

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

WARNING. Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.

Para Inma, Daniel y Pablo

Agradecimientos

Aunque resultaría imposible agradecer en unas pocas líneas a todos los que de un modo u otro me han apoyado y animado en el proceso de elaboración de esta tesis, me gustaría agradecer:

A mis directores, los Doctores Ingenieros Industriales D. Alberto Fernández Sora y D. Francisco Hernández Abad, por su apoyo, asesoramiento y orientación en la elaboración de esta tesis doctoral.

También quiero mencionar en esta página a mis compañeros del Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería de la Universidad de Zaragoza, por todo el apoyo que siempre he recibido y, en particular, al Dr. D. César García Hernández.

Finalmente, quiero dar las gracias a toda mi familia, por su ayuda incondicional en cada uno de los momentos en que la he necesitado.

Índice

Capítulo 1. Introducción	1
1.1. Introducción.....	3
1.2. Hipótesis.....	7
1.3. Objetivos.....	9
Capítulo 2. Metodología	11
2.1. Introducción.....	13
2.2. Estado del arte.....	17
2.3. Análisis del sistema.....	19
2.4. Análisis de requisitos.....	21
2.5. Modelado del Sistema	23
2.6. Validación de los requisitos (prototipo).....	25
2.7. La especificación de requisitos.....	27
Capítulo 3. El estado del arte. Análisis de la legislación y normalización aplicable.....	31
3.1. Introducción.....	33
3.2. Legislación y normalización.....	35
3.3. Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo	39
Artículo 1. Objeto.....	39
Artículo 2. Definiciones.....	40
Artículo 3. Obligación general del empresario.....	42
Artículo 4. Criterios para el empleo de la señalización.....	43
Artículo 5. Obligaciones en materia de formación e información.....	45
Anexo I. Disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el lugar de trabajo.....	45
Anexo II. Colores de seguridad.....	47
Anexo III. Señales en forma de panel.....	47
1. Características intrínsecas.....	47
2. Requisitos de utilización.....	48
3. Tipos de señales.....	49
Anexo IV. Señales luminosas y acústicas.....	52
1. Características y requisitos de las señales luminosas.....	52

2. Características y requisitos de uso de las señales acústicas.....	53
3. Disposiciones comunes.....	54
Anexo VII. Disposiciones mínimas relativas a diversas señalizaciones.....	54
1. Riesgos, prohibiciones y obligaciones.....	54
2. Riesgo de caídas, choques y golpes.....	55
3. Vías de circulación.....	56
4. Tuberías, recipientes y áreas de almacenamiento de sustancias peligrosas.....	56
Resumen.....	56
3.4. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo	61
Artículo 1. Objeto.....	61
Artículo 2. Definiciones.....	61
Artículo 4. Condiciones Constructivas.....	62
Artículo 5. Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización.....	62
Anexo I. Condiciones generales de seguridad en los lugares de trabajo.....	63
1. Seguridad estructural.....	63
2. Espacios de trabajo y zonas peligrosas.....	63
10. Vías y salidas de evacuación.....	64
Anexo II. Orden, limpieza y mantenimiento.....	66
Resumen.....	66
3.5. Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SI. Seguridad en caso de incendio (España, 2006a).....	69
II. Ámbito de aplicación.....	69
Sección SI 1. Propagación interior.....	70
1. Compartimentación en sectores de incendio.....	70
2. Locales y zonas de riesgo especial.....	71
Sección SI 3. Evacuación de ocupantes	72
2. Cálculo de la ocupación	72
3. Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación	73
4. Dimensionado de los medios de evacuación.....	73
4.1 Criterios para la asignación de los ocupantes.....	73
4.2 Cálculo	73
7. Señalización de los medios de evacuación.....	74
9. Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio.....	76
Sección SI 4. Instalaciones de protección contra incendios.....	77
1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios.....	77
2. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios.....	78
Resumen.....	79
3.6. Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SUA. Seguridad de utilización y accesibilidad. (España, 2006a).....	83
Sección SUA 4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.....	83
2. Alumbrado de emergencia.....	83
2.1. Dotación.....	83
2.2 Posición y características de las luminarias.....	84

2.3. Características de la instalación.....	85
2.4. Iluminación de las señales de seguridad.....	86
Resumen.....	87
3.7. Real Decreto 2267/2004. Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.....	89
Anexo III. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales.....	89
16. Sistemas de alumbrado de emergencia.....	89
17. Señalización.....	91
Resumen.....	91
3.8. Norma UNE 1115:1985. Colores y señales de seguridad.....	93
Resumen.....	95
3.9. Norma UNE 23033:1981-1. Seguridad contra incendios. Señalización..	97
Resumen.....	97
3.10. Norma UNE 23034:1988. Seguridad contra incendios. Vías de evacuación.....	99
Señalización de la evacuación.....	99
Señalización de salidas.....	99
Señalización de tramos de recorrido de evacuación.....	101
Anexo: Criterios acerca del uso de las señales de evacuación.....	103
Resumen.....	104
3.11. Catálogos comerciales.....	107
Resumen.....	107
3.12. Resumen de prescripciones analizadas.....	111
Edificación.....	111
Elementos a señalar.....	112
Tipos de señales.....	113
Inserción de señales.....	114
Actuación sobre las señales.....	115
Alumbrado.....	115
Vías y salidas de evacuación.....	116
Protección contra incendios.....	117
Capítulo 4. Estado del arte. Programas existentes.....	119
4.1. Introducción.....	121
4.2. IMPLACAD®	123
1.- Inserción de señales.....	123
2.- Adecuación del área de cobertura.....	124
3.- Dibujar las franjas de señalización.....	125
4.- Extracción de datos.....	125
Conclusiones.....	125

4.3. Sinalux®	127
1.- Inserción de señales.....	128
2.- Extracción de datos.....	129
Conclusiones.....	129
Capítulo 5. Análisis del sistema.....	131
5.1.Introducción.....	133
5.2.Visión general.....	135
Definición de superficies e información asociada.....	135
Bases para la señalización.....	137
Señalización.....	138
Alumbrado de emergencia.....	138
Extracción de datos.....	138
5.3.Definición de superficies.....	139
5.4.Bases para la señalización.....	147
Definición de las vías de evacuación.....	147
Definición de la dotación contra incendios.....	150
Definición de riesgos.....	151
5.5.Señalización.....	153
Señalización de recorridos y salidas de evacuación.....	153
Inserción de señales	156
Casos particulares de señalización.....	159
Señalización de franjas.....	161
5.6.Alumbrado de emergencia.....	163
Dibujar luminaria.....	164
5.7.Extracción de datos.....	167
5.8.Resumen de datos y procedimientos analizados.....	169
Definición de superficies.....	170
Definición de superficies.....	170
Lectura de datos de superficies.....	170
Configuración del plano.....	171
Datos para el diseño de los recorridos y las salidas de evacuación.....	171
Bases para la señalización.....	172
Toma de decisiones para el diseño de las vías de evacuación.....	172
Definición de las vías de evacuación.....	172
Lectura de datos de las vías de evacuación.....	172
Dotación contra incendios.....	173
Definición de riesgos, peligros y prohibiciones en locales.....	173
Señalización.....	174
Toma de decisiones sobre la señalización.....	174
Dibujo de señales.....	174

Dibujo de franjas.....	175
Lectura de datos del plano.....	175
Alumbrado de emergencia.....	175
Extracción de datos.....	176
Capítulo 6. Análisis de requisitos.....	177
6.1.Introducción.....	179
6.2.Caso de uso 1: Definición de superficies.....	183
Actor principal.....	183
Partes interesadas e intereses	183
Condiciones iniciales.....	184
Condiciones finales.....	184
Escenario principal.....	184
Extensiones.....	185
Requisitos especiales	187
Variaciones de datos y de tecnología	187
Frecuencia de aparición	187
Cuestiones pendientes	187
Diagramas de secuencia.....	187
6.3.Caso de uso 2: Definición de vías de evacuación.....	191
Actor principal.....	191
Partes interesadas e intereses	191
Condiciones iniciales.....	191
Condiciones finales.....	192
Escenario principal.....	192
Extensiones.....	192
Requisitos especiales	193
Variaciones de datos y de tecnología	193
Frecuencia de aparición	193
Cuestiones pendientes	193
Diagramas de secuencia.....	194
6.4.Caso de uso 3: Dotación contra incendios.....	199
Actor principal.....	199
Partes interesadas e intereses	199
Condiciones iniciales.....	199
Condiciones finales.....	199
Escenario principal.....	200
Extensiones.....	200
Requisitos especiales	200
Variaciones de datos y de tecnología	201
Frecuencia de aparición	201

Cuestiones pendientes	201
Diagramas de secuencia.....	201
6.5.Caso de uso 4: Definición de riesgos.....	203
Actor principal.....	203
Partes interesadas e intereses	203
Condiciones iniciales.....	203
Condiciones finales.....	203
Escenario principal.....	203
Extensiones.....	204
Requisitos especiales	204
Variaciones de datos y de tecnología	204
Frecuencia de aparición	204
Cuestiones pendientes	204
Diagramas de secuencia.....	205
6.6.Caso de uso 5: Señalización de vías de evacuación.....	207
Actor principal.....	207
Partes interesadas e intereses	207
Condiciones iniciales.....	208
Condiciones finales.....	208
Escenario principal.....	208
Extensiones.....	210
Requisitos especiales	212
Variaciones de datos y de tecnología	212
Frecuencia de aparición	212
Cuestiones pendientes	212
Diagramas de secuencia.....	213
6.7.Caso de uso 6: Señalización de dotación contra incendios.....	219
Actor principal.....	219
Partes interesadas e intereses	219
Condiciones iniciales.....	219
Condiciones finales.....	219
Escenario principal.....	220
Extensiones.....	220
Requisitos especiales	221
Variaciones de datos y de tecnología	221
Frecuencia de aparición	221
Cuestiones pendientes	221
Diagramas de secuencia.....	222
6.8.Caso de uso 7: Señalización de riesgos, peligros y prohibiciones.....	223
Actor principal.....	223
Partes interesadas e intereses	223

Condiciones iniciales.....	223
Condiciones finales.....	224
Escenario principal.....	224
Extensiones.....	224
Requisitos especiales	225
Variaciones de datos y de tecnología	225
Frecuencia de aparición	226
Cuestiones pendientes	226
Diagramas de secuencia.....	226
6.9.Caso de uso 8: Señalización de franjas.....	227
Actor principal.....	227
Partes interesadas e intereses	227
Condiciones iniciales.....	227
Condiciones finales.....	227
Escenario principal.....	227
Extensiones.....	228
Requisitos especiales	228
Variaciones de datos y de tecnología	228
Frecuencia de aparición	228
Cuestiones pendientes	229
Diagramas de secuencia.....	229
6.10.Caso de uso 9: Alumbrado de emergencia.....	231
Actor principal.....	231
Partes interesadas e intereses	231
Condiciones iniciales.....	231
Condiciones finales.....	231
Escenario principal.....	232
Extensiones.....	232
Requisitos especiales	233
Variaciones de datos y de tecnología	233
Frecuencia de aparición	234
Cuestiones pendientes	234
Diagramas de secuencia.....	234
6.11.Caso de uso 10: Extracción de datos.....	237
Actor principal.....	237
Partes interesadas e intereses	237
Condiciones iniciales.....	237
Condiciones finales.....	238
Escenario principal.....	238
Extensiones.....	238
Requisitos especiales	238
Variaciones de datos y de tecnología	239

Frecuencia de aparición	239
Cuestiones pendientes	239
Diagramas de secuencia.....	239
6.12.Listado de eventos.....	241
Eventos relacionados con el plano.....	241
Operaciones de usuario.....	241
Operaciones internas.....	241
Eventos relacionados con las zonas.....	242
Operaciones de usuario.....	242
Operaciones internas.....	242
Eventos relacionados con la dotación contra incendios.....	243
Operaciones de usuario.....	243
Operaciones internas.....	243
Eventos relacionados con las vías de evacuación.....	243
Operaciones de usuario.....	243
Operaciones internas.....	243
Eventos relacionados con las señales.....	244
Operaciones de usuario.....	244
Operaciones internas.....	244
Eventos relacionados con las franjas.....	245
Operaciones de usuario.....	245
Operaciones internas.....	245
Eventos relacionados con las luminarias.....	245
Operaciones de usuario.....	245
Operaciones internas.....	245
Eventos relacionados con la extracción de datos.....	246
Operaciones internas.....	246
Eventos generales.....	246
Operaciones de usuario.....	246
Capítulo 7. Modelado del sistema.....	247
7.1.Introducción.....	249
7.2.Clases conceptuales.....	251
Definición de superficies.....	252
Resumen de nombres encontrados:	253
Definición de vías de evacuación.....	253
Resumen de nombres encontrados:	254
Dotación contra incendios.....	255
Resumen de nombres encontrados:	255
Definición de riesgos.....	255
Resumen de nombres encontrados:	255
Señalización de vías de evacuación.....	256
Resumen de nombres encontrados:	257

Señalización de dotación contra incendios.....	258
Resumen de nombres encontrados:	258
Señalización de riesgos, peligros y prohibiciones.....	258
Resumen de nombres encontrados:	259
Señalización de franjas.....	259
Resumen de nombres encontrados:	260
Alumbrado de emergencia.....	260
Resumen de nombres encontrados:	260
Extracción de datos.....	261
Resumen de nombres encontrados:	261
Clases conceptuales.....	262
7.3.Asociaciones.....	263
Definición de superficies.....	264
Definición de vías de evacuación.....	267
Dotación contra incendios.....	268
Definición de riesgos.....	269
Señalización de vías de evacuación.....	269
Señalización de dotación contra incendios.....	271
Señalización de riesgos, peligros y prohibiciones.....	272
Señalización de franjas.....	274
Alumbrado de emergencia.....	274
Extracción de datos.....	276
Asociaciones.....	276
Superficies.....	277
Vías de evacuación.....	278
Dotación contra incendios.....	278
Riesgos, peligros y prohibiciones.....	279
Señales.....	279
Alumbrado de emergencia y extracción de datos.....	280
7.4.Atributos.....	281
Definición de superficies.....	281
Definición de vías de evacuación.....	282
Dotación contra incendios	282
Definición de riesgos.....	282
Señalización de vías de evacuación.....	282
Señalización de dotación contra incendios.....	283
Señalización de riesgos, peligros y prohibiciones.....	283
Señalización de franjas.....	284
Alumbrado de emergencia.....	284
Extracción de datos.....	284
Resumen de Atributos.....	284

Capítulo 8. Prototipo.....	289
8.1.Introducción.....	291
8.2.Configuración del plano	293
Configuración del plano (Orden SC).....	293
8.3.Gestión de zonas.....	295
Definición de zonas (Orden SD).....	295
Definición automática de zonas.....	296
Definición manual de zonas.....	296
Edición de zonas (Orden SE).....	296
Definición de islas.....	297
Operaciones con zonas.....	298
Buscar zonas por nombre	298
8.4.Vías de evacuación.....	299
Gestión de vías de evacuación (Orden ST)	299
Definir las salidas de evacuación.....	300
Definir recorridos de evacuación	301
Indicar distancias	302
Regenerar distancias:.....	303
Borrar las distancias:	304
8.5.Señales.....	305
Gestión de señales (Orden SS).....	305
Inserción de señales	307
Inserción general	309
Inserción sobre el contorno de la zona	310
Edición de señales	310
Editar parámetros de las señales	311
Regenerar señales	311
Borrar señales	312
Desplazar señales	312
Girar señales	312
Visibilidad de capas	313
Exportar datos	313
Exportar datos.....	313
Calcular área de cobertura.....	314
8.6.Relación con el análisis.....	317
Eventos relacionados con el plano.....	317
Operaciones de usuario.....	317
Operaciones internas.....	317
Eventos relacionados con las zonas.....	318
Operaciones de usuario.....	318
Operaciones internas.....	318
Eventos relacionados con la dotación contra incendios.....	318
Operaciones de usuario.....	318

Operaciones internas.....	319
Eventos relacionados con las vías de evacuación.....	319
Operaciones de usuario.....	319
Operaciones internas.....	319
Eventos relacionados con las señales.....	320
Operaciones de usuario.....	320
Operaciones internas.....	320
Eventos relacionados con las franjas.....	320
Operaciones de usuario.....	320
Operaciones internas.....	321
Eventos relacionados con las luminarias.....	321
Operaciones de usuario.....	321
Operaciones internas.....	321
Eventos relacionados con la extracción de datos.....	321
Operaciones internas.....	321
Eventos generales.....	322
Operaciones de usuario.....	322
Capítulo 9. Validación de los requisitos.....	323
9.1.Introducción.....	325
Definición de zonas.....	326
Método de trabajo.....	327
9.2.Optimización del diseño	331
Instalación actual.....	333
Instalación mejorada.....	334
Instalación modificada.....	336
Análisis de resultados.	
Comparativa entre escenarios y cobertura.....	337
Análisis de resultados. Comparativa entre cobertura y costes.....	339
9.3.Atenuación de la distancia de observación.....	341
Visibilidad de un 100%.....	341
Visibilidad de un 70%.....	342
Visibilidad de un 50%.....	343
Análisis de resultados.....	344
9.4.Resultados de la validación.....	347
Capítulo 10. Documento de Especificación de Requisitos del Software. .	349
10.0.Introducción al Doc. de Especificación de Requisitos del Software.....	351
Características de la Especificación de Requerimientos.....	351
10.1.Introducción.....	355

Propósito.....	355
Alcance.....	355
Resumen.....	356
10.2.Descripción general.....	357
Perspectiva del producto.....	357
Funciones del producto.....	357
La interfaz.....	358
Configuración del plano.....	358
Definición de zonas.....	358
Vías de evacuación.....	359
Equipo de la dotación contra incendios.....	359
Señales.....	359
Exportación de datos.....	360
10.3.Requisitos específicos.....	361
Definición de superficies.....	361
Definición de vías de evacuación.....	362
Dotación contra incendios.....	363
Definición de riesgos.....	363
Señalización de vías de evacuación.....	364
Señalización de dotación contra incendios.....	365
Señalización de riesgos, peligros y prohibiciones.....	366
Señalización de franjas.....	367
Alumbrado de emergencia.....	367
Extracción de datos.....	368
Capítulo 11. Conclusiones	369
11.1. Conclusiones.....	371
11.2. Líneas de trabajo.....	373
Capítulo 12. Bibliografía	375
Capítulo 13. Planos	381

Capítulo 1. Introducción

1.1. Introducción

Este documento pretende condensar la labor de investigación desarrollada con la intención de responder a distintas necesidades captadas durante el trabajo en el entorno de la seguridad y prevención de riesgos laborales.

Para la realización de esta tesis, ha sido fundamental la dirección llevada a cabo por los Doctores Ingenieros Industriales D. Alberto Fernández Sora y D. Francisco Hernández Abad. Su experiencia y sus conocimientos han contribuido de forma imprescindible al desarrollo de la misma.

De hecho, este trabajo puede considerarse como una continuación de la tesis realizada por el Dr. D. César García Hernández en el año 2009, *Optimización del sistema de señalización en seguridad laboral mediante el uso de seguimiento de la mirada (eye tracking)*, defendida en el Departament d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria de la Universitat Politècnica de Catalunya y dirigida también por el Dr. D. Alberto Fernández Sora y por el Dr. D. Francisco Hernández Abad.

Si bien, la tesis del Dr. García Hernández se centraba en los pictogramas y en la forma en que son percibidos de forma individual, esta tesis se centra en su tratamiento como parte de una instalación, cuya finalidad es la de señalar de forma correcta un edificio o establecimiento de pública concurrencia, así como los lugares de trabajo.

La señalización de seguridad en los edificios y establecimientos de pública concurrencia, así como la de los lugares de trabajo, se suele realizar de forma rápida y no siempre de forma eficaz. Generalmente, el montante económico de esta instalación, teniendo en cuenta que consiste en instalar una serie de señales de plástico, no resulta rentable comparado con el trabajo que implica su realización de forma correcta. Teniendo en cuenta que, afortunadamente, son instalaciones que rara vez son necesarias, parece lógico e imprescindible el esfuerzo y los recursos dedicados a su diseño.

Pero, aún teniendo en cuenta estas premisas, es impensable realizar el diseño de estas instalaciones sin tratar de acercarse al diseño óptimo. Por eso, parece necesario desarrollar herramientas que no solo reduzcan el trabajo mecánico y repetitivo necesario para realizar estos diseños, sino que, además, permitan acercar el nivel de seguridad de estas instalaciones al máximo exigido a cada una de ellas, asegurando al técnico que las emplee que su diseño es el mejor de todos los posibles.

Con esta idea se ha planteado este trabajo, organizado de forma que, una vez presentado el tema del mismo, se establecerán las hipótesis tenidas en cuenta, así como los objetivos definidos al inicio de la investigación.

En el siguiente capítulo se planteará y justificará la metodología de trabajo seguida. Si bien el resultado final de la investigación se materializará en un programa informático, el trabajo realizado se centrará en establecer las base que permitan definirlo, por medio de los requisitos que se irán fijando a lo largo del estudio.

Como punto de partida de la investigación, se realizará un estudio del estado del arte. Para ello se analizará toda la legislación y normativa que afecta al diseño del sistema, centrando el trabajo en el enunciado de las premisas a tener en cuenta durante el establecimiento de los requisitos.

Otro punto importante será el estudio de los programas que se encuentran a disposición de los técnicos en señalización. Es importante no volver a inventar la rueda, por lo que será necesario ver si el software existente permite satisfacer las necesidades establecidas en el capítulo anterior.

Como punto de inicio, se realizará un análisis del sistema a definir. Es el primer acercamiento desde el dominio del problema al dominio del sistema. Se irá estructurando el sistema en diversos apartados y se analizará el flujo de datos en que se puede convertir la información extraída de la reglamentación y normativa estudiada.

A continuación se analizarán los casos de uso en los que se puede definir el sistema.

Estos casos de uso reflejarán los distintos escenarios que se podrán encontrar durante el uso del sistema.

Los casos de uso se transformarán en diagramas de estados, lo que permitirá realizar una aproximación a la solución procedimental tomada como base para desarrollar el prototipo.

El paso fundamental para el diseño de la estructura del sistema consiste en su modelado. Para ello se establecerán las clases conceptuales, con sus relaciones y sus atributos, de forma que quede terminado el diseño del sistema, a falta de su desarrollo y conformación como programa informático.

Aunque aparezca como la parte final del proceso de análisis, la realización de un prototipo servirá como banco de pruebas en el que probar el resultado del diseño realizado. Además, los datos y experiencias surgidos de su uso servirán de realimentación del proceso de diseño, aportando gran cantidad de información a las etapas expuestas en orden anterior en el trabajo, pero realizadas de forma simultánea con el mismo.

Para validar todo el proceso, se empleará el prototipo para la realización de varios proyectos dentro de un entorno “protegido”, que permita estudiar “in the wild” tanto el comportamiento del sistema como el del usuario, observando la interacción mutua y extrayendo conclusiones difícilmente alcanzables desde el frío punto de vista del análisis.

Por último, antes de las conclusiones finales, se redactará el documento de especificación de requisitos del software, tal y como lo recomienda el *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) en su norma IEEE 830.

1.2. Hipótesis

La investigación llevada a cabo parte de la idea general que supone la posibilidad de optimizar la realización de los planos de señalización de seguridad en los edificios o establecimientos de pública concurrencia, así como en los lugares de trabajo, reduciendo el proceso de adaptación a la geometría de la edificación y comprobando la adecuación del proyecto realizado a la legislación y normativa existente, con el fin de mejorar la seguridad de los usuarios de esas instalaciones. Desglosando esta idea, podemos establecer las siguientes hipótesis:

La realización de proyectos de señalización de seguridad en los edificios no siempre se realiza de forma correcta, puesto que el técnico no dispone de las herramientas necesarias para comprobar la idoneidad de su diseño.

Es posible emplear los planos proporcionados por el arquitecto para tomar como punto de partida su geometría y poder adaptar el diseño a ésta durante el proceso de desarrollo del proyecto de señalización.

Dentro de los planos se podrán definir las rutas de evacuación enlazadas con las distintas salidas dispuestas sobre el mismo. La base gráfica del trabajo proporcionará datos geométricos sobre las distancias desde cualquier punto, tomado como origen de evacuación, a estas salidas y facilitará la elección de la señalización en función a la dirección óptima de evacuación.

Una representación gráfica de la señalización sobre el plano, además de su correspondiente área de cobertura adaptada a la geometría de la edificación, facilitará el proceso de diseño además de la comprobación y validación del mismo.

El tratamiento gráfico del diseño hará posible el cálculo y la comparación de las áreas cubiertas por los distintos modelos de señalización, facilitando la elección del diseño óptimo. Además, permitirá realizar pruebas con varios escenarios, no solo de disposición sino también de atenuación de la visibilidad.

La disposición de las señales sobre la geometría de la edificación, facilitará su agrupación lógica, optimizando la información disponible para su posterior tratamiento informático en forma de listados, presupuestos, etc.

La reducción del tiempo de diseño y comprobación redundará en una mejora del proyecto final, aumentando la seguridad de las instalaciones y de sus usuarios.

Será también interesante poder aplicar factores de corrección a los parámetros que definan las áreas de cobertura de las señales, lo que permitirá adaptar la representación de éstas según los distintos tipos o niveles de discapacidad de los usuarios.

1.3. Objetivos

El objetivo general de esta tesis consiste en verificar la hipótesis general de nuestra investigación, esto es, definir y establecer la especificación de los requisitos que deberá cumplir una herramienta cuyo objeto sea el de optimizar la realización de los planos de señalización de seguridad en los edificios o establecimientos de pública concurrencia, además de lugares de trabajo, reduciendo el proceso de adaptación a la geometría de la edificación y comprobando la adecuación del proyecto realizado a la legislación y normativa existente, aumentando así la seguridad de los usuarios de esas instalaciones.

Como objetivos específicos, pueden establecerse los siguientes:

Analizar el marco legislativo y normativo para ver de qué manera determina el entorno de realización de los proyectos de señalización de seguridad.

Plantear una herramienta abierta a posibles aplicaciones futuras. No solo orientar el diseño a la señalización, sino a otras aplicaciones, como iluminación del interior de la edificación, cámaras de seguridad, etc.

Definir las funciones gráficas necesarias para la adecuación de los planos originales al propósito del diseño de la señalización de seguridad.

Establecer los requisitos para la definición gráfica de las rutas y salidas de evacuación, así como la relación entre ellas.

Hacer posible la lectura de medidas geométricas sobre el plano para la toma de decisiones.

Poder valorar tanto cualitativa como cuantitativamente los distintos escenarios de señalización, con el fin de realizar comparaciones y facilitar la toma de decisiones.

Proporcionar una herramienta versátil para la realización de investigaciones sobre el tema de la señalización de seguridad, permitiendo al investigador variar los parámetros que considere oportunos para la comprobación de sus teorías.

También será necesario tener en cuenta que la herramienta a definir no se debe centrar en solucionar únicamente los problemas planteados por el estado actual de la legislación. Así, por ejemplo, no hay que centrarse en cuál es la distancia entre extintores portátiles fijada por el Código Técnico de la Edificación, sino en que hay que pensar en disponer diversos elementos a una distancia máxima unos de otros, para lo que será necesario emplear las herramientas necesarias para la realización de medidas de distancias sobre el plano.

Capítulo 2. Metodología

2.1. Introducción

El propósito de este trabajo de investigación es el de optimizar el proceso de realización de los planos de señalización de seguridad de los edificios, ayudando en el proceso de diseño, con el fin de mejorar la seguridad de los edificios o establecimientos de pública concurrencia, así como los lugares de trabajo.

Puesto que la forma habitual de realizar el diseño de los planos es utilizando programas de diseño asistido por ordenador, el trabajo se va a centrar en definir y especificar los requisitos que deber verificar una nueva herramienta de software, que forme parte del proceso de diseño asistido por ordenador de los planos, para optimizar el proceso de diseño.

No se pretende completar ni el desarrollo ni la implementación del programa final, puesto que éste sería el objeto del trabajo de un equipo de ingenieros de software. Con este estudio se establecerán los requisitos que deberá verificar el programa, analizando y definiendo todo lo necesario para alcanzar esa optimización.

Puesto que la evolución del presente trabajo se dirige hacia la realización de un programa informático, será interesante realizar un análisis orientado a este propósito. Dentro de la fase de análisis, (Jalote, 2005) propone dos tipos de modelos: el modelo orientado a funciones y el modelo orientado a objetos, justificando que el *pensamiento orientado a objetos representa una forma natural e intuitiva para las personas de tomar conciencia de la realidad*. Teniendo en cuenta que, además, la programación orientada a objetos es el estándar a la hora de diseño de software, debido a la facilidad de programar y de mantener los proyectos, y que el proceso de transición desde el análisis a la implementación orientada a objetos está muy optimizado, debido sobre todo a la gran cantidad de herramientas CASE existentes, especialmente desde la implantación del UML como notación de referencia, se considera la mejor opción como base para el este trabajo el paradigma de la programación orientada a objetos.

Se han realizado gran cantidad de aproximaciones al diseño orientado a objetos (Coad y Yourdon, 1990), (Rumbaugh, J. et al. , 1990), (Jacobson, 1992) y (Booch et al., 2007), siendo sus propuestas y notaciones bastante similares.

En este trabajo se ha preferido la propuesta por (Coad y Yourdon, 1990) como referencia a la hora de seguir el proceso de diseño, mientras que la notación utilizada sera el UML (www.uml.org) que es el estándar de facto para la notación del modelado orientado a objetos (Booch, Rumbaugh y Jacobson, 1998) y (Fowler, 2003).

El modelado orientado a objetos consiste en ver un sistema como un conjunto de objetos, siendo estos objetos unos tipos de datos abstractos, definidos por el usuario, que encapsulan tanto atributos, datos sencillos que almacenan el estado del objeto, como métodos, funciones que realizan operaciones sobre esos datos y prestan servicios definidos. Los objetos interactúan con el usuario o con otros objetos a través de los servicios que proporcionan. De esta forma, el objetivo de modelar consiste en identificar los objetos existentes en el dominio del problema, definir las clases que los engloban, especificando qué estado de información encapsulan y qué servicios proporcionan, e identificar las relaciones que existen entre los objetos de diferentes clases, de forma que el modelo completo soporte todos los servicios pedidos por el usuario.

Existe un acuerdo general (Jalote, 2005) sobre la importancia de la correcta definición de los requisitos como punto inicial de todo desarrollo de software. La definición de los requisitos es un proceso al que históricamente se le ha dado poca importancia (Jalote, 2005); el trabajo del desarrollador de software se centraba en el diseño y codificación del programa y se asumía que el mismo desarrollador era capaz de entender el problema de forma inmediata tras una breve explicación.

A medida que los sistema crecen en complejidad, resulta evidente que es imposible comprender fácilmente los objetivos de un sistema entero, por lo que se hace necesario aplicar una metodología previa, para el análisis del problema objeto de estudio. Con el fin de unificar los métodos de desarrollo de software, tres de los teóricos más reconocidos, Ivar Jacobson, Grady Booch y James Rumbaugh, unidos en la empresa Rational, publican, en junio del 1998, el método de desarrollo de software conocido como Rational Unified Process (Booch, Rumbaugh y Jacobson, 1998).

Este método tiene como características principales:

- **Basado en casos de uso:** se puede definir un caso de uso como una utilidad que el software debe proporcionar a sus usuarios. Puesto que según (Booch, Rumbaugh y Jacobson, 1998), el objetivo principal de un sistema software es el de proporcionar una serie de servicios a usuarios o a otros sistemas, se puede comprender la importancia de su estudio.

Los casos de uso reemplazan la antigua especificación funcional tradicional y constituyen la guía fundamental establecida para las actividades a realizar durante todo el proceso de desarrollo incluyendo el diseño, la implementación y las pruebas del sistema.

- **Proceso iterativo e incremental:** para hacer más manejable un proyecto se recomienda ir desarrollándolo en sucesivas iteraciones, en las que se establecerán diversas fases de referencia, cada una de las cuales debe ser considerada como un miniproyecto.
- **Importancia de los modelos:** Una gran parte del Proceso Unificado (RUP) se centra en el modelado. Los modelos permiten entender y modelar tanto el problema como la solución.

Un modelo es una simplificación de la realidad que ayuda a dominar un sistema grande y complejo que, de otra forma, no es fácil comprender en su totalidad. La elección de modelos, y la elección de las técnicas utilizadas para su expresión, tiene un efecto profundo en la forma de observar el problema así como en la forma de solucionarlo. *El modelo no es la realidad, pero los mejores modelos son los que más se acercan a la realidad* (Booch, Rumbaugh y Jacobson, 1998).

- **Utilización de un único lenguaje de modelado:** se ha adoptado UML (www.uml.org) como único lenguaje para el desarrollo de todos los modelos. Este lenguaje permitirá definir, de forma gráfica, la estructura de la aplicación, el comportamiento y su arquitectura, además de su estructura de datos.

En todo caso, para organizar mejor el proceso de trabajo, se seguirán las tres grandes fases planteadas por (Jalote, 2005): análisis del problema, especificación de requisitos y validación de los requisitos.

Durante el proceso de análisis se estudiará el entorno y el dominio del problema con la intención de comprender el comportamiento que debe presentar el sistema, sus limitaciones y las entradas y salidas del mismo. El objetivo principal será el de obtener un profundo conocimiento de las funciones que debe ser capaz de realizar el sistema a desarrollar. Al estudio de este proceso se dedicarán los capítulos 3 y 4, con la revisión del estado del arte y el capítulo 5, donde se realiza el análisis del sistema.

El conocimiento adquirido tras la etapa de análisis del problema, conformará las bases de la especificación de los requisitos, cuyo objetivo principal consistirá en plasmar estos requisitos en un documento, plasmado en el capítulo 10, que servirá como base para el desarrollo y posterior implementación de la versión definitiva del software informático analizado. En el capítulo 6 se realizará el análisis de requisitos, basado en los casos de uso detectados en el análisis del sistema. El desarrollo de los casos de uso y su conversión en diagramas de secuencia, permitirá establecer los eventos y procesos del sistema, lo que servirá de base al posterior desarrollo del prototipo, basado en un modelo orientado a funciones. Para completar la especificación de requisitos, en el capítulo 7 se realizará el modelado del sistema, definiendo las clases conceptuales, sus atributos y relaciones.

La validación de los requisitos se centrará en asegurar que las especificaciones dadas cumplen en realidad con los requisitos del software planteados. Para ello, se desarrollará un prototipo del sistema, integrando las funcionalidades más importantes detectadas en las especificaciones, tal y como se mostrará en el capítulo 8, para aplicarlo en la resolución de problemas concretos, señalizando instalaciones con el prototipo y comparando esta señalización con la existente, como se explicará en el capítulo 9.

Por último, en el capítulo 10 se mostrará el documento de especificación de requisitos del software, en el que se integrará todo el conocimiento adquirido en los capítulos anteriores. Aunque parezca que el proceso de enunciado de los requisitos es una secuencia lineal de actividades, en la realidad esto no es así. En el sistema en estudio, así como en la mayor parte de los sistemas que tienen una cierta complejidad, habrá que tener en cuenta la existencia de un cierto solapamiento y realimentación entre diversas actividades, además de las iteraciones recomendadas por el RUP.

2.2. Estado del arte

El punto de partida del trabajo se centra en el conocimiento del estado del arte que definirá el entorno de trabajo que envolverá la investigación.

Se comenzará realizando un estudio a alto nivel dentro del dominio del problema. Para ello se analizará qué es lo que va a encuadrar el trabajo, estudiando la legislación y la normativa que se debe aplicar en el proceso de realización de los planos, tanto en su diseño como en su dimensionamiento. Con esta aproximación se pretende comprender las condiciones legales impuestas al diseño.

Se intentará estructurar estas condiciones, dividiendo el problema inicial en varios subproblemas, analizando también la relación existente entre ellos. Así, por ejemplo, se agruparán todas las condiciones relacionadas con las partes de la edificación: condiciones geométricas, superficies, uso previsto, etc. y, por otra parte, todo lo relativo a las señales, en cuanto a forma, tamaño, criterios a seguir para su correcta disposición.

Este estudio pretende analizar también todo aquello que de forma no directa afecte al proceso de señalización. De esta manera se podrán adelantar posibles limitaciones e, incluso, prever distintas líneas de futuras mejoras.

Así se tendrá en cuenta, por una parte, todo elemento de algún tipo de instalación que sea susceptible de ser señalizado y, por otra parte, todo elemento susceptible de ser necesitado por la señalización de la instalación.

En el primer caso se encuadra la dotación contra incendios de los edificios y de los establecimientos. Todo equipo de esta dotación debe estar señalizado convenientemente. Está claro que existe una relación directa entre los dos tipos de elementos por lo que, en la medida de lo posible, se buscará alguna similitud a la hora de su elección, para ver si es posible unificar y optimizar el diseño de las dos instalaciones.

En el segundo caso, el de las instalaciones susceptibles de ser necesitadas por la señalización, se encuentra el alumbrado de emergencia. Toda señal, que no sea de por sí luminosa o fotoluminiscente en entornos bien iluminados, necesita estar iluminadas en caso de emergencia. Puesto que además, se comprobará que los equipos de la dotación contra incendios también necesitan iluminación de emergencia, se ve claramente la relación entre todas ellas y una posibilidad de optimización del proceso de diseño.

Otro punto importante a revisar del estado del arte es la existencia de programas ya existentes que realicen las mismas funciones, o similares, que el sistema objeto de estudio. Por esta razón se estudiará el software existente, para comparar sus características con las planteadas después del análisis previo a la especificación de requisitos.

2.3. Análisis del sistema

Una vez estudiados los condicionamientos legales y normativos existentes, con las restricciones que determinan, se pasará a realizar un primer análisis del sistema.

El objetivo básico del sistema consistirá en comprender el proceso de diseño de la instalación tratado como un flujo de información que se va transformado a medida que se avanza en el diseño. Se atenderá especialmente a las necesidades del técnico encargado del diseño, con el fin de ir proporcionándole las herramientas necesarias para optimizar su trabajo, a la vez que le permita realizar las comprobaciones oportunas del mismo.

La técnica de análisis estructurado (Demarco, 1978) y (Ross, 1997) utilizan una descomposición basada en funciones mientras se modela el problema. Esta técnica utiliza como método herramienta el diagrama de flujo de datos.

Este análisis se centra en las funciones que se realizan en el dominio del problema y los datos de entrada y de salida de estas funciones.

Se trata de un proceso de depuración progresivo, que originalmente fue llamado análisis estructurado y especificaciones, y se propuso para la producción de las especificaciones.

Aunque para el enunciado de las especificaciones el objetivo será el análisis de los casos de uso, se utilizará esta técnica centrando la atención en los aspectos de análisis de la aproximación.

Esta técnica se basa en que cada sistema se puede ver como una función de transformación que opera en un entorno del que recibe una serie de entradas y hacia el que envía una serie de salidas. Como la función de transformación global de todo el sistema será demasiado compleja de comprender, será necesario dividirla en subfunciones de forma que, todas ellas

juntas conformen la función general.

Estas subfunciones podrán subdividirse en otras, repitiendo el proceso hasta llegar a una etapa en la que cada función sea fácil de comprender.

De esta manera, el enfoque básico que se utiliza para definir el conjunto de funciones que se ejecutan en el sistema (o las funciones que forman parte de la función del sistema en general) consistirá en realizar un seguimiento de los datos a medida que fluyen a través del sistema, desde la entrada hasta la salida.

Está claro que en cualquier sistema complejo, la transformación de datos desde la entrada hasta la salida no se producirá en un solo paso. Más bien, los datos de entrada irán sufriendo una serie de transformaciones, con las entradas y salidas correspondientes, hasta culminar como la salida deseada.

Estudiando los estados por los que van pasando los datos, a través de las distintas transformaciones, se podrán definir las funciones que debe proporcionar el sistema. Esto es, cada transformación de datos, en la serie de transformaciones que se llevan a cabo, será responsabilidad de una función.

Por lo tanto, mediante el seguimiento del flujo de los datos a través del sistema, se identificarán las diversas funciones que realiza el sistema. Por esta razón, es fácil comprender la utilidad de la realización de los diagramas de flujo de datos como parte fundamental del análisis del sistema.

2.4. Análisis de requisitos

El análisis de requisitos se centra principalmente en un método de comprensión por medio de la modelización del problema. El método recomendado por el Rational Unified Process, es la técnica de modelado de casos de uso.

La idea de casos de uso para describir los requisitos funcionales la postuló en 1986 Ivar Jacobson (Jacobson, 1992), el principal teórico del UML y del Proceso Unificado (Booch, Rumbaugh y Jacobson, 1998), con la idea de proporcionar un medio de expresar el problema de una manera comprensible para todas las partes interesadas: los usuarios, los desarrolladores y los clientes. Ésta idea fue básica y muy apreciada debido a su simplicidad y su utilidad.

Aunque muchos autores han hecho contribuciones al tema, sin duda el siguiente paso más influyente, integral y coherente en la definición de lo que se entiende por casos de uso, o por lo se debería entender, y en la forma redacción de los mismos, procedían de Alistair Cockburn, y se resumen en la monografía *Writing Effective Use Cases* (Cockburn, 2000), sobre la base de su trabajo anterior y los escritos derivados a partir del año 1992. La actitud clave propuesta para el trabajo con casos de uso, consiste en centrarse en la pregunta *¿Cómo, por medio del uso del sistema, se puede proporcionar un valor observable al usuario, o cómo se puede cumplir con alguno de sus objetivos?*. Esta idea deberá prevalecer sobre la de plantear los requisitos del sistema como un listado que refleje una serie de características o de funciones.

En enfoque de lista plana, de características y funciones para la definición de los requisitos, puede contribuir al fracaso del desarrollo del sistema, ya que no se alienta a las partes interesadas a examinar las necesidades en un contexto más amplio que el de uso del sistema en un escenario para lograr algún resultado o alguna meta.

Por el contrario, los casos de uso sitúan a las características y a las

funciones en un contexto orientado a objetivos concretos. Esta es la idea clave que Jacobson transmite en el concepto de caso de uso: hay que orientar la definición de los requisitos con un enfoque sobre cómo un sistema puede agregar valor y cumplir con los objetivos. Por esto, se puede concluir que los casos de uso son los requisitos que indican lo que el sistema debe hacer.

Los casos de uso definen un compromiso o un contrato sobre cómo se debe comportar el sistema, esto es, los casos de uso se corresponden con los requisitos, aunque no sean todos los requisitos.

Se podría pensar en los requisitos como un lista de funciones o características del tipo: "el sistema debe hacer ...". Pero debe quedar claro que esto no puede ser así. La idea clave en el trabajo con casos de uso consiste, normalmente, en reducir la importancia o el uso de listas detalladas de características, de estilo más antiguo, y más bien escribir casos de uso para definir los requisitos.

Los casos de uso se presentarán como documentos de texto, y no como diagramas. El modelado de los casos de uso es principalmente un acto de escritura de texto, no el dibujo. Sin embargo, el UML define un diagrama de casos de uso para ilustrar los nombres de los casos de uso y de los actores, así como sus relaciones.

2.5. Modelado del Sistema

Un modelo captura una vista de un sistema del mundo real. Es una abstracción de dicho sistema, considerando un cierto propósito. Así, el modelo describe completamente aquellos aspectos del sistema que son relevantes a su propósito y a un apropiado nivel de detalle.

En el análisis estructurado, la dimensión de la descomposición viene dada por los procesos o funciones definidos. Sin embargo, en el análisis orientado a objetos, la dimensión de la descomposición viene dada por las clases definidas en el dominio.

Se puede considerar que, en general, un modelo de dominio es una representación visual de las clases conceptuales, u objetos del entorno real, definido para un dominio de interés, como el sistema objeto de estudio (Martin y Odell, 1997), (Fowler, 1996).

Desde el punto de vista formal, el modelo es una representación visual de las clases que comprenden los objetos que se encuentran en el entorno real del sistema. Para ello se utilizará el diagrama de clases UML que, representando una abstracción de las clases conceptuales, permite mostrar:

- Las clases conceptuales con sus objetos.
- Las asociaciones entre clases.
- Los atributos de las clases.

Así pues, el modelo de dominio mostrará las clases conceptuales que conforman el sistema. Se puede definir una clase conceptual como una idea, una cosa o un objeto. Según (Martin y Odell, 1997), una clase conceptual debe ser considerada en términos de su símbolo, palabras o imágenes que la representan, su definición y su extensión, esto es, la serie de ejemplos a los que se aplica.

En todo caso, el modelo mostrará una vista parcial del entorno real, haciendo caso omiso a detalles que no sean de interés en esta fase del trabajo.

Aunque no existe un único modelo correcto, ya que todos los modelos posibles son aproximaciones al dominio que se está tratando de entender, al final, se habrá creado un modelo de dominio relativamente útil para el dominio de la aplicación.

Un modelo de dominio correctamente definido captura las abstracciones esenciales y la información necesaria para hacer posible la comprensión del dominio en el contexto de los requisitos actuales, y para ayudar a entender el dominio con sus conceptos, terminología y relaciones.

2.6. Validación de los requisitos (prototipo)

Para la validación del diseño es recomendable realizar un prototipo sobre el que realizar las pruebas oportunas.

Se puede definir un prototipo como una aplicación parcial de un sistema cuyo propósito es aprender algo sobre el problema que se está intentando resolver o sobre el enfoque dado a la solución (Weyuker, 1990). La realización del prototipo se centrará en la comprobación del seguimiento y la correcta interpretación de los requisitos establecidos.

Se puede orientar la realización del prototipo de dos formas distintas: por una parte, la opción de generar un prototipo desechable o la opción de realizar una versión enfocada a su posterior evolución (Weller, 1993), (Weyuker, 1990). En la versión de usar y tirar, el prototipo está construido con la idea de que va a ser totalmente desechado después de completar el análisis, para comenzar a desarrollar el sistema final partiendo de cero. En el enfoque evolutivo, el prototipo se irá construyendo con la idea de ir completándolo hasta llegar a la versión final. Teniendo en cuenta que no es el objetivo de este trabajo la realización de un programa concreto, sino su descripción, y que se pretende completar su estudio desde el punto de vista del análisis del problema y de su comprensión, se desarrollará un prototipo *de usar y tirar*.

Este tipo de desarrollo se diferencia fundamentalmente del modelo evolutivo en que se pretende minimizar los costos y el tiempo de producción del prototipo. Con esta base, se pueden reducir los recursos dedicados a la documentación y control de calidad que normalmente se realizan durante el desarrollo de los productos de software. También se mantendrá en segundo plano cuestiones de eficiencia, rendimiento, corrección, etc. Teniendo en cuenta esto, se puede constatar que es fundamental evitar la tentación de convertir el prototipo en el sistema final.

Para reducir los recursos empleados en el desarrollo del prototipo, solo se considerarán los requisitos considerados como importantes en el análisis.

Esto permitirá restringir mucho el entorno de desarrollo del prototipo. Concretamente se limitará el funcionamiento del prototipo a las operaciones básicas de optimización del proceso de señalización, desarrollando sobre un programa concreto, en este caso el programa AutoCAD ®, debido simplemente a la experiencia del equipo de desarrollo en otros trabajos previos. El lenguaje de programación empleado durante el desarrollo será AutoLisp®, por su rapidez de desarrollo sin la necesidad de compilación del código fuente para su prueba.

Con este prototipo se intentará ver si los requisitos tenidos en cuenta permiten alcanzar, en los casos de estudio, los siguientes objetivos:

1. Representación del estado de señalización de una instalación existente.
2. Modificación de la instalación existente, buscando una mejora en la señalización, comprobando de forma cuantitativa esta posible mejora.
3. Comprobación del diseño realizado de forma cualitativa, verificando su adecuación a unas condiciones establecidas.

2.7. La especificación de requisitos

Los requisitos son capacidades y condiciones para que el sistema y, más ampliamente, el proyecto debe cumplir (Booch, Rumbaugh y Jacobson, 1998).

El desafío principal del proceso de definición de los requisitos consiste en encontrar, comunicar y recordar (que por lo general significa registrar) lo que realmente se necesita, de una forma que tenga un significado claro para todos los estamentos involucrados en el desarrollo.

Este proceso no consiste en seguir una técnica sistemática y secuencial para tratar de definir completamente los requisitos en la primera fase de un proyecto, sino más bien en "realizar un enfoque sistemático para encontrar, documentar, organizar y realizar el seguimiento de la evolución de las necesidades de un sistema " (Booch, Rumbaugh y Jacobson, 1998), teniendo en cuenta que se encuadra en un contexto de cambios inevitables y de unas necesidades planteadas por los interesados no siempre lo suficientemente claras. En definitiva, se plantea un proceso para detectar las necesidades con la suficiente habilidad para no perder ni descuidar ninguna durante el proceso. Es necesario tener en cuenta la el Proceso Unificado promueve el cambio en los requisitos como un factor fundamental en la realización de los proyectos.

Esta especificación de los requisitos se plasmará en el documento oportuno, que servirá de base para su posterior implementación.

Aunque existe amplia bibliografía al respecto, para el desarrollo de este documento se ha tomado como referencia la norma IEEE 830, publicada por el *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE). El IEEE se autodefine en su página web www.ieee.org como "*la asociación más importante del mundo profesional que se dedica a la innovación tecnológica y a avanzar en la excelencia en beneficio de la humanidad. IEEE y sus miembros inspiran a una comunidad global a través de las publicaciones más citadas del IEEE, conferencias, normas tecnológicas y actividades profesionales y educativas*".

La repercusión de sus trabajos en normalización, se pueden comprobar simplemente citando dos ejemplos: la norma IEEE 802, que define la tecnología de redes LAN y WAN, utilizadas en las comunicaciones entre todo tipo de aparatos informáticos, y la norma IEEE 1394 (también conocida como FireWire), estándar multiplataforma para la entrada y salida de datos en serie a gran velocidad, y un largo etcétera.

La norma IEEE 830 describe los criterios recomendados para la especificación de requisitos de un programa informático que desarrolla ciertas funciones en un entorno definido. Se basa en un modelo en el que el resultado del proceso de especificación de requisitos se ve reflejado en un documento completo y preciso. Este modelo permitirá describir qué es lo que se necesita y qué es lo que se pretende obtener. Además, se pretende obtener los siguientes beneficios:

- Una vez definidas las funciones que debe ser capaz de desempeñar el programa informático a través del ERS, se pueden presentar a otros especialistas en el tema, usuarios potenciales, para ver si las especificaciones también solucionan sus necesidades o si hay que realizar modificaciones para adaptarlo a las nuevas exigencias.
- Se reducirá el posterior esfuerzo de desarrollo. La realización del ERS hace que se consideren de forma rigurosa todos los requisitos antes de comenzar con el desarrollo del programa. Esto reduce las pérdidas de tiempo de posibles modificaciones estructurales, rediseño de especificaciones, etc. debidos a omisión de información, inconsistencias, etc.
- Permitirá realizar la estimación de costes y plazos para el proceso de desarrollo. De esta forma se puede ver la viabilidad de llevar a la práctica el diseño.
- Proporciona una base para la validación y verificación del programa.
- Facilitará la migración a otros entornos, como programas anfitriones, sistemas operativos, etc.
- Sirve de base para mejoras puesto que el ERS analiza el producto, pero no el proyecto que lo desarrolla.

Las cuestiones básicas a tener en cuenta en el ERS son las siguientes:

1. Funcionalidad: ¿Qué se supone debe realizar el software?
2. Interfaces externas: Cómo debe interactuar el software con el usuario y con el programa anfitrión.
3. Rendimiento: Cuál será su velocidad, tiempo de respuesta, cantidad de información a tratar, etc.
4. Atributos: La posibilidad de portabilidad, facilidad de mantenimiento, seguridad, etc.
5. Restricciones de diseño impuestas por algún tipo de implementación: Tener en cuenta si hay alguna disposición que imponga un lenguaje de programación definido, políticas de integridad de base de datos, etc.

En todo caso, durante la realización del ERS se debe evitar tener en cuenta requisitos impuestos por el diseño o por el proyecto.

Capítulo 3. El estado del arte. Análisis de la legislación y normalización aplicable

3.1. Introducción

En este capítulo se pretende dar una visión general de todo aquello que configura el entorno en el que se va a desarrollar esta investigación.

Se comenzará con el repaso de la legislación de obligado cumplimiento vigente, que es la que establece los requisitos para la realización de los planos de los proyectos de señalización de seguridad. El orden que se seguirá para su estudio se basa en la fecha de publicación, indicada en el título de cada apartado.

Se continuará analizando la normativa a tener en cuenta. Esta normativa es la recomendada por la legislación presentada.

Por último, se analizarán los catálogos de fabricantes para ver las características reales de las señales disponibles en el mercado.

Con esta interpretación de la legislación y normativa existente, se pretende analizar qué puntos afectan al diseño de las instalaciones para ver cómo optimizar el desarrollo del mismo.

Para evitar tener que hacer una referencia continua a los documentos originales, y dado el carácter público de los mismos, se citará textualmente cada uno de los apartados que afecten a este estudio. Se finalizará cada análisis resaltando sus puntos más interesantes.

Se han definido seis apartados distintos para agrupar mejor la información. Esta primera estructura únicamente pretende facilitar la comparación y la agrupación de las prescripciones entre los distintos apartados. De hecho, aunque algunas de las prescripciones se podrían encuadrar en más de un apartado, se han incluido únicamente en uno de ellos evitando la redundancia en el análisis, tal como se recomienda en (IEEE, 1998). Al final de cada apartado se presentarán las conclusiones extraídas del mismo.

Es interesante observar que se ha incluido siempre la palabra señal en la columna de *Elemento afectado*. Se debe tener en cuenta que hay que tratar por igual a las señales, concretamente, más todo a lo que afectan estas señales, como por ejemplo un extintor, y más todo lo que afecta a la señal, como el alumbrado de emergencia, por ejemplo.

Se pasa a describir el criterio seguido para incluir el contenido en un apartado u otro.

Elementos de la edificación: se incluye toda la información relativa a los elementos constructivos, esto es, todo lo que define y afecta, al menos, a edificios, sectores de incendios, establecimientos, lugares de trabajo y zonas.

Elementos a señalar: se enumera todo elemento susceptible de ser señalado.

Tipos de señales: comprende toda las referencias que permitan organizar las señales a emplear por forma, por color, por aplicación, etc..

Inserción de señales: se pretende agrupar todas las normas que afectan a los criterios a tener en cuenta para la inserción de las señales.

Actuación sobre las señales: cualquier tipo de acción que se deba realizar sobre algún elemento de señalización. Especialmente, aquí se han incluido los temas relacionados con el mantenimiento de las señales, etc.

Alumbrado: se podría considerar una actuación sobre las señales, pero vista la importancia reflejada en la legislación parece recomendable dedicarle un apartado independiente.

Vías y salidas de evacuación: se incluyen todas las referencias a vías y salidas de evacuación, tanto las que definen sus dimensiones como las que indican la señalización recomendada.

Protección contra incendios: se intenta hacer referencia aquí todo lo relacionado con la protección contra incendios, así como a otras partes de las instalaciones importantes en el proceso de diseño.

3.2. Legislación y normalización

En este apartado se pretende exponer la legislación y la normativa tratada, aunque alguna de ellas no se trate posteriormente, debido a la poca relevancia encontrada respecto al tema de investigación.

- **Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales:** transpone al derecho español la directiva 89/391/CEE, relativa a la aplicación de las medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo, que contiene el marco jurídico general en el que opera la política de prevención comunitaria.

Aunque es fundamental ya que determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz (España, 1997a) no incluye contenidos relacionados con el objeto de la investigación.

- **Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo:** norma de desarrollo reglamentario, que complementa a la Ley 31/1995, que fija las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- **Guía Técnica sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo:** comenta y amplía el Real Decreto anterior.
- **Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo:** norma de desarrollo reglamentario, que complementa a la Ley 31/1995, que fija las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- **Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo:** guía técnica que comenta y amplía el Real Decreto anterior.
- **Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación:** *El Código Técnico de la Edificación (CTE) es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ley de Ordenación de la Edificación (LOE). Las Exigencias Básicas de calidad que deben cumplir los edificios se refieren a materias de seguridad: seguridad estructural, seguridad contra incendios, seguridad de utilización; y habitabilidad: salubridad, protección frente al ruido y ahorro de energía¹.*
- **Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre. Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales:** sustituye al Código Técnico de la Edificación como referencia en los proyectos de establecimientos industriales, aunque hace referencia constante al Código Técnico de la Edificación en temas de señalización y seguridad contra incendios.
- **Guía técnica de aplicación: reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales:** comenta y amplía el Real Decreto anterior. Es de gran importancia porque es donde se reflejan la transición de la Norma Básica de Edificación "NBE-CPI/96", referenciada en el Real Decreto pero anulada posteriormente, al Código Técnico de la Edificación.
- **Norma UNE 1115:1985. Colores y señales de seguridad:** es referenciada por los reales decretos anteriores. Establece la relación entre colores, formas y tipos de señales, además de fijar la distancia máxima de comprensión de una señal según sus dimensiones.
- **Norma UNE 23033:1981-1. Seguridad contra incendios. Señalización:** es referenciada por los reales decretos anteriores. Define el pictograma a emplear en las señales de seguridad .

¹ Según la definición de <http://www.codigotecnico.org/web/cte/presentacion/>.

