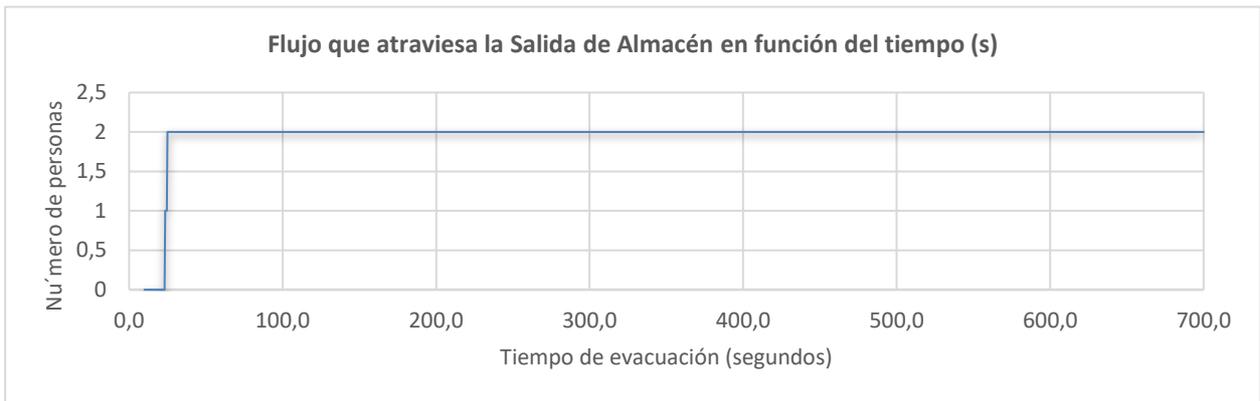


Figura 80. Flujo que atraviesa la Salida de Almacén (Planta baja)

8.7.2.2.8 Flujo que atraviesa la Salida de Planta 4 (Planta uno)

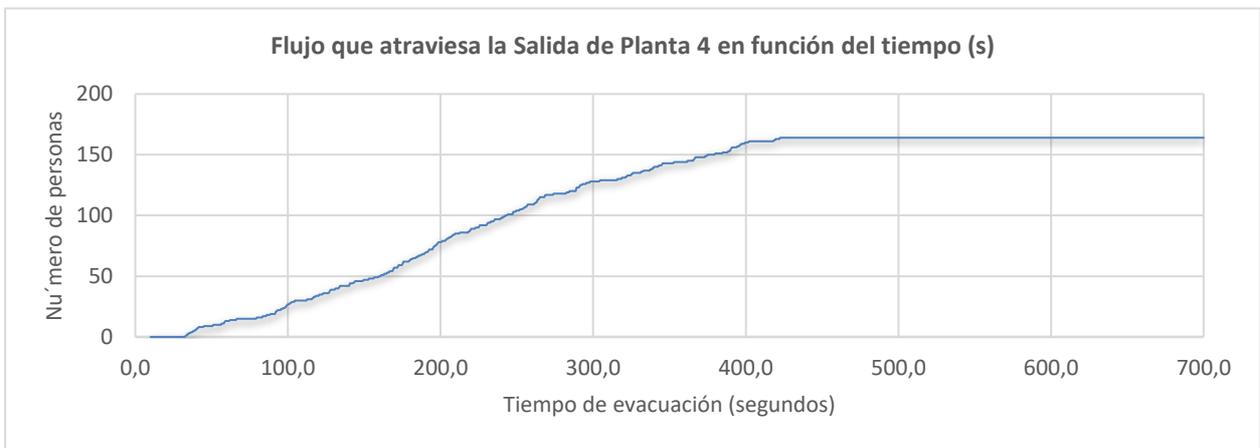


Figura 81. Flujo que atraviesa la Salida de Planta 4 (Planta uno)

8.7.2.2.9 Flujo que atraviesa la Salida de Planta 5 (Planta uno)

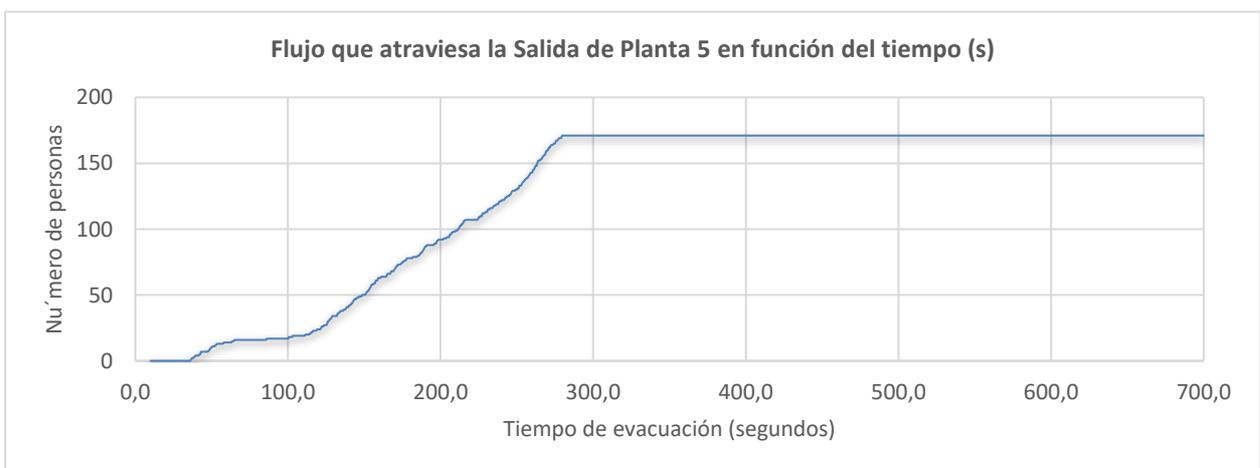


Figura 82. Flujo que atraviesa la Salida de Planta 5 (Planta uno)

8.7.2.2.10 Flujo que atraviesa la Salida de Planta 6 (Planta uno)

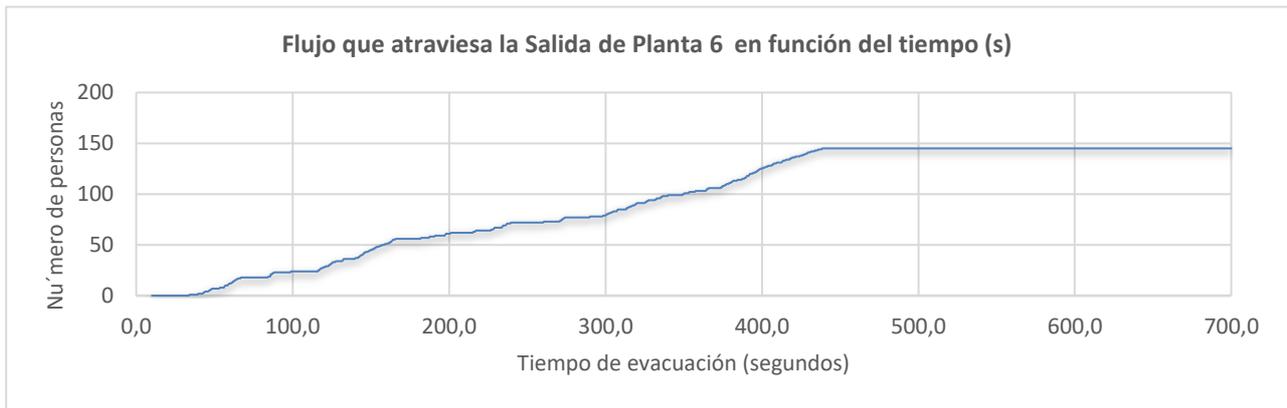


Figura 83. Flujo que atraviesa la Salida de Planta 6 (Planta uno)

8.7.2.2.11 Flujo que atraviesa la Salida de Planta 7 (Planta uno)

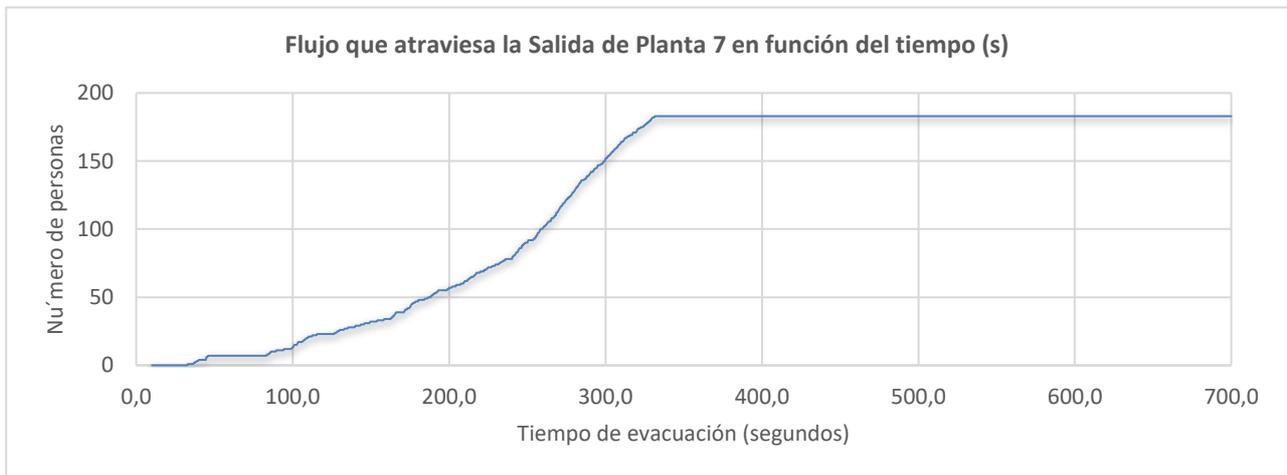


Figura 84. Flujo que atraviesa la Salida de Planta 7 (Planta uno)

8.7.2.2.12 Flujo que atraviesa la Salida de Planta 1 (Planta dos)

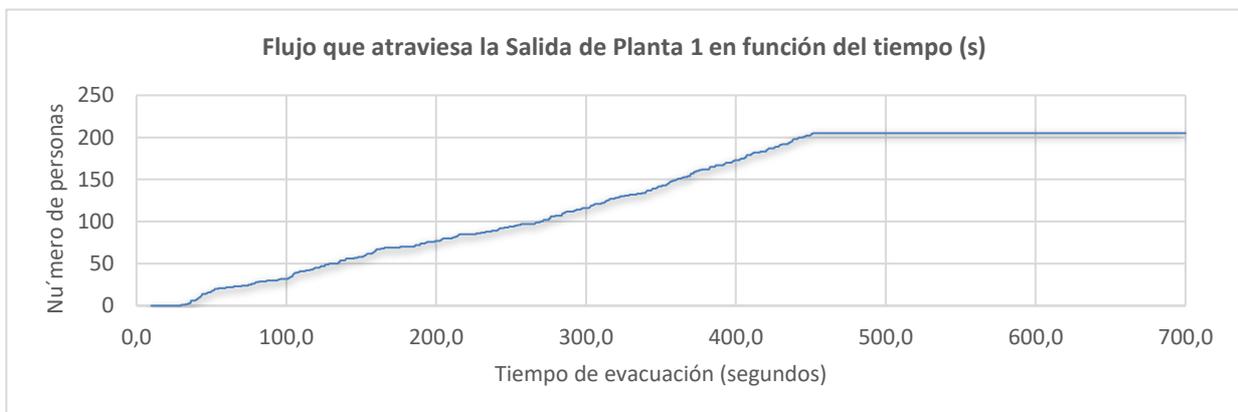


Figura 85. Flujo que atraviesa la Salida de Planta 1 (Planta dos)

8.7.2.2.13 Flujo que atraviesa la Salida de Planta 2 (Planta dos)

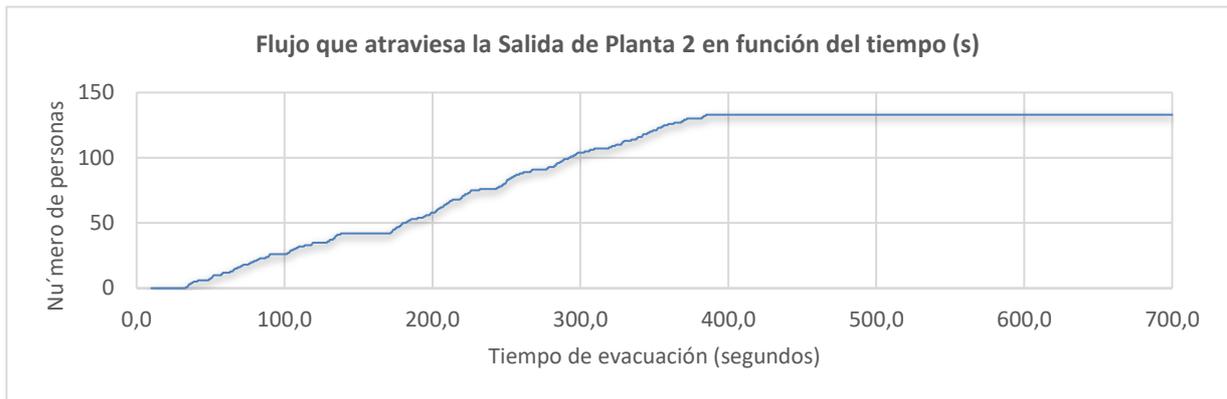


Figura 86. Flujo que atraviesa la Salida de Planta 2 (Planta dos)

8.7.2.2.14 Flujo que atraviesa la Salida de Planta 3 (Planta dos)

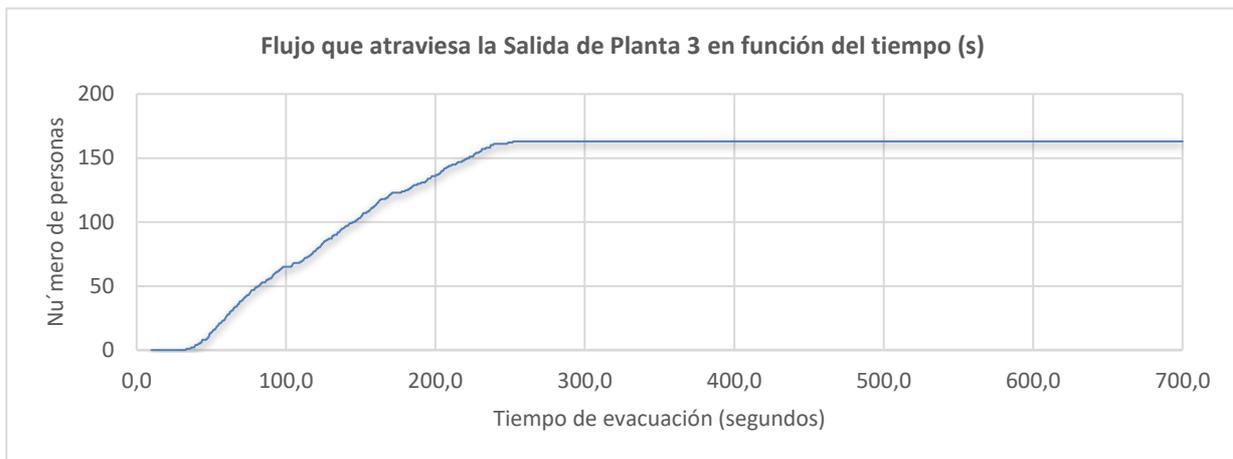


Figura 87. Flujo que atraviesa la Salida de Planta 3 (Planta dos)

8.7.2.2.15 Flujo que atraviesa la Salida por Escalera 5 (Planta dos)



Figura 88. Flujo que atraviesa la Salida por Escalera 5 (Planta dos)

8.8 Propuesta de extensión del alcance del TFM

La justificación final requiere de una comprobación experimental. Esto es debido a que la mayor parte del tiempo de simulación se consume durante la aparición de importantes aglomeraciones en las plantas uno y dos.

