



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIERÍA  
INDUSTRIAL VALENCIA

**TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

# **DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE AYUDA PARA LA APLICACIÓN DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES**

AUTOR: MARTA VALERO GARCÍA

TUTOR: MARÍA DEL CARMEN GONZÁLEZ CRUZ

COTUTOR: ANTONIO ARMERO MARTÍNEZ

**Curso Académico: 2020-21**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer a Antonio Armero Martínez y a María del Carmen González Cruz, tutores del presente trabajo, por su guía, tiempo y ayuda ofrecida para llevarlo a cabo.

Quisiera además agradecer especialmente a mi familia y a mi pareja por su apoyo y cariño durante este tiempo.

Muchas gracias a todos.

## RESUMEN

En el presente Trabajo de Fin de Máster se realiza el diseño y desarrollo de un programa informático que sirva de herramienta de ayuda para la aplicación del Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales. El lenguaje de programación empleado para la codificación del programa es Java, un lenguaje de programación interpretado orientado a objetos. Para el desarrollo del programa se ha empleado el entorno de desarrollo integrado de Java de la plataforma Eclipse, que permite la instalación de extensiones y *plugins*, que se pueden añadir en función de las necesidades del usuario.

El fin de esta herramienta es la obtención de los requisitos constructivos y de las instalaciones de un establecimiento industrial, de acuerdo con las exigencias establecidas en el Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales, a partir de las características del establecimiento industrial, introducidas previamente en el programa.

El programa se estructura en varias ventanas de navegación, en las que el usuario de la herramienta introduce la información referida al establecimiento industrial requerida para la definición de los requisitos de los sistemas de protección contra incendios. El programa realiza los cálculos necesarios para la definición de estos requisitos y muestra los resultados obtenidos en las ventanas finales del programa. Finalmente, el programa genera un informe de resultados en el que se refleja toda la información referida al establecimiento industrial y las características de los sistemas de protección contra incendios requeridos en cada sector del establecimiento industrial.

**Palabras clave:** Protección contra incendios, establecimientos industriales, Reglamento de protección contra incendios en establecimientos industriales, RSCIEI, normativa, Java, Eclipse, programa.

## RESUM

En el present Treball de Fi de Màster es realitza el disseny i desenvolupament d'un programa informàtic que servisca d'eina d'ajuda per a l'aplicació del Reglament de seguretat contra incendis en establiments industrials. El llenguatge de programació emprat per a la codificació del programa és Java, un llenguatge de programació interpretat orientat a objectes. Per al desenvolupament del programa s'ha emprat l'entorn de desenvolupament integrat de Java de la plataforma Eclipse, que permet la instal·lació d'extensions i *plugins*, que es poden afegir en funció de les necessitats de l'usuari.

La fi d'aquesta eina és l'obtenció dels requisits constructius i de les instal·lacions d'un establiment industrial, d'acord amb les exigències establides en el Reglament de seguretat contra incendis en establiments industrials, a partir de les característiques de l'establiment industrial, introduïdes prèviament en el programa.

El programa s'estructura en diverses finestres de navegació, en les quals l'usuari de l'eina introdueix la informació referida a l'establiment industrial requerida per a la definició dels requisits dels sistemes de protecció contra incendis. El programa realitza els càlculs necessaris per a la definició d'aquests requisits i mostra els resultats obtinguts en les finestres finals del programa. Finalment, el programa genera un informe de resultats en el qual es reflecteix tota la informació referida a l'establiment industrial i les característiques dels sistemes de protecció contra incendis requerits en cada sector de l'establiment industrial.

**Paraules clau:** Protecció contra incendis, establiments industrials, Reglament de protecció contra incendis en establiments industrials, \*RSCIEI, normativa, Java, Eclipse, programa.

## **ABSTRACT**

In this Master's Dissertation, the design and development of a program is carried out. The purpose of the program is to serve as a help tool for the application of the Fire Safety Regulations in industrial establishments. The programming language used for coding the program is Java, an object-oriented interpreted programming language. For the development of the program, the Java integrated development environment (IDE) Eclipse has been used, which allows the installation of extensions and plugins, which can be added according to the user's needs.

The purpose of this tool is to obtain the construction requirements and the facilities of an industrial establishment that are required in accordance with the Regulation of fire safety in industrial establishments.

The program is structured in several navigation windows, in which the user introduces the information related to the industrial establishment required to define the requirements of fire protection systems. The program performs the necessary calculations to define these requirements and displays the results obtained in the final windows of the program. Finally, the program generates a report in which all the information related to the industrial establishment and the characteristics of the fire protection systems required in each sector of the industrial establishment are presented.

**Keywords:** Fire protection, industrial establishments, Regulation of fire protection in industrial establishments, RSCIEI, normative, Java, Eclipse, program.

# ÍNDICE

## DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL TFM

- Memoria
- Anexos
- Presupuesto

## ÍNDICE DE LA MEMORIA

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	Introducción y motivación.....	1
1.2.	Objetivos y alcance.....	1
2.	ANTECEDENTES .....	3
2.1.	Seguridad Contra Incendios .....	3
2.2.	Normativa vigente.....	3
2.2.1.	Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales.....	3
2.3.	Java .....	5
3.	METODOLOGÍA.....	6
3.1.	Alcance del programa.....	6
3.2.	Lenguaje de programación y entorno de desarrollo integrado .....	7
3.2.1.	Lenguaje de programación.....	7
3.2.2.	IDE.....	7
3.3.	Estructura del programa .....	8
3.4.	Desarrollo del programa.....	9
3.4.1.	Ventana 1. Datos del proyecto.....	9
3.4.2.	Ventana 2. Definición del establecimiento industrial. ....	9
3.4.3.	Ventana 3. Caracterización del establecimiento industrial.....	11
3.4.4.	Ventana 4. Sectorización .....	14
3.4.5.	Ventana 5. Requisitos constructivos .....	27

3.4.6.	Ventana 6. Requisitos de las instalaciones.....	32
3.4.7.	Ventana 7. Resumen. Informe de resultados.....	44
4.	VALIDACIÓN DEL PROGRAMA.....	47
4.1.	Datos del proyecto.....	47
4.2.	Resultados del proyecto.....	48
4.3.	Cálculo mediante el programa.....	49
4.3.1.	Introducción de datos en el programa.....	50
4.3.2.	Validación de resultados.....	52
5.	CONCLUSIONES.....	57
6.	PROPUESTA DE MEJORAS.....	58
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	59
	ANEXO I.....	60
	ANEXO II.....	64
	ANEXO III.....	68

#### ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

1.	PRESUPUESTO.....	80
1.1	Software.....	80
1.2	Equipos.....	80
1.3	Coste de energía.....	81
1.4	Mano de obra.....	81
1.5	Presupuesto total del proyecto.....	82

#### ÍNDICE DE IMÁGENES

1.	Interfaz gráfica del programa. índice de contenidos y barra de herramientas. ....	8
2.	Ventana 1 - Datos del proyecto. ....	9
3.	Ventana 2 - Definición del establecimiento industrial.....	10
4.	Ventana de información para definición de industria en la ventana 2.....	10
5.	Mensaje de alerta de información incompleta en la ventana 2. ....	11
6.	Configuración del establecimiento industrial tipo A, según el apartado 2 del Anexo I del RSCIEI. .	12

7. Configuración del establecimiento industrial tipo B, según el apartado 2 del Anexo I del RSCIEI. .	12
8. Configuración del establecimiento industrial tipo C, según el apartado 2 del Anexo I del RSCIEI. .	12
9. Configuración del establecimiento industrial tipo D, según el apartado 2 del Anexo I del RSCIEI. .	13
10. Configuración del establecimiento industrial tipo E, según el apartado 2 del Anexo I del RSCIEI. .	13
11. Ventana 3 – Caracterización del establecimiento industrial.....	14
12. Ventana 4.1 – Sectorización .....	15
13. Identificación del sector o área de incendio en la ventana 4. ....	16
14. Definición del uso del sector en la ventana 4. ....	16
15. Relación de condiciones del sector de incendios en la ventana 4 para configuración tipo B. ....	17
16. Condiciones para cada tipo de configuración del establecimiento industrial. ....	18
17. Registro de combustibles presentes en el sector en la ventana 4.....	18
18. Desplegable con los combustibles disponibles en el programa en la ventana 4. ....	19
19. Ventana de información con la tabla 1.1 del Anexo I del RSCIEI. ....	19
20. Mensaje de advertencia de información incompleta de combustibles. ....	20
21. Eliminar combustible seleccionado.....	20
22. Resultados de la caracterización del sector que muestra el programa en la ventana 4. ....	21
23. Tabla 1.3 del Anexo I del RSCIEI. ....	22
24. Tabla 2.1 del Anexo I del RSCIEI. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio. .....	23
25. Mensaje de alerta. Área del sector no admisible.....	24
26. Mensaje de advertencia. Información incompleta. ....	25
27. Mensaje de información. Ubicación del sector no permitida.....	26
28. Ventana 4.2 - Tabla de sectores.....	27
29. Ventana 5.1 Requisitos constructivos. Estabilidad y Resistencia al fuego de los elementos constructivos.....	29
30. Ventana 5.2 – Requisitos constructivos. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión.....	31
31. Selección del tipo de actividad industrial del establecimiento.....	31
32. Ventana 6.1 – Requisitos de las instalaciones. Sistemas de detección y comunicación de incendios. .....	33
33. Ventana 6.2 – Requisitos de las instalaciones. Sistemas de extinción de incendios. ....	36
34. Condición altura mínima de evacuación mostrada en la ventana 4.....	39

35.Ventana 6.3 – Requisitos de las instalaciones. Especificaciones de los sistemas de extinción de incendios. ....	41
36.Ventana 6.4 – Requisitos de las instalaciones. Otros sistemas de extinción de incendios.....	44
37.Ventana 7 – Resumen. Informe de resultados. Resumen sectorización y requisitos constructivos. ....	45
38.Ventana 7 – Resumen. Informe de resultados. Resumen instalaciones de protección contra incendios. ....	45
39.Datos del proyecto. ....	50
40.Definición del establecimiento industrial. ....	50
41.Caracterización del establecimiento industrial.....	51
42.Sectorización .....	51
43.Tabla resumen de sectorización.....	52
44.Requisitos constructivos. Estabilidad y resistencia al fuego de los elementos constructivos. ....	52
45.Requisitos constructivos. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión. ....	53
46.Requisitos de las instalaciones. Sistemas de detección de humos. ....	53
47.Requisitos de las instalaciones. Sistemas de extinción de incendios.....	54
48.Requisitos de las instalaciones. Especificaciones de los sistemas de extinción de incendios. ....	54
49.Requisitos de las instalaciones. Otros sistemas de extinción de incendios.....	55
50.Resumen. Informe de resultados. Resumen sectorización y requisitos constructivos.....	55
51.Resumen. Informe de resultados. Resumen de las instalaciones de protección contra incendios. ....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

1. Tabla 3.1 del Anexo III del RSCIEI. Hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona, su superficie construida y su nivel de riesgo intrínseco. ....	37
2. Tabla "Necesidades de agua para hidrantes exteriores" del apartado 7.3 del Anexo III del RSCIEI. ....	41
3. Tabla de condiciones hidráulicas de los sistemas las BIE del apartado 9.2 del Anexo III del RSCIEI. ....	42
4. Tabla 20 de materiales combustibles considerados (Agulló,2017).....	48
5. Tabla 29 de resumen de instalaciones de protección de incendios del establecimiento industrial (Agulló,2017).....	49

---

# **MEMORIA**

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN**

El presente trabajo ha sido realizado por Marta Valero García como Trabajo de Fin de Máster (TFM) a partir del trabajo realizado por la misma. El fin último es la obtención del título de Máster en Ingeniería Industrial por la Universitat Politècnica de València.

El contenido de este trabajo se basa en el desarrollo de un programa Java para PC de ayuda para el diseño de instalaciones de protección contra incendios en establecimientos industriales, basándose en el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Con este programa se pretende crear una herramienta de apoyo para el cálculo y diseño de las instalaciones de protección contra incendios en establecimientos Industriales, de manera que se obtengan los requisitos estructurales y de las instalaciones de detección y extinción de incendios exigidas por la normativa vigente de un establecimiento al instante.

Esta herramienta puede resultar un gran apoyo para el trabajo realizado por la Oficina Técnica, donde se exige tiempos de respuesta reducidos, aportando soluciones en el menor tiempo posible, favoreciendo así a la productividad y disminuyendo los recursos empleados en la elaboración de los proyectos.

El programa se ha desarrollado de manera que su uso resulte sencillo e intuitivo. El usuario navegará por una serie de ventanas en las que se solicitarán los datos del proyecto, para al final obtener un informe con las características estructurales e instalaciones requeridas en el establecimiento industrial.

## **1.2. OBJETIVOS Y ALCANCE**

El objetivo del presente trabajo es el diseño y desarrollo de una herramienta informática de ayuda para la aplicación del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, con el fin de definir los requisitos constructivos y de las instalaciones de un establecimiento industrial. Para ello, se definen además los siguientes objetivos específicos derivados del anterior:

- Estudio de la normativa vigente de protección contra incendios.
- Estudio de la normativa específica de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- Análisis de los distintos tipos de lenguaje de programación.
- Elección del lenguaje de programación y del entorno de desarrollo.
- Profundización en el lenguaje de programación Java.

- Diseño de la interfaz y estructuración del programa.
- Selección de los datos de entrada y salida del programa.
- Desarrollo del programa.
- Validación del programa.
- Elaboración de un manual de usuario.

Se pretende desarrollar un programa informático que calcule los requisitos mínimos constructivos y de las instalaciones de un establecimiento industrial, siguiendo las exigencias del Reglamento de protección contra incendios en establecimientos industriales, y devuelva los resultados obtenidos en forma de informe de resultados.

---

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1. SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS**

Todo establecimiento o edificación es susceptible a sufrir un incendio, independientemente de su uso y el tipo de material que albergue en su interior. Por ello, se debe dotar a las edificaciones de sistemas de detección y extinción de incendios, al igual que de sistemas de prevención de incendios que se tienen que considerar durante su fase de diseño y construcción.

Para garantizar la seguridad de los ocupantes y bienes del edificio en caso de incendio, así como la estabilidad estructural, existen diversas reglas y procedimientos que establecen las exigencias mínimas de seguridad que deben cumplir los establecimientos.

### **2.2. NORMATIVA VIGENTE**

El conjunto de normas que rigen el diseño de las instalaciones de protección contra incendios, así como las características estructurales de la edificación en cuanto a seguridad frente al fuego, están recogidas en el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (en adelante DB-SI) del Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE) y el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (en adelante RSCIEI)

En el DB-SI .se establecen las condiciones básicas que deben cumplir los edificios recogidos dentro del artículo 2 (Parte I) del CTE, en el que se excluyen los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial. Es en el RSCIEI donde se regulan las condiciones que deben cumplir los sistemas de seguridad frente a incendios en estas edificaciones de uso industrial, y en el que se centrará el presente trabajo.

#### **2.2.1. Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales**

El RSCIEI fue aprobado en el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre de 2004, y tuvo su entrada en vigor el 16 de enero de 2005, sustituyendo a la anterior Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobada por el Real Decreto 786/2001 de 6 de julio de 2001. En él se establecen las condiciones mínimas exigibles que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

El ámbito de aplicación de este reglamento son los establecimientos industriales que, según recoge el mismo reglamento, se definen en las siguientes edificaciones:

- Las industrias, tal como se definen en el artículo 3.1 de la ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

Artículo 3.1: *“Se consideran industrias, a los efectos de la presente Ley, las actividades dirigidas a la obtención, reparación, mantenimiento, transformación o reutilización de productos industriales, el envasado y embalaje, así como el aprovechamiento, recuperación y eliminación de residuos o subproductos, cualquiera que sea la naturaleza de los recursos y procesos técnicos utilizados.”*

- Los almacenamientos industriales
- Los talleres de reparación y los estacionamientos de vehículos destinados al servicio de transporte de personas y transporte de mercancías.
- Los servicios auxiliares o complementarios de las actividades comprendidas en los párrafos anteriores
- Almacenamientos de cualquier tipo de establecimiento cuando su carga de fuego total sea igual o superior a 3.000.000 MJ.

Por el contrario, quedan excluidas del ámbito de aplicación las actividades en establecimientos o instalaciones nucleares, radioactivas, las de extracción de minerales, las actividades agropecuarias y las instalaciones para usos militares. Además, se excluyen las actividades industriales y talleres artesanales y similares cuya densidad de carga de fuego no supere 10Mcal/m<sup>2</sup> (42 MJ/ m<sup>2</sup>), siempre que su superficie útil sea inferior o igual a 60 m<sup>2</sup>

En el RSCIEI se pueden diferenciar tres fases para el cálculo y diseño del sistema de seguridad contra incendios en un establecimiento industrial; en primer lugar, se establecen las bases para la caracterización del establecimiento industrial, en el que se define la configuración y ubicación del establecimiento, el cálculo de la densidad de carga de los sectores y del establecimiento industrial y el nivel de riesgo intrínseco de cada sector.

En segundo lugar, se definen los requisitos constructivos del establecimiento según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco, en el que se establecen unas exigencias estructurales mínimas que deben cumplir los sectores para garantizar la estabilidad y resistencia al fuego de la estructura, así como la accesibilidad y evacuación en caso de incendio. Se define además la sectorización del establecimiento industrial y se establece la superficie máxima admisible de cada sector de incendio.

Finalmente, se establecen los requisitos mínimos de las instalaciones de protección contra incendios, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones. En este apartado se definen los sistemas de detección, comunicación y extinción de incendios exigidos para cada establecimiento industrial.

Para el desarrollo del programa objeto de este trabajo se ha tomado como referencia la estructuración de la norma comentado anteriormente, de manera que facilite el uso de la herramienta al usuario que esté familiarizado con el reglamento. En capítulos posteriores se detalla el método de desarrollo del programa y su estructura, haciendo referencia al RSCIEI.

### 2.3. JAVA

Java es un lenguaje de programación y una plataforma computacional publicada por primera vez en 1995 por Sun Microsystems. Se trata de un lenguaje de programación muy arraigado en la actualidad basado en la programación orientada a objetos.

A diferencia de otros lenguajes de programación en los que el código debe compilarse en un programa que el dispositivo sea capaz de ejecutar, Java se compila en un lenguaje intermedio, *Java bytecode*, un lenguaje que deberá interpretar mediante una máquina virtual.

El interpretador de los programas de Java es una máquina virtual Java, un programa adicional que al principio ralentizaba en cierta medida el tiempo de ejecución, aunque con actualizaciones se lograron formas de mejorar su velocidad de interpretación y para los equipos de hoy día se trata de retardos negligibles.

El objetivo de Java es ser independiente a cualquier dispositivo, de forma que un programa no sea específico para una plataforma, sino que pueda ejecutarse en cualquier dispositivo de cualquier plataforma que disponga de Java.

---

## 3. METODOLOGÍA

### 3.1. ALCANCE DEL PROGRAMA

Como se ha comentado en apartados anteriores, el objeto de este trabajo es el desarrollo de un programa que sirva como apoyo para el diseño de los sistemas de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.

Con esta herramienta se pretende obtener una solución para la protección contra incendios de un establecimiento industrial de forma rápida y sencilla, de manera que permita realizar una estimación del alcance de la instalación, reduciendo notablemente el tiempo de cálculo.

El programa se basa en una serie de ventanas en las que se solicitará al usuario los datos y características del establecimiento industrial. Una vez introducidos, el programa emitirá una respuesta con la solución correspondiente, detallando las características estructurales y de las instalaciones exigidas para el sistema de protección contra incendios. Esta respuesta podrá visualizarse en la última ventana de navegación del programa, a modo de resumen de resultados, o bien emitir un informe de resultados, que podrá exportarse en forma de un documento de texto.

A continuación, se detallan los ítems que debe alcanzar el programa:

- Lectura de datos introducidos del proyecto.
- Navegar entre ventanas.
- Botones de ayuda e información adicional.
- Lectura de una base de datos de combustibles.
- Posibilidad de añadir nuevos combustibles.
- Calcular de la densidad de carga de cada sector.
- Calcular del riesgo intrínseco de cada sector.
- Calcular superficie máxima admisible de cada sector.
- Calcular de la estabilidad y resistencia al fuego de los elementos constructivos portantes de cada sector.
- Determinar el sistema de ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en cada sector.
- Determinar la exigencia y los requisitos de las instalaciones de protección contra incendios.
  - Sistemas automáticos de detección de incendio.

- Sistemas manuales de alarma de incendio.
  - Sistemas de comunicación de alarma
  - Sistemas de hidrantes exteriores.
  - Extintores de incendio.
  - Sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE)
  - Sistemas de columna seca.
  - Sistemas de rociadores automáticos de agua.
  - Otros sistemas de extinción.
- Ventana resumen con los resultados obtenidos.
  - Exportar un informe de resultados a un documento en formato PDF.
  - Disponibilidad de acceso al documento del RSCIEI en cualquier momento durante el uso del programa.

### 3.2. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN Y ENTORNO DE DESARROLLO INTEGRADO

En los siguientes apartados se justifica la elección del lenguaje de programación y del tipo de entorno de desarrollo integrado empleado para el diseño y la codificación del programa.

#### 3.2.1. Lenguaje de programación

El programa se ha desarrollado en Java por diversas razones. La principal es el conocimiento anterior del lenguaje a un nivel básico por parte de la autora. A pesar de no tratarse de un nivel suficiente para desarrollar el programa, alivia la curva de aprendizaje requerida.

Debido a la naturaleza de Java, el programa es más sencillo de depurar al disponer de distintos objetos que se pueden examinar y revisar individualmente. Al tratarse de un lenguaje que depende de una máquina virtual para ejecutar sus programas, el programa podrá ejecutarse en distintas arquitecturas y sistemas operativos. La facilidad de desarrollar la interfaz gráfica de usuario (GUI) frente a las herramientas disponibles para otros lenguajes de programación priorizó este lenguaje frente a los demás.

#### 3.2.2. IDE

Para el desarrollo del programa se requiere de un entorno de desarrollo integrado, o también llamado IDE (del inglés *Integrated Development Environment*). Se trata de un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación para escribir, generar, probar y depurar un programa. En general, los IDE están compuestos por un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz.

El uso de este tipo de herramientas facilita el desarrollo de los programas, sobre todo a la hora de compilar y diseñar la interfaz gráfica.

Existe gran variedad de IDE disponibles a los usuarios (NetBeans de Apache/Oracle, IntelliJ IDEA de JetBrains, Oracle JDeveloper de Oracle...). El IDE que se ha decidido usar para realizar este programa

ha sido Eclipse, desarrollado por Eclipse Foundation, debido a que no tiene una curva de aprendizaje complicada, tiene una gran comunidad, una amplia librería con *plugins* (librerías y subrutinas ya programadas) de libre acceso y se trata de un proyecto libre y de código abierto.

Eclipse, desarrollado inicialmente por IBM, es gestionado ahora por una fundación independiente sin ánimo de lucro que fomenta la creación de una comunidad de código abierto. Permite la instalación de extensiones y *plugins* que se pueden añadir en función de las necesidades del usuario.

### 3.3. ESTRUCTURA DEL PROGRAMA

El programa está estructurado en una serie de ventanas, en las que el usuario avanzará conforme se vayan completando los distintos puntos del diseño del sistema de protección contra incendios del establecimiento industrial. Cada ventana se corresponde con los distintos apartados abarcados en el RSCIEI, como son la definición y caracterización del establecimiento industrial y el cálculo de los requisitos constructivos y de las instalaciones de protección contra incendios. En el siguiente capítulo se detalla el contenido y desarrollo de cada una de estas ventanas.