- **Norma UNE 23034:1988. Seguridad contra incendios. Vías de evacuación:** es referenciada por los reales decretos anteriores. Define las señales empleadas en las salidas y vías de evacuación, teniendo en cuenta tanto los pictogramas como sus dimensiones.

También se han revisado los siguientes documentos legales y normas técnicas, que no contenían elementos a tener en cuenta en la investigación:

- **Ley 28/2005, de 26 de diciembre, de medidas sanitarias frente al tabaquismo y reguladora de la venta, el suministro, el consumo y la publicidad de los productos del tabaco:** establece que es necesario indicar la prohibición de fumar en locales públicos, sin ningún elemento diferenciador respecto a los anteriormente citados.
- **Real Decreto 556/1989, de 19 de mayo, por el que se arbitran medidas mínimas sobre accesibilidad en los edificios:** no se encuentra nada relevante sobre señalización.
- **Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios:** se centra en establecer y definir las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas empleados en la protección contra incendios, básicamente en las normas a cumplir para su certificación, así como su instalación y mantenimiento.
- **Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción:** hace referencia a los Reales Decretos 485/1997 y 486/1997.
- **Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación «NBE-CPI-96: Condiciones de protección contra incendios de los edificios»:** Derogada por el Código Técnico de la Edificación.
- **Norma UNE 23035-1: 2003. Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 1: Medida y calificación:** referenciadas en los Reales Decretos analizados pero únicamente de interés para los fabricantes de señales fotoluminiscentes.

- **Norma UNE 23035-2: 2003. Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 2: Medida de productos en el lugar de utilización:** referenciadas en los Reales Decretos analizados pero únicamente de interés para los fabricantes de señales fotoluminiscentes.
- **Norma UNE 23035-3: 2003. Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 3: Señalizaciones y balizamientos luminiscentes:** referenciadas en los Reales Decretos analizados pero únicamente de interés para los fabricantes de señales fotoluminiscentes.
- **Norma UNE 23035-4: 2003. Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 4: Condiciones generales. Mediciones y clasificación:** referenciadas en los Reales Decretos analizados pero únicamente de interés para los fabricantes de señales fotoluminiscentes.

3.3. Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (España, 1997a)

El Real Decreto transpone al ordenamiento jurídico español la Directiva europea 92/58/CEE, de 24 de junio de 1992, que establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

La Disposición final primera del RD 485/1997 establece que *El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 5 del RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, elaborará y mantendrá actualizada una Guía Técnica, de carácter no vinculante, sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo (España, 1997a).*

Por esta razón, para *facilitar la aplicación del mencionado Real Decreto (España, 2009b)*, se hace referencia también a los datos proporcionados por esta guía técnica, más concretamente, su revisión de abril de 2009.

Artículo 1. Objeto

El ámbito de aplicación objeto de este Real Decreto es la señalización de seguridad y salud en el trabajo, de las áreas de trabajo, locales, vías, zonas de tránsito, peligros derivados de la actividad o de la propia instalación y de los medios de protección, emergencia, socorro y salvamento en los lugares de trabajo, con el fin de salvaguardar la seguridad y salud de los trabajadores (España, 2009b).

Se puede desglosar de la siguiente manera:

- El objetivo es el de salvaguardar la seguridad y salud de los trabajadores en los lugares de trabajo.

- Se consideran como lugares de trabajo las áreas de trabajo, locales, vías, zonas de tránsito, representadas todas ellas en los planos de la edificación.
- En esos planos se debe señalar los peligros, tanto los derivados de la actividad como de la propia instalación
- Además, será necesario señalar los medios de protección, emergencia, socorro y salvamento.

El Real Decreto trata de establecer criterios uniformes y homogéneos sobre la señalización de seguridad y salud en el trabajo y permitir una información común, independientemente del centro de trabajo y/o de su actividad (España, 2009b).

En principio, estos criterios uniformes y homogéneos sobre la señalización de seguridad y salud en el trabajo favorecen el proceso de optimización.

Artículo 2. Definiciones

Se establecen las definiciones necesarias en el campo de la señalización, como base para el posterior desarrollo normativo.

También permite realizar una primera clasificación de las señales según diversos aspectos. Se comenzará definiendo la señalización, que es el objeto principal de este trabajo

a) Señalización de seguridad y salud en el trabajo: *una señalización que, referida a un objeto, actividad o situación determinadas, proporcione una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual, según proceda.*

A continuación se definen los distintos tipos de señales que hay que tener en cuenta.

Según el tipo de información proporcionado:

b) Señal de prohibición: *una señal que prohíbe un comportamiento susceptible de provocar un peligro.*

c) Señal de advertencia: *una señal que advierte de un riesgo o peligro.*

d) Señal de obligación: *una señal que obliga a un comportamiento determinado.*

e) Señal de salvamento o de socorro: *una señal que proporciona indicaciones relativas a las salidas de socorro, a los primeros auxilios o a los dispositivos de salvamento (España, 1997a).*

Las características concretas de forma, color, etc. de este tipo de señales están definidas en el Anexo III de este Real Decreto.

f) Señal indicativa: *una señal que proporciona otras informaciones distintas de las previstas en las letras b) a e) (España, 1997a). Generalmente la señalización empleada no está específicamente normalizada (España, 2009b) Esto implica que hay que tener en cuenta que será posible encontrar señales no normalizadas ni predefinidas.*

Según la forma de la señal:

g) Señal en forma de panel: *una señal que, por la combinación de una forma geométrica, de colores y de un símbolo o pictograma, proporciona una determinada información, cuya visibilidad está asegurada por una iluminación de suficiente intensidad.*

h) Señal adicional: *una señal utilizada junto a otra señal de las contempladas en el párrafo g) y que facilita informaciones complementarias (España, 1997a).*

Según el color de la señal:

i) Color de seguridad: *un color al que se atribuye una significación determinada en relación con la seguridad y salud en el trabajo (España, 1997a). En el Anexo II se establecen el significado de cada color, su aplicación y su color de contraste.*

Según el medio para transmitir la información de la señal:

j) Símbolo o pictograma: *una imagen que describe una situación u obliga a un comportamiento determinado, utilizada sobre una señal en forma de panel o sobre una superficie luminosa.*

k) Señal luminosa: *una señal emitida por medio de un dispositivo formado por materiales transparentes o translúcidos, iluminados desde atrás o desde el interior, de tal manera que aparezca por sí misma como una superficie luminosa.*

l) Señal acústica: *una señal sonora codificada, emitida y difundida por medio de un dispositivo apropiado, sin intervención de voz humana o sintética.*

m) Comunicación verbal: *un mensaje verbal predeterminado, en el que se utiliza voz humana o sintética.*

n) Señal gestual: *un movimiento o disposición de los brazos o de las manos en forma codificada para guiar a las personas que estén realizando maniobras que constituyan un riesgo o peligro para los trabajadores (España, 1997a).*

Tanto las señales acústicas como la comunicación verbal se basan en la transmisión del sonido. En principio, este tipo de señalización excede el ámbito de nuestra investigación, ya que no son señales visibles, pero se debería tener en cuenta para nuevas versiones del sistema. Tanto la comunicación verbal como la comunicación gestual no forman parte permanente de la instalación, por lo que no se tendrán en cuenta en este estudio.

Artículo 3. Obligación general del empresario²

Siempre que resulte necesario teniendo en cuenta los criterios del artículo siguiente, el empresario deberá adoptar las medidas precisas para que en los lugares de trabajo exista una señalización de seguridad y salud que cumpla lo establecido en los anexos I a VII del presente Real Decreto (España, 1997a).

² Si bien en toda la legislación aparece el Empresario como responsable, en este trabajo se traslada esa responsabilidad al técnico competente, en quien delegará el Empresario, para el diseño de la instalación.

Se analizarán los anexos y se considerarán como punto base de partida para el enunciado de las especificaciones. En todo caso, el objeto del presente trabajo va orientado a facilitar esta obligación.

Artículo 4. Criterios para el empleo de la señalización

1. Sin perjuicio de lo dispuesto específicamente en otras normativas particulares, la señalización de seguridad y salud en el trabajo deberá utilizarse siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsibles y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:

a) Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.

b) Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.

c) Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.

d) Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas (España, 1997a).

También se recomienda al empresario que *antes de tomar la decisión de señalar en su empresa, debería analizar una serie de aspectos con el fin de conseguir que su elección sea lo más acertada posible. Entre los aspectos a considerar se encuentran:*

- La necesidad de señalar.*
- La selección de las señales más adecuadas.*
- La adquisición, en su caso, de las señales.*
- La normalización interna de la señalización.*

- *El emplazamiento, mantenimiento y supervisión de las señales* (España, 2009b).

Para optimizar este proceso, será interesante poner a disposición del empresario las siguientes herramientas:

- Inserción de señales sobre los planos de la edificación.
- Presentación de las señales disponibles, con su correspondencia comercial y, en la medida de lo posible adaptadas a las necesidades de cada caso. Esto sería lo equivalente a la clásica biblioteca de bloques/símbolos ampliamente utilizada desde las primeras versiones de los programas de diseño asistido por ordenador.
- Extracción de los datos gráficos del plano, presentando un listado con la cantidad de señales así como su código comercial o equivalente para su adquisición.
- Extracción de los datos gráficos del plano, con el listado de las señales empleadas en el mismo para su posterior explicación en el documento interno.
- Extracción de los datos gráficos del plano, situando en el plano e identificando de forma única cada una de las señales para su tratamiento en herramientas de gestión de mantenimiento y supervisión.

2. La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva y deberá utilizarse cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar los riesgos o reducirlos suficientemente. Tampoco deberá considerarse una medida sustitutoria de la formación e información de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el trabajo (España, 1997a).

Este punto es difícilmente tratable ya que excede el nivel gráfico en el que se encuadra este trabajo. Se supone que se ha realizado la evaluación de riesgos y se han aplicado las acciones requeridas para su control, además de tener en cuenta lo dispuesto en el Artículo 5 de éste Real Decreto sobre información y formación.

Artículo 5. Obligaciones en materia de formación e información

1. Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores y los representantes de los trabajadores sean informados de todas las medidas que se hayan de tomar con respecto a la utilización de la señalización de seguridad y de salud en el trabajo (España, 1997a).

2. Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario proporcionará a los trabajadores y a los representantes de los trabajadores una formación adecuada, en particular mediante instrucciones precisas, en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha formación deberá incidir, fundamentalmente, en el significado de las señales, especialmente de los mensajes verbales y gestuales, y en los comportamientos generales o específicos que deban adoptarse en función de dichas señales (España, 1997a).

Para facilitar el cumplimiento de este artículo es imprescindible extraer la información de los planos del proyecto para asegurar esta formación, asegurando la correspondencia entre la información puesta a disposición del interesado con la señalización existente.

El contenido del resto de los artículos no afecta nuestra investigación.

Anexo I. Disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el lugar de trabajo

1. La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.*
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.*
- La extensión de la zona a cubrir.*
- El número de trabajadores afectados (España, 1997a).*

Es necesario proporcionar al diseñador los siguientes datos:

- Características de la señal. Aunque debe ser un técnico debidamente formado, es recomendable poner a su disposición las señales disponibles.
- Unificando los tres últimos puntos: debe ser posible enlazar con las zonas a señalizar, los riesgos, elementos o circunstancias que se deban tener en cuenta, las superficies de esas zonas así como el número de trabajadores que en ellas se encuentran para ponerlo a disposición del diseñador cuando lo necesite.

2. La eficacia de la señalización no deberá resultar disminuida por la concurrencia de señales o por otras circunstancias que dificulten su percepción o comprensión (España, 2009b).

Un buen diseño permite verificar este punto. En todo caso, durante la dirección de obra se tendrá que comprobar el seguimiento de las pautas establecidas en el diseño así como la corrección del mismo.

La señalización de seguridad y salud en el trabajo no deberá utilizarse para transmitir informaciones o mensajes distintos o adicionales a los que constituyen su objetivo propio (España, 2009b).

Es fácil de conseguir por medio de la adecuada definición de las señales empleadas en el sistema.

Cuando los trabajadores a los que se dirige la señalización tengan la capacidad o la facultad visual o auditiva limitadas, incluidos los casos en que ello sea debido al uso de equipos de protección individual, deberán tomarse las medidas suplementarias o de sustitución necesarias (España, 2009b).

Será interesante poder modificar la percepción de la señalización por parte de distintos tipos de usuarios una vez realizado el diseño.

3. La señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva (España, 2009b).

Únicamente se deberá tener en cuenta la posibilidad de realizar cambios en el diseño, algo consustancial al propio Diseño Asistido por Ordenador.

4. Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente, y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento (España, 2009b).

Es imprescindible enlazar la información gráfica del plano con algún sistema de gestión de mantenimiento. Para ello debe ser posible poder identificar y situar, de forma inequívoca, cada una de las señales o elementos de la señalización.

Las señalizaciones que necesiten de una fuente de energía dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquella, salvo que el riesgo desaparezca con el corte del suministro (España, 2009b).

Este punto es más propio del diseño de la instalación eléctrica, pero no hay que descuidarlo.

Anexo II. Colores de seguridad

En este anexo se establecen los colores a emplear en la señalización de seguridad. Puesto que se pondrán a disposición del diseñador las señales disponibles en el mercado, solo se debe tener en cuenta la adecuación de estas señales a este anexo.

Anexo III. Señales en forma de panel

1. Características intrínsecas

- 1. La forma y colores de estas señales se definen en el apartado 3 de este anexo, en función del tipo de señal de que se trate.*

2. *Los pictogramas serán lo más sencillos posible, evitándose detalles inútiles para su comprensión. Podrán variar ligeramente o ser más detallados que los indicados en el apartado 3, siempre que su significado sea equivalente y no existan diferencias o adaptaciones que impidan percibir claramente su significado.*
3. *Las señales serán de un material que resista lo mejor posible los golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medioambientales (España, 1997a).*

Será imprescindible añadir al sistema únicamente señales certificadas de empresas de reconocida solvencia técnica.

4. *Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión (España, 1997a).*

Es importante tener en cuenta que, según (España, 2009b), *se puede considerar, según la norma UNE- 1115:1985, que la relación entre el área mínima, A, de la señal de seguridad y la distancia máxima, L, a la que deben poder comprenderse, se expresa por la fórmula:*

$$A \geq L^2 / 2.000$$

donde A y L se expresan respectivamente en metros cuadrados y en metros lineales. Esta fórmula se aplica para distancias inferiores a 50 m.

Esta fórmula permite establecer la relación entre las dimensiones de las señales y su distancia de visión.

2. Requisitos de utilización

1. *Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo (España, 1997a).*

No se establece de forma numérica ni la altura a la que se debe instalar la señal ni su ángulo de visión.

2. *El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes (España, 1997a).*

Parece interesante la relación entre la señalización y su iluminación. Si no se puede asegurar la iluminación de la señal, aunque ésta sea material luminiscente, será necesario añadir una iluminación de emergencia.

3. *A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí (España, 1997a).*

Criterio a tener en cuenta tanto en la fase de diseño como en el mantenimiento de la instalación.

4. *Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba (España, 1997a).*

Criterio a tener en cuenta durante el mantenimiento de la instalación.

3. Tipos de señales

Habrà que tener en cuenta que hay que tratar con los siguientes tipos de señales:

1. *Señales de advertencia. Forma triangular.*

Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal), bordes negros (España, 1997a).

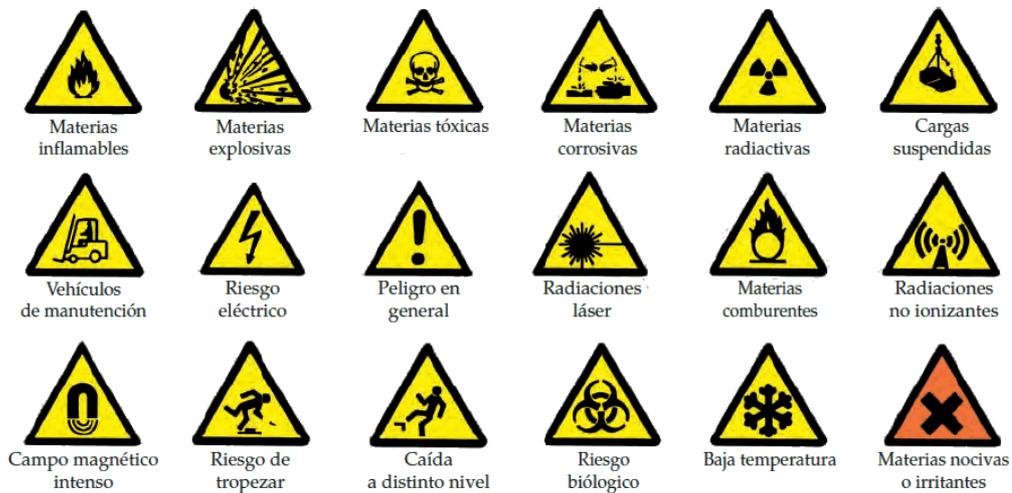


Figura 1: Señales de advertencia (España, 1997a).

Como excepción, el fondo de la señal sobre «materias nocivas o irritantes» será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera (España, 1997a).

2. Señales de prohibición. Forma redonda.

Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35 por 100 de la superficie de la señal) (España, 1997a).



Figura 2: Señales de prohibición (España, 1997a)

3. Señales de obligación. Forma redonda.

Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal) (España, 1997a).



Figura 3: Señales de obligación (España, 1997a).

4. Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios. Forma rectangular o cuadrada.

Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal) (España, 1997a)



Figura 4: Señales relativas a equipos de lucha contra incendios (España, 1997a).

5. Señales de salvamento o socorro. Forma rectangular o cuadrada.

Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal) (España, 1997a).

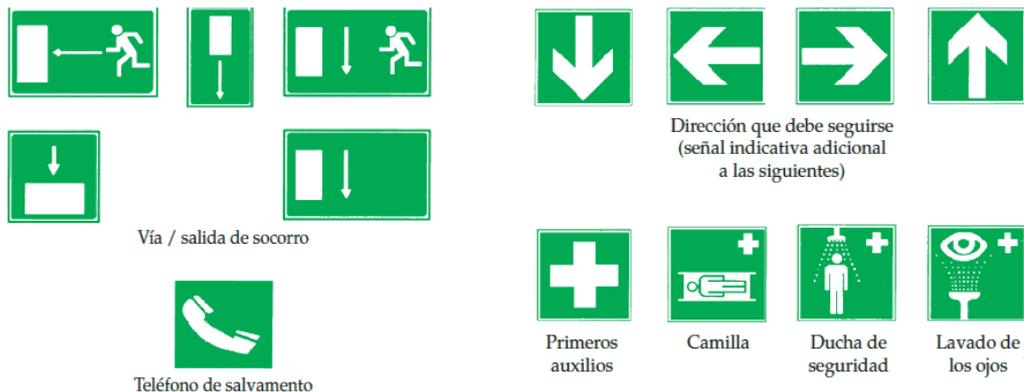


Figura 5: Señales de salvamento o socorro (España, 1997a).

Anexo IV. Señales luminosas y acústicas

1. Características y requisitos de las señales luminosas

1. La luz emitida por la señal deberá provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno, en función de las condiciones de uso previstas. Su intensidad deberá asegurar su percepción, sin llegar a producir deslumbramientos.
2. La superficie luminosa que emita una señal podrá ser de color uniforme, o llevar un pictograma sobre un fondo determinado. En el primer caso, el color deberá ajustarse a lo dispuesto en el apartado 1 del anexo II; en el segundo caso, el pictograma deberá respetar las reglas aplicables a las señales en forma de panel definidas en el anexo III.
3. Si un dispositivo puede emitir una señal tanto continua como intermitente, la señal intermitente se utilizará para indicar, con respecto a la señal continua, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida (España, 1997a).

Se emplearan señales debidamente certificadas.

4. *No se utilizarán al mismo tiempo dos señales luminosas que puedan dar lugar a confusión, ni una señal luminosa cerca de otra emisión luminosa apenas diferente (España, 1997a).*

Para asegurar este punto el sistema debe de ser capaz de identificar las señales luminosas sobre el plano, avisando al diseñador si se encuentran señales luminosas demasiado cerca.

Cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir la correcta identificación del mensaje, evitando que pueda ser percibida como continua o confundida con otras señales luminosas.

5. *Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar (España, 1997a).*

También deben estar situadas e identificadas para enlazarlas con el sistema de gestión del mantenimiento.

2. Características y requisitos de uso de las señales acústicas

1. *La señal acústica deberá tener un nivel sonoro superior al nivel de ruido ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesto. No deberá utilizarse una señal acústica cuando el ruido ambiental sea demasiado intenso.*
2. *El tono de la señal acústica o, cuando se trate de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos, deberá permitir su correcta identificación y clara distinción frente a otras señales acústicas o ruidos ambientales. No deberán utilizarse dos señales acústicas simultáneamente.*
3. *Si un dispositivo puede emitir señales acústicas con un tono o intensidad variables o intermitentes, o con un tono o intensidad continuos, se utilizarán las primeras para indicar, por contraste con las segundas, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.*

El sonido de una señal de evacuación deberá ser continuo (España, 1997a).

Aunque la señalización acústica pueda exceder el alcance de este trabajo, es interesante tenerlo en cuenta para que se pueda encajar en siguientes revisiones.

3. Disposiciones comunes

- 1. Una señal luminosa o acústica indicará, al ponerse en marcha, la necesidad de realizar una determinada acción, y se mantendrá mientras persista tal necesidad.*

Al finalizar la emisión de una señal luminosa o acústica se adoptarán de inmediato las medidas que permitan volver a utilizarlas en caso de necesidad (España, 1997a).

- 2. La eficacia y buen funcionamiento de las señales luminosas y acústicas se comprobará antes de su entrada en servicio, y posteriormente mediante las pruebas periódicas necesarias (España, 1997a).*
- 3. Las señales luminosas y acústicas intermitentes previstas para su utilización alterna o complementaria deberán emplear idéntico código (España, 1997a).*

Estos tres puntos reafirman la necesidad de utilizar elementos certificados, siendo imprescindible la posibilidad de situar e identificar los distintos elementos de la señalización sobre los planos.

Anexo VII. Disposiciones mínimas relativas a diversas señalizaciones

1. Riesgos, prohibiciones y obligaciones

La señalización dirigida a advertir a los trabajadores de la presencia de un riesgo, o a recordarles la existencia de una prohibición u obligación, se realizará mediante señales en forma de panel que se ajusten a lo dispuesto, para cada caso, en el anexo III (España, 1997a).

Ya ha sido comentado en el apartado correspondiente al Anexo III.

2. Riesgo de caídas, choques y golpes

1. *Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgos de caída de personas, choques o golpes podrá optarse, a igualdad de eficacia, por el panel que corresponda según lo dispuesto en el apartado anterior o por un color de seguridad, o bien podrán utilizarse ambos complementariamente (España, 1997a).*
2. *La delimitación de aquellas zonas de los locales de trabajo a las que el trabajador tenga acceso con ocasión de éste, en las que se presenten riesgos de caída de personas, caída de objetos, choques o golpes, se realizará mediante un color de seguridad (España, 1997a).*
3. *La señalización por color referida en los dos apartados anteriores se efectuará mediante franjas alternas amarillas y negras. Las franjas deberán tener una inclinación aproximada de 45º y ser de dimensiones similares de acuerdo con el siguiente modelo (España, 1997a):*



Figura 6: Señalización por medio de franjas (España, 1997a).

De estos puntos, se pueden extraer las siguientes necesidades:

- Es imprescindible poder fijar la altura, o elevación sobre un plano cero, de las distintas superficies de la edificación.
- Es necesario reconocer desniveles, esto es, los cambios de altura entre superficies colindantes, dando el aviso oportuno.
- Deberá ser posible señalar estos desniveles, empleando también elementos de señalización comerciales.

3. Vías de circulación

1. *Cuando sea necesario para la protección de los trabajadores, las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de un color bien visible, preferentemente blanco o amarillo, teniendo en cuenta el color del suelo. La delimitación deberá respetar las necesarias distancias de seguridad entre vehículos y objetos próximos, y entre peatones y vehículos.*

2. *Las vías exteriores permanentes que se encuentren en los alrededores inmediatos de zonas edificadas deberán estar delimitadas cuando resulte necesario, salvo que dispongan de barreras o que el propio tipo de pavimento sirva como delimitación (España, 1997a).*

Será necesaria también la posibilidad de delimitar las vías de circulación de vehículos sobre el plano.

4. Tuberías, recipientes y áreas de almacenamiento de sustancias y preparados peligrosos

Este apartado puede no ser tenido en cuenta ya que la mayor parte que estas instalaciones tienen su legislación y su legalización propia, cuyo tratamiento excede el alcance de este trabajo. En todo caso, también se tendrá en cuenta al tratarlos como áreas que necesitan una señalización propia.

Resumen

Ámbito	Características	Observaciones
Edificación	Áreas de trabajo, locales, vías, zonas de tránsito.	
	Es necesario conocer su superficie	Para la inserción de señales.
	Es necesario conocer el número de trabajadores por lugar de trabajo y almacenarlo en el plano.	Para la inserción de señales.
Elementos a señalizar	Peligros, tanto los derivados de la actividad como de la propia instalación.	Deben ir indicados en el plano.
	Los medios de protección, emergencia, socorro y salvamento.	
	Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.	

Ámbito	Características	Observaciones
<p><i>Elementos a señalar (continuación)</i></p>	<p>Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.</p>	
	<p>Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.</p>	
	<p>Orientar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.</p>	
	<p>Desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgos de caída de personas, choques o golpes.</p>	
	<p>Marcar las diferencias de altura de las superficies en el plano.</p>	
<p>Tipos de señales</p>	<p>Según el tipo de información proporcionado: de prohibición, de advertencia, de obligación y de salvamento, de socorro o indicativa.</p>	<p>Esto implica que pueden aparecer señales no normalizadas ni predefinidas.</p>
	<p>Según la forma de la señal: en forma de panel o señal adicional.</p>	<p>Implica que para señalar un entidad, puede ser necesario utilizar dos señales, por ejemplo, la señal genérica de salida a la que se añade la señal con la flecha de dirección.</p>
		<p>Señales de advertencia: Forma triangular.</p>
		<p>Señales de prohibición: Forma redonda.</p>
		<p>Señales de obligación: Forma redonda.</p>
		<p>Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios. Forma rectangular o cuadrada.</p>
	<p>Señales de salvamento o socorro. Forma rectangular o cuadrada.</p>	
<p>Según el color de la señal: hay que consultar el Anexo II para conocer su significado.</p>		
<p>Según el medio para transmitir la información de la señal: símbolo o pictograma, señal luminosa, señal acústica, comunicación verbal, señal gestual.</p>	<p>El objetivo es el empleo de los pictogramas. Cabe la posibilidad de emplear señales luminosas, con la necesidad de cableado, cálculo e instalación necesaria</p>	

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

Ámbito	Características	Observaciones
		<p>También hay que tener en cuenta las señales acústicas.</p> <p>Tener en cuenta señales verbales o gestuales, no fijas en la instalación.</p> <p>Las señales que necesiten una fuente de energía deben disponer de una alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquella.</p>
	Franjas.	Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgos de caída de personas, choques o golpes.
		Vías de circulación de vehículos.
Actuación sobre las señales	La selección de las señales más adecuadas adquisición, en su caso, de las señales.	Hay que añadir información de catálogos comerciales de señales.
	El emplazamiento, mantenimiento y supervisión de las señales.	<p>Es necesario poder identificar y situar las señales de forma individual.</p> <p>Hay que relacionar esta información con el sistema de gestión del mantenimiento.</p>
	Se necesita una normalización interna de la señalización, esto es, documentar las señales empleadas con su significado.	<p>Es necesario poder identificar y situar las señales de forma individual.</p> <p>Hay que poder extraer esta información para generar la documentación.</p>
	Sería interesante poder comprobar el impacto de la señalización con trabajadores que tengan algún tipo de disminución de los sentidos, tanto por enfermedad como por la utilización de equipos de protección.	
Inserción de señales	Se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible teniendo en cuenta:	Las características de la señal.
	Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.	Habrà que leerlo del plano.
	La extensión de la zona a cubrir.	
	El número de trabajadores afectados.	Es necesario acceder a esta información.

Ámbito	Características	Observaciones
<i>Inserción de señales (continuación)</i>	Es necesario comprobar y evitar la concurrencia de señales u otras circunstancias que dificulten su percepción y comprensión.	
	La distancia máxima a la que se puede leer una señal será la indicada por la norma UNE- 1115:1985 ($A > L2 / 2000$).	
	Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.	No se establece de forma numérica ni la altura a la que se debe instalar la señal ni su ángulo de visión.
	El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.	Existe una relación entre la señalización y su iluminación. Puede ser necesario añadir iluminación a las señales.

3.4. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (España, 1997b)

El Real Decreto establece las normas mínimas destinadas a garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Para facilitar su análisis, también se estudiará la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo (España, 2006b).

Artículo 1. Objeto.

No presenta nada interesante desde el punto de vista de la especificación de nuestros requisitos.

Artículo 2. Definiciones.

1. *A efectos del presente Real Decreto se entenderá por lugares de trabajo las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo.*

Se considerarán incluidos en esta definición los servicios higiénicos y locales de descanso, los locales de primeros auxilios y los comedores.

2. *Las instalaciones de servicio o protección anejas a los lugares de trabajo se considerarán como parte integrante de los mismos (España, 1997a).*

No afecta a nuestras especificaciones. Únicamente, desde el punto de vista del diseñador, se amplía su área de definición.

Atendiendo a la explicación de la Guía Técnica: *Este Real Decreto se aplica a una amplia gama de lugares de trabajo, no sólo a instalaciones industriales, fábricas y oficinas, sino también a escuelas, hoteles, hospitales, universidades, etc.*

El término “lugar de trabajo” también incluye cualquier local, pasillo, escalera, vía de circulación, etc. situado dentro de las instalaciones citadas.

Expresamente se consideran incluidos en la definición de lugares de trabajo los servicios higiénicos, los locales de descanso, los locales de primeros auxilios y los comedores.

Es importante distinguir entre lugar de trabajo y puesto de trabajo. Los lugares de trabajo están destinados a albergar los puestos de trabajo (España, 2006b).

Artículo 4. Condiciones Constructivas

- 1. El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbamientos o caídas de materiales sobre los trabajadores.*
- 2. El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.*
- 3. Los lugares de trabajo deberán cumplir, en particular, los requisitos mínimos de seguridad indicados en el Anexo (España, 1997b).*

Al estudiar el Anexo I se verá en qué afecta al estudio.

Artículo 5. Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización.

El orden, la limpieza y el mantenimiento de los lugares de trabajo deberá ajustarse a lo dispuesto en el anexo II.

Igualmente, la señalización de los lugares de trabajo deberá cumplir con lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril (España, 1997b).

Se analizará más adelante el Anexo II.

Anexo I. Condiciones generales de seguridad en los lugares de trabajo

1. Seguridad estructural

Se escapa al ámbito del presente trabajo.

2. Espacios de trabajo y zonas peligrosas

1. Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

a) 3 metros de altura desde el piso hasta el techo. No obstante, en locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2,5 metros.

b) 2 metros cuadrados de superficie libre por trabajador.

c) 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador (España, 2006b).

Será necesario añadir información sobre la altura de los techos para poder realizar estos cálculos. Además debe ser posible indicar la cantidad de trabajadores por local de trabajo.

2. La separación entre los elementos materiales existentes en el puesto de trabajo será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor en condiciones de seguridad, salud y bienestar. Cuando, por razones inherentes al puesto de trabajo, el espacio libre disponible no permita que el trabajador tenga la libertad de movimientos necesaria para desarrollar su actividad, deberá disponer de espacio adicional suficiente en las proximidades del puesto de trabajo (España, 2006b).

3. *Deberán tomarse las medidas adecuadas para la protección de los trabajadores autorizados a acceder a las zonas de los lugares de trabajo donde la seguridad de los trabajadores pueda verse afectada por riesgos de caída, caída de objetos y contacto o exposición a elementos agresivos. Asimismo, deberá disponerse, en la medida de lo posible, de un sistema que impida que los trabajadores no autorizados puedan acceder a dichas zonas (España, 2006b).*
4. *Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas (España, 2006b).*

Estas cuestiones ya se han tenido en cuenta en el análisis del real decreto 485/1997.

Los puntos 3 a 9 afectan sobre todo a las condiciones constructivas y no se tendrán en cuenta en el análisis.

10. Vías y salidas de evacuación

1. *Las vías y salidas de evacuación, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, se ajustarán a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dichas vías y salidas deberán satisfacer las condiciones que se establecen en los siguientes puntos de este apartado.*
2. *Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en el exterior o en una zona de seguridad.*
3. *En caso de peligro, los trabajadores deberán poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente y en condiciones de máxima seguridad.*
4. *El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de evacuación dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de los lugares de trabajo, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en los mismos.*

5. *Las puertas de emergencia deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de urgencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente. Estarán prohibidas las puertas específicamente de emergencia que sean correderas o giratorias.*
6. *Las puertas situadas en los recorridos de las vías de evacuación deberán estar señalizadas de manera adecuada. Se deberán poder abrir en cualquier momento desde el interior sin ayuda especial. Cuando los lugares de trabajo estén ocupados, las puertas deberán poder abrirse.*
7. *Las vías y salidas específicas de evacuación deberán señalizarse conforme a lo establecido en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Esta señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y ser duradera.*
8. *Las vías y salidas de evacuación, así como las vías de circulación que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto de manera que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento. Las puertas de emergencia no deberán cerrarse con llave.*
9. *En caso de avería de la iluminación, las vías y salidas de evacuación que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad (España, 2006b).*

De este apartado, habrá que tener en cuenta lo siguiente:

- Es necesario relacionar las vías de evacuación con las puertas.
- Por otra parte, es necesario relacionar el número de trabajadores por lugar de trabajo y su superficie con la capacidad de la vía de evacuación.
- Por último, es necesario también señalizar e iluminar las vías de evacuación.

Anexo II. Orden, limpieza y mantenimiento

De todos los puntos, el más interesante es el siguiente:

4. *Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico, de forma que sus condiciones de funcionamiento satisfagan siempre las especificaciones del proyecto, subsanándose con rapidez las deficiencias que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.*

Si se utiliza una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y un sistema de control deberá indicar toda avería siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores.

En el caso de las instalaciones de protección, el mantenimiento deberá incluir el control de su funcionamiento (España, 1997b).

Lo que incide en la necesidad de enlazar la información de los planos con el sistema de gestión del mantenimiento, situando e identificando todos los elementos de señalización del plano.

Resumen

Ámbito	Características	Observaciones
Edificación	Las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo.	Se considerarán incluidos en esta definición los servicios higiénicos y locales de descanso, los locales de primeros auxilios y los comedores.
	Las instalaciones de servicio o protección anejas a los lugares de trabajo se considerarán como parte integrante de los mismos.	
	Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes:	Es necesario conocer la altura, la superficie y número de trabajadores.

Ámbito	Características	Observaciones
	<p>- 3 metros de altura desde el piso hasta el techo. No obstante, en locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2,5 metros.</p> <p>- 2 metros cuadrados de superficie libre por trabajador.</p> <p>- 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.</p>	
Elementos a señalizar	Riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbamientos o caídas de materiales sobre los trabajadores o de contacto o exposición a elementos agresivos.	
	Facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio.	
	Posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.	
	Las puertas situadas en los recorridos de las vías de evacuación deberán estar señalizadas de manera adecuada.	
Actuación sobre las señales	En el caso de las instalaciones de protección, el mantenimiento deberá incluir el control de su funcionamiento.	
Inserción de señales	Las puertas situadas en los recorridos de las vías de evacuación deberán estar señalizadas de manera adecuada.	
Vías y salidas de evacuación	Es necesario relacionar las vías de evacuación con las puertas.	
	Por otra parte, es necesario relacionar el número de trabajadores por lugar de trabajo y su superficie con la capacidad de la vía de evacuación.	
	Es necesario también señalar e iluminar las vías y salidas de evacuación.	

3.5. Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SI. Seguridad en caso de incendio (España, 2006a)

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SI 1 a SI 6. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad en caso de incendio" (España, 2006a).

Se analizará la revisión de febrero de 2010, incluyendo las modificaciones conforme al Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero (BOE 13 de marzo de 2010).

II. Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en su artículo 2 (Parte I)³ excluyendo los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el "Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales" (España, 2006a).

Este Reglamento se analizará más adelante.

Por otra parte, conviene hacer notar la diferenciación que se realiza entre edificios, establecimientos y zonas. Teniendo en cuenta que, según el Diccionario de la RAE, un edificio es: *Construcción fija, hecha con materiales resistentes, para habitación humana o para otros usos*; una zona es: *Parte de terreno o de superficie encuadrada entre ciertos límites, acudiendo al apartado*

3 Dice textualmente: "El CTE será de aplicación, en los términos establecidos en la LOE y con las limitaciones que en el mismo se determinan, a las edificaciones públicas y privadas cuyos proyectos precisen disponer de la correspondiente licencia o autorización legalmente exigible".

final del terminología de este Documento Básico, se puede definir establecimiento como: *Zona de un edificio destinada a ser utilizada bajo una titularidad diferenciada, bajo un régimen no subsidiario respecto del resto del edificio y cuyo proyecto de obras de construcción o reforma, así como el inicio de la actividad prevista, sean objeto de control administrativo. Conforme a lo anterior, la totalidad de un edificio puede ser también un establecimiento* (España, 2006a).

Sección SI 1. Propagación interior

1. Compartimentación en sectores de incendio

- 1. Los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de esta Sección. Las superficies máximas indicadas en dicha tabla para los sectores de incendio pueden duplicarse cuando estén protegidos con una instalación automática de extinción.*
- 2. A efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos de independencia y las escaleras compartimentadas como sector de incendios, que estén contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.*
- 3. La resistencia al fuego de los elementos separadores de los sectores de incendio debe satisfacer las condiciones que se establecen en la tabla 1.2 de esta Sección. Como alternativa, cuando, conforme a lo establecido en la Sección SI 6, se haya adoptado el tiempo equivalente de exposición al fuego para los elementos estructurales, podrá adoptarse ese mismo tiempo para la resistencia al fuego que deben aportar los elementos separadores de los sectores de incendio.*
- 4. Las escaleras y los ascensores que comuniquen sectores de incendio diferentes o bien zonas de riesgo especial con el resto del edificio estarán compartimentados conforme a lo que se establece en el punto 3 anterior. Los ascensores dispondrán en cada acceso, o bien de puertas E 30(*) o bien de un vestíbulo de independencia con una puerta EI2 30-*

C5, excepto en zonas de riesgo especial o de uso Aparcamiento, en las que se debe disponer siempre el citado vestíbulo. Cuando, considerando dos sectores, el más bajo sea un sector de riesgo mínimo, o bien si no lo es se opte por disponer en él tanto una puerta EI2 30-C5 de acceso al vestíbulo de independencia del ascensor, como una puerta E 30 de acceso al ascensor, en el sector más alto no se precisa ninguna de dichas medidas (España, 2006a).

Cuando se acude al apartado de *Terminología* de este mismo Documento Básico, se puede ver que el término de Sector de incendio se define como *Espacio de un edificio separado de otras zonas del mismo por elementos constructivos delimitadores resistentes al fuego durante un período de tiempo determinado, en el interior del cual se puede confinar (o excluir) el incendio para que no se pueda propagar a (o desde) otra parte del edificio. (DPC - DI2). Los locales de riesgo especial no se consideran sectores de incendio (España, 2006a).*

De este apartado, se puede deducir lo siguiente:

- Es necesario poder definir sectores de incendio sobre el plano.
- Estos sectores no solo podrán comprender distintos locales, sino que también podrán incluir otros sectores de incendios, como *locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos...* (España, 2006a).
- En la tabla 1.1 se definen distintos usos previstos del edificio o establecimiento y se relacionan con la superficie de los sectores de incendios. Será necesario poder asignar usos previstos a los sectores de incendio.

2. Locales y zonas de riesgo especial

1. *Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.1. Los locales y las zonas así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2.*

2. *Los locales destinados a albergar instalaciones y equipos regulados por reglamentos específicos, tales como transformadores, maquinaria de aparatos elevadores, calderas, depósitos de combustible, contadores de gas o electricidad, etc. se rigen, además, por las condiciones que se establecen en dichos reglamentos. A los efectos de este DB se excluyen los equipos situados en las cubiertas de los edificios, aunque estén protegidos mediante elementos de cobertura. Las condiciones de ventilación de los locales y de los equipos exigidas por dicha reglamentación deberán solucionarse de forma compatible con las de compartimentación establecidas en este DB (España, 2006a).*

Hay que clasificar los locales de riesgo especial conforme tres niveles. Estos niveles dependen del uso previsto del edificio o establecimiento y de la superficie o del volumen construidos. Esto implica que habrá que tener en cuenta:

- Será necesario poder añadir información referente al tipo de local sobre el que se indica algo.
- No solo hay que calcular la superficie, sino que también habrá que poder calcular el volumen de los locales.

Sección SI 3. Evacuación de ocupantes

2. Cálculo de la ocupación

1. *Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento, como puede ser en el caso de establecimientos hoteleros, docentes, hospitales, etc. En aquellos recintos o zonas no incluidos en la tabla se deben aplicar los valores correspondientes a los que sean más asimilables.*
2. *A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo (España, 2006a).*

Es interesante ver cómo se realiza el cálculo de la ocupación, puesto que se utilizará más adelante para el dimensionamiento de las vías de evacuación.

En la tabla 2.1 se relaciona el uso previsto del local o edificio con la zona y tipo de actividad para indicar la relación entre m²/persona. De lo que se deduce que:

- Es necesaria la definición de zonas dentro de los edificios.
- A las zonas se les puede asignar un tipo de actividad.
- Según la superficie útil se puede calcular su ocupación.

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

1. *En la tabla 3.1 se indica el número de salidas que debe haber en cada caso, como mínimo, así como la longitud de los recorridos de evacuación hasta ellas (España, 2006a).*

En esta tabla, cuyo resultado final es la longitud máxima de los recorridos de evacuación, se relacionan los siguientes parámetros:

- Número de salidas existentes.
- Uso previsto del edificio o establecimiento.
- Ocupación prevista.

4. Dimensionado de los medios de evacuación

4.1 Criterios para la asignación de los ocupantes

En este apartado se establecen factores de minoramiento para el cálculo de ocupación.

4.2 Cálculo

1. *El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la tabla 4.1 (España, 2006a).*

En esta tabla se establece la anchura de pasillos y puertas, así como otros elementos constructivos como escaleras, asientos en cines, etc. que no se entra a considerar.

A través de esta tabla, se pueden relacionar la ocupación prevista y los recorridos de evacuación con la:

- Anchura de pasillos.
- Anchura de puertas.

7. Señalización de los medios de evacuación

1. *Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:*

a) Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA", excepto en edificios de uso Residencial Vivienda y, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.

b) La señal con el rótulo "Salida de emergencia" debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.

c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.

d) En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.

e) *En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.*

f) *Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de esta Sección.*

g) *Los itinerarios accesibles (ver definición en el Anejo A del DB SUA) para personas con discapacidad que conduzcan a una zona de refugio⁴, a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible se señalarán mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores a), b), c) y d) acompañadas del SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad). Cuando dichos itinerarios accesibles conduzcan a una zona de refugio o a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rótulo “ZONA DE REFUGIO”.*



Figura 7: Símbolo Internacional de Accesibilidad (fuente ISO 7001:2007)

4 Se define Zona de refugio 1. (España, 2006a) como: Zona con superficie suficiente para el número de plazas que sean exigibles, de dimensiones 1,20 x 0,80 m para usuarios de sillas de ruedas o de 0,80 x 0,60 m para personas con otro tipo de movilidad reducida. Las zonas de refugio deben situarse, sin invadir la anchura libre de paso, en los rellanos de escaleras protegidas o especialmente protegidas, en los vestíbulos de independencia de escaleras especialmente protegidas, o en un pasillo protegido. Junto a la zona de refugio debe poder trazarse un círculo Ø 1,50 m libre de obstáculos y del barrido de puertas, pudiendo éste invadir una de las plazas previstas. En edificios de uso diferente al Uso Residencial Vivienda que dispongan de un puesto de control permanente durante su horario de actividad, la zona de refugio contará con un intercomunicador visual y auditivo con dicho puesto.

h) La superficie de las zonas de refugio se señalará mediante diferente color en el pavimento y el rótulo "ZONA DE REFUGIO" acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona.

- 2. Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003 (España, 2006a).*

Se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Las salidas se pueden identificar de varias maneras (normales, de emergencia, sin salida).
- Para la señalización de los medios de evacuación también es interesante disponer de información sobre la superficie de las zonas, la ocupación prevista ...
- Hay que considerar también itinerarios accesibles para personas con discapacidad.
- Hay tener en cuenta también la existencia de zonas de refugio, con su necesaria señalización e identificación.

9. Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio

- 1. En los edificios de uso Residencial Vivienda con altura de evacuación superior a 28 m, de uso Residencial Público, Administrativo o Docente con altura de evacuación superior a 14 m, de uso Comercial o Pública Concurrencia con altura de evacuación superior a 10 m o en plantas de uso Aparcamiento cuya superficie exceda de 1.500 m²*

- Una para usuario de silla de ruedas por cada 100 ocupantes o fracción, conforme a SI3-2; , toda planta que no sea zona de ocupación nula y que no disponga de alguna salida del edificio accesible dispondrá de posibilidad de paso a un sector de incendio alternativo mediante una salida de planta accesible o

bien de una zona de refugio apta para el número de plazas que se indica a continuación:

- Excepto en uso Residencial Vivienda, una para persona con otro tipo de movilidad reducida por cada 33 ocupantes o fracción, conforme a SI3-2.

- 2. Toda planta que disponga de zonas de refugio o de una salida de planta accesible de paso a un sector alternativo contará con algún itinerario accesible entre todo origen de evacuación situado en una zona accesible y aquéllas*
- 3. Toda planta de salida del edificio dispondrá de algún itinerario accesible desde todo origen de evacuación situado en una zona accesible hasta alguna salida del edificio accesible.*
- 4. En plantas de salida del edificio podrán habilitarse salidas de emergencia accesibles para personas con discapacidad diferentes de los accesos principales del edificio (España, 2006a).*

En los puntos anteriores se realizan especificaciones a tener en cuenta en el proceso de diseño. Nuevamente, habrá que tener en consideración:

- Salidas de planta, de emergencia o no, deben de ser accesibles.
- Se pueden disponer zonas de refugio con itinerarios accesibles.
- Deben plantearse itinerarios accesibles desde todo origen de evacuación.

Sección SI 4. Instalaciones de protección contra incendios

1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios

- 1. Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el “Reglamento de Instalaciones de Protección*

contra Incendios”, en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación. La puesta en funcionamiento de las instalaciones requiere la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 del citado reglamento.

Los locales de riesgo especial, así como aquellas zonas cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del establecimiento en el que estén integradas y que, conforme a la tabla 1.1 del Capítulo 1 de la Sección 1 de este DB, deban constituir un sector de incendio diferente, deben disponer de la dotación de instalaciones que se indica para cada local de riesgo especial, así como para cada zona, en función de su uso previsto, pero en ningún caso será inferior a la exigida con carácter general para el uso principal del edificio o del establecimiento (España, 2006a).

En la tabla 1.1 se relaciona el uso previsto del edificio o establecimiento con la superficie del mismo, para la elección de la dotación de instalaciones. Esto implica que:

- Se pueden tener en cuenta más elementos a incluir en los planos, como extintores portátiles, bocas de incendio equipadas, etc.
- En el caso de los extintores portátiles, se puede ver que están relacionados también con la distancia del recorrido de evacuación.

2. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

1. *Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:*

a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;

b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;

c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

2. Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003 (España, 2006a).

Este apartado es fundamental para ver la relación entre las dimensiones de las señales y su distancia de observación.

Resumen

Ámbito	Características	Observaciones
Elementos a señalizar	Diferencia entre edificios, establecimientos y zonas.	Pueden estar relacionados entre ellos.
	Es necesario poder definir Sectores de incendio sobre el plano	Estos sectores no solo podrán comprender distintos locales, sino que también podrán incluir otros sectores de incendios, como locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos.
		Están relacionados los distintos Usos previstos del edificio o establecimiento con la superficie de los sectores de incendios (Ver tabla 1.1 del CTE).
		Hay que clasificar los locales de riesgo especial conforme tres niveles. Estos niveles dependen del uso previsto del edificio o establecimiento y de la superficie o del volumen construidos.
	Es necesario tener en cuenta las zonas de refugio.	
Actuación sobre las señales	Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal.	Utilizar señales fotoluminiscentes.
		Utilizar alumbrado de emergencia.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

Ámbito	Características	Observaciones
Inserción de señales	<p>Puertas: Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA". El rótulo "Salida de emergencia" debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia. Junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo "Sin salida".</p>	
	<p>Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos y, en particular, frente a toda salida de un recinto.</p>	<p>Visibles desde todo origen de evacuación.</p>
	<p>Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida.</p>	<p>Hay que tener en cuenta la ocupación prevista.</p>
	<p>Protección contra incendios Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:</p>	<p>a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m; b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m; c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.</p>
Vías y salidas de evacuación	<p>Su dimensionamiento depende de la ocupación prevista.</p>	<p>En la tabla 2.1 se relaciona el uso previsto del local o edificio con la zona y tipo de actividad para indicar la relación entre m²/persona.</p>
		<p>Es necesaria la definición de zonas dentro de los edificios.</p>
		<p>A las zonas se les puede asignar un tipo de actividad</p>
		<p>Según la superficie útil se puede calcular su ocupación.</p>
	<p>En la tabla 3.1 se indica el número de salidas que debe haber en cada caso, como mínimo, así como la longitud de los recorridos de evacuación hasta ellas.</p>	<p>En esta tabla, cuyo resultado final es la longitud máxima de los recorridos de evacuación, se relacionan los siguientes parámetros.</p>
		<p>Número de salidas existentes. Uso previsto del edificio o establecimiento. Ocupación prevista.</p>

Ámbito	Características	Observaciones
	El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la tabla 4.1.	A través de esta tabla, se puede relacionar la ocupación prevista y los recorridos de evacuación con: - Anchura de pasillos. - Anchura de puertas.
	Salidas, de emergencia o no, de planta deben de ser accesibles.	
	Se pueden disponer zonas de refugio con itinerarios accesibles.	
	Deben plantearse itinerarios accesibles desde todo origen de evacuación.	
Protección contra incendios	Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1.	
	Se pueden tener en cuenta más elementos a incluir en los planos, como extintores portátiles, bocas de incendio equipadas, etc.	
	En el caso de los extintores portátiles, se ve que están relacionados también con la distancia del recorrido de evacuación.	

3.6. Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SUA. Seguridad de utilización y accesibilidad. (España, 2006a)

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SUA 1 a SUA 9. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente.

La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad" (España, 2006a).

Se analizará la revisión de febrero de 2010, incluyendo las modificaciones conforme al Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero (BOE 13 de marzo de 2010).

La mayor parte de este Documento Básico se centra en fijar criterios constructivos, incluyendo en algunos apartados información sobre señalización de forma poco precisa o ya estudiada en reglamentación anterior. El único punto que parece significativo es el siguiente:

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

2. Alumbrado de emergencia

2.1. Dotación

- 1. Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.*

Contarán con alumbrado de emergencia las zonas y los elementos siguientes:

b) Los recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro y hasta las zonas de refugio, incluidas las propias zonas de refugio, según definiciones en el Anejo A de DB SI;

g) Las señales de seguridad;

h) Los itinerarios accesibles (España, 2006a).

Esta norma básica establece la necesidad de incluir el alumbrado de emergencia en toda edificación con la finalidad de iluminar de forma suficiente tanto los recorridos de evacuación, desde el origen hasta una salida o zona de refugio, como los elementos de seguridad disponibles a lo largo de ese recorrido, como señales de evacuación como elementos de lucha contra el fuego.

2.2 Posición y características de las luminarias

1. Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

a) Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo;

b) Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:

- en las puertas existentes en los recorridos de evacuación;*
- en las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa;*
- en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos;*
- en cualquier otro cambio de nivel; (España, 2006a)*

Estas cuestiones habrá que tenerlas en cuenta a la hora de plantear la iluminación de seguridad.

2.3. Características de la instalación

1. *La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.*

2. *El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.*

3. *La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:*
 - *En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.*

 - *En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo.*

 - *A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.*

 - *Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y*

contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

- Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático R_a de las lámparas será 40 (España, 2006a).*

A tener en cuenta a la hora de la elección de las luminarias de seguridad.

2.4. Iluminación de las señales de seguridad

- 1. La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios, deben cumplir los siguientes requisitos:*

a) La luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m² en todas las direcciones de visión importantes;

b) La relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes;

c) La relación entre la luminancia L_{blanca} , y la luminancia $L_{color} > 10$, no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.

d) Las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50% de la iluminancia requerida, al cabo de 5 s, y al 100% al cabo de 60 s (España, 2006a).

Donde se definen los requisitos a tener en cuenta a la hora de iluminar la señalización de seguridad.

Resumen

Ámbito	Características	Observaciones
Tipos de señales	Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia.	<p data-bbox="1013 338 1375 495">Visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.</p> <p data-bbox="1013 506 1375 600">Características del alumbrado (Ver características en 2.3.3 (España, 2006a)).</p>
Actuación sobre las señales	Las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios deben estar iluminadas.	La iluminación debe cumplir los siguientes requisitos (ver 2.4.1 (España, 2006a)).
Inserción de señales	<p data-bbox="513 808 1000 875">Contarán con alumbrado de emergencia las zonas y los elementos siguientes:</p> <p data-bbox="513 1037 1000 1131">Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones.</p>	<p data-bbox="1013 808 1375 936">Los recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro y hasta las zonas de refugio.</p> <p data-bbox="1013 947 1375 981">Las señales de seguridad.</p> <p data-bbox="1013 992 1375 1025">Los itinerarios accesibles.</p> <p data-bbox="1013 1037 1375 1104">Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo.</p> <p data-bbox="1013 1115 1375 1299">Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad.</p>

3.7. Real Decreto 2267/2004. Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (España, 2004)

Este reglamento tiene por objeto conseguir un grado suficiente de seguridad en caso de incendio en los establecimientos e instalaciones de uso industrial (España, 2004).

Desde el punto de vista de este estudio, las especificaciones no difieren de las relativas a los puntos tratados en el Código Técnico de la Edificación. De hecho, gran parte de los apartados de este Real Decreto hacen referencia a puntos del Código Técnico⁵.

Con el fin de compararlo con el apartado anterior, se transcriben los últimos apartados del Anexo III para su posterior referencia:

Anexo III. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales

16. Sistemas de alumbrado de emergencia.

1. *Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:*

a) *Estén situados en planta bajo rasante.*

b) *Estén situados en cualquier planta sobre rasante, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 10 personas y sean de riesgo intrínseco medio o alto.*

5 Originalmente, el Real Decreto hace referencia la *Norma Básica de la Edificación* (NBE-CPI96), aprobada por el Real Decreto 2177/1996 pero sustituida por el Código Técnico de la Edificación. Estas modificaciones vienen reflejada en la *Guía técnica de aplicación: Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* publicada en octubre de 2007.

c) En cualquier caso, cuando la ocupación, P^6 , sea igual o mayor de 25 personas (España, 2004).

Establece la obligatoriedad de disponer de una instalación de alumbrado de emergencia en las vías de evacuación, en la mayor parte casos.

2. Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia:

a) Los locales o espacios donde estén instalados cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios (citadas en el anexo II.8 de este reglamento) o de los procesos que se desarrollan en el establecimiento industrial.

b) Los locales o espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios (España, 2004).

Además, según el tipo de local que sea, información que debe figurar en el plano, es necesario incluir instalación de alumbrado de emergencia.

3. La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:

a) Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70 por ciento de su tensión nominal de servicio.

b) Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.

c) Proporcionará una iluminancia de un lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.

d) La iluminancia será, como mínimo, de cinco lx en los espacios definidos en el apartado 16.2 de este anexo.

6 Hay que tener en cuenta, que la ocupación P representa el número de personas que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad. En este caso, lo normal es que difiera de la forma de establecer la ocupación tal y como viene definida en el Código Técnico de la Edificación.

e) *La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.*

f) *Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias (España, 2004).*

Estas características se corresponden también con las del Código Técnico de la Edificación.

17. Señalización.

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (España, 2004).

Resumen

Ámbito	Características	Observaciones
Inserción de señales	Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales.	Hay que tener en cuenta que dependerá de la ocupación prevista, pero la forma de calcular este dato varía respecto del Código Técnico de la Edificación.
	Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia algunos tipos de locales o espacios.	Donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.
		Donde estén instalados cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios o de los procesos que se desarrollan en el establecimiento industrial.

3.8. Norma UNE 1115:1985. Colores y señales de seguridad. (AENOR, 1985)

Según el apartado 1. *Objeto y campo de aplicación. Esta norma define los colores de seguridad y las señales de seguridad que deben utilizarse con el fin de prevenir accidentes, riesgos contra la salud para hacer frente a peligros inminentes* (AENOR, 1985).

Teniendo en cuenta que se van a utilizar señales comerciales certificadas, se presupone que el fabricante ya ha tenido en cuenta esta norma.