Al suponer que la evacuación del edificio se realiza de forma simultánea para todos los ocupantes, se provocan aglomeraciones en el desemboque de las escaleras de la planta baja. Estas aglomeraciones provocan tapones humanos que impiden que durante los primeros minutos los ocupantes de las plantas dos y uno no puedan salir evacuar su correspondiente planta.

Sería interesante proponer la evacuación de manera real mediante una evacuación ordenada en la cual se evite que todas las clases evacuen al mismo tiempo sino que la evacuación sea de manera ordenada. De hecho, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en colaboración con Centro Nacional de Condiciones de Trabajo describe en su artículo Plan de evacuación en centros docentes [15] define Plan de Evacuación como la “salida organizada de las personas de un edificio”. A partir de dicho experimento en el centro docente se podría concluir como la evitación de agrupaciones reduciría el tiempo total de simulación obtenido de manera teórica.

Por último, este mismo artículo describe: “es imprescindible que la dirección, el profesorado, el alumnado y el personal no docente colaboren y conozcan previamente cómo deben actuar” [15]. Este hecho sí ha sido tenido cuenta en este proyecto mediante la asignación de puertas a cada clase evitando que se produzcan una evacuación desordenada que incumpliría los requisitos asociados a un Plan de evacuación adecuado.

ANEXO I. CÓDIGOS DEL PROGRAMA

En este anexo se muestran los códigos con la totalidad de los comandos predefinidos en capítulos anteriores. El lector podrá, haciendo uso de la herramienta Control+C -> Control+V en un archivo de texto llamar desde la ventana de comandos y ejecutar dichos códigos para una posterior visualización mediante la herramienta Smokeview. Todo este proceso de arranque de simulación y ejecución del programa se encuentra detallado en el Capítulo 6. “Ejecución de programa”.

Cabe destacar que la totalidad de los códigos han sido generados y creados por el autor del proyecto.

Códigos de Programa

```
===== Inicialización de FDS-EVAC=====
&HEAD CHID='EVACUACION EDIFICIO', TITLE='Evacuacion Edificio'/

===== Definicion del Mallado =====
Fire mesh
&MESH IJK=100, 80, 4 XB=0.0,50.0, 0.0,40.0, 0.0,2.0, ID='FireMesh' /

&MESH IJK=264, 260, 1, XB= -12.00, 54.00,-2.00, 63.00, 0.50,1.50,
EVAC_Z_OFFSET=1.0,
    EVACUATION=.TRUE., EVAC_HUMANS=.TRUE., ID='FF0stFloor' /
&MESH IJK=264, 260, 1, XB= -12.00, 54.00,-2.00, 63.00, 4.00,5.00,
EVAC_Z_OFFSET=1.0,
    EVACUATION=.TRUE., EVAC_HUMANS=.TRUE., ID='FF1stFloor' /
&MESH IJK=264, 260, 1, XB= -12.00, 54.00,-2.00, 63.00, 7.50,8.50,
EVAC_Z_OFFSET=1.0,
    EVACUATION=.TRUE., EVAC_HUMANS=.TRUE., ID='FF2stFloor' /

===== Definiciones de algunas variables iniciales =====
&TIME T_BEGIN= 10.0, T_END=700.0, DT=0.1

&MISC EVACUATION_MC_MODE=.TRUE., EVACUATION_DRILL=.TRUE., /

&RADI RADIATION=.FALSE., /

&DUMP SMOKE3D=.FALSE.,
      NFRAMES=200,
      DT_PART=0.5,
      DT_HRR= 0.5,
      DT_SLCF=1000000.0,
      DT_BNDF=1000000.0,
      DT_PL3D=1000000.0,
      DT_ISOF=1000000.0 /

= Variables de inicializacion de la geometria de fuego en FDS =
&VENT MB='XMIN' SURF_ID='OPEN',      EVACUATION=.FALSE./
&VENT MB='XMAX' SURF_ID='OPEN',      EVACUATION=.FALSE. /
&VENT MB='YMIN' SURF_ID='OPEN',      EVACUATION=.FALSE./
&VENT MB='YMAX' SURF_ID='OPEN',      EVACUATION=.FALSE. /
```

```
&VENT MB='ZMIN' SURF_ID='INERT',      EVACUATION=.FALSE. /
&VENT MB='ZMAX' SURF_ID='INERT',      EVACUATION=.FALSE. /
```

```
===== DEFINICION GEOMETRIA PLANTA 2 =====
===== SUELO PLANTA 2 =====
```

```
===== PAREDES EXTERNAS PLANTA 2 =====
```

```
&OBST XB= 0.00, 7.80, 0.00, 0.30, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 7.50, 7.80, 0.00, -1.80, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 7.50, 13.00, -1.80, -1.50, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 12.20, 13.00, -1.80, 9.15, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 13.00, 17.80, 8.85, 9.15, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 17.50, 17.80, 8.85, 42.10, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 17.85, 53.35, 42.10, 42.40, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 53.35, 53.05, 42.10, 57.90, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 14.10, 53.05, 57.90, 57.60, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 13.80, 14.10, 57.60, 60.25, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 0.20, 14.10, 60.05, 60.25, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 0.00, 0.20, 60.05, 0.00, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
```

```
===== AULA 30 =====
```

```
&OBST XB= 7.50, 7.80, 0.00, 1.50, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 7.65, 7.80, 1.50, 7.30, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 6.80, 7.80, 7.30, 7.45, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 1.40, 6.75, 8.75, 8.90, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
```

```
===== AULA 29.2 =====
```

```
&OBST XB= 6.80, 7.80, 10.15, 10.30, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 7.65, 7.80, 10.15, 16.05, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 6.80, 7.80, 15.90, 16.05, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 0.00, 6.75, 17.65, 17.80, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
```

```
===== AULA 36.1 =====
```

```
&OBST XB= 7.65, 7.80, 19.05, 24.95, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 6.80, 7.80, 19.05, 19.20, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 6.80, 7.80, 24.80, 24.95, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 0.00, 6.75, 26.40, 26.55, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
```

```
===== AULA 36.2 =====
```

```
&OBST XB= 7.65, 7.80, 27.65, 33.55, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 6.80, 7.80, 28.00, 28.10, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 6.80, 7.80, 33.65, 33.55, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 0.00, 7.50, 34.80, 34.90, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
```

```
===== AULA 29.4 =====
```

```
&OBST XB= 9.90, 10.90, 33.40, 33.60, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 9.90, 10.90, 27.70, 27.80, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 9.90, 10.50, 27.70, 33.55, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 9.90, 17.70, 34.80, 34.90, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
```

```
===== AULA 29.3 =====
```

```
&OBST XB= 9.90, 10.90, 19.05, 19.20, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 9.90, 10.50, 19.05, 24.95, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 9.90, 10.90, 24.80, 24.95, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 10.75, 17.70, 26.40, 26.55, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
```

```
===== AULA 29.1 =====
```

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO NORMATIVO EN MATERIA DE PCI Y DESARROLLO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DE EVACUACIÓN MEDIANTE FDS + EVAC EN UN CENTRO DOCENTE

&OBST XB= 10.75, 17.70, 17.65, 17.80, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 9.90, 10.90, 10.15, 10.30, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 9.90, 10.50, 10.15, 16.05, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 9.90, 10.90, 15.90, 16.05, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /

===== ASEOS 22.1 =====

&OBST XB= 11.85, 12.00, 39.70, 40.30, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 11.85, 12.00, 41.30, 44.90, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 11.85, 14.85, 44.15, 44.55, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 13.61, 14.85, 41.75, 42.90, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 14.41, 14.85, 41.75, 46.95, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 13.81, 13.95, 39.85, 40.85, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 11.85, 12.70, 41.75, 41.90, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /

===== CUARTO INSTALACIONES 15 =====

&OBST XB= 11.85, 12.00, 45.90, 48.10, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 11.85, 17.80, 49.55, 49.70, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 11.85, 17.80, 49.55, 49.70, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 11.85, 14.85, 46.20, 46.95, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 14.60, 14.85, 46.95, 48.45, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 14.85, 17.65, 47.50, 47.35, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /

===== AULA 29.7 =====

&OBST XB= 17.65, 17.80, 49.55, 39.70, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 17.90, 19.05, 49.55, 49.70, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 20.25, 20.80, 48.70, 49.70, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 20.25, 25.45, 49.55, 49.70, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 24.50, 25.45, 48.70, 49.70, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /

===== AULA 35.5 =====

&OBST XB= 48.80, 48.95, 51.60, 57.60, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 46.35, 48.95, 51.60, 52.10, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /

===== AULA 35.4 =====

&OBST XB= 45.05, 45.20, 51.60, 57.60, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 43.50, 45.20, 51.60, 52.10, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /

===== AULA 35.3 =====

&OBST XB= 42.20, 42.30, 51.60, 57.60, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 40.60, 42.30, 51.60, 52.10, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /

===== AULA 35.2 =====

&OBST XB= 39.30, 39.35, 51.60, 57.60, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 37.65, 39.35, 51.60, 52.10, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /

===== AULA 35.1 =====

&OBST XB= 36.25, 36.40, 51.60, 57.60, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 34.70, 36.40, 51.60, 52.10, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /

===== AULA 34 =====

&OBST XB= 33.30, 33.45, 51.60, 57.60, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 27.60, 32.00, 51.60, 51.80, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 27.60, 27.75, 51.60, 57.60, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /

===== AULA 33 =====

&OBST XB= 21.75, 26.40, 51.60, 51.75, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 21.80, 21.95, 51.60, 57.60, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK' /

```
===== ASEOS 22.2 =====
&OBST XB= 17.90, 20.55, 51.60, 51.75, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 17.90, 18.05, 51.60, 57.60, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 17.30, 17.80, 51.60, 57.60, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/

===== AULA 32 =====
&OBST XB= 13.90, 14.15, 51.60, 60.15, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 9.80, 13.90, 51.60, 51.75, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/

===== AULA 29.6 =====
&OBST XB= 1.75, 7.80, 52.85, 53.00, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 7.65, 7.80, 46.05, 53.00, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 6.80, 7.80, 46.05, 46.20, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/

===== AULA 29.5 =====
&OBST XB= 0.00, 6.95, 44.20, 44.35, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 6.80, 7.80, 42.85, 43.00, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 7.65, 7.80, 42.85, 36.70, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 6.80, 7.80, 36.60, 36.70, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/

===== AULA 29.8 =====
&OBST XB= 26.70, 26.85, 42.10, 48.85, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 28.05, 29.00, 48.70, 49.70, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 29.00, 33.25, 49.55, 49.70, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 33.25, 34.20, 48.70, 49.70, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/

===== AULA 29.9 =====
&OBST XB= 35.40, 35.30, 42.10, 48.85, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 36.70, 37.70, 48.70, 49.70, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 37.65, 41.90, 49.55, 49.70, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 41.90, 42.90, 48.70, 49.70, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/

===== AULA 29.10 =====
&OBST XB= 44.05, 44.20, 43.25, 48.85, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 45.40, 46.40, 48.70, 49.70, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 46.40, 52.95, 49.55, 49.70, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/

===== DETALLES ADICIONALES INTERNOS PLANTA 2 =====
&OBST XB= 9.90, 17.70, 34.95, 35.45, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 11.85, 17.70, 39.70, 39.85, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 52.55, 53.25, 51.60, 57.60, 7.50, 8.50, COLOR='BLACK'/

===== DEFINICION GEOMETRIA PLANTA 1 =====
===== PAREDES EXTERNAS PLANTA 1 =====
&OBST XB= 0.00, 7.80, 0.00, 0.30, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 7.50, 7.80, 0.00, -1.80, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 7.50, 13.00, -1.80, -1.50, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 12.20, 13.00, -1.80, 9.15, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 13.00, 17.80, 8.85, 9.15, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 17.50, 17.80, 8.85, 42.10, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 17.85, 53.35, 42.10, 42.40, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 53.35, 53.05, 42.10, 57.90, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 14.10, 53.05, 57.90, 57.60, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 13.80, 14.10, 57.60, 60.25, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 0.20, 14.10, 60.05, 60.25, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK'/
```

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO NORMATIVO EN MATERIA DE PCI Y DESARROLLO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DE EVACUACIÓN MEDIANTE FDS + EVAC EN UN CENTRO DOCENTE

&OBST XB= 0.00, 0.20, 60.05, 0.00, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 30 =====

&OBST XB= 7.50, 7.80, 0.00, 1.50, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 7.65, 7.80, 1.50, 7.30, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 6.80, 7.80, 7.30, 7.45, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 1.40, 6.75, 8.75, 8.90, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 29.2 =====

&OBST XB= 6.80, 7.80, 10.15, 10.30, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 7.65, 7.80, 10.15, 16.05, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 6.80, 7.80, 15.90, 16.05, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 0.00, 6.75, 17.65, 17.80, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 29.4 =====

&OBST XB= 7.65, 7.80, 19.05, 24.95, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 6.80, 7.80, 19.05, 19.20, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 6.80, 7.80, 24.80, 24.95, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 0.00, 6.75, 26.40, 26.55, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 29.5 =====

&OBST XB= 9.90, 10.90, 33.40, 33.60, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 9.90, 10.90, 27.70, 27.80, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 9.90, 10.50, 27.70, 33.55, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 31 =====

&OBST XB= 7.65, 7.80, 27.65, 33.55, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 6.80, 7.80, 28.00, 28.10, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 6.80, 7.80, 33.65, 33.55, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 0.00, 7.50, 34.80, 34.90, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 29.3 =====

&OBST XB= 9.90, 10.90, 19.05, 19.20, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 9.90, 10.50, 19.05, 24.95, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 9.90, 10.90, 24.80, 24.95, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 10.75, 17.70, 26.40, 26.55, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 29.1 =====

&OBST XB= 10.75, 17.70, 17.65, 17.80, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 9.90, 10.90, 10.15, 10.30, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 9.90, 10.50, 10.15, 16.05, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 9.90, 10.90, 15.90, 16.05, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== ASEOS 22.1 =====

&OBST XB= 11.85, 12.00, 39.70, 40.30, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 11.85, 12.00, 41.30, 44.90, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 11.85, 14.85, 44.15, 44.55, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 13.60, 14.85, 41.75, 42.90, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 14.40, 14.85, 41.75, 46.95, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 13.80, 13.95, 39.85, 40.85, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 11.85, 12.70, 41.75, 41.90, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== CUARTO INSTALACIONES 15 =====

&OBST XB= 11.85, 12.00, 45.90, 48.10, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 11.85, 17.80, 49.55, 49.70, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 11.85, 17.80, 49.55, 49.70, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
 &OBST XB= 11.85, 14.85, 46.20, 46.95, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

```
&OBST XB= 14.60, 14.85, 46.95, 48.45, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 14.85, 17.65, 47.50, 47.35, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 29.7 =====
&OBST XB= 17.65, 17.80, 49.55, 39.70, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 17.90, 19.05, 49.55, 49.70, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 20.25, 20.80, 48.70, 49.70, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 20.25, 25.45, 49.55, 49.70, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 24.50, 25.45, 48.70, 49.70, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 35.5 =====
&OBST XB= 48.80, 48.95, 51.60, 57.60, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 46.35, 48.95, 51.60, 52.10, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 35.4 =====
&OBST XB= 45.05, 45.20, 51.60, 57.60, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 43.50, 45.20, 51.60, 52.10, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 35.3 =====
&OBST XB= 42.20, 42.30, 51.60, 57.60, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 40.60, 42.30, 51.60, 52.10, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 35.2 =====
&OBST XB= 39.30, 39.35, 51.60, 57.60, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 37.65, 39.35, 51.60, 52.10, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 35.1 =====
&OBST XB= 36.25, 36.40, 51.60, 57.60, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 34.70, 36.40, 51.60, 52.10, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 34 =====
&OBST XB= 33.30, 33.45, 51.60, 57.60, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 27.60, 32.00, 51.60, 51.80, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 27.60, 27.75, 51.60, 57.60, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 33 =====
&OBST XB= 21.75, 26.40, 51.60, 51.75, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 21.80, 21.95, 51.60, 57.60, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA ASEOS 22.2 =====
&OBST XB= 17.90, 20.55, 51.60, 51.75, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 17.90, 18.05, 51.60, 57.60, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 17.30, 17.80, 51.60, 57.60, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 32 =====
&OBST XB= 13.90, 14.15, 51.60, 60.15, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 9.80, 13.90, 51.60, 51.75, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 29.6 =====
&OBST XB= 1.75, 7.80, 52.85, 53.00, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 7.65, 7.80, 46.05, 53.00, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 6.80, 7.80, 46.05, 46.20, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 0.00, 6.95, 44.20, 44.35, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 29.8 =====
&OBST XB= 26.70, 26.85, 42.10, 48.85, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
```