La interfaz gráfica del programa es sencilla y de fácil comprensión. Las ventanas cuentan con un índice de contenidos, para guiar al usuario durante el empleo de la herramienta y una barra de herramientas, situada en la parte superior de la ventana.

La barra de herramientas contiene dos pestañas, “Archivo” y “Ayuda”. En la pestaña “Archivo” se muestra una opción “Generar informe pdf”. Al seleccionar esta opción, el programa exportará toda la información introducida y generada en el programa a un documento de texto. En la pestaña “Ayuda” el usuario podrá consultar el documento del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

En el Anexo III de este documento se incluye el manual de usuario del programa.

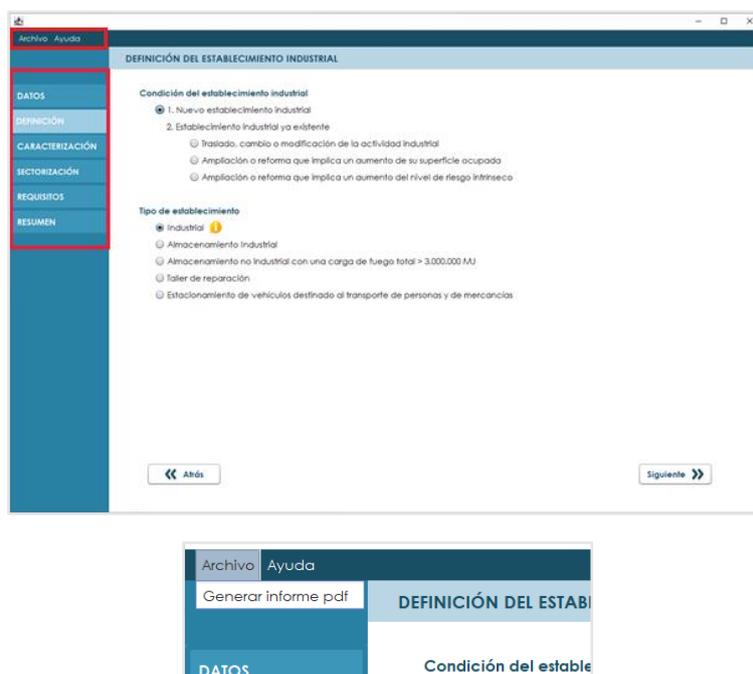


Imagen 1. Interfaz gráfica del programa. índice de contenidos y barra de herramientas.

### 3.4. DESARROLLO DEL PROGRAMA

En los siguientes apartados se explica paso a paso el desarrollo y el contenido del programa, definiendo paralelamente su relación con el RSCIEI. Se detallará la estructura y los datos de salida y de entrada de cada ventana, así como los valores y cálculos empleados para el diseño y definición de los requisitos de los sistemas de protección contra incendios, indicando su procedencia del RSCIEI.

#### 3.4.1. Ventana 1. Datos del proyecto

La primera ventana que se muestra al iniciar el programa es la ventana “Datos del proyecto”. En esta primera ventana de navegación se solicitan los datos del proyecto, tales como el número de referencia identificativo del proyecto, el nombre del proyecto, el autor o autores, la fecha y la situación donde se ubica el proyecto. Estos datos son meramente informativos, que se incluirán en informe de resultados final y servirán para identificar el proyecto.

DATOS DEL PROYECTO	
Nº de Referencia :	001
Nombre del proyecto :	Proyecto 1
Autor :	Marta Valero
Fecha :	16 / Septiembre / 2021
Situación :	Valencia

Imagen 2. Ventana 1 - Datos del proyecto.

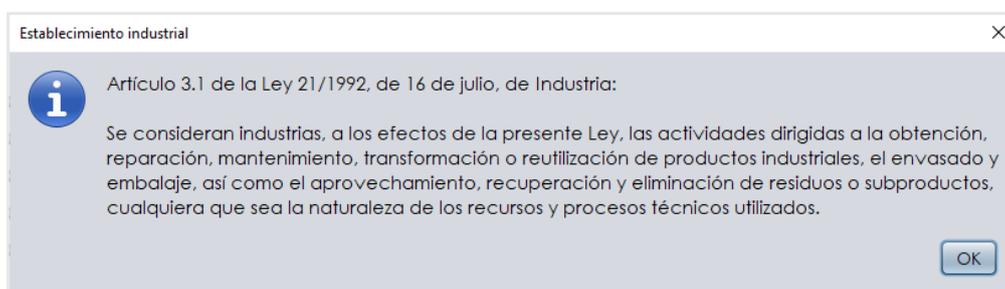
#### 3.4.2. Ventana 2. Definición del establecimiento industrial.

En la segunda ventana de navegación se define la condición y el tipo del establecimiento industrial. Mediante *option buttons*, el usuario elegirá la opción que corresponda, siendo solo posible elegir una opción para la condición y una opción para el tipo de establecimiento.

*Imagen 3. Ventana 2 - Definición del establecimiento industrial.*

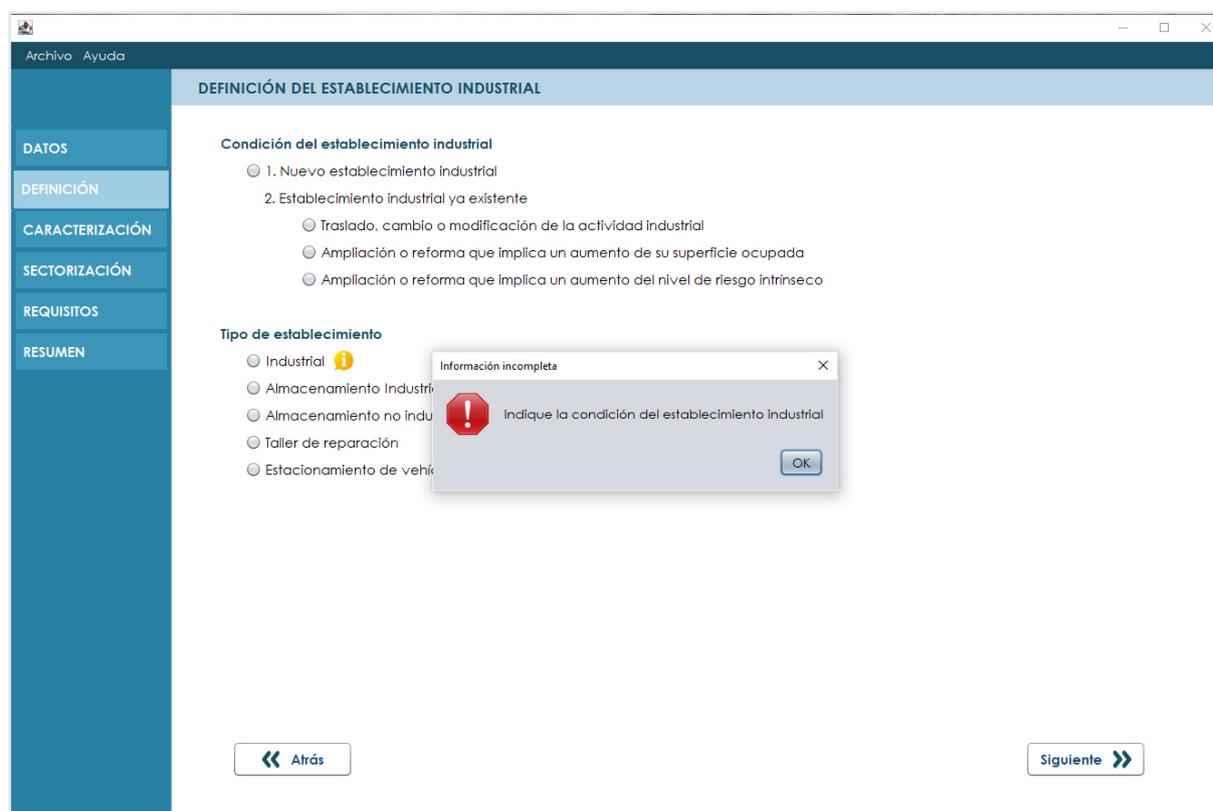
En función del tipo de establecimiento, el RSCIEI exige unos requisitos constructivos y de las instalaciones de protección contra incendios determinados, como son el sistema de evacuación de humos, el sistema automático de detección de incendio, el sistema manual de alarma de incendio y el sistema de rociadores automáticos. Con esta información, el programa leerá los datos aportados y, mediante una serie de funciones lógicas y condiciones, establecerá la necesidad de estos sistemas en el establecimiento objeto de estudio, de acuerdo con lo establecido en el RSCIEI.

Se ha añadido además en esta ventana un icono de información, donde el usuario puede consultar la definición de *industria* según el artículo 3.1 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, tal y como hace referencia el RSCIEI para establecer el ámbito de aplicación en el artículo 2 de la misma norma.



*Imagen 4. Ventana de información para definición de industria en la ventana 2.*

Cuando el usuario intenta avanzar a la siguiente ventana sin haber seleccionado todos los campos solicitados, el programa envía un mensaje de alerta. De este modo se pretende evitar que el usuario deje atrás datos incompletos que son necesarios para el cálculo del proyecto, no permitiéndole avanzar hasta indicar toda la información solicitada en la ventana.



*Imagen 5. Mensaje de alerta de información incompleta en la ventana 2.*

### 3.4.3. Ventana 3. Caracterización del establecimiento industrial.

A partir de esta ventana, la estructura que sigue aplicación para el diseño del sistema de protección contra incendios del establecimiento industrial se basa en la estructura del RSCIEI. Como se ha comentado anteriormente, el RSCIEI comienza con la caracterización del establecimiento industrial, donde se define su configuración y ubicación con relación a su entorno.

De acuerdo con el apartado 2 del Anexo I del RSCIEI, se pueden reducir las configuraciones y ubicaciones de los establecimientos industriales a los siguientes tipos:

#### 1. Establecimientos industriales ubicados en un edificio:

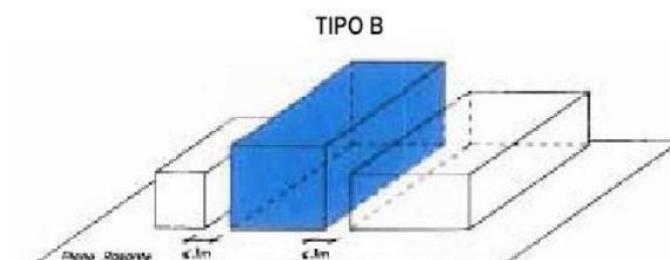
**Tipo A:** El establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos, ya sean estos de uso industrial u otros usos.



*Imagen 6. Configuración del establecimiento industrial tipo A, según el apartado 2 del Anexo I del RSCIEI.*

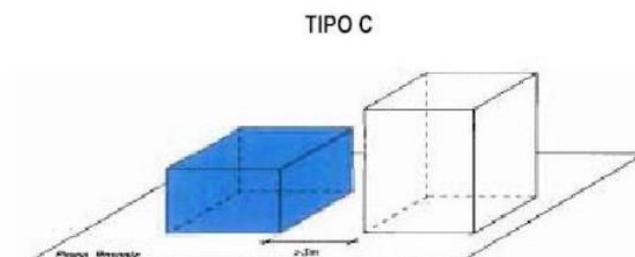
**Tipo B.** El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a 3 m de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos.

Para establecimientos industriales que ocupen una nave adosada con estructura compartida con las contiguas, que en todo caso deberán tener cubierta independiente, se admitirá el cumplimiento de las exigencias correspondientes al tipo B, siempre que se justifique técnicamente que el posible colapso de la estructura no afecte a las naves colindantes.



*Imagen 7. Configuración del establecimiento industrial tipo B, según el apartado 2 del Anexo I del RSCIEI.*

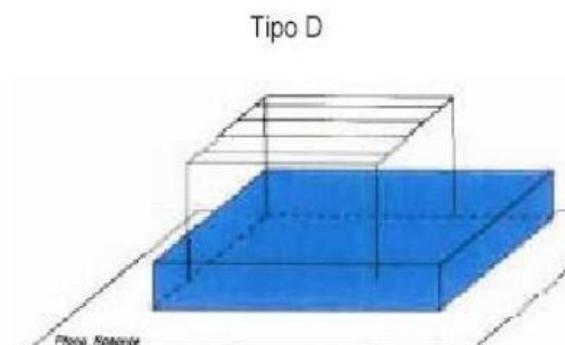
**Tipo C.** El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de 3 m del edificio más próximo de otros establecimientos.



*Imagen 8. Configuración del establecimiento industrial tipo C, según el apartado 2 del Anexo I del RSCIEI.*

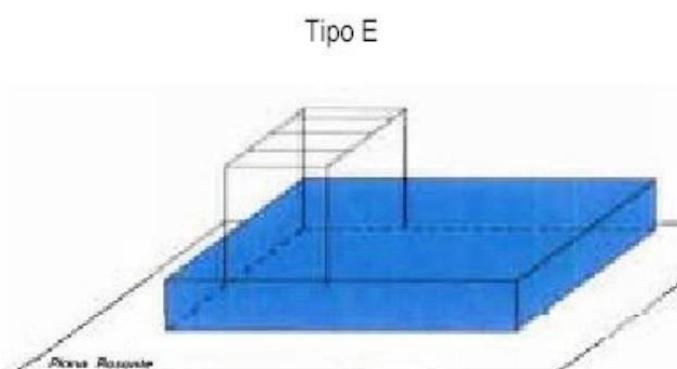
2. Establecimientos industriales que desarrollan su actividad en espacios abiertos que no constituyen un edificio:

**Tipo D.** El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar totalmente cubierto, alguna de cuyas fachadas carece totalmente de cerramiento lateral.



*Imagen 9. Configuración del establecimiento industrial tipo D, según el apartado 2 del Anexo I del RSCIEI.*

**Tipo E.** El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50 por ciento de su superficie), alguna de sus fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.



*Imagen 10. Configuración del establecimiento industrial tipo E, según el apartado 2 del Anexo I del RSCIEI.*

Para los tipos A, B y C se considera “sector de incendio” el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

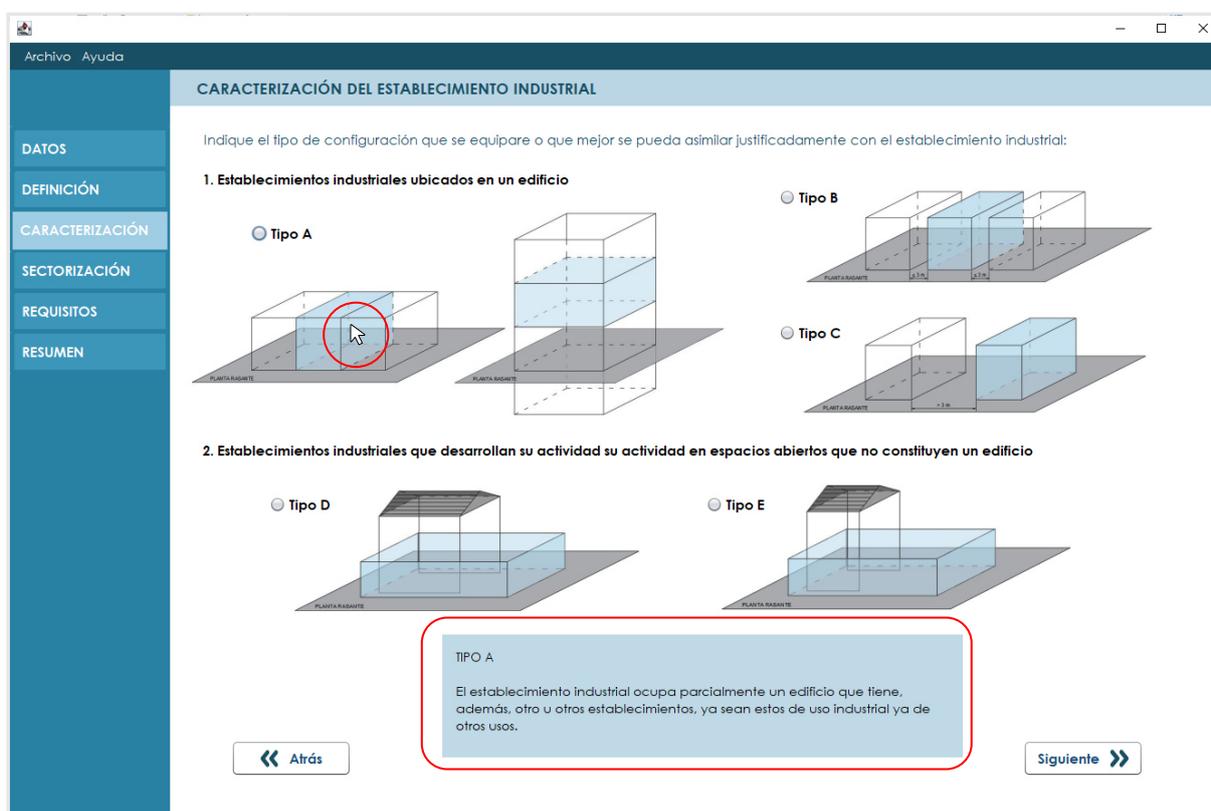
Para los tipos D y E se considera que la superficie que ocupan constituye un “área de incendio” abierta, definida solamente por su perímetro.

Los establecimientos industriales, en general, estarán constituidos por una o varias configuraciones de los tipos A, B, C, D y E. Cada una de estas configuraciones constituirá una o varias zonas (sectores o áreas de incendio) del establecimiento industrial.

En la tercera ventana del programa, se solicita al usuario que indique el tipo de configuración, entre los definidos anteriormente, que mejor se adapte a la realidad del establecimiento industrial objeto

de estudio. Mediante *option buttons* el usuario seleccionará el tipo de establecimiento que corresponda, siendo solo posible elegir una opción.

Si el usuario sitúa el cursor del ratón sobre cada imagen, el programa muestra en el recuadro situado en la parte inferior de la ventana la definición del tipo de configuración correspondiente a la imagen, como se muestra en la **Imagen 11**.



*Imagen 11. Ventana 3 – Caracterización del establecimiento industrial.*

#### 3.4.4. Ventana 4. Sectorización

En la cuarta ventana del programa se define la sectorización del establecimiento industrial. Mediante una serie de campos, el usuario introduce los datos referidos a cada sector o área de incendio en los que se divide la superficie del establecimiento industrial. En función de la superficie del sector, su uso, el tipo de materiales que albergue en su interior, la ubicación y las condiciones de este, el programa calcula la densidad de carga de fuego total, el nivel de riesgo intrínseco y la máxima superficie construida admisible del sector. Además, el programa comprueba si la ubicación del sector es admisible, de acuerdo con lo establecido en el RSCIEI, en función del riesgo intrínseco y el tipo configuración del edificio industrial.

Imagen 12. Ventana 4.1 – Sectorización

La ventana de Sectorización está dividida en dos pestañas; una primera pestaña, denominada “NUEVO SECTOR”, donde se define el nuevo sector que se desea introducir en el programa, y una segunda pestaña, denominada “TABLA DE SECTORES”, donde se resumen las características de los sectores introducidos.

En la primera pestaña se especifican e introducen en el programa las condiciones y características del sector o área de incendio. En esta se distinguen varias secciones:

- Identificación del sector
- Uso del sector
- Condiciones del sector y del establecimiento industrial
- Combustibles
- Caracterización del sector

### Identificación

En esta sección el usuario debe indicar el nombre con el que se identificará el sector y la superficie construida del mismo. Además, en función del tipo de configuración del establecimiento seleccionado, se solicitarán otros datos necesarios para el diseño del sistema de protección contra incendios, como

son la distancia al edificio de distinta titularidad más cercano, la longitud y el área de la fachada accesible y el perímetro del establecimiento donde se ubica el sector.

Nombre:  Superficie construida del sector de incendio (A):  m<sup>2</sup>  
 Indique la distancia al edificio de otro establecimiento de distinta titularidad más cercano:  m  
 Longitud y el área de la fachada accesible del establecimiento industrial donde se ubica el sector:  m  m<sup>2</sup>  
 Perímetro del establecimiento industrial donde se ubica el sector:  m

Imagen 13. Identificación del sector o área de incendio en la ventana 4.

### Uso del sector

Tal y como se ha indicado en apartados anteriores, el RSCIEI rige la seguridad contra incendios en los establecimientos de uso industrial. Sin embargo, de acuerdo con lo establecido en el apartado 2 del artículo 3 del RSCIEI, cuando en un establecimiento industrial coexistan con la actividad industrial otros usos con la misma titularidad para los que sea de aplicación la Norma básica de la edificación, podrán aplicarse las exigencias del RSCIEI siempre y cuando no superen los límites indicados a continuación:

1. **Zona comercial**, con una superficie construida inferior o igual a 250 m<sup>2</sup>.
2. **Zona administrativa**, con una superficie construida inferior o igual a 250 m<sup>2</sup>.
3. **Sala de reuniones, conferencias y proyecciones**, con una capacidad inferior o igual a 100 personas sentadas.
4. **Archivo**, con una superficie construida inferior o igual a 250 m<sup>2</sup> o un volumen inferior o igual a 750 m<sup>3</sup>.
5. **Bar, cafetería, comedor de personal y cocina**, con una superficie construida inferior o igual a 150 m<sup>2</sup> o una capacidad para servir a no más de 100 comensales simultáneamente.
6. **Biblioteca**, con una superficie construida inferior o igual a 250 m<sup>2</sup>.
7. **Zona de alojamiento de personal**, con una capacidad inferior o igual a 15 camas.

Siempre que no se superen estos límites, las zonas a las que sean de aplicación las prescripciones de RSCIEI deben constituir un sector de incendios independiente.

**Uso industrial**       **Zona administrativa**

**Zona comercial**       **Biblioteca**

**Sala de reuniones, conferencias, proyecciones**

**Zona de alojamiento de personal**

**Bar, cafetería, comedor personal, cocina**

**Archivos**

**Uso industrial**       **Zona administrativa**

**Zona comercial**       **Biblioteca**

**Sala de reuniones, conferencias, proyecciones**

**Zona de alojamiento de personal**

Capacidad de camas:

**Bar, cafetería, comedor personal, cocina**

**Archivos**

Imagen 14. Definición del uso del sector en la ventana 4.

Para comprobar que el sector introducido en el programa cumple con los requisitos anteriormente indicados y, con ello, que se encuentra dentro del ámbito de aplicación del RSCIEI, el usuario debe seleccionar en el programa el tipo de uso del sector, indicando, cuando sea solicitado, la superficie u ocupación del recinto.

### **Condiciones**

En el RSCIEI se definen una serie de condiciones específicas que afectan a varios aspectos del diseño del sistema de protección contra incendios. Estas condiciones pueden afectar a la asignación del nivel de riesgo intrínseco del sector, la máxima superficie construida admisible del sector,

Para reflejar estas condiciones en el programa y que sean consideradas a la hora de definir la sectorización y sistemas de protección contra incendios del establecimiento, el usuario debe seleccionar, entre las opciones disponibles, tantas condiciones como se den en el sector o establecimiento. El usuario indicará mediante *check buttons* las condiciones correctas.

*Imagen 15. Relación de condiciones del sector de incendios en la ventana 4 para configuración tipo B.*

En función de la configuración del establecimiento industrial seleccionado, se mostrarán distintas condiciones. A continuación se indican todas las condiciones posibles consideradas en el programa:

- *El sector cuenta con un sistema automático fijo de extinción.* Considerado en configuraciones tipo A, B y C
- *El sector se encuentra a menos de 25 m de una masa forestal.* Considerado en configuraciones tipo A, B y C
- *La altura de evacuación del sector es superior a 15 m.* Considerado en configuraciones tipo A, B y C.
- *El sector está situado en primer nivel bajo rasante de calle.* Considerado en configuraciones tipo A.
- *El sector está situado en planta bajo rasante.* Considerado en configuraciones tipo B y C.
- *El sector está situado en segundo nivel bajo rasante de calle o inferior.* Considerado en configuraciones tipo A, B y C.