Un punto interesante de la norma es el número 5, donde se establece el significado de los colores de seguridad. Se transcribe en la siguiente tabla:

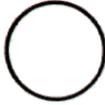
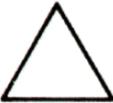
Color de seguridad	Significado o finalidad	Ejemplos de aplicación
Rojo	Parada Prohibición.	Señales de parada, dispositivos de parada de urgencia y señales de prohibición.
	Igualmente utilizado para la señalización del material de prevención y lucha contra incendios.	
Azul (1)	Obligación.	Obligación de llevar equipo personal.
Amarillo	Atención, riesgo de peligro.	Señalización de riesgos (incendio, explosión, radiación, toxicidad, etc.). Señalización de peldaños, pasillos de poca altura, y obstáculos.
Verde	Situación de seguridad.	Vías de socorro, salidas de socorro, duchas de socorro, puestos de socorro y primeros auxilios.
(1) El azul se considera como color de seguridad únicamente cuando se utiliza de forma circular.		

*Tabla 1: Significado general de los colores de seguridad.
(Fuente: Norma UNE 1115:1985)*

El código de colores propuesto puede ser de utilidad durante el proceso de diseño ya que permitirá identificar el tipo de señal de forma rápida.

Desde el punto de vista del análisis, puede ser interesante tener en cuenta la relación entre la forma geométrica y el significado general de las señales, que viene definida en la siguiente tabla:

Forma geométrica y significado general

Forma geométrica	Significado
	Prohibición u obligación
	Advertencia
	Información (que incluye instrucciones)

*Figura 8: Forma geométrica y significado general.
(Fuente: UNE 1115:1985)*

Esto puede resultar interesante para calcular el espacio o forma necesarios a reservar en el símbolo asociado a cada señal.

Por otra parte, también viene especificada en esta norma la relación entre el área mínima A de la señal de seguridad y la distancia máxima L, a la que se deben poder comprender; se expresa por la fórmula:

$$A \geq L^2 / 2.000$$

donde A y L se expresan respectivamente en metros cuadrados y en metros lineales. Esta fórmula se aplica para distancias inferiores a 50 m.

Esta fórmula permite establecer la relación entre las dimensiones de las señales y su distancia de visión.

Resumen

Ámbito	Características	Observaciones
Tipos de señales	El color de la señal tiene definido su significado.	Se utilizará para representarlo sobre el plano y así facilitar su visualización.
	La forma geométrica de la señal también tiene establecido su significado.	El problema radica en que no se puede apreciar en las representaciones en planta, las utilizadas de forma general en los planos.
Inserción de señales	Existe una relación entre las dimensiones de la señal, concretamente su área, y la distancia máxima a la que puede ser comprendida.	Se podrá utilizar para ver el área cubierta por una señal.

3.9. Norma UNE 23033:1981-1. Seguridad contra incendios. Señalización. (AENOR, 1981)

La presente norma define las señales de seguridad a utilizar en el campo de la protección y lucha contra incendios. Su campo de aplicación se extiende de forma tan amplia como sea posible a todas las situaciones donde es obligatorio o útil dar las indicaciones públicas sobre la localización y la naturaleza de:

- 1) *medios de alarma y alerta;*
- 2) *medios de evacuación;*
- 3) *equipos de lucha contra incendios;*
- 4) *dispositivos destinados a evitar la propagación del fuego;*
- 5) *zonas que presentan un riesgo particular de incendio (AENOR, 1981).*

Esta clasificación es la que se utiliza luego para agrupar las señales propuestas por la norma y que, generalmente, también utilizan los fabricantes en sus catálogos.

Resumen

Ámbito	Características	Observaciones
Tipos de señales	Clasifica las señales según sirvan para indicar la localización de: <ul style="list-style-type: none"> - medios de alarma y alerta; - medios de evacuación; - equipos de lucha contra incendios; - dispositivos destinados a evitar la propagación del fuego; - zonas que presentan un riesgo particular de incendio. 	

3.10. Norma UNE 23034:1988. Seguridad contra incendios. Vías de evacuación. (AENOR, 1988)

Esta norma define y describe las señales de seguridad que, en el campo de la seguridad contra incendios, permiten realizar la señalización de las vías de evacuación, así como las condiciones de uso de dichas señales.

Su campo de aplicación comprende cualquier situación en que sea necesario o útil indicar públicamente la localización y carácter de los accesos, recorridos y salidas de las vías de evacuación (AENOR, 1988).

Señalización de la evacuación

Las señales empleadas para alcanzar una adecuada señalización de la evacuación pueden tener como fin indicar:

- 1. El acceso a una vía de evacuación o a una salida desde la vía de evacuación al espacio exterior. (En ambos casos, puesto que su utilización debe hacerse en el sentido que conduce al exterior, se denominará, en esta norma, salida.*
- 2. El tramo de recorrido de evacuación en el sentido que conduce al espacio exterior (AENOR, 1988).*

Aunque los diferencia conceptualmente, recomienda señalar tanto los recorridos de evacuación como los accesos a estos recorridos y a las salidas.

También recomienda indicar el sentido que conduce al espacio exterior.

Señalización de salidas

En los puntos siguientes recomienda una serie de pictogramas a utilizar para señalar las salidas habituales como las salidas de emergencia.

También establece la máxima distancia de observación posible de las señales, según sus dimensiones. Se hará un resumen de las mismas.

Para las salidas habituales, los pictogramas son:



Figura 9: Pictogramas para salidas habituales.
(Fuente UNE 23034:1988)

y para salidas de emergencia, los pictogramas y sus dimensiones son:



Figura 10: Pictogramas para salidas de emergencia.
(Fuente UNE 23034:1988)

Comparando estas dos figura, se ve la necesidad de poder diferenciar sobre el plano el tipo de salida de que se trata, cada una de las salidas previstas.

Se adjuntan a continuación las distancias máximas de observación, primero para las salidas habituales:

SEÑAL	FORMA	Medidas (mm)			
		Según la distancia máxima de observación d (m)			
			d ≤ 10	10 < d ≤ 20	20 < d < 30
Pictograma A2 (P-A2)	Cuadrado	H =	224	447	670
Señal literal (S.L.-1)	Rectángulo	l =	297	420	594
		h =	105	148	210
		l ₁ =	240	340	480
		h ₁ =	60	85	120

Figura 11: Distancia máxima de observación de las salidas, según sus dimensiones. (Fuente UNE 23034:1988)

y a continuación las de las salidas de emergencia:

SEÑAL	FORMA	Medidas (mm)			
		Según la distancia máxima de observación d (m)			
			d ≤ 10	10 < d ≤ 20	20 < d < 30
Pictograma 4 (P-4)	Cuadrado	H =	224	447	670
Señal literal (S.L.-2)	Rectángulo	l =	297	420	594
		h =	148	210	297
		l ₁ =	247	350	495
		l ₂ =	271	382	540
		h ₁ =	50	70	100
		h ₂ =	16	24	34
		h ₃ =	16	22	29

Figura 12: Distancia máxima de observación de las salidas de emergencia, según sus dimensiones. (Fuente UNE 23034:1988)

Se puede ver que las distancias se corresponden a las dimensiones que tienen en común (en este caso la anchura) en los dos tipos de señales.

Señalización de tramos de recorrido de evacuación

Los tramos de recorrido de evacuación pueden conducir a “salidas” habituales o a “salidas de emergencia” (AENOR, 1988).

Tanto el tramo de evacuación como el sentido del recorrido de evacuación que conduce a una salida se pueden señalar por dos métodos:

- Utilizando una señal en la que se incluya el pictograma de salida más la flecha de dirección.
- Uniendo dos señales independientes: la señal de salida más la señal con la flecha de dirección.

La norma propone los siguientes pictogramas para realizar todas las combinaciones posibles:



Figura 13: Pictogramas para recorridos de evacuación.
(Fuente UNE 23034:1988)

Para unir dos pictogramas, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- El pictograma de la flecha debe situarse a la izquierda o a la derecha del de la salida de modo que el sentido indicado por la flecha sea hacia el exterior de la señal.

- El lado por el cual se unen ambos pictogramas no tendrá margen, por lo que el fondo del conjunto resultará continuo.
- Cada pictograma tendrá como medida de sus lados la altura H definida para el pictograma de la salida. Eso fija la distancia máxima de observación previsible (AENOR, 1988).

Esto tiene serias implicaciones el desarrollo de la herramienta, ya que habrá que tener en cuenta que una señal puede estar compuesta por la unión de dos de ellas.

Anexo: Criterios acerca del uso de las señales de evacuación

1. **Selección de las señales:** *Según las características del edificio o local en que las señales de evacuación han de instalarse, y especialmente según el uso de los mismos y el nivel de información de las personas que los ocupan, puede seleccionarse en el medio de señalización más adecuados entre los definidos en esta norma.*
2. **Situación de las señales:** *Las señales de “salidas” y “salidas de emergencia” se situarán, siempre que sea posible, sobre los dinteles del hueco que señalizan o, si no fuera posible, muy próximas a él, de modo que no exista confusión en cuanto a la localización del mismo.*

Las señales de “tramos de recorrido de evacuación” se situarán de modo que, desde cualquier punto susceptible de ser ocupado por personas, sea visible, al menos, una señal que permita iniciar o continuar la evacuación por la vía, sin dudas, confusiones ni vacilaciones. La altura del borde inferior de las señales de tramos de recorrido de evacuación estará, preferentemente, comprendida entre 2m y 2.50m pudiendo alterarse esta altura por razones del tráfico en la vía u otras que lo justifiquen. En ningún caso se situarán a menos de 0.30m del techo del local en que se instalen.

3. **Ejecución de las Señales:** *El material de que se constituyan las señales será resistente a las condiciones ambientales, y la superficie no favorecerá el depósito de polvo sobre ella.*

4. **Alumbrado de las señales:** *El alumbrado de las señales deberá prolongarse, después de un fallo de su alumbrado normal, durante un tiempo que cumpla lo establecido en la reglamentación vigente en esta materia. El nivel de luminancia de la superficie de las señales se logrará, según sea la ejecución de la señal:*

a) *Si es opaca, por una iluminación exterior a la señal.*

b) *Si es parcial o totalmente traslúcida, por una iluminación interior de la señal (AENOR, 1988).*

Habrá que tener en cuenta lo siguiente:

- Las señales de salidas deben situarse sobre los dinteles de las puertas o en su proximidad. Esto puede implicar una complicación a la hora de la representación de las señales ya que se superpondrían con los símbolos de las puertas.
- Establecer la altura recomendada para situar las señales, limitando la altura máxima del lado inferior de la señal a 300 mm bajo el techo del local.
- En caso de un fallo del alumbrado normal, la señal debe ser translúcida y disponer de iluminación de emergencia interior o debe ser iluminada desde el exterior. Esta norma no tiene en cuenta la existencia de señales luminiscentes.

Resumen

Ámbito	Características	Observaciones
Tipos de señales	Diferencia las salidas habituales de las de emergencia, por lo que se ve la necesidad de poder establecer sobre el plano el tipo de salida de que se trata cada una de las salidas previstas.	
Inserción de señales	Relaciona las dimensiones de las señales con la distancia máxima a la que pueden ser observadas.	Existen diferencias entre algunos tipos de señales de salida de emergencia que habrá que tener en cuenta.

Ámbito	Características	Observaciones
	<p>Para indicar los recorridos de evacuación se puede utilizar una señal que contenga el pictograma de la salida más el de la dirección o se puede utilizar la unión de dos pictogramas.</p>	<p>Esto tiene serias implicaciones durante el desarrollo de la herramienta, ya que hay que tener en cuenta que una señal puede estar compuesta por la unión de dos de ellas.</p>
	<p>Las señales de salidas deben situarse sobre los dinteles de las puertas o en su proximidad.</p>	<p>Esto puede implicar una complicación a la hora de la representación de las señales ya que se superpondrían con los símbolos de las puertas.</p>
	<p>Establece la altura recomendada para situar las señales.</p>	<p>Recomienda utilizar señales con iluminación interior de emergencia, o utilizar iluminación de emergencia complementaria.</p>
<p>Vías y salidas de evacuación</p>	<p>Recomienda señalar tanto los recorridos de evacuación como los accesos a estos recorridos y a las salidas, además de indicar el sentido que conduce al espacio exterior.</p>	

3.11. Catálogos comerciales

Se expone a continuación un extracto del catálogo técnico-comercial de la empresa FIREX⁷, para que sirva como referencia a la hora de tener en cuenta las señales existentes en el mercado.

Aunque se adjuntan imágenes del catálogo técnico comercial de FIREX, se han consultado distintos fabricantes, siendo los más significativos:

- Implaser ® (<http://www.implaser.com>)
- OBEYSA JALITE ® (<http://www.obeysa.com>)
- Senyals ® (<http://www.senyals.com>)
- Sinalux ® (<http://www.sinalux.eu>)

De su estudio se pueden obtener las siguientes observaciones:

Resumen

Ámbito	Características	Observaciones
Tipos de señales	Hay tres tipos de señales, según su forma de montaje: planas, banderola y panorámicas.	
	También proporcionan señales sin marco para su posible combinación.	
	Comercializan señales no certificables, esto es, que no cumplen con las dimensiones establecidas en la norma UNE 23034:1988.	
	Disponen de señales que combinan varias señales individuales.	

⁷ Disponible en http://www.firex.es/pub/doc/catalogo/activa/14_senalizacion_extincion_y_evacuacion.pdf



**SEÑALIZACIÓN
EXTINCIÓN**

Fabricadas de acuerdo con las leyes y normas:
 R.D. 485/97 UNE 23033-1: 1981
 R.D. 2177/96 (NBE-CPI) UNE 23034: 1988
 R.D. 2267/04 (RSCEI) UNE 23035/1: 2003
 R.D. 23035/4: 2003

SEÑAL IMPLANORM VÁLIDA PARA EXTERIORES Y LAVABLE POR SU PROTECCIÓN U.V.

SEÑALES SIN MARCO (Combinables)

BANDEROLAS (dobladas al calor)

PANORÁMICAS (dobladas al calor)

UTILIDAD DE LOS EXTINTORES

PEGATINAS

EX01 A5-A4-A3 EXTINTOR
EX02 A4 EXTINTOR
EX03 A4 EXTINTOR
EX20 A4-A3 EXTINTOR
EX19 A4-A3 EXTINTOR CO₂ RESERVOIRIO ELÉCTRICO
EX24 A4 EXTINTOR CO₂
EX07 A4-A3 CARRO EXTINTOR
EX04 A5-A4-A3 BOCA DE INCENDIO
EX05 A4 BOCA DE INCENDIO
EX06 A4 BOCA DE INCENDIO
EX09 A5-A4-A3 PULSADOR DE ALARMA
EX11 A4-A3 HIDRANTE
EX27 A4 PUERTA CONTRAFUEGO CERRAR DESPUÉS DE UTILIZAR
EX25 A4 NO UTILIZAR EN CASO DE EMERGENCIA
EX21 A5-A4 NO UTILIZAR EN CASO DE INCENDIO
EX21i A5-A4 NO UTILIZAR EN CASO DE INCENDIO
EX14 A4 EQUIPO AUTÓNOMO DE RESPIRACIÓN
EX08 A4 ESCALERA DE INCENDIOS
EX15 A4 EQUIPO DE LUCHA CONTRA INCENDIOS
EX12 A4 TELEFONO DE EMERGENCIA
EX13 A4 AVISADOR SONORO
EX10 A4 MANTA APAGAFUEGOS
EX18 A4 USO EXCLUSIVO BOMBEROS
EX22 30 x 15 cm SIN SALIDA
EX23 30 x 15 cm NO EXIT
EX33 45 x 15 cm
EX01B A4-A3 EXTINTOR
EX04B A4-A3 BOCA DE INCENDIO
EX09B A4-A3 PULSADOR DE ALARMA
EX38 30 x 15 cm SIN SALIDA
EX29 A4 EXTINTOR
EX31 A4 PULSADOR DE ALARMA
EX30 A4 BOCA DE INCENDIO
EX01P A4-A3 EXTINTOR
EX04P A4-A3 BOCA DE INCENDIO
EX09P A4-A3 PULSADOR DE ALARMA
EX34 21 x 7 cm UTILIDAD DE LOS EXTINTORES
EX35 21 x 7 cm UTILIDAD DE LOS EXTINTORES
EX36 21 x 7 cm UTILIDAD DE LOS EXTINTORES
ADH EX10 USO EXCLUSIVO DE BOMBEROS
ADH EX09 BOMBA EN CASO DE INCENDIO

Figura 14: Catálogo FIREX. Señalización de extinción

SEÑALIZACIÓN
EVACUACIÓN

CATÁLOGO TÉCNICO

1 TODAS LAS SEÑALES DE LA NORMA UNE 23034:88 Distancia \leq 10 m.

2 UNE 23034:88 + R.D. 485/97 Distancia \leq 19 m.

3 Otros medidas diferentes a UNE 23034:1988 (No certificables por sus medidas A3 y A4, manteniendo el resto de características) Distancia \leq 11 m.

NO CERTIFICABLES

Figura 15: Catálogo FIREX. Señales de evacuación

3.12. Resumen de prescripciones analizadas

En las tablas siguientes se presenta el resumen de las prescripciones, con sus observaciones, encontradas durante el proceso de análisis de la legislación y normativa vigente, además de la información sintetizada tras la consulta de los catálogos de los fabricantes de señales. Se ha organizado siguiendo los mismos criterios que en el resto del capítulo.

Se ha añadido también una columna con código de identificación asignado a cada prescripción, para facilitar su trazabilidad descendente. Este código está compuesto por tres términos de dos dígitos cada uno. Su significado es: número de capítulo, número de apartado, número secuencial de orden.

Edificación

Id.	Prescripciones	Observaciones
03.01.01	Se pueden definir distintos espacios dentro de la edificación. Desde un punto de vista general: edificios, establecimientos y locales. Desde el punto de vista laboral: áreas de trabajo, locales, vías, zonas de tránsito, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo.	Pueden estar relacionados entre ellos e incluso, comprendidos unos dentro de otros.
03.01.02	Para realizar la inserción de señales, es necesario conocer: - la superficie de cada zona - el número de trabajadores por lugar de trabajo, que se puede calcular a partir del tipo de actividad a desarrollar y la superficie.	Es necesario incluir esta información en el plano.
03.01.03	Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes:	Se necesita conocer la altura, la superficie y número de trabajadores de cada zona.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

Id.	Prescripciones	Observaciones
	<ul style="list-style-type: none"> - 3 metros de altura desde el piso hasta el techo. No obstante, en locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2,5 metros. - 2 metros cuadrados de superficie libre por trabajador. - 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador. 	
03.01.04	Es necesario poder definir sectores de incendio sobre el plano.	Estos sectores no solo podrán comprender distintos locales, sino que también podrán incluir otros sectores de incendios, como locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos.
03.01.05	La superficie de los sectores de incendio está relacionada con los distintos usos previstos del edificio o establecimiento con la superficie de los sectores de incendios.	Es necesario introducir la información del uso previsto.
03.01.06	Hay que clasificar los locales de riesgo especial conforme tres niveles. Estos niveles dependen del uso previsto del edificio o establecimiento y de la superficie o del volumen construidos.	Habría que poder introducir la información del tipo de local.
03.01.07	Es necesario tener en cuenta las zonas de refugio.	

Elementos a señalar

Id.	Prescripciones	Observaciones
03.02.01	Peligros, tanto los derivados de la actividad como de la propia instalación.	Deben ir indicados en el plano.
03.02.02	Los medios de protección, emergencia, socorro y salvamento.	
03.02.03	Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.	
03.02.04	Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.	
03.02.05	Señalar desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgos de caída de personas, choques o golpes, así como	Será interesante marcar las diferencias de altura de las superficies en el plano.

Id.	Prescripciones	Observaciones
	riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbamientos o caídas de materiales sobre los trabajadores o de contacto o exposición a elementos agresivos.	
03.02.06	Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.	
03.02.07	Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas .	

Tipos de señales

Id.	Prescripciones	Observaciones
03.03.01	Según el tipo de información proporcionado: de prohibición, de advertencia, de obligación y de salvamento, de socorro o indicativa.	Esto implica que se pueden encontrar señales ni normalizadas ni predefinidas. De hecho los fabricantes las presentan en sus catálogos, bien variando sus dimensiones o su contenido.
03.03.02	Según la forma geométrica de la señal: en forma de panel o como señal adicional: <ul style="list-style-type: none"> - Señales de advertencia: Forma triangular - Señales de prohibición: Forma redonda - Señales de obligación: Forma redonda - Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios. Forma rectangular o cuadrada - Señales de salvamento o socorro. Forma rectangular o cuadrada. 	El problema radica en que no se puede apreciar en las representaciones en planta, las utilizadas de forma general en los planos.
03.03.03	También las señales se pueden clasificar según sirvan para indicar la localización de: <ul style="list-style-type: none"> - medios de alarma y alerta; - medios de evacuación; - equipos de lucha contra incendios; - dispositivos destinados a evitar la propagación del fuego; - zonas que presentan un riesgo particular de incendio. 	
03.03.04	Según el medio para transmitir la información de la señal símbolo o pictograma: señal luminosa, señal acústica, comunicación verbal y señal gestual.	El objetivo son los pictogramas, pero también se tendrá en consideración las señales acústicas así como las señales verbales o gestuales, aunque éstas no estén fijadas en la instalación.
03.03.05	El color de la señal tiene definido su significado.	Se empleará para representarlo sobre el plano y así facilitar su visualización.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

Id.	Prescripciones	Observaciones
03.03.06	Las señales se comercializan en tres formatos distintos: señales planas, banderolas y panorámicas.	Esto afecta a su área de cobertura, ya que cambia el ángulo de visión.
03.03.07	Una señal también puede ser la combinación de dos señales individuales. Por ejemplo, la señal genérica de salida a la que se añade la señal con la flecha de dirección. En este caso, los fabricantes proporcionan señales sin marco para su posible combinación.	Esto tiene serias implicaciones en el desarrollo de la herramienta, ya que hay que tener en cuenta que una señal puede estar compuesta por la unión de dos de ellas.
03.03.08	También hay que considerar que los fabricantes comercializan señales que combinan varias señales individuales.	Este caso es inverso al anterior y habrá que tenerlo en cuenta también.
03.03.09	También se debe tener en cuenta la existencia de franjas para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgos de caída de personas, choques o golpes, y para la señalización de vías de circulación de vehículos.	Cambia el modo de contar los elementos de señalización. Si bien las señales se cuentan por unidades, las franjas deben medirse en metros lineales.

Inserción de señales

Id.	Prescripciones	Observaciones
03.04.01	Su inserción debe facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.	
03.04.02	Se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible teniendo en cuenta: - Las características de la señal. - Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse. - La extensión de la zona a cubrir. - El número de trabajadores afectados o la ocupación prevista.	Será interesante poder leerlo del plano.
03.04.03	Es necesario comprobar y evitar la concurrencia de señales u otras circunstancias que dificulten su percepción y comprensión.	
03.04.04	Existe una relación entre las dimensiones de la señal, concretamente su área, y la distancia máxima a la que puede ser comprendida.. La distancia máxima a la que se puede leer una señal será la indicada por la norma UNE- 1115:1985 (A > L2 / 2000).	- Se representará en el plano para ver el área real cubierta por una señal. - Existen diferencias entre algunos tipos de señales de salida de emergencia que habrá que tener en cuenta.

Id.	Prescripciones	Observaciones
03.04.05	Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.	No se establece de forma numérica ni la altura a la que se debe instalar la señal ni su ángulo de visión.
03.04.06	Está establecida la altura recomendada para situar las señales.	
03.04.07	Las señales de salidas deben situarse sobre los dinteles de las puertas o en su proximidad.	Esto puede implicar una complicación a la hora de la representación de las señales ya que se superpondrían con los símbolos de las puertas.

Actuación sobre las señales

Id.	Prescripciones	Observaciones
03.05.01	Es responsabilidad del empresario la selección de las señales más adecuadas y en su caso, la adquisición de los modelos comerciales de estas señales.	Se debe añadir información de catálogos comerciales de señales.
03.05.02	Es necesario el mantenimiento y supervisión de las señales. En el caso de las instalaciones de protección, el mantenimiento deberá incluir el control de su funcionamiento	Es necesario poder identificar y situar las señales de forma individual para relacionar esta información con el sistema de gestión del mantenimiento.
03.05.03	Se debe establecer una normalización interna en la empresa de la señalización, esto es, documentar las señales empleadas especificando su significado.	Es necesario poder identificar y situar las señales de forma individual para poder extraer esta información para generar la documentación.
03.05.04	Sería interesante poder comprobar el impacto de la señalización con trabajadores que tengan algún tipo de disminución de los sentidos, tanto por enfermedad como por la utilización de equipos de protección.	

Alumbrado

Id.	Prescripciones	Observaciones
03.06.01	Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia (Ver características en 2.3.3 (España, 2006a).	Se debe asegurar la visión de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

Id.	Prescripciones	Observaciones
	La iluminación debe cumplir los siguientes requisitos.	de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios.
03.06.02	Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia algunos tipos de locales o espacios: - Donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios - Donde estén instalados cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios o de los procesos que se desarrollan en el establecimiento industrial.	Se debe conocer el tipo de local t/o su uso.
03.06.03	Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal.	- Utilizar señales Fotoluminiscentes - Utilizar alumbrado de emergencia, para su iluminación directa o si son señales luminosas.
03.06.04	El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.	- Existe una relación entre la señalización y su iluminación - Puede ser necesario añadir iluminación a las señales.
03.06.05	Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones.	Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo. Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad.

Vías y salidas de evacuación

Id.	Prescripciones	Observaciones
03.07.01	Es necesario relacionar el número de trabajadores por lugar de trabajo, o la ocupación prevista, y su superficie con la capacidad de la vía de evacuación.	Es necesario relacionar las vías de evacuación con las puertas por las que transcurren éstas.
03.07.02	Es necesario también señalar e iluminar las vías y salidas de evacuación. Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos y, en particular, frente a toda salida de un recinto.	
03.07.03	Las puertas situadas en los recorridos de las vías de evacuación deberán estar señalizadas de manera adecuada.	

Id.	Prescripciones	Observaciones
03.07.04	Su dimensionamiento depende de la ocupación prevista.	
03.07.05	En la tabla 3.1 se indica el número de salidas que debe haber en cada caso, como mínimo, así como la longitud de los recorridos de evacuación hasta ellas.	En esta tabla, cuyo resultado final es la longitud máxima de los recorridos de evacuación, se relacionan los siguientes parámetros. - Número de salidas existentes. - Uso previsto. - Ocupación prevista.
03.07.06	El dimensionamiento de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la tabla 4.1. En la tabla 2.1 se relaciona el uso previsto del local o edificio con la zona y tipo de actividad para indicar la relación entre m ² /persona.	A través de esta tabla, se puede relacionar la ocupación prevista y los recorridos de evacuación con - Anchura de pasillos. - Anchura de puertas.
03.07.07	Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA". El rótulo "Salida de emergencia" debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia. Junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo "Sin salida".	Se diferencian las salidas habituales de las de emergencia, por lo que se ve la necesidad de poder establecer sobre el plano el tipo de salida de que se trata cada una de las salidas previstas.
03.07.08	Deben plantearse itinerarios accesibles desde todo origen de evacuación.	
03.07.09	Se pueden disponer zonas de refugio con itinerarios accesibles.	

Protección contra incendios

Id.	Prescripciones	Observaciones
03.08.01	Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios.	Puede ser interesante incluirlos también como elementos de señalización. De esta manera se podrán relacionar con su señal correspondiente.
03.08.02	Se debe tener en cuenta la necesidad de incluir más elementos en los planos, tales como extintores portátiles, bocas de incendio equipadas, etc.	En el caso de los extintores portátiles, se ve que están relacionados también con la distancia del recorrido de evacuación.
03.08.03	Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben	No se corresponde con la norma UNE 1115:1988. Se deberá tener en cuenta para el dibujo de las áreas de cobertura.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

Id.	Prescripciones	Observaciones
	<p>señalizar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:</p> <p>a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;</p> <p>b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;</p> <p>c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.</p>	

Capítulo 4. Estado del arte. Programas existentes

4.1. Introducción

En este capítulo se realizará un análisis de los programas existentes, con el fin de ver si existe algún software disponible en el mercado, que tenga unas características que permitan satisfacer las necesidades detectadas en los capítulos anteriores.

Tras realizar una búsqueda de programas de diseño asistido por ordenador con las mismas características que el del sistema analizado, se encontraron dos programas, que son los que se van a analizar en este capítulo.

Los programas son:

- IMPLACAD®: es un programa de apoyo a la realización de proyectos de señalización desarrollado por IMPLASER ®. Según su vídeo corporativo (<http://www.implaser.com/empresa/VideoIMPLASER.html>): *IMPLASER® es una fábrica aragonesa líder en el mercado español dedicada a la impresión serigráfica así como a la investigación, desarrollo e innovación de productos. Los mayores logros, se han registrado en la señalización fotoluminiscente. (...) Somos la primera PYME en España certificada en I+D+i.*

Como curiosidad, el desarrollo de este programa surgió, en el año 2007, como proyecto final de carrera de un alumno de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial, y fue dirigido por el Dr. D. César García Hernández.

- Sinalux Project ®: es una herramienta desarrollada por la empresa portuguesa Ertecna, Lda. que, tal y como la definen en su página web (www.sinalux.eu): *está destinada a proyectistas y otros técnicos con responsabilidades en la realización de proyectos de señalización de seguridad, que les ayuda en la elaboración de los mismos.* Ertecna Lda. es una empresa portuguesa, fundada en 1989 que fabrica y comercializa las marcas Sinalux®, Everlux® y Masterlux®.

El análisis que se va a realizar con los dos programas consistirá en comprobar la secuencia de trabajo recomendada para la realización de un proyecto básico, desde el inicio del proceso, con el plano de la instalación realizado, hasta la extracción de la información, según la documentación proporcionada.

Puesto que en este capítulo no se trata de comprobar la consistencia ni la corrección del software desarrollado, se ha centrado el análisis en la documentación proporcionada por el fabricante puesto que en ella quedan mejor reflejadas las grandes líneas del desarrollo.

4.2. IMPLACAD®

Es una aplicación vertical que funciona sobre AutoCAD. Consta de un fichero con el código ejecutable y la biblioteca de símbolos.

El proceso de trabajo es el siguiente:

1.- Inserción de señales

Se debe elegir la señal de forma manual buscando en el árbol de directorios de la biblioteca de símbolos.

Una vez designada, se debe indicar el punto de inserción y el ángulo de rotación.

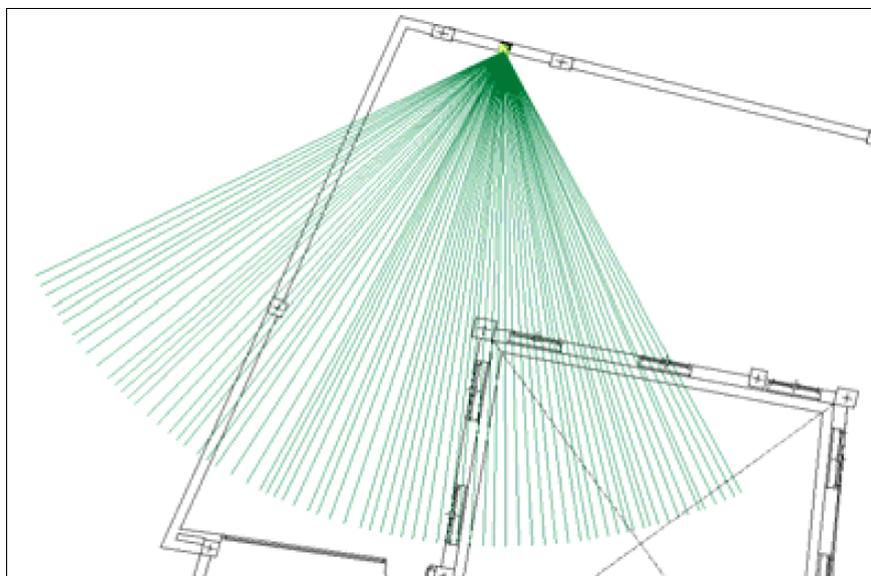


Figura 1: Inserción de señal (fuente: manual de usuario de IMPLACAD®)

La señal se inserta con el área de cobertura incluida en el símbolo.

2.- Adecuación del área de cobertura

Para adecuar el área de cobertura a la geometría del plano, se recomienda dibujar un polígono para utilizarlo posteriormente con la orden RECORTA (_TRIM) de AutoCAD®.

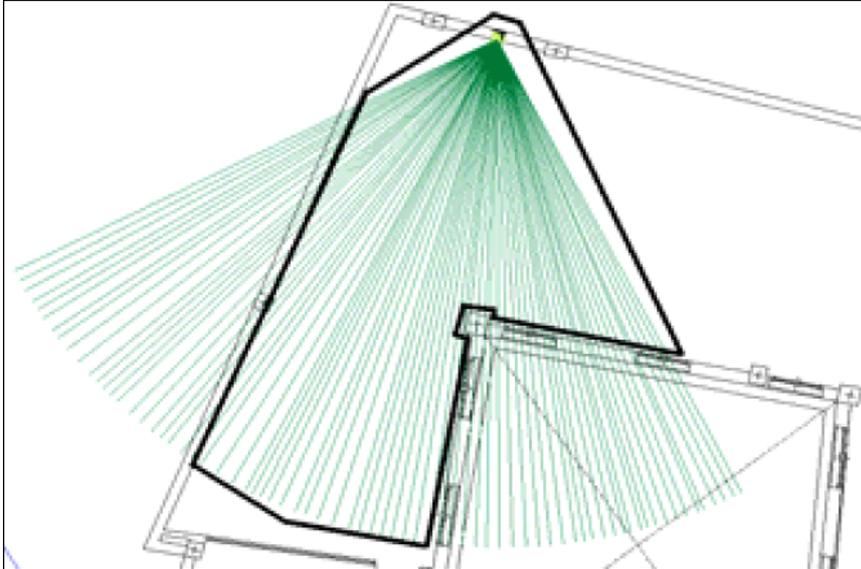


Figura 2: Dibujo de un polígono de forma manual para recortar el área de cobertura (fuente: manual de usuario de IMPLACAD®)

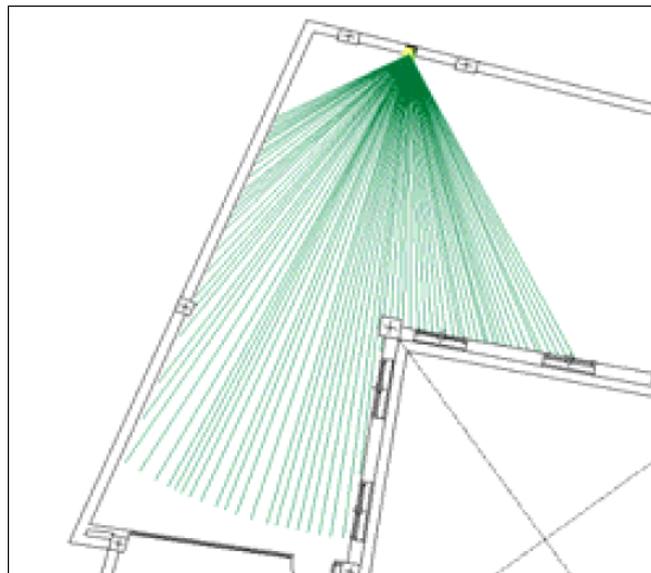


Figura 3: Área de cobertura recortada (fuente: manual de usuario de IMPLACAD®)

3.- Dibujar las franjas de señalización

Consiste en dibujar líneas en la capa “balizamiento”. El programa permite dibujar las líneas al usuario de forma que, únicamente considerará que son franjas las definidas en la capa de balizamiento. De esta manera, el programa las puede identificar y realizar la medición.

4.- Extracción de datos

Dibuja una tabla en el plano con el recuento de las señales encontradas.

IMPLASER AUTORIZA EL USO DE IMPLACAD A:	
B50776947	IMPLASER 99 S.L.L.

Balizamiento	Metros
EV 70 L	
--Referencia--	-----Cantidad-----
EV 55 L	4
EV 56 L	4
EV 57 BL	2

IMPLASER AUTORIZA EL USO DE IMPLACAD A:	
B50776947	IMPLASER 99 S.L.L.

Balizamiento	Metros
EV 70 L	26.92
--Referencia--	-----Cantidad-----
EV 55 L	4
EV 56 L	4

Figura 4: Listado generado por el programa (fuente: manual de usuario de IMPLACAD®)

Para exportar los datos a otro programa es necesario copiar el texto que aparece en la ventana alfanumérica de AutoCAD® y pegarlo en el programa destino.

Conclusiones

- La representación de las áreas de cobertura dan una idea muy clara de la adecuación de la señalización realizada.
- Es necesario automatizar muchos de los procesos de trabajo del programa, tales como la orientación de las señales en el plano, el recorte de las áreas de cobertura y la exportación de datos a otros programas, ya que resulta muy laborioso realizarlas de forma manual.
- El enlace entre las áreas de cobertura y la señal asociada parecen, inicialmente, muy práctico desde el punto de vista del usuario. El

problema aparecerá cuando se quiera aplicar factores de atenuación a las áreas de cobertura, ya que será necesario dibujar un símbolo para cada señal y para cada valor de la atenuación, con el consiguiente consumo de recursos de desarrollo y de utilización.

4.3. Sinalux®

Es una aplicación vertical que funciona sobre AutoCAD. Consta de un fichero con el código ejecutable y la biblioteca de símbolos.

Según la página web de Sinalux® (www.sinalux.eu), sus características principales son:

- *Definición de la escala del diseño y las medidas para su impresión, de modo que se adecue el tamaño de las imágenes de las señales a la escala del diseño.*
- *Biblioteca integral de las señales del catálogo Sinalux, con todas las familias de señales.*
- *Identificación automática de las señales asociadas, permitiendo seleccionar señales que normalmente se encuentran relacionadas en cualquier proyecto de señalización.*
- *Posibilidad de creación de señales fuera del catálogo, para situaciones específicas.*
- *Permite al usuario la posibilidad de iniciar sus proyectos de seguridad con una biblioteca de símbolos de proyecto de acuerdo con la regla técnica del SNB (símbolos de proyecto).*
- *Inclusión del Sinalux- AL, señalización de seguridad fotoluminiscente para túneles, del Sinalux- RL señalización Reflecto- luminiscente (reflectante y luminiscente simultáneamente, del Sinalux- LLL, señalización de seguridad fotoluminiscente a baja altura, permitiendo realizar el proyecto de señalización a nivel del suelo.*
- *Posibilidad de ver al detalle ejemplos pormenorizados de la colocación de las señales.*

- *Capacidad para alternar entre la utilización de imágenes de pictogramas en el proyecto y la de referencias en plano a una leyenda (anotaciones). A medida que se van añadiendo señales al proyecto se van creando dos capas, una de imágenes y otra de anotaciones:*
- *Creación de una leyenda con todas las señales utilizadas en el proyecto.*
- *Cuantificación y presupuesto de las señales.*
- *Identificación automática de la señalización que falta, creando una alerta en caso de omisión de las señales de uso más común.*
- *Memorias descriptivas de los distintos productos Sinalux®.*

El funcionamiento del programa es muy sencillo:

1.- Inserción de señales

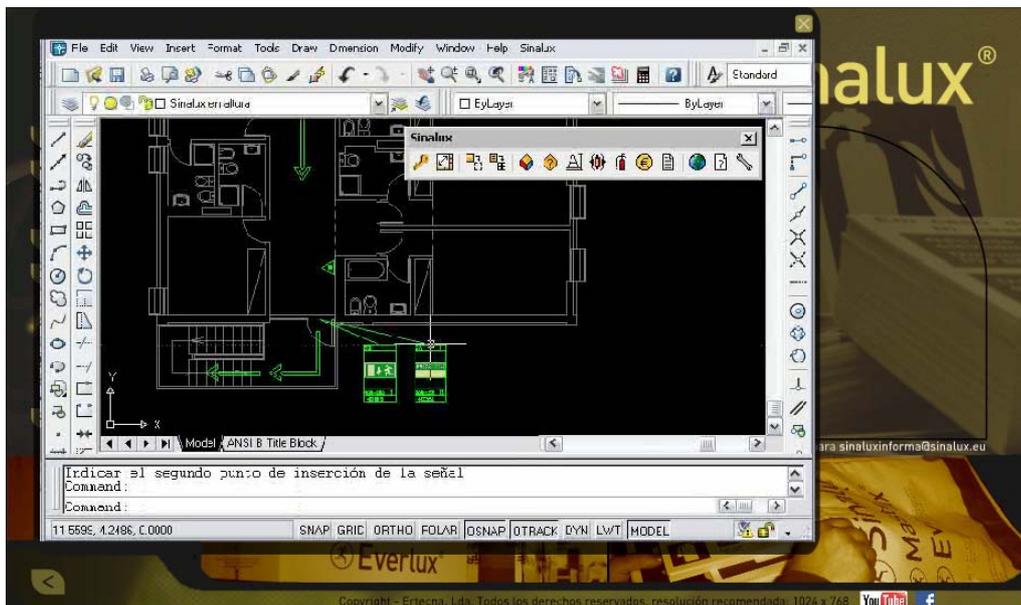


Figura 5: Inserción de señales (fuente: página web de Sinalux®)

La inserción de señales consiste en elegir la señal del catálogo gráfico e insertarla en el plano. Presenta una doble característica: inserta la imagen de la señal en alzado, por lo que es fácil de reconocer, e indica su situación en el plano en planta (ver figura 5).

2.- Extracción de datos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
21	6A	40005	300x150	1	2	1	3	11,07 €	33,21 €	
22	12A	40011	300x150	1	1	2	3	11,07 €	33,21 €	
23	8R	40003	300x100	3	1	0	1	17,58 €	17,58 €	
24	10A	PPI NP	600x400	1	1	1	2	276,24 €	662,40 €	
25	9A	40013	250x210	1	2	0	2	8,12 €	16,24 €	
26	8A	40003	300x150	1	1	2	3	11,07 €	33,21 €	
27	5A	41102	100x100	1	1	1	2	6,12 €	12,24 €	
28	3A	40004	300x200	1	1	1	2	22,01 €	44,02 €	
29	2A	40802	300x200	1	1	1	2	22,01 €	44,02 €	
30	19A	41013	107x52	1	2	0	5	4,13 €	20,65 €	
31	18A	41013	107x52	1	2	2	4	4,13 €	16,52 €	
32	16A	41054	67x52	1	2	1	3	3,06 €	9,18 €	
33	17A	41052	67x52	1	1	1	2	3,06 €	6,12 €	
34	15A	41051	67x52	1	3	2	5	3,06 €	15,3 €	
35	24A	41801	50x150	1	0	1	1	6,12 €	6,12 €	
36	14A	41885	300x150	1	0	1	1	11,07 €	11,07 €	
37	22A	41063	800x350	1	2	0	2	15,68 €	31,36 €	
38	22A	41013	107x52	1	2	0	2	4,13 €	8,26 €	

Figura 6: Extracción de datos (fuente: página web de Sinalux®)

La orden de extracción de datos genera una hoja excel en la que aparece un listado con los datos de: Código, medidas, tipo, situación (planta en la que se encuentran), número de señales, importe y precio de las señales insertadas en el plano.

Conclusiones

- Herramienta centrada en la situación de las señales de la empresa en los planos, aunque también permiten definir señales no incluidas en su catálogo.
- Permite adaptar la escala de las señales a la escala del plano sobre el que se van a insertar.
- Permite extraer los datos a excel, diferenciando la situación de las señales según la planta en la que se encuentran.

La forma de definir las plantas es muy simple. No permite la división en zonas.

- No se tienen en cuenta las áreas de cobertura, pero permiten ver la vista en alzado de las señales en el plano, lo que facilita su comprobación.

- Debido al conocimiento de las características de las señales empleadas y la experiencia que poseen en la realización de instalaciones, han hecho gran hincapié en aportar una “inteligencia” básica al programa, haciendo recomendaciones según las señales empleadas.
- No solo permiten el dibujo sobre los planos vectoriales, sino que también permiten la inserción sobre imágenes no vectoriales.

Capítulo 5. Análisis del sistema

5.1. Introducción

En este capítulo se va a desarrollar el análisis del sistema. Se parte del estudio del estado del arte planteado en capítulo 3 para ir definiendo el flujo de la información a través del sistema.

El método herramienta elegido para realizar este estudio es el diagrama de flujo de datos, que se fundamenta en la descomposición basada en funciones del sistema analizado.

Por medio del diagrama de flujo de datos se pretende comprender las transformaciones que ocurren en el sistema, de manera que sea posible ver cómo se producen los datos de salida a partir de los datos de entrada. Se entiende por proceso el agente que realiza esta transformación y se representa por medio de una circunferencia en cuyo interior se escribe la descripción de la transformación llevada a cabo.

El flujo de datos se representa como una flecha orientada en cuyo interior se escribe el nombre del dato. Generalmente, todo dato sale de un proceso que lo ha utilizado y/o transformado y se dirige a otro proceso que lo usará y/o transformará.

Puesto que es posible que el origen y/o el destino de los datos no formen parte del sistema, será necesario añadir otros dos elementos en el diagrama que representen dos tipos distintos de origen y/o destino.

Un rectángulo con el nombre en su interior representa, de forma general, un origen o destino de datos que, generalmente, se encuentra fuera del sistema. El usuario que teclea datos en un procesador de texto puede ser un ejemplo de origen de datos externo al sistema.

Una doble línea paralela, con su identificador en el interior, representa un sistema de almacenamiento de dato externo, como por ejemplo, una base de datos o un fichero. Se utiliza tanto para escribir como para leer datos.

Se pueden resumir los símbolos empleadas en la representación de diagramas de flujo de datos, junto a su significado, en el cuadro siguiente:

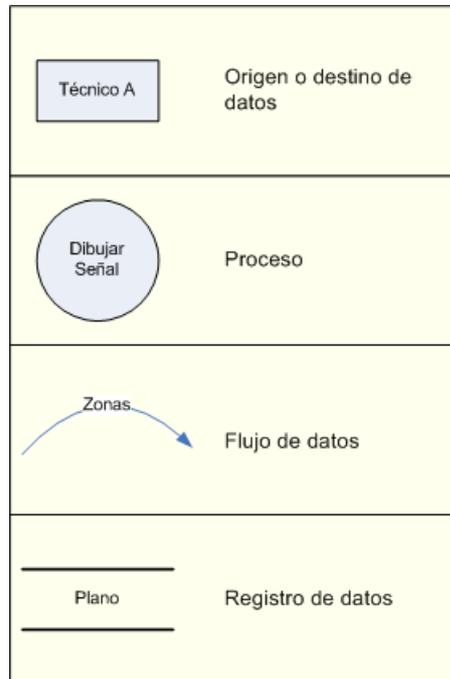


Figura 1: Símbolos empleados en la elaboración de diagramas de flujo de datos.

En los apartados siguientes se comenzará dando una visión general del sistema, para ir entrando posteriormente en los detalles de las distintas partes del mismo.

El análisis se ha estructurado según las fases seguidas durante el proceso habitual de la realización de los proyectos.

Se explicarán los procesos descritos en cada una de los fases. En el caso de encontrar procesos a incluir en las especificaciones y otros solo a tener en cuenta como complemento del análisis, se resaltarán de color amarillo los procesos a considerar.

Tras un análisis inicial, se planteará el diagrama de flujo de datos del que se extraerán y estudiarán los datos y los procesos involucrados en el mismo.

5.2. Visión general

En la figura 2 se representa la visión general del sistema analizado. El flujo de información se ha organizado de acuerdo con la secuencia seguida durante el proceso habitual de diseño. Esto no implica que el orden a seguir sea el indicado ni que sea necesario completar una fase para continuar con la siguiente. También es posible que varias fases se desarrollen de forma simultánea. En gran medida, se pueden reconocer los distintos apartados de las conclusiones expuestas en el capítulo 3, ya que las fases propuestas pretenden combinar los datos definidos con los procesos planteados.

En cada fase se han ido definiendo una serie de actores genéricos, designados de forma secuencial con los nombres de *Técnico A*, *Técnico B*, ... *Técnico E*, según el tipo de información con la que interactúan, sin pretender establecer ninguna relación con ningún tipo de perfil profesional. Aunque el *Técnico A* se podría corresponder con el arquitecto o con el ingeniero responsable del proyecto y el *Técnico E* con un simple operador, se debe tener en cuenta también que un único actor se puede corresponder con varios profesionales distintos, y que un único profesional puede realizar todas las tareas de los técnicos considerados.

El diagrama de flujo de datos con la visión general del sistema está representado en la figura 2. En él se han definido las siguientes fases:

Definición de superficies e información asociada

(*Filas A y B de la figura 2*) El *Técnico A* es el encargado de trasponer los planos de la edificación a tratar a un plano del sistema. Para ello tendrá que definir las superficies representativas de la edificación. Según el proyecto de que se trate, deberá dibujar el edificio, establecimiento, local o lugar de trabajo que corresponda, así como cualquier relación o combinación que sea necesaria. También necesitará conocer o disponer de la legislación necesaria para realizar más divisiones sobre estas superficies.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

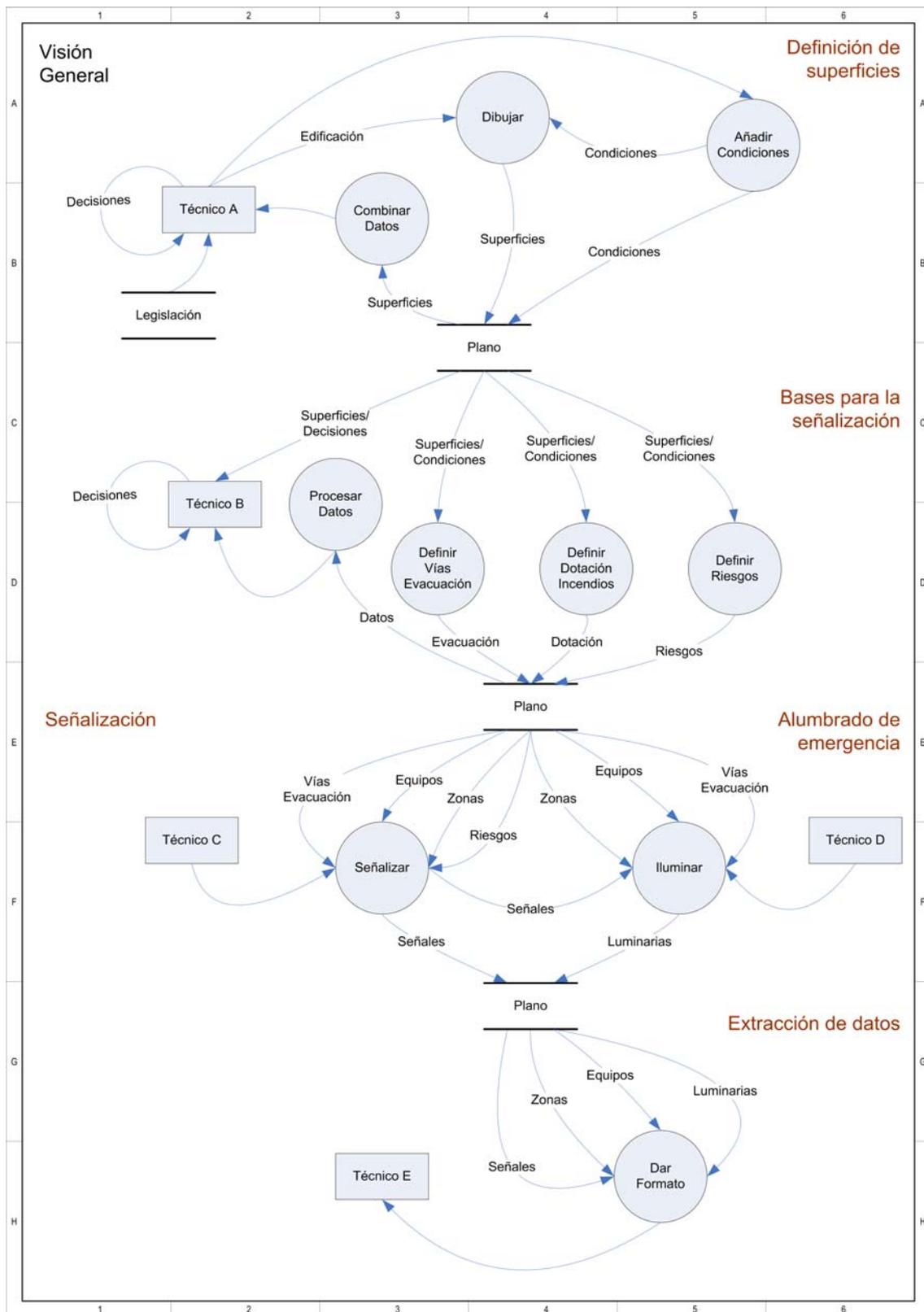


Figura 2: Visión general del sistema.

Así, por ejemplo, será necesario que defina los sectores de incendios, los niveles de riesgo de según el tipo de local, etc. Pero como en los factores de decisión establecidos por la legislación y la normativa intervienen datos geométricos de las superficies, como su área o su volumen, será necesario poner a disposición del técnico esta información para facilitar su toma de decisiones.

También será necesario que añadir información básica a las superficies definidas, tal como el nombre que permita identificarlas, la ocupación prevista o el uso previsto del local, que sea necesaria en procesos posteriores de trabajo.

Bases para la señalización

(*Filas C y D de la figura 2*) La función del *Técnico B* consiste en definir en el plano lo que posteriormente va a ser señalizado.

Teniendo en cuenta la legislación, así como la información gráfica previamente introducida, deberá realizar los siguientes trabajos:

- **Definir vías de evacuación**, incluyendo las salidas, tanto de emergencia como las habituales. Necesitará conocer las superficies de las zonas, la ocupación prevista, las dimensiones y longitud de las vías de evacuación, etc...
- **Definir la dotación contra incendios**. Según las dimensiones de las zonas, uso del edificio, etc. se deberán disponer extintores, bocas de incendio equipadas, etc. siguiendo las condiciones establecidas.
- **Definir riesgos**. También puede ser necesario definir e indicar riesgos propios de los locales, o riesgos producidos por desniveles ...

Es importante que el técnico pueda disponer de la información necesaria, como distancia entre extintores, distancias a las salidas en las vías de evacuación, etc., de forma inmediata para que pueda validar su diseño.

Señalización

(Filas E y F / columnas 1 a 3) Comprende el proceso por el que el técnico dispone las señales sobre el plano para señalar las vías de evacuación, los equipos de la dotación contra incendios y los distintos riesgos, peligros o prohibiciones definidos en la fase anterior.

El Técnico C debe ser capaz de reconocer sobre el plano los elementos a señalar, elegir la señal apropiada y comprobar que su disposición es la correcta, intentando abarcar la máxima superficie posible en la que las señales son comprensibles por los usuarios de la instalación.

Alumbrado de emergencia

(Filas E y F / columnas 4 a 6) En esta fase, el Técnico D se encarga de disponer el alumbrado de emergencia para iluminar zonas, vías de evacuación, equipos y señales. No siempre será necesario, por ejemplo, en el caso de utilizar señales luminosas o señales fotoluminiscentes en entornos iluminados, pero debe ser posible indicarlo en el plano e introducirlo en el sistema. En este caso, no solo es necesario conocer la legislación vigente, sino que también será interesante comprobar el grado de iluminación logrado, de forma inmediata, sin programas externos.

Extracción de datos

Por último, el *Técnico E* será el encargado de extraer los datos del plano para poder combinarlos con otros sistemas o documentos, como por ejemplo, sistema de gestión de mantenimiento de señales, luminarias de emergencia y dotación contra incendios, normalización interna de la señalización de seguridad, etc. Es necesario formatear los datos extraídos según la aplicación que se les vaya a dar. Por otra parte, puesto que los elementos se han insertado dentro de zonas definidas en los planos, los elementos que aparecen en los listados se podrán agrupar también por la zona en la que se encuentran dispuestos.

5.3. Definición de superficies

La fase inicial se corresponde con el proceso de conformación del plano. A partir de la edificación se van definiendo los edificios, establecimientos, locales y/o lugares de trabajo, según el tipo de proyecto a realizar. Aunque, generalmente se parta de un plano existente, debe ser posible dibujarlo desde el principio.

Es recomendable dividir las superficies antes descritas en superficies más pequeñas que se correspondan con zonas concretas de la edificación. Estas zonas coincidirán con recintos delimitados, en los que es necesario añadir algún elemento de señalización.

Es imprescindible añadir información a las zonas durante su definición. Entre los datos estará su identificador, elevación y otros que se verán a continuación.