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO NORMATIVO EN MATERIA DE PCI Y DESARROLLO DE UN
MODELO DE SIMULACIÓN DE EVACUACIÓN MEDIANTE FDS + EVAC EN UN CENTRO DOCENTE

&OBST XB= 28.05, 29.00, 48.70, 49.70, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 29.00, 33.25, 49.55, 49.70, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 33.25, 34.20, 48.70, 49.70, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 29.9 =====
&OBST XB= 35.40, 35.30, 42.10, 48.85, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 36.70, 37.70, 48.70, 49.70, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 37.65, 41.90, 49.55, 49.70, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 41.90, 42.90, 48.70, 49.70, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== AULA 29.10 =====
&OBST XB= 44.05, 44.20, 43.25, 48.85, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 45.40, 46.40, 48.70, 49.70, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 46.40, 52.95, 49.55, 49.70, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== DETALLES ADICIONALES PLANTA 1 =====
&OBST XB= 9.60, 13.00, 7.10, 7.25, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 9.90, 17.70, 34.95, 35.45, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 11.85, 17.70, 39.70, 39.85, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 52.55, 53.25, 51.60, 57.60, 4.00, 5.00, COLOR='BLACK' /

===== DEFINICION GEOMETRIA PLANTA BAJA =====
===== PAREDES EXTERNAS PLANTA 2 =====

&OBST XB= 0.00, 7.80, 0.00, 0.30, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 7.50, 7.80, 0.00, -1.80, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 7.50, 13.00, -1.80, -1.50, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 12.20, 13.00, -1.80, 7.25, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 13.00, 17.80, 8.85, 9.15, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 17.50, 17.80, 8.85, 27.70, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 17.50, 17.80, 28.75, 33.25, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 17.50, 17.80, 34.30, 42.10, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 17.80, 24.15, 44.15, 44.45, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 25.20, 48.90, 44.15, 44.45, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 48.60, 48.90, 45.75, 49.70, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 53.35, 53.05, 47.65, 57.90, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 14.10, 53.05, 57.90, 57.60, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 13.80, 14.10, 57.60, 59.15, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= -11.30, 14.10, 58.85, 59.15, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= -11.50, -11.30, 59.15, 56.75, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= -11.50, -11.30, 54.65, 49.65, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= -11.50, -11.30, 48.60, 44.00, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= -11.30, 4.40, 44.00, 44.05, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 0.00, 0.30, 35.50, 0.00, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /

===== PAREDES ESCALERAS =====

&OBST XB= 9.60, 13.00, 7.10, 7.25, 0.50, 1.50,
COLOR='BLACK'/Escalera N°
&OBST XB= 9.90, 17.70, 34.95, 35.45, 0.50, 1.50,
COLOR='BLACK'/Escalera N°2
&OBST XB= 11.85, 17.70, 39.70, 39.85, 0.50, 1.50,
COLOR='BLACK'/Escalera N°2
&OBST XB= 11.75, 12.26, 37.50, 35.45, 0.50, 1.50,
COLOR='BLACK'/Escalera N°2
&OBST XB= 16.25, 16.35, 52.00, 54.15, 0.50, 1.50,
COLOR='BLACK'/Escalera N°3

```

&OBST XB= 16.25, 17.30, 53.85, 54.15, 0.50, 1.50,
COLOR='BLACK'/Escalera N°3
&OBST XB= 13.90, 16.25, 52.00, 52.40, 0.50, 1.50,
COLOR='BLACK'/Escalera N°3
&OBST XB= 48.95, 50.65, 51.60, 52.00, 0.50, 1.50,
COLOR='BLACK'/Escalera N°4

```

```

===== AULA 20.1 =====
&OBST XB= 7.50, 7.80, 0.00, 1.50, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 7.65, 7.80, 1.50, 7.30, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 6.80, 7.80, 7.30, 7.45, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 1.40, 6.75, 8.75, 8.90, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/

```

```

===== AULA 20.2 =====
&OBST XB= 6.80, 7.80, 10.15, 10.30, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 7.65, 7.80, 10.15, 16.05, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 6.80, 7.80, 15.90, 16.05, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 0.00, 6.75, 17.65, 17.80, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/

```

```

===== AULA 20.3 =====
&OBST XB= 7.65, 7.80, 19.05, 24.95, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 6.80, 7.80, 19.05, 19.20, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 6.80, 7.80, 24.80, 24.95, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 0.00, 6.75, 26.40, 26.55, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/

```

```

===== AULA 20.4 =====
&OBST XB= 7.65, 7.80, 27.65, 33.55, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 6.80, 7.80, 28.00, 28.10, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 6.80, 7.80, 33.65, 33.55, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 0.00, 7.50, 34.80, 34.90, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 0.00, 7.50, 35.00, 35.50, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/

```

```

===== AULA 21 (PLÁSTICA) =====
&OBST XB= 10.75, 17.70, 17.65, 17.80, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 9.90, 10.90, 10.15, 10.30, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 9.90, 10.50, 10.15, 16.05, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 9.90, 10.90, 15.90, 16.05, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/

```

```

===== AULA 19 (ESPECIAL) =====
&OBST XB= 9.90, 10.90, 19.05, 19.20, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 9.90, 10.50, 19.05, 27.40, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 9.90, 10.90, 24.80, 24.95, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 11.90, 13.65, 24.80, 24.95, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 13.80, 17.70, 25.25, 25.45, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 13.65, 13.80, 24.80, 25.90, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/

```

```

===== ASEOS 22.1 =====
&OBST XB= 9.90, 13.65, 25.75, 25.90, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 9.90, 10.50, 28.47, 31.91, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 9.90, 10.50, 32.98, 34.85, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 9.90, 17.35, 30.00, 30.15, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 12.80, 12.95, 28.60, 30.00, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 12.50, 13.45, 28.60, 28.70, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 14.90, 15.05, 28.60, 30.00, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 14.60, 15.55, 28.60, 28.70, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/

```

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO NORMATIVO EN MATERIA DE PCI Y DESARROLLO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DE EVACUACIÓN MEDIANTE FDS + EVAC EN UN CENTRO DOCENTE

```

===== ASCENSOR 1 =====
&OBST XB= 11.85, 12.00, 44.15, 44.90, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 11.85, 17.65, 44.15, 44.55, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 14.70, 14.85, 44.15, 48.05, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /

===== CAFETERIA 13 =====
&OBST XB= 11.85, 12.00, 45.90, 49.55, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 11.85, 17.80, 49.55, 49.70, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 11.85, 17.80, 49.55, 49.70, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 11.85, 14.85, 46.20, 46.55, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 14.60, 14.85, 46.95, 48.45, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 25.35, 25.55, 44.15, 48.85, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 26.65, 27.80, 46.10, 46.25, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /

===== BIBLIOTECA 18 =====
&OBST XB= 27.65, 27.80, 44.15, 47.35, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 26.50, 37.25, 49.55, 49.70, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 39.15, 48.90, 49.55, 49.70, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 17.90, 24.15, 49.55, 49.70, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /

===== SALA PROFESORES 12 =====
&OBST XB= 48.80, 48.95, 51.60, 57.60, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 45.60, 48.95, 51.60, 52.10, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 37.20, 44.55, 51.60, 52.10, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /

===== JEFE DE ESTUDIOS 10 =====
&OBST XB= 33.50, 36.15, 51.60, 52.10, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 35.00, 35.15, 51.60, 57.60, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /

===== DESPACHO ORIENTACION 9 =====
&OBST XB= 32.20, 32.35, 51.60, 57.60, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /

===== DESPACHO ALUMNOS 8 =====
&OBST XB= 27.70, 31.05, 51.60, 52.10, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 29.20, 29.35, 51.60, 57.60, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /

===== DIRECCION 11 =====
&OBST XB= 25.90, 26.05, 51.60, 57.60, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 22.00, 24.75, 51.60, 52.10, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 21.80, 22.00, 51.60, 57.60, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /

===== ASEOS PROFESORES 7 =====
&OBST XB= 17.90, 20.55, 51.60, 51.75, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 17.90, 18.05, 51.60, 57.60, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 17.30, 17.80, 51.60, 57.60, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /

===== DESPACHO SECRETARIA 6 =====
&OBST XB= 13.90, 14.15, 51.60, 58.15, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 13.00, 13.90, 51.60, 51.70, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 13.00, 13.90, 53.45, 53.60, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 10.45, 11.95, 51.60, 51.70, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 10.45, 11.95, 53.45, 53.60, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 10.45, 10.60, 51.60, 52.40, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /
&OBST XB= 10.45, 10.60, 53.45, 58.85, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /

===== SECRETARIA 5 =====
&OBST XB= 0.95, 1.15, 51.60, 58.85, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK' /

```

```

&OBST XB= -1.10, 10.45, 51.60, 51.65, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 4.25, 4.40, 51.00, 52.25, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/

===== ASEOS NO DOCENTE 14 =====
&OBST XB= -1.10, -0.95, 51.60, 53.60, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= -1.10, -0.95, 54.55, 56.10, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= -1.10, 0.95, 55.95, 56.10, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= -2.25, -2.10, 51.20, 58.85, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/

===== INSTALACIONES 15.2 =====
&OBST XB= -6.20, -6.05, 51.60, 58.85, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= -11.30, -6.20, 51.95, 52.10, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/

===== INSTALACIONES 15.3 =====
&OBST XB= -6.05, -2.10, 53.30, 53.35, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/

===== INSTALACIONES 15.4 =====
&OBST XB= -4.80, -2.10, 51.60, 51.65, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/

===== CONTROL 3 =====
&OBST XB= 0.75, 1.55, 49.80, 49.95, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 4.25, 4.40, 44.00, 49.95, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 0.75, 0.90, 44.00, 49.95, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 2.60, 4.25, 47.80, 47.85, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/

===== CONSERJERIA 2 =====
&OBST XB= 0.90, 1.55, 47.80, 47.85, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= 2.60, 4.25, 49.80, 49.95, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/

===== AMPAS 4 =====
&OBST XB= -3.40, -0.40, 49.80, 49.95, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/
&OBST XB= -2.25, -2.10, 44.00, 49.95, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/

===== ALMACEN =====
&OBST XB= -11.30, -4.45, 49.80, 49.95, 0.50, 1.50, COLOR='BLACK'/

===== DECLARACION DE SALIDAS DE PLANTA 2 =====
===== Definicion Salida de Planta 4 =====
&DOOR ID='SalidaPlanta4', IOR=+2,
    KEEP_XY=.TRUE.,
    COLOR='RED',
    EXIT_SIGN=.TRUE.,
    TO_NODE= 'SP4P2P1',
    XYZ = 9.00, 3.00, 7.50,
    XB = 9.50, 12.20, 5.00, 5.00, 7.50, 8.50 /

&ENTR ID='SP4P2P1', IOR=+2,
    FYI= 'Comment line',
    COLOR='YELLOW',
    XB = 9.50, 12.20, 5.00, 5.00, 0.50, 1.50 /

===== Definicion Salida de Planta 5 =====
&DOOR ID='SalidaPlanta5', IOR=-1,
    KEEP_XY=.TRUE.,
    COLOR='RED',
    EXIT_SIGN=.TRUE.,

```

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO NORMATIVO EN MATERIA DE PCI Y DESARROLLO DE UN
MODELO DE SIMULACIÓN DE EVACUACIÓN MEDIANTE FDS + EVAC EN UN CENTRO DOCENTE

```
TO_NODE= 'SP5P2P1',
XYZ = 14.00, 38.50, 7.50,
XB = 12.25, 12.25, 37.50, 39.70, 7.50, 8.50 /

&ENTR ID='SP5P2P1', IOR=-1,
FYI= 'Comment line',
COLOR='YELLOW',
XB = 12.25, 12.25, 37.50, 39.70, 0.50, 1.50 /

===== Definicion Salida de Planta 6 =====
&DOOR ID='SalidaPlanta6', IOR=-2,
KEEP_XY=.TRUE.,
COLOR='RED',
EXIT_SIGN=.TRUE.,
TO_NODE= 'SP6P2P1',
XYZ = 16.35, 54.00, 7.50,
XB = 16.35, 17.30, 52.00, 52.00, 7.50, 8.50 /

&ENTR ID='SP6P2P1', IOR=-2,
FYI= 'Comment line',
COLOR='YELLOW',
XB = 16.35, 17.30, 52.00, 52.00, 0.50, 1.50 /

===== Definicion Salida de Planta 7 =====
&DOOR ID='SalidaPlanta7', IOR=-2,
KEEP_XY=.TRUE.,
COLOR='RED',
EXIT_SIGN=.TRUE.,
TO_NODE= 'SP7P2P1',
XYZ = 50.00, 55.00, 7.50,
XB = 51.20, 53.00, 52.50, 52.50, 7.50, 8.50 /

&ENTR ID='SP7P2P1', IOR=-2,
FYI= 'Comment line',
COLOR='YELLOW',
XB = 51.20, 53.00, 52.50, 52.50, 0.50, 1.50 /

===== DECLARACION DE SALIDAS DE PLANTA 1 =====
===== Definicion Salida de Planta 1 =====
&DOOR ID='SalidaPlanta1', IOR=+2,
KEEP_XY=.TRUE.,
COLOR='RED',
EXIT_SIGN=.TRUE.,
TO_NODE= 'SP4P1P0',
XYZ = 9.00, 3.00, 4.50,
XB = 9.50, 12.20, 5.00, 5.00, 4.00, 5.00 /

&ENTR ID='SP4P1P0', IOR=+2,
COLOR='YELLOW',
XB = 9.50, 12.20, 5.00, 5.00, 0.50, 1.50 /

===== Definicion Salida de Escalera 5 =====
&DOOR ID='Escalera5', IOR=-1,
KEEP_XY=.TRUE.,
COLOR='RED',
EXIT_SIGN=.TRUE.,
TO_NODE= 'SP5P1P0',
```

```
XYZ = 14.00, 38.50, 4.50,
XB = 12.25, 12.25, 37.50, 39.70, 4.00, 5.00 /

&ENTR ID='SP5P1P0', IOR=-1,
FYI= 'Comment line',
COLOR='YELLOW',
XB = 12.25, 12.25, 37.50, 39.70, 0.50, 1.50 /

===== Definicion Salida de Planta 2 =====
&DOOR ID='SalidaPlanta2', IOR=-2,
KEEP_XY=.TRUE.,
COLOR='RED',
EXIT_SIGN=.TRUE.,
TO_NODE= 'SP6P1P0',
XYZ = 16.35, 54.00, 4.50,
XB = 16.35, 17.30, 52.00, 52.00, 4.00, 5.00 /

&ENTR ID='SP6P1P0', IOR=-2,
FYI= 'Comment line',
COLOR='YELLOW',
XB = 16.35, 17.30, 52.00, 52.00, 0.50, 1.50 /

===== Definicion Salida de Planta 3 =====
&DOOR ID='SalidaPlanta3', IOR=-2,
KEEP_XY=.TRUE.,
COLOR='RED',
EXIT_SIGN=.TRUE.,
TO_NODE= 'SP7P1P0',
XYZ = 50.00, 55.00, 4.50,
XB = 51.20, 53.00, 52.50, 52.50, 4.00, 5.00 /

&ENTR ID='SP7P1P0', IOR=-2,
FYI= 'Comment line',
COLOR='YELLOW',
XB = 51.20, 53.00, 52.50, 52.50, 0.50, 1.50 /

===== DECLARACION DE SALIDAS DE PLANTA BAJA =====
===== Definicion Salida de Edificio 1 =====
&EXIT ID='SalidaEdificio1',
IOR= +1,
COLOR='BLUE',
XYZ = 11.80, 8.00, 0.50,
XB = 12.50, 12.50, 7.25, 8.85, 0.50, 1.50 /

===== Definicion Salida de Edificio 2 =====
&EXIT ID='SalidaEdificio2',
IOR= +1,
COLOR='BLUE',
XYZ = 16.50, 43.00, 0.50,
XB = 17.50, 17.50, 42.10, 44.15, 0.50, 1.50 /

===== Definicion Salida de Edificio 3 =====
&EXIT ID='SalidaEdificio3',
IOR= -1,
COLOR='BLUE',
XYZ = 1.00, 40.00, 1.50,
```