- El sector se encuentra en un edificio de una sola planta con cubierta ligera y está protegido por una instalación de rociadores automáticos de agua y un sistema de evacuación de humos. Considerado en configuraciones tipo A, B y C.
- La distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas es superior a 10 m. Considerado en configuraciones tipo C.

<input type="checkbox"/> El sector cuenta con un sistema automático fijo de extinción.  <input type="checkbox"/> El sector se encuentra a menos de 25 m de masa forestal. <input type="checkbox"/> La altura de evacuación del sector es superior a 15 m. <input type="checkbox"/> El sector está situado en 1º nivel bajo rasante de calle. <input type="checkbox"/> El sector está situado en 2º nivel bajo rasante de calle o inferior. <input type="checkbox"/> El sector se encuentra en un edificio de una sola planta con cubierta ligera y está protegido por una instalación de rociadores automáticos de agua y un sistema de evacuación de humos.	<input type="checkbox"/> El sector cuenta con un sistema automático fijo de extinción.  <input type="checkbox"/> El sector se encuentra a menos de 25 m de masa forestal. <input type="checkbox"/> La altura de evacuación del sector es superior a 15 m. <input type="checkbox"/> El sector está situado en planta bajo rasante. <input type="checkbox"/> El sector está situado en 2º nivel bajo rasante de calle o inferior. <input type="checkbox"/> El sector se encuentra en un edificio de una sola planta con cubierta ligera y está protegido por una instalación de rociadores automáticos de agua y un sistema de evacuación de humos.	<input type="checkbox"/> El sector cuenta con un sistema automático fijo de extinción.  <input type="checkbox"/> El sector se encuentra a menos de 25 m de masa forestal. <input type="checkbox"/> La altura de evacuación del sector es superior a 15 m. <input type="checkbox"/> La distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas es superior a 10 m. <input type="checkbox"/> El sector está situado en planta bajo rasante. <input type="checkbox"/> El sector está situado en 2º nivel bajo rasante de calle o inferior. <input type="checkbox"/> El sector se encuentra en un edificio de una sola planta con cubierta ligera y está protegido por una instalación de rociadores automáticos de agua y un sistema de evacuación de humos.
TIPO A	TIPO B	TIPO C

Imagen 16. Condiciones para cada tipo de configuración del establecimiento industrial.

### Combustibles

Para definir la carga al fuego del sector y asignar un nivel de riesgo intrínseco es necesario conocer los tipos de materiales que alberga el sector, ya sean de manera temporal o permanente. En esta sección el usuario debe indicar todos los combustibles a considerar en el sector y añadirlos al programa para el cálculo de la densidad de carga al fuego total del sector.

Combustible Otros

Masa del combustible i 0 kg

Grado de peligrosidad del combustible ALTA 

**C = 1.6**    **Ra =** 0

+ Añadir combustible

Nombre del combustible :

Poder calorífico : 0 MJ/kg

Producto	Masa (kg)	Grado de peligrosidad	Cofeciente combustibilidad	Cofeciente de activación	Poder calorífico (MJ/kg)	Poder calorífico (Mcal/kg)

 Eliminar

 Eliminar todo

Imagen 17. Registro de combustibles presentes en el sector en la ventana 4.

En primer lugar, el usuario debe seleccionar el tipo de producto. El programa ofrece una lista de sustancias, extraídas de la tabla 1.4 del Anexo I del RSCIEI, donde se define el poder calorífico de cada

una de ellas. También ofrece la posibilidad de añadir un tipo de combustible que no aparezca en la lista, en la que el usuario indique el nombre del combustible y el poder calorífico del mismo en MJ/kg.

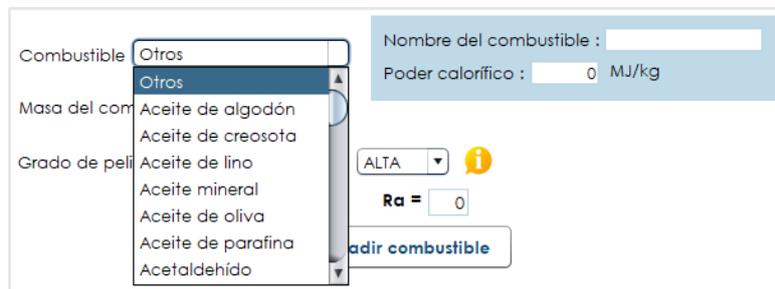


Imagen 18. Desplegable con los combustibles disponibles en el programa en la ventana 4.

A continuación, el usuario debe indicar la masa en kg y el grado de peligrosidad del combustible. El programa mostrará los valores del coeficiente de peligrosidad (Ci) y del factor de riesgo de activación (Ra) en función del grado de peligrosidad seleccionado. Los valores del coeficiente de peligrosidad del combustible han sido tomados de la tabla 1.1 del Anexo I del RSCIEI, y que el usuario puede consultar en el icono de información.

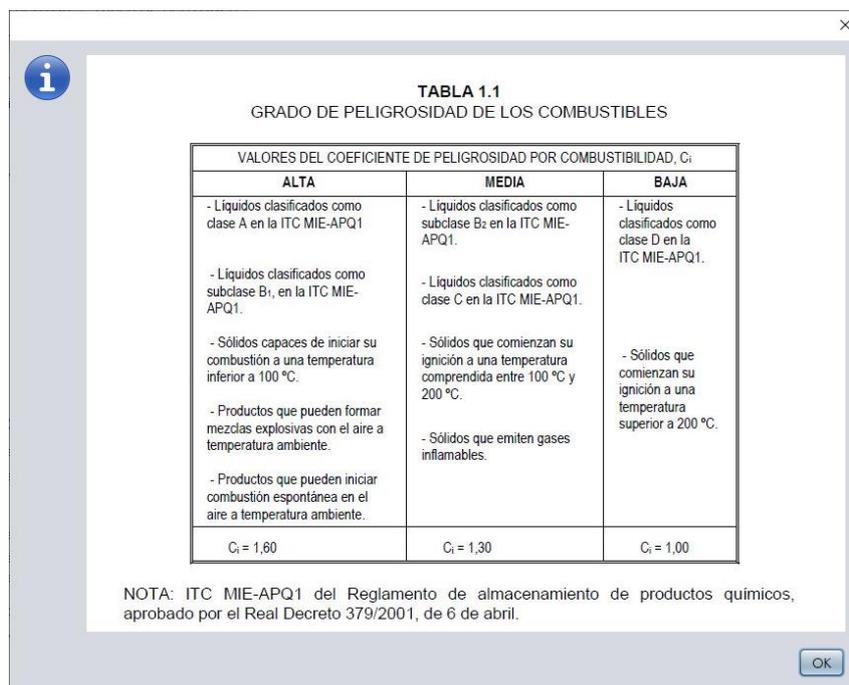


Imagen 19. Ventana de información con la tabla 1.1 del Anexo I del RSCIEI.

Una vez introducidos todos los datos solicitados, el usuario podrá registrar el combustible en el programa pulsando el botón “Añadir combustible”, este se añadirá a la tabla resumen de combustibles y los valores de los campos solicitados se reestablecerán para registrar el siguiente combustible. Si el

usuario no completa toda la información, el programa muestra un mensaje de advertencia. El combustible no será registrado hasta que no se haya introducido toda la información requerida.

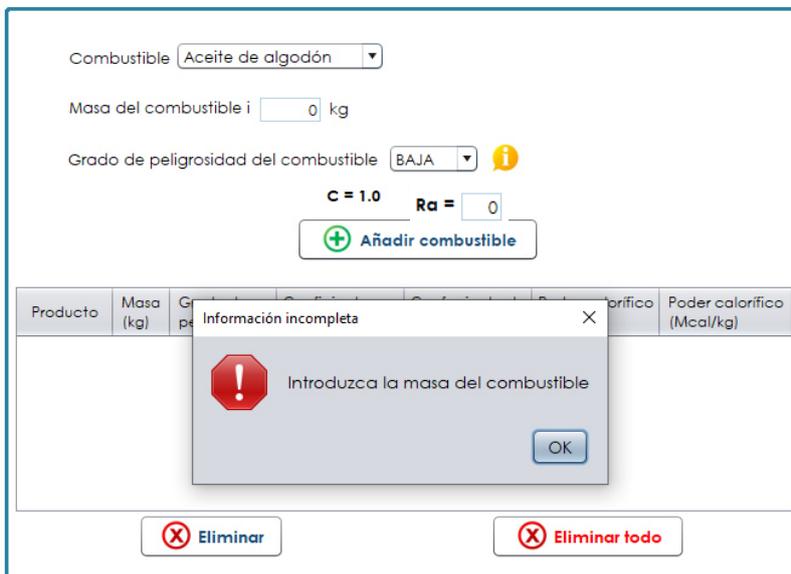


Imagen 20. Mensaje de advertencia de información incompleta de combustibles.

En la tabla de combustibles se muestran todos datos de los combustibles añadidos al sector. El usuario podrá eliminar los combustibles del sector, seleccionando el combustible y pulsando el botón “Eliminar” o eliminar todos los combustibles de la tabla, pulsado el botón “Eliminar todos”. El programa borrará los combustibles del registro y no se considerarán para el cálculo de la densidad de carga del sector.

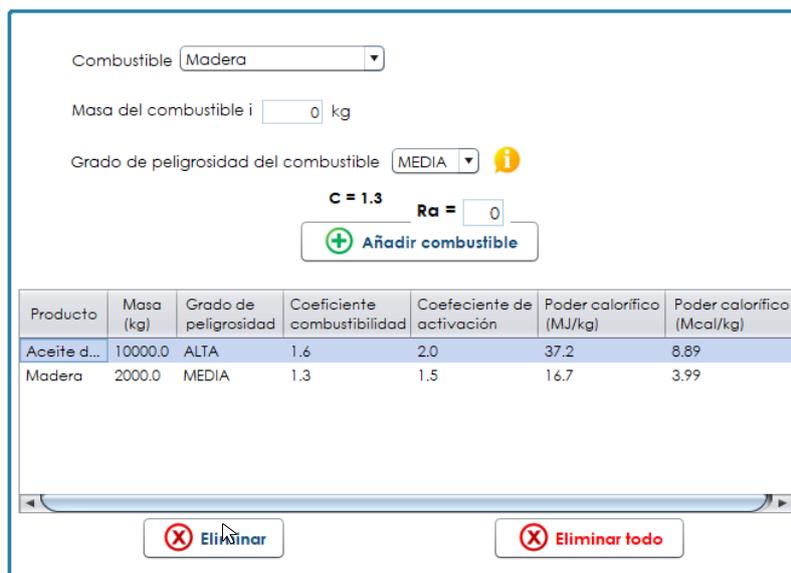


Imagen 21. Eliminar combustible seleccionado.

### Caracterización del sector

Tras introducir toda la información del sector, el programa calcula y muestra en pantalla la densidad de carga al fuego del sector, el nivel de riesgo intrínseco correspondiente y la máxima superficie construida admisible del sector, de acuerdo con lo establecido en el RSCIEI. A continuación se detalla el procedimiento de cálculo que sigue el programa para obtener dichos valores, según rige la normativa vigente.

Densidad de carga de fuego total del sector	1190,40 MJ/m <sup>2</sup>	MJ
Nivel de riesgo intrínseco del sector	MEDIO 3	
Máxima superficie construida admisible del sector	500.0 m <sup>2</sup>	

+ Añadir sector

*Imagen 22. Resultados de la caracterización del sector que muestra el programa en la ventana 4.*

**1. Densidad de carga de fuego total del sector.** Según el apartado 3.2 del Anexo I del RSCIEI, el nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio se evaluará mediante la densidad de carga al fuego, ponderada y corregida, de dicho sector o área de incendio, calculado mediante la siguiente expresión:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

Donde:

$Q_s$ : densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$G_i$ : masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).

$q_i$ : poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

$C_i$ : coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

$R_a$ : coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación ( $R_a$ ) el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.

$A$ : superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m<sup>2</sup>.

En la sección de combustibles indicada anteriormente, el usuario selecciona el tipo o tipos de combustibles presentes en el sector o área de incendio, a los cuales el programa tiene asociado un poder calorífico ( $q_i$ ), un coeficiente de peligrosidad ( $C_i$ ) y un factor de riesgo de activación ( $R_a$ ), e introduce el valor de la masa ( $G_i$ ) de cada combustible y la superficie construida del sector o área de incendio ( $A$ ).

Como se ha especificado en el apartado anterior, la lista de sustancias disponibles en el programa y su poder calorífico correspondiente se han obtenido de la tabla 1.4 del Anexo I del RSCIEI. De igual modo se han obtenido los valores del coeficiente de peligrosidad, indicados en la tabla 1.1 del Anexo I del reglamento.

Con todos estos valores, el programa calcula y muestra en pantalla la densidad de carga al fuego del sector o área de incendio.

**2. Nivel de riesgo intrínseco.** De acuerdo con lo establecido en el apartado 3.5 del Anexo I del RSCIEI, una vez evaluada la densidad de carga de fuego ponderada y corregida de un sector o área de incendio, el nivel de riesgo intrínseco de dicha área o sector se deduce de la tabla 1.3 del Anexo I del mismo reglamento.

**TABLA 1.3**

Nivel de riesgo intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida		
	Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>	
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

*Imagen 23. Tabla 1.3 del Anexo I del RSCIEI.*

A partir de la densidad de carga previamente calculada y la tabla anterior, el programa identifica y muestra en pantalla el nivel de riesgo intrínseco del sector o área de incendios.

**3. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio.** La superficie construida máxima que puede ocupar un sector de incendios está limitada por los valores establecidos en la tabla 2.1 del Anexo II del RSCIEI, en función del tipo de configuración y del riesgo intrínseco del sector. A continuación se incluye dicha tabla con los valores máximos de superficie construida admisible de cada sector de incendio, con una serie de condiciones que, de ser aplicadas, varían los valores indicados en la tabla.

**Tabla 2.1**  
MÁXIMA SUPERFICIE CONSTRUIDA ADMISIBLE DE CADA SECTOR DE INCENDIO

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento			
	TIPO A (m <sup>2</sup> )	TIPO B (m <sup>2</sup> )	TIPO C (m <sup>2</sup> )	
BAJO 1 2	(1)-(2)-(3) 2000 1000	(2) (3) (5) 6000 4000	(3) (4) SIN LÍMITE 6000	
	MEDIO 3 4 5	(2)-(3) 500 400 300	(2) (3) 3500 3000 2500	(3) (4) 5000 4000 3500
ALTO 6 7 8		NO ADMITIDO	(3) 2000 1500 NO ADMITIDO	(3)(4) 3000 2500 2000

*Imagen 24. Tabla 2.1 del Anexo I del RSCIEI. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio.*

Según establece el RSCIEI, las superficies anteriormente indicadas pueden variar cuando se den las siguientes situaciones:

- (1) Si el sector de incendio está situado en primer nivel bajo rasante de calle, la máxima superficie construida admisible es de 400 m<sup>2</sup>, que puede incrementarse por aplicación de las notas (2) y (3).
- (2) Si la fachada accesible del establecimiento industrial es superior al 50 por ciento de su perímetro, las máximas superficies construidas admisibles pueden multiplicarse por 1,25.
- (3) Cuando se instalen sistemas de rociadores automáticos de agua que no sean exigidos preceptivamente por el RSCIEI, las máximas superficies construidas admisibles pueden multiplicarse por 2.
- (4) En configuraciones de tipo C, si la actividad lo requiere, el sector de incendios puede tener cualquier superficie, siempre que todo el sector cuente con una instalación fija automática de extinción y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas sea superior a 10 m.
- (5) Para establecimientos industriales de tipo B, de riesgo intrínseco BAJO 1, cuya única actividad sea el almacenamiento de materiales de clase A y en el que los materiales de construcción empleados, incluidos los revestimientos, sean de clase A en su totalidad, se podrá aumentar la superficie máxima permitida del sector de incendio hasta 10.000 m<sup>2</sup>.

Para indicar al programa que se cumple algunas de estas condiciones, y sean consideradas a la hora de calcular y definir el riesgo intrínseco y la máxima superficie construida admisible del sector, el usuario debe marcar todas las condiciones que presenta el sector o establecimiento industrial en la sección de condiciones de la presente ventana, descrito anteriormente.

Conocidos el riesgo intrínseco del sector y el tipo de configuración del edificio en el que se ubica el sector, el programa define la máxima superficie construida admisible del sector, mostrando el resultado en pantalla. El programa, además, comprueba que la superficie del sector introducida en las

especificaciones no supera el límite admisible, emitiendo un mensaje de alerta en caso de que se supere dicho límite.

The screenshot shows a software interface for sector characterization. A modal dialog box titled "Área del sector no admisible" is displayed, warning that the constructed area exceeds the maximum allowable area. The background interface shows various input fields for fuel type, mass, and hazard level, along with summary statistics for fire load density and risk level.

**Área del sector no admisible**

La superficie construida del sector es mayor que la máxima superficie construida admisible para las condiciones introducidas. Reduzca o divida el tamaño del sector.

OK

**Caracterización de Sector**

**SECTORIZACIÓN**

**REQUISITOS**

**RESUMEN**

**Uso industrial**     **Zona administrativa**  
 **Zona comercial**     **Biblioteca**  
 **Sala de reuniones, conferencias, proyecciones**  
 **Zona de alojamiento de personal**  
 **Bar, cafetería, comedor personal, cocina**  
 **Archivos**

Combustible: Aceite de lino

Masa del combustible: 0 kg

Grado de peligrosidad del combustible: ALTA

C = 1.6    Ra = 2.0

+ Añadir combustible

Poder calorífico (MJ/kg)	Poder calorífico (Mcal/kg)
37.2	8.89

**Densidad de carga de fuego total del sector:** 1190,40 MJ/m<sup>2</sup>    MJ  
**Nivel de riesgo intrínseco del sector:** MEDIO 3  
**Máxima superficie construida admisible del sector:** 500.0 m<sup>2</sup>

Imagen 25. Mensaje de alerta. Área del sector no admisible.

Cuando el usuario modifique alguna de las características del sector, como pueden ser la dimensión del sector, la masa de los combustibles o el tipo de sustancia, el programa recalculará automáticamente, para las nuevas condiciones del sector, la densidad de carga de fuego total del mismo, así como el nivel de riesgo intrínseco y la máxima superficie admisible.

Una vez introducidos todos los datos requeridos, el usuario puede añadir el sector al registro del programa pulsando sobre el botón "Añadir sector". El programa incluirá el sector en la tabla resumen de sectores de la pestaña "TABLA DE SECTORES" y restablecerá los campos a la situación de valor cero inicial para añadir el siguiente sector.

Si el usuario pulsa el botón "Añadir sector" y trata de registrar el sector sin completar toda la información requerida, el programa muestra en pantalla un mensaje de advertencia, indicando los campos incompletos.

Imagen 26. Mensaje de advertencia. Información incompleta.

Estos mensajes de advertencia aparecen además cuando la ubicación del sector de incendio con actividad industrial no es admisible. El RSCIEI establece una serie de situaciones en la que la ubicación de un sector, con una densidad de carga y riesgo intrínseco determinado, no está permitida. Dichas ubicaciones, recogidas en el apartado 1 del Anexo II del RSCIEI, se resumen a continuación:

- De riesgo intrínseco alto, en configuraciones de tipo A.
- De riesgo intrínseco medio, en planta bajo rasante, en configuraciones de tipo B.
- De riesgo intrínseco, medio, en configuraciones de tipo A, cuando la longitud de su fachada accesible sea inferior a cinco m.
- De riesgo intrínseco medio o bajo, en planta sobre rasante cuya altura de evacuación sea superior a 15 m, en configuraciones de tipo A, según el Anexo I.
- De riesgo intrínseco alto, cuando la altura de evacuación del sector en sentido descendente sea superior a 15 m, en configuración de tipo B, según el Anexo I.
- De riesgo intrínseco medio o alto, en configuraciones de tipo B, cuando la longitud de su fachada accesible sea inferior a cinco m.
- De cualquier riesgo, en segunda planta bajo rasante en configuraciones de tipo A, de tipo B y de tipo C, según el Anexo I.
- De riesgo intrínseco alto A-8, en configuraciones de tipo B, según el Anexo I.

- De riesgo intrínseco medio o alto, a menos de 25 m de masa forestal, con franja perimetral permanentemente libre de vegetación baja arbustiva.

Para comprobar que la ubicación del sector registrado es admisible, el programa toma la configuración del establecimiento industrial seleccionada y el nivel de riesgo intrínseco del sector calculado previamente y comprueba, mediante una serie de funciones lógicas implementadas en el código del programa, que no se dan ninguna de las condiciones indicadas anteriormente.

Algunas de estas condiciones reflejan una situación determinada en las que influyen otros factores, además de la densidad de carga y el nivel de riesgo intrínseco. Estas situaciones se incluyen en la sección de condiciones de la ventana de sectorización y que, como ya se ha comentado en apartados anteriores, el usuario debe seleccionar mediante *check buttons*.

Imagen 27. Mensaje de información. Ubicación del sector no permitida.

El programa hace una lectura de las condiciones seleccionadas y comprobará que la ubicación del sector de incendios es admisible, para la configuración del establecimiento y el riesgo intrínseco del sector dados. De no ser así, el programa muestra en pantalla un mensaje advirtiendo al usuario de la inadmisibilidad de la ubicación del sector.

Finalmente, si se ha completado toda la información requerida y la ubicación y la superficie del sector son admisibles, el sector del incendios o área industrial será añadido en la tabla resumen de sectores de la pestaña "TABLA DE SECTORES". Esta tabla ofrece una visualización general de todos los sectores añadidos al registro del programa, indicando su superficie construida, el tipo de configuración del

establecimiento en el que se encuentran ubicados, el nivel de riesgo intrínseco y la densidad de carga al fuego del sector.

Desde esta pestaña el usuario también puede gestionar los sectores añadidos, eliminando aquellos que desee borrar del registro del programa. Pulsando sobre el botón “Eliminar”, se eliminará el sector seleccionado, y pulsando sobre el botón “Eliminar todos” se eliminarán del registro del programa todos los sectores que aparecen en la tabla.