El diagrama de flujo de datos se puede ver en la figura siguiente:

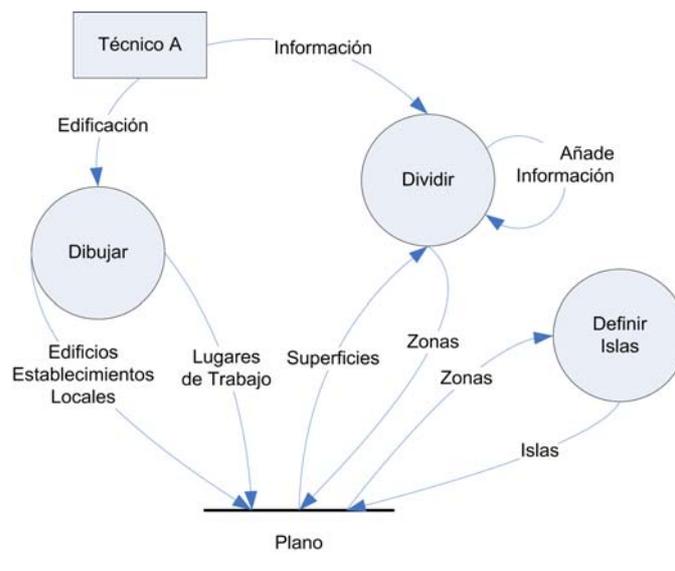


Figura 3: Definición de zonas

Los procesos a destacar son los siguientes:

- **Dibujar zonas:** entendiéndose como zona cualquier recinto delimitado en el plano. Pueden ser edificios, establecimientos, locales, lugares de trabajo o cualquier subdivisión que sea necesaria realizar. Además es necesario adjuntar información a estas zonas. Las zonas se almacenan en plano y será posible buscarlas y reconocerlas.
- **Definir islas:** el concepto de isla se refiere a cualquier elemento presente en una zona y que sea capaz de obstaculizar la visión y de producir sombras. Por ejemplo: columnas, mamparas, etc.

La geometría de las islas se combinará internamente con la de la zona en la que se encuentre situada y se tendrá en cuenta a la hora de buscar intersecciones entre los rayos del área de cobertura y la geometría de la zona.

Se debe poder definir los sectores de incendios como un tipo especial de zona. De forma general, un sector de incendios podrá contener otras zonas e incluso otros sectores de incendio.

Para definir los sectores se debe calcular las superficies de las zonas a incluir en él, además de poder elegir el uso que se va a dar al edificio de la tabla correspondiente del Código Técnico de la Edificación.

El proceso viene definido en la figura 4.

Los sectores de incendio se almacenarán también en el plano y contendrán la información necesaria, de forma similar a las zonas.

Los procesos a destacar son:

- **Calcular superficies:** a partir de la geometría de la zona, se calculará su superficie aplicando la escala establecida en el plano y se expresa en las unidades por defecto.
- **Dibujo de sectores de incendio:** se tratará como un tipo de zona más. Únicamente cambiará el tipo de información asociada.

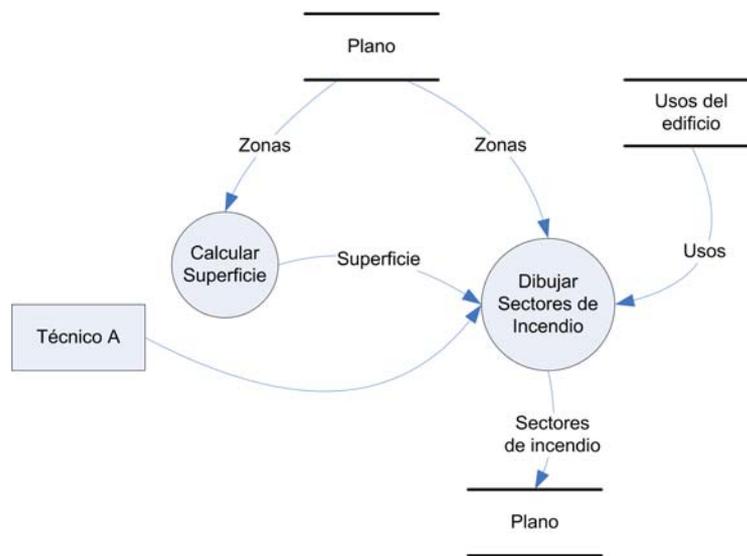


Figura 4: Definición de sectores de incendio .

Para poder calcular la superficie de las zonas, y para otros cálculos basados en la geometría de las entidades, se definirá la escala del plano, Además, para unificar los resultados, también se establecerán las unidades de medida empleadas por el sistema para informar al usuario. Este proceso se desarrolla en la figura siguiente:

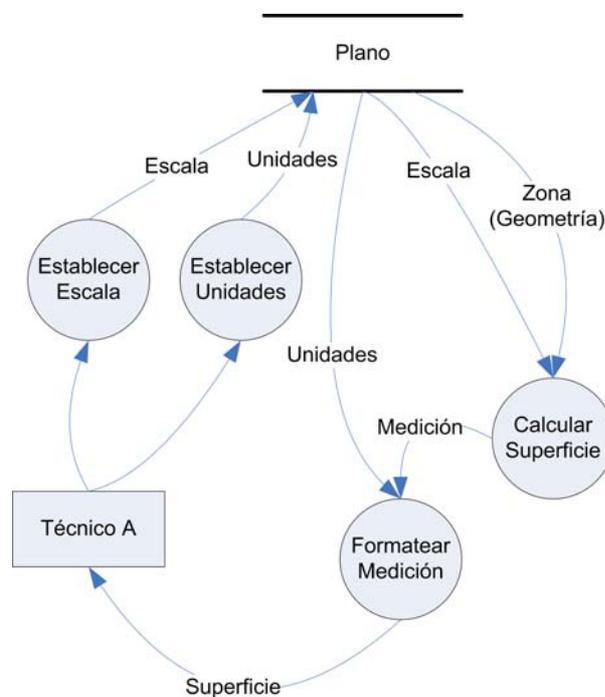


Figura 5: Cálculo de superficies.

De donde se pueden extraer los siguientes procesos:

- **Establecer escala del plano:** el valor se almacenará en el plano y permitirá convertir las dimensiones del plano, siempre en unidades de dibujo, a las unidades reales, preferentemente en milímetros.
- **Establecer unidades de medida:** fija las unidades de medida que utilizará el sistema para presentar la información, preferentemente en metros.
- **Formatear medición:** consiste en aplicar las unidades de medida establecidas a la medición realizada.

Por último, vista la información disponible en el plano y como posible ampliación del sistema, se propone la funcionalidad de establecer el nivel de riesgo de los locales con el fin de ayudar al técnico a decidir sobre las condiciones de resistencia a fuego de la edificación, tal y como se representa en la figura 6.

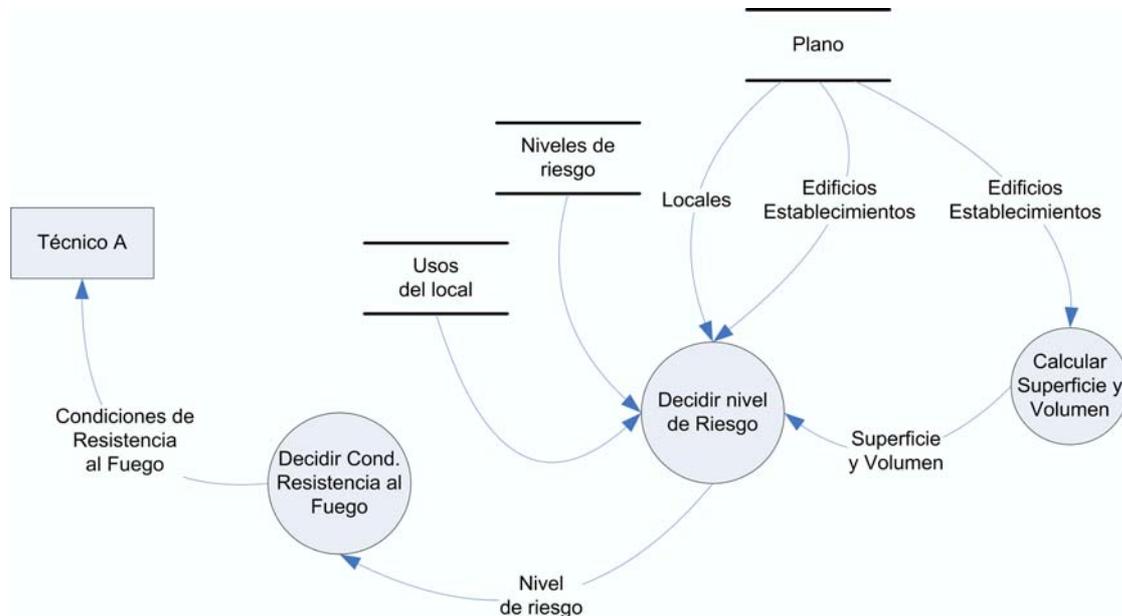


Figura 6: Definición de niveles de riesgo y de las condiciones de resistencia al fuego.

Para establecer el nivel de riesgo de un local es necesario disponer de la siguiente información:

- Superficie del local.
- Superficie y volumen del edificio o establecimiento en el que se encuadra.

Estos datos se encuentran disponibles en el plano tal y como se ha descrito anteriormente.

- Usos del local.
- Niveles de riesgo

Los procesos definidos son:

- **Calcular volumen:** similar al cálculo de superficies definido previamente. Únicamente es necesario leer la información sobre la altura de la zona.

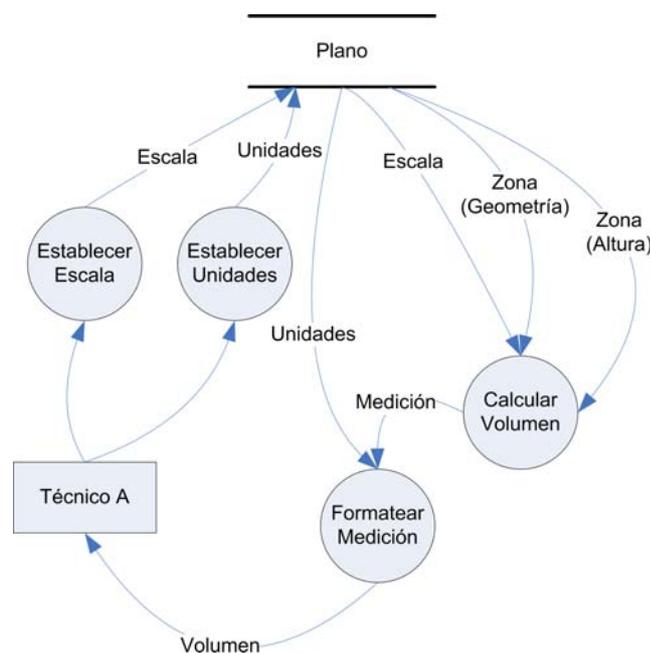


Figura 7: Cálculo del volumen

En este cálculo también se debe tener en cuenta tanto la escala como las unidades de medida definidas al inicio del trabajo y guardadas en el plano.

- **Decidir el nivel de riesgo:** es necesario acceder a estos datos acceder a través de una base de datos externa, en la que se almacenen la *Tabla 2.1 Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios* (España, 2006a). El proceso que se tendrá en cuenta consistirá en proporcionar la información disponible en el plano, necesaria para consultar las tablas.
- **Establecer las condiciones de resistencia al fuego:** Una vez establecido el nivel de riesgo quedan establecidas directamente las condiciones de resistencia al fuego, según se ve en la *Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios* (España, 2006a) de la figura 8. En todo caso, aunque se tenga en cuenta, la inclusión de este proceso en el sistema excede el ámbito del trabajo.

Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios ⁽¹⁾

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante ⁽²⁾	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos ⁽³⁾ que separan la zona del resto del edificio ⁽²⁾⁽⁴⁾	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Sí	Sí
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI ₂ 45-C5	2 x EI ₂ 30 -C5	2 x EI ₂ 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local ⁽⁵⁾	≤ 25 m ⁽⁶⁾	≤ 25 m ⁽⁶⁾	≤ 25 m ⁽⁶⁾

SI1-5

Figura 8: Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios (fuente: Código Técnico de la Edificación, documento básico SI)

La ocupación prevista de los locales es otro parámetro necesario para dimensionar las vías de evacuación. Esta ocupación permitirá dimensionar, por ejemplo, las salidas y recorridos de evacuación y la dotación contra incendios, entre otras.

Para calcular este dato es necesario conocer la superficie y el uso previsto de cada zona.

Para el cálculo de la ocupación total estimada del edificio, establecimiento o, según los casos, la planta de la edificación, será necesario que el técnico establezca un factor de simultaneidad.

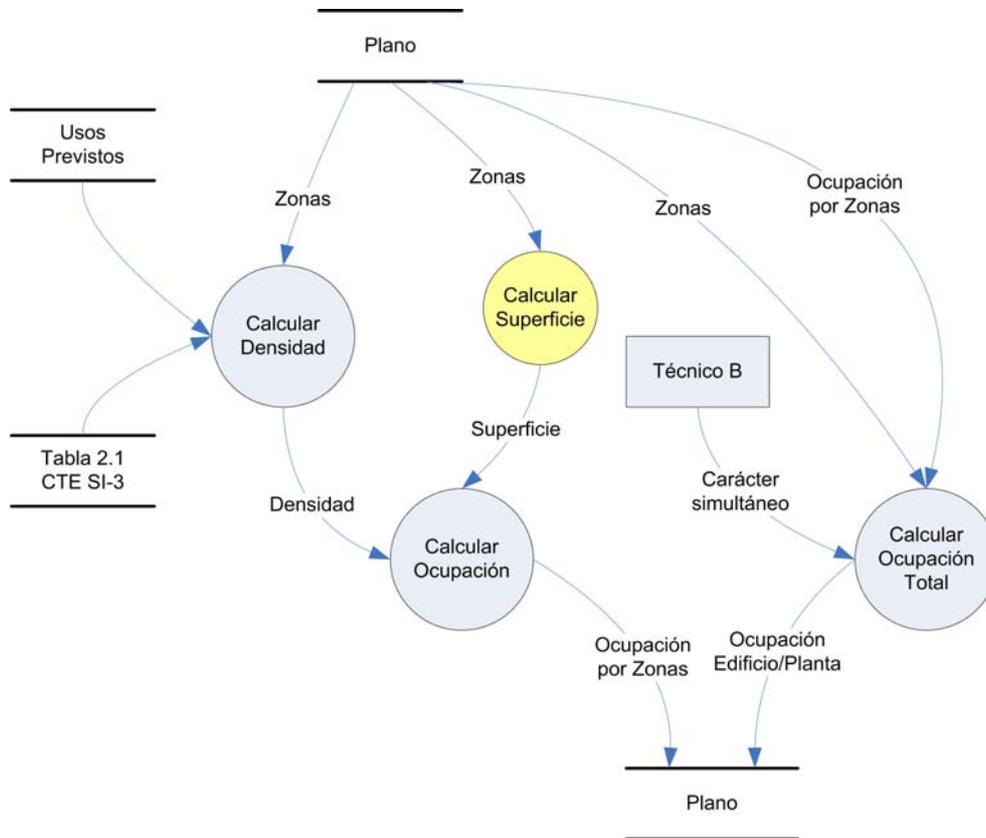


Figura 9: Cálculo de ocupación.

Los procedimientos destacables son los siguientes:

- **Calcular superficies:** se ha comentado anteriormente.
- **Calcular densidad y ocupación:** el cálculo de la ocupación depende del tipo de proyecto. En el caso de establecimientos industriales, la ocupación se establece de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad (España, 2004). En el resto de los casos, donde se aplica el Código Técnico de la Edificación, es necesario calcular la superficie de las zonas para, una vez definida la densidad de ocupación según el uso previsto y el tipo de actividad a desempeñar, calcular la ocupación total de la zona.

- **Calcular ocupación total:** para calcular la ocupación total de un edificio, establecimiento o, en general, cualquier combinación de zonas, es necesario aplicar un factor de simultaneidad a la suma de la ocupación de cada una de las zonas, almacenada previamente en el plano.

5.4. Bases para la señalización

Una vez definidas las distintas zonas, la fase siguiente consiste en definir sobre el plano los elementos que posteriormente van a tener alguna señal asociada. Estos elementos se han agrupado según su finalidad dentro de las instalaciones relacionadas con la señalización de seguridad. Se han definido tres grandes grupos:

- Vías de evacuación.
- Dotación contra incendios.
- Riesgos, peligros y prohibiciones.

Definición de las vías de evacuación

Para definir las vías de evacuación es necesario relacionar cualquier origen de evacuación posible con el acceso a las salidas de las zonas. Se encuentra estipulado tanto el número y la anchura de las salidas, como la anchura y longitud máxima de los recorridos de evacuación.

En una primera fase de desarrollo se pretende leer la máxima información posible del plano para ponerla a disposición del técnico. En futuras versiones se puede ir automatizando partes de este proceso.

Como punto de partida se debe establecer el número de salidas según la superficie de las zonas y las condiciones de la tabla 3.1 del CTE-SI 3 (España, 2006a). Al definir cada salida, es necesario decidir si se trata de una salida habitual o de emergencia, puesto que el modo de señalar cada uno de los tipos de salida es diferente. Las vías de evacuación, esto es, los recorridos que enlazan un origen de evacuación con una salida, tienen una longitud máxima admisible según CTE SI.

- **Decidir anchuras:** consultando la ocupación prevista más las superficies de las zonas, se podrá establecer las anchuras mínimas de las vías y de las puertas. Será imprescindible poder comprobar de forma gráfica sobre el plano el cumplimiento de estas dimensiones por parte de las vías y de las salidas de evacuación. En el caso de las puertas, será necesario guardar este datos sobre el plano.
- **Calcular superficies:** ya se ha definido previamente.
- **Calcular longitud de vías de evacuación:** será posible medir la distancia recorrida sobre las vías de evacuación definidas.
- **Calcular anchuras:** se leerá la anchura de las puertas y de las vías de evacuación sobre el plano. En el caso de las puertas, lo normal será leer el dato introducido durante el proceso de dibujo, evitando tener que realizar mediciones sobre el plano, mediciones de dudosa precisión cuando se utilizan planos dibujados desde fuera del sistema.

En cuanto a la anchura de las vías, será necesario calcular gráficamente sobre el plano la anchura en puntos definidos por el usuario, para posteriormente realizarlo de forma automática sobre la distancia completa.

- **Dibujar vías de evacuación:** se dibujarán vías de evacuación desde cualquier origen de evacuación a una o a dos salidas.

Su anchura se calculará comprobando la distancia a los contornos de la zona por la que transcurre. Su longitud vendrá dada por la distancia entre sus extremos.

- **Dibujar salida:** se podrán dibujar las salidas sobre el plano. Al menos uno de los extremos de cada vía de evacuación finalizará en una salida.

Es imprescindible guardar en cada salida su tipo, tanto habitual como de emergencia, para hacer posible la posterior inserción de la señal apropiada.

Definición de la dotación contra incendios

La elección de los equipos de la dotación contra incendios necesaria en un edificio viene definida en la tabla 1.1 de CTE SI 4. Aún limitando los casos a establecimientos de una sola planta, la gran cantidad de datos necesarios, difícilmente encajables en el plano, dejan el desarrollo de este punto para versiones más avanzadas. Únicamente se plantea la posibilidad de proporcionar información sobre las superficies de las zonas y las distancias dentro de las vías de evacuación. De esta manera, al menos, será posible situar correctamente los extintores portátiles necesarios.

Lo que sí es posible es indicar la situación de los equipos contra incendios sobre el plano, con el fin de señalarlos e iluminarlos posteriormente de forma correcta.

El diagrama de flujo se representa en la figura siguiente.

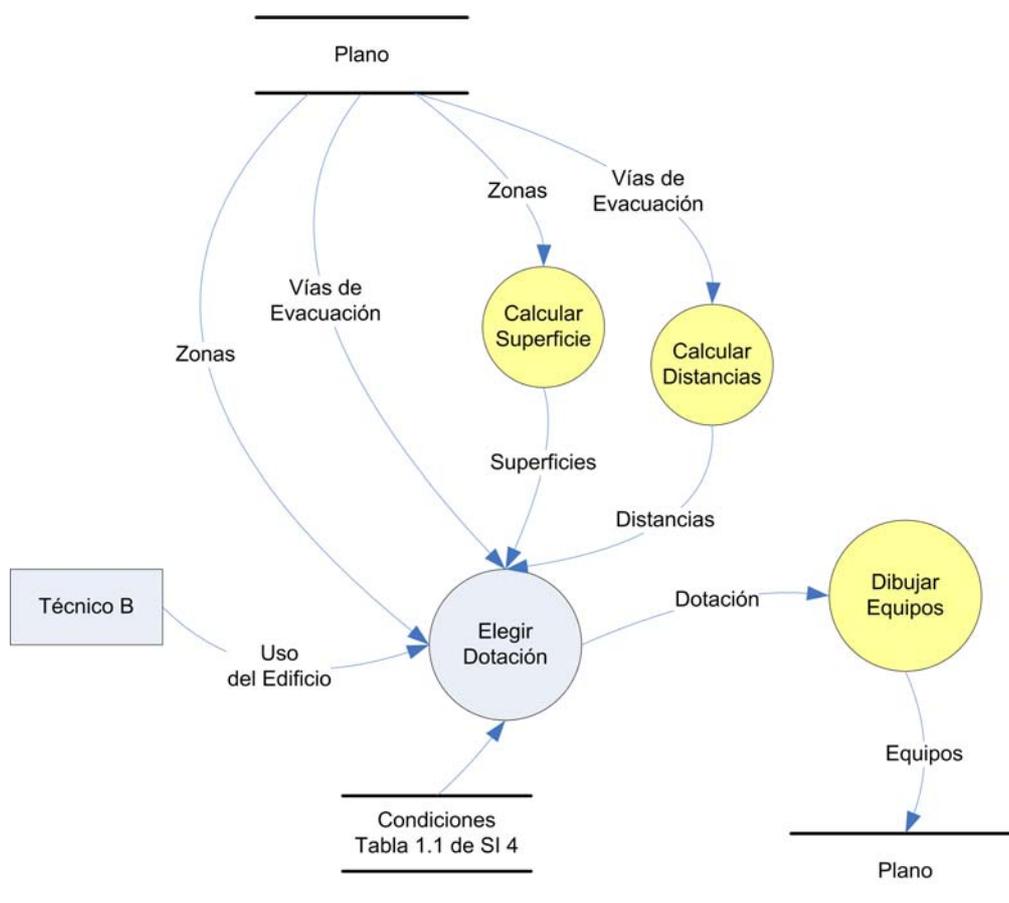


Figura 11: Definición de la dotación contra incendios.

Los procesos a tener en cuenta son:

- **Calcular superficies y distancias:** ya definidos anteriormente.
- **Elegir dotación:** se debe consultar la tabla 1.1 del CTE SI 4. Únicamente se podrán leer los datos sobre superficie de zonas y distancias del plano. No está previsto o no es posible leer información sobre alturas de evacuación, potencia instalada, etc.
- **Dibujar equipos:** aunque no se dispongan las herramientas para la elección de los equipos, es interesante poder disponerlos sobre el plano para incluirlos en el sistema y facilitar su señalización, su iluminación de emergencia así como asegurar su presencia en los listados generados por el sistema.

También es interesante poder comprobar el área de cobertura de cada equipo. Por ejemplo, se recomienda que la distancia entre extintores, de forma general, no exceda los 15 metros. Si se representa gráficamente sobre el plano este área de cobertura, incluyendo las intersecciones con los elementos de la edificación, se puede realizar una comprobación rápida que permita visualizar las posibles zonas de sombra dentro de las áreas de protección de los equipos.

Al tratar el proceso de dibujo de señales en el apartado siguiente se desarrollará más detenidamente este concepto.

Definición de riesgos

En según que casos, puede ser necesario avisar por medio de una señal sobre la existencia de un riesgo, peligro o prohibición asociado a una zona. Por esto puede ser interesante poder asociar riesgos a zonas para su posterior señalización, siempre que la definición del riesgo y su señalización no sean realizadas por el mismo técnico.

En principio, se tendrá en cuenta en el análisis pero el objetivo será la señalización del riesgo, peligro o prohibición sin la necesidad de indicarlo de forma previa sobre el plano.

El diagrama de flujo se puede ver en la figura 12.

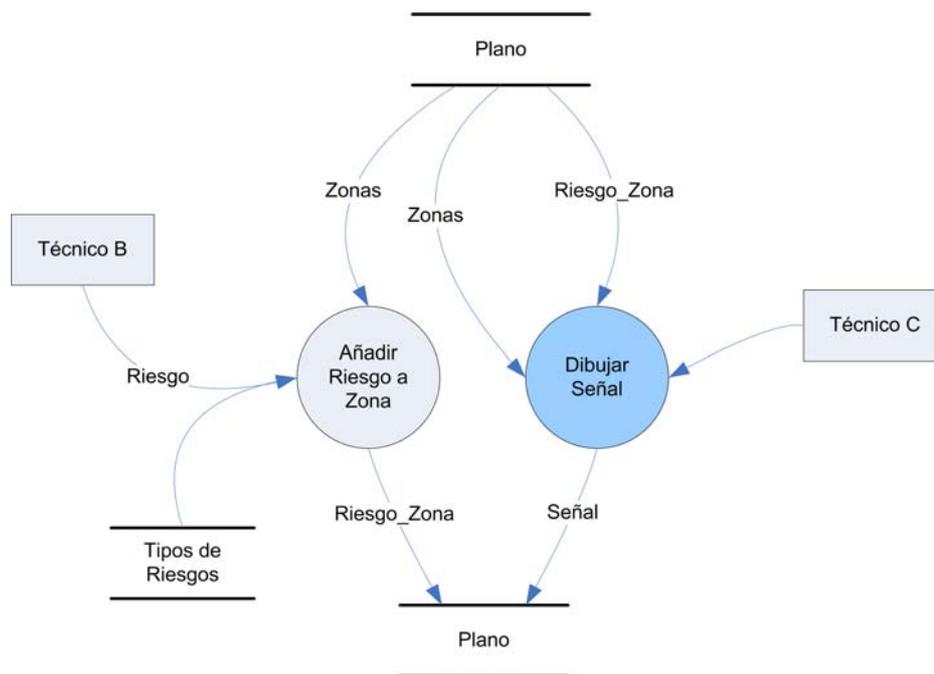


Figura 12: Definición de riesgos.

Se ha representado el proceso de dibujar señal de distinto color para representar que su explicación se desarrolla más adelante y no se encuentra propiamente encuadrado en el capítulo actual. De hecho, el técnico indicado como responsable es el Técnico C, que se corresponde con el encargado de realizar la señalización del plano.

Los procesos definidos son:

- **Añadir riesgo a las zonas:** sería necesario añadir a la información adjunta a cada zona la existencia de riesgos, peligros o prohibiciones. En principio, aunque no plantea ningún problema añadir dicha información, no parece sencillo poder visualizarla de forma rápida, en planos complejos, avisando de la necesidad de su señalización. Por esta razón, se pospone para versiones posteriores.
- **Dibujar señal:** se analizará más adelante en el capítulo dedicado a la señalización. La única diferencia estriba en que, si bien el riesgo se localiza en una zona concreta, la señal debe ser visible en otras zonas.

5.5. Señalización

La fase de señalización toma como punto de partida que, por una parte, todos los elementos relativos a la edificación, esto es, las distintas zonas en las que se ha dividido el edificio o establecimiento, están correctamente delimitadas y llevan adjunta toda la información necesaria. Por otra parte, los elementos a señalar deben estar ya dispuestos sobre el plano. Esta fase es la más compleja, puesto que las señales deben interactuar con todos los elementos presentes en el plano. Pero también es necesario tener en cuenta la posibilidad de insertar señales sin que se hayan definido previamente, alguno o ninguno de los elementos antes descritos.

La señalización comprende el proceso de disponer las señales sobre el plano con el fin de indicar los recorridos y salidas de evacuación, la situación de los equipos de la dotación contra incendios y los distintos riesgos, peligros o prohibiciones definidos en la fase anterior.

Si bien se trata el proceso de señalar como un proceso aparte de los tratados anteriormente, debido a la secuencia seguida en el proceso de análisis, no es necesario que sea así. De hecho, parece recomendable ir señalizando los distintos elementos a medida que se van incluyendo en el plano.

Se desglosan a continuación los distintos procesos comentados al inicio del capítulo como parte del proceso de señalización.

Señalización de recorridos y salidas de evacuación

El diagrama de flujo de datos se divide en dos ramas. Inicialmente se trata la señalización de las salidas dispuestas en el plano. Es recomendable conocer el tipo de salida de la que se trata, sea ésta una salida habitual o una salida de emergencia, puesto que la señal es diferente en cada caso. Previamente, durante el proceso de definición de las salidas, ya se comentó la necesidad de guardar este dato en la información adjunta a cada una de las salidas.

La otra rama se corresponde con la señalización de los recorridos de evacuación. Se deben disponer cada cierto intervalo indicando la dirección y el sentido a seguir hasta la salida más próxima.

Es muy importante definir sobre el plano la correcta orientación de las flechas señalando la salida. Por eso es conveniente que el sistema proporcione ayuda al técnico calculando la distancia a la salida más próxima y eligiendo la señal con la flecha apropiada.

Además de ir disponiendo las señales a lo largo de la vía, es imprescindible ir detectando los posibles caminos alternativos para señalarlos y así evitar confusiones en los ocupantes.

También será importante comprobar las áreas de cobertura de cada señal, para evitar zonas se sombra.

Se representa en la figura siguiente el diagrama de flujo de datos.

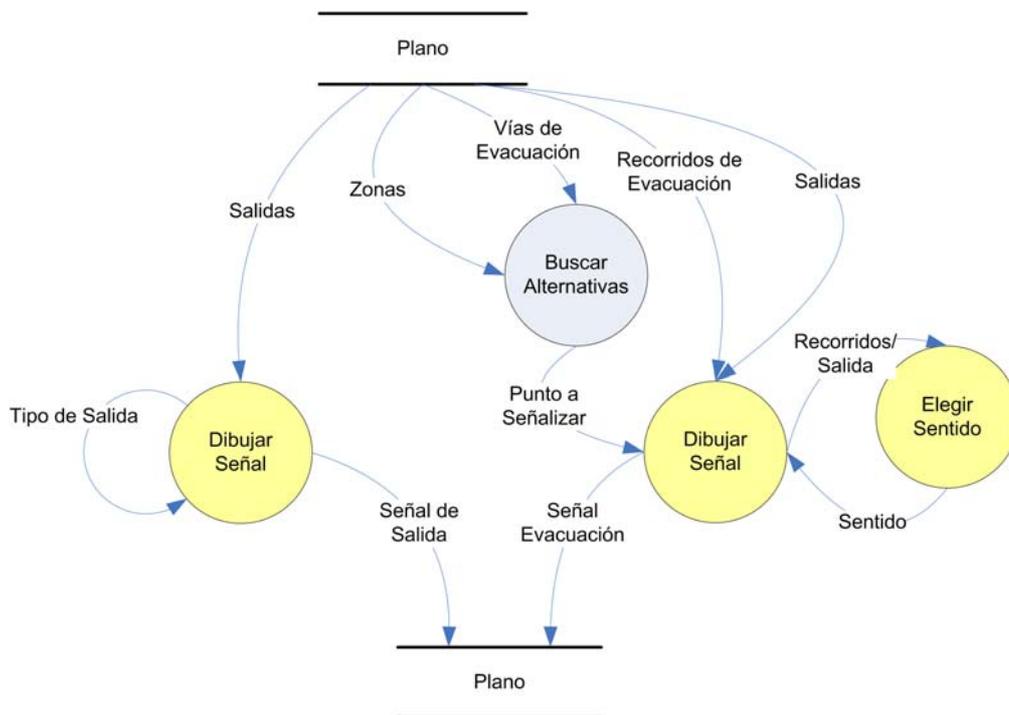


Figura 13: Inserción de señales en vías y salidas de evacuación.

Los procesos representados son los siguientes:

- **Buscar alternativas:** es labor del técnico.

Se deja para posteriores versiones la tarea de identificar de forma automática los puntos en los que los ocupantes deban elegir entre varias alternativas.

- **Dibujar señal:** es el proceso por el que se inserta la señal en el plano. Aunque su comportamiento a bajo nivel se describirá en el punto siguiente, se puede ver en su comportamiento a alto nivel dos comportamientos diferentes, además del funcionamiento estándar de insertar una señal en el plano.

Al insertar una señal de salida es necesario saber el tipo de salida de que se trata. Para evitar errores, el sistema debe ser capaz de discriminar los tipos de señales que se puedan insertar según el tipo de salida definida, presentando la información de forma que se pueda comprobar de forma rápida.

En las vías de evacuación es necesario disponer señales indicativas de la dirección de los recorridos. Para evitar errores es necesario el proceso de *elegir dirección*, comentado a continuación.

- **Elegir dirección:** hay que tener en cuenta que no siempre es evidente la elección del sentido de la flecha de la señal. En vías de evacuación con dos salidas, si no influyen factores como la ocupación prevista u otros, se debería buscar el punto medio del recorrido para indicar un sentido u otro según en que lado se encuentre la señal. Además, es importante saber que en el sentido de la flecha también influye el lado de la vía en el que se instala la señal. Además, si ya es difícil la elección del sentido de la flecha sobre el plano, la probabilidad de cometer un error de señalización en la obra, si no se ha especificado correctamente en el plano, ya crece de forma exponencial.

Todo esto implica que el sistema debe ser capaz de proponer el sentido de evacuación tomando como base los datos del plano, filtrar las señales que no tengan la orientación adecuada a la hora de la elección y representar el sentido de evacuación de forma clara sobre el plano.

Inserción de señales

La inserción de señales sobre el plano es la parte central del sistema. Hasta ahora se ha ido preparando el plano para insertar las señales de forma correcta y a partir de ahora se procesarán esas señales para combinar esa información con otros programas, se extraerán para combinarla con la documentación generada, etc.

La inserción comienza con la elección de la señal a insertar desde el catálogo disponible. Esta elección puede venir condicionada por el tipo de señal a insertar. Por ejemplo, al insertar una señal de salida de emergencia, solo se podrán elegir las señales apropiadas.

Del catálogo se leerán los parámetros de la señal, tales como su tipo, su forma, su color, su código y sus dimensiones. Con estos parámetros se podrá dibujar el bloque de la señal en el punto indicado por el usuario y calcular la distancia de observación de la señal.

Como complemento a la señal se dibujará el área de cobertura de la misma. La forma del área de cobertura depende del formato de la señal. Las señales se comercializan en tres formatos:

- Formato panel: plástico rectangular con la señal impresa en uno de sus lados. Se suele considerar el ángulo de visión entre 60° y 90° .

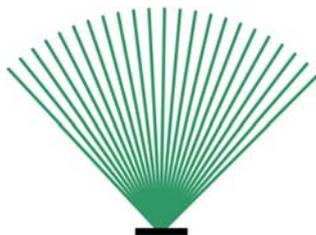


Figura 14: Señal en formato panel.

- Formato banderola: plástico rectangular montado en ángulo de 90° respecto a la superficie de montaje, con la señal impresa en los dos lados.

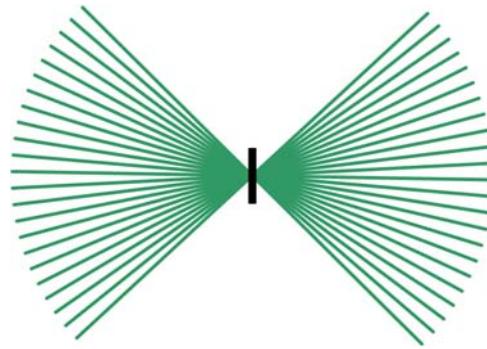


Figura 15: Señal en formato banderola

- Formato panorámico: dos plásticos rectangulares dispuestos formando 90° uno con otro. De esta manera se logra un ángulo de cobertura de 180° .

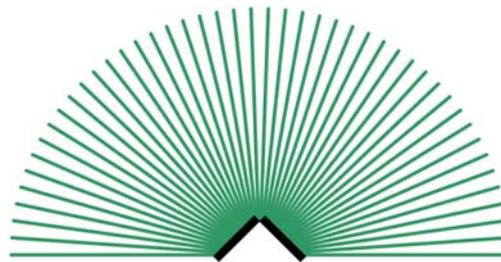


Figura 16: Señal en formato panorámico.

La longitud de los rayos que conforman el área de cobertura se corresponde con la distancia de observación calculada previamente.

Por último, solo queda calcular la intersección de los rayos que representan la visibilidad de la señal con las zonas definidas, para representar correctamente el área de cobertura.

El diagrama de flujo correspondiente se encuentra en la figura 17.

Los procesos son los siguientes:

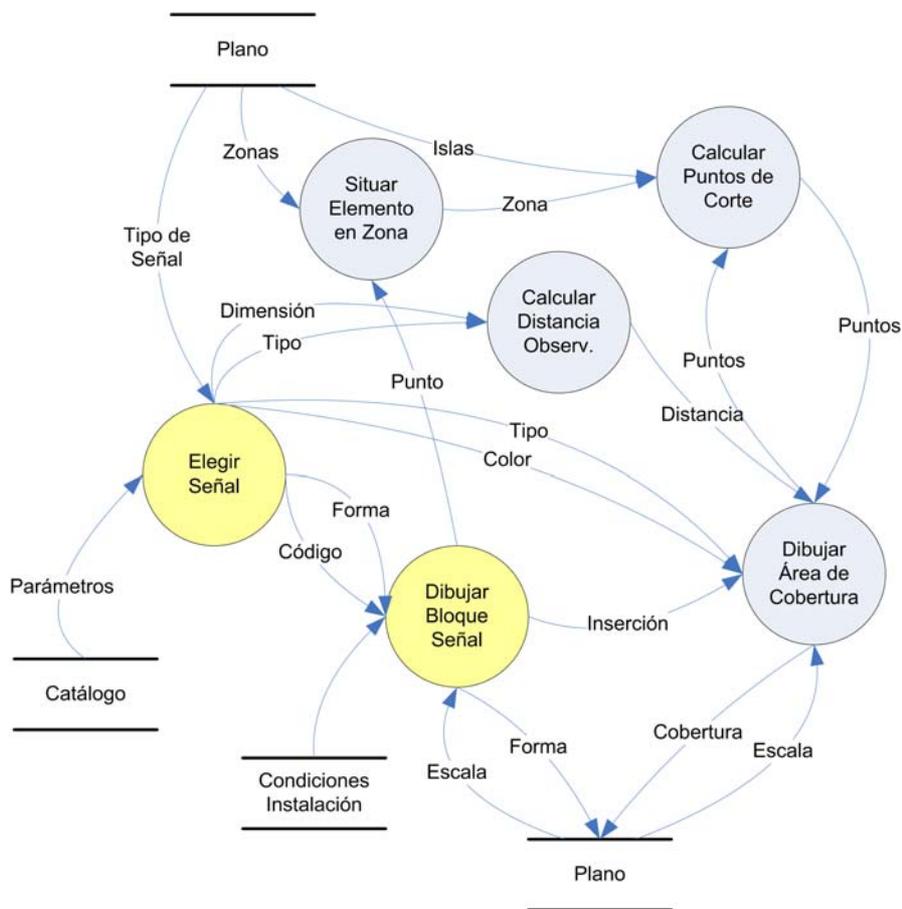


Figura 17: Dibujo de señal

- **Elegir señal del catálogo:** se podrá elegir la señal a insertar partiendo de un catálogo de señales. Si se inserta un tipo de señal concreto, se filtrarán el resto de tipos de señales para evitar errores. Del catálogo se leerán los datos asociados a la señal elegida. Esos datos serán, en principio: código, forma, dimensión, tipo, formato y color.
- **Calcular distancia de observación:** conocido el formato y la dimensión de la señal, se debe calcular la distancia máxima a la que se puede comprender el contenido de la señal. Es necesario conocer el tipo de señal, ya que la fórmula de cálculo a aplicar es distinta si se trata de una señal de salida de emergencia, una señal de instalación contra incendios o el resto de señales.

- **Dibujar bloque:** consiste en dibujar en planta la ubicación de la señal. En la medida de lo posible, debe ser reconocible por medio del símbolo empleado. Además se debe tener en cuenta la escala del plano para dibujarlo de las dimensiones correctas.
- **Dibujar el área de cobertura:** el área de cobertura se dibuja por medio de líneas que representan, de forma simbólica, la densidad de flujo luminoso de la señal. De esta manera, cerca de la señal se ve una gran densidad de líneas y a medida que se aleja de la señal, esa densidad disminuye.

Para dibujar el área de cobertura se necesita saber el tipo de señal para el o los ángulos (el de tipo banderola) de cobertura. Conocido el punto y el ángulo de inserción, además de la longitud de los rayos a dibujar, que coincide con la distancia de observación calculada y a la que habrá que aplicar la escala del plano, es posible dibujar las áreas de cobertura. También se tendrá en cuenta la intersección con los contornos de las zonas, ya que esto permitirá visualizar las zonas de sombra.

- **Situar elemento en zona:** hay que detectar en qué zona se encuentra el elemento para calcular los puntos de corte.
- **Calcular puntos de corte:** para calcular los puntos de corte es necesario conocer la disposición de los rayos sobre el plano y la geometría de la zona en la que se encuentra. También se tendrá en cuenta la existencia de los elementos antes definidos como islas, que se corresponden con columnas, mamparas y similares que pueden obstaculizar la visión, generando zonas de sombra.

Casos particulares de señalización

Existe la posibilidad de encontrar un proceso de señalización especial, diferente del caso general, en el caso de señalar los riesgos, peligros y obligaciones de un local. La diferencia estriba en que, si bien la señal se debe colocar en la entrada de una zona o local, ésta debe ser visible en otra zona o local distinto.

El diagrama de flujo de datos se representa en la figura siguiente.

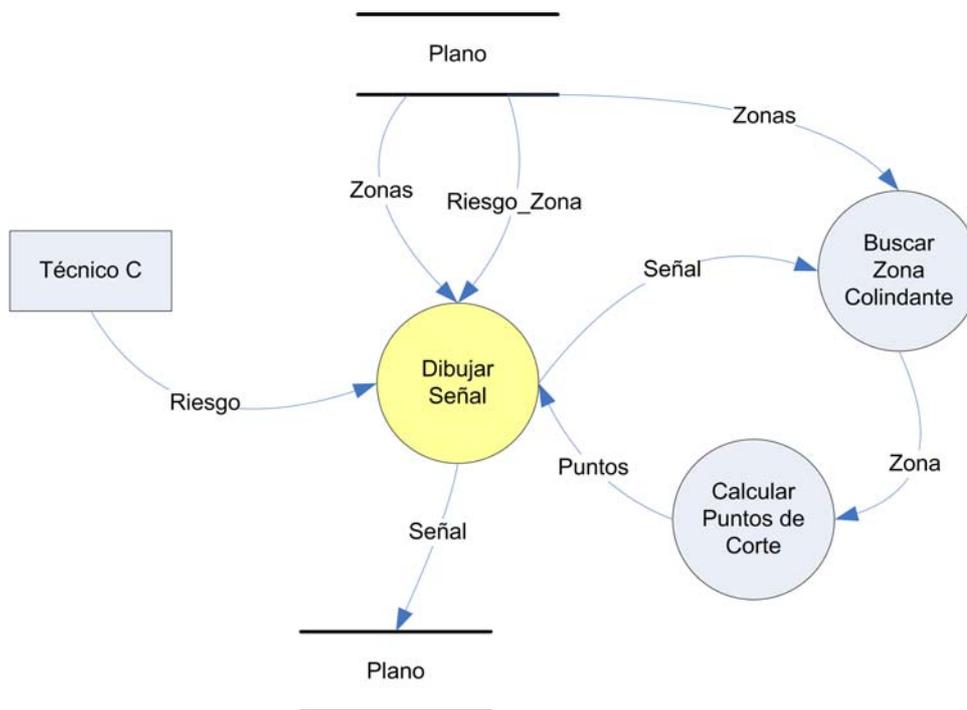


Figura 18: Señalización de riesgo, prohibición y obligación de un local

Los procesos definidos serán:

- **Buscar zona colindante:** debe establecer una relación entre la zona en la que se dibuja la señal y la zona a la que hace referencia. De esta manera, será posible sistematizar que cualquier cambio que se realice en la definición de la zona se pueda ver reflejada en su señalización.
- **Calcular puntos de corte:** es el mismo proceso definido en el diagrama de flujo de datos de la inserción de señales.
- **Dibujar señal:** en este tipo de señalización, el proceso presenta las siguientes diferencias respecto del caso general:
 - El tipo de señal a dibujar dependerá del tipo de riesgo del local,
 - Se almacenará en la señal la relación con la zona que señala.

Señalización de franjas

Por último, es necesario tener en cuenta la posibilidad de señalar, por medio de franjas, tanto en suelos como en paredes.

La funcionalidad de dibujar franjas es necesaria para señalar la existencia de desniveles, para delimitar las vías de circulación o complementar la señalización de las vías de evacuación.

El sistema se desarrollará orientado al dibujo de la representación gráfica de las franjas, puesto que es responsabilidad del técnico la solución de seguridad dada a los desniveles, la definición de las vías de circulación y la necesidad de señalar las vías de evacuación.

Se debe tener en cuenta que también existen franjas comerciales, por lo que será necesario acceder al catálogo para su elección antes del proceso de dibujo.

Para el proceso del dibujo de las franjas, el técnico deberá ir marcando los puntos que las definen y, en el caso de la señalización sobre paredes, deberá indicar también la altura de montaje. En este caso, habrá que prever algún criterio para la representación en planta de varias franjas instaladas sobre una misma pared.

El diagrama de flujo de datos se describe en la figura 19.

Se pueden destacar los siguientes procesos:

- **Buscar desniveles:** se debe revisar todas las zonas definidas en el plano, leer el valor de su elevación sobre el nivel de referencia y comprobar la altura de las zonas colindantes para indicar la existencia del desnivel.

La indicación del desnivel únicamente puede ser informativa, puesto que es decisión del técnico la forma de evitar el peligro.

- **Delimitar vías de circulación de vehículos:** también es decisión del técnico su diseño y dimensionamiento.

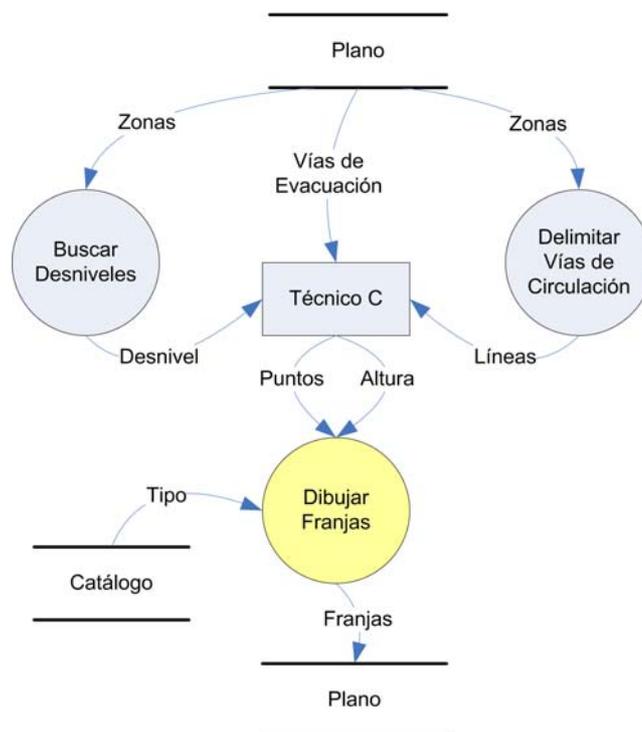


Figura 19: Dibujo de franjas de señalización

- **Dibujar franjas:** para definir las franjas se debe elegir el tipo de franja a dibujar, según el riesgo o vía a señalar, establecer la altura de montaje, en el caso de señalar sobre pared, y marcar los puntos que definan el recorrido de la franja.

Como ayuda al proceso de diseño, se desarrollará una utilidad para el dibujo de las franjas paralelas a los segmentos indicados por medio de puntos. En este caso será necesario indicar la separación entre las dos líneas. Se debe prestar especial atención al dibujo de las vértices, ya que se tendrán que calcular, y modificar sobre el plano, al indicar el punto siguiente al segmento dibujado.

5.6. Alumbrado de emergencia

En el código Técnico de la Edificación, sección SUA 4, *seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada* (España, 2006a), se recomienda iluminar las vías y salidas de evacuación, los equipos de la dotación contra incendios y las señales de seguridad, aunque en este caso el alumbrado de emergencia no siempre es necesario. Por ejemplo, si se instalan señales luminosas o señales fotoluminiscentes en entornos iluminados. En todo caso, se tendrá en cuenta en el proceso análisis.

Sabiendo que todos los elementos a señalar se encuentran en el plano y forman parte del sistema, será posible reconocerlos y situarlos, además de establecer una relación entre estos elementos y su iluminación.

El diagrama de flujo de datos se puede ver en la figura siguiente:

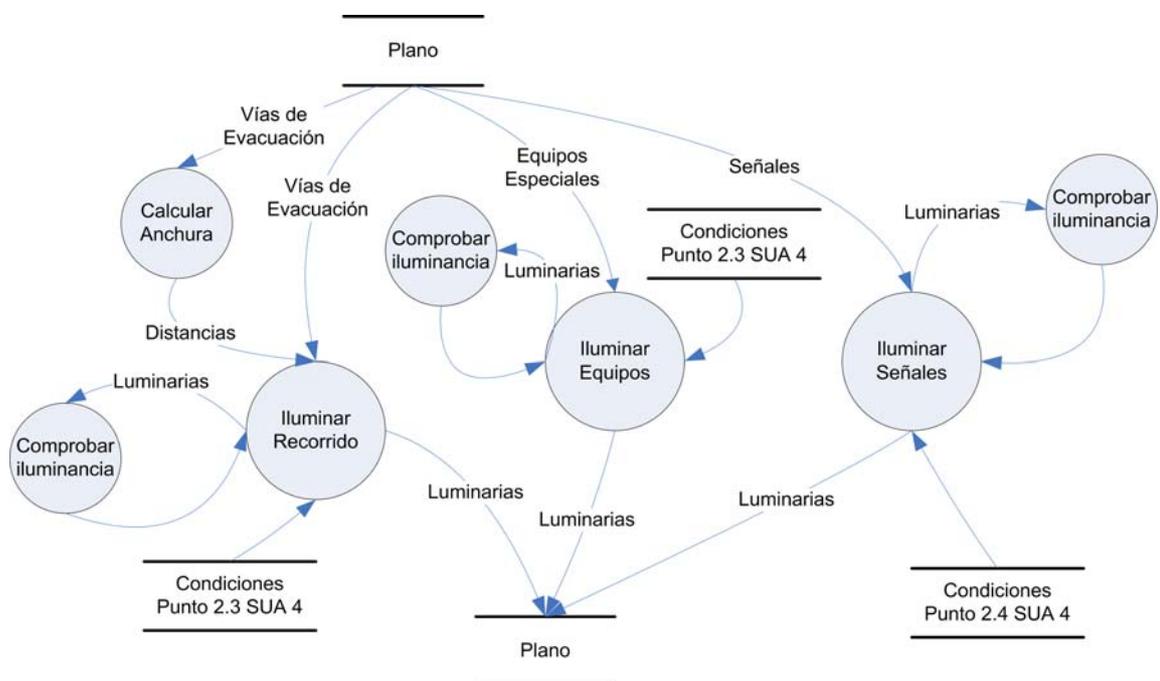


Figura 20: Alumbrado de emergencia

El procedimiento para completar la iluminación de emergencia partirá del reconocimiento y situación sobre el plano de los elementos a iluminar con el fin de insertar una luminaria en su proximidad. En la medida de lo posible, será interesante representar las curvas isolux de las luminarias, para comprobar si cumplen con los parámetros establecidos en la legislación vigente. Por último, puesto que las luminarias dibujadas formarán parte del sistema, será posible enlazarlas con el resto de la información, de forma que aparezcan también, referenciadas y situadas, en los listados generados al extraer los datos del plano.

Se pueden desglosar los siguientes procesos:

- **Calcular anchura:** ya definido previamente. Calcula gráficamente la anchura de una vía de evacuación.
- **Iluminar recorridos, equipos y señales:** el proceso para iluminar estos elementos es básicamente el mismo. Consiste en dibujar luminarias sobre el plano. Las condiciones de iluminación pueden ser diferentes según los casos, Por ejemplo, para la iluminación de vías de evacuación *la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux* (España, 2006a) mientras que para la iluminación de los equipos de la dotación contra incendios, la iluminancia horizontal será de 5 lux (España, 2006a). El proceso de dibujar las luminarias se trata en el punto siguiente.
- **Comprobar iluminancia:** será necesario realizar las curvas isolux de cada luminaria por separado, para luego añadir las de las luminarias próximas y comprobar así que se cumplen las condiciones establecidas por el Código Técnico. El proceso de comprobar la iluminancia se trata dentro del proceso de dibujar las luminarias .

Dibujar luminaria

Para dibujar la luminaria es necesario elegirla primero del catálogo. Del él se leerán los parámetros relativos a la iluminación más la información relativa a la forma de representación sobre el plano. Al insertar el bloque de la luminaria se aplicará la escala establecida previamente en el plano.

A partir de los datos del catálogo de la luminaria, se dibujarán las curvas isolux, adaptándola a la geometría de la zona insertada tras buscar los puntos de corte con la misma. En este caso, también se debe aplicar la escala establecida previamente en el plano.

Se puede resumir lo expuesto en el siguiente diagrama de flujo de datos.

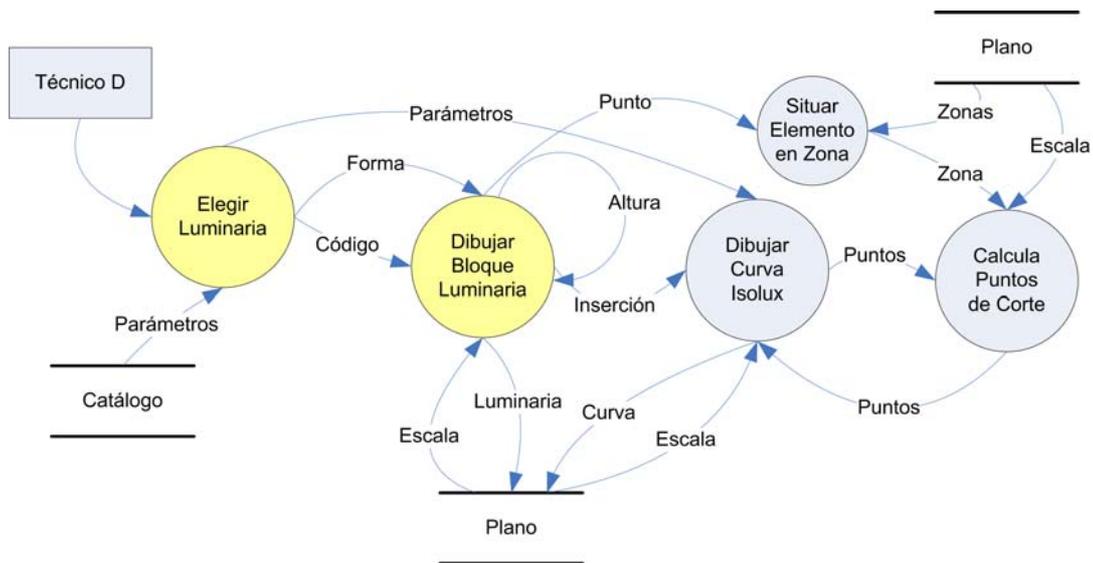


Figura 21: Dibujo de luminaria

Se puede desglosar en los procesos siguientes:

- **Elegir luminaria:** el técnico accederá al catálogo para elegir la luminaria a insertar. El catálogo debe contener los datos necesarios para calcular las curvas isolux, además de los datos necesarios para dibujarla sobre el plano, esto es, forma de la luminaria, datos a visualizar, etc.
- **Dibujar bloque de luminaria:** a partir de los datos leídos del catálogo se dibujará el bloque de la luminaria en el punto indicado por el técnico. Es necesario indicar la altura de instalación de la luminaria para calcular luego su curva. También habrá que tener en cuenta la escala del plano para dibujar el bloque con el tamaño correcto.
- **Dibujar curva isolux:** conociendo los parámetros leídos del catálogo y su punto de inserción, se dibujará las curvas isolux de la luminaria.

Es necesario detectar dentro de qué zona se ha insertado para calcular los puntos de corte.

- **Situar elemento en zona:** hay que detectar en qué zona se encuentra el elemento para calcular los puntos de corte.
- **Calcular puntos de corte:** cada curva isolux se tratará de la misma forma que las áreas de cobertura de las señales. Se dibujarán los rayos desde el centro de la señal con la distancia resultado del cálculo de la curva isolux correspondiente, aplicándole la escala establecida en el plano. Se calcularán los puntos de corte con los contornos de la zona, modificando así la curva isolux de partida.

5.7. Extracción de datos

Una vez terminado el diseño de la instalación se podrá extraer la información para combinarla con otros programas o sistemas diferentes.

La información no solo se podrá recuperar tal y como se introdujo en el sistema, sino que se podrá extraer procesada y combinada con otros elementos del plano. Así por ejemplo, se podrán extraer los datos de las señales del plano, con su referencia comercial y otros parámetros leídos del catálogo, pero también se podrá indicar en qué zona están instaladas, la superficie de su área de cobertura e, incluso, la luminaria de la que depende en caso de emergencia.

El diagrama de flujo de datos se representa en la figura siguiente.