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO NORMATIVO EN MATERIA DE PCI Y DESARROLLO DE UN
MODELO DE SIMULACIÓN DE EVACUACIÓN MEDIANTE FDS + EVAC EN UN CENTRO DOCENTE

```
XB = 0.30, 0.30, 35.50, 44.00, 0.50, 1.50 /

===== Definicion Salida de Edificio 4 =====
&EXIT ID='SalidaEdificio4',
      IOR= -2,
      COLOR='BLUE',
      XYZ = 51.00, 48.00, 0.50,
      XB = 48.90, 53.05, 47.60, 47.60, 0.50, 1.50 /

===== Definicion Salida Cafeteria =====
&EXIT ID='SalidaCafeteria',
      IOR= -2,
      COLOR='GREEN',
      XYZ = 24.65, 44.80, 0.50,
      XB = 24.15, 25.20, 44.45, 44.45, 0.50, 1.50 /

===== Definicion Salida Aseos 22.1 =====
&EXIT ID='SalidaAseos22_1',
      IOR= +1,
      COLOR='GREEN',
      XYZ = 17.40, 28.20, 0.50,
      XB = 17.50, 17.50, 27.70, 28.75, 0.50, 1.50 /

===== Definicion Salida Aseos 22.2 =====
&EXIT ID='SalidaAseos22_2',
      IOR= +1,
      COLOR='GREEN',
      XYZ = 17.40, 34.80, 0.50,
      XB = 17.50, 17.50, 33.25, 34.30, 0.50, 1.50 /

===== Definicion Salida Almacen 17 =====
&EXIT ID='SalidaAlmacen',
      IOR= -1,
      COLOR='GREEN',
      XYZ= -11.20, 49.10, 0.50,
      XB = -11.30, -11.30, 48.60, 49.65, 0.5, 1.50 /

=== Declaracion de parametros para los 4 tipos de Agentes ===
&PERS ID='Profesor',
DEFAULT_PROPERTIES='Adult',/
PRE_EVAC_DIST=0,
PRE_MEAN=60,
VELOCITY_DIST=0,
VEL_MEAN=1.25,
NOT_RANDOM= .TRUE.,
COLOR_METHOD= -1,
FED_DOOR_CRIT= -30.0,
TDET_SMOKE_DENS= 1.0,

&PERS ID='Infantil',
DEFAULT_PROPERTIES='Child',/
PRE_EVAC_DIST=4,
PRE_MEAN=35.76,
PRE_PARA=18,
VELOCITY_DIST=7,
VEL_MEAN=1.051,
VEL_LOW=0.72,
VEL_HIGH=1.07,
```

```

NOT_RANDOM= .TRUE.,
COLOR_METHOD=-1,
FED_DOOR_CRIT= -30.0,
TDET_SMOKE_DENS= 1.0,

&PERS ID='Primaria',
DEFAULT_PROPERTIES='Child',/
PRE_EVAC_DIST=4,
PRE_MEAN=17.94,
PRE_PARA=7.92,
VELOCITY_DIST=4,
VEL_MEAN=1.46,
VEL_PARA=0.58,
NOT_RANDOM= .TRUE.,
COLOR_METHOD=-1,
FED_DOOR_CRIT= -30.0,
TDET_SMOKE_DENS= 1.0,

&PERS ID='Secundaria',
DEFAULT_PROPERTIES='Child',/
PRE_EVAC_DIST=4,
PRE_MEAN=26.1,
PRE_PARA=10.56,
VELOCITY_DIST=7,
VEL_MEAN=1.254,
VEL_LOW=1.003,
VEL_HIGH=1.502,
NOT_RANDOM= .TRUE.,
COLOR_METHOD=-1,
FED_DOOR_CRIT= -30.0,
TDET_SMOKE_DENS= 1.0,

=== Posicionamiento inicial de los agentes PLANTA 2 =====
===== AULA 30 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA30P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 0.30, 7.65, 0.30, 8.75, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA30P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 32,
XB = 0.30, 7.65, 0.30, 8.75, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA30P2RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 0.30, 7.65, 0.30, 8.75, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'GREEN',

```

```
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA30P2HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 0.30, 7.65, 0.30, 8.75, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

===== AULA 29 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESSAULA29P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 0.30, 7.65, 8.90, 17.35, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 33,
XB = 0.30, 7.65, 8.90, 17.35, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29P2RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 0.30, 7.65, 8.90, 17.35, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29P2HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 0.30, 7.65, 8.90, 17.35, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

===== AULA 36 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESSAULA36P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 0.30, 7.65, 17.63, 26.00, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
```

```

        KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',
        KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
        PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA36P2', AGENT_TYPE=2,
        NUMBER_INITIAL_PERSONS= 32,
        XB = 0.30, 7.65, 17.65, 26.00, 7.50, 8.50
        AVATAR_COLOR= 'BLUE',
        COLOR='RED',
        KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',
        KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
        PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA36P2RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
        NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
        XB = 0.30, 7.65, 17.65, 26.00, 7.50, 8.50
        AVATAR_COLOR= 'GREEN',
        COLOR='RED',
        KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',
        KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
        PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA36P2HERDING', AGENT_TYPE=3,
        NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
        XB = 0.30, 7.65, 17.65, 26.00, 7.50, 8.50
        AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
        COLOR='RED',
        KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',
        KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
        PERS_ID = 'Secundaria' /

===== AULA 36.2 =====
&EVAC ID = 'PROFESORES_AULA36_2P2', AGENT_TYPE=2,
        NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
        XB = 0.30, 7.65, 26.35, 34.90, 7.50, 8.50
        AVATAR_COLOR= 'RED',
        COLOR='RED',
        KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta4',
        KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
        PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA36_2P2', AGENT_TYPE=2,
        NUMBER_INITIAL_PERSONS= 32,
        XB = 0.30, 7.65, 26.35, 34.90, 7.50, 8.50
        AVATAR_COLOR= 'BLUE',
        COLOR='RED',
        KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta4',
        KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
        PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA36_2P2RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
        NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
        XB = 0.30, 7.65, 26.35, 34.90, 7.50, 8.50
        AVATAR_COLOR= 'GREEN',
        COLOR='RED',
        KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta4',

```

```
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA36_2P2HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 0.30, 7.65, 26.35, 34.90, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

===== AULA 29.2 =====
&EVAC ID = 'PROFESORSAULA29_2P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 10.50, 17.70, 8.90, 17.35, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_2P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 33,
XB = 10.50, 17.70, 8.90, 17.35, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_2P2RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 10.50, 17.70, 8.90, 17.35, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_2P2HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 10.50, 17.70, 8.90, 17.35, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

===== AULA 29.3 =====
&EVAC ID = 'PROFESORSAULA29_3P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 10.50, 17.70, 17.65, 26.00, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
```

```
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_3P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 33,
XB = 10.50, 17.70, 17.65, 26.00, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_3P2RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 10.50, 17.70, 17.65, 26.00, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_3P2HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 10.50, 17.70, 17.65, 26.00, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

===== AULA 29.4 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA29_4P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 10.50, 17.70, 26.40, 34.85, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_4P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 33,
XB = 10.50, 17.70, 26.40, 34.85, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_4P2RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 10.50, 17.70, 26.40, 34.85, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_4P2HERDING', AGENT_TYPE=3,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,  
XB = 10.50, 17.70, 26.40, 34.85, 7.50, 8.50  
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

===== AULA 22.1 =====

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA22P2', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,  
XB = 12.00, 14.40, 41.90, 44.15, 7.50, 8.50  
AVATAR_COLOR= 'BLUE',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

===== AULA 22.2 =====

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA22_2P2', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,  
XB = 14.90, 17.40, 41.75, 47.30, 7.50, 8.50  
AVATAR_COLOR= 'BLUE',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA22_2P2RATIONAL', AGENT_TYPE=1,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,  
XB = 14.90, 17.40, 41.75, 47.30, 7.50, 8.50  
AVATAR_COLOR= 'GREEN',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA22_2P2HERDING', AGENT_TYPE=3,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,  
XB = 14.90, 17.40, 41.75, 47.30, 7.50, 8.50  
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

===== AULA 35 =====

```
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA35P2', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,  
XB = 45.20, 48.75, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50  
AVATAR_COLOR= 'RED',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA35P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 45.20, 48.75, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

```
===== AULA 35.2 =====
```

```
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA35_2P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 42.40, 45.00, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA35_2P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 42.40, 45.00, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

```
===== AULA 35.3 =====
```

```
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA35_3P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 39.35, 42.10, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA35_3P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
XB = 39.35, 42.10, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

```
===== AULA 35.4 =====
```

```
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA35_4P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 36.45, 39.25, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
```

```
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA35_4P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,
XB = 36.45, 39.25, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA35_4P2RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 36.45, 39.25, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

===== AULA 35.5 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA35_5P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 33.50, 36.20, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA35_5P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,
XB = 33.50, 36.20, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOAULA35_5P2HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 33.50, 36.20, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

===== AULA 33 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA33P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 27.75, 33.20, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA33P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 16,
XB = 27.75, 33.20, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA33P2RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,
XB = 27.75, 33.20, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA33P2HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 27.75, 33.20, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

```
===== AULA 34 =====
```

```
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA34P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 22.00, 27.50, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA34P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 17,
XB = 22.00, 27.50, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA34P2RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 22.00, 27.50, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO NORMATIVO EN MATERIA DE PCI Y DESARROLLO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DE EVACUACIÓN MEDIANTE FDS + EVAC EN UN CENTRO DOCENTE

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA34P2HERDING', AGENT_TYPE=1,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,  
XB = 22.00, 27.50, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50  
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

===== AULA 22.3 =====

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA22_3P2', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 7,  
XB = 18.10, 21.80, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50  
AVATAR_COLOR= 'BLUE',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta6',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA22_3P2HERDING', AGENT_TYPE=3,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,  
XB = 18.10, 21.80, 52.20, 57.50, 7.50, 8.50  
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta6',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

===== AULA 29.5 =====

```
&EVAC ID = 'PROFESORESALA29_5P2', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,  
XB = 0.35, 7.70, 35.20, 44.10, 7.50, 8.50  
AVATAR_COLOR= 'RED',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_5P2', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 33,  
XB = 0.35, 7.70, 35.20, 44.10, 7.50, 8.50  
AVATAR_COLOR= 'BLUE',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_5P2RATIONAL', AGENT_TYPE=1,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,  
XB = 0.35, 7.70, 35.20, 44.10, 7.50, 8.50  
AVATAR_COLOR= 'GREEN',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_5P2HERDING', AGENT_TYPE=3,
```

```
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 0.35, 7.70, 35.20, 44.10,7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta5',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

===== AULA 29.6 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA29_6P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 0.35, 7.70, 44.40, 52.80, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta6',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_6P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 33,
XB = 0.35, 7.70, 44.40, 52.80, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta6',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_6P2RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 0.35, 7.70, 44.40, 52.80, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta6',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_6P2HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 0.35, 7.70, 44.40, 52.80, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta6',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

===== AULA 29.7 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA29_7P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 17.70, 26.50, 48.70, 42.15, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta6',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_7P2', AGENT_TYPE=2,
```

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO NORMATIVO EN MATERIA DE PCI Y DESARROLLO DE UN
MODELO DE SIMULACIÓN DE EVACUACIÓN MEDIANTE FDS + EVAC EN UN CENTRO DOCENTE

```
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 33,  
XB = 19.00, 26.50, 48.70, 42.15, 7.50, 8.50  
AVATAR_COLOR= 'BLUE',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta6',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Secundaria' /  
  
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_7P2RATIONAL', AGENT_TYPE=1,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,  
XB = 19.00, 26.50, 48.70, 42.15, 7.50, 8.50  
AVATAR_COLOR= 'GREEN',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta6',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Secundaria' /  
  
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_7P2HERDING', AGENT_TYPE=3,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,  
XB = 19.00, 26.50, 48.70, 42.15, 7.50, 8.50  
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta6',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Secundaria' /  
  
===== AULA 29.8 =====  
&EVAC ID = 'PROFESORESALA29_8P2', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,  
XB = 26.70, 35.50, 48.70, 42.15, 7.50, 8.50  
AVATAR_COLOR= 'RED',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Profesor' /  
  
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_8P2', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 33,  
XB = 26.70, 35.50, 48.70, 42.15, 7.50, 8.50  
AVATAR_COLOR= 'BLUE',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Secundaria' /  
  
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_8P2RATIONAL', AGENT_TYPE=1,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,  
XB = 26.70, 35.50, 48.70, 42.15, 7.50, 8.50  
AVATAR_COLOR= 'GREEN',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Secundaria' /  
  
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_8P2HERDING', AGENT_TYPE=3,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,  
XB = 26.70, 35.50, 48.70, 42.15, 7.50, 8.50
```

```
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

```
===== AULA 29.9 =====
```

```
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA29_9P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 35.60, 43.90, 48.70, 42.15, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_9P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 33,
XB = 35.60, 43.90, 48.70, 42.15, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_9P2RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 35.60, 43.90, 48.70, 42.15, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_9P2HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 35.60, 43.90, 48.70, 42.15, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
===== AULA 29.10 =====
```

```
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA29_10P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 44.10, 52.80, 48.70, 42.15, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_10P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 33,
XB = 44.10, 52.80, 48.70, 42.15, 7.50, 8.50
```

```
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_10P2RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 44.10, 52.80, 48.70, 42.15, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_10P2HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 44.10, 52.80, 48.70, 42.15, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta7',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

===== AULA 32 =====
&EVAC ID = 'PROFESORSAULA32P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 0.35, 13.60, 53.20, 59.90, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta6',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA32P2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 52,
XB = 0.35, 13.60, 53.20, 59.90, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta6',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA32P2RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,
XB = 0.35, 13.60, 53.20, 59.90, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta6',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA32P2HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,
XB = 0.35, 13.60, 53.20, 59.90, 7.50, 8.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
```

```

        KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta6',
        KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
        PERS_ID = 'Secundaria' /

===== Posicionamiento inicial de los humanos PLANTA 1 =====
===== AULA 30 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA30P1', AGENT_TYPE=2,
        NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
        XB = 0.30, 7.65, 0.30, 8.75, 4.00, 5.00
        AVATAR_COLOR= 'RED',
        COLOR='RED',
        KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1','SalidaEdificio1'
        KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
        PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA30P1', AGENT_TYPE=2,
        NUMBER_INITIAL_PERSONS= 33,
        XB = 0.30, 7.65, 0.30, 8.75, 4.00, 5.00
        AVATAR_COLOR= 'BLUE',
        COLOR='RED',
        KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1','SalidaEdificio1'
        KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
        PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA30P1RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
        NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
        XB = 0.30, 7.65, 0.30, 8.75, 4.00, 5.00
        AVATAR_COLOR= 'GREEN',
        COLOR='RED',
        KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1','SalidaEdificio1'
        KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
        PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA30P1HERDING', AGENT_TYPE=3,
        NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,
        XB = 0.30, 7.65, 0.30, 8.75, 4.00, 5.00
        AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
        COLOR='RED',
        KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1','SalidaEdificio1'
        KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
        PERS_ID = 'Primaria' /