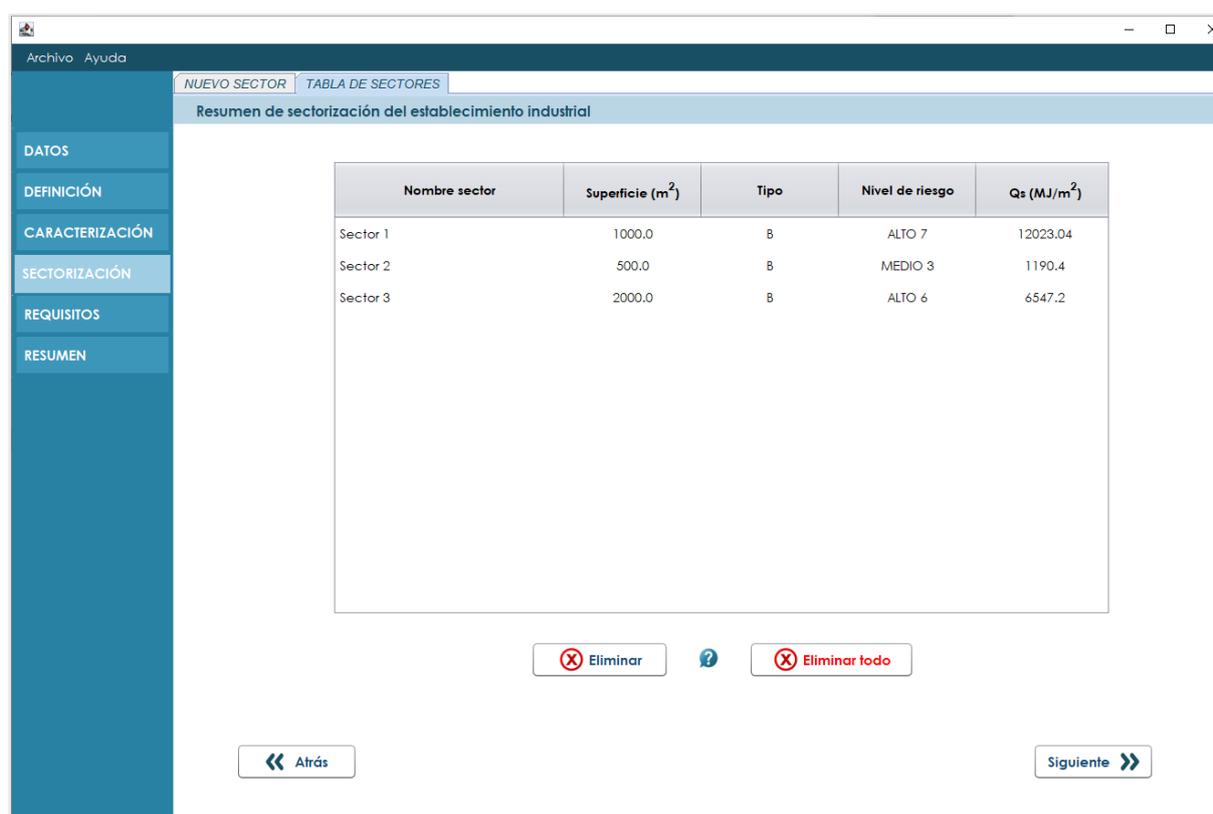


Imagen 28. Ventana 4.2 - Tabla de sectores.

### 3.4.5. Ventana 5. Requisitos constructivos

El Anexo II del RSCIEI corresponde con la Protección Pasiva Contra Incendios, cuya función es prevenir la aparición de un incendio, impedir o retrasar su propagación y facilitar tanto la extinción del incendio como la evacuación. En él se establece una serie de requisitos constructivos y edificatorios que deben cumplir los establecimientos industriales en relación con su seguridad contra incendios. Dichas condiciones y requisitos dependerán principalmente de la relación entre la configuración del edificio donde se ubica el sector y la superficie y el nivel de riesgo intrínseco del mismo.

En la quinta ventana del programa se definirán estos requisitos constructivos, una vez se ha establecido la sectorización del establecimiento industrial. El programa establecerá unas características constructivas para cada sector definido en la sectorización, calculada previamente.

La ventana de requisitos constructivos se divide a su vez en dos pestañas: “ESTABILIDAD”, y “VENTILACIÓN”.

En la pestaña “ESTABILIDAD” se definen los requisitos correspondientes a la estabilidad y resistencia al fuego de los elementos constructivos exigidas en cada sector de incendios. En la pestaña se muestra una tabla, en la que se especificarán los valores mínimos de la estabilidad (R) y la resistencia (EI) al fuego exigidos por el RSCIEI para los siguientes elementos:

- Elementos estructurales portantes (elementos constructivos con función portante y escaleras que sean de recorrido de evacuación)
- Cubiertas ligeras
- Medianerías
- Medianerías portantes

Tal y como establece el RSCIEI, las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivos se definen por el tiempo en minutos durante el cual, dicho elemento, debe mantener la capacidad portante, la integridad al paso de llamas y gases calientes y el aislamiento térmico. Los valores que rigen estas exigencias se definen los apartados 4 y 5 del Anexo II del RSCIEI.

En el apartado 4 del reglamento se establecen los valores mínimos de la estabilidad al fuego que deben adoptar los elementos estructurales portantes, recogidos en la tabla 2.2 del Anexo II del reglamento.

Se establece además en este mismo apartado unos valores mínimos determinados de estabilidad para los casos de cubiertas ligeras y sus soportes en plantas sobre rasante, no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes, siempre que se justifique que su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometan la estabilidad de otras plantas inferiores o la sectorización de incendios implantada y, si su riesgo intrínseco es medio o alto, disponga de un sistema de extracción de humos, recogidos en la tabla 2.3.

En el caso de edificios de una sola planta con cubierta ligera, cuando la superficie total del sector de incendios está protegida por una instalación de rociadores automáticos de agua y un sistema de evacuación de humos, los valores de la estabilidad al fuego de las estructuras portantes deberán adoptar los valores mínimos indicados en la tabla 2.4.

Para la estabilidad al fuego de los elementos constructivos de cerramiento, el RSCIEI establece en el apartado 5 del Anexo II la resistencia al fuego mínima para medianerías o muros colindantes, con o sin función portante, recogidos en la tabla 5.2 del mismo apartado.

Con estos requisitos, el programa define, a partir del riesgo intrínseco de cada sector y el tipo de configuración del establecimiento en el que se ubica, los valores mínimos de estabilidad y resistencia al fuego que deben tomar los elementos estructurales que conforman cada uno de los sectores definidos previamente. Los valores aparecen automáticamente recogidos en la tabla de la pestaña “ESTABILIDAD” al registrar los sectores en el programa, en la ventana de sectorización.

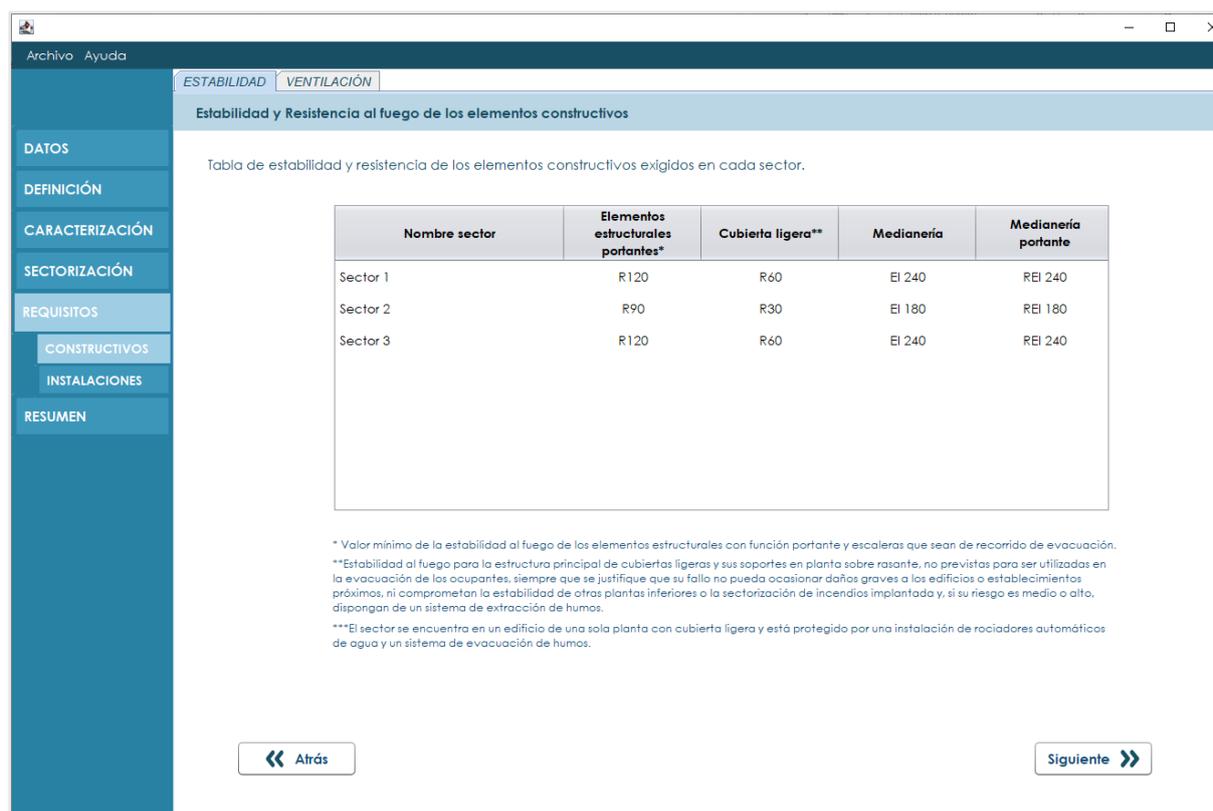


Imagen 29. Ventana 5.1 Requisitos constructivos. Estabilidad y Resistencia al fuego de los elementos constructivos.

La segunda pestaña de la ventana de requisitos constructivos del programa corresponde a la ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales. El apartado 7 del RSCIEI dispone unos criterios para la eliminación de humos y gases de combustión de los espacios ocupados por sectores de incendio de establecimientos industriales en función de la tipología del edificio, en relación con las características que determinan el movimiento del humo. Con estos criterios, el RSIEI expone si un sector determinado requiere de un sistema de evacuación de humos y, de no requerirlo, establece unos valores mínimos para la superficie aerodinámica de evacuación de humos.

Tal y como cita el reglamento, el sistema de evacuación de humos nombrado se refiere a un “Sistema de control de temperatura y evacuación de humos”, diseñado conforme a la norma UNE 23585. Los sectores de incendios que precisan de dicho sistema se resumen en los siguientes:

- Sectores de incendio de los establecimientos industriales con actividades de producción:
  - De riesgo intrínseco medio y superficie construida igual o superior a 2000 m<sup>2</sup>.
  - De riesgo intrínseco alto y superficie construida igual o superior a 1000 m<sup>2</sup>
- Sectores de incendio de los establecimientos industriales con actividades de almacenamiento:
  - De riesgo intrínseco medio y superficie construida igual o superior a 1000 m<sup>2</sup>.
  - De riesgo intrínseco alto y superficie construida igual o superior a 800 m<sup>2</sup>

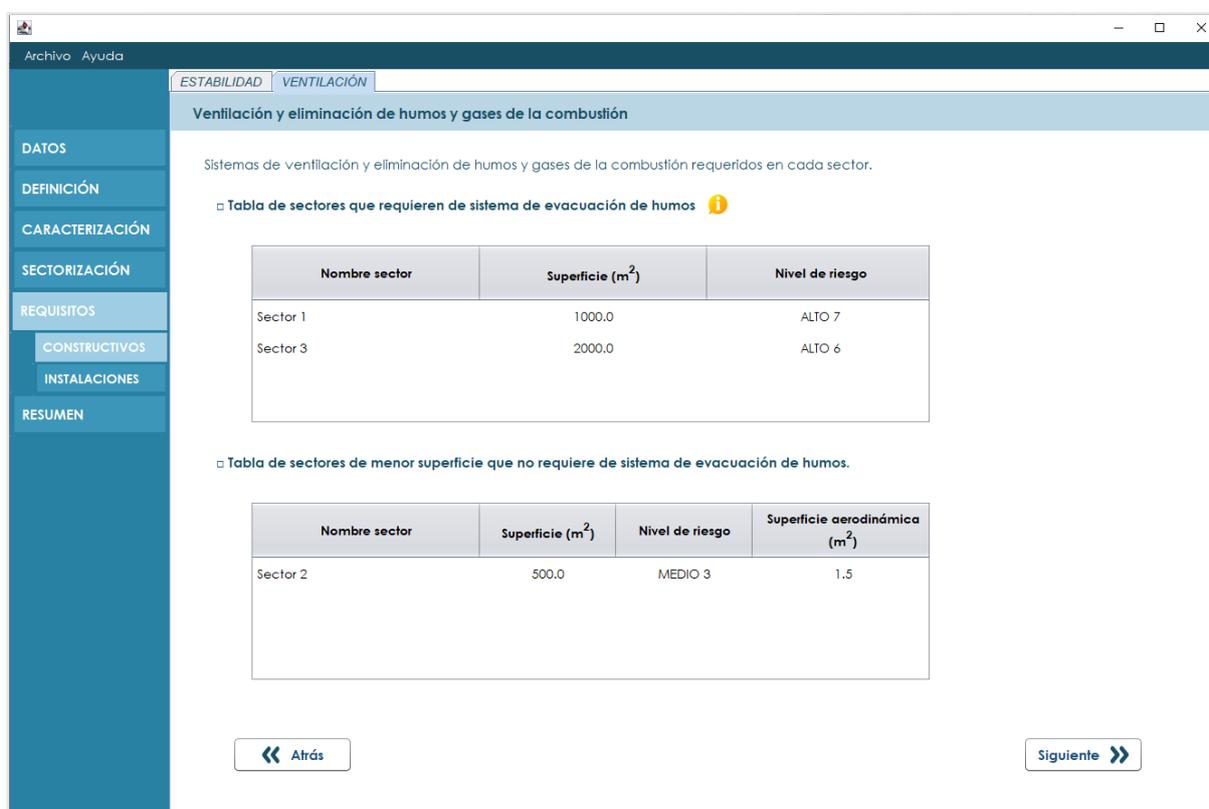
Para naves de menor superficie, donde no se exige un sistema de control de temperatura y evacuación de humos, se pueden aplicar los siguientes valores mínimos de la superficie aerodinámica de evacuación de humos.

- Los sectores de incendio con actividades de producción, montaje, transformación, reparación y otras distintas al almacenamiento si:
  - Están situados en planta bajo rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de  $0,5 \text{ m}^2/150 \text{ m}^2$  o fracción.
  - Están situados en cualquier planta sobre rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de  $0,5 \text{ m}^2/200 \text{ m}^2$ , o fracción.
- Los sectores de incendio con actividades de almacenamiento si:
  - Están situados en planta bajo rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de  $0,5 \text{ m}^2/100 \text{ m}^2$ , o fracción.
  - Están situados en cualquier planta sobre rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de  $0,5 \text{ m}^2/150 \text{ m}^2$ , o fracción.

Siguiendo estos criterios, y analizando la tipología y condiciones de cada sector, el programa establece qué sectores de los introducidos por el usuario requieren de sistema de evacuación de humos y cuales no lo precisan, indicando además en estos últimos la superficie aerodinámica mínima exigida en el RSCIEI.

El programa realiza una lectura de las características definidas para cada sector y su nivel de riesgo intrínseco, y comprueba que cumple con alguno de los criterios mencionados anteriormente, indicando el resultado obtenido en la pestaña "VENTILACIÓN". En la pestaña se visualizan dos tablas: una primera tabla, donde el programa incluye aquellos sectores en los que se requiere de un sistema

de evacuación de humos, y una segunda tabla, donde aparecen aquellos sectores con una menor superficie que no requieren de este sistema, indicando la superficie aerodinámica mínima asociada.



**Imagen 30.** Ventana 5.2 – Requisitos constructivos. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión.

Para identificar si la actividad del establecimiento corresponde con un almacenamiento o con otras actividades como producción, montaje, transformación o reparación, y comprobar si se exige un sistema de evacuación de humos, el programa lee la opción marcada por el usuario en la ventana de definición del establecimiento industrial.

**Tipo de establecimiento**

Industrial ⓘ

Almacenamiento Industrial

Almacenamiento no industrial con una carga de fuego total > 3.000.000 MJ

Taller de reparación

Estacionamiento de vehículos destinado al transporte de personas y de mercancías

**Imagen 31.** Selección del tipo de actividad industrial del establecimiento.

### 3.4.6. Ventana 6. Requisitos de las instalaciones.

En la sexta ventana del programa se exponen los requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, establecidos en Anexo III del RSCIEI. Estas instalaciones se corresponden con la Protección Activa Contra Incendios, que tiene como función específica la detección, control y extinción del incendio, a través de una lucha directa contra el mismo, y por lo tanto facilitar la evacuación. Los sistemas de protección a instalar dependerán de la relación entre la tipología del edificio donde se encuentra el sector de incendio, el nivel de riesgo intrínseco y la superficie del sector.

El programa definirá, a partir de las exigencias dispuestas en el Anexo III del RSCIEI, las instalaciones de comunicación, detección y extinción de incendios requeridos en cada sector, así como sus requisitos. Estos sistemas se resumen en los siguientes:

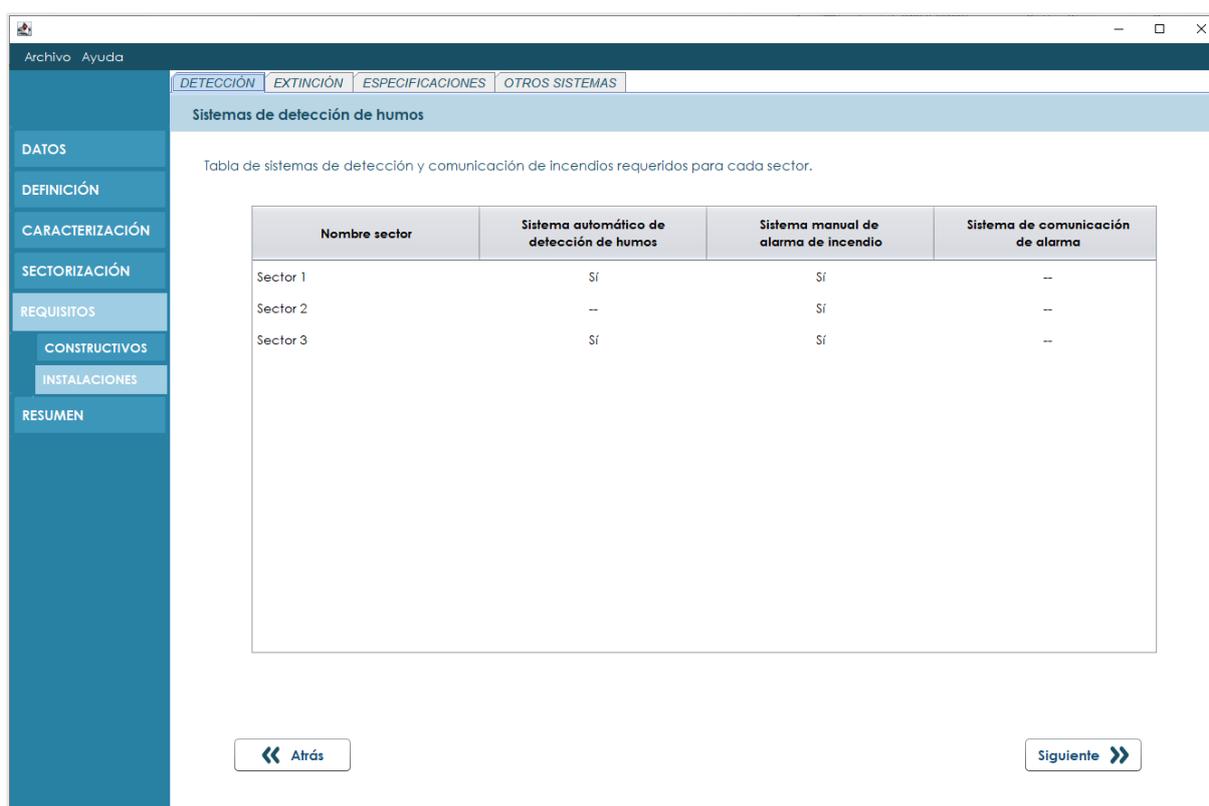
- Sistema automático de detección de incendio.
- Sistema manual de alarma de incendio.
- Sistema de comunicación de alarma.
- Sistema de hidrantes exteriores.
- Extintores de incendio.
- Sistema de bocas de incendio equipadas (BIE).
- Sistema de columna seca
- Sistema de rociadores automáticos de agua.
- Otros sistemas de extinción.
  - Sistema de agua pulverizada
  - Sistema de espuma física
  - Sistema de extinción por polvo
  - Sistema de extinción por agentes gaseosos.

La ventana de requisitos de las instalaciones consta de cuatro pestañas:

1. **“DETECCIÓN”**, en la que se definen los requisitos de las instalaciones de detección de incendios y comunicación de alarma de incendios.
2. **“EXTINCIÓN”**, en la que se definen los requisitos de las instalaciones de extinción de, como son hidrantes exteriores, extintores de incendio, BIE, columna seca y rociadores automáticos de agua.
3. **“ESPECIFICACIONES”**, en la que se definen los requisitos de las instalaciones de hidrantes exteriores y de las BIE.
4. **“OTROS SISTEMAS”**, en la que se definen las instalaciones de agua pulverizada, espuma física, extinción por polvo y extinción por agentes gaseosos.

## **DETECCIÓN**

En esta pestaña se definen los sistemas de detección y comunicación de incendios requeridos para cada sector, según lo establecido en el Anexo III del RSCIEI. Estos sistemas son los sistemas automáticos de detección de incendio, los sistemas manuales de alarma de incendio y los sistemas de comunicación de alarma. En función del tipo de configuración del establecimiento industrial, la superficie total construida del sector y su nivel de riesgo intrínseco, el programa comprueba si se cumplen los requisitos establecidos en el RSCIEI y si es preciso instalar estos sistemas en los sectores registrados en el programa. Los resultados obtenidos se muestran en una tabla, en la que se indica si es necesario la instalación del sistema correspondiente o no.



*Imagen 32. Ventana 6.1 – Requisitos de las instalaciones. Sistemas de detección y comunicación de incendios.*

- **Sistemas automáticos de detección de incendio.**

En el apartado 3 del Anexo III del RSCIEI se establecen los requisitos de deben cumplir los sectores en los que se exige la instalación de un sistema automático de detección de incendio. Este sistema permite detectar un incendio en el tiempo más corto posible y emitir las señales de alarma y de localización adecuadas para que puedan adoptarse las medidas apropiadas, como por ejemplo los dispositivos de alarma de incendio visuales o audiovisuales, un dispositivo de transmisión de alarma de incendio al servicio de bomberos o un equipo automático de control o de lucha contra incendios, mediante un dispositivo de control de los sistemas automáticos de protección y de lucha contra incendios.