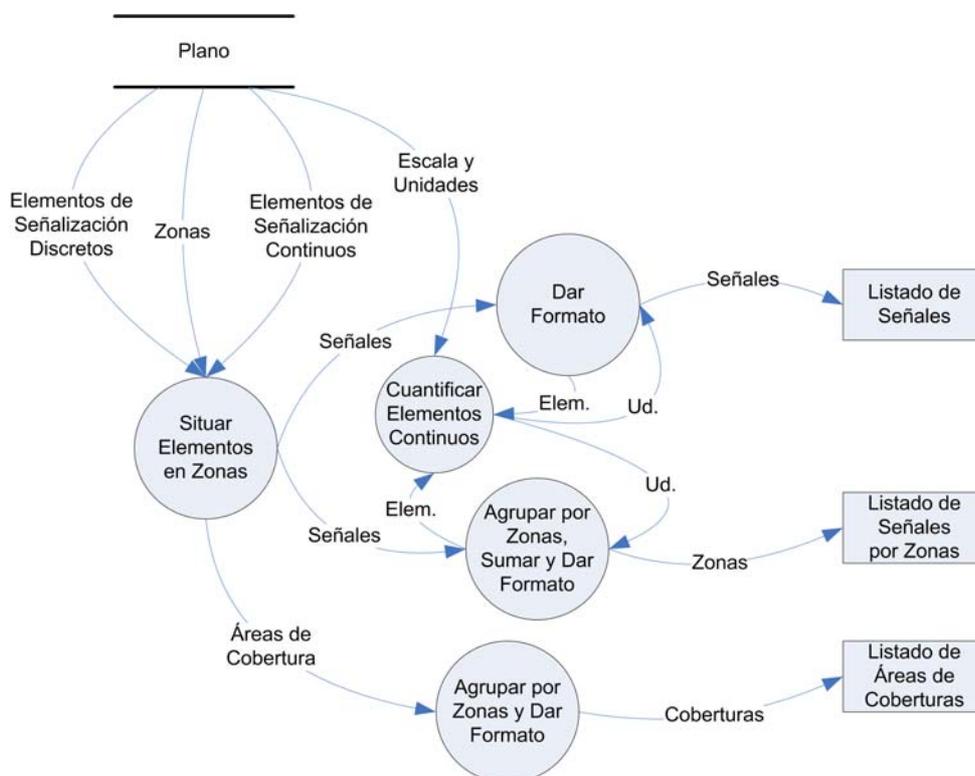


Figura 22: Extracción de datos

Los procesos resultantes son los siguientes:

- **Situar elementos en zonas:** es necesario indicar dentro de qué zona se encuentra cada elemento significativo del plano.
- **Cuantificar elementos continuos:** para el caso de las franjas es necesario indicar la longitud total expresada en las unidades de medida apropiadas. Esto es, una vez leída la escala del plano más las unidades de medida predefinidas del plano, se miden las longitudes totales de las franjas, se aplica la escala y se expresen en las unidades de medida establecidas en el sistema.
- **Dar formato:** se debe generar un listado formateado con los datos de cada una de las señales. Este listado se puede utilizar para gestión de inventario, para enlazarlo con sistemas de gestión de mantenimiento, etc. Es imprescindible que cada elemento tenga un identificador único para poder establecer la relación.
- **Agrupar señales por zonas, sumar y dar formato:** al agrupar por zonas los elementos iguales, esto es, con el mismo código de referencia, se pueden generar presupuestos si se enlaza esta información con una base de datos de precios. También puede ser útil para incluir como referencia en la documentación necesaria para establecer la normativa interna en la empresa en cuanto a señalización.
- **Agrupar áreas de cobertura por zonas y dar formato:** también se podrá agrupar las áreas de cobertura por zonas, dando la superficie total cubierta, lo que combinado con la superficie de cada zona, proporcionará información sobre el porcentaje de área cubierta de cada zona. De esta manera se podrán obtener datos cuantitativos para comparar distintos escenarios de señalización y así optar por el diseño óptimo.

5.8. Resumen de datos y procedimientos analizados

Se presenta a continuación un resumen de las funciones y datos que han ido apareciendo en los diagramas de flujo. Los procesos se han organizado según en qué fase del desarrollo del proyecto se pueden encuadrar.

Por cada proceso se ha añadido la información siguiente, distribuida en las columnas de las tablas:

- **Id. (Identificador):** código de identificación asignado al proceso para su trazabilidad descendente.

El código está compuesto por tres términos de dos dígitos cada uno. Su significado es: número de capítulo, número de apartado, número secuencial de orden.

- **Proceso:** descripción de la transformación que se lleva a cabo. Coincide con el nombre de los procesos descritos en este capítulo.
- **Entrada:** datos de entrada al proceso. Información a transformar.
- **Salida:** datos que salen del proceso, una vez transformados por él.
- **Coste:** se emplea para dar una valoración asociada al tiempo y la dificultad de desarrollo.

Es una estimación orientativa por lo que únicamente se han previsto tres niveles: alto, medio y bajo.

- **Ver. (versión):** número de versión del programa en la que se propone la inclusión del proceso. Proporciona una idea de la importancia del proceso para el funcionamiento del sistema. Los procesos de aplicación directa de la legislación se han marcado con una X, ya que no se desarrollarán inicialmente, pero se almacenarán los datos en el sistema.

Definición de superficies

Definición de superficies

Procedimientos relacionados con el dibujo de las superficies sobre el plano. En principio, no se ha realizado distinciones entre edificios, establecimientos, locales, lugares de trabajo o, en general, zonas.

Id.	Proceso	Entrada	Salida	Coste	Versión
05.01.01	Dibujar zonas	· Contorno · Información: Nombre ...	· Zona	BAJO	1
05.01.02	Dibujar de sectores de incendio	· Contorno · Información Nombre · Usos del edificio	· Sector de incendios	BAJO	1
05.01.03	Definir islas	· Contorno · Zona	· Isla	MEDIO	2
05.01.04	Decidir el nivel de riesgo	· Niveles de riesgo · Usos del local · Local · Superficie · Volumen	· Nivel de riesgo	ALTO	X
05.01.05	Establecer las condiciones de resistencia al fuego	· Nivel de riesgo	· Condiciones de resistencia al fuego	ALTO	X

El proceso 05.01.01, *Dibujar zonas*, es el caso general de los procesos de dibujo de edificios, establecimientos, locales y lugares de trabajo. Ya se ha razonado la posibilidad de unificar este proceso, indicando en el plano el tipo de contorno al que pertenece.

El proceso 05.01.02, *Dibujar de sectores de incendio*, también se podría incluir dentro del 05.01.01, únicamente se representa por separado para seguir con el criterio expuesto en apartados anteriores.

Lectura de datos de superficies

Son procedimientos que calculan datos a partir de la lectura de la geometría de las superficies o de sus datos adjuntos.

Id.	Proceso	Entrada	Salida	Coste	Versión
05.01.06	Calcular superficies	· Zona	· Superficie	BAJO	1
05.01.07	Calcular volumen	· Zona · Altura	· Volumen	BAJO	1
05.01.08	Formatear medición	· Valor numérico · Tipo de dato · Unidades de medida	· Valor numérico	BAJO	1

Configuración del plano

Se ha visto la necesidad de establecer una serie de parámetros para adaptar cualquier plano al sistema. Estos procedimientos almacenan en el plano los datos para que se acceda a ellos desde cualquier otro procedimiento.

Id.	Proceso	Entrada	Salida	Coste	Versión
05.01.09	Establecer escala del plano	· Escala	· Escala	BAJO	1
05.01.10	Establecer unidades de medida	· Unidades	· Unidades	BAJO	1

Datos para el diseño de los recorridos y las salidas de evacuación

Los procedimientos siguientes permiten dimensionar las vías de evacuación. El objetivo Inicial es el de proporcionar la información necesaria al técnico a partir de estos datos almacenados en el plano.

Id.	Proceso	Entrada	Salida	Coste	Versión
05.01.11	Calcular densidad	· Zonas · Usos previstos	· Densidad de ocupación	ALTO	X
05.01.12	Calcular ocupación	· Superficie · Densidad de ocupación	· Ocupación por zonas	ALTO	X
05.01.13	Calcular ocupación total	· Zonas · Ocupación de las zonas · Factor de simultaneidad	· Ocupación total	ALTO	X

Bases para la señalización

Toma de decisiones para el diseño de las vías de evacuación

Los procedimientos siguientes permiten dimensionar los recorridos y las salidas de evacuación. El objetivo Inicial es el de proporcionar la información necesaria al técnico a partir de estos datos almacenados en el plano.

Id.	Proceso	Entrada	Salida	Coste	Versión
05.02.01	Decidir número de salidas	· Zonas · Superficies · Condiciones del CTE SI3	· Número de salidas	ALTO	X
05.02.02	Decidir anchura de salidas	· Zonas · Superficie · Ocupación · Condiciones	· Anchura de salidas	ALTO	X
05.02.03	Decidir anchura de vías de evacuación	· Zonas · Superficie · Ocupación · Condiciones	· Anchura de vía de evacuación	ALTO	X

Definición de las vías de evacuación

Procedimientos que permiten definir los recorridos y las salidas de evacuación en el plano.

Id.	Proceso	Entrada	Salida	Coste	Versión
05.02.04	Dibujar vías de evacuación	· Recorrido · Condiciones del CTE SUA · Anchura de pasillo	· Recorrido de evacuación	MEDIO	1
05.02.05	Dibujar salidas	· Anchura de salida · Tipo de salida	· Salida	MEDIO	1

Lectura de datos de las vías de evacuación

Procedimientos que leen los datos geométricos de los recorridos y las salidas de evacuación definidas en el plano.

Id.	Proceso	Entrada	Salida	Coste	Versión
05.02.06	Calcular anchuras de vías de evacuación (1)	· Recorrido · Punto	· Longitud	MEDIO	1
05.02.07	Calcular anchuras de salidas de evacuación	· Salida	· Anchura	BAJO	1
05.02.08	Calcular longitud de vías de evacuación	· Recorrido	· Longitud	BAJO	1

(1) Inicialmente, está previsto que la anchura únicamente se calcule en los puntos definidos por el técnico. En posteriores versiones se planteará la posibilidad del cálculo automático de las anchuras máximas y mínimas del total de las vías de evacuación.

Dotación contra incendios

Procedimientos definidos para la dotación contra incendios de edificios y establecimientos.

Id.	Proceso	Entrada	Salida	Coste	Versión
05.02.09	Elegir equipo	· Zonas · Vías de evacuación · Superficies · Distancias · Uso del edificio · Condiciones del CTE SI7	· Equipos	ALTO	X
05.02.10	Dibujar equipo	· Dotación	· Equipo	MEDIO	2
05.02.11	Dibujar área de cobertura del equipo	· Distancia de cobertura	· Área de cobertura	ALTO	2

Definición de riesgos, peligros y prohibiciones en locales

Por último, dentro de las bases para la señalización, queda el procedimiento que permite añadir la información sobre un riesgo, peligro o prohibición asociados a un local. Ya se he discutido la oportunidad de implementarlo en las primeras versiones del sistema. En principio se deja para versiones posteriores puesto que resulta más práctico insertar las señales directamente.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

Id.	Proceso	Entrada	Salida	Coste	Versión
05.02.12	Añadir riesgo, peligro o prohibición a las zonas	<ul style="list-style-type: none">· Zona· Tipos de riesgo· Riesgo	<ul style="list-style-type: none">· Riesgo	ALTO	3

Señalización

Toma de decisiones sobre la señalización

Los procedimientos siguientes permiten tomar decisiones a la hora de señalizar.

Id.	Proceso	Entrada	Salida	Coste	Versión
05.03.01	Dibujar señal	<ul style="list-style-type: none">· Punto· Parámetros	<ul style="list-style-type: none">· Bloque· Área de cobertura	ALTO	3
05.03.02	Elegir dirección	<ul style="list-style-type: none">· Punto· Vías de evac.· Salidas	<ul style="list-style-type: none">· Dirección	MEDIO	1
05.03.03	Buscar alternativas	<ul style="list-style-type: none">· Zonas· Vías de evacuación	<ul style="list-style-type: none">· Punto a señalizar	ALTO	3
05.03.04	Elegir señal del catálogo	<ul style="list-style-type: none">· Tipo de señal	<ul style="list-style-type: none">· Señal· Parámetros	ALTO	2

Dibujo de señales

Los procedimientos siguientes se encargan de dibujar la señal sobre el plano, partiendo de la necesidad combinada con el catálogo.

Id.	Proceso	Entrada	Salida	Coste	Versión
05.03.05	Dibujar bloque	<ul style="list-style-type: none">· Forma· Código· Punto	<ul style="list-style-type: none">· Bloque	ALTO	1
05.03.06	Dibujar el área de cobertura	<ul style="list-style-type: none">· Tipo de señal· Color· Distancia de observación· Zona	<ul style="list-style-type: none">· Área de cobertura	ALTO	1

Dibujo de franjas

Los procedimientos siguientes se encargan de dibujar franjas de señalización.

Id.	Proceso	Entrada	Salida	Coste	Versión
05.03.07	Buscar desniveles	· Zonas	· Desnivel	ALTO	3
05.03.08	Delimitar vías de circulación de ve.	· Zonas	· Líneas	BAJO	3
05.03.09	Dibujar franjas	· Puntos · Altura	· Franja	BAJO	2

Lectura de datos del plano

Estos procedimientos leen datos del plano y proporcionan esa información a los demás procedimientos.

Id.	Proceso	Entrada	Salida	Coste	Versión
05.03.10	Situar elemento en zona	· Zonas · Punto	· Zona	ALTO	1
05.03.11	Buscar zona colindante	· Zonas · Punto	· Zona	ALTO	2
05.03.12	Calcular distancia de observación	· Tipo de señal · Dimensiones	· Distancia	MEDIO	1
05.03.13	Calcular puntos de corte	· Zona · Islas · Puntos	· Puntos	ALTO	1

Alumbrado de emergencia

Visto los pocos procedimientos definidos, se han agrupado en una tabla.

Id.	Proceso	Entrada	Salida	Coste	Versión
05.04.01	Elegir luminaria	· Catálogo	· Luminaria · Parámetros	ALTO	2
05.04.02	Dibujar bloque de luminaria	· Forma · Código · Punto	· Luminaria	MEDIO	2
05.04.03	Dibujar curva isolux	· Punto ins. · Parámetros · Puntos · Escala	· Curva isolux	ALTO	3

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

Id.	Proceso	Entrada	Salida	Coste	Versión
05.04.04	Situar elemento en zona	· Zonas · Punto	· Zona	ALTO	1
05.04.05	Calcular puntos de corte	· Zona · Puntos	· Puntos	ALTO	1

Extracción de datos

Los procedimientos también se listan en una única tabla.

Id.	Proceso	Entrada	Salida	Coste	Versión
05.05.01	Situar elementos en zonas	· Zonas · Elementos de señalización.	· Zona	ALTO	1
05.05.02	Cuantificar elementos continuos	· Escala · Unidades · Elementos continuos	· Unidades	MEDIO	1
05.05.03	Dar formato	· Señales	· Señales	BAJO	1
05.05.04	Agrupar señales por zonas, sumar y dar formato	· Señales · Zonas	· Señales · Zonas · Cantidad	MEDIO	1
05.05.05	Agrupar áreas de cobertura por zonas y dar formato	· Zonas · Áreas de cobertura	· Zonas · Áreas de cobertura · Porcentaje	ALTO	2

Capítulo 6. Análisis de requisitos

6.1. Introducción

En este capítulo se pretende comprender y describir los requisitos del sistema a través de la redacción de los casos de uso.

Se partirá del análisis de requisitos realizado en el capítulo anterior para ir definiendo el sistema a través de los distintos casos de uso que se pueden encontrar. Se mantendrá la estructura del capítulo anterior, excepto en el análisis del apartado de señalización que se ha subdividido con el fin de diferenciar los distintos escenarios posibles, según el tipo de elemento que se esté señalizando.

Los conceptos fundamentales en la definición de los casos de uso son el actor y el escenario.

Se entiende por actor cualquier entidad que sea capaz de interactuar con otra siguiendo unas pautas de comportamiento. En el caso del sistema objeto de estudio, los actores serán tanto los técnicos definidos en el capítulo anterior como el propio sistema.

Se entiende por escenario una secuencia de acciones e interacciones específicas entre los actores y el sistema objeto de análisis. Es una coyuntura particular de empleo del sistema.

Así pues, se entiende por caso de uso la colección de escenarios, seguidos de forma correcta o con la concurrencia de errores, que describen cómo utilizan los actores al sistema para alcanzar un objetivo.

Siguiendo las recomendaciones de (www.usecases.org) se ha dividido el estudio de cada caso de uso en los siguientes apartados:

- **Actor principal:** es el que emplea los servicios del sistema para conseguir un objetivo. Es conveniente especificarlo para ver quién está interactuando con el sistema.

- **Partes interesadas e intereses:** esta lista es muy importante ya que delimita lo que el sistema debe proporcionar. El sistema debe satisfacer las necesidades de las partes interesadas reflejadas en el escenario.
- **Condiciones iniciales:** todas las condiciones que se deben cumplir antes de comenzar el escenario en el caso de uso. El sistema presupone que se cumplen sin la necesidad de comprobarlo.
- **Condiciones finales:** las condiciones que se deben cumplir cuando se complete con éxito el caso de uso.
- **Escenario principal o flujo básico:** describe el camino normal que satisface los intereses de todas las partes interesadas. No se han incluido ni condiciones ni ramas, pues se representan como flujos alternativos.
- **Extensiones o flujos alternativos:** son muy importantes, ya que indican todos los escenarios o ramas alternativas al camino principal, tanto en el caso de error como de funcionamiento normal.

Las extensiones se pueden considerar como ramas del flujo principal. Por esta razón, en su notación se hará referencia a la rama del flujo principal del que descienden.

Las extensiones tienen siempre dos partes: la condición, que es algo que el actor o el sistema pueden detectar, y su manejo, que es cómo actúa el sistema ante esta condición.

- **Requisitos especiales:** en algunos casos puede ser interesante registrar, con el caso de uso, algún requisito no funcional, algún atributo o alguna restricción específica del caso de uso.
- **Variaciones de datos y de tecnología:** generalmente es necesario tener en cuenta cómo solucionar un problema. No es el objeto del estudio de los casos de uso el dar estas soluciones, aunque es interesante llevar el registro de estas propuestas.
- **Frecuencia de aparición:** el número de veces que se puede encontrar el escenario durante el funcionamiento normal.

- **Cuestiones pendientes:** apuntes pendientes de tratar en una versión o iteración posterior.

Tal y como se dice en (Jalote, 2005), una parte fundamental del análisis es el estudio de los eventos de entrada y salida de entre los distintos actores y él. La forma propuesta de análisis es la realización de diagramas de secuencia UML, basados en las acciones definidas en los casos de uso. Esto es así, ya que se puede considerar que un diagrama de secuencia es la herramienta que permite ilustrar, de forma rápida y sencilla, la entrada y salida de los eventos relacionados con el sistema analizado.

Por esta razón, una vez finalizado el estudio de los casos de uso, se añadirán los diagramas de secuencia relacionados con los mismos.

En todo caso, no se han realizado los diagramas de secuencia para todos los escenarios definidos en los casos de uso. Se han eliminado las acciones similares a otras comentadas anteriormente, para evitar repeticiones innecesarias que compliquen el análisis.

Por último, se presentará un resumen con los eventos tratados en los diagramas de estado. Estos eventos servirán de base para la realización del prototipo.

6.2. Caso de uso 1: Definición de superficies

El caso de uso inicial es el que define los contornos de todas las zonas significativas de la edificación, diferenciando cada tipo según sus propiedades específicas y su información relacionada.

Se parte del principio de que el plano ya está definido. Generalmente lo proporciona el arquitecto o la ingeniería que realiza el resto de instalaciones. En caso contrario, el programa de diseño asistido por ordenador sobre el que se ejecuta el sistema es capaz de proporcionar las herramientas necesarias para realizar este trabajo.

Es fundamental la correcta definición de las superficies, ya que afectan de forma directa a cada una de las fases de trabajo posteriores. Aunque estas superficies se deben poder editar en cualquier momento, su modificación afectará a los elementos relacionados, siendo necesaria una posterior revisión de los mismos.

Actor principal

Técnico A, encargado de la definición de la geometría de la edificación.

Partes interesadas e intereses

- Técnico A: necesita definir las zonas de la edificación de forma rápida y correcta, teniendo en cuenta toda la información necesaria para aplicar en los criterios de diseño especificados por la legislación. En la medida de lo posible aprovechará toda la información proporcionada por el plano original. Para ello deberá establecer la escala de trabajo, de forma que se pueda trabajar con el sistema sin modificar el plano de partida.
- Técnico B: debe encontrarse las zonas correctamente definidas para poder establecer las bases para la señalización. Necesitará buscar e identificar las distintas zonas, conociendo su información para poder

realizar su trabajo sobre ellas. No necesitará saber la escala de trabajo con el plano, ya que el sistema será el encargado de realizar las conversiones necesarias para que el técnico trabaje siempre en las mismas unidades.

- Técnicos C, D y E: deben poder buscar e identificar las zonas definidas, así como extraer la información necesaria sin tener en cuenta la escala a la que se encuentra el plano original.

Condiciones iniciales

Se parte del plano ya dibujado, sin requisitos especiales sobre características de ejecución, esto es, el plano inicial puede estar dibujado a cualquier escala, haber utilizado cualquier criterio para la gestión de capas, bloque, elementos de dibujo, etc. Esto no es un criterio sino que tiene en cuenta una realidad: cada estudio, oficina o técnico utiliza siempre su criterio, que no tiene por qué corresponderse con ninguna norma establecida.

Condiciones finales

El plano debe tener definidas todas las zonas precisas, con toda la información necesaria para las posteriores fases del trabajo.

Escenario principal

1. El técnico A abre el plano.
2. El técnico A establece la escala a la que se encuentra el plano y las unidades que prefiere utilizar en la interfaz del sistema.
3. El técnico A define el contorno de los edificios y les asigna un nombre y el uso previsto.
4. El técnico A define el contorno de los establecimientos y les asigna un nombre y el uso previsto.
5. El técnico A define el contorno de los locales y/o lugares de trabajo y les asigna un nombre, su altura y el uso previsto.

6. El técnico A decide el nivel de riesgo de los locales, a partir de su superficie, volumen, uso del local y uso del edificio o establecimiento en el que se encuentran. El sistema le proporciona la información necesaria.
7. El técnico A define los sectores de incendio y les asigna un nombre. Para ello necesita conocer las superficies de las zonas y consultar el uso del edificio o establecimiento.
8. El técnico A establece la ocupación de cada zona, así como la ocupación prevista del edificio.

Extensiones

1a. El plano no está dibujado.

1. Se dibuja el plano utilizando las herramientas del programa de diseño asistido por ordenador.

2a. La escala y las unidades ya están definidas en el plano.

1. El sistema las lee del plano.

2b. La escala y/o las unidades no son las correctas.

1. El técnico A las puede cambiar guardando el nuevo valor en el plano.

3-7a. No se define algún tipo de zona.

1. No es necesario definir ningún tipo de zona en concreto para las fases posteriores, incluso deberá ser posible utilizar el sistema sin zonas definidas, aunque parece que no tiene sentido utilizar el sistema en ese caso.

3-8b. Hay que modificar algún parámetro de las zonas.

1. Se modificarán el contorno y las propiedades de las zonas.

5c. El técnico detecta islas que dificultan la visión de las señales.

1. El técnico define islas dentro de las superficies.

6c. El técnico necesita establecer el nivel de riesgo del local.

1. El técnico consulta al sistema la superficie del local.
2. El técnico consulta al sistema el volumen del local .
3. El técnico consulta al sistema el uso del local y el uso del edificio o establecimiento en el que se encuentran.
4. El técnico decide el nivel de riesgo.

7c. El técnico necesita definir el contorno de los sectores de incendio.

1. El técnico consulta al sistema la superficie de las zonas.
2. El técnico consulta al sistema el uso del edificio o establecimiento en el que se encuentran.
3. El técnico decide el contorno de los sectores de incendios .

8a. No se calcula la ocupación de las zonas.

1. No se almacena el valor.

8c. El técnico necesita calcular la ocupación de los locales y del edificio o establecimiento.

1. El técnico consulta al sistema la superficie de las zonas.
2. El técnico consulta al sistema el uso del edificio o establecimiento en el que se encuentran.
3. El técnico decide la ocupación de cada zona, según la tabla 2.1 de CTE SI 3 (España, 2006a).

- El técnico calcula la ocupación del edificio sumando la ocupación de cada zona con el factor de simultaneidad apropiado.

Requisitos especiales

- Los datos se deben guardar en el plano, sin documentos ni bases de datos adjuntas.

Variaciones de datos y de tecnología

- Debe ser posible convertir entidades dibujadas en el plano en zonas, o aprovechar la geometría para crear las zonas nuevas.

Frecuencia de aparición

- Al comenzar cada plano.

Cuestiones pendientes

- La modificación de las superficies debe implicar la comprobación y regeneración de todos los elementos relacionados con ellas.

Diagramas de secuencia

Escenario principal

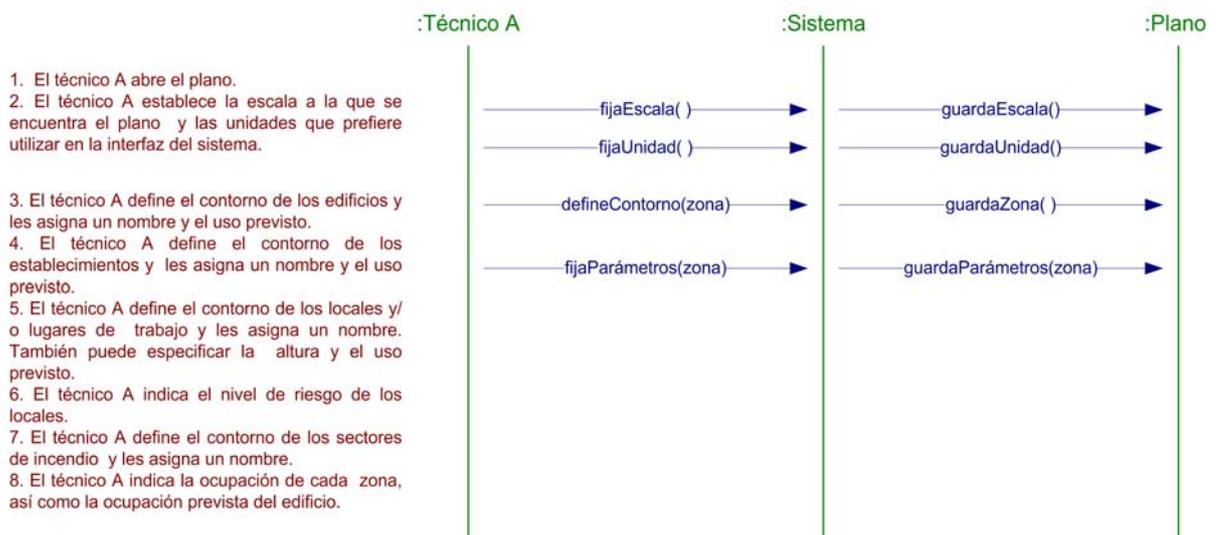


Figura 1: Caso de uso 1. Escenario principal

Los eventos destacables del escenario principal son (ver figura 1):

- El técnico establece la escala del dibujo y las unidades con las que el sistema comunicará las mediciones realizadas. Estos datos se almacenan en el plano.
- El técnico dibuja los contornos de las zonas. Estas zonas se pueden corresponder con edificios, establecimientos, locales, lugares de trabajo o sectores de incendios.
- Una vez dibujados los contornos, será posible que les añada los parámetros necesarios. Estos datos también se guardan en el plano.

Gestión de la escala y las unidades

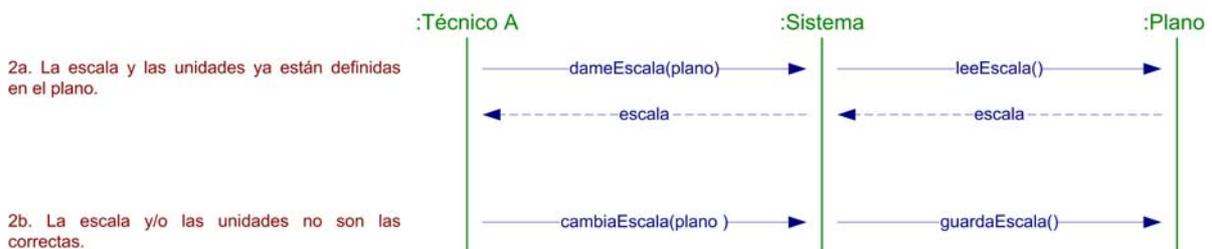


Figura 2: Gestión de la escala y las unidades

Es necesario tener en cuenta que (ver figura 2):

- Debe ser posible leer tanto la escala como las unidades empleadas.
- Debe ser posible cambiar tanto la escala como las unidades del plano. En principio, ese cambio no afectará a las entidades dibujadas en el plano hasta ese momento, únicamente se aplicará a las entidades creadas a partir de ese momento. El cambio de entidades realizadas previamente necesitará la regeneración del plano.

Definición de islas

La definición de islas se puede tratar de la misma forma que la definición de las zonas (ver figura 3):



Figura 3: Definición de islas

- El técnico define el contorno de la isla, que se almacena en el plano.

Consulta de información

Se toma como referencia la acción de tomar la decisión sobre el nivel de riesgo de un local como ejemplo de eventos necesarios para la lectura de la información de las zonas (ver figura 4).

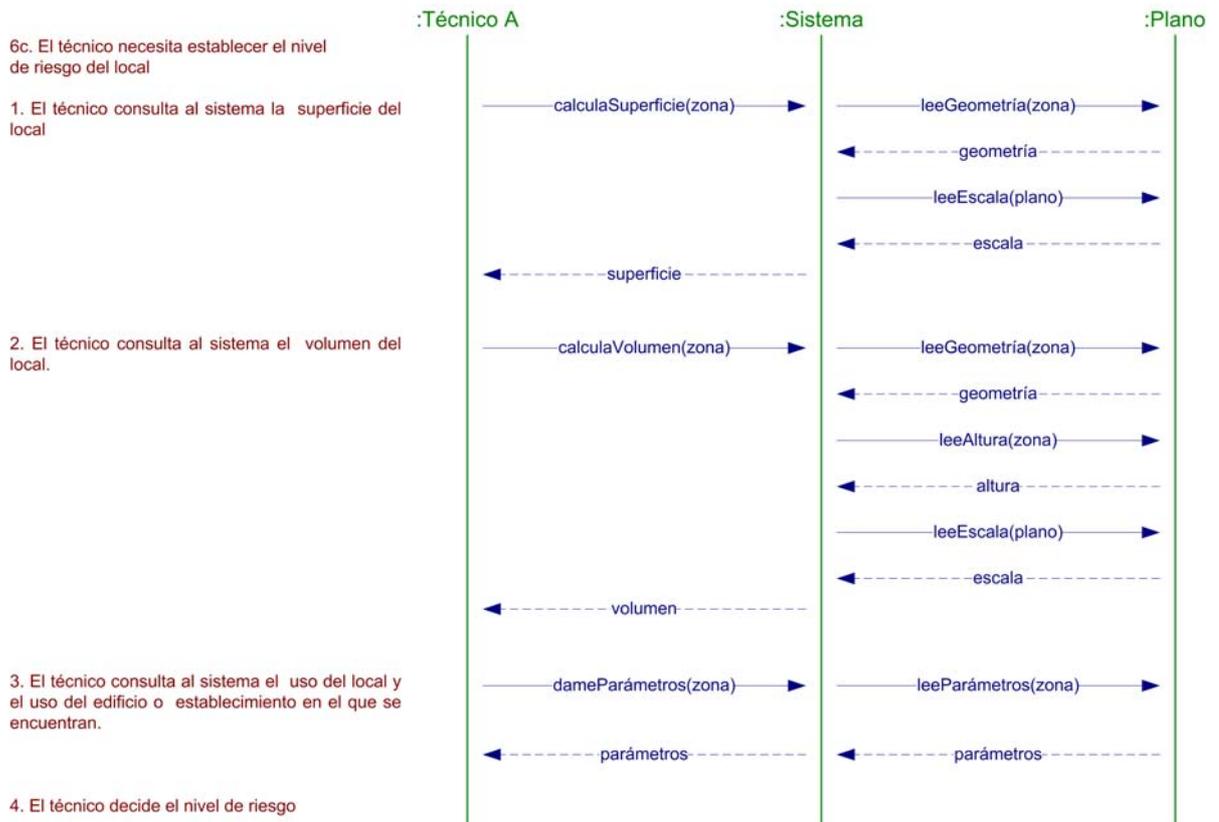


Figura 4: Definición del nivel de riesgo

- Es necesario calcular la superficie de las zonas, para lo cual será necesario leer los puntos del contorno para calcular el área comprendida.
- Es necesario leer la escala, para aplicarla al valor de la superficie calculada, así como las unidades en que se va a presentar esa información.
- Para calcular el volumen del local, será necesario leer su altura, aplicando la escala necesaria.
- También es necesario leer el uso previsto del local, para que el técnico decida el nivel de riesgo.

6.3. Caso de uso 2: Definición de vías de evacuación

Una vez definidas las distintas zonas en el edificio o establecimiento, el caso de uso siguiente plantea la definición de los recorridos y salidas de evacuación sobre el plano, como punto de partida a su posterior señalización.

Actor principal

Técnico B, encargado de establecer las bases para la señalización.

Partes interesadas e intereses

- Técnico B: necesita poder definir las salidas sobre el plano, así como el tipo de salida del que se trata. También necesita definir los recorridos de evacuación, para lo que necesita comprobar la longitud de las distintas vías de evacuación desde cualquier origen de evacuación hasta la salida más próxima. Para decidir el número de salidas y la anchura de los recorridos, necesita leer los datos de la ocupación y superficie de las zonas.
- Técnico C: las vías de evacuación y las salidas deben estar definidas correctamente para su posterior señalización. Es importante la correcta definición del tipo de salida puesto que la señalización es diferente en cada caso. También debe poder medir distancias a las salidas para indicar los sentidos de evacuación.

Condiciones iniciales

Estará definido el edificio o establecimiento, así como sus salidas.

Las zonas deben estar delimitadas. Según el propósito del proyecto, también estarán definidos los sectores de incendios, locales de riesgo, etc.

Se debe conocer el uso y la ocupación prevista de las zonas.

Condiciones finales

Se han definido correctamente los recorridos y salidas de evacuación.

Escenario principal

1. El técnico B define donde se encuentran las salidas sobre el plano, especificando el tipo de salida de que se trata. También debe especificar la anchura de la salida.
2. El técnico B define el recorrido de las vías de evacuación, uniendo todos los orígenes de evacuación posibles con las salidas, comprobando las distancias máximas a las salidas y las anchuras mínimas de los recorridos.
3. El técnico B comprueba las distancias a las salidas desde cualquier punto de los recorridos de evacuación.
4. El técnico B comprueba la anchura de las vías y las salidas de evacuación.

Extensiones

- 1a. El técnico B necesita calcular el número y la anchura de las salidas.
 1. Consulta tabla 3.1 del CTE-SI 3.
 2. Calcula superficie de las zonas.
 3. Hace estimaciones de la longitud de los recorridos de evacuación posibles.
- 2a. El técnico B necesita establecer la anchura mínima y la distancia máxima de los recorridos.
 1. El técnico consulta al sistema la superficie de las zonas.
 2. El técnico consulta al sistema la ocupación de las zonas.

3. El técnico consulta la tabla 4.1 del CTE SI 3.

3a. Las distancias de los recorridos son excesivas.

1. El técnico B modifica el trazado de las vías de evacuación.

3b. Las distancias de los recorridos son excesivas y es necesario definir nuevas salidas de evacuación.

1. El técnico B define otras salidas.

2. El técnico B reconfigura los recorridos de evacuación.

3c. El recorrido de evacuación no termina en una salida.

1. El sistema debe avisar y dar un mensaje de error.

4a. Las anchuras de los recorridos son menores que las permitidas.

1. El sistema debe avisar y dar un mensaje de error.

Requisitos especiales

Conocer el punto más alejado de las salidas (en rutas de dos salidas).

Variaciones de datos y de tecnología

En la medida de lo posible, sería interesante que se definieran las rutas de evacuación de forma automática.

Frecuencia de aparición

Alta. Es necesario definir correctamente las vías de evacuación para señalarlas luego correctamente.

Cuestiones pendientes

Enlazar recorridos de evacuación, esto es, que un recorrido de evacuación pueda terminar en otro recorrido y no en una salida.

Diagramas de secuencia

Escenario principal

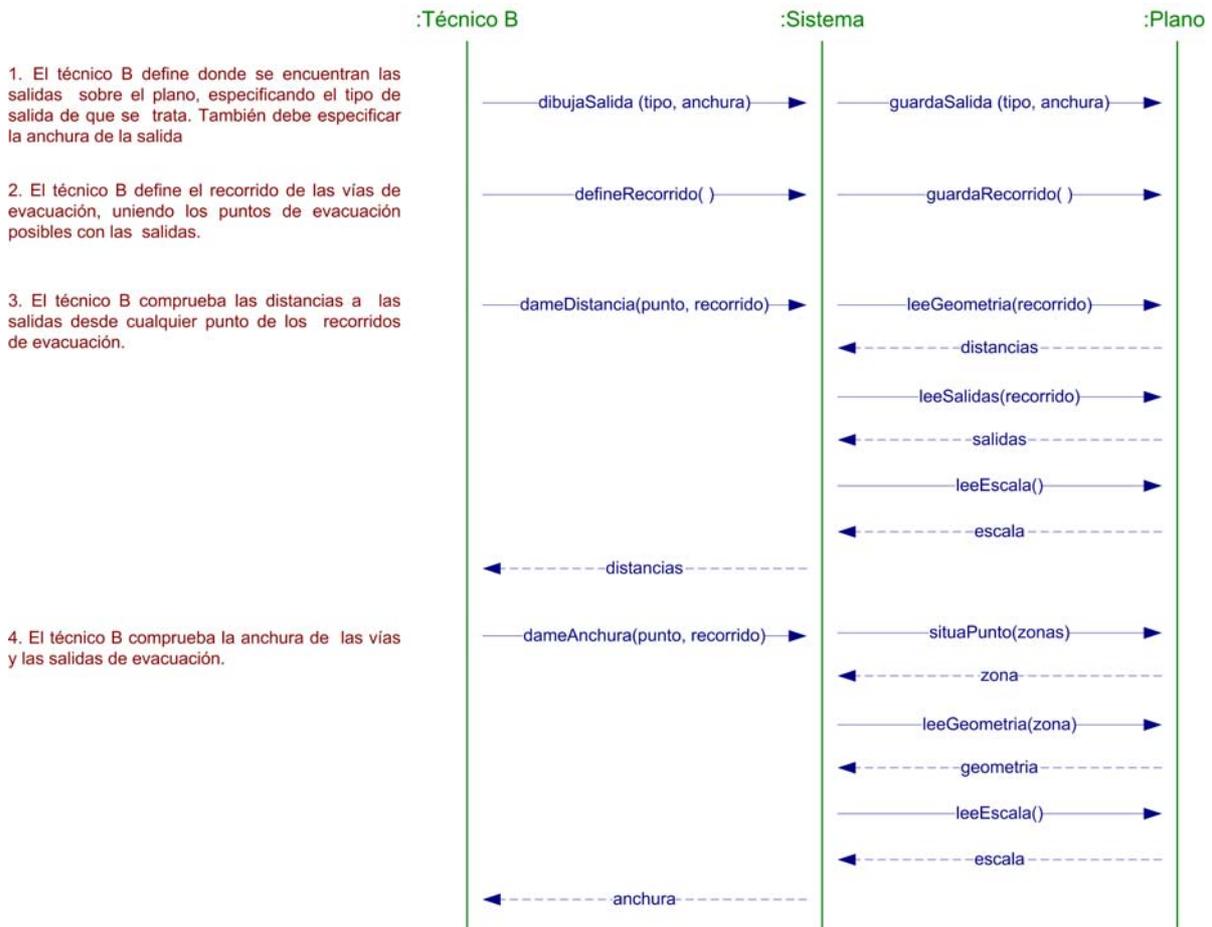


Figura 5: Caso de uso 2. Escenario principal.

Los eventos principales son (ver figura 5):

- Debe ser posible dibujar las salidas sobre el plano, indicando el tipo de puerta de que se trata y, opcionalmente, su anchura. Las salidas se guardan en el plano.
- Debe ser posible definir los recorridos de evacuación, indicando sobre el plano los puntos que lo definan. Los recorridos se guardan en el plano.
- Es necesario calcular la distancia desde cualquier punto de un recorrido hasta la salida más próxima. Para ello es necesario leer las salidas que

se correspondan con los extremos del recorrido, capturar la geometría del recorrido, para ir calculando la distancia hasta el punto indicado. A esta distancia habrá que aplicarle la escala definida y presentarla en las unidades definidas en el plano.

- En necesario que el técnico pueda preguntar al sistema la anchura de las vías de evacuación en puntos concretos, de forma que, una vez indicado el punto sobre el plano, el sistema sea capaz de localizar en qué zona se encuentra y situar las paredes más próximas al punto indicado para calcular su anchura. A esta anchura habrá que aplicarle la escala definida y presentarla en las unidades definidas en el plano.

Dimensionamiento de las salidas de evacuación

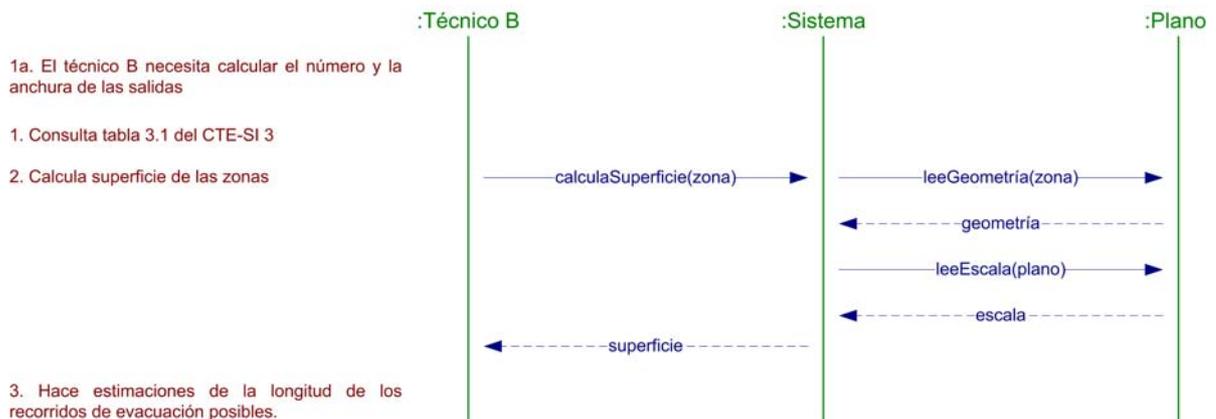


Figura 6: Dimensionamiento de las salidas de evacuación

Para el dimensionamiento de las salidas de evacuación es necesario leer la información presente en el plano para tomar las decisiones, consultando la tabla 3.1 del (España, 2006a) (ver figura 6).

- Se necesita leer las superficies de las zonas, aplicando la escala del plano además de presentar la información en las unidades especificadas.
- Es necesario también poder realizar mediciones de distancias sobre el plano, para estimar primero y comprobar después las longitudes de los posibles recorridos de evacuación.
- La consulta del Código Técnico de la Edificación se realizará de forma externa al sistema.

Consulta de información

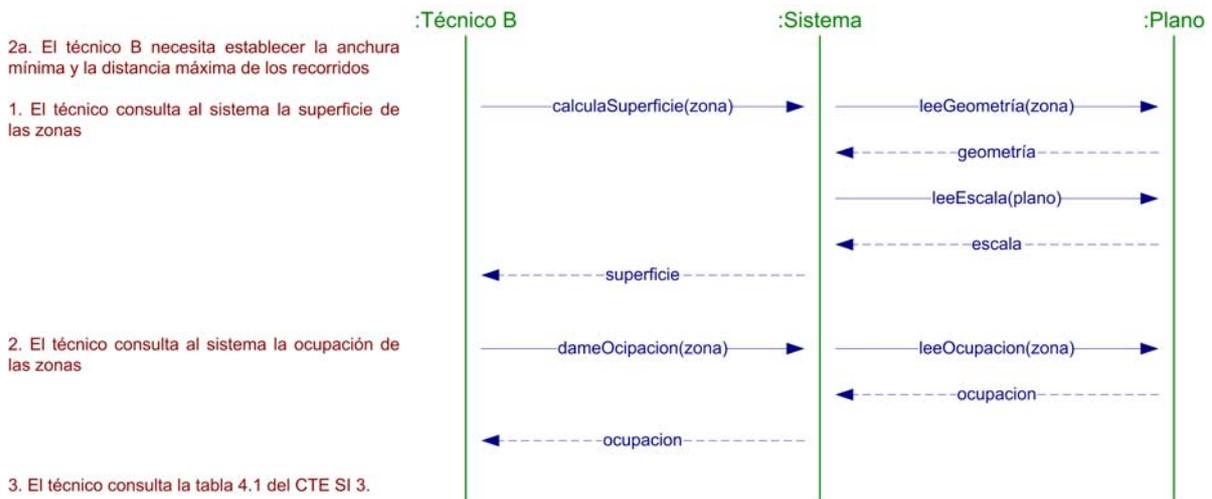


Figura 7: Consulta de información

Para establecer la anchura mínima y la distancia máxima es necesaria la consulta de la información del plano para la toma de decisiones (ver figura 6).

- Se necesita leer las superficies de las zonas, aplicando la escala del plano además de presentar la información en las unidades especificadas.
- Se consulta la ocupación de las zonas. Naturalmente, es necesario que antes se haya completado esta información.

Cambio de los recorridos

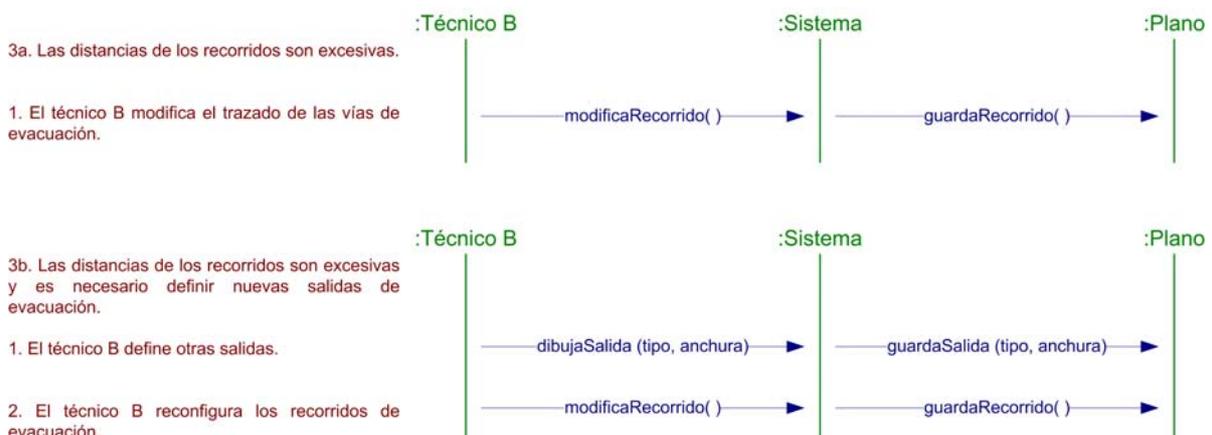


Figura 8: Cambio en los recorridos

Debe ser posible la modificación de los recorridos (ver figura 7):

- Si el recorrido no es el correcto, debe ser posible modificar su trazado.
- Si es necesario, debe ser posible añadir nuevas salidas y adaptar el recorrido los recorridos existentes a la nueva configuración.

Comprobación del diseño

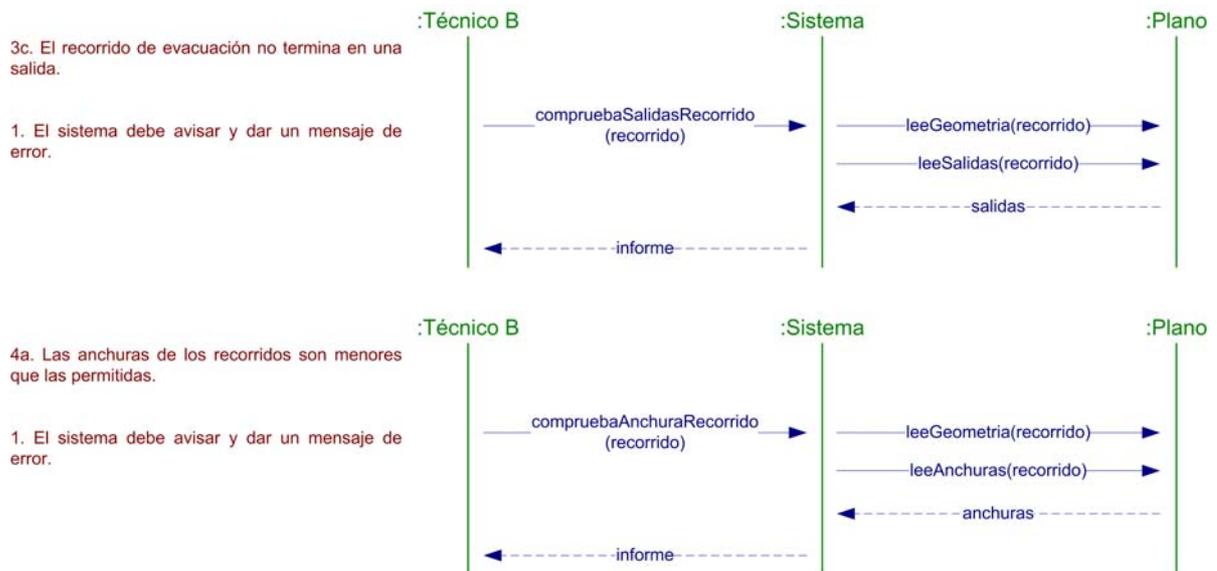


Figura 9: Comprobación del diseño

En la medida de lo posible, es recomendable que el sistema realice comprobaciones, aunque únicamente sea de partes concretas de la instalación, partiendo de la información disponible en el plano (ver figura 8).

- Es imprescindible que los recorridos finalicen en una salida de emergencia. En caso contrario, el sistema deberá dar un aviso.
- En la medida de lo posible, y teniendo en cuenta la complejidad que eso conlleva, también es recomendable comprobar la anchura de las vías de evacuación buscando puntos en los que esa anchura sea menor que la permitida. Si se encuentran, el sistema deberá dar un aviso.

6.4. Caso de uso 3: Dotación contra incendios

En este caso de uso se añadirán los equipos de la dotación contra incendios en el edificio o establecimiento.

Aunque es responsabilidad del técnico la decisión sobre el tipo y el número de equipos a incluir en la dotación contra incendios, el sistema debe proporcionarle la información necesaria para que tome esa decisión.

Actor principal

Técnico B, encargado de establecer las bases para la señalización.

Partes interesadas e intereses

El técnico B necesita tener la información necesaria para poder situar los equipos de protección contra incendios. Es necesario que acceda a un catálogo de equipos para elegir el apropiado.

El técnico C necesita tener localizados todos equipos de la dotación contra incendios para poder señalarlos correctamente.

Condiciones iniciales

Según el nivel de complejidad del proyecto, debe cumplirse, de forma simultánea las siguientes condiciones:

- Las zonas deben estar definidas
- El uso del edificio debe estar definido.

Condiciones finales

Los equipos estarán colocados en el plano.

Escenario principal

1. El técnico B identifica el punto en el que colocar el equipo de la dotación contra incendios.
2. El técnico B accede al catálogo comercial de equipos contra incendios y elige el apropiado.
3. El técnico B indica en el plano la posición del equipo.
4. El técnico B comprueba la instalación.

Extensiones

1a. El técnico B debe decidir la dotación de protección contra incendios.

1. El técnico B consulta al sistema las superficies de las zonas.
2. El técnico B consulta al sistema la distancia entre equipos.
3. El técnico B consulta al sistema el uso del edificio.
4. El técnico B consulta la tabla 1.1 del CTE SI 4.
5. El técnico B decide los equipos a colocar.

2a. El técnico B no encuentra un modelo concreto de equipo en el catálogo.

1. El técnico B elige un equipo genérico.

Requisitos especiales

El catálogo debe tener establecida una relación entre los equipos comerciales y su representación sobre el plano.

Debe ser posible elegir elementos genéricos, sin referencia a fabricante.

Variaciones de datos y de tecnología

- Definir las tablas necesarias en una base de datos con los equipos de protección contra incendio disponibles en el mercado.
- Enlazar esta información con sus señales correspondientes.

Frecuencia de aparición

Media. No es el objetivo del sistema pero, puesto que puede servir de base para la señalización, será necesario tenerlo en cuenta.

Cuestiones pendientes

Acceder al listado de equipos de protección contra incendios.

Diagramas de secuencia

Escenario principal

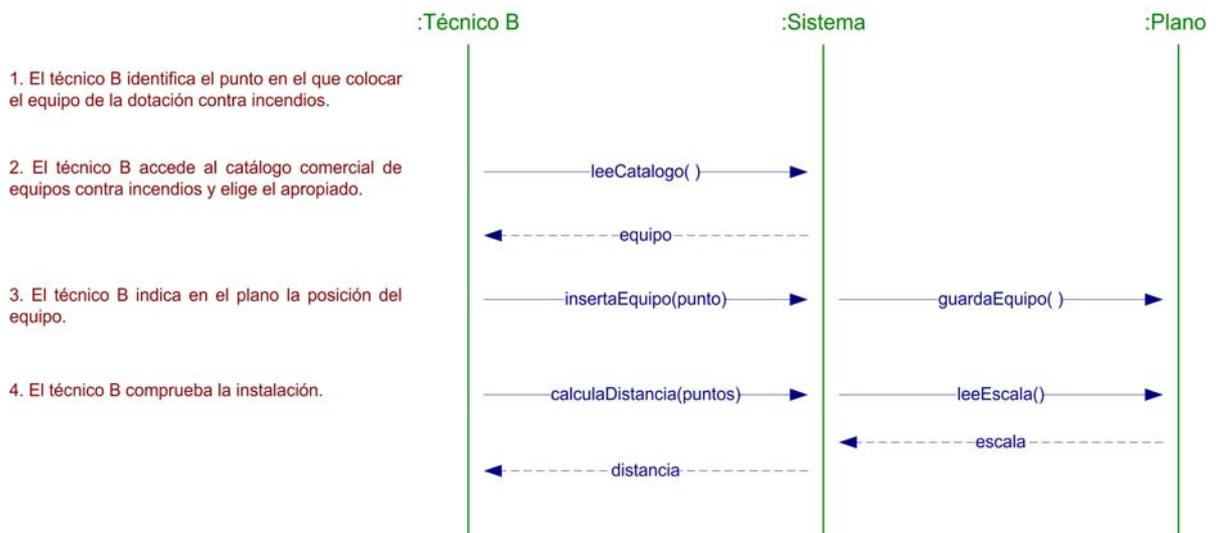


Figura 10: Caso de uso 3. Escenario principal

El escenario principal representa la inserción de los equipos en el plano (ver figura 10):

- Debe ser posible acceder al catálogo y seleccionar el equipo a insertar. Del catálogo se deben leer los datos necesarios para su representación.

- Una vez elegido el equipo, se debe poder insertar sobre el plano todos los símbolos del equipo que sean necesarios.
- Para comprobar la instalación, debe ser posible el calculo de distancias entre equipos, aplicando la escala del plano y formateando la salida según las unidades especificadas.