===== AULA 29 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESSAULA29P1', AGENT_TYPE=2,
        NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
        XB = 0.30, 7.65, 8.90, 17.35, 4.00, 5.00
        AVATAR_COLOR= 'RED',
        COLOR='RED',
        KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1','SalidaEdificio1'
        KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
        PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29P1', AGENT_TYPE=2,
        NUMBER_INITIAL_PERSONS= 34,
        XB = 0.30, 7.65, 8.90, 17.35, 4.00, 5.00
        AVATAR_COLOR= 'BLUE',

```

```
    COLOR='RED',
    KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1','SalidaEdificio1'
    KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
    PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29P1RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
    NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
    XB = 0.30, 7.65, 8.90, 17.35, 4.00, 5.00
    AVATAR_COLOR= 'GREEN',
    COLOR='RED',
    KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1','SalidaEdificio1'
    KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
    PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29P1HERDING', AGENT_TYPE=3,
    NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,
    XB = 0.30, 7.65, 8.90, 17.35, 4.00, 5.00
    AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
    COLOR='RED',
    KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1','SalidaEdificio1'
    KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
    PERS_ID = 'Primaria' /

===== AULA 29.4 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESSAULA29_4P1', AGENT_TYPE=2,
    NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
    XB = 0.30, 7.65, 17.65, 26.00, 4.00, 5.00
    AVATAR_COLOR= 'RED',
    COLOR='RED',
    KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1','SalidaEdificio1'
    KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
    PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_4P1', AGENT_TYPE=2,
    NUMBER_INITIAL_PERSONS= 34,
    XB = 0.30, 7.65, 17.65, 26.00, 4.00, 5.00
    AVATAR_COLOR= 'BLUE',
    COLOR='RED',
    KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1','SalidaEdificio1'
    KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
    PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_4P1RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
    NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
    XB = 0.30, 7.65, 17.65, 26.00, 4.00, 5.00
    AVATAR_COLOR= 'GREEN',
    COLOR='RED',
    KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1','SalidaEdificio1'
    KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
    PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_4P1HERDING', AGENT_TYPE=3,
    NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,
    XB = 0.30, 7.65, 17.65, 26.00, 4.00, 5.00
    AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
    COLOR='RED',
    KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1','SalidaEdificio1'
```

KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
 PERS_ID = 'Primaria' /

===== AULA 31 =====

&EVAC ID = 'PROFESORESAULA31P1', AGENT_TYPE=2,
 NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
 XB = 0.30, 7.65, 26.35,34.90, 4.00, 5.00
 AVATAR_COLOR= 'RED',
 COLOR='RED',
 KNOWN_DOOR_NAMES = 'Escalera5',
 KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
 PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA31P1', AGENT_TYPE=2,
 NUMBER_INITIAL_PERSONS= 33,
 XB = 0.30, 7.65, 26.35,34.90, 4.00, 5.00
 AVATAR_COLOR= 'BLUE',
 COLOR='RED',
 KNOWN_DOOR_NAMES = 'Escalera5',
 KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
 PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA31P1RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
 NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
 XB = 0.30, 7.65, 26.35,34.90, 4.00, 5.00
 AVATAR_COLOR= 'GREEN',
 COLOR='RED',
 KNOWN_DOOR_NAMES = 'Escalera5',
 KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
 PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA31P1HERDING', AGENT_TYPE=3,
 NUMBER_INITIAL_PERSONS= 4,
 XB = 0.30, 7.65, 26.35,34.90, 4.00, 5.00
 AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
 COLOR='RED',
 KNOWN_DOOR_NAMES = 'Escalera5',
 KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
 PERS_ID = 'Primaria' /

===== AULA 29.2 =====

&EVAC ID = 'PROFESORESAULA29_2P1', AGENT_TYPE=2,
 NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
 XB = 10.50, 17.70, 8.90, 17.35, 4.00, 5.00
 AVATAR_COLOR= 'RED',
 COLOR='RED',
 KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlantal','SalidaEdificio1'
 KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
 PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_2P1', AGENT_TYPE=2,
 NUMBER_INITIAL_PERSONS= 34,
 XB = 10.50, 17.70, 8.90, 17.35, 4.00, 5.00
 AVATAR_COLOR= 'BLUE',
 COLOR='RED',
 KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlantal','SalidaEdificio1'

```
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_2P1RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 10.50, 17.70, 8.90, 17.35, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1','SalidaEdificio1'
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_2P1HERDING', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,
XB = 10.50, 17.70, 8.90, 17.35, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1','SalidaEdificio1'
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

===== AULA 29.3 =====
&EVAC ID = 'PROFESORSAULA29_3P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 10.50, 17.70, 17.65, 26.00, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1','SalidaEdificio1'
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_3P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 34,
XB = 10.50, 17.70, 17.65, 26.00, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1','SalidaEdificio1'
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_3P1RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 10.50, 17.70, 17.65, 26.00, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1','SalidaEdificio1'
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_3P1HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,
XB = 10.50, 17.70, 17.65, 26.00, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta1','SalidaEdificio1'
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
===== AULA 29.5 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA29_5P1', AGENT_TYPE=2,
  NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
  XB = 10.50, 17.70, 26.40, 34.85, 4.00, 5.00
  AVATAR_COLOR= 'RED',
  COLOR='RED',
  KNOWN_DOOR_NAMES = 'Escalera5',
  KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
  PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_5P1', AGENT_TYPE=2,
  NUMBER_INITIAL_PERSONS= 34,
  XB = 10.50, 17.70, 26.40, 34.85, 4.00, 5.00
  AVATAR_COLOR= 'BLUE',
  COLOR='RED',
  KNOWN_DOOR_NAMES = 'Escalera5',
  KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
  PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_5P1RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
  NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
  XB = 10.50, 17.70, 26.40, 34.85, 4.00, 5.00
  AVATAR_COLOR= 'GREEN',
  COLOR='RED',
  KNOWN_DOOR_NAMES = 'Escalera5',
  KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
  PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_5P1HERDING', AGENT_TYPE=3,
  NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,
  XB = 10.50, 17.70, 26.40, 34.85, 4.00, 5.00
  AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
  COLOR='RED',
  KNOWN_DOOR_NAMES = 'Escalera5',
  KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
  PERS_ID = 'Primaria' /

===== AULA 22.1 =====
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA22P1', AGENT_TYPE=2,
  NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
  XB = 12.00, 14.40, 41.90, 44.15, 4.00, 5.00
  AVATAR_COLOR= 'BLUE',
  COLOR='RED',
  KNOWN_DOOR_NAMES = 'Escalera5',
  KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
  PERS_ID = 'Primaria' /

===== AULA 22.2 =====
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA22_2P1', AGENT_TYPE=2,
  NUMBER_INITIAL_PERSONS= 6,
  XB = 14.90, 17.40, 41.75, 47.30, 4.00, 5.00
  AVATAR_COLOR= 'BLUE',
  COLOR='RED',
  KNOWN_DOOR_NAMES = 'Escalera5',
  KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
```

```
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA22_2P1HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 14.90, 17.40, 41.75, 47.30, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'Escalera5',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

===== AULA 35 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA35P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 45.20, 48.75, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA35P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,
XB = 45.20, 48.75, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA35P1HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 45.20, 48.75, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

===== AULA 35.2 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA35_2P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 42.40, 45.00, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA35_2P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,
XB = 42.40, 45.00, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA35_2P1HERDING', AGENT_TYPE=3,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,  
XB = 42.40, 45.00, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00  
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
===== AULA 35.3 =====
```

```
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA35_3P1', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,  
XB = 39.35, 42.10, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00  
AVATAR_COLOR= 'RED',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA35_3P1', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,  
AVATAR_COLOR= 'BLUE',  
XB = 39.35, 42.10, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA35_3P1HERDING', AGENT_TYPE=3,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,  
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',  
XB = 39.35, 42.10, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
===== AULA 35.4 =====
```

```
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA35_4P1', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,  
XB = 36.45, 39.25, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00  
AVATAR_COLOR= 'RED',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA35_4P1', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,  
XB = 36.45, 39.25, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00  
AVATAR_COLOR= 'BLUE',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA35_4P1HERDING', AGENT_TYPE=3,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,  
XB = 36.45, 39.25, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00  
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Primaria' /
```

===== AULA 35.5 =====

```
&EVAC ID = 'PROFESORSAULA35_5P1', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,  
XB = 33.50, 36.20, 52.20, 57.50, 4.00,5.00  
AVATAR_COLOR= 'RED',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA35_5P1', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,  
XB = 33.50, 36.20, 52.20, 57.50, 4.00,5.00  
AVATAR_COLOR= 'BLUE',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA35_5P1HERDING', AGENT_TYPE=3,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,  
XB = 33.50, 36.20, 52.20, 57.50, 4.00,5.00  
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Primaria' /
```

===== AULA 33 =====

```
&EVAC ID = 'PROFESORSAULA33P1', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,  
XB = 27.75, 33.20, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00  
AVATAR_COLOR= 'RED',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA33P1', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 12,  
XB = 27.75, 33.20, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00  
AVATAR_COLOR= 'BLUE',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA33P1RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,
XB = 27.75, 33.20, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA33P1HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,
XB = 27.75, 33.20, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
===== AULA 34 =====
```

```
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA34P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 22.00, 27.50, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA34P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 12,
XB = 22.00, 27.50, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA34P1RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,
XB = 22.00, 27.50, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA34P1HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,
XB = 22.00, 27.50, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
===== AULA 22.3 =====
```

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO NORMATIVO EN MATERIA DE PCI Y DESARROLLO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DE EVACUACIÓN MEDIANTE FDS + EVAC EN UN CENTRO DOCENTE

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA22_3P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 7,
XB = 18.10, 21.80, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA22_3P1HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 18.10, 21.80, 52.20, 57.50, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

===== AULA 29.6 =====

```
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA29_6P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 0.35, 7.70, 44.40, 52.80, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'Escalera5',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_6P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 34,
XB = 0.35, 7.70, 44.40, 52.80, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'Escalera5',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_6P1RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 0.35, 7.70, 44.40, 52.80, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'Escalera5',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_6P1HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,
XB = 0.35, 7.70, 44.40, 52.80, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'Escalera5',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

===== AULA 29.7 =====

```
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA29_7P1', AGENT_TYPE=2,
```

```

NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 17.70, 26.50, 48.70, 42.15, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_7P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 34,
XB = 19.0, 26.50, 48.70, 42.15, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_7P1RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 19.00, 26.50, 48.70, 42.15, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_7P1HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,
XB = 19.00, 26.50, 48.70, 42.15, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

===== AULA 29.8 =====
&EVAC ID = 'PROFESORES AULA29_8P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 26.70, 35.45, 48.70, 42.15, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_8P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 34,
XB = 26.70, 35.45, 48.70, 42.15, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_8P1RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,

```

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO NORMATIVO EN MATERIA DE PCI Y DESARROLLO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DE EVACUACIÓN MEDIANTE FDS + EVAC EN UN CENTRO DOCENTE

```
XB = 26.70, 35.45, 48.70, 42.15, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_8P1HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,
XB = 26.70, 35.45, 48.70, 42.15, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

===== AULA 29.9 =====

```
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA29_9P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 35.60, 43.90, 48.70, 42.15, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_9P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 34,
XB = 35.60, 43.90, 48.70, 42.15, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_9P1RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 35.60, 43.90, 48.70, 42.15, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

```
&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_9P1HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,
XB = 35.60, 43.90, 48.70, 42.15, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /
```

===== AULA 29.10 =====

```
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA29_10P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 44.10, 52.80, 48.70, 42.15, 4.00, 5.00
```

```

AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_10P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 34,
XB = 44.10, 52.80, 48.70, 42.15, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_10P1RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 44.10, 52.80, 48.70, 42.15, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA29_10P1HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,
XB = 44.10, 52.80, 48.70, 42.15, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

===== AULA 32 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA32P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 0.35, 13.55, 53.20, 59.90, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA32P1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 52,
XB = 0.35, 13.55, 53.20, 59.90, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA32P1RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,
XB = 0.35, 13.55, 53.20, 59.90, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'GREEN',

```

```
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA32P1HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 9,
XB = 0.35, 13.55, 53.20, 59.90, 4.00, 5.00
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaPlanta2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

==== Posicionamiento inicial de los humanos PLANTA BAJA ====
===== AULA 20.1 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA20_1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 0.30, 7.65, 0.30, 8.75, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio1',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA30', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 21,
XB = 0.30, 7.65, 0.30, 8.75, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio1',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Infantil' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA30HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 8,
XB = 0.30, 7.65, 0.30, 8.75, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio1',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Infantil' /

===== AULA 20.2 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESSAULA20_2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 0.30, 7.65, 8.90, 17.35, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio1',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA20_2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 27,
XB = 0.30, 7.65, 8.90, 17.35, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
```

```
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio1',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Infantil' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA20_2HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,
XB = 0.30, 7.65, 8.90, 17.35, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio1',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Infantil' /

===== AULA 20.3 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESSAULA20_3', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 0.30, 7.65, 17.65, 26.05, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA20_3', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 26,
XB = 0.30, 7.65, 17.65, 26.05, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Infantil' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA20_3HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 0.30, 7.65, 17.65, 26.05, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Infantil' /

===== AULA 20.4 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA20_4', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 0.30, 7.65, 26.35, 34.90, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA20_4', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 26,
XB = 0.30, 7.65, 26.35, 34.90, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
```

```
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Infantil' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA20_4HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 0.30, 7.65, 26.35, 34.90, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Infantil' /

===== AULA 21 (PLASTICA) =====
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA21', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 10.50, 17.70, 8.90, 17.35, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio1',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA21', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 32,
XB = 10.50, 17.70, 8.90, 17.35, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio1',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA21HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 8,
XB = 10.50, 17.70, 8.90, 17.35, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio1',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

===== AULA 19 (AULA ESPECIAL) =====
&EVAC ID = 'PROFESORESAULA19', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 10.50, 17.70, 17.65, 25.00, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA19', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 27,
XB = 10.50, 17.70, 17.65, 25.00, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
```

```
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Infantil' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSAULA19HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 11,
XB = 10.50, 17.70,17.65,25.00, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Infantil' /

===== ASEOS 22.1 =====
&EVAC ID = 'ALUMNOSASEOS22_1', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 7,
XB = 10.50, 17.70, 25.75, 30.00, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaAseos22_1',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Infantil' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSASEOS22_1HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 10.50, 17.70, 25.75, 30.00, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaAseos22_1',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Infantil' /

===== ASEOS 22.2 =====
&EVAC ID = 'ALUMNOSASEOS22_2', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 7,
XB = 10.50, 17.70, 30.15, 34.85, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaAseos22_2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Infantil' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSASEOS22_2HERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 10.50, 17.70, 30.15, 34.85, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaAseos22_2',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Infantil' /

===== SALA PROFESORES 12 =====
&EVAC ID = 'SALAPROFESORES12', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 15,
XB = 35.15, 48.75, 52.20, 57.50, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
```

```
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio4',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
===== JEFE DE ESTUDIOS 10 =====
```

```
&EVAC ID = 'JEFEESTUDIOS10', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,  
XB = 32.35, 35.00, 52.20, 57.50, 0.50, 1.50  
AVATAR_COLOR= 'BLUE',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio4',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
===== DESPACHO ORIENTACION 9 =====
```

```
&EVAC ID = 'DESPACHOORIENTACION9', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 4,  
XB = 29.35, 32.20, 52.20, 57.50, 0.50, 1.50  
AVATAR_COLOR= 'BLUE',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio4',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
===== DESPACHO ALUMNOS 8 =====
```

```
&EVAC ID = 'DESPACHOALUMNOS8', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,  
XB = 26.05, 29.20, 52.20, 57.50, 0.50, 1.50  
AVATAR_COLOR= 'RED',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio4',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