Los sectores en los que se requiere de un sistema automático de detección de incendios se resumen en los siguientes:

- Sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen actividades de producción, montaje, transformación, reparación y otras distintas al almacenamiento si:
  - Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 300 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2.000 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1.000 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3.000 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2.000 m<sup>2</sup> o superior.
- Sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen actividades de producción, montaje, transformación, reparación y otras distintas al almacenamiento si:
  - Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 150 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.000 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.500 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m<sup>2</sup> o superior.
- **Sistemas manuales de alarma.**

Los sistemas manuales de alarma de incendio están constituidos por un conjunto de pulsadores que permitirán transmitir voluntariamente por los ocupantes del sector, una señal a una central de control y señalización permanentemente vigilada, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que ha sido activado el pulsador. Según se establece en el apartado 4 del Anexo III del RSCIEI, se instalarán estos sistemas en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

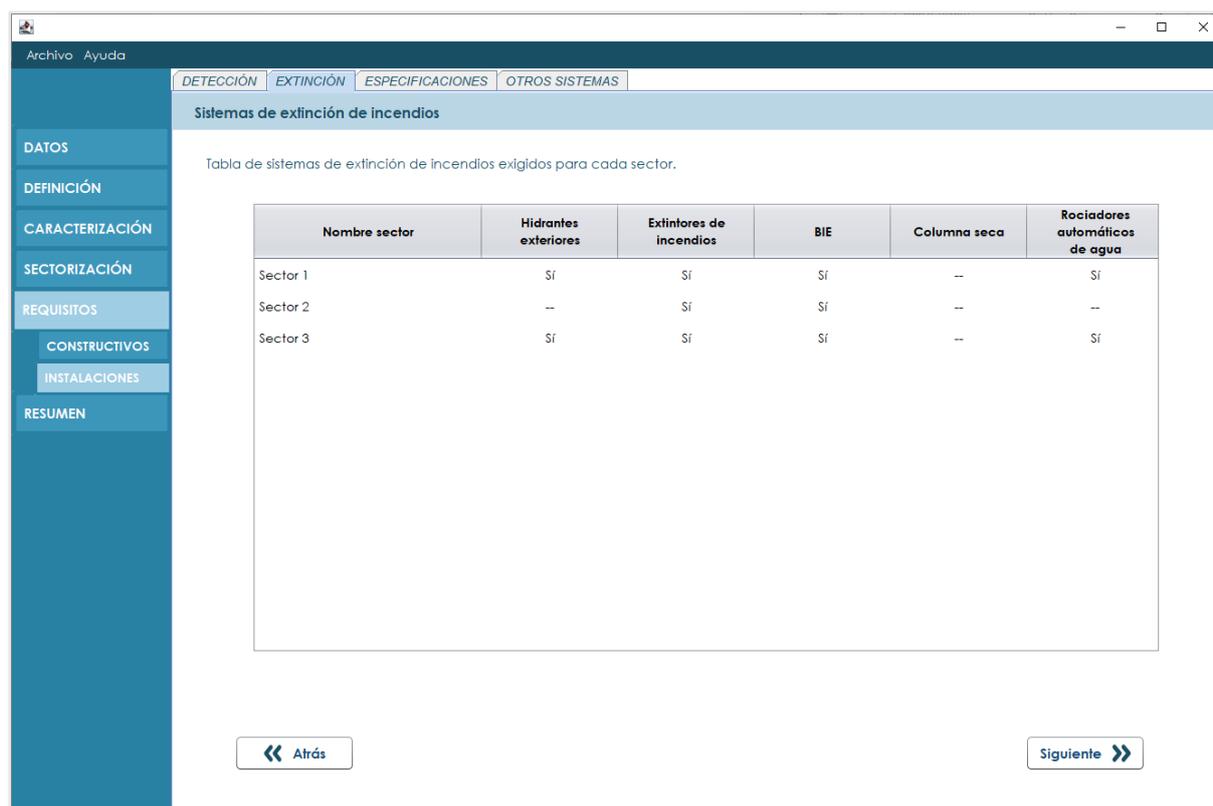
- Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento, si:
  - Su superficie total construida es de 1.000 m<sup>2</sup> o superior, o
  - No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.
- Actividades de almacenamiento, si:
  - Su superficie total construida es de 800 m<sup>2</sup> o superior, o
  - No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios
- **. Sistemas de comunicación de alarma**

Estos sistemas permiten emitir señales acústicas o visuales a los ocupantes de un edificio. Según se indica en el apartado 5 del Anexo III del RSCIEI, se instalarán sistemas de comunicación de alarma en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales, si la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio del establecimiento industrial es de 10.000 m<sup>2</sup> o superior. Para comprobar esta condición, el programa toma todas áreas de los sectores registrados en ese momento en el programa de la tabla resumen de sectores y calcula el total de la suma de todas las superficies.

### **EXTINCIÓN**

En la pestaña “EXTINCIÓN” se definen los sistemas de extinción de incendios requeridos en el establecimiento industrial. Estos sistemas son los sistemas de hidrantes exteriores, los extintores de incendio, los sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE), los sistemas de columna seca, y los sistemas de rociadores automáticos.

Al igual que en las pestañas anteriores, el programa realiza una lectura de las características de los sectores registrados y comprueba si se requiere la instalación de alguno de estos sistemas en los distintos sectores del establecimiento industrial, mostrando los resultados en una tabla.



*Imagen 33 Ventana 6.2 – Requisitos de las instalaciones. Sistemas de extinción de incendios.*

A continuación se indican los requisitos que deben cumplir los sectores de incendio que precisan de cada uno de estos sistemas:

- **Sistemas de hidrantes exteriores.**

Se trata de sistemas de abastecimiento de agua para uso exclusivo del Cuerpo de Bomberos y personal debidamente formado.

De acuerdo con el apartado 7 del RSCIEI, se instalará un sistema de hidrantes exteriores en los casos indicados en la tabla 3.1 del mismo Anexo.

**Tabla 1.** Tabla 3.1 del Anexo III del RSCIEI. Hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona, su superficie construida y su nivel de riesgo intrínseco.

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector de área de incendio (m <sup>2</sup> )	Riesgo Intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥300	NO	SÍ	--
	≥1000	SÍ*	SÍ	--
B	≥1000	NO	NO	SÍ
	≥2500	NO	SÍ	SÍ
	≥3500	SÍ	SÍ	SÍ
C	≥2000	NO	NO	SÍ
	≥3500	NO	SÍ	SÍ
D	≥5000	--	SÍ	SÍ
	≥15000	SÍ	SÍ	SÍ

\*No es necesario cuando el riesgo es bajo 1.

- **Extintores de incendio.**

El RSCIEI establece la necesidad de instalar extintores de incendios portátiles en todos los sectores y áreas de incendios de los establecimientos industriales, excepto en las áreas cuyo nivel de riesgo intrínseco sea bajo 1.

El programa indica en la tabla resumen de la ventana de los requisitos de las instalaciones si El RSCIEI exige o no la instalación de extintores portátiles en cada sector o área de incendios.

El usuario elegirá el tipo de agente extintor y la eficacia de los extintores necesarios según las directrices establecidas en el apartado 8 del RSCIEI y en Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, aprobado Real Decreto 513/2017, en función de la clase de combustible presente en el sector o área de incendio.

- **Sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE)**

Los sistemas de bocas de incendio equipadas están compuestos por una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías para la alimentación de agua y de equipos de bocas de incendio equipadas (BIE) necesarios. El apartado 9 del Anexo III del RSCIEI se dispone los requisitos de los sectores en los

que se exige la instalación de estos sistemas, así como las condiciones hidráulicas como son el tipo de BIE, la simultaneidad y el tiempo de autonomía.

En la tabla resumen de la ventana de requisitos de las instalaciones del programa se indica la necesidad de instalar sistemas BIE en cada sector del establecimiento industrial definido. Además, el programa definirá en la pestaña “ESPECIFICACIONES” las características hidráulicas que deben cumplir estos sistemas en cada sector de incendio.

De acuerdo con el RSCIEI, los sectores de incendio en los que se exige la instalación de sistemas BIE deben cumplir las siguientes condiciones:

- Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 300 m<sup>2</sup> o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m<sup>2</sup> o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 200 m<sup>2</sup> o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m<sup>2</sup> o superior.
- Son establecimientos de configuraciones de tipo D o E, su nivel de riesgo intrínseco es alto y la superficie ocupada es de 5.000 m<sup>2</sup> o superior.
- **Sistemas de columna seca**

El RSCIEI exige la instalación de sistemas de columna seca únicamente en los establecimientos industriales de riesgo intrínseco medio o alto y con una altura de evacuación igual o superior a 15m, según establece en el apartado 10 del Anexo III.

Para determinar la necesidad de instalar estos sistemas conforme a las exigencias del RSCIEI, el programa calcula el nivel de riesgo intrínseco total del establecimiento industrial. Para ello, toma los valores del área y de la densidad de carga de cada sector registrado, calculados previamente en la ventana de sectorización, y emplea la fórmula para el cálculo de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del establecimiento industrial, definida en el apartado 3.3 del Anexo I del RSCIEI.

Considerando que todos los sectores se encuentran ubicados en un mismo edificio, la carga de fuego del establecimiento se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_E = \frac{\sum_1^i Q_{si} \cdot A_i}{\sum_1^i A_i} \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

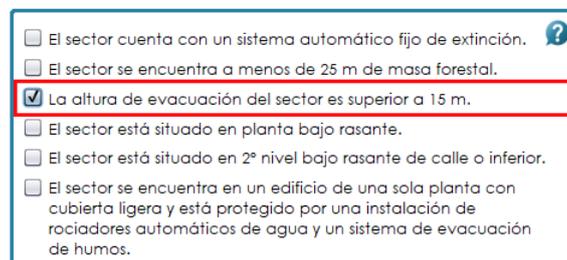
Donde:

$Q_E$ : densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del establecimiento industrial, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m.

$Q_{si}$ : densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el establecimiento industrial, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$A_i$ : superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en m<sup>2</sup>.

Para conocer si el establecimiento introducido en el programa cumple la condición de la altura de evacuación mínima, el programa comprueba si el usuario ha seleccionado previamente la condición de altura de evacuación superior a 15 m, en la sección de condiciones de la pestaña "SECTORIZACIÓN".



El sector cuenta con un sistema automático fijo de extinción. ?

El sector se encuentra a menos de 25 m de masa forestal.

La altura de evacuación del sector es superior a 15 m.

El sector está situado en planta bajo rasante.

El sector está situado en 2º nivel bajo rasante de calle o inferior.

El sector se encuentra en un edificio de una sola planta con cubierta ligera y está protegido por una instalación de rociadores automáticos de agua y un sistema de evacuación de humos.

Imagen 34. Condición altura mínima de evacuación mostrada en la ventana 4.

- **Sistemas de rociadores automáticos de agua**

En el apartado 11 del Anexo III del RSCIEI se establecen los criterios que deben cumplir los sectores de incendios en los que se exige la instalación de sistemas de rociadores automáticos de agua. Estos criterios se resumen en los siguientes.

- Sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen actividades de producción, montaje, transformación, reparación y otras distintas al almacenamiento si:
  - Están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2500 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3500 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2000 m<sup>2</sup> o superior.

- Sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen actividades de producción, montaje, transformación, reparación y otras distintas al almacenamiento si:
  - Están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 300 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1500 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2000 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior.

Para identificar los sectores que requieren un sistema de rociadores automáticos de agua, el programa realiza una lectura de las características definidas para cada sector y su nivel de riesgo intrínseco calculado previamente, y comprueba que cumple con alguno de los criterios establecidos en el RSCIEI. En tabla resumen de la ventana de requisitos de las instalaciones el programa indica, para cada sector, si se exige la instalación de estos sistemas.

### **ESPECIFICACIONES**

En la pestaña “ESPECIFICACIONES” se detallan las exigencias técnicas de algunas de las instalaciones de extinción de incendios definidas previamente en cada sector, según los requisitos del RSCIEI. En la pestaña se muestran dos tablas: una primera tabla, donde se define la necesidad de agua de los hidrantes exteriores de los sectores de incendio donde se exige su instalación, y una segunda tabla, donde se indican el tipo de BIE y la necesidad de agua necesario en cada sector de incendios.

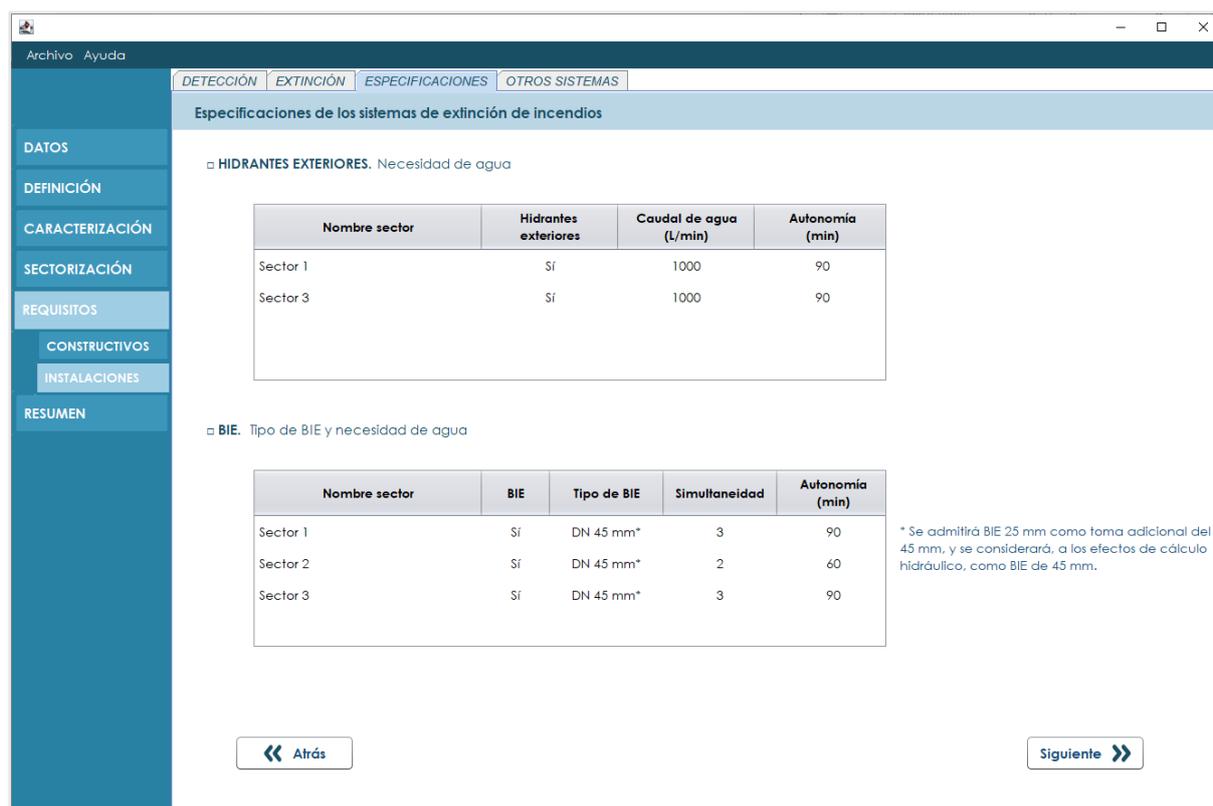


Imagen 35. Ventana 6.3 – Requisitos de las instalaciones. Especificaciones de los sistemas de extinción de incendios.

- **Especificaciones de los hidrantes exteriores**

En el apartado 7.3 del Anexo II del RSCIEI se establecen los criterios mínimos de abastecimiento de agua que deben cumplir los sistemas de hidrantes exteriores en cada sector de incendios, en función de la configuración del establecimiento industrial y el nivel de riesgo intrínseco del sector. Las necesidades de agua para proteger cada una de las zonas que requieren un sistema de hidrantes deben tomar los valores mínimos indicados en la siguiente tabla.

Tabla 2. Tabla "Necesidades de agua para hidrantes exteriores" del apartado 7.3 del Anexo III del RSCIEI.

CONFIGURACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO					
	BAJO		MEDIO		ALTO	
TIPO	CAUDAL (l/min)	AUTON (min)	CAUDAL (l/min)	AUTON (min)	CAUDAL (l/min)	AUTON (min)
A	500	30	1000	60	-	-
B	500	30	1000	60	1000	90
C	500	30	1500	60	2000	90
D y E	1000	30	2000	60	3000	90

El programa recoge en la tabla de especificaciones de los hidrantes exteriores aquellos sectores en los que se exige la instalación de estos sistemas, indicando además el valor del caudal de agua (l/min) y la autonomía de servicio (min) establecidos en el RSCIEI.

- **Especificaciones de los sistemas BIE**

En la segunda tabla de la pestaña “ESPECIFICACIONES” se definen las condiciones hidráulicas que deben cumplir los sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE) de los sectores y áreas de incendio. En ella, el programa muestra aquellos sectores que, analizados previamente, se ha determinado que requieren de este sistema, e indica las condiciones hidráulicas mínimas que deben cumplir, en función del nivel de riesgo intrínseco del establecimiento industrial. Estas condiciones están definidas en la tabla del apartado 9.2 del Anexo III del RSCIEI.

*Tabla 3. Tabla de condiciones hidráulicas de los sistemas las BIE del apartado 9.2 del Anexo III del RSCIEI.*

NIVEL DE RIEGO INTRÍNSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
BAJO	DN 25 mm	2	60 min
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min

### **OTROS SISTEMAS**

Además de los sistemas de extinción de incendios definidos anteriormente, el RSCIEI dispone otros sistemas de extinción, cuya instalación se rige por normativas vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales específicas. Estos sistemas son:

- Sistemas de agua pulverizada
- Sistemas de espuma física
- Sistemas de extinción por polvo
- Sistema de extinción por agentes extintores gaseosos

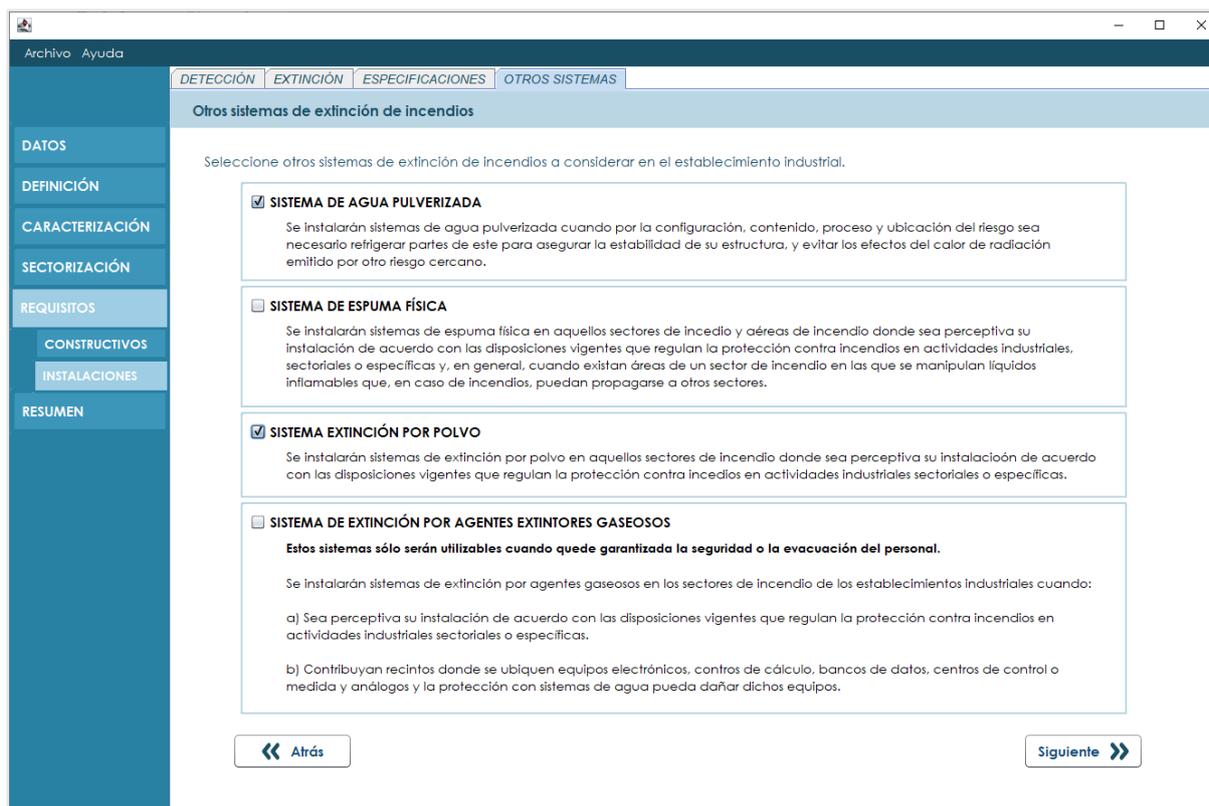
Puesto que los criterios de instalación de estos sistemas son más ambiguos que los anteriores sistemas de extinción de incendios, y el RSCIEI no establece unos requisitos en función de unas características o valores definidos previamente, el programa deja al usuario la libertad de seleccionar aquellas instalaciones que se considere necesaria su instalación en el sector o establecimiento industrial determinado.

En la pestaña “OTROS SISTEMAS” se muestra una relación de estos sistemas de extinción mencionados en el RSCIEI, donde el usuario puede seleccionar mediante *check buttons* aquellos que se prevea su instalación en el establecimiento industrial. De este modo, el informe de resultados final contendrá una relación de todos los sistemas de extinción de incendios presentes en el establecimiento industrial.

A continuación, se detallan los criterios de instalación de estos sistemas de extinción, definidos en el RSCIEI.

- **Sistemas de agua pulverizada:** De acuerdo con el apartado 12 del Anexo III del RSCIEI, se instalarán sistemas de agua pulverizada cuando por la configuración, contenido, proceso y ubicación del riesgo sea necesario refrigerar partes de este para asegurar la estabilidad de su estructura, y evitar los efectos del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano, y en aquellos sectores de incendio y áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas
- **Sistemas de espuma física:** De acuerdo con el apartado 13 del Anexo III del RSCIEI, Se instalarán sistemas de espuma física en aquellos sectores de incendio y áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales, sectoriales o específicas y, en general, cuando existan áreas de un sector de incendio en las que se manipulan líquidos inflamables que, en caso de incendios, puedan propagarse a otros sectores.
- **Sistemas de extinción por polvo:** De acuerdo con el apartado 14 del Anexo III del RSCIEI, Se instalarán sistemas de extinción por polvo en aquellos sectores de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas.
- **Sistema de extinción por agentes extintores gaseosos:** De acuerdo con el apartado 15 del Anexo III del RSCIEI, Se instalarán sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando:
  - Sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas.
  - Constituyan recintos donde se ubiquen equipos electrónicos, centros de cálculo, bancos de datos, centros de control o medida y análogos y la protección con sistemas de agua pueda dañar dichos equipos.

Estos sistemas sólo serán utilizables cuando quede garantizada la seguridad o la evacuación del personal.



*Imagen 36. Ventana 6.4 – Requisitos de las instalaciones. Otros sistemas de extinción de incendios.*

### 3.4.7. Ventana 7. Resumen. Informe de resultados

La última ventana de navegación del programa ofrece un informe de resultados final del diseño del sistema contra incendios del establecimiento industrial. En ella se muestra un resumen de las características del establecimiento, así como de los sectores que alberga, los resultados obtenidos del cálculo de la sectorización y los requisitos constructivos de cada sector. Se incluye además una tabla con la relación de todas las instalaciones exigidas en cada sector o área de incendios y en el establecimiento industrial. toda la información mostrada en esta pestaña se obtiene de los datos introducidos por el usuario sobre el establecimiento industrial y de las tablas de resultados de la definición de la sectorización y de los requisitos constructivos y de las instalaciones.

En la parte superior de la ventana se muestran los datos del proyecto, introducidos en la primera pestaña del programa, y condición, el tipo y la configuración del establecimiento industrial seleccionados previamente.

En la parte inferior de la ventana se muestran dos pestañas: una primera pestaña, que contiene una tabla resumen con los resultados de la sectorización del establecimiento industrial y de los requisitos constructivos de cada sector y área de incendio, y una segunda pestaña con una tabla resumen de las instalaciones de protección contra incendios requeridas en el establecimiento industrial.