Toma de decisiones sobre la dotación contra incendios

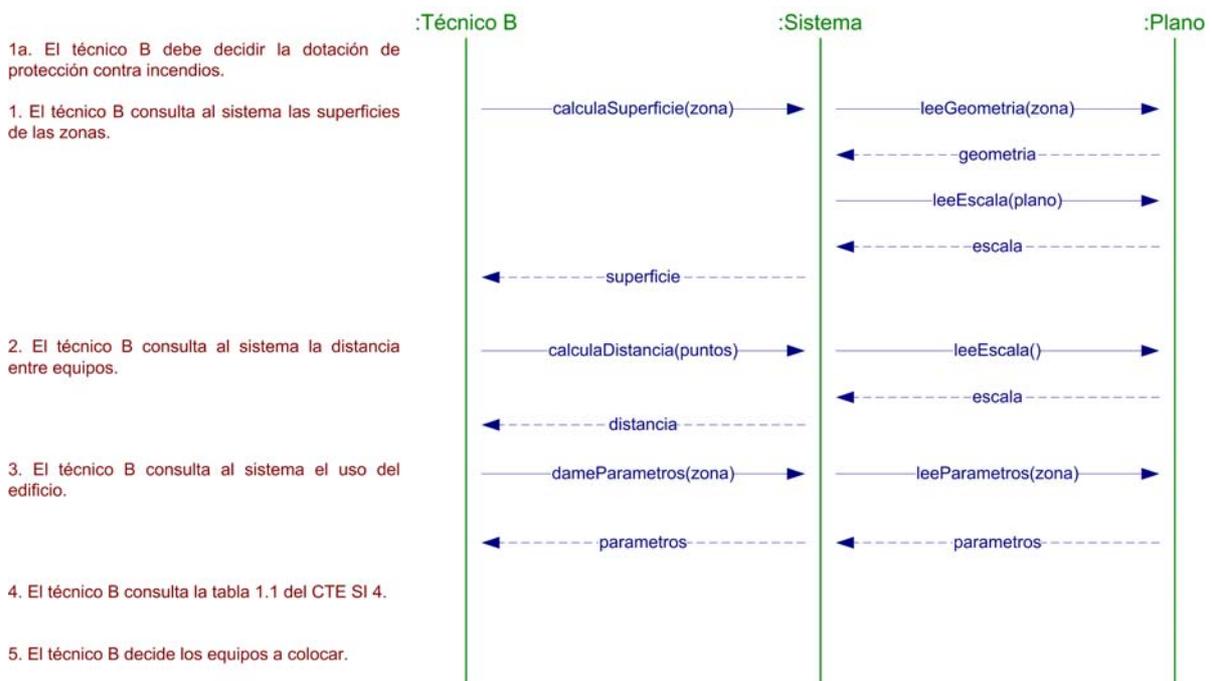


Figura 11: Caso de uso 3. Toma de decisiones sobre la dotación contra incendios

Para la toma de decisiones se debe leer la información del plano antes de consultar la tabla 1.1 del (España, 2006a) (ver figura 11):

- Es necesario consultar la superficie de las zonas y la distancia entre equipos, aplicando la escala del plano y formateando el resultado según las unidades especificadas en el plano.
- Es necesario conocer el uso previsto del edificio, información que se ha debido introducir previamente en el plano.
- La consulta del Código Técnico será externa al sistema.

6.5. Caso de uso 4: Definición de riesgos

Este caso de uso añade información sobre los riesgos, peligros y prohibiciones que puedan darse en un local.

Aunque parece más sencillo señalar directamente sobre el plano, es interesante tenerlo en cuenta ya que puede ser de utilidad en el caso en el que quién indica el riesgo es una persona distinta a quién lo señala.

Actor principal

Técnico B, encargado de establecer las bases para la señalización.

Partes interesadas e intereses

El técnico B necesita indicar todos los riesgos, peligros o prohibiciones que se puedan encontrar en un local, con el fin de que sea señalado, posteriormente, de forma correcta.

El técnico C necesita conocer todos los riesgos, peligros y prohibiciones presentes en los locales para señalarlos correctamente.

Condiciones iniciales

Los locales deben estar definidos en el plano.

Condiciones finales

Los locales que lo precisen, deben tener la información necesaria sobre los riesgos, peligros y prohibiciones que contengan.

Escenario principal

1. El técnico B identifica el local.

2. El técnico B indica el riesgo, peligro o prohibición relacionado con el local.

Extensiones

2a. El técnico B debe decidir sobre el riesgo, peligro o prohibición a indicar.

1. El sistema proporciona un listado de riesgos, peligros y prohibiciones.

Requisitos especiales

El listado de riesgos, peligros y prohibiciones debe estar relacionado con el catálogo de señales.

Variaciones de datos y de tecnología

- Debe ser posible revisar dónde señalar el riesgo, peligro o prohibición, para comprobar desde donde será visible.
- Definir las tablas necesarias en una base de datos con los riesgos, peligros y prohibiciones.
- Relacionar los riesgos, peligros y prohibiciones de la base de datos con las señales apropiadas.

Frecuencia de aparición

Baja. Es más rápido realizar la señalización de forma directa.

Cuestiones pendientes

- Realizar búsquedas en el plano de riesgos, peligros o prohibiciones concretos.
- Acceder al listado de riesgos, peligros y prohibiciones.

Diagramas de secuencia

Escenario principal

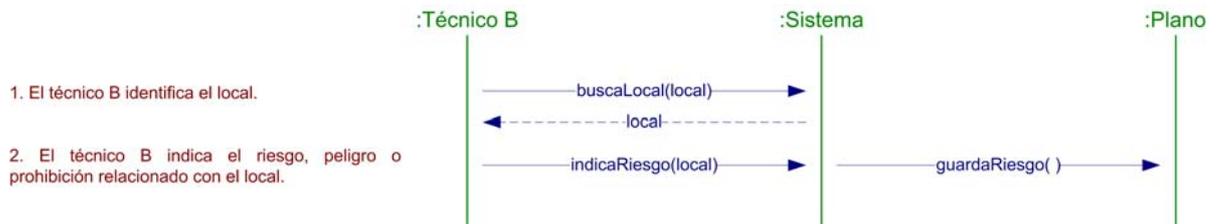


Figura 12: Caso de uso 4. Escenario principal

Para indicar los riesgos, peligros y prohibiciones de un local, es necesario (ver figura 12):

- Localizar el local en el plano, preferiblemente por su nombre.
- Añadir a la información del local el riesgo, peligro o prohibición deseado. Debe ser posible añadir todos los riesgos, peligros y prohibiciones a los locales sin limitaciones.

Consulta de riesgos

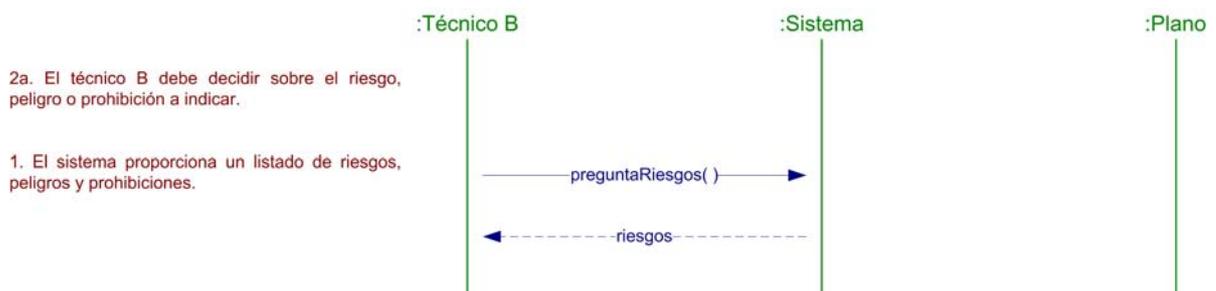


Figura 13: Consulta de riesgos

Para añadir un riesgo, peligro o prohibición a un local (ver figura 13):

- Es recomendable contar con un listado de riesgos, peligros y prohibiciones para elegirlos de una lista. De esta manera se conseguirá mantener la integridad de la información.

6.6. Caso de uso 5: Señalización de vías de evacuación

En este caso de uso se añaden las señales necesarias para facilitar la evacuación de los edificios o establecimientos. Es el caso más complejo, ya que las señales interactúan con todos los elementos del plano.

Se han agrupado las acciones según qué parte de la vía de evacuación señalizan. Así, se puede diferenciar:

- Salidas de evacuación, tanto habituales como de emergencia.
- Recorridos de evacuación.
- Puertas y alternativas sin salida.

Actor principal

Técnico C, encargado de la señalización.

Partes interesadas e intereses

El técnico C debe ser capaz de localizar las salidas de evacuación, diferenciando el tipo de salida, tanto si es salida habitual como de emergencia. Debe poder identificar también las rutas de evacuación, conociendo en cada uno de sus puntos el sentido de evacuación correcto, comprobando la distancia mínima a cada salida. También debe ser capaz de señalizar las salidas de evacuación, asignando la señal apropiada según el tipo de salida de que se trate.

El técnico C debe ser capaz de señalizar el sentido óptimo de evacuación de cada uno de los recorridos, conociendo la distancia de cada punto a las salidas de evacuación.

El técnico E debe poder contabilizar las señales existentes en el plano, situándolas sobre la zona correspondiente del plano.

El usuario de la edificación debe ser capaz de identificar directamente las salidas de evacuación, si alguna es visible desde su posición. En caso contrario, el usuario debe ser capaz de dirigirse hacia la salida más próxima sin ningún tipo de duda, siguiendo las rutas de evacuación indicadas.

Condiciones iniciales

Deben estar situadas las salidas de evacuación, diferenciadas las salidas habituales de las de emergencia.

Además deben estar también correctamente definidas las rutas de evacuación, concluyendo alguno de sus extremos en una salida de evacuación.

Condiciones finales

Deben quedar señalizadas todas las salidas de evacuación, diferenciando las de emergencia de las habituales. Además deben estar señalizados todos los recorridos de evacuación, con los sentidos de evacuación correctamente establecidos y con las indicaciones necesarias para evitar errores de interpretación.

Escenario principal

1. El técnico localiza las salidas, tanto de emergencia como las habituales.
2. El técnico C pregunta al sistema el tipo de puerta de que se trata.
3. El técnico C accede al catálogo comercial y elige la señal apropiada.
4. El técnico C indica la situación de la señal en el plano.
5. El sistema dibuja el símbolo de la señal designada y guarda los parámetros de la señal.

6. El sistema dibuja el área de cobertura de la señal, teniendo en cuenta el contorno de la zona y los parámetros de la señal, como dimensiones, distancia de observación, etc.
7. El técnico C comprueba si el área de cobertura de la señal es suficiente.
8. El técnico C accede al catálogo para elegir una señal que indique la dirección y el sentido de evacuación.
9. El técnico C sitúa la señal sobre el plano.
10. El sistema busca la ruta de evacuación donde se encuentra la señal y decide el sentido que debe indicar la señal de evacuación calculando la mínima distancia hacia la salida, cambiando la señal elegida, si es necesario.
11. El sistema dibuja el símbolo de la señal designada y guarda los parámetros de la señal.
12. El sistema dibuja el área de cobertura de la señal, teniendo en cuenta el contorno de la zona y los parámetros de la señal, como dimensiones, distancia de observación, etc.
13. El técnico C comprueba el área de cobertura.
14. El técnico C busca intersecciones en los que los ocupantes deben elegir entre varias alternativas para evitar las confusiones.
15. El técnico C accede al catálogo para elegir una señal que indique la dirección y el sentido de evacuación.
16. El técnico C sitúa la señal sobre el plano.
17. El sistema busca la ruta de evacuación donde se encuentra la señal y decide el sentido que debe indicar la señal de evacuación calculando la mínima distancia hacia la salida, cambiando la señal elegida, si es necesario.

18. El sistema dibuja el símbolo de la señal designada y guarda los parámetros de la señal.
19. El técnico C comprueba el área de cobertura.
20. El técnico C comprueba la existencia de puertas sin salida que deban ser señalizadas.
21. El técnico C accede al catálogo para elegir una señal que indique "puerta sin salida".
22. El técnico C sitúa la señal sobre el plano.
23. El técnico C comprueba el área de cobertura es suficiente o si encuentra zonas de sombra.

Extensiones

- 3a. No existe una señal comercial apropiada.
 1. El sistema ofrece al técnico C señales genéricas.
- 4a. La señal se inserta sobre la pared.
 1. El sistema calcula la orientación de la señal, paralela a la pared y orientada hacia el interior.
- 4b. La señal no se inserta sobre la pared.
 1. El sistema pregunta al técnico B la orientación de la señal.
- 7a. La situación de la señal no es la óptima y se producen considerables zonas de sombra.
 1. El técnico B desplaza la señal para minimizar las zonas de sombra.
 2. El sistema recalcula el área de cobertura.

7b. La señalización no es suficiente.

1. El técnico B inserta más señales de orientación en la vía de evacuación.

9a. La señal se inserta sobre la pared.

1. El sistema calcula la orientación de la señal, paralela a la pared y orientada hacia el interior.

9b. La señal no se inserta sobre la pared.

1. El sistema pregunta al técnico B la orientación de la señal.

10a. El sistema no encuentra una ruta de evacuación definida.

1. El sistema no cambia la señal elegida.

13a. La situación de la señal no es la óptima y se producen considerables zonas de sombra.

1. El técnico B desplaza la señal para minimizar las zonas de sombra.
2. El sistema recalcula el área de cobertura.

13b. La señalización no es suficiente.

1. El técnico B inserta más señales de orientación en la vía de evacuación.

17a. No hay ruta de evacuación definida.

1. El sistema no cambia el sentido de evacuación de la señal.

18a. La situación de la señal no es la óptima y se producen considerables zonas de sombra.

1. El técnico desplaza la señal para minimizar las zonas de sombra.

2. El sistema recalcula el área de cobertura.

23a. La situación de la señal no es la óptima y se producen considerables zonas de sombra.

1. El técnico B desplaza la señal para minimizar las zonas de sombra.

2. El sistema recalcula el área de cobertura.

Requisitos especiales

El sistema debe conocer el código de la señal que indica la dirección opuesta en cada caso.

El sistema debe ser capaz de calcular la distancia de observación de las señales según sus dimensiones.

El sistema debe ser capaz de representar correctamente las áreas de cobertura, independientemente de la complejidad de las superficies.

Variaciones de datos y de tecnología

- Definir las tablas dentro de la base de datos que contengan las señales empleadas en las vías de evacuación.
- Relacionar las señales con los distintos tipos de salidas existentes.

Frecuencia de aparición

Alta. Es el objeto principal del sistema.

Cuestiones pendientes

Definir listado de señales.

Diagramas de secuencia

Escenario principal

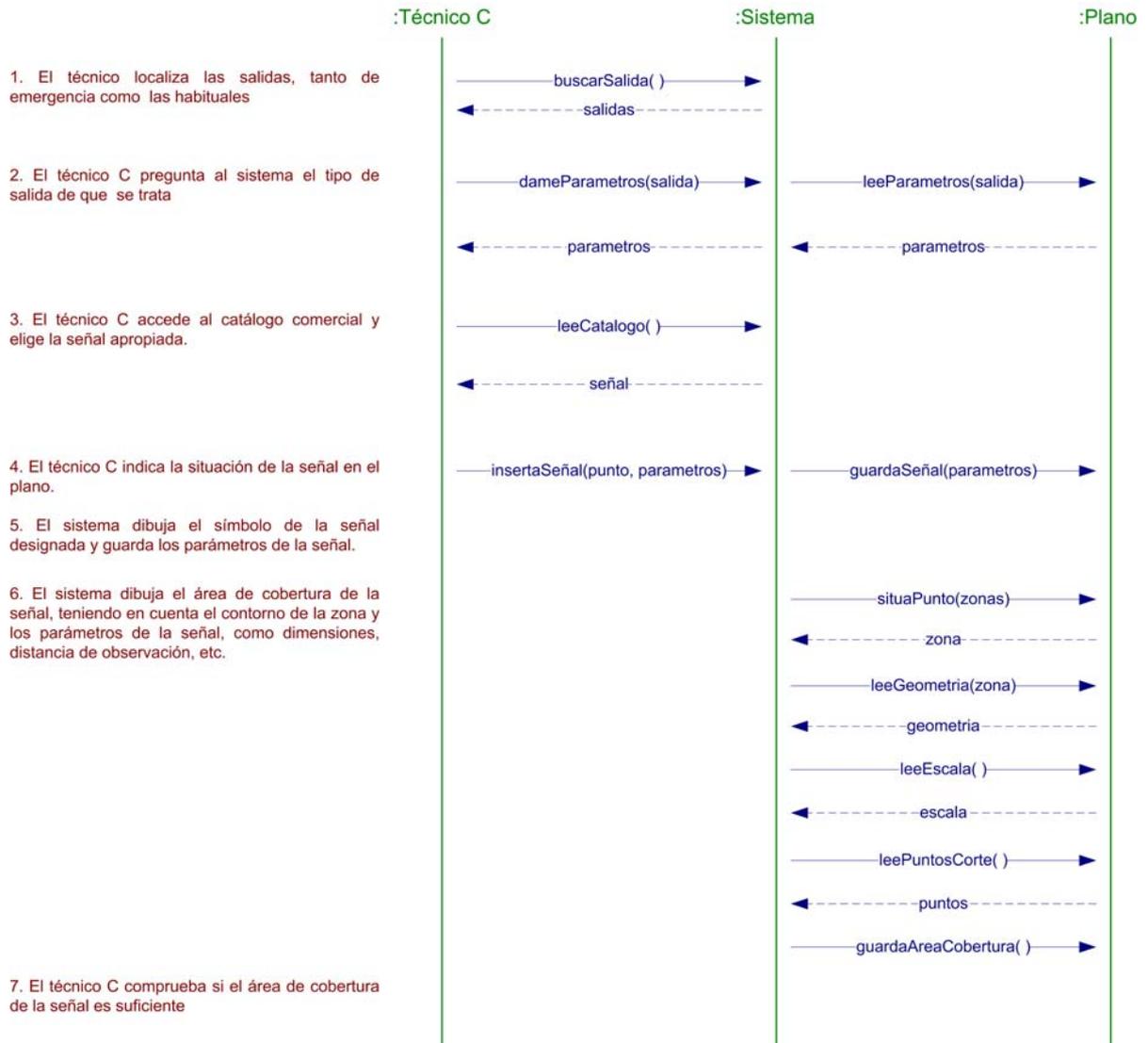


Figura 14: Caso de uso 5. Escenario principal

Inicialmente se estudia la parte del escenario principal en la que se señalizan las salidas de evacuación (ver figura 14):

- Es recomendable poder realizar una búsqueda de las salidas de evacuación a señalar.
- Es necesario leer del plano el tipo de puerta que se va a señalar.

- Conociendo el tipo de puerta de que se trata, se accede al catálogo para elegir la señal apropiada. El tipo de puerta debe establecer un filtro en la búsqueda de señal.
- Con los parámetros leídos del catálogo, se insertarán las señales sobre el plano, tantas como sea necesario.
- Con cada señal se dibujará su área de cobertura, partiendo del tipo de señal y su distancia de observación, datos leídos del catálogo. Para conformar el área de cobertura, es necesario calcular las intersecciones de los rayos del área con el contorno de la zona. El paso previo necesario consiste en situar en qué zona se encuentra la señal.
- La visualización del área de cobertura permite realizar la comprobación visual al técnico.

Casos de inserción

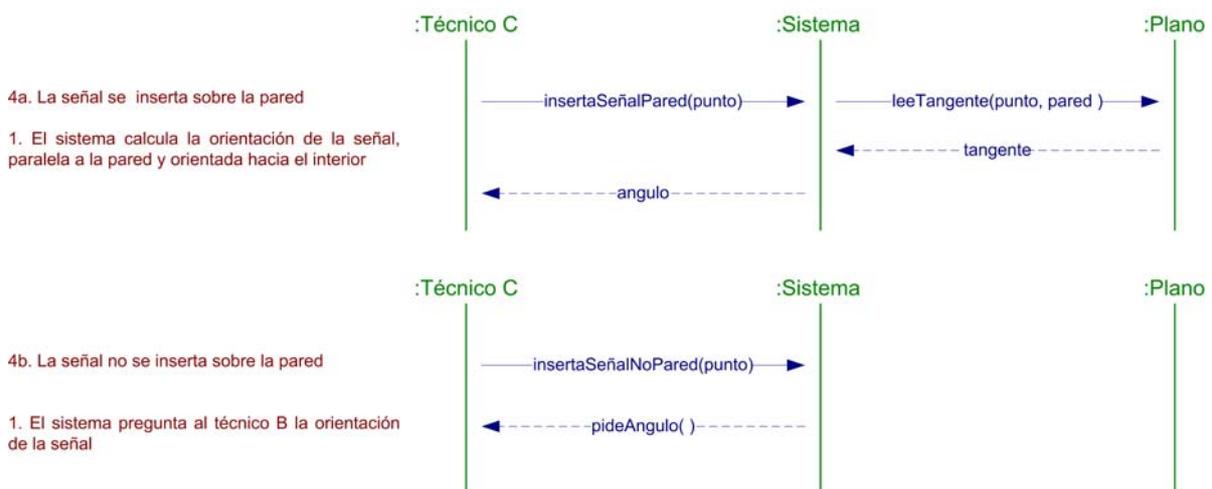


Figura 15: Casos de inserción de señales

Hay que tener en cuenta dónde se inserta la señal (ver figura 15):

- Si se inserta sobre la pared, el sistema debe calcular el ángulo de rotación de la señal para que se oriente hacia el interior.
- En caso contrario, el técnico es el que debe indicar el ángulo de rotación de forma manual.

Señales de evacuación con indicación de sentido

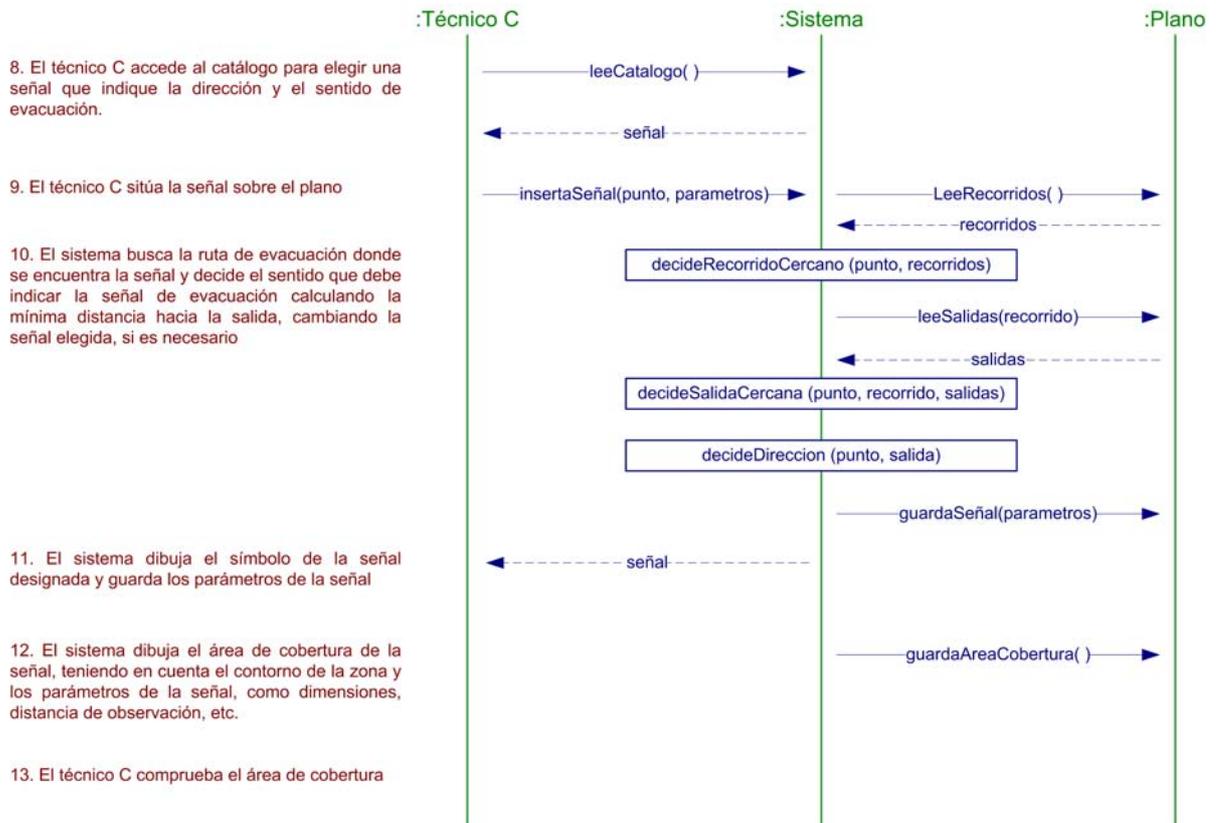


Figura 16: Señales de evacuación con indicación de sentido

Si las señales de evacuación llevan una indicación de sentido de evacuación, el sistema debe comprobar su correcta orientación (ver figura 16):

- Inicialmente, el proceso inicial es idéntico para todas las señales: se accede al catálogo para elegir la señal y se inserta sobre el plano.
- Una vez situada la señal e identificada la zona en la que se encuentra, se busca el recorrido más cercano a la señal dentro de la zona en la que se encuentra. Para ello es necesario calcular el punto, dentro del recorrido, más cercano a la señal.
- Es necesario encontrar las salidas asociadas al recorrido. Si solo hay una, el sentido está claro. Si hay una salida en cada extremo del recorrido, es necesario calcular en qué dirección se encuentra la distancia más corta hacia la salida.

- Conocido el sentido a señalizar, se adapta el código de la señal con el sentido apropiado. Si es necesario, se modifica la inserción de la señal realizada previamente.
- Se finaliza la inserción dibujando el área de cobertura.

Señalización de alternativas

El diagrama de estados de la señalización de alternativas en las vías de evacuación es similar al representado en el punto anterior, ya que también se insertan señales que indican el sentido de evacuación.

Señalización de puertas sin salida

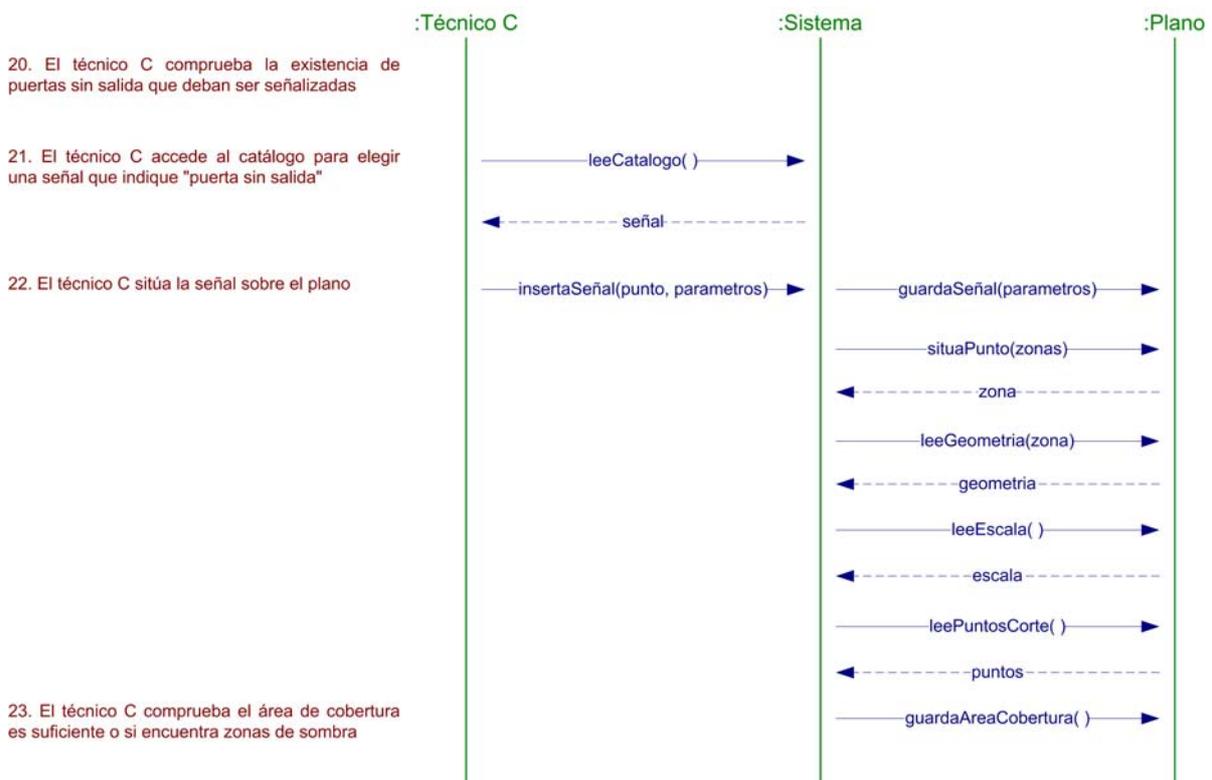


Figura 17: Puertas sin salida

La señalización de puertas sin salida, dentro de las vías de evacuación comprende (ver figura 17):

- Es necesario encontrar las puertas que no tengan salida dentro de las vías de evacuación.
- Se accede al catálogo, que presentará únicamente las señales que indiquen este tipo de salidas.
- Una vez elegida la señal, se inserta sobre el plano y se representa su área de cobertura, teniendo en cuenta las intersecciones con la zona en la que se encuentra.

6.7. Caso de uso 6: Señalización de dotación contra incendios

El caso de uso señala los equipos de la dotación contra incendios.

Es más sencillo que el caso de uso anterior, ya que tiene un sentido estático, esto es, que no es necesario indicar nada equivalente al sentido de evacuación.

Actor principal

Técnico C, encargado de la señalización.

Partes interesadas e intereses

El técnico C necesita localizar todos los equipos de la dotación de protección contra incendios para poder señalar su situación, empleando la señal adecuada dependiendo del tipo de equipo concreto.

El técnico E debe poder contabilizar las señales existentes en el plano, situándolas sobre la zona correspondiente del plano.

Condiciones iniciales

Las zonas deben estar definidas.

Los equipos de la dotación contra incendios deben estar insertados en el plano.

Condiciones finales

Los equipos de la dotación contra incendios deben estar correctamente señalizados.

Escenario principal

1. El técnico C localiza los equipos de la dotación contra incendios.
2. El técnico C pregunta al sistema el tipo de equipo de que se trata.
3. El técnico C accede al catálogo comercial y elige la señal apropiada.
4. El técnico C indica la situación de la señal en el plano.
5. El sistema dibuja el símbolo de la señal designada y guarda los parámetros de la señal.
6. El sistema dibuja el área de cobertura de la señal, teniendo en cuenta el contorno de la zona y los parámetros de la señal, como dimensiones, distancia de observación, etc.
7. El técnico C comprueba si el área de cobertura de la señal es suficiente.

Extensiones

- 1a. No hay equipos en el plano porque no forman parte del proyecto.
 1. Se insertan las señales sin tener en cuenta los equipos.
- 1b. Las áreas de cobertura de los equipos dificultan la visión.
 1. Se ocultan las áreas de cobertura de los equipos.
- 2a. El sistema es capaz de contactar con el catálogo.
 1. El sistema lee el tipo de equipo de que se trata y lo pasa al catálogo para filtrar las señales a presentar.
- 3a. No existe una señal comercial apropiada.
 1. El sistema ofrece al técnico C señales genéricas.

4a. La señal se inserta sobre la pared.

1. El sistema calcula la orientación de la señal, paralela a la pared y orientada hacia el interior.

4b. La señal no se inserta sobre la pared.

1. El sistema pregunta al técnico C la orientación de la señal.

7a. La situación de la señal no es la óptima y se producen considerables zonas de sombra.

1. El técnico C desplaza la señal para minimizar las zonas de sombra.
2. El sistema recalcula el área de cobertura.

Requisitos especiales

Deber ser posible poder controlar la visibilidad de las zonas de cobertura de las señales, para facilitar el trabajo con las demás partes del plano.

Variaciones de datos y de tecnología

- Definir las tablas en la base de datos que contengan la información sobre las señales de los equipos de protección contra incendios.
- Relacionar estas tablas con los tipos de equipos contra incendios existentes en el mercado.

Frecuencia de aparición

Alta. Forma parte del objeto del sistema.

Cuestiones pendientes

Listado con señales que se puedan insertar en el plano.

Diagramas de secuencia

Escenario principal

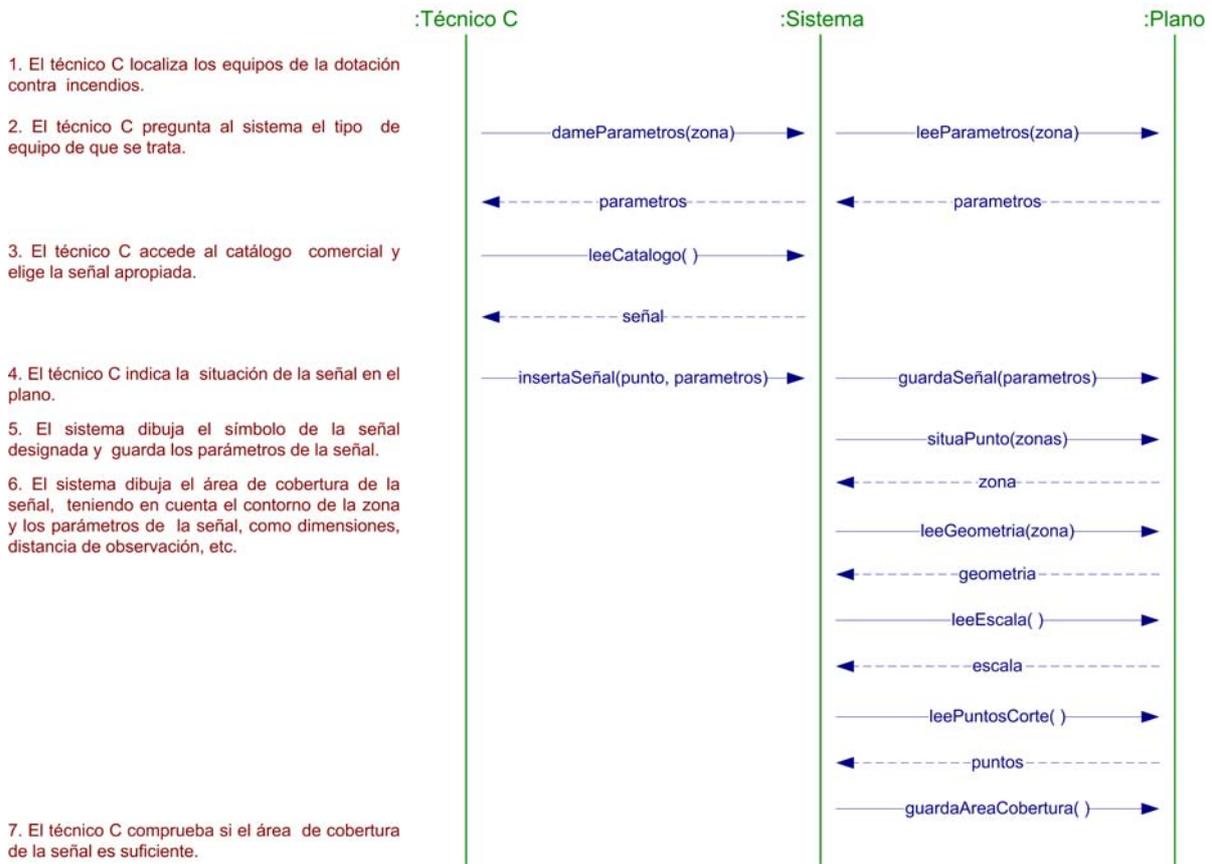


Figura 18: Caso de uso 6. Escenario principal

El diagrama de secuencia es similar al de señalización de salidas, dentro de las vías de evacuación (ver figura 18). Únicamente se diferencia en que se parte del tipo de equipo de protección contra incendios, que es el que determinará la señal a insertar desde el catálogo.

6.8. Caso de uso 7: Señalización de riesgos, peligros y prohibiciones

Este caso de uso señala los riesgos, peligros y prohibiciones determinados anteriormente en los locales.

Su principal dificultad radica en la necesidad de representar en planta las señales en el caso de que coincidan varias señales en un mismo local. En ese caso sería recomendable realizar una vista en alzado del conjunto de señales.

Además es necesario tener en cuenta que, si bien los riesgos, peligros y prohibiciones se encuentran dentro de un local determinado, su señalización debe ser visible desde los locales adyacentes.

Actor principal

Técnico C, encargado de la señalización.

Partes interesadas e intereses

El técnico C debe poder localizar los locales con riesgos, peligros y/o prohibiciones, leer los riesgos, peligros y/o prohibiciones asociados al cada local y saber elegir las señales apropiadas.

El técnico E debe poder contabilizar las señales existentes en el plano, situándolas sobre la zona correspondiente del plano.

Condiciones iniciales

Los locales deben estar definidos.

Los riesgos, peligros y prohibiciones de los locales deben estar definidos.

Condiciones finales

Los riesgos, peligros y prohibiciones de los locales deben estar correctamente señalizados.

Escenario principal

1. El técnico C localiza los locales con riesgos, peligros o prohibiciones definidos.
2. El técnico C pregunta al sistema el tipo de riesgo, peligro y/o prohibición a señalar.
3. El técnico C accede al catálogo comercial y elige la señal apropiada.
4. El técnico C indica la situación de la señal en el plano.
5. El sistema dibuja el símbolo de la señal designada y guarda los parámetros de la señal.
6. El sistema dibuja el área de cobertura de la señal, teniendo en cuenta el contorno de la zona y los parámetros de la señal, como dimensiones, distancia de observación, etc.
7. El técnico C comprueba si el área de cobertura de la señal es suficiente.

Extensiones

- 1a. No hay locales con riesgos asociados en el plano.
 1. Se insertan las señales sin tener en cuenta estos datos.
- 1b. Las áreas de cobertura de las señales existentes dificultan la visión.
 1. Se ocultan las áreas de cobertura de las señales.
- 2a. El sistema es capaz de contactar con el catálogo.

1. El sistema lee el tipo de riesgo, peligro y/o prohibición que se trata y lo pasa al catálogo para filtrar las señales a presentar.

3a. No existe una señal comercial apropiada.

1. El sistema ofrece al técnico C señales genéricas.

3b. Hay varios riesgos, peligros y/o prohibiciones asociados a un único local o zona.

1. El sistema permite acceder varias veces al catálogo.

4a. La señal se inserta sobre la pared.

1. El sistema calcula la orientación de la señal, paralela a la pared y orientada hacia el interior.

4b. La señal no se inserta sobre la pared.

1. El sistema pregunta al técnico C la orientación de la señal.

7a. La situación de la señal no es la óptima y se producen considerables zonas de sombra.

1. El técnico C desplaza la señal para minimizar las zonas de sombra.
2. El sistema recalcula el área de cobertura.

Requisitos especiales

La señal se ve desde otro local distinto al que tiene asociado el riesgo, peligro o prohibición.

Variaciones de datos y de tecnología

- Definir tablas asociadas a una base de datos en las que se definan las señales de los posibles riesgos, peligros o prohibiciones.

- Relacionar los riesgos, peligros y prohibiciones con las señales apropiadas.

Frecuencia de aparición

Alta, ya que la señalización de seguridad es el objeto principal del sistema.

Cuestiones pendientes

Posibilidad de señales con varios pictogramas.

Listado con las señales a emplear.

Posibilidad de realizar una vista en alzado de la disposición de varias señales para indicar los riesgos, peligros y prohibiciones de un local.

Diagramas de secuencia

Escenario principal

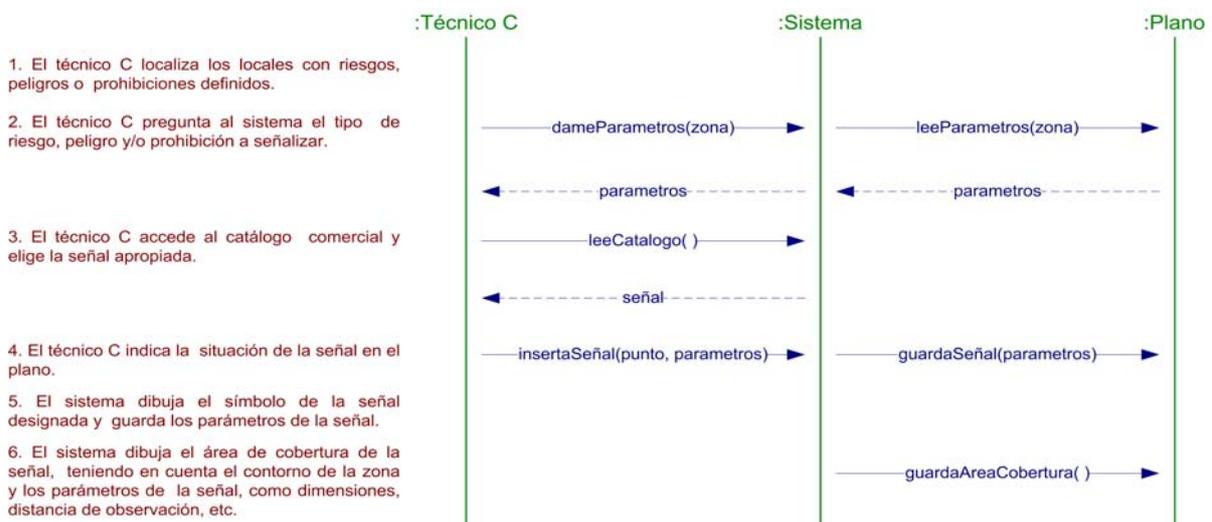


Figura 19: Caso de uso 7. Escenario principal

Es similar al de inserción de señales dentro de las vías de evacuación (ver figura 19).

6.9. Caso de uso 8: Señalización de franjas

El caso de uso define las franjas de señalización horizontal.

Es necesario tener en cuenta que las franjas pueden ir sobre el suelo o sobre las paredes.

Actor principal

Técnico C, encargado de la señalización.

Partes interesadas e intereses

El técnico C debe ser capaz de señalar por medio de franjas tanto sobre el suelo como sobre las paredes.

El técnico E debe poder contabilizar las unidades de medida, en metros preferentemente, de franjas empleadas en la señalización del plano.

Condiciones iniciales

Las zonas están definidas.

Condiciones finales

Se ha añadido la señalización por medio de franjas necesaria en el plano.

Escenario principal

1. El técnico C accede al catálogo comercial y elige la franja apropiada.
2. El técnico C especifica la altura a la que va la franja.

3. El técnico C especifica la distancia a la que se dibujará la franja.
4. El sistema dibuja la franja adaptándola a los puntos marcados.

Extensiones

- 1a. No existe una franja comercial apropiada.
 1. El sistema ofrece al técnico C franjas genéricas.
- 2a. La franja se dibuja sobre el suelo.
 1. La altura es cero.
- 3a. La distancia es 0.
 1. La franja se dibuja sobre los puntos marcados.

Requisitos especiales

- Debe ser posible la realización de las mediciones en unidades de medida, basándose en la disposición de las franjas que se ha realizado sobre el plano.
- Listado con franjas para la elección durante el trabajo con el sistema.
- Tener en cuenta el problema con la relación entre representación en el plano y su disposición real en la obra.

Variaciones de datos y de tecnología

Definir tablas dentro de la base de datos que contengan las franjas de señalización comerciales.

Frecuencia de aparición

Muy baja. No es el objeto del proyecto, pero es interesante poner a disposición del técnico C la herramienta que permita realizar un diseño básico.

Cuestiones pendientes

Realizar el dibujo de la distribución de las señales en alzado.

Diagramas de secuencia

Escenario principal

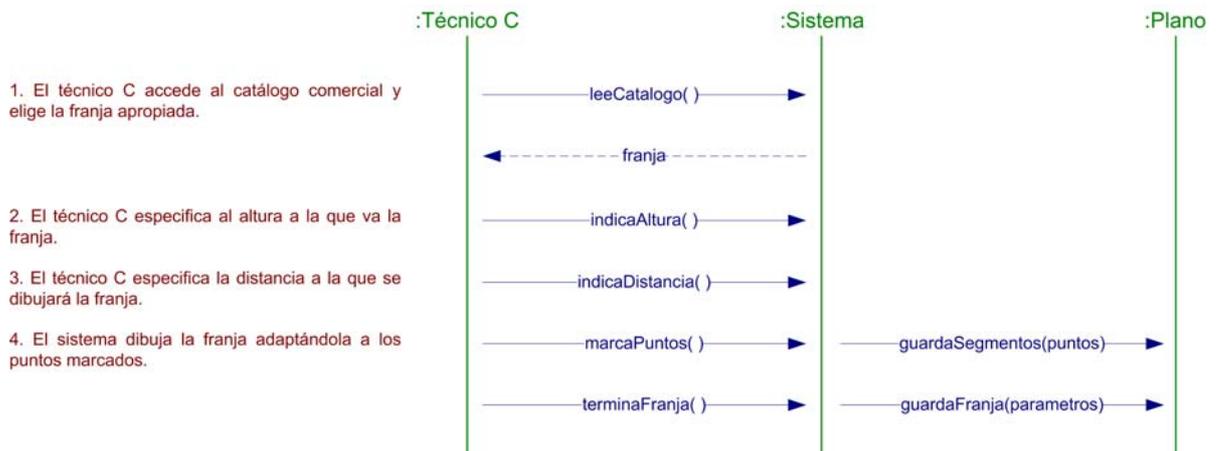


Figura 20: Caso de uso 8. Escenario principal

El proceso de dibujo de franjas se descompone en los siguientes eventos (ver figura 20):

- El técnico accede al catálogo y elige la franja a insertar.
- Si la franja va sobre la pared, es necesario indicar la altura a la que va colocada. Este dato se almacenará en la entidad de la franja una vez dibujada.
- Para dibujar las franjas paralelas a la pared, como representación en planta de la franja sobre la pared o en el caso de que la franja discurra por el suelo, es necesario indicar la distancia a la pared o, en general, a los puntos marcados sobre el plano, a la que es necesario que se dibuje la franja. El lado al que se dibujará la franja siempre será hacia el interior de la zona por la que transcurre.
- Si la distancia es nula, la franja se dibujará coincidiendo con los puntos marcados, sin la necesidad de ningún cálculo.

- Si la distancia no es nula, se dibujarán los segmentos en cuanto se indique un tercer punto, para calcular los vértices ajustados a los puntos marcados.
- Al finalizar, es necesario unir todos los segmentos en una única entidad, a la que se añadirán los parámetros de la misma.

6.10. Caso de uso 9: Alumbrado de emergencia

El caso de uso añade alumbrado de emergencia al plano, siguiendo las recomendaciones del código Técnico de la Edificación, sección SUA 4 (España, 2006a), de iluminar las vías y salidas de evacuación, los equipos de la dotación contra incendios y las señales de seguridad.

Se tendrá en cuenta que el alumbrado de emergencia no siempre es necesario. Por ejemplo, en el caso de utilizar señales luminosas o señales fotoluminiscentes en entornos iluminados.

Actor principal

Técnico D, encargado de realizar el alumbrado de emergencia.

Partes interesadas e intereses

El técnico D debe identificar las vías de evacuación, con su correspondiente señalización, localizar los equipos de protección contra incendios y el resto de señales de seguridad en el plano, para poder iluminarlas de forma correcta.

El técnico E debe poder contabilizar las luminarias existentes en el plano, situándolas sobre la zona correspondiente del plano.

Condiciones iniciales

Se han definido y señalizado los recorridos de evacuación, se han insertado los equipos de la dotación contra incendios y las todas las demás señales de seguridad.

Condiciones finales

Los recorridos de evacuación estarán suficientemente iluminados.

Las señales y los equipos de la dotación contra incendios estarán también correctamente iluminados.

Escenario principal

1. El técnico D localiza el recorrido de evacuación.
2. El técnico D consulta al sistema la anchura del recorrido de evacuación.
3. El técnico D accede al catálogo para elegir una luminaria de emergencia.
4. El técnico D sitúa la luminaria sobre el plano, indicando su altura.
5. El sistema dibuja la curva isolux según las características de la luminaria.
6. El técnico D comprueba la curva isolux.
7. El técnico D localiza señales o equipos de la dotación contra incendios no iluminadas.
8. El técnico D accede al catálogo para elegir una luminaria de emergencia.
9. El técnico D sitúa la luminaria sobre el plano, indicando su altura.
10. El sistema dibuja la curva isolux según las características de la luminaria.
11. El técnico D comprueba la curva isolux.

Extensiones

3a. No existe una luminaria comercial apropiada.

1. El sistema ofrece al técnico D luminarias genéricas.

6a. La situación de la luminaria no es la óptima y se producen considerables zonas de sombra o no se alcanza el grado de iluminación deseado.

1. El técnico D desplaza la luminaria para minimizar las zonas de sombra.
2. El sistema recalcula la curva isolux.

6b. La iluminación no es suficiente.

1. El técnico D inserta más luminarias en la vía de evacuación.

8a. No existe una luminaria comercial apropiada.

1. El sistema ofrece al técnico D luminarias genéricas.

11a. La situación de la luminaria no es la óptima y se producen considerables zonas de sombra o no se alcanza el grado de iluminación deseado.

1. El técnico D desplaza la luminaria para minimizar las zonas de sombra.
2. El sistema recalcula la curva isolux.

11b. La iluminación no es suficiente.

1. El técnico D inserta más luminarias o una de mayor potencia.

Requisitos especiales

Para el cálculo de las curvas isolux no se debe tener en cuenta la reflexión en paredes y techos.

Variaciones de datos y de tecnología

Definir las tablas necesarias en la base de datos que contengan la información necesaria sobre las luminarias.

Frecuencia de aparición

Alta, a no se que se utilicen señales luminosas o señales fotoluminiscentes con la iluminación adecuada.

Cuestiones pendientes

Listado con las luminarias y sus datos.

Diagramas de secuencia

Escenario principal

En el caso de uso de la definición del alumbrado de emergencia se pueden distinguir los siguientes eventos (ver figura 21):

- Es necesario calcular la anchura de las vías de evacuación, ya que de eso depende el número de luminarias necesarias. Para el cálculo de las anchuras es necesario indicar el punto de la vía de evacuación en la que se debe calcular. El punto se debe encontrar dentro de una zona, porque así buscará el punto más cercano de las paredes al punto indicado, calculando con ello la anchura. A la medición realizada se le aplicará la escala del plano y el resultado se formateará según las unidades establecidas.
- Se accederá al catálogo para seleccionar la luminaria más apropiada. Se leerán todas sus características, especialmente las necesarias para el cálculo de las curvas isolux.
- La inserción de la luminaria sobre el plano es similar a la inserción de las señales, solo que será necesario indicar la altura a la que se instala la luminaria para el cálculo de las curvas isolux. El símbolo de la luminaria se dibujará sobre el plano, preguntando antes el ángulo de rotación. También se tendrá en cuenta, si la inserción se realiza sobre la pared, directamente, el cálculo automático del ángulo de rotación. Una vez insertado el símbolo de la luminaria, se dibujarán las curvas isolux correspondientes. Para el cálculo de las intersecciones con las paredes de las zonas, es necesario situar la luminaria en la zona donde se encuentra .

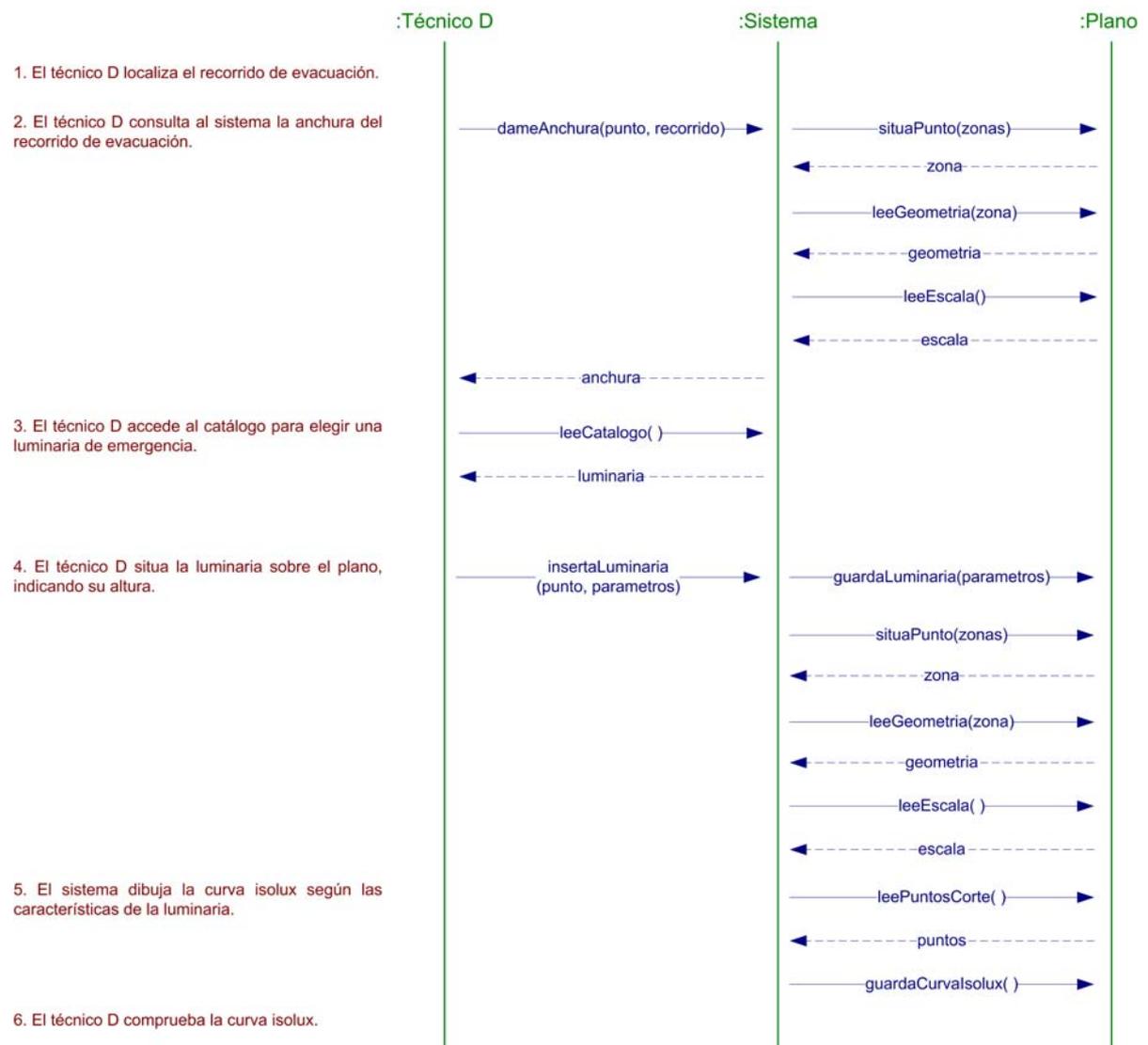


Figura 21: Iluminación de las vías de evacuación

Para la señalización de los equipos de protección contra incendios se sigue el mismo procedimiento (ver figura 22):

- El técnico debe poder localizar los equipos en el plano.
- Se accede al catálogo, para elegir la luminaria indicada.
- Se sitúa la luminaria sobre el plano, indicando la altura a la que se instalará para el cálculo de las curvas isolux.
- Se dibuja el símbolo de la luminaria y las curvas isolux.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

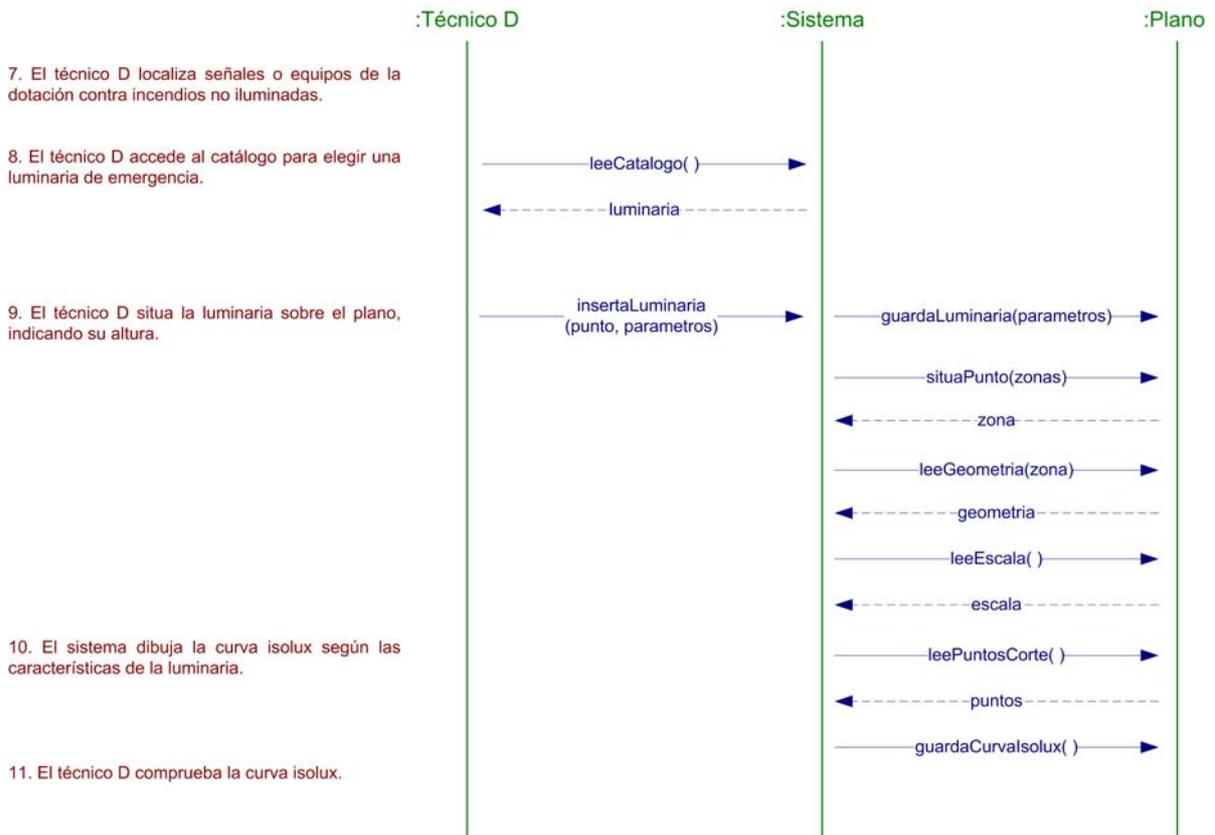


Figura 22: Alumbrado del equipo de protección contra incendios

6.11.Caso de uso 10: Extracción de datos

Este caso de uso exporta los datos leídos del plano para su posterior tratamiento con otros sistemas informáticos.