```
&EVAC ID = 'DESPACHOALUMNOS8RATIONAL', AGENT_TYPE=1,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,  
XB = 26.05, 29.20, 52.20, 57.50, 0.50, 1.50  
AVATAR_COLOR= 'GREEN',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio4',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Secundaria' /
```

```
===== DIRECCION 11 =====
```

```
&EVAC ID = 'DIRECCION11', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,  
XB = 22.00, 25.90, 52.20, 57.50, 0.50, 1.50  
AVATAR_COLOR= 'BLUE',  
COLOR='RED',  
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio4',  
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,  
PERS_ID = 'Profesor' /
```

```
===== ASEOS PROFESORES 7 =====
```

```
&EVAC ID = 'ASEOSPROFESORES7', AGENT_TYPE=2,  
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 7,
```

```
XB = 18.10, 21.80, 52.20, 57.50, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

===== CAFETERIA 13 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESCAFETERIA13', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 14.85, 25.35, 44.45, 49.55, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaCafeteria',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSCAFETERIA13PRIMARIA', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 12,
XB = 14.85, 25.35, 44.45, 49.55, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaCafeteria',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSCAFETERIA13PRIMARIARATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,
XB = 14.85, 25.35, 44.45, 49.55, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaCafeteria',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSCAFETERIA13PRIMARIAHERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 6,
XB = 14.85, 25.35, 44.45, 49.55, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaCafeteria',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSCAFETERIA13SECUNDARIA', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 12,
XB = 14.85, 25.35, 44.45, 49.55, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaCafeteria',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSCAFETERIA13SECUNDARIARATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 4,
XB = 14.85, 25.35, 44.45, 49.55, 0.50, 1.50
```

```
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaCafeteria',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSCAFETERIA13SECUNDARIAHERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,
XB = 14.85, 25.35, 44.45, 49.55, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaCafeteria',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

===== BIBLIOTECA 18 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESBIIBLIOTECA18', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 25.55, 48.60, 44.45, 49.55, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSBIIBLIOTECA18PRIMARIA', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 20,
XB = 25.55, 48.60, 44.45, 49.55, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSBIIBLIOTECA18PRIMARIARATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 25.55, 48.60, 44.45, 49.55, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSBIIBLIOTECA18PRIMARIAHERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,
XB = 25.55, 48.60, 44.45, 49.55, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSBIIBLIOTECA18SECUNDARIA', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 21,
XB = 25.55, 48.60, 44.45, 49.55, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
```

```
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSBIBLIOTECA18SECUNDARIARATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 6,
XB = 25.55, 48.60, 44.45, 49.55, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSBIBLIOTECA18SECUNDARIAHERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,
XB = 25.55, 48.60, 44.45, 49.55, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio4',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

===== DESPACHO SECRETARIA 6 =====
&EVAC ID = 'DESPACHOSECRETARIA6', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 4,
XB = 10.60, 13.90, 53.60, 58.85, 0.5,1.5
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

===== SECRETARIA 5 =====
&EVAC ID = 'SECRETARIA5', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 13,
XB = 1.15, 10.45, 58.85, 51.65, 0.5,1.5
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

===== ASEOS NO DOCENTE 14 =====
&EVAC ID = 'ALUMNOSASEOS14', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 5,
XB = -2.00, 0.85, 58.85, 51.65, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSASEOS14RATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = -2.00, 0.85, 58.85, 51.65, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
```

```

    COLOR='RED',
    KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
    KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
    PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSASEOS14HERDING', AGENT_TYPE=3,
    NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
    XB = -2.00, 0.85, 58.85, 51.65, 0.50, 1.50
    AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
    COLOR='RED',
    KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
    KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
    PERS_ID = 'Primaria' /

===== CONTROL 3 =====
&EVAC ID = 'CONTROL3', AGENT_TYPE=2,
    NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,
    XB = 1.00, 4.20, 47.90, 49.85, 0.50, 1.50
    AVATAR_COLOR= 'BLUE',
    COLOR='RED',
    KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
    KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
    PERS_ID = 'Profesor' /

===== CONSERJERIA 2 =====
&EVAC ID = 'CONSERJERIA2', AGENT_TYPE=2,
    NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
    XB = 1.00, 4.20, 44.00, 47.95, 0.50, 1.50
    AVATAR_COLOR= 'BLUE',
    COLOR='RED',
    KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
    KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
    PERS_ID = 'Profesor' /

===== AMPAS 4 =====
&EVAC ID = 'AMPAS4', AGENT_TYPE=2,
    NUMBER_INITIAL_PERSONS= 4,
    XB = -2.35, 0.75, 44.00, 49.85, 0.50, 1.50
    AVATAR_COLOR= 'BLUE',
    COLOR='RED',
    KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
    KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
    PERS_ID = 'Profesor' /

===== ALMACEN 17 =====
&EVAC ID = 'ALMACEN17', AGENT_TYPE=2,
    NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,
    XB = -11.30, -2.30, 44.00, 49.85, 0.50, 1.50
    AVATAR_COLOR= 'BLUE',
    COLOR='RED',
    KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaAlmacen',
    KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
    PERS_ID = 'Profesor' /

===== VESTIBULO 1 =====
&EVAC ID = 'PROFESORESVESTIBULO1', AGENT_TYPE=2,
    NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
```

```
XB = 0.40, 7.05, 35.60, 43.90, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'BLUE',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Profesor' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSVESTIBULO1PRIMARIA', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 6,
XB = 0.40, 7.05, 35.60, 43.90, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSVESTIBULO1PRIMARIARATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 0.40, 7.05, 35.60, 43.90, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSVESTIBULO1PRIMARIAHERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 2,
XB = 0.40, 7.05, 35.60, 43.90, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Primaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSVESTIBULO1SECUNDARIA', AGENT_TYPE=2,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 3,
XB = 0.40, 7.05, 35.60, 43.90, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'RED',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSVESTIBULO1SECUNDARIARATIONAL', AGENT_TYPE=1,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 0.40, 7.05, 35.60, 43.90, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'GREEN',
COLOR='RED',
KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
PERS_ID = 'Secundaria' /

&EVAC ID = 'ALUMNOSVESTIBULO1SECUNDARIAHERDING', AGENT_TYPE=3,
NUMBER_INITIAL_PERSONS= 1,
XB = 0.40, 7.05, 35.60, 43.90, 0.50, 1.50
AVATAR_COLOR= 'YELLOW',
```

```
    COLOR='RED',
    KNOWN_DOOR_NAMES = 'SalidaEdificio3',
    KNOWN_DOOR_PROBS = 1.0,
    PERS_ID = 'Secundaria' /

===== Generacion de los archivos de salida =====
    Next line could be used to plot the evacuation flow fields:
    SLCF PBZ = 1.500, QUANTITY = 'VELOCITY', VECTOR = .TRUE.,
EVACUATION=.TRUE. /

    Next lines are ordianry Fds fire output
    SLCF PBZ=1.75, QUANTITY= 'VISIBILITY', CELL_CENTERED=.TRUE. /
    SLCF PBZ=1.75, QUANTITY= 'EXTINCTION COEFFICIENT',
CELL_CENTERED=.TRUE. /
    SLCF PBZ=1.75, QUANTITY= 'VOLUME FRACTION', SPEC_ID='SOOT',
CELL_CENTERED=.TRUE. /
    SLCF PBZ=1.75, QUANTITY= 'DENSITY', SPEC_ID='SOOT',
CELL_CENTERED=.TRUE. /