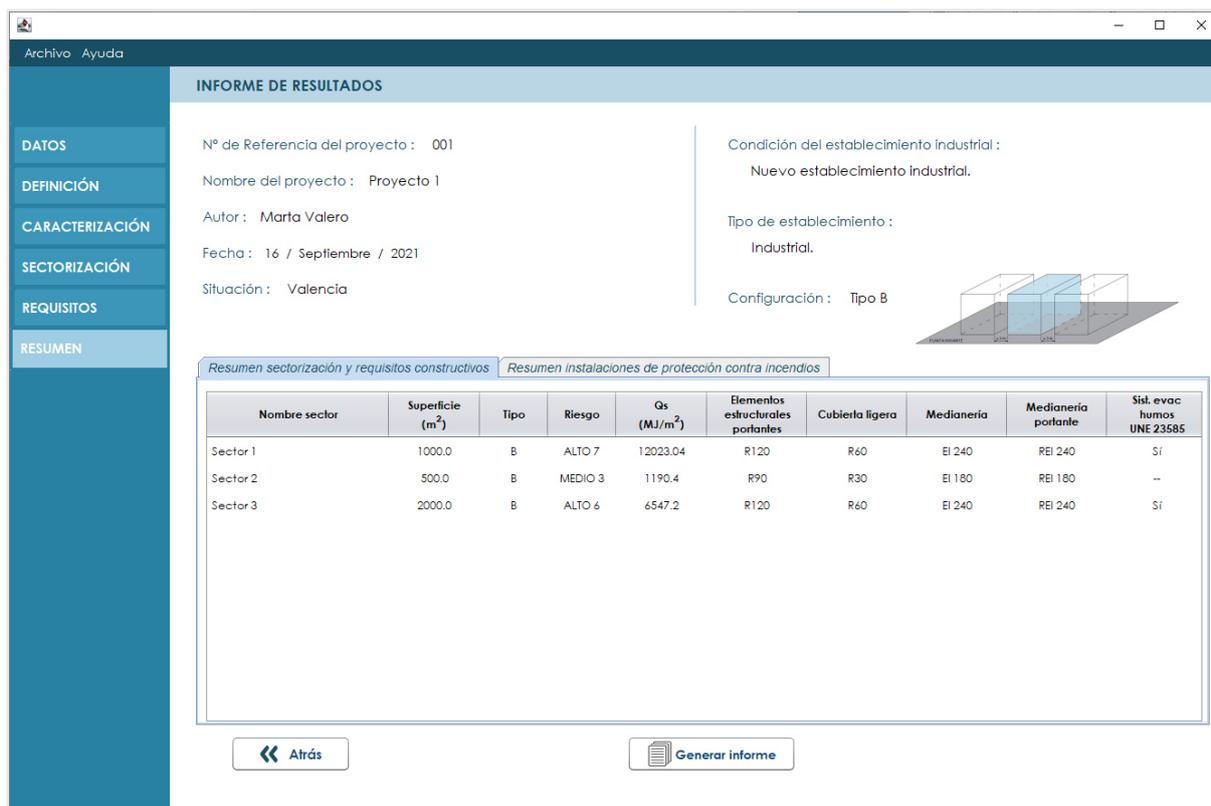


Imagen 37. Ventana 7 – Resumen. Informe de resultados. Resumen sectorización y requisitos constructivos.

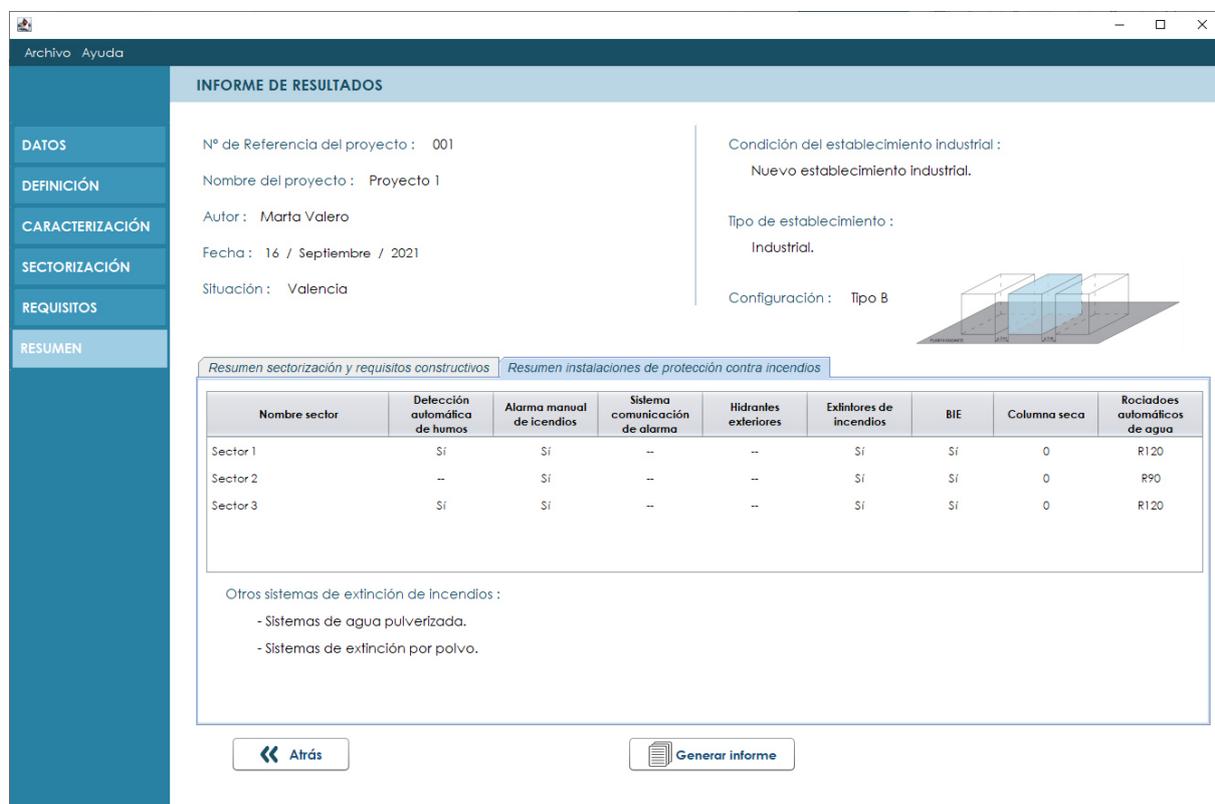


Imagen 38. Ventana 7 – Resumen. Informe de resultados. Resumen instalaciones de protección contra incendios.

El programa ofrece además la opción de exportar todos los resultados a un informe en formato de archivo de texto. Al pulsar sobre el botón “Generar informe”, el programa traslada todas las tablas de resultados mostradas en el programa a un documento PDF. También se puede obtener este documento seleccionando la opción “Generar informe” de la pestaña “Archivo” de la barra de herramientas. En el Anexo I de este documento se incluye un ejemplo de un informe de resultados.

## **4. VALIDACIÓN DEL PROGRAMA**

En este capítulo se valida el programa mediante la comparación de los resultados obtenidos del diseño del sistema de protección contra incendios de un establecimiento industrial de un caso ya estudiado. Se toma como referencia el Trabajo final de grado realizado por Alejandra María Agulló Vidal con título “Proyecto de actividad industrial para una empresa de calderería y mecanizado”, en el curso académico 2016-2017 para la titulación de Ingeniería en Tecnologías Industriales.

### **4.1. DATOS DEL PROYECTO**

Se trata de una nave industrial para el desarrollo de la actividad de una empresa de calderería y mecanizado. Está ubicada en la localidad de Silla, Valencia.

A continuación se definen las características del edificio industrial, extraídas de la memoria del proyecto.

#### **Características arquitectónicas de la nave industrial:**

- **Superficie:** 1611 m<sup>2</sup>
- **Ancho:** 16.5 m
- **Longitud:** 91.92 m
- **Perímetro:** 216.84 m
- **Altura libre máxima:** 8.23 m
- **Altura libre zona perimetral:** 7 m
  
- **Longitud fachada accesible:** 16.5 m
- **Área fachada accesible:** 125.65 m<sup>2</sup>

#### **Condición del establecimiento industrial**

Establecimiento industrial ya existente. Traslado, cambio o modificación de la actividad industrial.

#### **Clasificación de la actividad**

Industrial.

#### **Tipo de configuración y ubicación del establecimiento**

Tipo A

Edificio industrial situado en planta sobre rasante con cubierta ligera.

Un único sector de incendios

### **Combustibles**

Los materiales combustibles que alberga el establecimiento industrial se resumen en la siguiente tabla, extraída del TFG de validación.

*Tabla 4. Tabla 20 de materiales combustibles considerados (Agulló,2017)*

<b>Material</b>	<b>Gi (Kg)</b>	<b>qi (Mcal/Kg)</b>	<b>Ci</b>	<b>Gi x Qi x Ci</b>
Papel	100	4.0	2	800
Cartón	150	4.0	1.3	780
Aceites y lubricantes	70	10.0	1.0	700
Madera	100	4.0	1.0	400
PVC (Cloruro vinilo)	150	5.0	1.0	750
Materiales diversos	300	4.5	1.0	1350
<b><math>\Sigma (Gi \times qi \times Ci)</math></b>				<b>4780</b>

### **Factor de riesgo de activación (Ra)**

Se considera un coeficiente adimensional del grado de peligrosidad (por activación) de la actividad industrial desarrollada en el sector de valor 1.

## **4.2. RESULTADOS DEL PROYECTO**

Se define a continuación los resultados de los requisitos constructivos y de las instalaciones obtenidos en el diseño del sistema de protección de incendios del proyecto, extraídos del documento TFG.

### **Nivel de riesgo intrínseco**

- **Densidad de carga de fuego del sector:** 2.97 Mcal/m<sup>2</sup> (12,4 MJ/m<sup>2</sup>)
- **Nivel de Riesgo intrínseco:** BAJO 1

### **Requisitos constructivos**

- **Máxima superficie construida admisible del sector:** 2000 m<sup>2</sup>
- **Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes:** R90
- **Resistencia al fuego de toda medianera o muro colindante:** R120
- **Ventilación:** No se requiere de sistema de evacuación de humos.

### **Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios**

Se incluye a continuación una tabla con el resumen de todas las instalaciones requeridas en el establecimiento industrial tras la aplicación del RSCIEI, extraída del documento TFG.

*Tabla 5. Tabla 29 de resumen de instalaciones de protección de incendios del establecimiento industrial (Agulló,2017)*

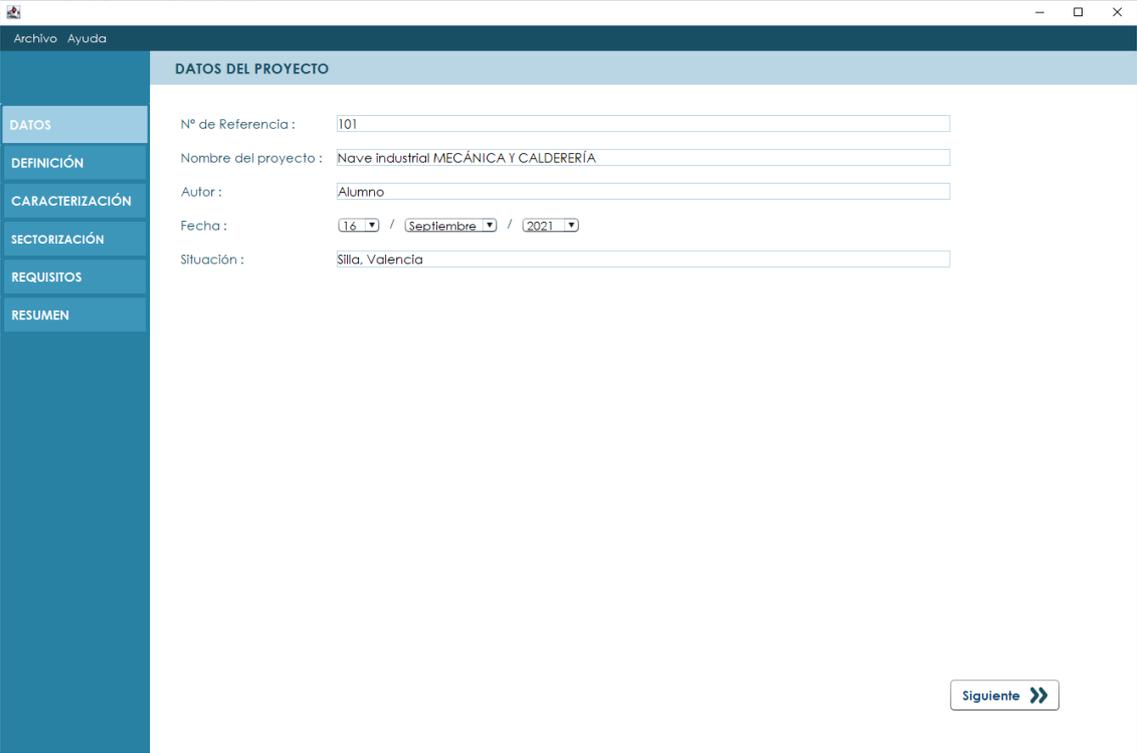
<b>Núm. orden</b>	<b>Instalaciones de protección contra incendios</b>	<b>Sector 1</b>
<b>1</b>	Detección de incendios - En punto 11.27.1	SI
<b>2</b>	Alarma contra incendios	SI
<b>3</b>	Comunicación de alarma	NO
<b>4</b>	Abastecimiento de agua contra incendios	SI
<b>5</b>	Hidrantes exteriores	NO
<b>6</b>	Extintores de incendio	SI
<b>7</b>	Bocas de incendio equipadas	SI
<b>8</b>	Columna seca	NO
<b>9</b>	Rociadores automáticos de agua	NO
<b>10</b>	Agua pulverizada	NO
<b>11</b>	Espuma física	NO
<b>12</b>	Extinción por polvo	NO
<b>13</b>	Extinción por agentes gaseosos	NO
<b>14</b>	Alumbrado de emergencia	SI
<b>15</b>	señalización	SI

#### **4.3. CÁLCULO MEDIANTE EL PROGRAMA**

Para probar la validez del programa y comprobar que los resultados obtenidos son los mismos que los obtenidos en el desarrollo del TFG de referencia, se ha introducido en el programa todos los datos referentes al establecimiento industrial indicados anteriormente.

A continuación se muestra mediante capturas de imagen del programa de la introducción de los datos del establecimiento en el programa y de los resultados obtenidos de los requisitos constructivos y de las instalaciones en las distintas ventanas. En el Anexo II de este trabajo se incluye el documento de texto con el informe de resultados final.

### 4.3.1. INTRODUCCIÓN DE DATOS EN EL PROGRAMA

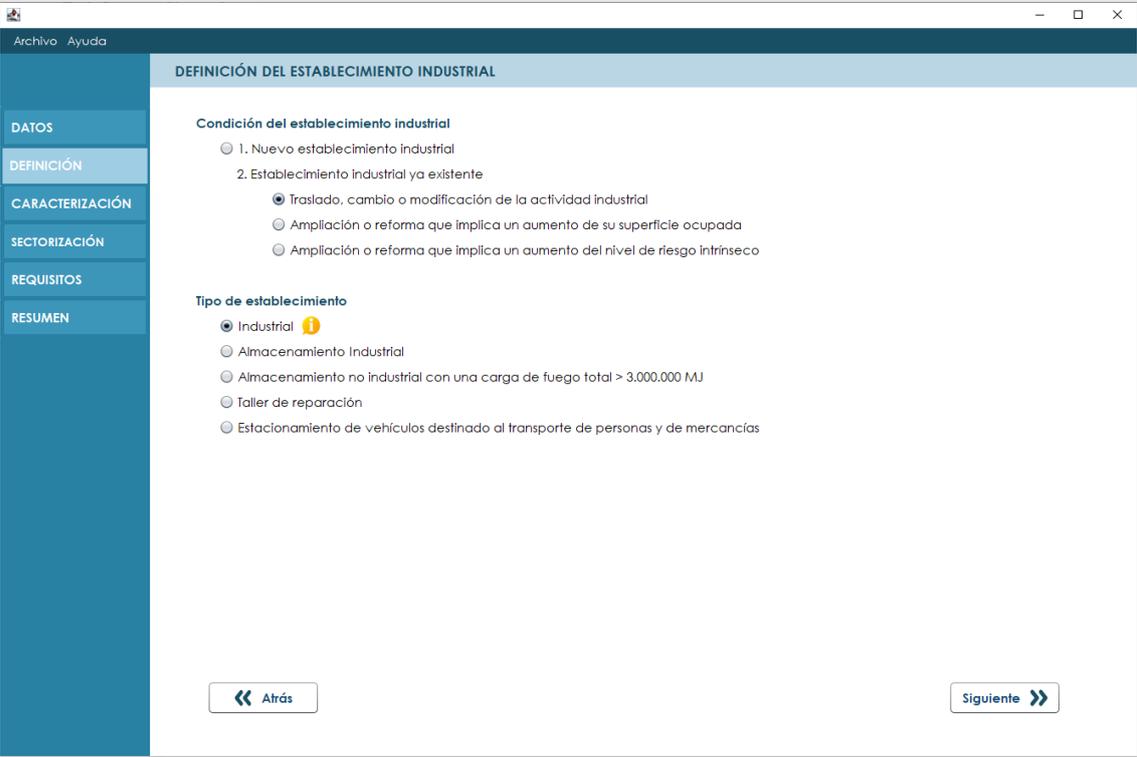


The screenshot shows a software window titled 'Archivo Ayuda' with a sidebar on the left containing menu items: DATOS, DEFINICIÓN, CARACTERIZACIÓN, SECTORIZACIÓN, REQUISITOS, and RESUMEN. The main area is titled 'DATOS DEL PROYECTO' and contains the following fields:

- Nº de Referencia: 101
- Nombre del proyecto: Nave industrial MECÁNICA Y CALDERERÍA
- Autor: Alumno
- Fecha: 16 / Septiembre / 2021
- Situación: Silla, Valencia

A 'Siguiete >>' button is located at the bottom right of the form.

Imagen 39. Datos del proyecto.



The screenshot shows a software window titled 'Archivo Ayuda' with a sidebar on the left containing menu items: DATOS, DEFINICIÓN, CARACTERIZACIÓN, SECTORIZACIÓN, REQUISITOS, and RESUMEN. The main area is titled 'DEFINICIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL' and contains the following sections:

**Condición del establecimiento industrial**

- 1. Nuevo establecimiento industrial
- 2. Establecimiento industrial ya existente
  - Traslado, cambio o modificación de la actividad industrial
  - Ampliación o reforma que implica un aumento de su superficie ocupada
  - Ampliación o reforma que implica un aumento del nivel de riesgo intrínseco

**Tipo de establecimiento**

- Industrial 
- Almacenamiento Industrial
- Almacenamiento no industrial con una carga de fuego total > 3.000.000 MJ
- Taller de reparación
- Estacionamiento de vehículos destinado al transporte de personas y de mercancías

Navigation buttons 'Atrás <<' and 'Siguiete >>' are located at the bottom of the form.

Imagen 40. Definición del establecimiento industrial.

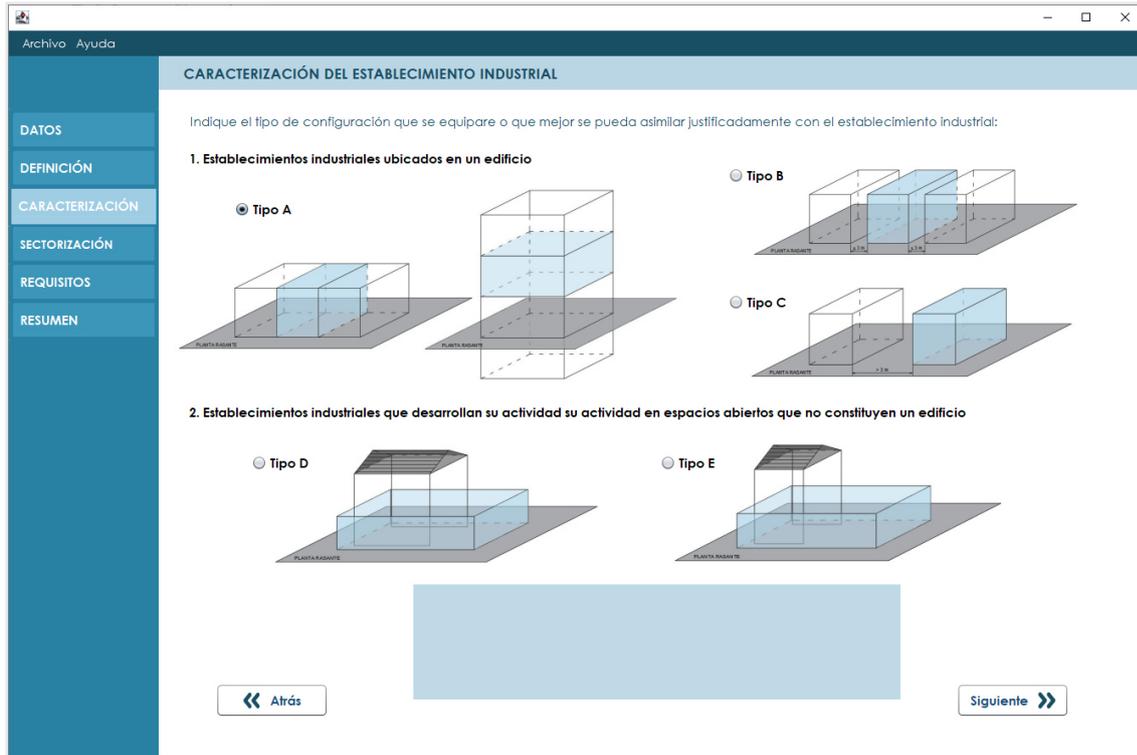


Imagen 41. Caracterización del establecimiento industrial.

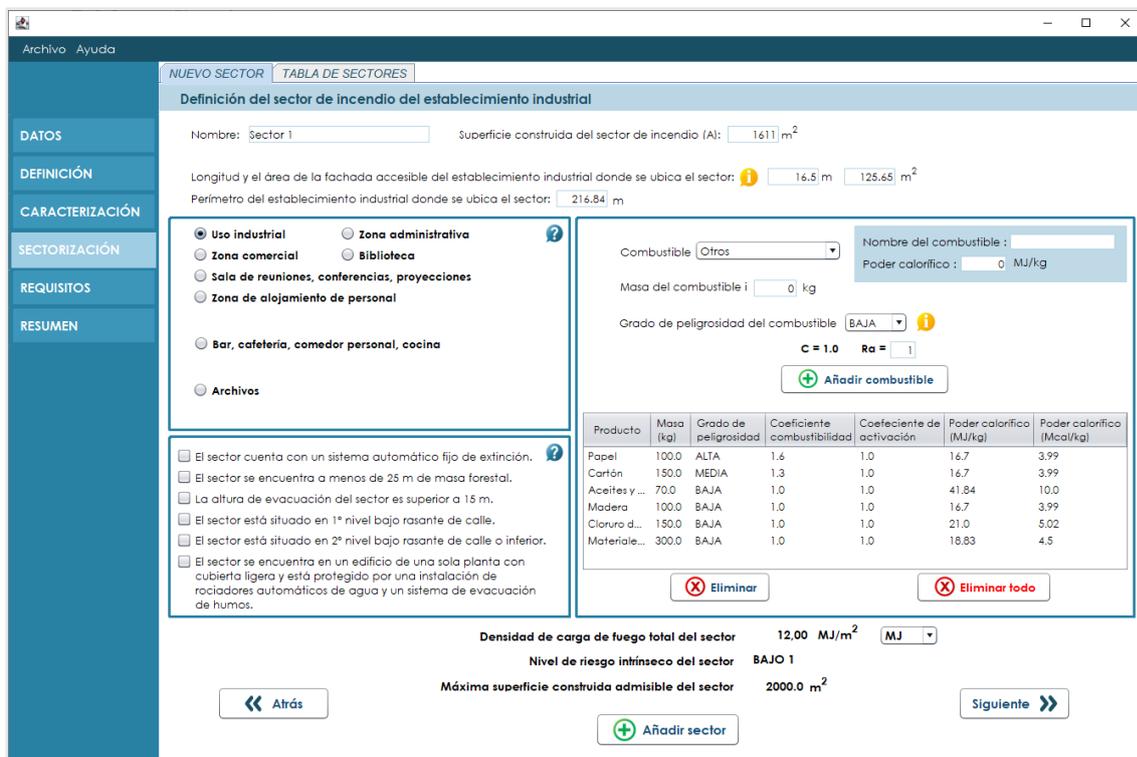


Imagen 42. Sectorización

## 4.3.2. VALIDACIÓN DE RESULTADOS

The screenshot shows a software window with a menu bar (Archivo, Ayuda) and a sidebar with options: DATOS, DEFINICIÓN, CARACTERIZACIÓN, SECTORIZACIÓN, REQUISITOS, and RESUMEN. The main area is titled 'Resumen de sectorización del establecimiento industrial' and contains a table with the following data:

Nombre sector	Superficie (m <sup>2</sup> )	Tipo	Nivel de riesgo	Qs (MJ/m <sup>2</sup> )
Sector 1	1611.0	A	BAJO 1	12.0

Below the table are buttons for 'Eliminar', 'Eliminar todo', 'Atrás', and 'Siguiete'.