La información no solo se podrá recuperar tal y como se introdujo en el sistema, sino que se podrá extraer procesada y combinada con otros elementos del plano.

Actor principal

Técnico E, encargado de extraer la información del plano.

Partes interesadas e intereses

El técnico E debe poder contabilizar las señales existentes en el plano, situándolas sobre la zona correspondiente del plano. También debe poder contabilizar las unidades de medida, en metros preferentemente, de franjas empleadas en la señalización del plano.

El empresario necesitará la información para preparar la documentación necesaria para la formación de los trabajadores.

El responsable de mantenimiento necesitará conocer el número, las características y la disposición de las señales, luminarias y equipos de la dotación contra incendios para introducirla en su sistema de gestión de mantenimiento.

Condiciones iniciales

El plano debe estar finalizado, con todas las señales de seguridad, franjas de señalización, equipos de la dotación contra incendios y luminarias del alumbrado de emergencia situadas sobre el plano.

Condiciones finales

Los datos se han debido extraer correctamente en el formato deseado.

Escenario principal

1. El técnico E pide un listado de las señales, equipos, luminarias y franjas.
2. El sistema captura todas las zonas del plano, leyendo su identificador.
3. El sistema captura las señales, equipos, luminarias y franjas.
4. El sistema agrupa señales, equipos, luminarias y franjas.
5. El sistema exporta los datos.

Extensiones

2a. Se encuentran elementos continuos, como franjas.

1. El sistema los convierte en unidades de medida.

3a. El técnico E no necesita agrupar los elementos.

1. El listado se exporta sin procesar.

3b. El técnico E especifica criterios de agrupación.

1. El listado se agrupa por zona y/o código.
2. Se presenta el número de elementos que forman parte de cada grupo.

Requisitos especiales

Para facilitar su posterior tratamiento, los datos deben poder tratarse, de forma directa, con programas habituales de ofimática.

Variaciones de datos y de tecnología

- Se exporta a una hoja excel, inicialmente.
- Se debería enlazar directamente con otros programas más específicos.

Frecuencia de aparición

Alta. Siempre es necesario realizar listados de los componentes de las instalaciones.

Cuestiones pendientes

Formatear los datos de salida utilizando plantillas predefinidas.

Diagramas de secuencia

Escenario principal

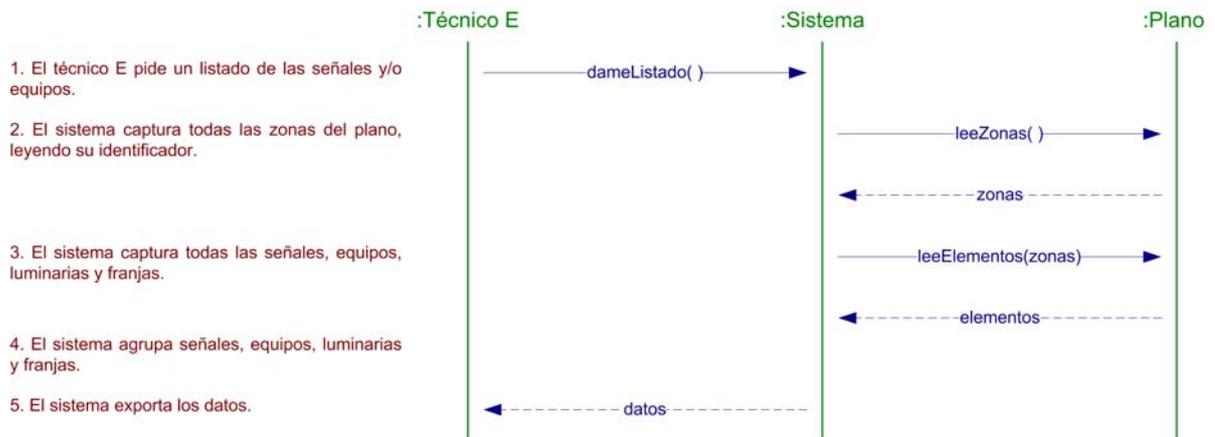


Figura 23: Caso de uso 10. Escenario principal

El sistema debe responder al evento generado por el técnico al pedir un listado de la siguiente forma (ver figura 23):

- Debe capturar todas las zonas del plano para poder situar los distintos elementos en su interior.
- Es necesario que capture los distintos elementos presentes en el plano (señales, equipos, luminarias y franjas) situándolos en las zonas.

- Se agruparán los elementos según el tipo de listado elegido.
- Es necesario aplicar un tratamiento especial a las franjas. Se deben medir las longitudes, aplicando el factor de escala correspondiente, y tratarlas en unidades de medida, según la configuración del plano.

6.12. Listado de eventos

Para finalizar el capítulo se va a presentar un resumen de los eventos descritos en los distintos diagramas de secuencia tratados tras el análisis de los caso de uso.

Puesto que los eventos representan una operación que debe realizar el sistema, se tratarán como procedimientos para la realización del prototipo, permitiendo un rápido desarrollo pero, a la vez, manteniendo la trazabilidad a lo largo del proceso de desarrollo.

Los eventos se agruparán con el fin de crear las funciones oportunas en el prototipo. También se diferenciarán los eventos desencadenados por el usuario, que se corresponderán con las funciones a las que tendrá acceso el usuario del prototipo, de los internos del sistema, que no serán visibles de forma directa.

Eventos relacionados con el plano

Operaciones de usuario

Operación	Descripción
cambiaEscala(plano)	Cambia la escala establecida en el plano.
cambiaUnidad(plano)	Cambia las unidades de medida establecidas en el plano.
dameEscala(plano)	Presenta la escala establecida en el plano.
dameUnidad(plano)	Presenta las unidades de medida establecidas en el plano.
fijaEscala()	Fija la escala establecida en el plano.
fijaUnidad()	Fija las unidades de medida establecidas en el plano.

Operaciones internas

Operación	Descripción
guardaEscala()	Guarda la escala definida por el usuario en el plano.
guardaUnidad()	Guarda las unidades definidas por el usuario en el plano.
leeEscala()	Lee la escala guardada en el plano.

Operación	Descripción
leeUnidad()	Lee las unidades guardadas en el plano.

Eventos relacionados con las zonas

Operaciones de usuario

Operación	Descripción
buscaLocal(local)	Busca local en el plano. Inicialmente, la forma de búsqueda es por medio del nombre del local.
calculaSuperficie(zona)	Calcula la superficie de una zona. El resultado se visualiza en las unidades de medida establecidas.
calculaVolumen(zona)	Calcula el volumen de una zona. La zona necesita tener definida la altura para realizar el cálculo. El resultado se visualiza en las unidades de medida establecidas.
cambiaParametros(zona)	Modifica los parámetros de la zona indicada.
dameOcupacion(zona)	Devuelve la ocupación prevista de la zona. En principio, estaría cubierta con la operación dameParametros(), más general.
dameParametros(zona)	Devuelve los parámetros de la zona indicada.
defineContorno(zona / isla)	Define un del dibujo como zona o isla.
fijaParametros(zona)	Pide al usuario los parámetros asociados a la zona y los almacena en la entidad.
indicaRiesgo(local)	Pide al usuario los riesgos a asociar a una zona y los almacena en ella.
preguntaRiesgos()	Devuelve los riesgos asociados a la zona. En principio, estaría cubierta con la operación dameParametros(), más general.

Operaciones internas

Operación	Descripción
guardaParametros(zona)	Guarda los parámetros en la entidad zona indicada.
guardaRiesgo()	Guarda un riesgo, peligro o prohibición en la entidad zona indicada.
guardaZona()	Guarda la entidad zona en la base de datos del dibujo.
leeAltura(zona)	Lee la altura definida en la zona indicada.
leeGeometria(zona)	Lee la geometría de la zona.
leeOcupacion(zona)	Lee la ocupación prevista de la zona indicada.
leeParametros(zona)	Lee los parámetros de la entidad zona indicada.
leeRiesgo()	Lee el riesgo, peligro o prohibición de la zona indicada.
situaPunto(zonas)	Sitúa el punto indicado en el interior de una zona concreta, esto es, devuelve el nombre de la zona en la que se encuentra el punto.

Eventos relacionados con la dotación contra incendios

Operaciones de usuario

Operación	Descripción
insertaEquipo(punto)	Inserta un equipo de la dotación contra incendios en el plano.

Operaciones internas

Operación	Descripción
guardaEquipo()	Guarda el equipo de la dotación contra incendios en la base de datos del dibujo.

Eventos relacionados con las vías de evacuación

Operaciones de usuario

Operación	Descripción
buscarSalida()	Busca salidas de evacuación en el plano.
compruebaAnchuraRecorrido (recorrido)	Comprueba la anchura de un recorrido de evacuación, buscando la anchura mínima.
compruebaSalidasRecorrido (recorrido)	Comprueba la existencia de una salida, al menos, en los extremos de un recorrido de evacuación.
dameAnchura(punto, recorrido)	Devuelve la anchura de un recorrido de evacuación en un punto determinado.
dameDistancia(punto, recorrido)	Devuelve la distancia existente entre un punto dado y la o las salidas existentes en los extremos del recorrido de evacuación.
dameParámetros(salida)	Devuelve los parámetros de una salida dada.
defineRecorrido()	Define una poligonal como recorrido de evacuación.
dibujaSalida (tipo, anchura)	Dibuja una salida en el plano.
modificaRecorrido()	Modifica la geometría del recorrido de evacuación.

Operaciones internas

Operación	Descripción
guardaRecorrido()	Guarda una entidad recorrido en la base de datos del dibujo.
guardaSalida (tipo, anchura)	Guarda una entidad salida en la base de datos del dibujo.
leeAnchuras(recorrido)	Calcula las anchuras máxima y mínima de un recorrido.
leeGeometria(recorrido)	Lee la geometría de un recorrido.

Operación	Descripción
leeParametros(salida)	Lee los parámetros de una salida.
leeSalidas(recorrido)	Captura las salidas asociadas a un recorrido, esto es, las salidas que coinciden con uno o los dos extremos del recorrido.

Eventos relacionados con las señales

Operaciones de usuario

Operación	Descripción
dibujaAreaCobertura (punto, parametros)	Dibuja el área de cobertura asociada a una señal, teniendo en cuenta la distancia de observación y el tipo de señal.
insertaSeñal (punto, parametros)	Inserta una señal en el plano.
insertaSeñalNoPared(punto)	Inserta una señal en un punto que no coincide con ninguna pared; el ángulo de rotación se pide de forma manual.
insertaSeñalPared(punto)	Inserta una señal en la pared, por lo que el ángulo de rotación de la señal se puede calcular de forma automática a partir del ángulo formado por la pared.

Operaciones internas

Operación	Descripción
decideDireccion (punto, salida)	Decide la dirección hacia la salida más cercana.
decideRecorridoCercano (punto, recorridos)	Decide el recorrido más cercano al punto marcado, dentro de la misma zona.
decideSalidaCercana (punto, recorrido, salidas)	Decide cuál es la salida más cercana a un punto dentro de un recorrido.
guardaAreaCobertura()	Guarda el área de cobertura en la base de datos del dibujo.
guardaSeñal(parametros)	Guarda la señal insertada en la base de datos del dibujo.
leePuntosCorte()	Calcula los puntos de corte de los rayos que conforman el área de cobertura.
leeRecorridos()	Captura los recorridos definidos en el plano.
leeSalidas(recorrido)	Captura los recorridos definidos en el plano.
leeTangente(punto, pared)	Calcula la tangente de un segmento, coincidente con la pared de una zona, en el punto dado.

Eventos relacionados con las franjas

Operaciones de usuario

Operación	Descripción
indicaAltura()	Pide la altura a la que se instalará la franja.
indicaDistancia()	Pide la distancia de separación entre los puntos marcados y el trazado final del franja.
marcaPuntos()	Pide los puntos que se tomarán como referencia para el trazado de la franja.
terminaFranja()	Finaliza la franja, uniendo todos sus tramos en una única entidad.

Operaciones internas

Operación	Descripción
guardaFranja(parametros)	Guarda una entidad franja en la base de datos del dibujo.
guardaSegmentos(puntos)	Guarda los segmentos de forma temporal en la base de datos del dibujo, para unirlos en una única entidad al finalizar la franja.

Eventos relacionados con las luminarias

Operaciones de usuario

Operación	Descripción
dibujaCurvalsolux (punto, parametros)	Dibuja las curvas isolux asociadas a una luminaria.
insertaLuminaria (punto, parametros)	Inserta una luminaria en el plano.

Operaciones internas

Operación	Descripción
guardaCurvalsolux()	Guarda las curvas isolux en la base de datos del dibujo.
guardaLuminaria(parametros)	Guarda la luminaria en la base de datos del dibujo.
leePuntosCorte()	Calcula los puntos de corte entre las curvas isolux y los contornos de la zona en la que se ha insertado.

Eventos relacionados con la extracción de datos

Operación	Descripción
dameListado()	Genera el listado de las entidades del plano.

Operaciones internas

Operación	Descripción
leeZonas()	Lee las zonas existentes en el plano.
leeElementos(zonas)	Lee los elementos existentes en el plano indicando las zonas en las que se encuentran.

Eventos generales

Operaciones de usuario

Operación	Descripción
calculaDistancia(puntos)	Calcula la distancia entre dos puntos, aplicando la escala establecida en el plano y formateada según las unidades de medida establecidas.
leeCatalogo()	Accede al catálogo para seleccionar un elemento.

Capítulo 7. Modelado del sistema

7.1. Introducción

En este capítulo es en el se desarrollará el modelo de dominio, esto es, el modelo del sistema objeto de estudio. Por esta razón, el objetivo de este capítulo consiste en identificar los diferentes conceptos en el dominio del problema y documentar los resultados dentro del modelo de dominio.

Para realizar el modelo del sistema analizado, se seguirán las directrices establecidas en (Larman, 2001):

1. Se listarán las clases conceptuales candidatas relacionadas con las necesidades actuales en cuestión. Se empleará la técnica de *identificación de nombres*, por lo que se realizará un análisis de los sustantivos que aparecen en los casos de uso del capítulo anterior.
2. Se añadirán las asociaciones necesarias para registrar las relaciones de las que es necesario memorizar algo.
3. Se agregarán los atributos necesarios para cumplir con los requisitos de información.
4. Se dibujarán las clases candidatas definidas, formando un diagrama de clases UML, como definición del modelo de dominio.

Esto implica que va a ser necesario crear un modelo del sistema definido por medio de sus clases conceptuales más interesantes o significativas. Por esto, la tarea principal consiste en identificar las clases conceptuales, dentro del dominio del problema, relacionadas con los escenarios en proceso de diseño.

Siguiendo con las recomendaciones de (Larman, 2001), se ha preferido "sobre-especificar" el modelo de dominio, con gran cantidad clases conceptuales muy detalladas, antes de que quede "infra-especificado".

No se excluirá ninguna clase conceptual, simplemente porque los requisitos no indiquen una necesidad obvia de recordar su información relacionada, o bien porque la clase conceptual no presente atributos.

En esta fase del proceso, se considera válido contar con clases conceptuales sin atributos, o clases conceptuales que tengan un papel puramente de descripción de comportamiento en el dominio, en lugar de una función de información.

Es muy importante tener en cuenta que el modelo que se va a realizar se centra en la definición de conceptos que se encuentran en el dominio del mundo real que se está estudiando, y no de componentes de software como clases propias de lenguajes de programación como Java o C + +.

7.2. Clases conceptuales

Según (Jalote, 2005), el paso esencial en el análisis orientado a objetos es la descomposición de un dominio de interés en clases conceptuales. Se puede definir una clase como la descripción de un conjunto de objetos que comparten los mismos atributos, operaciones, relaciones y semántica.

La técnica empleada para la identificación de las clases conceptuales es la propuesta en (Abbot, 1983), que se basa en un análisis lingüístico, esto es, en identificar los sustantivos, o nombres, y frases en las descripciones textuales de un dominio, para considerarlos como clases conceptuales candidatas o como atributos.

Se debe tener mucho cuidado al aplicar este método. No es posible realizar una asignación mecánica entre nombre-clase ya que las palabras en lenguaje natural pueden resultar ambiguas; es posible encontrar diferentes nombres que representan la misma clase conceptual o atributo, entre otras ambigüedades. Sin embargo, se puede considerar como una fuente de referencia consistente. Por esto, se analizarán los casos de uso definidos en el capítulo anterior, ya que son un excelente punto de partida para este análisis, debido a la precisión empleada al definir el dominio del problema.

Para simplificar el proceso y evitar repeticiones innecesarias, se han ido eliminando progresivamente las acciones que reportan sustantivos ya analizados. En general, las acciones estudiadas serán únicamente las reflejadas en el escenario principal, añadiendo las de las extensiones únicamente cuando aporten información no analizada anteriormente.

Aún así, dentro del estudio cada caso de uso, se analizan todos los nombres encontrados, independientemente de si ya han aparecido en un caso de uso anterior o no. Con esta precaución se intenta evitar el rechazo de posibles nombres que aparecen repetidos en varios casos de uso pero que, debido a su ambigüedad, oculten conceptos distintos.

Para simplificar el resultado del análisis, si el concepto ya ha sido tratado en algún caso de uso anterior, se indicará añadiendo la etiqueta (*repetición*) en la lista resumen.

Para reducir la posibilidad de repetición de nombres, se escribirán todos en singular y con letras minúsculas. Para evitar problemas en su posterior etapa de implementación, se sustituirán los espacios por el carácter de subrayado () y se evitarán todos los códigos ASCII por encima del 126.

Se ha eliminado al técnico y al sistema de los nombres estudiados, ya que son actores externos y no se consideran como clases.

Con el fin de facilitar la trazabilidad del proceso, se estudiarán los casos de uso descritos en el capítulo anterior, siguiendo el mismo orden y manteniendo la misma numeración de las acciones.

Al finalizar el estudio de cada uno de los casos de uso definidos, se ha confeccionado un resumen en el que se presentan todos los nombres encontrados, ordenados alfabéticamente, con las observaciones consideradas de interés.

Definición de superficies

Acción	Nombres
1. El técnico A abre el plano .	plano.
2. El técnico A establece la escala a la que se encuentra el plano y las unidades que prefiere utilizar en la interfaz del sistema.	escala y unidad.
3. El técnico A define el contorno de los edificios y les asigna un nombre y el uso previsto .	contorno, edificio, nombre y uso previsto.
4. El técnico A define el contorno de los establecimientos y les asigna un nombre y el uso previsto .	establecimiento.
5. El técnico A define el contorno de los locales y/o lugares de trabajo y les asigna un nombre . También puede especificar la altura y el uso previsto .	local, lugar de trabajo y altura.
6. El técnico A decide el nivel de riesgo de los locales a partir de su superficie , volumen , uso del local y del edificio o establecimiento .	nivel de riesgo y volumen.
7. El técnico A define los sectores de incendio y les asigna un nombre . Para ello necesita conocer las superficies de las zonas y consultar el uso del edificio o establecimiento .	sector de incendio.

Acción	Nombres
8. El técnico A establece la ocupación de cada zona , así como la ocupación prevista del edificio .	ocupación y zona.
5c. El técnico detecta islas que dificultan la visión de las señales .	isla y señal.
1. El técnico define islas dentro de las superficies .	superficie.

Resumen de nombres encontrados:

Nombres	Observaciones
altura	Posible atributo.
contorno	Posible atributo, entendiéndolo como el conjunto de líneas y curvas que delimitan una zona.
edificio	Clase candidata.
escala	Posible atributo de la clase plano.
establecimiento	Clase candidata.
isla	Clase candidata.
local	Clase candidata.
lugar_de_trabajo	Clase candidata.
nivel_de_riesgo	Posible atributo de local.
nombre	Posible atributo.
ocupacion	Posible atributo.
plano	Clase candidata.
sector_de_incendio	Clase candidata.
senal	Clase candidata.
superficie	Existe una ambigüedad en la palabra superficie: se puede referir al área de un contorno cerrado, por lo que sería un atributo, o un sinónimo de zona, por lo que sería, en este caso, una clase candidata. Se empleará zona como clase candidata.
unidad	Posible atributo de la clase plano.
uso_previsto	Posible atributo.
volumen	Posible atributo.
zona	Clase candidata.

Definición de vías de evacuación

Acción	Nombres
1. El técnico B define donde se encuentran las salidas sobre el plano , especificando el tipo de salida de que se trata. También debe especificar la anchura de la salida .	salida, plano, tipo y anchura.

Acción	Nombres
2. El técnico B define el recorrido de las vías de evacuación , uniendo todos los orígenes de evacuación posibles con las salidas , comprobando las distancias máximas a las salidas y las anchuras mínimas de los recorridos .	recorrido, vía de evacuación, origen de evacuación y distancia.
3. El técnico B comprueba las distancias a las salidas desde cualquier punto de los recorridos de evacuación .	recorrido de evacuación y punto.
4. El técnico B comprueba la anchura de las vías y las salidas de evacuación .	salida de evacuación.

Antes de entrar en el análisis de los nombres encontrados, conviene especificar la relación existente entre las vías, recorridos, orígenes y salidas de evacuación:

- Siguiendo la terminología del (España, 2006a), una vía de evacuación está compuesta por una o más salidas enlazadas por medio de los recorridos con todos los orígenes de evacuación posibles.
- Los recorridos de evacuación parten de un origen de evacuación y finalizan en una salida de evacuación. Por extensión, todos los puntos de un recorrido de evacuación se pueden considerar como origen de evacuación. Cabe también la posibilidad de que los dos extremos de un recorrido de evacuación coincidan en sendas salidas.
- Se diferencian dos tipos de salida: las habituales y las de emergencia.

Resumen de nombres encontrados:

Nombres	Observaciones
anchura	Posible atributo.
distancia	Posible atributo.
origen_de_evacuacion	Posible atributo del recorrido de evacuación.
<i>plano</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>
punto	Posible atributo.
recorrido	Clase candidata.
recorrido_de_evacuacion	Sinónimo de recorrido.
salida	Clase candidata.
salida_de_evacuacion	Sinónimo de salida.
tipo	Posible atributo.
vía_de_evacuacion	Clase candidata.

Dotación contra incendios

Acción	Nombres
1. El técnico B identifica el punto en el que colocar el equipo de la dotación contra incendios.	punto, equipo y dotación contra incendios.
2. El técnico B accede al catálogo comercial de equipos contra incendios y elige el apropiado.	catálogo.
3. El técnico B indica en el plano la posición del equipo .	plano y posición.
4. El técnico B comprueba la instalación .	instalación.

Resumen de nombres encontrados:

Nombres	Observaciones
catalogo	Clase candidata.
dotacion_contra_incendios	Clase candidata.
equipo	Clase candidata.
instalacion	Demasiado ambiguo.
<i>plano</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>
posicion	Posible atributo.
<i>punto</i>	<i>Posible atributo (repetición).</i>

Definición de riesgos

Acción	Nombres
1. El técnico B identifica el local .	local.
2. El técnico B indica el riesgo, peligro o prohibición relacionado con el local .	riesgo, peligro y prohibición.

Resumen de nombres encontrados:

Nombres	Observaciones
<i>local</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>
peligro	Clase candidata.
prohibicion	Clase candidata.
riesgo	Clase candidata.

Señalización de vías de evacuación

Acción	Nombres
1. El técnico localiza las salidas , tanto de emergencia como las habituales .	salida de emergencia y salida habitual.
2. El técnico C pregunta al sistema el tipo de salida de que se trata.	tipo y salida.
3. El técnico C accede al catálogo comercial y elige la señal apropiada.	catálogo y señal.
4. El técnico C indica la situación de la señal en el plano .	situación y plano.
5. El sistema dibuja el símbolo de la señal designada y guarda los parámetros de la señal .	símbolo y parámetro.
6. El sistema dibuja el área de cobertura de la señal , teniendo en cuenta el contorno de la zona y los parámetros de la señal , como dimensiones , distancia de observación , etc.	área de cobertura, contorno, zona, dimensión y distancia de observación.
7. El técnico C comprueba si el área de cobertura de la señal es suficiente.	
8. El técnico C accede al catálogo para elegir una señal que indique la dirección y el sentido de evacuación .	dirección y sentido de evacuación.
9. El técnico C sitúa la señal sobre el plano .	
10. El sistema busca la ruta de evacuación donde se encuentra la señal y decide el sentido que debe indicar la señal de evacuación calculando la mínima distancia hacia la salida , cambiando la señal elegida, si es necesario.	ruta de evacuación.
11. El sistema dibuja el símbolo de la señal designada y guarda los parámetros de la señal .	
12. El sistema dibuja el área de cobertura de la señal , teniendo en cuenta el contorno de la zona y los parámetros de la señal , como dimensiones , distancia de observación , etc.	
13. El técnico C comprueba el área de cobertura .	
14. El técnico C busca intersecciones en las que los ocupantes deben elegir entre varias alternativas para evitar las confusiones .	intersección, ocupantes, alternativas y confusiones.
15. El técnico C accede al catálogo para elegir una señal que indique la dirección y el sentido de evacuación .	
16. El técnico C sitúa la señal sobre el plano .	
17. El sistema busca la ruta de evacuación donde se encuentra la señal y decide el sentido que debe indicar la señal de evacuación calculando la mínima distancia hacia la salida , cambiando la señal elegida, si es necesario.	
18. El sistema dibuja el símbolo de la señal designada y guarda los parámetros de la señal .	
19. El técnico C comprueba el área de cobertura .	
20. El técnico C comprueba la existencia de puertas sin salida que deban ser señalizadas.	puerta.

Acción	Nombres
21. El técnico C accede al catálogo para elegir una señal que indique "puerta sin salida".	
22. El técnico C sitúa la señal sobre el plano .	
23. El técnico C comprueba el área de cobertura es suficiente o si encuentra zonas de sombra .	zona de sombra.
4a. La señal se inserta sobre la pared .	pared.
1. El sistema calcula la orientación de la señal , paralela a la pared y orientada hacia el interior .	orientación e interior.

Resumen de nombres encontrados:

Nombres	Observaciones
alternativas	Demasiado ambiguo.
area_de_cobertura	Clase candidata.
<i>catalogo</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>
confusiones	Demasiado ambiguo.
dimension	Posible atributo.
direccion	Posible atributo.
distancia_de_observacion	Posible atributo.
interior	Posible atributo.
interseccion	Posible atributo.
ocupantes	Posible atributo.
orientación	Posible atributo.
<i>parametro</i>	<i>Posible atributo (repetición).</i>
pared	Puede interpretarse como parte del contorno de una zona.
<i>plano</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>
puerta	Sinónimo de salida.
ruta_de_evacuacion	Sinónimo de recorrido.
<i>salida_de_emergencia</i>	<i>Sinónimo de salida (repetición).</i>
<i>salida_habitual</i>	<i>Sinónimo de salida (repetición).</i>
sentido_de_evacuacion	Posible atributo.
<i>senal</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>
simbolo	Clase candidata.
situacion	Posible atributo.
<i>tipo</i>	<i>Posible atributo (repetición).</i>
<i>zona</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>
zona_de_sombra	Se ignora, ya que la zona de sombra se corresponde con la ausencia del área de cobertura de una señal.

Señalización de dotación contra incendios

Acción	Nombres
1. El técnico C localiza los equipos de la dotación contra incendios .	equipo y dotación contra incendios.
2. El técnico C pregunta al sistema el tipo de equipo de que se trata.	tipo.
3. El técnico C accede al catálogo comercial y elige la señal apropiada.	
4. El técnico C indica la situación de la señal en el plano.	situación y señal.
5. El sistema dibuja el símbolo de la señal designada y guarda los parámetros de la señal .	símbolo y parámetro.
6. El sistema dibuja el área de cobertura de la señal , teniendo en cuenta el contorno de la zona y los parámetros de la señal , como dimensiones , distancia de observación , etc.	área de cobertura, zona, distancia de observación, dimensión y contorno.
7. El técnico C comprueba si el área de cobertura de la señal es suficiente.	

Resumen de nombres encontrados:

Nombres	Observaciones
<i>area_de_cobertura</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>
<i>dimension</i>	<i>Posible atributo (repetición).</i>
<i>distancia_de_observacion</i>	<i>Posible atributo (repetición).</i>
<i>dotacion_contra_incendios</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>
<i>equipo</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>
<i>parametro</i>	Posible atributo.
<i>senal</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>
<i>simbolo</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>
<i>situacion</i>	<i>Posible atributo (repetición).</i>
<i>tipo</i>	<i>Posible atributo (repetición).</i>
<i>zona</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>

Señalización de riesgos, peligros y prohibiciones

Acción	Nombres
1. El técnico C localiza los locales con riesgos , peligros o prohibiciones definidos.	riesgo, peligro y prohibición.
2. El técnico C pregunta al sistema el tipo de riesgo , peligro y/o prohibición a señalar.	

Acción	Nombres
3. El técnico C accede al catálogo comercial y elige la señal apropiada.	catálogo y señal.
4. El técnico C indica la situación de la señal en el plano .	situación y plano.
5. El sistema dibuja el símbolo de la señal designada y guarda los parámetros de la señal .	símbolo y parámetro.
6. El sistema dibuja el área de cobertura de la señal , teniendo en cuenta el contorno de la zona y los parámetros de la señal , como dimensiones , distancia de observación , etc.	área de cobertura, zona, distancia de observación, dimensión y contorno.
7. El técnico C comprueba si el área de cobertura de la señal es suficiente.	

Resumen de nombres encontrados:

Nombres	Observaciones
<i>area_de_cobertura</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>
<i>catalogo</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>
<i>contorno</i>	<i>Posible atributo, entendiéndolo como el conjunto de líneas y curvas que delimitan una zona (repetición).</i>
<i>dimensión</i>	<i>Posible atributo (repetición).</i>
<i>distancia_de_observación</i>	<i>Posible atributo (repetición).</i>
<i>parametro</i>	<i>Posible atributo (repetición).</i>
<i>plano</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>
<i>senal</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>
<i>simbolo</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>
<i>situacion</i>	<i>Posible atributo (repetición).</i>
<i>zona</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>

Señalización de franjas

Acción	Nombres
1. El técnico C accede al catálogo comercial y elige la franja apropiada.	catálogo y franja.
2. El técnico C especifica al altura a la que va la franja .	altura.
3. El técnico C especifica la distancia a la que se dibujará la franja .	distancia.
4. El sistema dibuja la franja adaptándola a los puntos marcados.	punto.

Resumen de nombres encontrados:

Nombres	Observaciones
<i>altura</i>	<i>Posible atributo (repetición).</i>
<i>catalogo</i>	<i>Clase candidata (repetición).</i>
<i>distancia</i>	<i>Posible atributo (repetición).</i>
<i>franja</i>	Clase candidata.
<i>punto</i>	<i>Posible atributo (repetición).</i>

Alumbrado de emergencia

Acción	Nombres
1. El técnico D localiza el recorrido de evacuación .	recorrido de evacuación.
2. El técnico D consulta al sistema la anchura del recorrido de evacuación .	anchura.
3. El técnico D accede al catálogo para elegir una luminaria de emergencia.	catálogo y luminaria.
4. El técnico D sitúa la luminaria sobre el plano , indicando su altura .	plano y altura.
5. El sistema dibuja la curva isolux según las características de la luminaria .	curva isolux, característica y luminaria.
6. El técnico D comprueba la curva isolux .	
7. El técnico D localiza señales o equipos de la dotación contra incendios no iluminadas.	señal, equipo y dotación contra incendios.
8. El técnico D accede al catálogo para elegir una luminaria de emergencia.	
9. El técnico D sitúa la luminaria sobre el plano , indicando su altura .	
10. El sistema dibuja la curva isolux según las características de la luminaria .	
11. El técnico D comprueba la curva isolux .	

Resumen de nombres encontrados:

Nombres	Observaciones
<i>altura</i>	<i>Posible atributo (repetición).</i>
<i>alumbrado_de_emergencia</i>	No aparece reflejado en las acciones de los casos de uso, pero parece oportuno añadirlo siguiendo el mismo criterio que el empleado al definir como clase la dotación contra incendios.
<i>anchura</i>	<i>Posible atributo (repetición).</i>

Nombres	Observaciones
caracteristica	Posible atributo.
catalogo	Clase candidata (<i>repetición</i>).
curva_isolux	Clase candidata.
dotacion_contra_incendios	Clase candidata (<i>repetición</i>).
equipo	Clase candidata (<i>repetición</i>).
luminaria	Clase candidata (<i>repetición</i>).
plano	Clase candidata (<i>repetición</i>).
recorrido_de_evacuacion	Clase candidata (<i>repetición</i>).
senal	Clase candidata (<i>repetición</i>).

Extracción de datos

Acción	Nombres
1. El técnico E pide un listado de las señales, equipos, luminarias y/o franjas .	listado, señal, equipo, franja y luminaria.
2. El sistema captura todas las zonas del plano , leyendo su identificador .	zona, plano e identificador.
4. El sistema agrupa señales, equipos, luminarias y franjas .	
5. El sistema exporta los datos .	dato.
3b. El técnico E especifica criterios de agrupación.	criterio.
1. El listado se agrupa por zona y/o código .	código.

Resumen de nombres encontrados:

Nombres	Observaciones
codigo	Posible atributo.
criterio	Demasiado ambiguo.
dato	Demasiado ambiguo.
equipo	Clase candidata (<i>repetición</i>).
franja	Clase candidata (<i>repetición</i>).
identificador	Posible atributo.
listado	Clase candidata.
luminaria	Clase candidata (<i>repetición</i>).
plano	Clase candidata (<i>repetición</i>).
senal	Clase candidata (<i>repetición</i>).
zona	Clase candidata (<i>repetición</i>).

Clases conceptuales

Finalmente, extrayendo las clases de los listados y agrupándolas según su contexto semántico, el listado de clases conceptuales propuestas es el siguiente:

Clases	Observaciones
Plano	La clase que contiene toda la información.
Edificio	Clases que definen las partes de la edificación. La zona podría interpretarse como una generalización de todas las demás.
Establecimiento	
Local	
Lugar_de_trabajo	
Sector_de_incendio	
Zona	
Isla	
Catalogo	Clase que contiene los datos de los distintos elementos comerciales que se pueden encontrar en el plano.
Senal	Elementos de la señalización del plano.
Franja	
Simbolo	Representación gráfica de los elementos presentes en el plano.
Area_de_cobertura	
Alumbrado_de_emergencia	Elementos relacionados con el alumbrado de emergencia.
Luminaria	
Curva_isolux	
Dotacion_contra_incendios	Elementos relacionados con la dotación contra incendios.
Equipo	
Peligro	Elementos susceptibles de ser señalizados. Inicialmente se mantienen como clases, aunque se podrían considerar también como atributos. Se analizará más adelante.
Prohibicion	
Riesgo	
Vía_de_evacuacion	Elementos relacionados con las vías de evacuación.
Salida	
Recorrido	
Listado	Clase que contiene los resultados de los listados.

Siguiendo la sintaxis del UML, los nombres de las clases se han escrito con la letra inicial en mayúscula.

7.3. Asociaciones

Una asociación es una relación entre clases, o más específicamente entre las instancias de esas clases, que indica alguna conexión significativa e interesante para el análisis del sistema.

Según (Jalote, 2005) las asociaciones se definen como la relación semántica entre dos o más clasificadores que implica conexiones entre sus instancias. Esta relación debe mantenerse durante un cierto tiempo, que puede variar desde fracciones de segundos hasta años, dependiendo del contexto.

Para identificar las asociaciones, (Jalote, 2005) propone una lista de casos posibles, de entre los que se destacan algunas categorías de alta prioridad que son siempre útiles para incluir en un modelo de dominio:

- A es una parte física o lógica de B.
- A está física o lógicamente contenida, se encuentran en o sobre B.
- A se almacena en B.

Una asociación se representa por medio de una línea que une las clases. Sobre la línea se indica el nombre asignado a la asociación. Por definición, toda asociación es bidireccional, lo que implica que es posible establecer la lógica transversal desde las instancias de cualquier clase hacia las demás.

Los extremos de una asociación pueden contener una expresión numérica que representa la multiplicidad, esto es, cuantas instancias de la clase A se pueden relacionar con una instancia de la clase B y viceversa.

Si se estima oportuno, se puede añadir una flecha que indique la dirección de la lectura, facilitando al lector del diagrama su interpretación. Si no se dibuja la flecha, lo acostumbrado es leer la asociación de izquierda a derecha o de arriba a abajo.

Nuevamente, se tomará como referencia los casos de uso, eliminando del análisis las acciones en las que no se establecen asociaciones entre clases.

Definición de superficies

Acción	Observaciones
3. El técnico A define el contorno de los edificios y les asigna un nombre y el uso previsto.	El plano contiene edificios. Un plano puede contener cualquier número de edificios.
4. El técnico A define el contorno de los establecimientos y les asigna un nombre y el uso previsto.	El plano contiene establecimientos. Un plano puede contener cualquier número de establecimientos.
5. El técnico A define el contorno de los locales y/o lugares de trabajo y les asigna un nombre. También puede especificar la altura y el uso previsto.	El plano contiene locales y lugares de trabajo. Un plano puede contener cualquier número de locales y lugares de trabajo.
7. El técnico A define los sectores de incendio y les asigna un nombre. Para ello necesita conocer las superficies de las zonas y consultar el uso del edificio o establecimiento.	El plano contiene sectores de incendio. Un plano puede contener cualquier número de sectores de incendio.
8. El técnico A establece la ocupación de cada zona, así como la ocupación prevista del edificio.	El plano contiene zonas. Un plano puede contener cualquier número de zonas.
5c. El técnico detecta islas que dificultan la visión de las señales.	
1. El técnico define islas dentro de las superficies.	Las zonas pueden contener islas. Una zona puede contener cualquier número de islas.

De lo que se puede deducir lo siguiente:

- Un plano puede contener cualquier número de edificios, establecimientos, locales, lugares de trabajo y sectores de incendio.

También es posible que no contenga alguno o ninguno de ellos, de ahí el 0 (cero) que aparece en la expresión de la multiplicidad (ver figura 1).

- Estos elementos también se pueden contener entre si, esto es, un edificio puede contener establecimientos, locales y lugares de trabajo.

Un establecimiento puede contener locales y lugares de trabajo y, por último, un local puede contener distintos lugares de trabajo (ver figura 2).

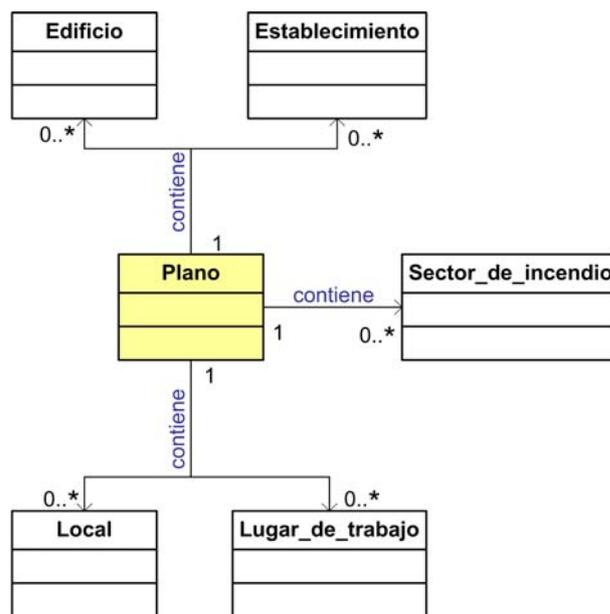


Figura 1: Asociaciones entre el plano y los elementos de la edificación

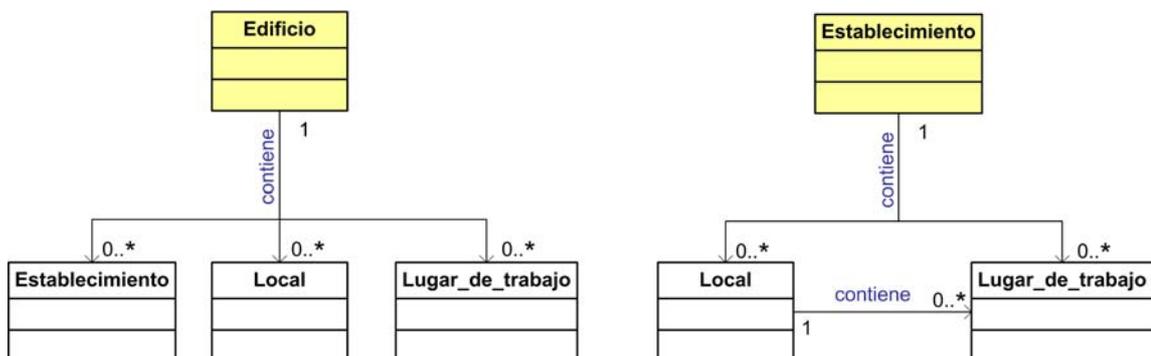


Figura 2: Elementos de la edificación que contienen a otros

- Un sector de incendios puede comprender un edificio o un establecimiento o locales y lugares de trabajo. Inicialmente se mantienen las restricciones planteadas por el Código Técnico de la Edificación (España, 2006a) que especifica que un sector de incendios contendrá un único edificio.

El resto de restricciones se ven también reflejadas en la figura 3.

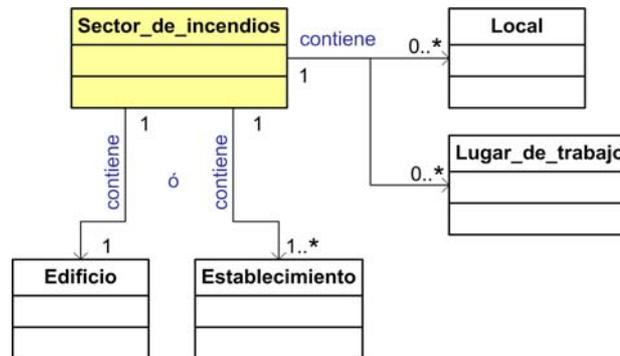


Figura 3: Asociaciones de los sectores de incendios

- Por último, conviene analizar las relaciones de la clase zona (ver figura 4).

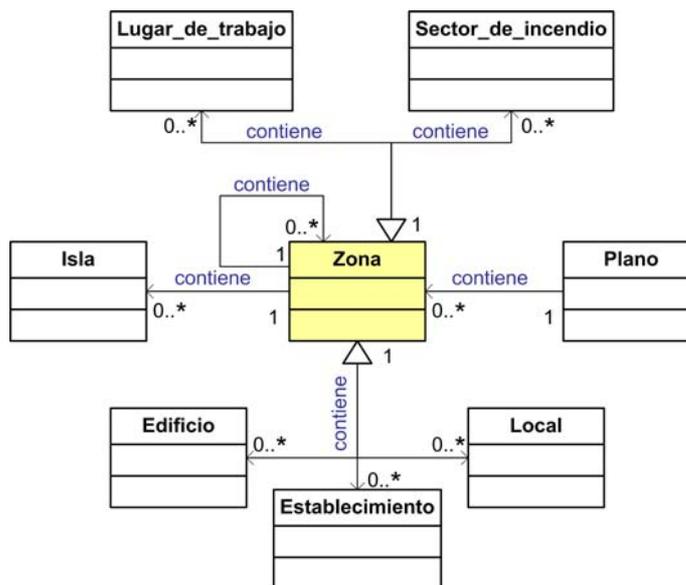


Figura 4: Asociaciones de la clase Zona

Puesto que el concepto de Zona aparece citado en el Código Técnico de la Edificación (España, 2006a), es necesario entrar en dominio de la aplicación para poder modelarlo correctamente. Se puede definir las asociaciones de la clase Zona como una estructura de generalización – especialización (Booch, Rumbaugh y Jacobson, 1998) con las clases Edificio, Establecimiento, Local, Lugar_de_trabajo y Sector_de_incendio.

La clase Zona es la generalización, ya que contendrá los atributos y proporcionará los servicios que tienen en común las demás clases, mientras que estas clases tendrán atributos y proporcionarán servicios propios de cada uno de ellas.

Además, tal y como se representa en la figura 4, se puede ver que:

- Un plano puede contener cualquier número de Zonas, puesto que es una generalización de las demás clases antes citadas.
- Una Zona puede contener a otras zonas.
- Una Zona puede contener cualquier número, o ninguna, isla.

Definición de vías de evacuación

Acción	Observaciones
1. El técnico B define donde se encuentran las salidas sobre el plano , especificando el tipo de salida de que se trata. También debe especificar la anchura de la salida .	Las salidas se encuentran en el plano.
2. El técnico B define el recorrido de las vías de evacuación , uniendo todos los orígenes de evacuación posibles con las salidas , comprobando las distancias máximas a las salidas y las anchuras mínimas de los recorridos .	Las vías de evacuación están compuestas por los recorridos y las salidas de evacuación.
3. El técnico B comprueba las distancias a las salidas desde cualquier punto de los recorridos de evacuación .	
4. El técnico B comprueba la anchura de las vías y las salidas de evacuación .	

Se deduce que las vías de evacuación están formadas por un recorrido de evacuación cuyos extremos, uno o los dos, finalizan en salidas de evacuación. No se indica directamente en el caso de uso, pero naturalmente, las vías, los recorridos y las salidas de evacuación se encuentran en el plano.

Las asociaciones correspondientes vienen indicadas en la figura 5.

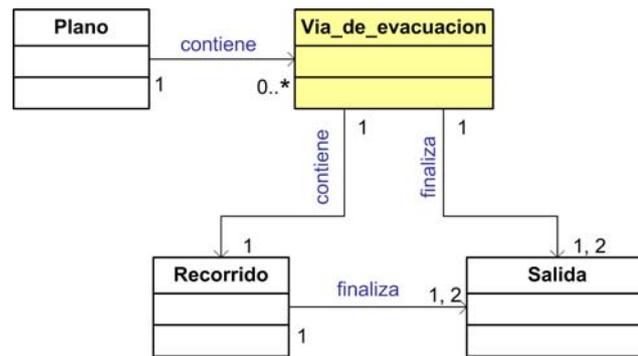


Figura 5: Asociaciones de la clase Via_de_evacuacion

Dotación contra incendios

Acción	Observaciones
2. El técnico B accede al catálogo comercial de equipos contra incendios y elige el apropiado.	Los equipos se encuentran reflejados en el catálogo.
3. El técnico B indica en el plano la posición del equipo .	El plano contiene los equipos, que se representarán en el plano por medio de símbolos.

- La dotación contra incendios está compuesta por todos los equipos incluidos en el plano, por lo que el plano contendrá únicamente una instancia de la clase Dotacion_contra_incendios.
- Los equipos se representan en el plano por medio de símbolos.
- Las referencias comerciales de éstos equipos se encuentran en un catálogo (ver figura 6).

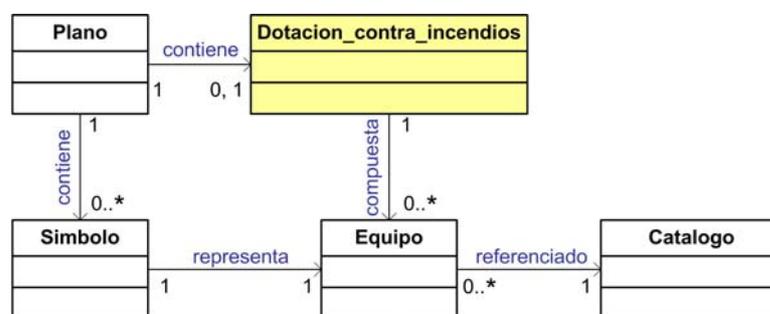


Figura 6: Asociaciones de la clase Dotacion_contra_incendios

Definición de riesgos

Acción	Observaciones
2. El técnico B indica el riesgo, peligro o prohibición relacionado con el local .	Un local está asociado a múltiples riesgos, peligros o prohibiciones.

- La clase Local está asociada a las clases de Riesgo, Peligro y Prohibicion (ver figura 7).

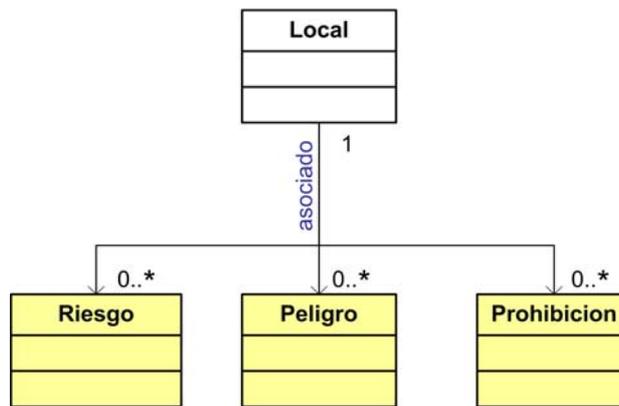


Figura 7: Asociaciones de las clases Riesgo, Peligro y Prohibicion

Señalización de vías de evacuación

Acción	Observaciones
2. El técnico C pregunta al sistema el tipo de salida de que se trata.	Cada tipo de salida tiene una señal asociada.
3. El técnico C accede al catálogo comercial y elige la señal apropiada.	Las señales están reflejadas en el catálogo.
4. El técnico C indica la situación de la señal en el plano .	Las señales se sitúan sobre el plano.
5. El sistema dibuja el símbolo de la señal designada y guarda los parámetros de la señal .	Cada señal tiene un símbolo que es su representación en el plano.
6. El sistema dibuja el área de cobertura de la señal , teniendo en cuenta el contorno de la zona y los parámetros de la señal , como dimensiones, distancia de observación , etc.	Cada señal tiene asociada un área de cobertura. La forma del área de cobertura depende del contorno de la zona en la que se encuentra.
10. El sistema busca la ruta de evacuación donde se encuentra la señal y decide el sentido que debe indicar la señal de evacuación .	La señal está asociada a la vía de evacuación para decidir el sentido de evacuación a señalizar.
4a. La señal se inserta sobre la pared .	La señal está relacionada con el contorno de la zona donde se inserta.
1. El sistema calcula la orientación de la señal , paralela a la pared y orientada hacia el interior .	

De lo que se concluye lo siguiente (ver figura 8):

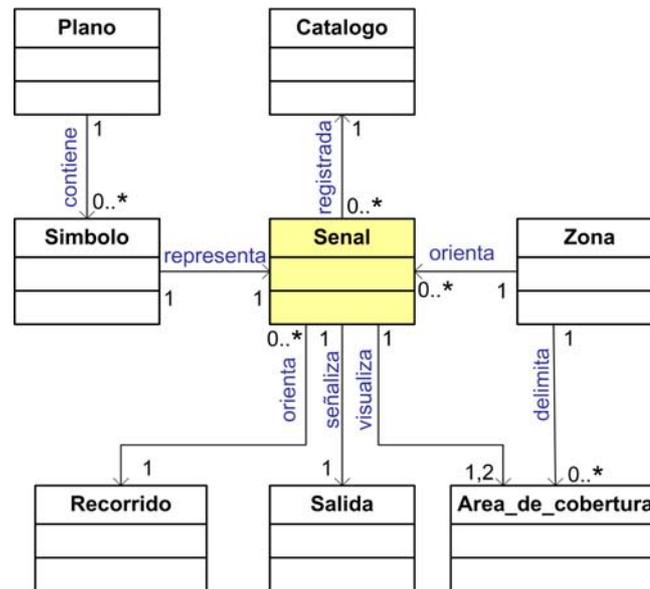


Figura 8: Asociaciones de la clase Señal relacionada con las vías de evacuación

- Cada instancia de la clase Salida está asociada a una instancia de la clase Señal (señal).
- Los datos de las señales se guardan en el catálogo.
- Las señales están asociadas al plano.
- Cada instancia de la clase Señal (señal) está asociada con una instancia de la clase Simbolo, que es su representación en el plano.
- Cada señal tiene asociada una o dos áreas de cobertura, según sea de tipo panel, panorámica o de tipo banderola.
- La forma del área de cobertura depende del contorno de la zona en la que se encuentra.
- La señal está asociada a la vía de evacuación, para orientar al usuario de la edificación sobre el sentido de evacuación a seguir.

- La señal está relacionada con el contorno de la zona donde se inserta, del que se calcula su ángulo de inserción para que esté orientada hacia en interior de la zona.

Señalización de dotación contra incendios

Acción	Observaciones
1. El técnico C localiza los equipos de la dotación contra incendios .	La dotación contra incendios está constituida por el conjunto de los equipos.
2. El técnico C pregunta al sistema el tipo de equipo de que se trata.	Cada equipo tiene una señal asociada.
3. El técnico C accede al catálogo comercial y elige la señal apropiada.	Las señales están reflejadas en el catálogo.
4. El técnico C indica la situación de la señal en el plano.	Las señales se sitúan sobre el plano.
5. El sistema dibuja el símbolo de la señal designada y guarda los parámetros de la señal .	Cada señal tiene un símbolo que es su representación en el plano.
6. El sistema dibuja el área de cobertura de la señal , teniendo en cuenta el contorno de la zona y los parámetros de la señal , como dimensiones , distancia de observación , etc.	Cada señal tiene asociada un área de cobertura. La forma del área de cobertura depende del contorno de la zona en la que se encuentra.

Se pueden definir las siguientes asociaciones:

- La dotación contra incendios está constituida por el conjunto de los equipos.
- Cada instancia de la clase Equipo está asociada a una instancia de la clase Senal (señal).
- Los datos de las señales se guardan en el catálogo.
- Las señales están asociadas al plano.
- Cada instancia de la clase Senal (señal) está asociada con una instancia de la clase Simbolo, que es su representación en el plano.
- Cada señal tiene asociada una o dos áreas de cobertura, según sea de tipo panel, panorámica o de tipo banderola.

- La forma del área de cobertura depende del contorno de la zona en la que se encuentra.
- La señal está relacionada con el contorno de la zona donde se inserta, del que se calcula su ángulo de inserción para que esté orientada hacia en interior de la zona.

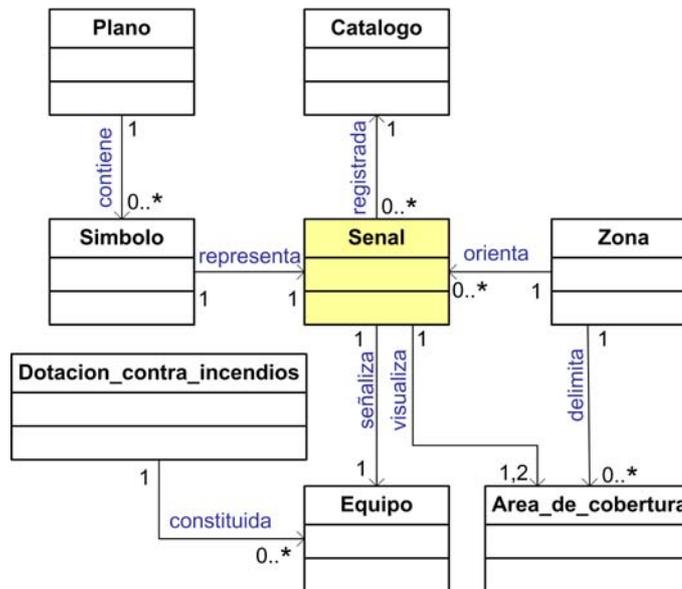


Figura 9: Asociaciones de la clase Señal relacionada con la dotación contra incendios

Señalización de riesgos, peligros y prohibiciones

Acción	Nombres
2. El técnico C pregunta al sistema el tipo de riesgo, peligro y/o prohibición a señalar.	Cada riesgo, peligro o prohibición tiene una señal asociada.
3. El técnico C accede al catálogo comercial y elige la señal apropiada.	Las señales están reflejadas en el catálogo.
4. El técnico C indica la situación de la señal en el plano .	Las señales se sitúan sobre el plano.
5. El sistema dibuja el símbolo de la señal designada y guarda los parámetros de la señal .	Cada señal tiene un símbolo que es su representación en el plano.
6. El sistema dibuja el área de cobertura de la señal , teniendo en cuenta el contorno de la zona y los parámetros de la señal , como dimensiones, distancia de observación , etc.	Cada señal tiene asociada un área de cobertura. La forma del área de cobertura depende del contorno de la zona en la que se encuentra.

Las asociaciones que se extraen se encuentran en (ver figura 10):

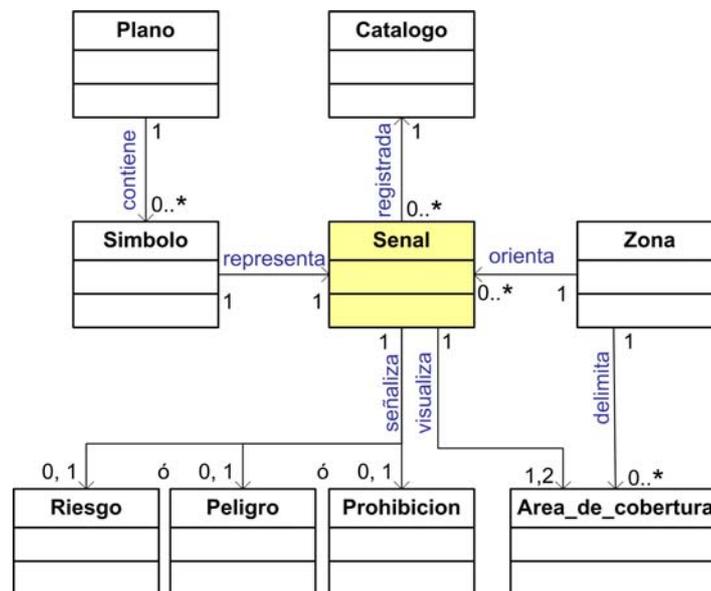


Figura 10: Asociaciones de la clase Señal relacionada con los riesgos, peligros y prohibiciones

- Cada instancia de las clases Riesgo, Peligro y Prohibicion está asociada a una instancia de la clase Señal (señal).
- Los datos de las señales se guardan en el catálogo.
- Las señales están asociadas al plano.
- Cada instancia de la clase Señal (señal) está asociada con una instancia de la clase Simbolo, que es su representación en el plano.
- Cada señal tiene asociada una o dos áreas de cobertura, según sea de tipo panel, panorámica o de tipo banderola.
- La forma del área de cobertura depende del contorno de la zona en la que se encuentra.
- La señal está relacionada con el contorno de la zona donde se inserta, del que se calcula su ángulo de inserción para que esté orientada hacia el interior de la zona.