===== Finalizacion de los archivos de salida =====
&TAIL
```

ANEXO III. ILUSTRACIONES DE LA EVACUACIÓN

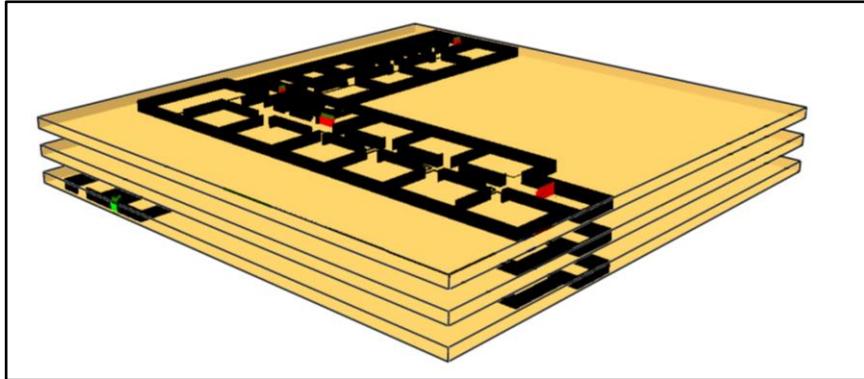


Ilustración 1. Geometría del edificio en Smokeview

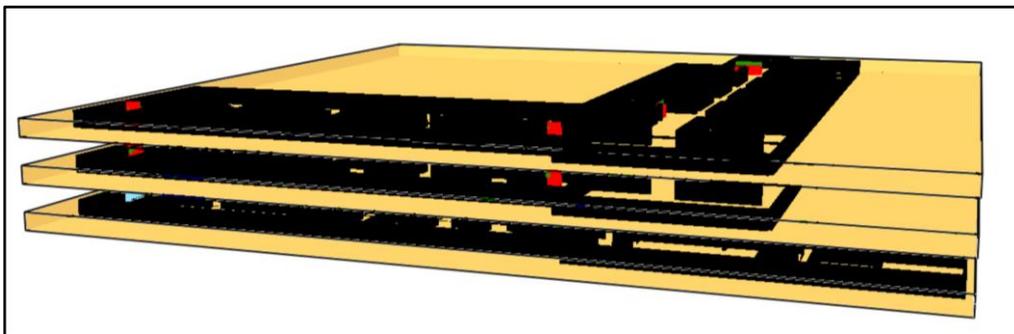


Ilustración 2. Geometría del edificio en Smokeview (I)

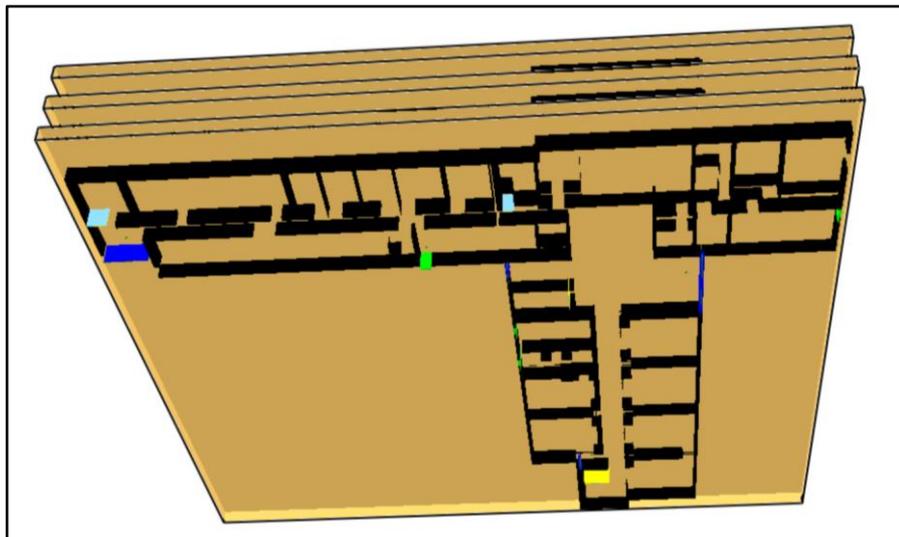


Ilustración 3. Geometría del edificio en Smokeview (II)

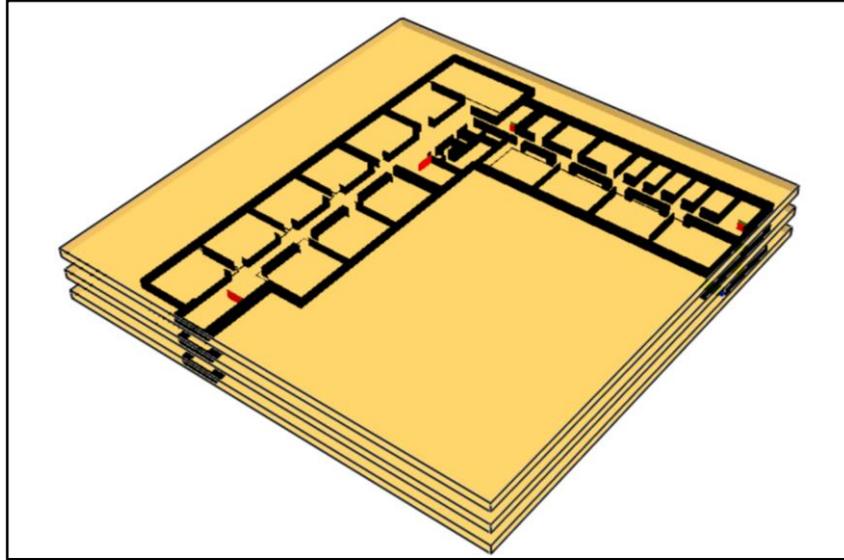


Ilustración 4. Geometría del edificio en Smokeview (III)

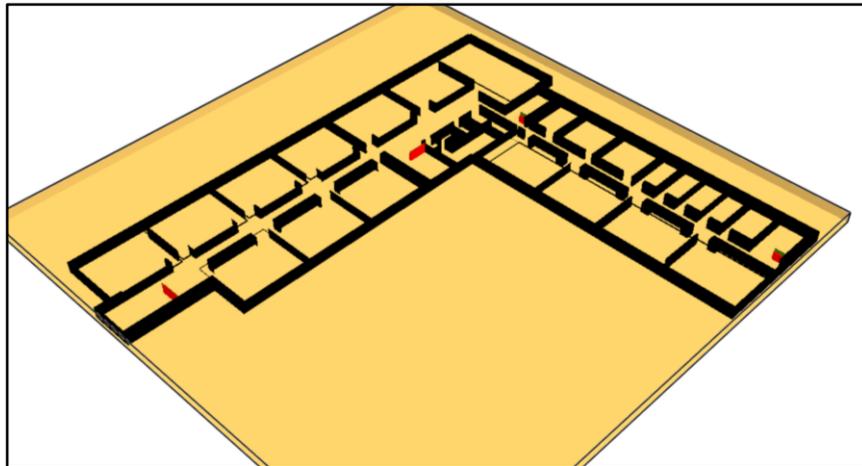


Ilustración 5. Planta Dos sin ocupación

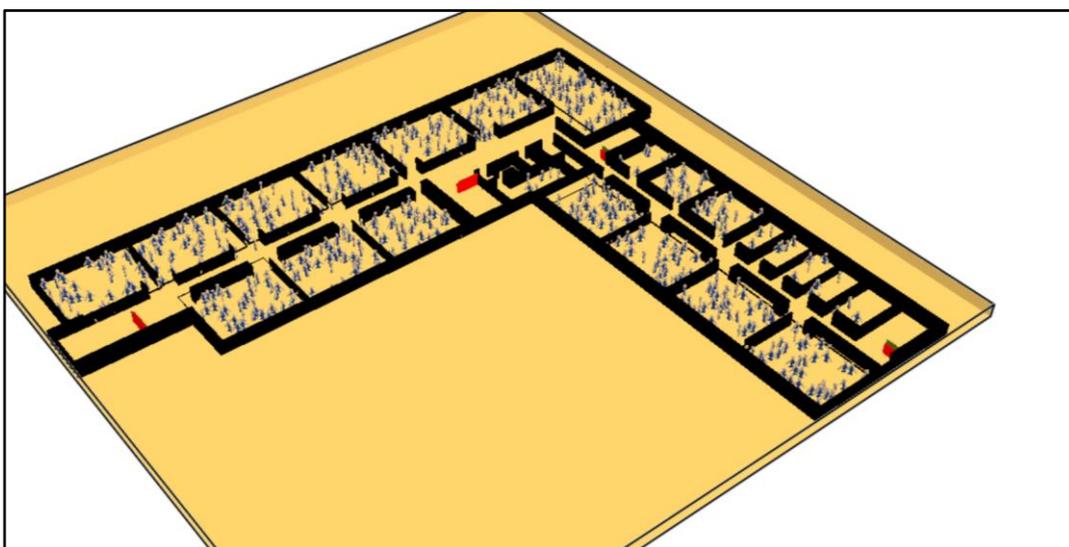


Ilustración 6. Planta Dos en $t=0s$

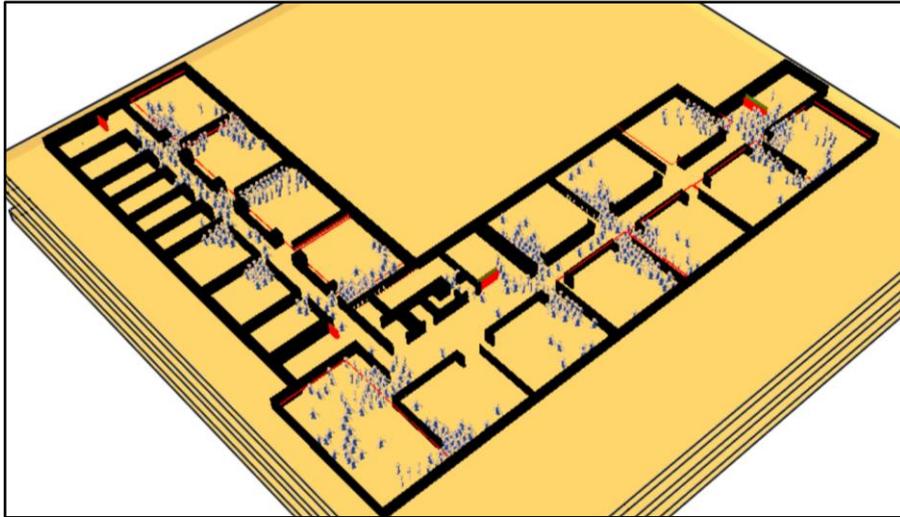


Ilustración 7. Planta Dos en t=30s

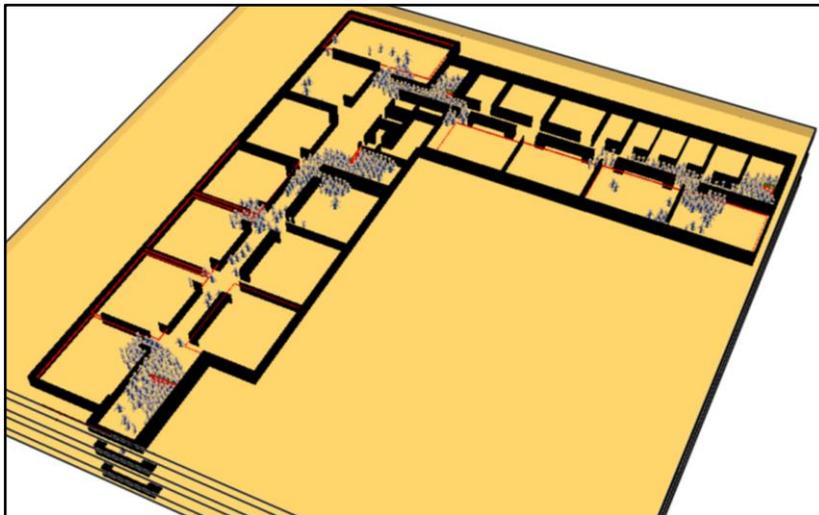


Ilustración 8. Planta Dos en t=60s

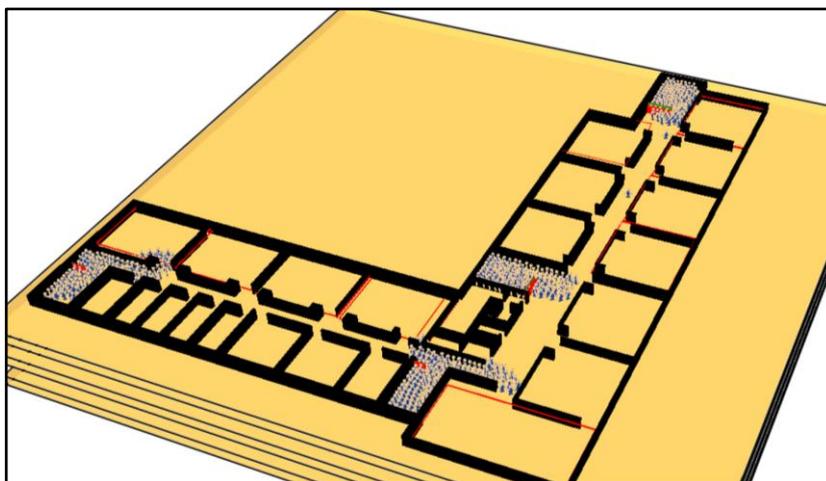


Ilustración 9. Planta Dos en t=120s

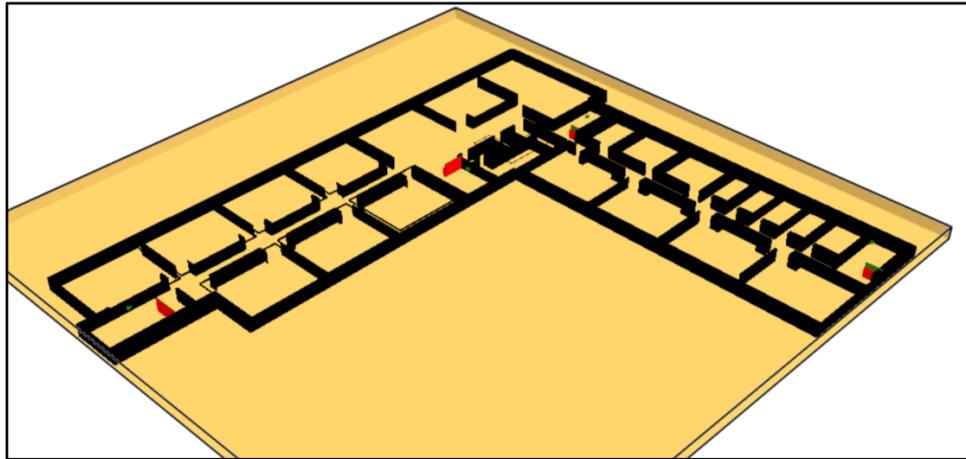


Ilustración 10. Planta Uno sin ocupación

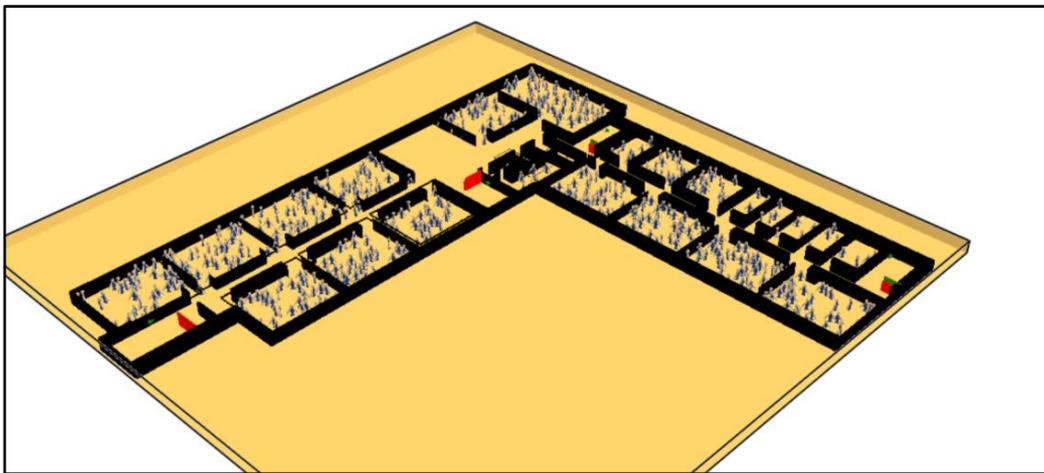


Ilustración 11. Planta Uno en t=0s

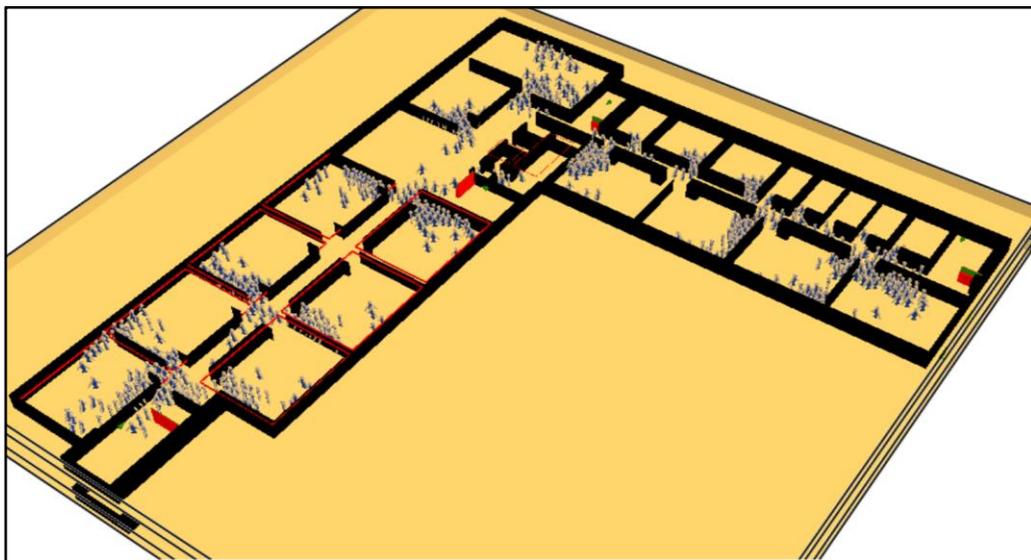


Ilustración 12. Planta Uno en t=30s

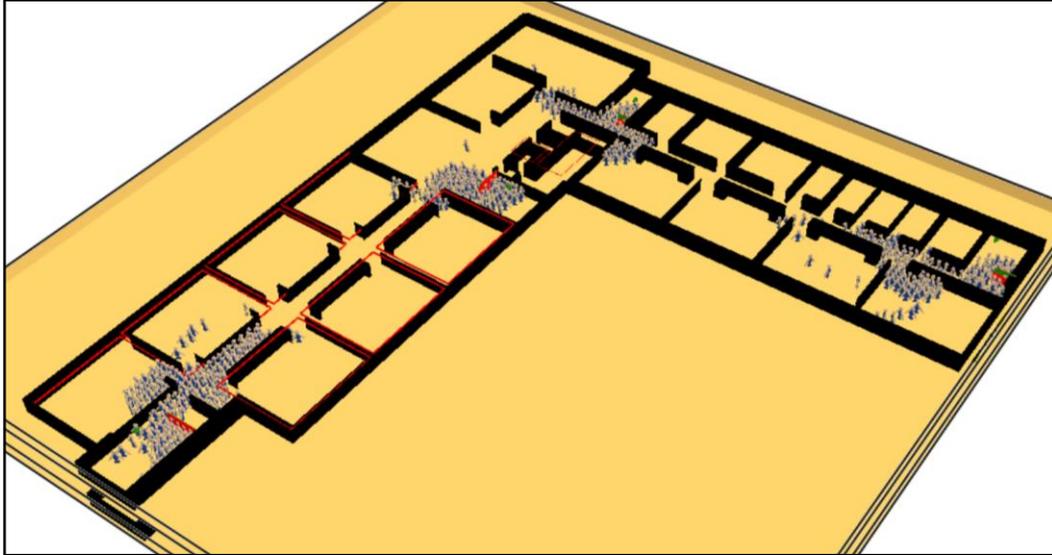


Ilustración 13. Planta Uno en t=60s

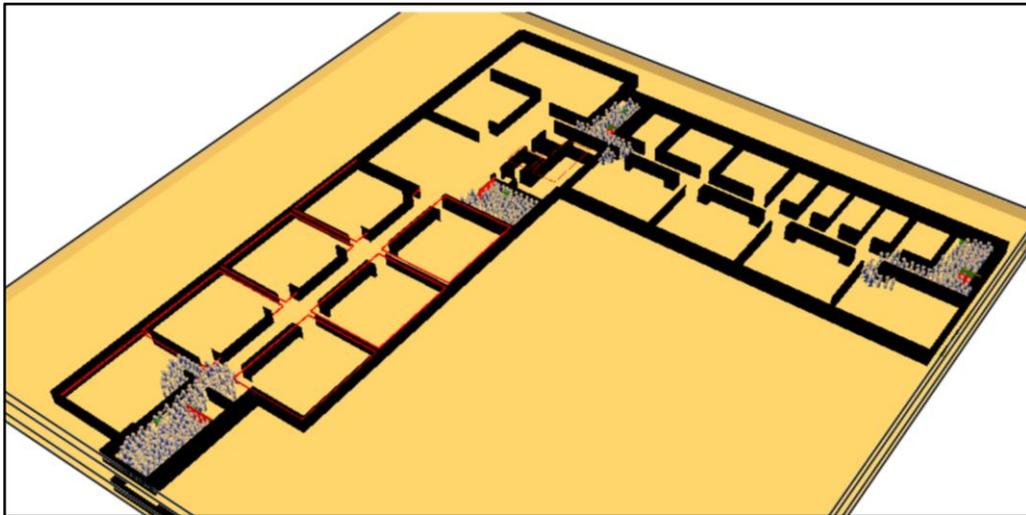


Ilustración 14. Planta Uno en t=120s

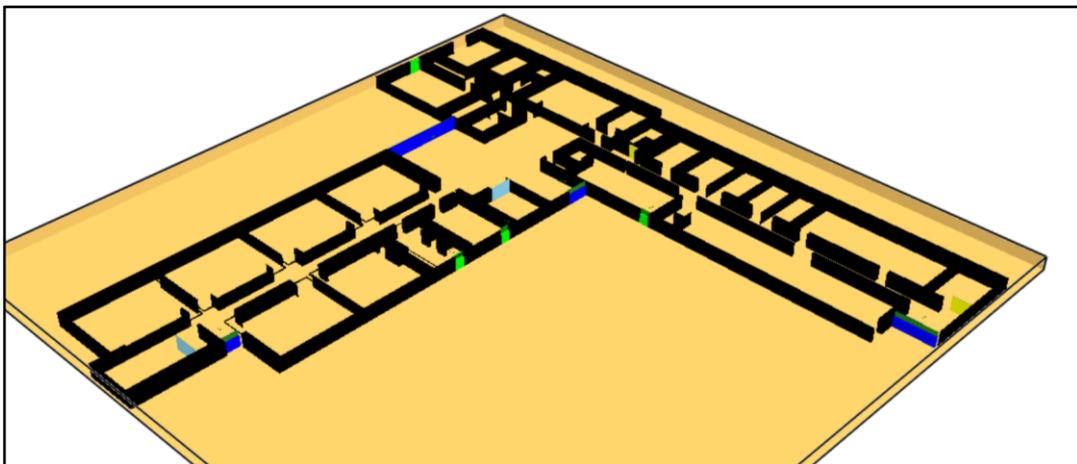


Ilustración 15. Planta Baja sin ocupación

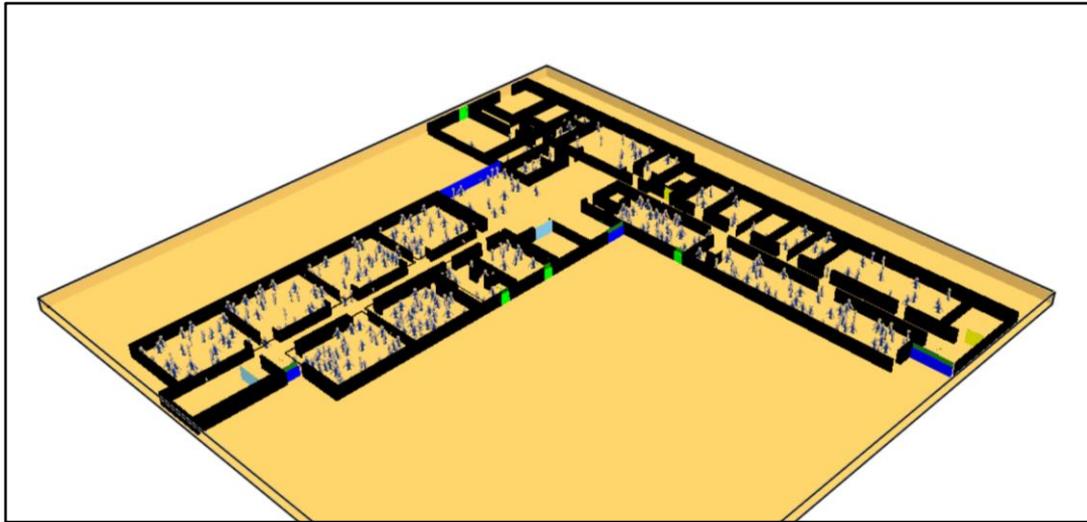


Ilustración 16. Planta Baja en t=0s

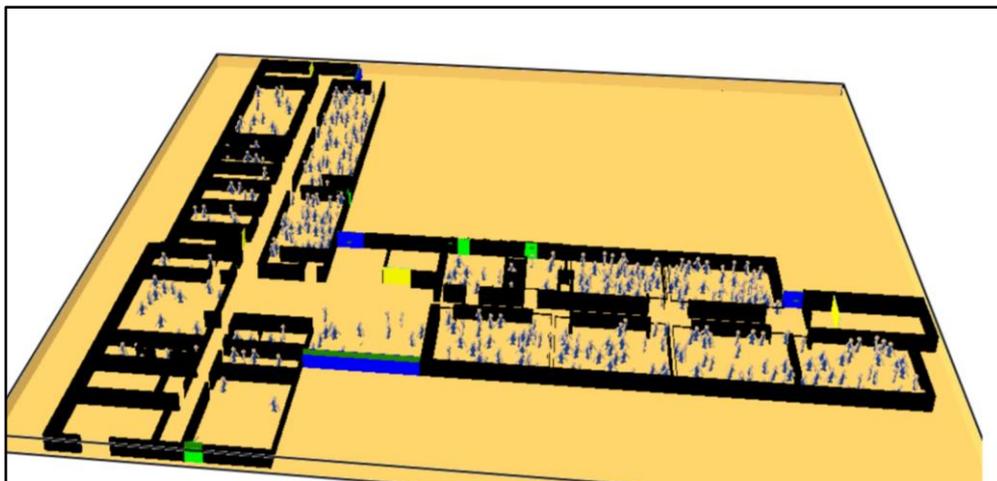


Ilustración 17. Planta Baja en t=0s (I)

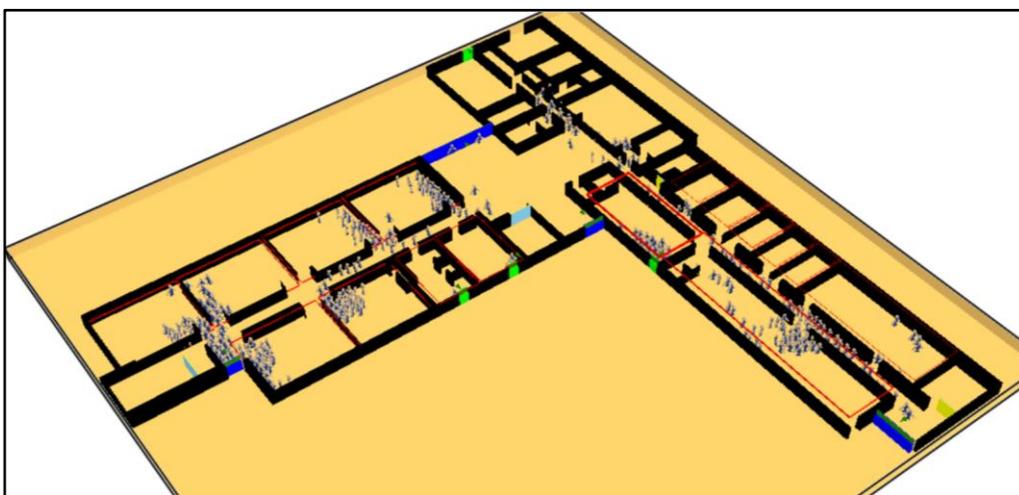


Ilustración 18. Planta Baja en t=30s

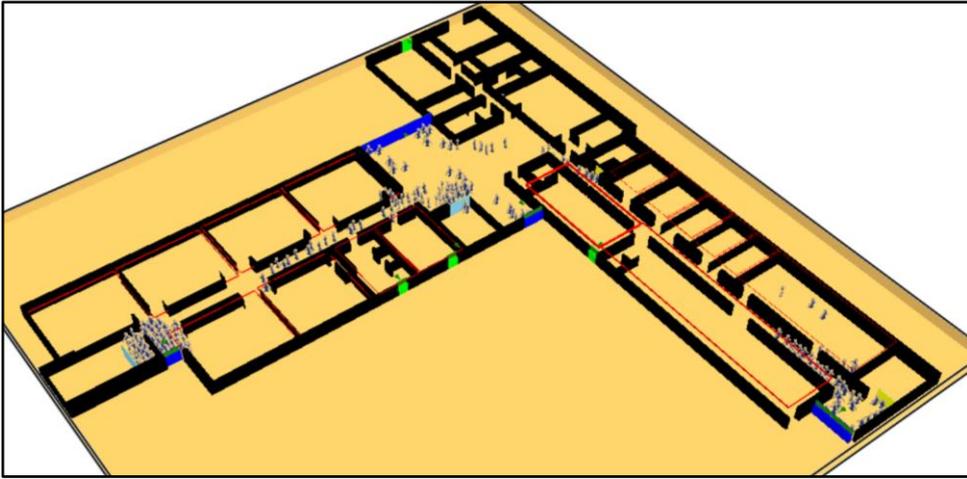


Ilustración 19. Planta Baja en t=60s

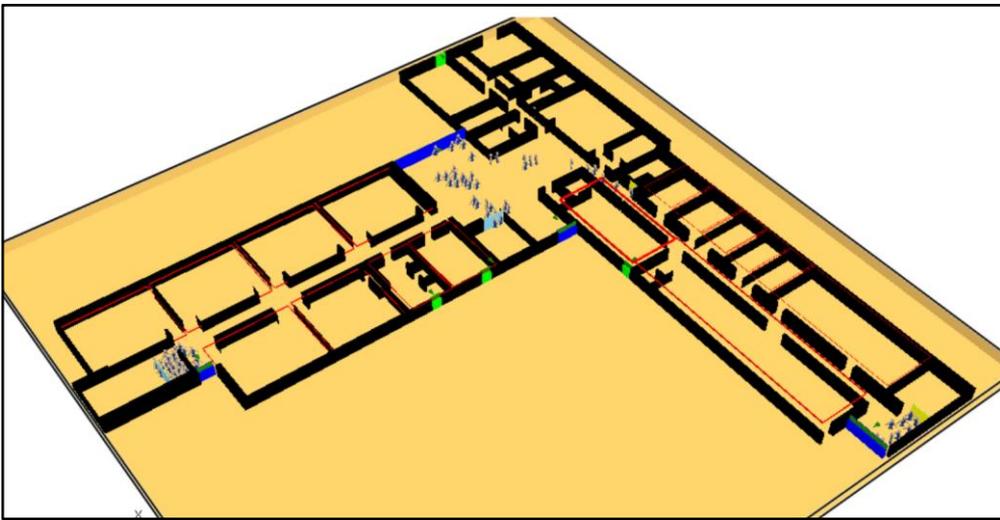


Ilustración 20. Planta Baja en t=120s

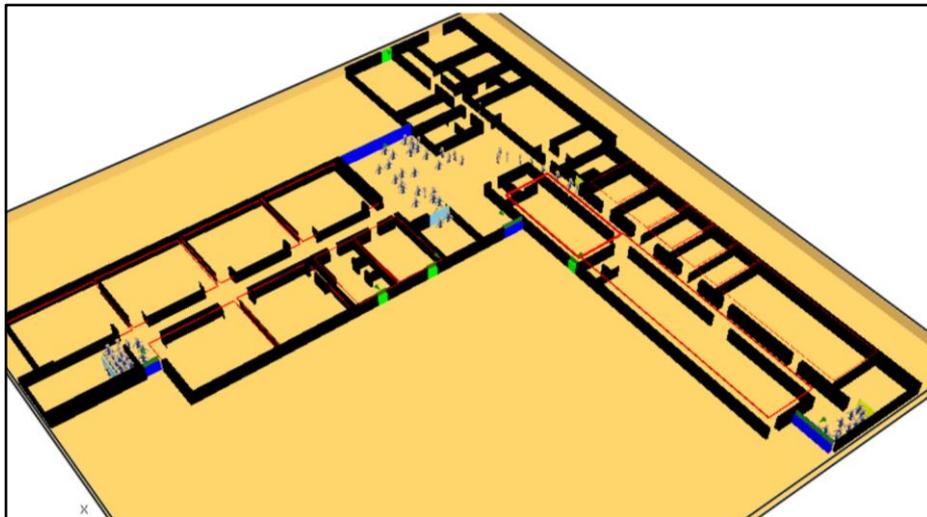


Ilustración 21. Planta Baja en t=240s

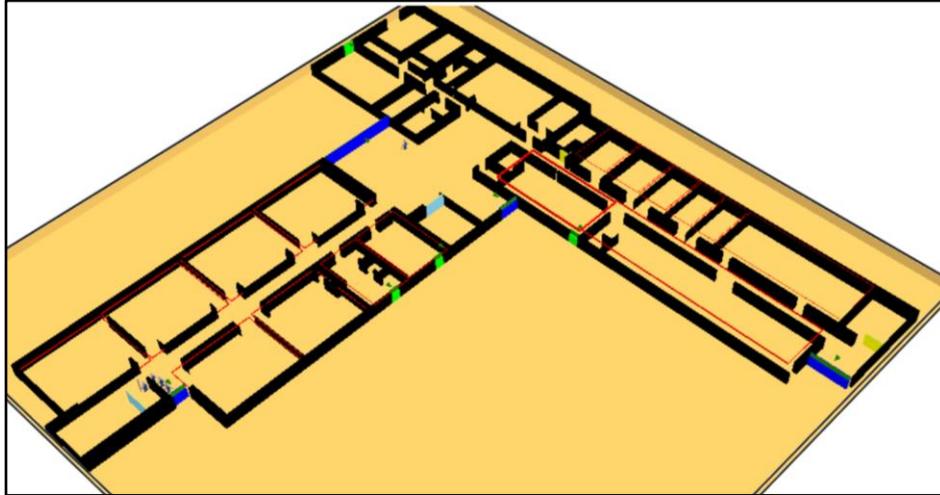


Ilustración 22. Planta Baja en t=490s

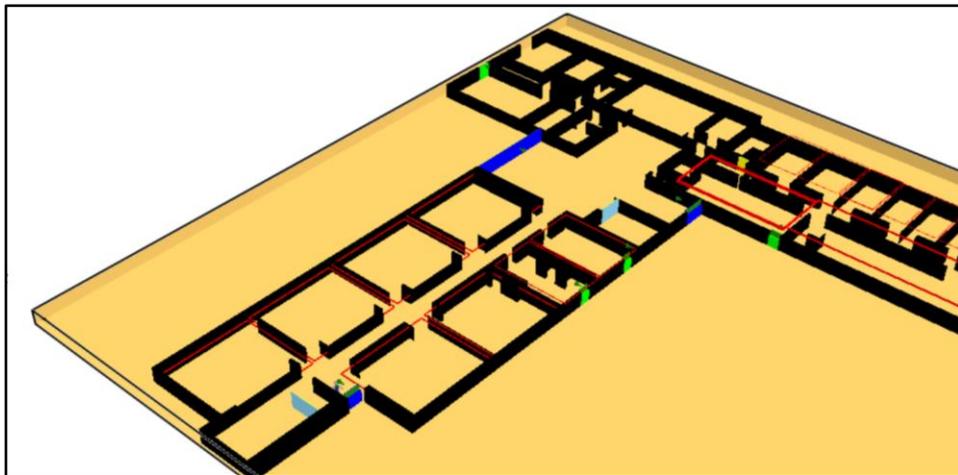


Ilustración 23. Planta Baja en t=494s detalle de la última persona en evacuar el edificio

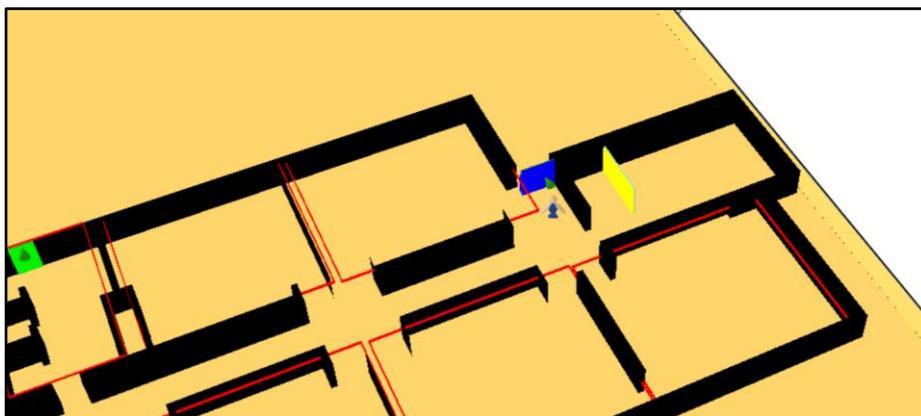


Ilustración 24. Planta Baja en t=494s detalle de la última persona en evacuar el edificio (I)