Imagen 43. Tabla resumen de sectorización.

The screenshot shows a software window with a menu bar (Archivo, Ayuda) and a sidebar with options: DATOS, DEFINICIÓN, CARACTERIZACIÓN, SECTORIZACIÓN, REQUISITOS, CONSTRUCTIVOS, INSTALACIONES, and RESUMEN. The main area is titled 'Estabilidad y Resistencia al fuego de los elementos constructivos' and contains a table with the following data:

Tabla de estabilidad y resistencia de los elementos constructivos exigidos en cada sector.

Nombre sector	Elementos estructurales portantes*	Cubierta ligera**	Medianería	Medianería portante
Sector 1	R90	NO SE EXIGE	EI 120	REI 120

Below the table are buttons for 'Atrás' and 'Siguiete'. There are also three footnotes:

\* Valor mínimo de la estabilidad al fuego de los elementos estructurales con función portante y escaleras que sean de recorrido de evacuación.  
 \*\* Estabilidad al fuego para la estructura principal de cubiertas ligeras y sus soportes en planta sobre rasante, no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes, siempre que se justifique que su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometan la estabilidad de otras plantas inferiores o la sectorización de incendios implantada y, si su riesgo es medio o alto, dispongan de un sistema de extracción de humos.  
 \*\*\* El sector se encuentra en un edificio de una sola planta con cubierta ligera y está protegido por una instalación de rociadores automáticos de agua y un sistema de evacuación de humos.

Imagen 44. Requisitos constructivos. Estabilidad y resistencia al fuego de los elementos constructivos.

ESTABILIDAD VENTILACIÓN

Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión

Sistemas de ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión requeridos en cada sector.

▢ Tabla de sectores que requieren de sistema de evacuación de humos ⓘ

Nombre sector	Superficie (m <sup>2</sup> )	Nivel de riesgo

▢ Tabla de sectores de menor superficie que no requiere de sistema de evacuación de humos.

Nombre sector	Superficie (m <sup>2</sup> )	Nivel de riesgo	Superficie aerodinámica (m <sup>2</sup> )
Sector 1	1611.0	BAJO 1	--

« Atrás      Siguiente »

Imagen 45. Requisitos constructivos. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión.

DETECCIÓN EXTINCIÓN ESPECIFICACIONES OTROS SISTEMAS

Sistemas de detección de humos

Tabla de sistemas de detección y comunicación de incendios requeridos para cada sector.

Nombre sector	Sistema automático de detección de humos	Sistema manual de alarma de incendio	Sistema de comunicación de alarma
Sector 1	Sí	Sí	--

« Atrás      Siguiente »

Imagen 46. Requisitos de las instalaciones. Sistemas de detección de humos.

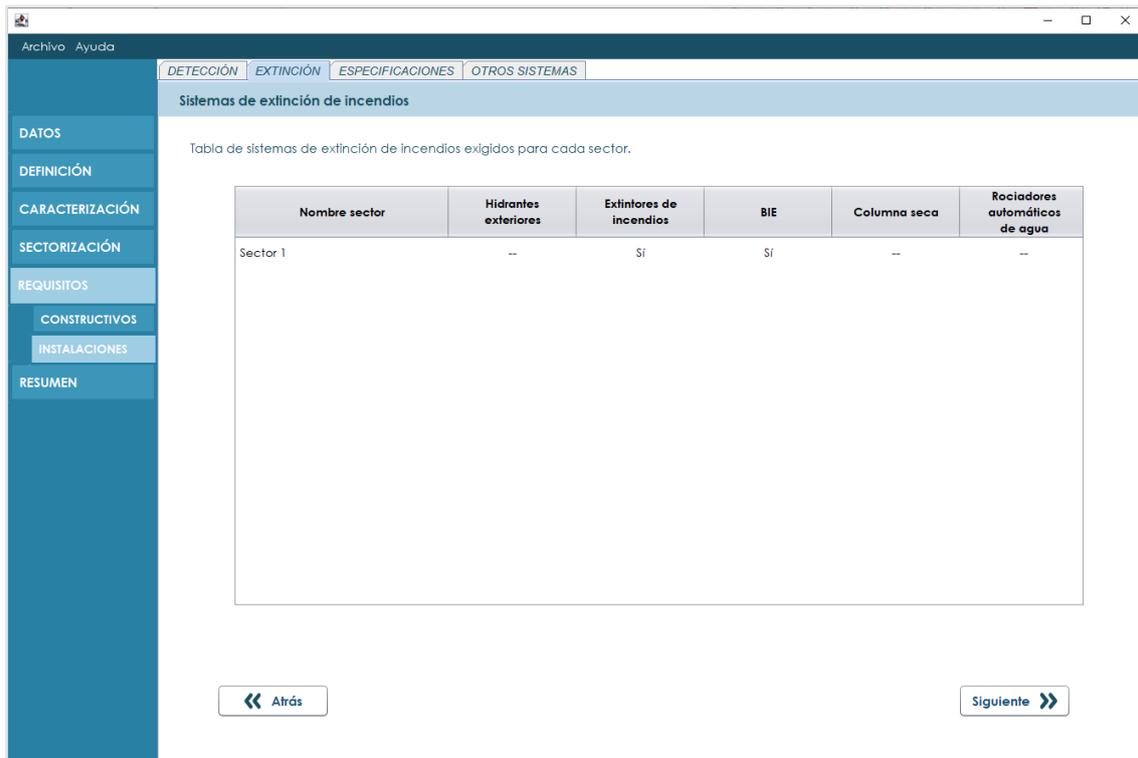


Imagen 47. Requisitos de las instalaciones. Sistemas de extinción de incendios.

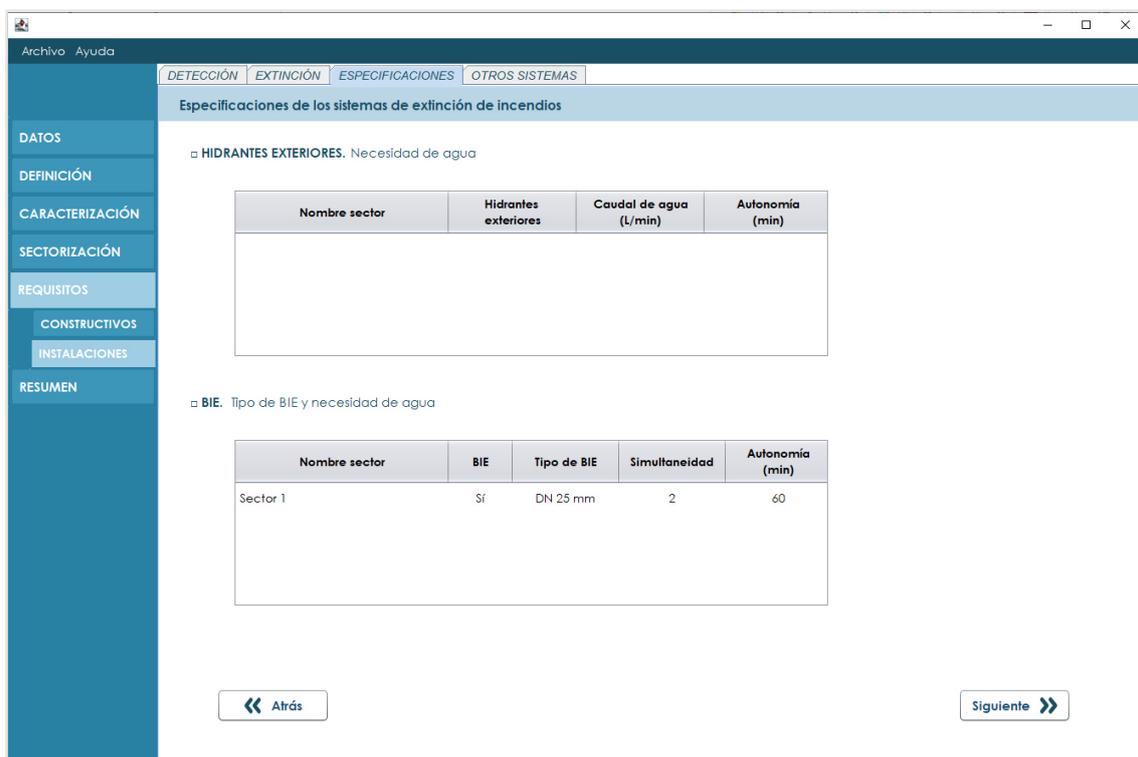


Imagen 48. Requisitos de las instalaciones. Especificaciones de los sistemas de extinción de incendios.

Archivo Ayuda

DETECCIÓN EXTINCIÓN ESPECIFICACIONES OTROS SISTEMAS

Otros sistemas de extinción de incendios

Seleccione otros sistemas de extinción de incendios a considerar en el establecimiento industrial.

SISTEMA DE AGUA PULVERIZADA  
Se instalarán sistemas de agua pulverizada cuando por la configuración, contenido, proceso y ubicación del riesgo sea necesario refrigerar partes de este para asegurar la estabilidad de su estructura, y evitar los efectos del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano.

SISTEMA DE ESPUMA FÍSICA  
Se instalarán sistemas de espuma física en aquellos sectores de incendio y aéreas de incendio donde sea perceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales, sectoriales o específicas y, en general, cuando existan áreas de un sector de incendio en las que se manipulan líquidos inflamables que, en caso de incendios, puedan propagarse a otros sectores.

SISTEMA EXTINCIÓN POR POLVO  
Se instalarán sistemas de extinción por polvo en aquellos sectores de incendio donde sea perceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas.

SISTEMA DE EXTINCIÓN POR AGENTES EXTINTORES GASEOSOS  
**Estos sistemas sólo serán utilizables cuando quede garantizada la seguridad o la evacuación del personal.**  
Se instalarán sistemas de extinción por agentes gaseosos en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando:  
a) Sea perceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas.  
b) Contribuyan recintos donde se ubiquen equipos electrónicos, centros de cálculo, bancos de datos, centros de control o medida y análogos y la protección con sistemas de agua pueda dañar dichos equipos.

« Atrás Siguiente »»

Imagen 49. Requisitos de las instalaciones. Otros sistemas de extinción de incendios.

Archivo Ayuda

INFORME DE RESULTADOS

Nº de Referencia del proyecto : 101  
Nombre del proyecto : Nave industrial MECÁNICA Y CALDERERÍA  
Autor : Alumno  
Fecha : 16 / Septiembre / 2021  
Situación : Silla, Valencia

Condición del establecimiento industrial :  
Establecimiento industrial ya existente. Traslado, cambio o modificación de la actividad industrial.

Tipo de establecimiento :  
Industrial.

Configuración : Tipo A

Resumen sectorización y requisitos constructivos Resumen instalaciones de protección contra incendios

Nombre sector	Superficie (m <sup>2</sup> )	Tipo	Riesgo	G <sub>s</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	Elementos estructurales portantes	Cubierta ligera	Medianería	Medianería portante	Sist. evac humos UNE 23585
Sector 1	1611.0	A	BAJO 1	12.0	R90	NO SE EXIGE	EI 120	REI 120	--

« Atrás Generar informe »»

Imagen 50. Resumen. Informe de resultados. Resumen sectorización y requisitos constructivos.

Archivo Ayuda

### INFORME DE RESULTADOS

**DATOS** N° de Referencia del proyecto : 101

**DEFINICIÓN** Nombre del proyecto : Nave industrial MECÁNICA Y CALDERERÍA

**CARACTERIZACIÓN** Autor : Alumno

**SECTORIZACIÓN** Fecha : 16 / Septiembre / 2021

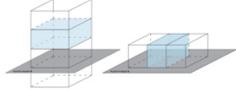
**REQUISITOS** Situación : Silla, Valencia

**RESUMEN**

Condición del establecimiento industrial :  
Establecimiento industrial ya existente. Traslado, cambio o modificación de la actividad industrial.

Tipo de establecimiento :  
Industrial.

Configuración : Tipo A



Resumen sectorización y requisitos constructivos | Resumen instalaciones de protección contra incendios

Nombre sector	Delección automática de humos	Alarma manual de incendios	Sistema comunicación de alarma	Hidrantes exteriores	Extintores de incendios	BIE	Columna seca	Rociadores automáticos de agua
Sector 1	Sí	Sí	--	--	Sí	Sí	0	R90

Otros sistemas de extinción de incendios :

« Atrás

Generar informe

Imagen 51. Resumen. Informe de resultados. Resumen de las instalaciones de protección contra incendios.

## **5. CONCLUSIONES**

Tras la realización de este trabajo, se puede concluir que se han alcanzado los objetivos establecidos al inicio de este documento. Se ha logrado desarrollar un programa informático, empleando el lenguaje de programación Java, que calcula y define los requisitos constructivos y de las instalaciones de protección contra incendios de un establecimiento industrial de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, mediante la introducción de los datos característicos del establecimiento.

Mediante la validación del programa tomando como referencia un caso ya estudiado, se ha comprobado que los resultados que se obtienen mediante el programa son correctos y corresponden con las exigencias establecidas en el RSCIEI.

Se han alcanzado además los objetivos específicos para la realización del presente Trabajo de Fin de Máster, definidos al inicio del documento.

## **6. PROPUESTA DE MEJORAS**

Una vez desarrollado el programa y analizados los resultados obtenidos y su funcionabilidad, se proponen, a continuación, una relación de mejoras a implementar en posibles futuras intervenciones y actualizaciones en el programa.

- Posibilidad de guardar los proyectos realizado en el programa, de manera que se pueda acceder a él en cualquier momento sin perder la información añadida al programa y los cálculos realizados.
- Actualizar los datos del programa a las futuras actualizaciones del Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- Añadir una ventana “Presupuesto”, en la que el programa realice una estimación del coste de los sistemas de protección contra incendios resultantes de los cálculos, tomando los datos de una base de datos con una relación de materiales y su coste actual de mercado.
- Enlazar los equipos necesario de las instalaciones calculadas a catálogos de fabricantes que dispongan de interfaz de programación de aplicaciones (API), de manera que el programa ofrezca una relación de productos de distintos fabricantes para cada equipo, enlazando el programa con los catálogos de los fabricantes.

---

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. *Boletín Oficial del Estado*, 17 de diciembre de 2004, núm. 303.
2. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código técnico de la Edificación (CTE) Documento Básico de Seguridad en caso de incendio (DB-SI). *Boletín Oficial del Estado*, 28 de marzo de 2006.
3. Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. *Boletín Oficial del Estado*, 12 de junio de 2017, núm. 139.
4. Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria. *Boletín Oficial del Estado*, 23 de julio de 1992, núm. 176.
5. Java. *Learn Java*. < <https://dev.java/learn/> >
6. Eclipse Fundation. *Eclipse IDE 2021-06 (4.20) Documentation*. < <https://help.eclipse.org/2021-06/index.jsp> >
7. AGULLÓ, A. (2017). *Proyecto de actividad industrial para una empresa de calderería y mecanizado*. Proyecto Final de Carrera. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

## **ANEXO I**

### **Ejemplo de Informe de resultados**

# INFORME DE RESULTADOS

## *Proyecto de seguridad contra incendios en establecimiento industrial*

### 1. Datos del proyecto

Nombre del Proyecto: Proyecto 1

Autor: Marta Valero

Fecha: 16 / Septiembre / 2021

Situación: Valencia

### 2. Definición del Establecimiento Industrial

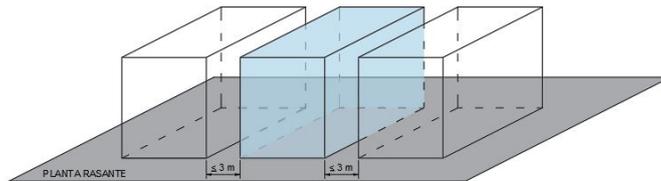
Condición del Establecimiento Industrial: Nuevo establecimiento industrial.

Tipo de Establecimiento: Industrial.

### 3. Caracterización del Establecimiento Industrial

#### TIPO B

El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a 3 m de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos.



#### 4. Sectorización del Establecimiento Industrial

NOMBRE SECTOR	SUPERFICIE (m2)	TIPO	NIVEL DE RIESGO	Qs (MJ/m2)
Sector 1	1000.0	B	ALTO 7	12023.04
Sector 2	500.0	B	MEDIO 3	1190.4
Sector 3	2000.0	B	ALTO 6	6547.2

#### 5. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

##### 5.1 Estabilidad y resistencia al fuego de los elementos constructivos.

NOMBRE SECTOR	ELEMENTOS ESTRUCTURALES PORTANTES	CUBIERTA LIGERA	MEDIANERÍA	MEDIANERÍA PORTANTE
Sector 1	R120	R60	EI 240	REI 240
Sector 2	R90	R30	EI 180	REI 180
Sector 3	R120	R60	EI 240	REI 240

##### 5.2 Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión.

- Sectores que requieren de un Sistema de control de temperatura y evacuación de humos, diseñado conforme la norma UNE 23585.

NOMBRE SECTOR	SUPERFICIE (m2)	NIVEL DE RIESGO
Sector 1	1000.0	ALTO 7
Sector 3	2000.0	ALTO 6

- Sectores que no requieren de un Sistema de control de temperatura y evacuación de humos, diseñado conforme la norma UNE 23585.

NOMBRE SECTOR	SUPERFICIE (m2)	NIVEL DE RIESGO	SUPERFICIE AERODINÁMICA (m2)
Sector 2	500.0	MEDIO 3	1.5

#### 6. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

##### 6.1 Sistemas de detección y comunicación de incendios.

NOMBRE SECTOR	SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN DE INCENDIO	SISTEMA MANUAL DE ALARMA DE INCENDIO	SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE ALARMA
Sector 1	Sí	Sí	--
Sector 2	--	Sí	--
Sector 3	Sí	Sí	--

### 6.2 Sistemas de extinción de incendios.

NOMBRE SECTOR	HIDRANTES EXTERIORES	EXTINTORES DE INCENDIOS	BIE	COLUMNA SECA	ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA
Sector 1	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Sector 2	--	Sí	Sí	Sí	Sí
Sector 3	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

- Especificaciones de los hidrantes exteriores. Necesidad de agua.

NOMBRE SECTOR	HIDRANTES EXTERIORES	CAUDAL DE AGUA (L/min)	AUTONOMÍA (min)
Sector 1	Sí	1000	1000
Sector 3	Sí	1000	1000

- Especificaciones de las BIE. Tipo de BIE y necesidad de agua.

NOMBRE SECTOR	BIE	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	AUTONOMÍA (min)
Sector 1	Sí	DN 45 mm*	3	3
Sector 2	Sí	DN 45 mm*	2	2
Sector 3	Sí	DN 45 mm*	3	3

### 6.3 Otros Sistemas de Extinción de Incendios.

- Sistema de agua pulverizada.
- Sistema de extinción por polvo.

## **ANEXO II**

### **Informe de resultados. Validación del programa**

# INFORME DE RESULTADOS

## *Proyecto de seguridad contra incendios en establecimiento industrial*

### 1. Datos del proyecto

Nombre del Proyecto: Nave industrial MECÁNICA Y CALDERERÍA

Autor: Alumno

Fecha: 16 / Septiembre / 2021

Situación: Silla, Valencia

### 2. Definición del Establecimiento Industrial

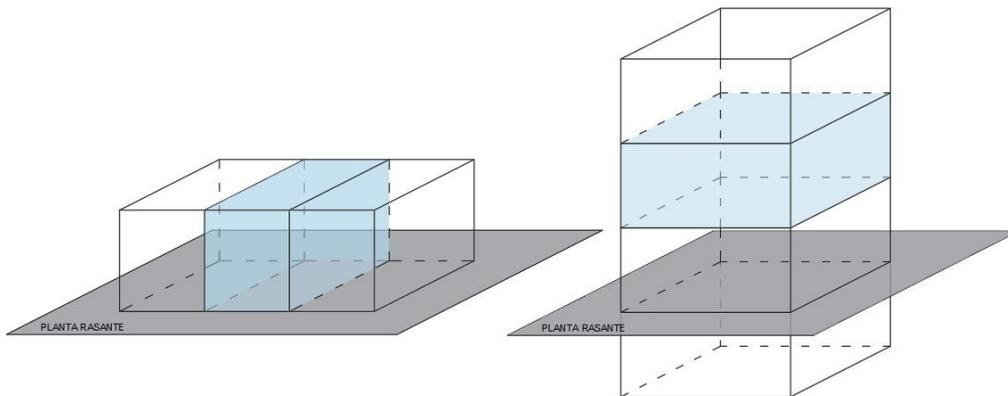
Condición del Establecimiento Industrial: Establecimiento industrial ya existente. Traslado, cambio o modificación de la actividad.

Tipo de Establecimiento: Industrial.

### 3. Caracterización del Establecimiento Industrial

#### TIPO A

El establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otro u otros establecimientos, ya sean estos de uso industrial ya de otros usos.



#### 4. Sectorización del Establecimiento Industrial

NOMBRE SECTOR	SUPERFICIE (m2)	TIPO	NIVEL DE RIESGO	Qs (MJ/m2)
Sector 1	1611.0	A	BAJO 1	12.0

#### 5. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

##### 5.1 Estabilidad y resistencia al fuego de los elementos constructivos.

NOMBRE SECTOR	ELEMENTOS ESTRUCTURALES PORTANTES	CUBIERTA LIGERA	MEDIANERÍA	MEDIANERÍA PORTANTE
Sector 1	R90	NO SE EXIGE	EI 120	REI 120

##### 5.2 Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión.

- Sectores que requieren de un Sistema de control de temperatura y evacuación de humos, diseñado conforme la norma UNE 23585.

NOMBRE SECTOR	SUPERFICIE (m2)	NIVEL DE RIESGO
---------------	-----------------	-----------------

- Sectores que no requieren de un Sistema de control de temperatura y evacuación de humos, diseñado conforme la norma UNE 23585.

NOMBRE SECTOR	SUPERFICIE (m2)	NIVEL DE RIESGO	SUPERFICIE AERODINÁMICA (m2)
Sector 1	1611.0	BAJO 1	--

#### 6. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

##### 6.1 Sistemas de detección y comunicación de incendios.

NOMBRE SECTOR	SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN DE INCENDIO	SISTEMA MANUAL DE ALARMA DE INCENDIO	SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE ALARMA
Sector 1	Sí	Sí	--

##### 6.2 Sistemas de extinción de incendios.

NOMBRE SECTOR	HIDRANTES EXTERIORES	EXTINTORES DE INCENDIOS	BIE	COLUMNA SECA	ROCIADORES AUTOMATICOS DE AGUA
Sector 1	--	Sí	Sí	Sí	Sí

- Especificaciones de los hidrantes exteriores. Necesidad de agua.

NOMBRE SECTOR	HIDRANTES EXTERIORES	CAUDAL DE AGUA (L/min)	AUTONOMÍA (min)

- Especificaciones de las BIE. Tipo de BIE y necesidad de agua.

NOMBRE SECTOR	BIE	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	AUTONOMÍA (min)
Sector 1	Sí	DN 25 mm	2	2

### ***6.3 Otros Sistemas de Extinción de Incendios.***

## **ANEXO III**

### **Manual de usuario**

# Manual de usuario PII

## Contenido

Requisitos del sistema.....	2
Instalación del programa.....	2
Windows.....	2
Linux/Mac.....	3
Manejo del programa.....	3
Ventana 1: Datos del proyecto.....	3
Ventana 2: Definición del establecimiento industrial. ....	4
Ventana 3: Caracterización del establecimiento industrial. ....	4
Ventana 4: Definición del sector de incendio del establecimiento industrial. ....	5
Ventana 5: Resumen de sectorización del establecimiento industrial. ....	6
Ventana 6: Estabilidad y Resistencia al fuego de los elementos constructivos. ....	6
Ventana 7: Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión.....	7
Ventana 8: Sistema de detección de humos.....	7
Ventana 9: Sistemas de extinción de incendios.....	8
Ventana 10: Especificaciones de los sistemas de extinción de incendios.....	8
Ventana 11: Otros sistemas de extinción de incendios. ....	9
Ventana 12: Informe de resultados. ....	9

## Requisitos del sistema

Java 1.8.0

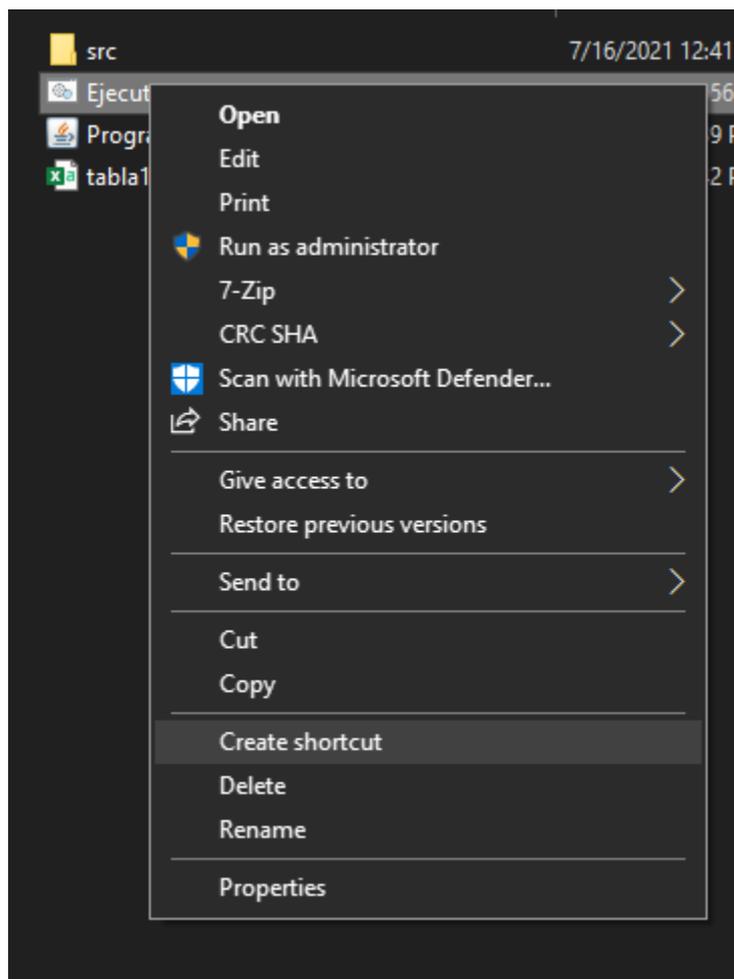
Monitor con resolución superior a 1920x1080

512 MB de memoria RAM disponible.

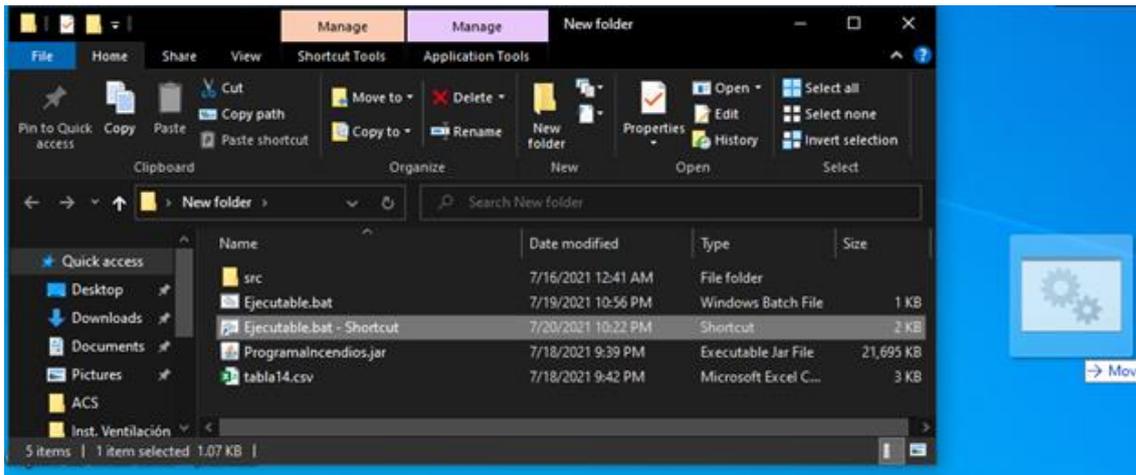
## Instalación del programa

### Windows

1. Descomprimir la carpeta comprimida y mover la carpeta a la ubicación deseada.
2. Abrir la carpeta, pulsar con el botón derecho del ratón en "Ejecutable.bat" (*la extensión del archivo puede estar oculta y aparecer únicamente como "Ejecutable"*) y clicar en "Crear acceso directo"



3. Arrastrar o cortar y pegar el acceso directo en el escritorio. Se puede renombrar.



4. Ejecutar programa mediante el acceso directo realizado o el fichero Ejecutable.

## Linux/Mac

1. Descomprimir la carpeta en la ubicación deseada.
2. Ejecutar desde un terminal en la ruta de la instalación mediante el comando “java -jar Programalncendios.jar” o mediante shell-script que realice la misma tarea.

## Manejo del programa

**Nota previa:** Utilizar “.” como separador decimal en todas aquellas casillas en las que se introduzcan números con decimales.

Ejecutar el programa a través del ejecutable o acceso directo.

Navegar por las distintas ventanas y rellenar los datos requeridos.

### Ventana 1: Datos del proyecto

Nº de Referencia :	<input type="text" value="001"/>
Nombre del proyecto :	<input type="text" value="Proyecto 1"/>
Autor :	<input type="text" value="Marta Valero"/>
Fecha :	<input type="text" value="16"/> / <input type="text" value="Septiembre"/> / <input type="text" value="2021"/>
Situación :	<input type="text" value="Valencia"/>

Nº de referencia: Rellenar con valores alfanuméricos, símbolos y espacios.

Nombre del proyecto: Rellenar con valores alfanuméricos, símbolos y espacios.

Autor: Rellenar con valores alfanuméricos, símbolos y espacios.

Fecha: Seleccionar valores de los desplegables.

Situación: Rellenar con valores alfanuméricos, símbolos y espacios.

## Ventana 2: Definición del establecimiento industrial.

### Condición del establecimiento industrial

- 1. Nuevo establecimiento industrial
- 2. Establecimiento industrial ya existente
  - Traslado, cambio o modificación de la actividad industrial
  - Ampliación o reforma que implica un aumento de su superficie ocupada
  - Ampliación o reforma que implica un aumento del nivel de riesgo intrínseco

### Tipo de establecimiento

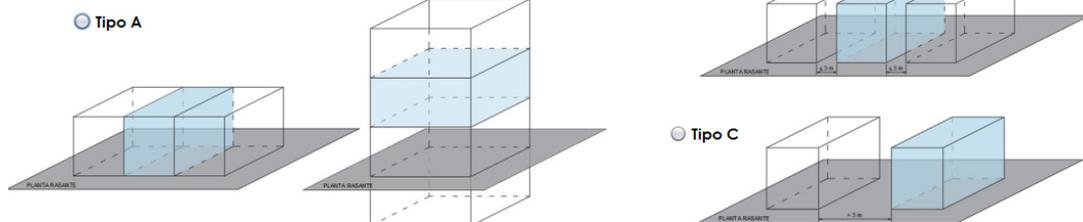
- Industrial 
- Almacenamiento Industrial
- Almacenamiento no industrial con una carga de fuego total > 3.000.000 MJ
- Taller de reparación
- Estacionamiento de vehículos destinado al transporte de personas y de mercancías

Seleccionar condición del establecimiento industrial y tipo de establecimiento adecuado al proyecto.

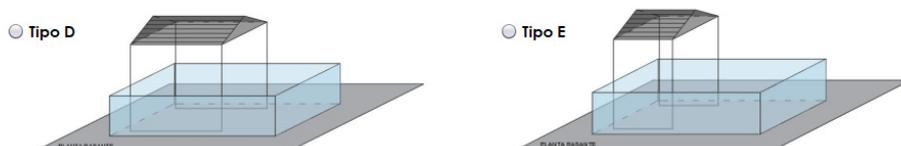
## Ventana 3: Caracterización del establecimiento industrial.

Indique el tipo de configuración que se equipare o que mejor se pueda asimilar justificadamente con el establecimiento industrial:

### 1. Establecimientos industriales ubicados en un edificio



### 2. Establecimientos industriales que desarrollan su actividad su actividad en espacios abiertos que no constituyen un edificio



Seleccionar el tipo de configuración equiparable al objeto de estudio.

#### Ventana 4: Definición del sector de incendio del establecimiento industrial.

Nombre:  Superficie construida del sector de incendio (A):  m<sup>2</sup> A

Longitud y el área de la fachada accesible del establecimiento industrial donde se ubica el sector: !  m  m<sup>2</sup>

Perímetro del establecimiento industrial donde se ubica el sector:  m

B

**Uso industrial**       **Zona administrativa**

**Zona comercial**       **Biblioteca**

**Sala de reuniones, conferencias, proyecciones**

**Zona de alojamiento de personal**

**Bar, cafetería, comedor personal, cocina**

**Archivos**

Combustible:  Nombre del combustible:

Masa del combustible i:  kg Poder calorífico:  MJ/kg D

Grado de peligrosidad del combustible:  !

C = 1.6      Ra =

+ Añadir combustible

Producto	Masa (kg)	Grado de peligrosidad	Coefficiente combustibilidad	Coefficiente de activación	Poder calorífico (MJ/kg)	Poder calorífico (Mcal/kg)

⊗ Eliminar
⊗ Eliminar todo

C

El sector cuenta con un sistema automático fijo de extinción.

El sector se encuentra a menos de 25 m de masa forestal.

La altura de evacuación del sector es superior a 15 m.

El sector está situado en 1º nivel bajo rasante de calle.

El sector está situado en 2º nivel bajo rasante de calle o inferior.

El sector se encuentra en un edificio de una sola planta con cubierta ligera y está protegido por una instalación de rociadores automáticos de agua y un sistema de evacuación de humos.

Densidad de carga de fuego total del sector      MJ/m<sup>2</sup>      MJ E

Nivel de riesgo intrínseco del sector

Máxima superficie construida admisible del sector      m<sup>2</sup>

<< Atrás

+ Añadir sector

Siguiete >>

En esta ventana se definen los distintos sectores de incendio que conforman el proyecto.

- Región A: Se identifica el sector de incendio.
- Región B: Se define el tipo de uso que tiene el sector y en el caso de algunos tipos de uso es posible que se requiera rellenar distintas casillas que aparecen en la misma región.
- Región C: Se deben marcar las condiciones que apliquen al sector.
- Región D: Se añaden los combustibles presentes en el sector. Si el combustible a añadir no aparece en la tabla de combustibles, se puede añadir uno personalizado seleccionando "Otros" en el desplegable.
- Región E: Identifica la carga de fuego total del sector, su riesgo intrínseco y la máxima superficie construida admisible.

Una vez definido el sector, puede añadirse pulsando en "Añadir sector" y rellenar tantos sectores como sean necesarios.

## Ventana 5: Resumen de sectorización del establecimiento industrial.

Nombre sector	Superficie (m <sup>2</sup> )	Tipo	Nivel de riesgo	Qs (MJ/m <sup>2</sup> )
Sector 1	1000.0	B	ALTO 7	12023.04
Sector 2	500.0	B	MEDIO 3	1190.4
Sector 3	2000.0	B	ALTO 6	6547.2



En esta ventana se recogen los sectores que definen el proyecto. Si se desea eliminar un sector debe seleccionarse pulsando sobre el en la tabla y en “Eliminar” una vez está seleccionado. Si se desea eliminar todos los sectores debe pulsarse sobre “Eliminar todo”.

## Ventana 6: Estabilidad y Resistencia al fuego de los elementos constructivos.

Tabla de estabilidad y resistencia de los elementos constructivos exigidos en cada sector.

Nombre sector	Elementos estructurales portantes*	Cubierta ligera**	Medianería	Medianería portante
Sector 1	R120	R60	EI 240	REI 240
Sector 2	R90	R30	EI 180	REI 180
Sector 3	R120	R60	EI 240	REI 240

\* Valor mínimo de la estabilidad al fuego de los elementos estructurales con función portante y escaleras que sean de recorrido de evacuación.

\*\*Estabilidad al fuego para la estructura principal de cubiertas ligeras y sus soportes en planta sobre rasante, no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes, siempre que se justifique que su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometan la estabilidad de otras plantas inferiores o la sectorización de incendios implantada y, si su riesgo es medio o alto, dispongan de un sistema de extracción de humos.

\*\*\*El sector se encuentra en un edificio de una sola planta con cubierta ligera y está protegido por una instalación de rociadores automáticos de agua y un sistema de evacuación de humos.

Esta ventana presenta una tabla con los requisitos constructivos de estabilidad y resistencia al fuego de los distintos sectores.

## Ventana 7: Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión.

Sistemas de ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión requeridos en cada sector.

□ **Tabla de sectores que requieren de sistema de evacuación de humos** 

Nombre sector	Superficie (m <sup>2</sup> )	Nivel de riesgo
Sector 1	1000.0	ALTO 7
Sector 3	2000.0	ALTO 6

□ **Tabla de sectores de menor superficie que no requiere de sistema de evacuación de humos.**

Nombre sector	Superficie (m <sup>2</sup> )	Nivel de riesgo	Superficie aerodinámica (m <sup>2</sup> )
Sector 2	500.0	MEDIO 3	1.5

En esta sección se identifican que sectores requieren o no requieren de sistema de evacuación de humos.

## Ventana 8: Sistema de detección de humos.

Tabla de sistemas de detección y comunicación de incendios requeridos para cada sector.

Nombre sector	Sistema automático de detección de humos	Sistema manual de alarma de incendio	Sistema de comunicación de alarma
Sector 1	Sí	Sí	--
Sector 2	--	Sí	--
Sector 3	Sí	Sí	--

En esta sección se identifica que sectores requieren de sistemas de detección y comunicación de incendios.

## Ventana 9: Sistemas de extinción de incendios.

Tabla de sistemas de extinción de incendios exigidos para cada sector.

Nombre sector	Hidrantes exteriores	Extintores de incendios	BIE	Columna seca	Rociadores automáticos de agua
Sector 1	Sí	Sí	Sí	--	Sí
Sector 2	--	Sí	Sí	--	--
Sector 3	Sí	Sí	Sí	--	Sí

En esta sección se identifica que sistemas de extinción de incendios debe estar dotado cada sector.

## Ventana 10: Especificaciones de los sistemas de extinción de incendios.

□ **HIDRANTES EXTERIORES.** Necesidad de agua

Nombre sector	Hidrantes exteriores	Caudal de agua (L/min)	Autonomía (min)
Sector 1	Sí	1000	90
Sector 3	Sí	1000	90

□ **BIE.** Tipo de BIE y necesidad de agua

Nombre sector	BIE	Tipo de BIE	Simultaneidad	Autonomía (min)
Sector 1	Sí	DN 45 mm*	3	90
Sector 2	Sí	DN 45 mm*	2	60
Sector 3	Sí	DN 45 mm*	3	90

\* Se admitirá BIE 25 mm como toma adicional del 45 mm, y se considerará, a los efectos de cálculo hidráulico, como BIE de 45 mm.

En esta sección se detallan las especificaciones de los sistemas de extinción de incendios que deben cumplir los sistemas extinción de incendios de los distintos sectores.

## Ventana 11: Otros sistemas de extinción de incendios.

Seleccione otros sistemas de extinción de incendios a considerar en el establecimiento industrial.

 **SISTEMA DE AGUA PULVERIZADA**

Se instalarán sistemas de agua pulverizada cuando por la configuración, contenido, proceso y ubicación del riesgo sea necesario refrigerar partes de este para asegurar la estabilidad de su estructura, y evitar los efectos del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano.

 **SISTEMA DE ESPUMA FÍSICA**

Se instalarán sistemas de espuma física en aquellos sectores de incendio y aéreas de incendio donde sea perceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales, sectoriales o específicas y, en general, cuando existan áreas de un sector de incendio en las que se manipulan líquidos inflamables que, en caso de incendios, puedan propagarse a otros sectores.

 **SISTEMA EXTINCIÓN POR POLVO**

Se instalarán sistemas de extinción por polvo en aquellos sectores de incendio donde sea perceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas.

 **SISTEMA DE EXTINCIÓN POR AGENTES EXTINTORES GASEOSOS**

**Estos sistemas sólo serán utilizables cuando quede garantizada la seguridad o la evacuación del personal.**

Se instalarán sistemas de extinción por agentes gaseosos en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando:

- Sea perceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas.
- Contribuyan recintos donde se ubiquen equipos electrónicos, centros de cálculo, bancos de datos, centros de control o medida y análogos y la protección con sistemas de agua pueda dañar dichos equipos.

En esta sección se identifica de que otros sistemas de extinción de incendios se dotará al objeto del proyecto.

## Ventana 12: Informe de resultados.

Nº de Referencia del proyecto : 001

Nombre del proyecto : Proyecto 1

Autor : Marta Valero

Fecha : 16 / Septiembre / 2021

Situación : Valencia

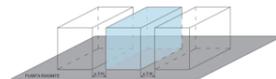
Condición del establecimiento industrial :

Nuevo establecimiento industrial.

Tipo de establecimiento :

Industrial.

Configuración : Tipo B



Resumen sectorización y requisitos constructivos    Resumen instalaciones de protección contra incendios

Nombre sector	Superficie (m <sup>2</sup> )	Tipo	Riesgo	Qs (MJ/m <sup>2</sup> )	Elementos estructurales portantes	Cubierta ligera	Medianería	Medianería portante	Sist. evac humos UNE 23585
Sector 1	1000.0	B	ALTO 7	12023.04	R120	R60	EI 240	REI 240	Si
Sector 2	500.0	B	MEDIO 3	1190.4	R90	R30	EI 180	REI 180	--
Sector 3	2000.0	B	ALTO 6	6547.2	R120	R60	EI 240	REI 240	Si

« Atrás

Generar informe

Resumen sectorización y requisitos constructivos		Resumen instalaciones de protección contra incendios						
Nombre sector	Detección automática de humos	Alarma manual de incendios	Sistema comunicación de alarma	Hidranes exteriores	Extintores de incendios	BIE	Columna seca	Rociadores automáticos de agua
Sector 1	Sí	Sí	--	--	Sí	Sí	0	R120
Sector 2	--	Sí	--	--	Sí	Sí	0	R90
Sector 3	Sí	Sí	--	--	Sí	Sí	0	R120

Otros sistemas de extinción de incendios :

- Sistemas de agua pulverizada.
- Sistemas de extinción por polvo.

Esta ventana recoge los resultados del estudio y los resume en una ventana dotada con distintos cuadros de texto y dos tablas separadas en dos pestañas. Se incluye la opción de “Generar informe” para guardar el informe de resultados en formato PDF a través de un cuadro de diálogo. También se puede obtener este documento seleccionando la opción “Generar informe” de la pestaña “Archivo” de la barra de herramientas.

## **PRESUPUESTO**

# 1. PRESUPUESTO

En este apartado se recoge el coste que ha supuesto crear este programa. El uso de herramientas de código abierto y libre acceso reduce el coste total del presupuesto a la amortización de los equipos empleados, su consumo energético y el coste de la mano de obra implicada en el desarrollo del programa.

## 1.1 SOFTWARE

El coste del software empleado en el desarrollo de este TFM el siguiente.

<b>Software</b>		
<b>Capítulo</b>	<b>Concepto</b>	<b>Coste</b>
1.1	Licencia MSDNAA UPV Windows 10 Education	0.00 €
1.2	Licencia MSDNAA UPV Office 365	0.00 €
1.3	Java JDK VERSION USADA	0.00 €
1.4	Eclipse IDE for Java Developers	0.00 €
<b>Total</b>		<b>0.00 €</b>

## 1.2 EQUIPOS

Este capítulo recoge el coste de los equipos empleados durante en el desarrollo de este TFM. Para el cálculo del coste se emplea la amortización del equipo durante los días que se ha usado para un periodo de amortización de 3 años con un beneficio del 25% de su coste (900 €), suponiendo un coste de 1250 amortizado en 1095 días, 1.027 €/día, por un periodo de 37.5 días.

<b>Equipos</b>						
<b>Capítulo</b>	<b>Concepto</b>	<b>Coste equipo</b>	<b>Periodo de amortización</b>	<b>Coste/día</b>	<b>Duración</b>	<b>Total</b>
2.1	Lenovo Ideapad 5 Ryzen 7 4800U	900.00 €	3 años	1.027 €	37.5 h (300horas total 8h/día)	38.52 €
					<b>Total</b>	<b>38.52 €</b>

### 1.3 COSTE DE ENERGÍA

En este capítulo se recoge el coste energético que supone un equipo de las características empleadas durante 300 horas para una carga de trabajo intermedia. Los datos de consumo se obtienen de Energy Star, 64 W, durante 300 h. Esto equivale a un consumo total de 19.2 kWh.

#### 3 Energía

Capítulo	Concepto	Consumo	Duración	Consumo total	Coste medio energía	Total
3.1	Energía Lenovo Ideapad 5 Ryzen 7 4800U	64 W	300 h	19.2 kWh	0.24 € / kWh	4.61 €
					<b>Total</b>	<b>4.61 €</b>

### 1.4 MANO DE OBRA

El coste de mano de obra implicado en el desarrollo de este TFM es el siguiente.

#### Mano de obra

Capítulo	Concepto	Cantidad	Coste unitario	Total
4.1	Ingeniero Industrial	300 h	30 € / h	9000.00 €
4.2	Tutor	20 h	50 € / h	1000.00 €
			<b>Total</b>	<b>10000.00 €</b>

### 1.5 PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO

En esta sección se recoge el desglose del presupuesto y se presenta el coste total.

#### Presupuesto total

Capítulo	Concepto	Coste
1	Software	0.00 €
2	Equipos	38.52 €
3	Energía	4.61 €
4	Mano de obra	10000.00 €
<b>Total</b>		<b>10043.13 €</b>

#### Presupuesto total de los capítulos.

<b>Presupuesto total</b>	10043.13 €
<b>Gastos generales (13 %)</b>	1305.61 €
<b>Beneficio industrial (6%)</b>	602.59 €
<b>TOTAL ANTES DE IMPUESTOS</b>	<b>11951.33 €</b>
<b>Impuesto sobre el Valor Agregado (21%)</b>	2509.78 €
<b>TOTAL DESPUÉS DE IMPUESTOS</b>	<b>14461.11 €</b>

El presupuesto total asciende a **CATORCE MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y UN EUROS Y ONCE CÉNTIMOS.**