REFERENCIAS

- [1] BOJA, Junta de Andalucía: Boletín número 43 de 05/03/2003
- [2] Documento Básico SI Seguridad en caso de Incendio. Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre (BOE 27-diciembre-2019)
- [3] Calderas de condensación en cascada, Vaillant – Colegio en Pozuelo de alarcón. Enlace directo
- [4] Fire Dynamics Simulator with Evacuation: FDS+Evac Technical Reference and User’s Guide, Timo Korhonen, 12 Febrero de 2018
- [5] Sección 4, Fire Protection Handbook NFPA: “Human Behaviour in Fire Emergencies”
- [6] Quinta edición, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 2015
- [7] Capítulo 12 de la Sección 3, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering: “Behavioural Response to Fire and Smoke”
- [8] Walking Speed Data of Fire Drills at an Elementary School
- [9] Human behaviour during evacuation of primary schools: Investigations on pre-evacuation times, movement on stairways and movement on the horizontal plane, Glenn N. Hamilton, Patrick F. Lennon and John O’Raw
- [10] Children’s evacuation behavioural data of drills and simulation of the horizontal plane in Kindergarten, Yishu Yao and Wei Lu
- [11] A pre-evacuation database for use in egress simulations, R. Lovreglio, E. Kuligowskib, S. Gwynnec and K. Boyced
- [12] La conducta humana ante situaciones de emergencia: análisis de proceso en la conducta individual, Manuel Fidalgo Vega
- [13] CIBSE. (2010). CIBSE Guide E. Fire Safety Engineering (3rd Revised edition ed.). Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE)
- [14] Orden de 13 de noviembre de 1984 sobre evacuación de Centros docentes de Educación General Básica, Bachillerato y Formación Profesional
- [15] Plan de evacuación en centros docentes, Juan Guash, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- [16] NTP 436: Cálculo estimativo de vías y tiempos de evacuación. Adolfo Pérez Guerrero

GLOSARIO

| | |
|------|---------------------------------------|
| DB | Documento Básico |
| CTE | Código Técnico de la Edificación |
| SI | Seguridad contra Incendios |
| PCI | Protección Contra Incendios |
| FDS | Fire Dynamic Simulator |
| EVAC | Módulo de Evacuación integrado en FDS |