Señalización de franjas

Acción	Observaciones
1. El técnico C accede al catálogo comercial y elige la franja apropiada.	Las franjas están referenciadas en el catálogo.
4. El sistema dibuja la franja adaptándola a los puntos marcados.	Las franjas se dibujan en el plano.

De lo que se deduce (ver figura 11) que:

- El plano contiene franjas.
- Las franjas están registradas en el catálogo.



Figura 11: Asociaciones de la clase Franja

Alumbrado de emergencia

Acción	Nombres
3. El técnico D accede al catálogo para elegir una luminaria de emergencia.	Las luminarias están referenciadas en el catálogo.
4. El técnico D sitúa la luminaria sobre el plano , indicando su altura .	Las luminarias se sitúan sobre el plano. Cada luminaria tiene un símbolo que es su representación en el plano.
5. El sistema dibuja la curva isolux según las características de la luminaria .	Cada luminaria tiene asociada un serie de curvas isolux. La forma de las curvas isolux dependen del contorno de la zona en la que se encuentran.
7. El técnico D localiza señales o equipos de la dotación contra incendios no iluminadas.	Tanto las señales como los equipos de la dotación contra incendios deben estar correctamente iluminados.

Las asociaciones son las siguientes (ver figura 12):

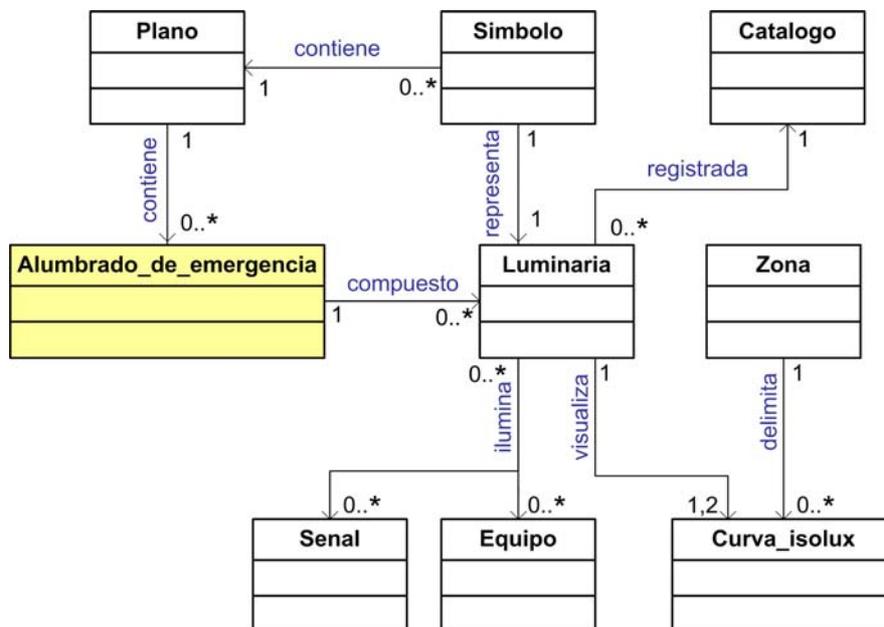


Figura 12: Asociaciones de la clase Aluminado_de_emergencia

- El alumbrado de emergencia, que forma parte del plano, está compuesto por las luminarias.
- Las luminarias están registradas en el catálogo.
- Cada luminaria tiene asociado un símbolo que es su representación en el plano.
- Cada luminaria tiene asociada una serie de curvas isolux.
- La forma de las curvas isolux dependen del contorno de la zona en la que se encuentran.
- Tanto las señales como los equipos de la dotación contra incendios pueden estar iluminados por cualquier número de luminarias y viceversa.

Extracción de datos

Acción	Observaciones
2. El sistema captura todas las zonas del plano , leyendo su identificador .	Las señales, equipos, franjas y luminarias aparecerán asociadas a la zona en la que se encuentran.
3. El sistema captura todas las señales , equipos , luminarias y franjas .	El listado contiene información de las señales, equipos, franjas y luminarias del plano.

Las asociaciones resultantes quedan como (ver figura 13):

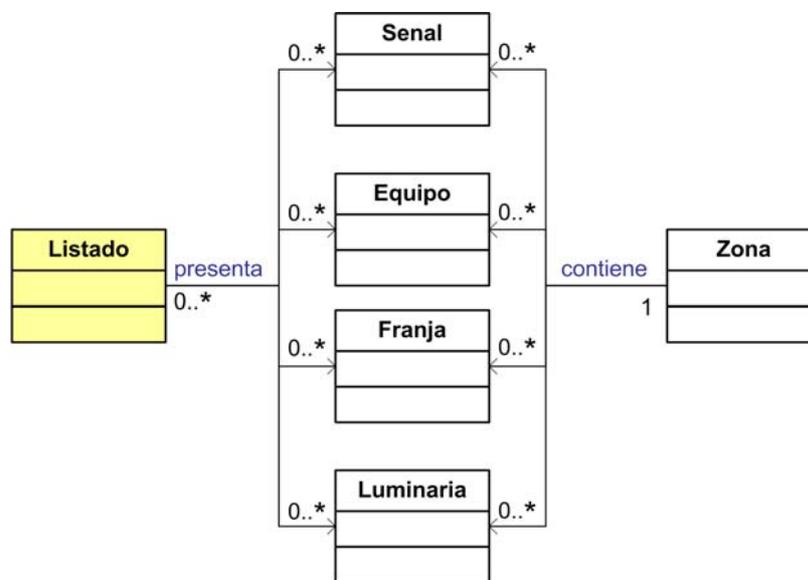


Figura 13: Asociaciones de la clase Listado

- Las señales, equipos, franjas y luminarias están asociadas a la zona en la que se encuentran.
- El listado contiene información de las señales, equipos, franjas y luminarias del plano.

Asociaciones

Para finalizar el apartado, se presentan las asociaciones agrupándolas según se considere la clase principal de cada uno de los distintos módulos del sistema.

Superficies

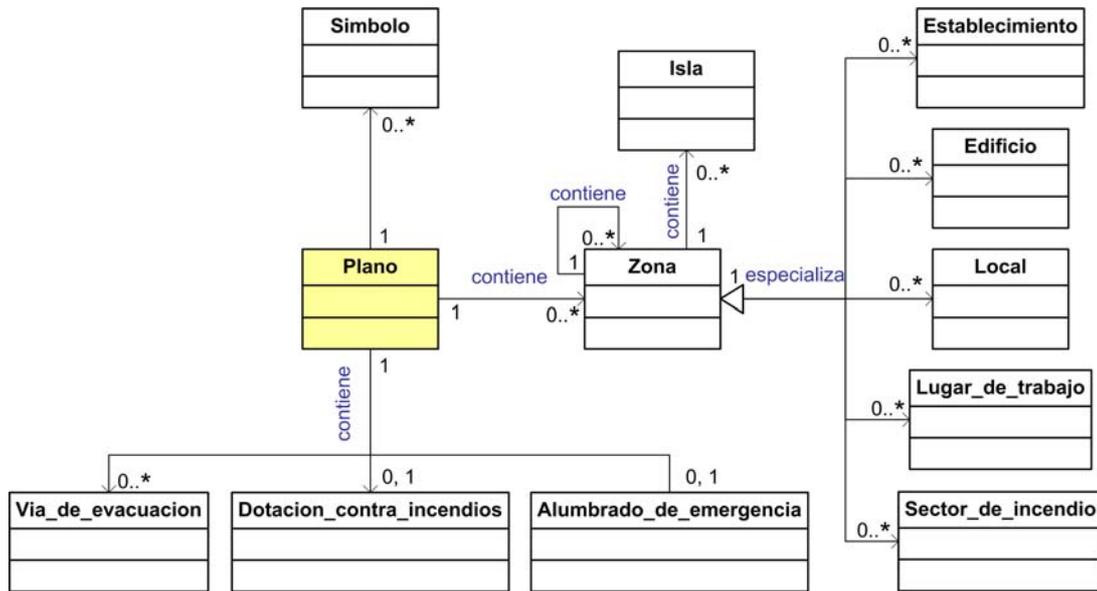


Figura 14: Asociaciones relacionadas con las superficies

Se pueden destacar las siguientes asociaciones de la clase Plano (ver figura 14):

- Clase Zona: el Plano contiene todas las zonas definidas en él. La clase Zona puede contener clases Isla, así como otras clases Zona en su interior.

La clase Zona es una generalización de las demás clases que representan el resto de elementos constructivos.

- Clases Via_de_evacuacion, Dotacion_contra_incendios y Alumbrado_de_emergencia: si bien el plano puede contener múltiples instancias de la clase Via_de_evacuacion, solo contendrá una instancia de la clase Dotacion_contra_incendios que contiene todos los equipos de protección contra incendios del plano, y otra de Alumbrado_de_emergencia, que contiene todas las luminarias de la instalación de alumbrado de emergencia.
- Clase Simbolo: el plano contendrá todos los símbolos que representan a las señales, equipos y demás elementos de la instalación diseñada.

Vías de evacuación

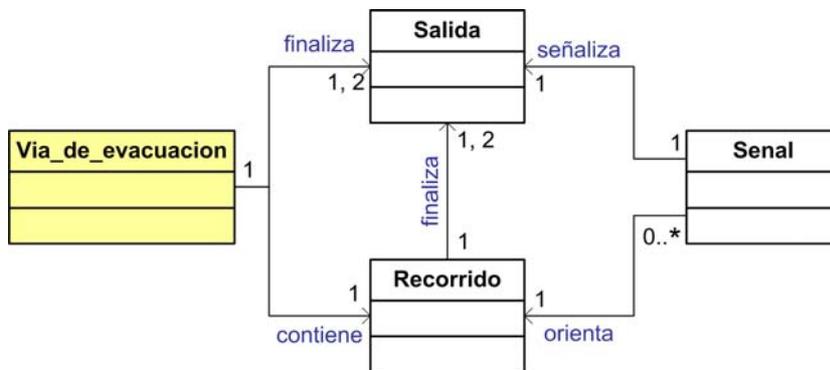


Figura 15: Asociaciones de la clase Via_de_evacuacion

Se destacan las siguientes asociaciones de la clase Via_de_evacuacion (ver figura 15):

- Toda vía de evacuación contendrá un recorrido definido que finalizará en una o dos salidas.
- Cada salida tendrá asignada una señal, mientras que el recorrido puede contener las necesarias para orientar al usuario en caso de evacuación.

Dotación contra incendios

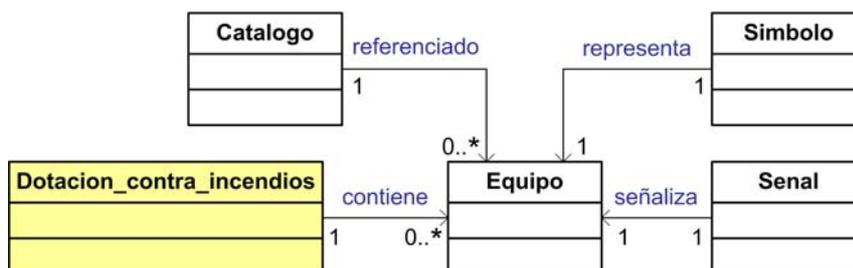


Figura 16: Asociaciones de la clase Dotacion_contra_incendios

Se pueden destacar las siguientes asociaciones de la clase Dotacion_contra_incendios (ver figura 16):

- La dotación contra incendios está compuesta por los diferentes equipos definidos en el plano.
- Los equipos llevan asociada una señal y se representan en el plano por medio de un símbolo.
- Los equipos están asociados a un catálogo comercial.

Riesgos, peligros y prohibiciones



Figura 17: Asociaciones de las clases Riesgo, Peligro y Prohibicion

Las distintas asociaciones de las clases Riesgo, Peligro y Prohibicion se resumen en lo siguiente (ver figura 17):

- Un riesgo, peligro o prohibición irá asociado a un local e irá indicado por medio de una señal.

Señales

En las asociaciones anteriores se hacía referencia a la clase Señal.

Diversas clases están relacionadas con las señales, por lo que parece conveniente representar por separado la clase Señal con todas sus asociaciones (ver figura 18).

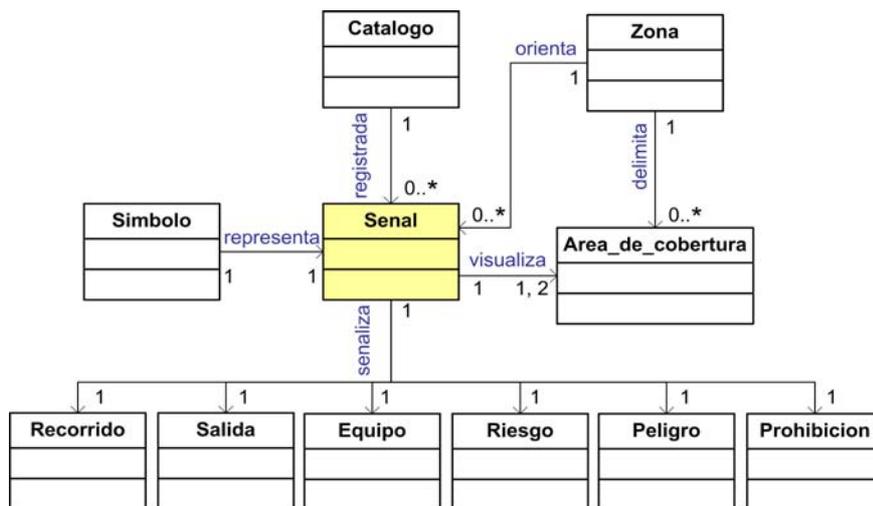


Figura 18: Asociaciones de la clase Señal

- Las señales pueden indicar una salida, un equipo, un riesgo, un peligro, una prohibición o indicar un sentido de evacuación.
- Las señales se representan en el plano por medio de un símbolo.
- Las señales se eligen de un catálogo.
- Las señales se pueden orientar si se insertan sobre la pared de una zona.
- Asociada a cada señal puede haber una o dos áreas de cobertura. Estas áreas vendrán delimitadas por la intersección entre su distancia de observación y el contorno de la zona en la que se encuentran.

Alumbrado de emergencia y extracción de datos

Las asociaciones no experimentan ninguna variación desde el apartado anterior, ya que no es necesario ni simplificarlas ni combinarlas con ninguna otra.

7.4. Atributos

Un atributo se puede definir como un dato de un objeto con un valor lógico.

Es útil identificar los atributos de las clases conceptuales que son necesarios para satisfacer las necesidades de información de los actuales escenarios en desarrollo. Habrá que incluir en un modelo de dominio los atributos para los que los requisitos, como por ejemplo, casos de uso, sugieren o implican la necesidad de recordar la información.

Como punto de partida, se tomarán como referencia los resúmenes de nombres encontrados durante el proceso de reconocimiento de clases conceptuales, pero centrándose en los posibles atributos encontrados.

Definición de superficies

Nombres	Observaciones
altura	Atributo de Edificio, Establecimiento, Local, Lugar_de_trabajo, Sector_de_incendio y Zona.
contorno	Atributo de Edificio, Establecimiento, Local, Lugar_de_trabajo, Sector_de_incendio y Zona.
escala	Atributo de la clase Plano.
nivel_de_riesgo	Posible atributo de Local.
nombre	Atributo de Plano, Edificio, Establecimiento, Local, Lugar_de_trabajo, Sector_de_incendio y Zona.
ocupacion	Atributo de Edificio, Establecimiento, Local, Lugar_de_trabajo, Sector_de_incendio y Zona.
superficie	Atributo de Edificio, Establecimiento, Local, Lugar_de_trabajo, Sector_de_incendio y Zona.
unidad	Atributo de la clase Plano.
uso_previsto	Atributo de Edificio, Establecimiento, Local, Lugar_de_trabajo, Sector_de_incendio y Zona.
volumen	Atributo de Edificio, Establecimiento, Local, Lugar_de_trabajo, Sector_de_incendio y Zona.

Definición de vías de evacuación

Nombres	Observaciones
anchura	Atributo de la clase Salida. No sería aplicable a la clase Recorrido, ya que no tiene por qué ser constante.
distancia (longitud)	Sería más apropiado emplear el Longitud para designar el atributo de la clase Recorrido.
origen_de_evacuacion	Se desecha el atributo origen_de_evacuacion puesto que, en principio, cualquier punto de un recorrido se puede considerar como origen de evacuación.
punto / puntos	Es interesante guardar los datos geométricos de los elementos gráficos. Así se tiene el atributo Punto de la clase Salida, que almacena el dato del punto de inserción de la salida, y el atributo Puntos de la clase Recorrido, en el que se almacenarán los puntos que definen el recorrido.
tipo	Atributo de la clase Salida.

Dotación contra incendios

Nombres	Observaciones
posicion	Sinónimo de punto.
punto	Almacena el punto de inserción del equipo en el plano. Puesto que la representación del equipo se hace por medio de la clase Simbolo, punto será un atributo de la clase Simbolo.

Definición de riesgos

No se han encontrado posibles atributos.

Señalización de vías de evacuación

Nombres	Observaciones
dimension	Atributo de la clase Senal.
direccion	Posible atributo de la clase Senal. Inicialmente parece más interesante guardar la información relativa al atributo Sentido.
distancia_de_observacion	Atributo de la clase Senal.

Nombres	Observaciones
interior	Se descarta ya que se refiere al interior de un contorno.
interseccion	Se descarta. Es el resultado de una operación geométrica.
ocupantes	Se descarta. Se puede considerar como sinónimo de ocupación.
orientación (ángulo)	Almacena el ángulo de rotación de la inserción de la señal en el plano. Puesto que la representación de la señal se hace por medio de la clase Simbolo, ángulo será un atributo de la clase Simbolo.
parametro	Se descarta. Es demasiado genérico ya que todo atributo se puede considerar como un parámetro.
sentido_de_evacuacion	Atributo de la clase Senal.
situacion (punto)	Almacena el punto de inserción de la señal en el plano. Puesto que la representación de la señal se hace por medio de la clase Simbolo, punto será un atributo de la clase Simbolo.
tipo	<i>Atributo de Salida (repetición).</i>

Señalización de dotación contra incendios

Nombres	Observaciones
<i>dimension</i>	<i>Atributo (repetición).</i>
<i>distancia_de_observacion</i>	<i>Atributo (repetición).</i>
<i>parametro</i>	<i>Descartado (repetición).</i>
<i>situacion (punto)</i>	<i>Atributo (repetición).</i>
<i>tipo</i>	<i>Atributo (repetición).</i>

Señalización de riesgos, peligros y prohibiciones

Nombres	Observaciones
<i>contorno</i>	<i>Atributo (repetición).</i>
<i>dimensión</i>	<i>Atributo (repetición).</i>
<i>distancia_de_observación</i>	<i>Atributo (repetición).</i>
<i>parametro</i>	<i>Descartado (repetición).</i>
<i>situacion (punto)</i>	<i>Atributo (repetición).</i>

Señalización de franjas

Nombres	Observaciones
altura	Atributo de la clase Franja.
distancia	Descartado. Indica la distancia a la línea de referencia que se emplea únicamente durante el proceso de trazado.
punto (puntos)	Atributo de la clase Franja. Almacena los puntos que definen su recorrido.

Alumbrado de emergencia

Nombres	Observaciones
altura	Atributo de la clase Luminaria.
anchura	<i>Descartado como atributo de la clase Recorrido (repetición).</i>
caracteristica	Posible atributo de la clase Luminaria. En principio, puesto que las instancias de la clase Luminaria están asociadas a una instancia de la clase Catalogo, las características de la luminaria se podrán consultar del catálogo.

Extracción de datos

Nombres	Observaciones
codigo	Atributo de las clases Equipo, Senal, Franja y Luminaria.
identificador	Atributo de las clases Equipo, Senal, Franja y Luminaria.

Resumen de Atributos

Se finaliza este capítulo con el resumen de los atributos encontrados.

Clase	Atributos	Observaciones
Alumbrado_de_emergencia		
	<i>(sin atributos)</i>	
Area_de_cobertura		
	<i>(sin atributos)</i>	

Clase	Atributos	Observaciones
Catalogo		
	(sin atributos)	
Curva_isolux		
	(sin atributos)	
Dotacion_contra_incendios		
	(sin atributos)	
Edificio		
	(ver Zona)	
Equipo		
	codigo	Código comercial del equipo.
	identificador	Identificador del equipo que sirva para su referencia a lo largo de la documentación.
Establecimiento		
	(ver Zona)	
Franja		
	altura	Altura a la que se coloca la franja.
	codigo	Código comercial de la franja.
	identificador	Identificador de la franja que sirva para su referencia a lo largo de la documentación.
	puntos	Puntos que definen el trazado de la franja.
Isla		
	puntos	Puntos que definen el contorno de la isla.
Listado		
	(sin atributos)	
Local		
	nivel_de_riesgo	Nivel de riesgo del local. Se utiliza para decidir las condiciones de resistencia al fuego.
	(ver Zona)	
Lugar_de_trabajo		
	(ver Zona)	
Luminaria		
	altura	Altura a la que se instala la luminaria.
	codigo	Código comercial de la luminaria.
	identificador	Identificador de la luminaria que sirva para su referencia a lo largo de la documentación.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

Clase	Atributos	Observaciones
Peligro		
	(sin atributos)	
Plano		
	escala	Relación entre las unidades de dibujo y la medida real del plano.
	unidad	Unidades utilizadas para comunicar las medidas al usuario.
	nombre	Nombre del plano.
Prohibición		
	(sin atributos)	
Recorrido		
	longitud	Longitud del recorrido.
	puntos	Puntos que definen el recorrido.
Riesgo		
	(sin atributos)	
Salida		
	anchura	Anchura de la salida.
	punto	Punto de inserción de la salida sobre el plano.
	tipo	Tipo de salida.
Sector_de_incendio		
	(ver Zona)	
Senal		
	codigo	Código comercial de la señal.
	dimension	Dimensiones de la señal.
	distancia_de_observacion	Distancia máxima a la que es reconocible y legible la señal.
	identificador	Identificador de la señal que sirva para su referencia a lo largo de la documentación.
	sentido_de_evacuacion	Sentido indicado por la señal.
Simbolo		
	angulo	Angulo de rotación del símbolo.
	punto	Punto de inserción del símbolo en el plano.
Vía_de_evacuacion		
	(sin atributos)	
Zona		
	altura	Altura suelo-techo de la zona.
	contorno	Contorno que delimita la zona.

Clase	Atributos	Observaciones
<i>Zona (continuación)</i>	nivel_de_riesgo	Nivel de riesgo asignado a la zona.
	nombre	Nombre de la zona. Imprescindible para identificarlas en el plano.
	ocupacion	Ocupación prevista de la zona.
	superficie	Área delimitada por la zona.
	uso_previsto	Uso previsto de la zona.
	volumen	Volumen de la zona.

Capítulo 8. Prototipo

8.1. Introducción

En este capítulo se describen las características del prototipo utilizado para la validación de los requisitos.

El prototipo se ha desarrollado sobre AutoCAD® utilizando como lenguaje de programación AutoLISP® debido a la buena integración existente entre el lenguaje y el programa, así como la rapidez con la que se puede ir desarrollando y probando el código escrito.

Se ha tomado como punto de partida el análisis realizado en el capítulo 6, especificación de requisitos, especialmente las operaciones descritas en los diagramas de estados realizados al final del estudio de cada uno de los casos de uso.

En resumen, las partes implementadas son las siguientes:

- Eventos generales: no se ha implementado el acceso al catálogo, ya que los datos se pueden introducir en el sistema de forma manual.
- Eventos relacionados con el plano: todos los descritos, puesto que es fundamental para poder realizar las pruebas sobre distintos planos con distintas escalas.
- Eventos relacionados con las zonas: casi todos los descritos. Únicamente se han dejado sin implementar los relacionados con parámetros muy puntuales, como la ocupación o los riesgos asociados a los locales.
- Eventos relacionados con las vías de evacuación: no se han desarrollado las funciones de cálculo de anchura de vías de evacuación, ya que las mediciones se pueden hacer de forma manual. En las salidas no se especifica ni su anchura ni su tipo, ya que no se puede acceder al catálogo.

- Eventos relacionados con las señales: se han implementado todos, por ser la parte fundamental del trabajo en desarrollo.
- Eventos relacionados con las franjas: no se han implementado.
- Eventos relacionados con las luminarias: no se han implementado.
- Eventos relacionados con la extracción de datos: se han implementado todos.

Los eventos y las operaciones descritas se han ido implementando en distintas órdenes de AutoCAD®, accesibles desde el teclado o desde una barra de herramientas desarrollada a propósito, con el fin de que sean operativas y fácilmente accesibles.

Para facilitar la trazabilidad, al final del capítulo se listará las relaciones existentes entre las operaciones y las órdenes / funciones del prototipo en las que se han implementado.

8.2. Configuración del plano

El prototipo se ha desarrollado sobre el programa comercial AutoCAD®, utilizando todo su entorno de trabajo. El prototipo se debe adaptar a las dimensiones del plano en el que se utiliza y, también, a las unidades de medida que el usuario está acostumbrado a utilizar.

Por eso es necesario comenzar estableciendo la escala a la que se encuentra el plano sobre el que se va a trabajar y las unidades de medida que se utilizará en los mensajes del sistema.

Configuración del plano (Orden SC)

Configura los parámetros globales del prototipo del sistema.

Los parámetros son:

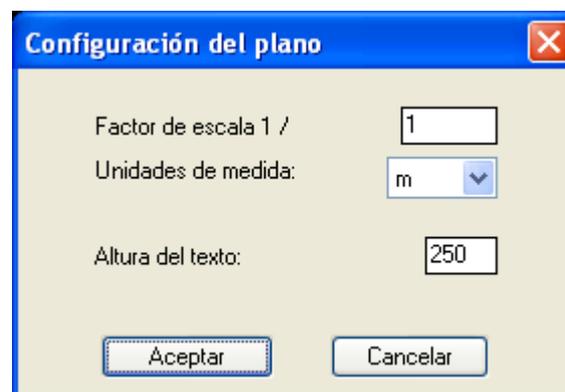


Figura 1: Configuración del plano

- Factor de escala: Escala a la que se ha dibujado el plano sobre el que se va a trabajar. Relaciona las unidades del dibujo con su correspondiente medida en milímetros .

Todas las dimensiones que se introducen en las órdenes del prototipo se deben escribir en milímetros, independientemente de la escala del plano.

- Visualizar unidades: Unidades en las que el programa indicará las medidas. Pueden ser mm ó m.
- Altura de texto: Altura del texto de los atributos de los bloques en unidades de dibujo. Se ha visto interesante añadir esta opción para facilitar la representación de los bloques en el dibujo.

Si no se ejecuta esta orden de forma manual, el prototipo la ejecuta de forma automática antes de insertar señales, puesto que es imprescindible establecer correctamente estos parámetros para el correcto funcionamiento del sistema.

Los valores establecidos y modificados por esta orden se guardan en el plano, de esta forma se memorizan a lo largo de las distintas sesiones de trabajo.

8.3. Gestión de zonas

Desde el punto de vista gráfico, una zona es una polilínea cerrada a la que se le han asignado una serie de parámetros.

Al definir una zona como tal, se determina que el sistema tenga en cuenta su contorno a la hora de calcular la intersección con las áreas de cobertura de las señales.

Las zonas también se tienen en cuenta a la hora de buscar recorridos de evacuación. Si se marca un punto dentro de una zona, se buscará el recorrido de evacuación que se encuentre dentro de esa misma zona.

Una polilínea definida como zona, se puede seguir editando con las órdenes de edición de polilíneas de AutoCAD® sin que pierda sus propiedades.

Las órdenes que permiten trabajar con zonas son:

Definición de zonas (Orden SD)

Permite definir zonas basándose en la geometría del dibujo.

Presenta las siguientes opciones:

- Indicar un punto: Pasa a la edición de la zona detectada o, si no detecta ninguna zona, intenta definir la superficie más cercana como zona.

Funciona de forma interactiva, esto es, según se desplaza el ratón por el plano, va apareciendo en la línea de comandos el nombre de la zona en la que se encuentra.

Si se pincha un punto, el sistema comprueba si se encuentra en el interior de una zona ya definida. Si es así, pasa a editar la zona (orden Edición de Zonas).

Si no se encuentra dentro de una zona, el sistema intenta definir una zona nueva buscando su contorno.

- **Buscar (B)** : Permite buscar las zonas por el nombre.
- **convertir Entidad (E)**: Convierte una polilínea designada por el usuario en zona. Una vez convertida, se ejecuta la orden Editar zona.
- **Descomponer zona (D)**: Descompone una zona y la convierte en polilínea normal.

Definición automática de zonas

Para definir una zona de forma automática, se debe marcar un punto dentro de lo que va a ser la zona y dejar que el programa detecte su contorno.

Antes de marcar el punto, es recomendable comprobar las intersecciones, eliminando todo aquello que dificulte al programa la detección del contorno de la zona.

Definición manual de zonas

Cuando la complejidad del contorno de la zona impida su definición de forma automática, será necesario hacerlo de forma manual. Para ello es recomendable dibujar primero la polilínea que delimite su contorno.

Una vez dibujada la polilínea, se puede definir como zona con la orden SD (Definición de zonas) o con la orden SE (Edición de zonas).

Es recomendable darle un nombre a cada zona para poder localizarla fácilmente.

Edición de zonas (Orden SE)

Permite editar los parámetros asociados a una zona. Primero debe designar una zona del dibujo. Si la entidad marcada no es una zona, pide confirmación por si es necesario convertirla.

- Islas (I): Permite gestionar las islas definidas dentro de la zona. Se pueden: Añadir (A): Añade islas a una zona y Quitar (Q): Elimina islas de una zona; no las borra, únicamente las elimina de la lista interna del prototipo.

Definición de islas

Una isla es una región de una zona que interrumpe la visión de las señales, como por ejemplo una columna o el hueco de un ascensor.

Para definir una isla en el prototipo, es necesario dibujar previamente la polilínea que delimite su contorno. Como contorno no se pueden utilizar círculos directamente, es necesario dibujar una polilínea formada por dos arcos.

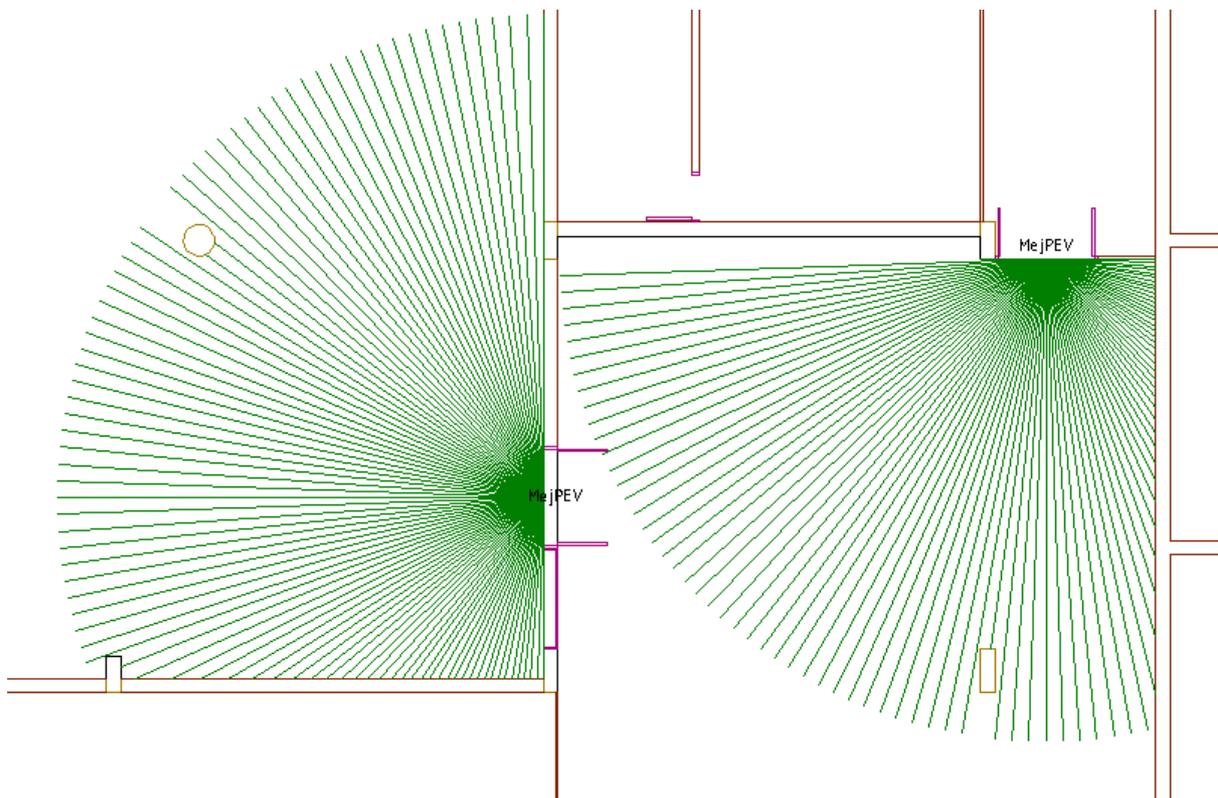


Figura 2: Islas interrumpiendo al área de cobertura

En la figura 2 se puede ver cómo un par de columnas, definidas como islas, interrumpen el área de cobertura de las señales colocadas sobre las salidas de evacuación.

Operaciones con zonas

Buscar zonas por nombre

Es la opción B de la orden SE (Edición de zonas). Aparece un letrero de diálogo con el listado de las zonas definidas en el plano (ver figura 3).

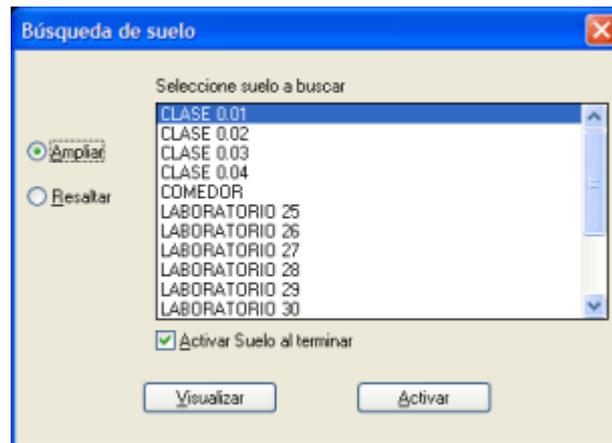


Figura 3: Búsqueda de zona

- Botón Visualizar: Cambia la visualización del plano según el estado de los controles .
- Los controles de la izquierda permiten seleccionar la operación a realizar al pinchar sobre el botón Visualizar.
- El control Ampliar realiza un Zoom de forma que se visualiza la zona entera.
- El control Resaltar sombrea de color la zona y hace un Zoom Todo para ver dónde se localiza.
- Botón Activar: Finaliza la orden cambiando la visualización.

8.4. Vías de evacuación

El prototipo permite calcular las distancias hasta las salidas de evacuación desde cualquier punto del plano.

La secuencia de trabajo es la siguiente:

1. Se insertan los símbolos de las salidas de evacuación.
2. Se dibujan los recorridos de evacuación, de forma que alguno de sus extremos coincida con una salida de evacuación.
3. Se comprueban e indican las distancias necesarias sobre el plano.

Si se insertan señales con los recorridos de evacuación definidos, el prototipo elegirá automáticamente su orientación, señalando siempre hacia la salida de evacuación más próxima. En cualquier momento se pueden recalculan las distancias. Esto es interesante si se eliminan salidas de evacuación o si se modifican los recorridos de evacuación una vez insertados los símbolos.

Gestión de vías de evacuación (Orden ST)

Permite gestionar los recorridos y las salidas de evacuación. Presenta las siguientes opciones (ver figura 4):

- Definir salidas de evacuación: sitúa los símbolos de las salidas de evacuación sobre el plano.
- Definir recorridos de evacuación: convierte polilíneas del plano en recorridos de evacuación, comprobando la coincidencia de al menos uno de sus extremos con una salida de evacuación. Si esta condición no se cumple, el sistema presenta un aviso y no permite la definición de la polilínea como recorrido.

- Insertar marcadores de distancias: inserta símbolos con la distancia desde el punto marcado hasta la salida de evacuación más cercana.
- Borrar marcadores de distancias: borra los símbolos de distancias insertados con la opción anterior.
- Regenerar marcadores de distancias: recalcula la distancia y el sentido de los símbolos de distancias al estado actual de los recorridos de evacuación.

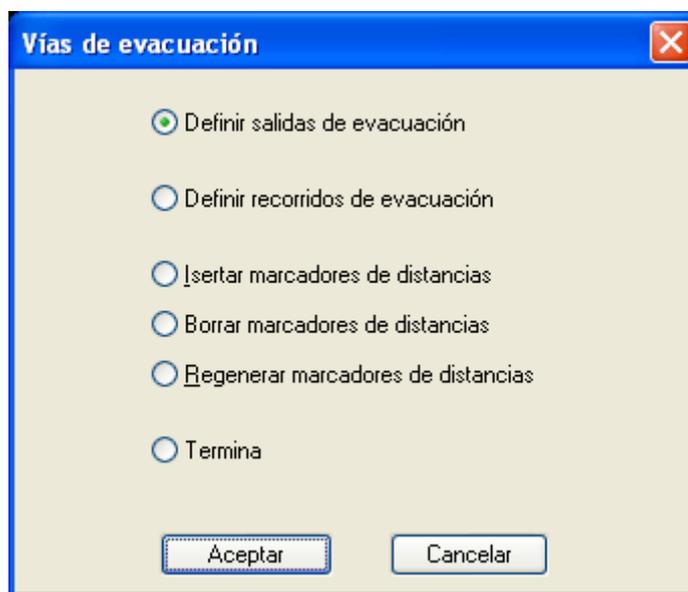


Figura 4: Interfaz de la orden Vías de evacuación

Definir las salidas de evacuación

El prototipo permite insertar símbolos de *salida* en el plano. Se pueden insertar todos los símbolos de salida que sean necesarios, pero el sistema únicamente tendrá en cuenta los símbolos de salida cuando se encuentren insertados en el extremo de un recorrido de evacuación.

El bloque que representa la salida se dibuja de forma automática, sin la necesidad de tenerlo definido previamente.

Los bloques de *salida* insertados se pueden desplazar, copiar y girar con las órdenes del programa sin que afecte al funcionamiento del sistema.

1. **Funcionamiento normal:** Es recomendable definir inicialmente dónde se encuentran las salidas de emergencia sobre el plano. Para ello, se debe ejecutar la orden ST (Vías de evacuación).

Para insertar las señales, únicamente se debe marcar el punto de inserción sobre el plano. No es necesario tener en cuenta las zonas definidas en el plano para insertar las salidas de evacuación. No es decisivo si se insertan dentro, fuera o sobre el contorno de una zona.

2. **Cambio de diámetro:** El único parámetro configurable es el diámetro de la señal. El diámetro es igual a la longitud del lado largo y su valor por defecto es de 1000 mm. Para hacer el cambio, es necesario emplear la opción D de la orden e indicar el diámetro de forma manual. Al insertar el primer bloque después del cambio de diámetro, se actualizan todos los bloques ya insertados.

Definir recorridos de evacuación

El prototipo permite definir los recorridos de evacuación. Éstos deben cumplir la condición de que uno o sus dos extremos coincidan con un símbolo de salida de evacuación.

Para definir los recorridos de evacuación se utilizan polilíneas dibujadas por el usuario que deben ser convertidas por medio de la orden apropiada.

El proceso para definir los recorridos de evacuación es el siguiente:

1. **Dibujar las polilíneas:** se deben utilizar polilíneas para definir los recorridos de evacuación. Primero hay que dibujar las polilíneas. Cada recorrido debe tener al menos uno de sus extremos dentro del símbolo de una salida de evacuación. No es necesario tener en cuenta las zonas definidas en el plano para trazar los recorridos. Solo se debe tener en cuenta que las polilíneas no pueden estar cerradas.
2. **Casos especiales:** se pueden dibujar tantas polilíneas como sean necesarias. Una vez dibujadas se pueden modificar.

3. Definir los recorridos de evacuación: es necesario emplear la orden ST para convertir las polilíneas en recorridos de evacuación reconocibles por el sistema. Al convertir una polilínea, se indica en la línea de comandos la longitud de la ruta, así como la distancia máxima a una salida de evacuación.

Una vez definidos los recorridos, es posible modificar su trazado con las órdenes de AutoCAD ® sin que afecte al funcionamiento del sistema.

El sistema tiene en cuenta los recorridos de evacuación en los siguientes casos:

- Al indicar distancias: el insertar un punto de distancia, se indica la longitud de la ruta más cercana al punto indicado hasta la salida más próxima.
- Al insertar señales con sentido: el sentido se corresponde con el sentido del recorrido hasta la salida más cercana.

Indicar distancias

El prototipo permite insertar marcas o símbolos, indicando la distancia desde el punto en que se encuentran a la salida de evacuación más cercana, siguiendo los recorridos de evacuación definidos.

Las marcas se pueden insertar de dos maneras:

1. Sobre los recorridos de evacuación: el usuario indica la distancia a la que quiere que aparezcan las marcas. Las distancias se pueden indicar de dos formas: Opción Max: marca la distancia máxima a la salida de emergencia por medio de un punto rojo (ver figura 5). Si la ruta tiene salidas en sus dos extremos, la distancia máxima se encuentra en la mitad. Si la ruta solo tiene una salida en un extremo, la distancia máxima es el otro extremo. Tecleando la distancia en mm: se dibujan puntos cian a las distancias indicadas, siempre que sea posible.

En todos los símbolos se indica la distancia a la salida más cercana en las unidades de medida especificadas en la configuración del plano (orden SC) .

2. Sobre cualquier punto del plano: El prototipo se encarga de buscar el recorrido de evacuación más cercano y, tomándolo como referencia, indicar la dirección hacia la salida más cercana (ver figura 5). Para ello se debe ejecutar la orden ST -> opción Indicar distancias y teclear la opción Puntos. A continuación puede marcar los puntos sobre el plano.

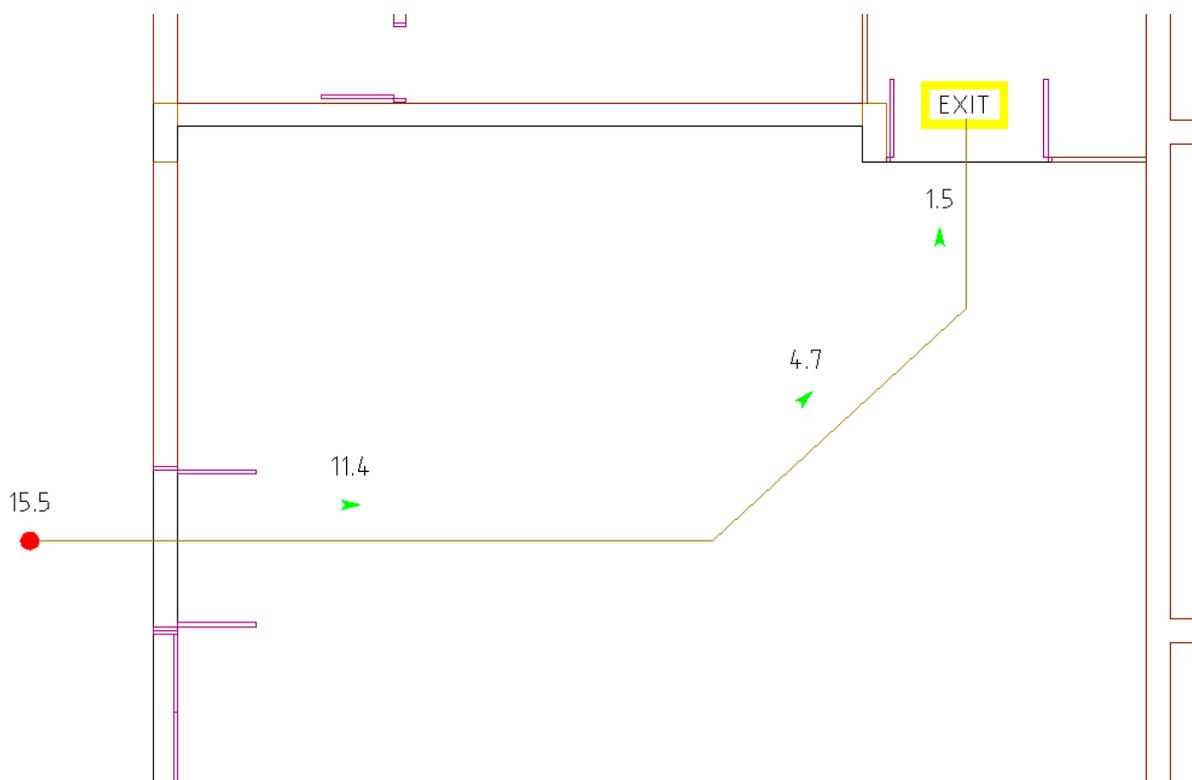


Figura 5: Marcas de distancias relacionadas con las vías de evacuación

Regenerar distancias:

En cualquier momento se pueden pedir al sistema que regenere las distancias de las marcas insertadas, comprobando la distancia y la dirección hacia la salida de evacuación, así como las unidades de medida empleadas.

Borrar las distancias:

El programa es capaz de filtrar únicamente las señales respecto al resto de las entidades del dibujo, por eso se pueden designar con total libertad.

8.5. Señales

El prototipo permite insertar señales sobre el plano

Los bloques están parametrizados y contienen toda la información necesaria para poder ser dibujados. De esta manera, el sistema es capaz de adaptarlos en cualquier momento al estado del plano.

Las señales son bloques de AutoCAD®, por lo que se pueden utilizar todas las órdenes del programa para modificarlas. Sin embargo, es mejor utilizar las órdenes proporcionadas por el prototipo para editar las señales, ya que son más cómodas de usar y evitan errores del usuario.

Es importante conocer la relación establecida en el prototipo entre las señales y los elementos existentes en el plano:

- Relación entre las señales y las zonas del plano: cada vez que se inserta una señal, el sistema se encarga de buscar las intersecciones de las líneas del área de cobertura de la señal con el contorno de la zona en la que se inserta y con los contornos de las islas que se encuentran en la misma zona.
- Relación entre las señales y las vías de evacuación: si se han definido recorridos y salidas de evacuación, el sistema puede adaptar las señales insertadas indicando la dirección en que se encuentra la salida de evacuación más próxima.

Gestión de señales (Orden SS)

La orden SS proporciona todas las herramientas necesarias para la gestión de las señales en el plano.

Presenta las siguientes opciones (ver figura 6):

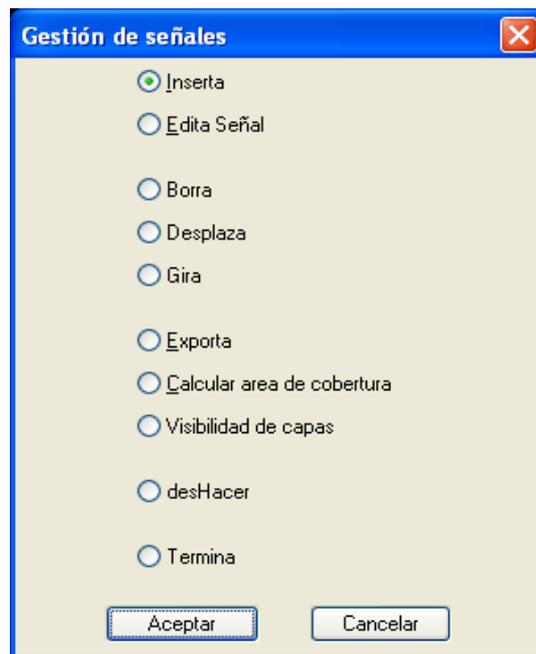


Figura 6: Interfaz de la orden Gestión de señales

- Inserta: inserta señales en el dibujo, permitiendo modificar los parámetros de las mismas en cada inserción.
- Edita señal: permite modificar los parámetros de las señales designadas. Una vez modificadas, se recalculan las áreas de cobertura.
- Borra: borra las señales designadas. Aplica un filtro, de forma que, aunque se designen otro tipo de entidades, únicamente se borran las señales
- Desplaza: desplaza señales de forma individual. Una vez desplazadas se recalculan las intersecciones de sus líneas.
- Gira: gira señales de forma individual. Una vez giradas se recalculan las intersecciones de sus líneas.
- Exporta: exporta un listado con las señales del dibujo a una hoja excel.
- Calcula área de cobertura: exporta datos a excel sobre la relación entre las superficies de la edificación y la superficie cubierta por las señales.

- Visibilidad de capas: permite activar o desactivar las diversas partes de las que constan las señales: Símbolo de la señal, código y área de cobertura.

Inserción de señales

El programa permite insertar señales sobre el plano por medio de la orden SS, Gestión de señales.

Las señales no se encuentran en una biblioteca de bloques. Se definen de forma dinámica a medida que se van configurando sus parámetros.

Parametrización de señales

Tipo de señal: Panoramica

Dimensiones de la señal

Altura: 210

Anchura: 210

Fondo: 40

Escala del bloque: 3

Área de cobertura

Ángulo de los rayos: 90

Distancia de observación: 10000

Número de líneas: 360

Atenuación: 1

Color: 3

Código: 0000

Comprobar sentido:

Herederar propiedades<

Aceptar Cancelar

Figura 7: Interfaz de parametrización de señales

Los parámetros configurables de las señales son (ver figura 7):

- Tipo de señal: Pueden ser cartel, panorámica o banderola.
- Dimensiones de la señal: fija las dimensiones reales de la señal. Se dibujará a escala sobre el plano, pero aplicándole el factor de escala del control “Escala del bloque”.
 - Escala del bloque: escala de representación del bloque sobre el dibujo. Permite hacer visible el bloque de la señal. No afecta al área de cobertura.
 -
- Área de cobertura: permite definir de forma manual los parámetros del área de cobertura:
 - Ángulo de los rayos: ángulo del área de cobertura.
 - Distancia de observación: longitud de las líneas del área de cobertura.
 - Número de líneas: Fija el número de líneas a dibujar cada 360° de circunferencia.
 - Atenuación: Factor de atenuación de la señal en tanto por uno. El programa multiplica la longitud de las líneas (distancia de observación) del área de cobertura por este factor.
 - Color: Establece el número de color con el que se dibujan las líneas del área de cobertura.
- Código: permite indicar el código a asignar a cada señal.

Si termina en L ó R: se considera que tiene una flecha indicando un sentido a derecha (R) o a izquierda (L).

En este caso, se representa también, de forma esquemática, la fecha sobre el símbolo del plano (ver figura 8).

2. Indicar el punto de inserción de la señal. El programa comprueba internamente si el punto se encuentra dentro de alguna de las zonas definidas en el plano.
3. Indicar el ángulo de rotación. Se puede teclear o indicar de forma gráfica sobre el dibujo.

Una vez finalizada la entrada de datos, el programa dibujará la señal de la siguiente manera:

1. Dibuja la señal con el ángulo indicado.
2. Dibuja los rayos de visualización.
3. Si el punto de inserción se encuentra dentro de una zona, se calculan todas las intersecciones, recortando los rayos.
4. Si el código termina en la letra R o L y está activada la opción "Comprobar sentido", se busca el recorrido de evacuación más cercano y se calcula la dirección hacia la salida más cercana. Si se encuentra una salida de evacuación, se dibuja la flecha sobre la señal, cambiando su código si fuera necesario.

Inserción sobre el contorno de la zona

Si se inserta una señal sobre el contorno de una zona, el sistema calcula de forma automática el ángulo de rotación de la señal.

El ángulo será el que defina la dirección perpendicular a la zona indicada, orientada hacia el interior. En este caso, el sistema no pide el ángulo al usuario. El funcionamiento de la orden es, en lo demás, igual al caso general.

Edición de señales

Las opciones de la orden que permiten editar las señales insertadas son las siguientes:

Editar parámetros de las señales

Permite modificar alguno de los parámetros de las señales designadas. Una vez designadas las señales a modificar, aparece el letrero de diálogo de edición de parámetros de señales.

Los valores que aparecen son leídos de la primera señal designada. Para aprovechar esta característica, puede ser interesante pinchar sobre la entidad que se quiere tomar como modelo y luego utilizar las opciones *ventana* o *captura* de AutoCAD ®. El sistema solo cambia los parámetros modificados en el letrero de diálogo. El resto los deja sin modificar.

Al validar el letrero de diálogo, las señales designadas se regeneran con los parámetros modificados, se recalculan las intersecciones de sus rayos y se actualiza la flecha indicando la dirección de la salida más cercana.

Regenerar señales

En algunos casos puede ser necesario regenerar las señales insertadas en el plano. Esto puede ser debido a cambios en el plano o a cambios en la configuración del plano

Aprovechando que la opción "Edita" únicamente cambia los parámetros modificados por el usuario en la selección de señales realizada, se podrá ejecutar esa opción y pinchar sobre el botón *Aceptar* sin cambiar ningún parámetro. De esta manera se regeneran las señales sin cambiar ninguno de sus parámetros.

Esta opción puede ser interesante en los siguientes casos:

1. Cambio en la geometría de las zonas, incluidas sus islas. El sistema recalculará todas las intersecciones.
2. Cambio en el trazado de los recorridos de evacuación o en la situación de las salidas de evacuación, siempre que esté activada activado la opción "Comprobar dirección" y se haya añadido una R ó una L al final de los códigos de las señales. En ese caso, se cambiará el código y la dirección de las flechas si es necesario

3. Cambio de la altura de texto en la orden de configuración del plano (orden SC). Los atributos del código se dibujaran con la altura nueva.

Borrar señales

Las señales se pueden borrar con las órdenes de AutoCAD ®.

La ventaja de utilizar la opción *borra* de la orden SS es que el prototipo realiza un filtro sobre la selección, borrando únicamente las señales designadas e ignorando el resto de entidades.

Desplazar señales

Permite desplazar señales de forma individual, indicando también el nuevo ángulo de rotación.

Al designar la señal, el prototipo pide su nuevo punto de inserción. Se encuentran las dos posibilidades:

1. Si el nuevo punto de inserción se encuentra sobre el contorno de la zona: El nuevo ángulo de rotación se calcula automáticamente de forma que sea perpendicular a la zona.
2. Si el punto no se encuentra sobre el contorno de la zona, se pide el ángulo de rotación de forma manual. El ángulo que aparece por defecto es el ángulo actual de la señal.

Una vez movida la señal se recalculan las intersecciones de sus rayos.

Girar señales

Permite modificar el ángulo de rotación de la señal.

El ángulo se puede teclear o indicar de forma gráfica. El ángulo que aparece por defecto es el ángulo actual de la señal.

Una vez girada la señal se recalculan las intersecciones de sus rayos.

Visibilidad de capas

En el prototipo se ha tenido en cuenta la distribución de las partes de los bloques de las señales en distintas capas del plano, para facilitar la visualización del plano en su conjunto.

El control de la visualización se realiza por medio del siguiente letrero de diálogo (ver figura 6):



Figura 9: Control de visibilidad de capas de las señales

Los controles significan:

- Señales: símbolo de la señal, de las dimensiones establecidas en la definición de la señal y aplicada la escala de bloque.
- Códigos: código de las señales insertadas.
- Áreas de cobertura: las áreas de cobertura de las señales.

Exportar datos

En el prototipo se han implementado dos funciones que exportan los datos leídos del plano.

Exportar datos

Se corresponde en parte con la operación definida en el análisis de los casos de uso, aunque únicamente se ha implementado la opción de listado de elementos agrupados por zona y por código.

Los datos exportados se presentan formateados con el siguiente criterio (ver figura 10):

Situación	Código	Tipo	Cantidad
CLASE 0.01	MejPEX26	3	1
CLASE 0.02	MejPEX25	3	1
CLASE 0.03	MejPEX24	3	1
CLASE 0.04	MejPEX23	3	1
COMEDOR	Ex23	1	2
COMEDOR	MejPEX09	3	1
COMEDOR	MejPEX10	3	1
LABORATORIO 25	Ex29	1	1
LABORATORIO 25	MejPEX27	3	1
LABORATORIO 26	Ex31	1	1
LABORATORIO 26	MejPEX28	3	1
LABORATORIO 27	Ex33	1	1
LABORATORIO 27	MejPEX29	3	1
LABORATORIO 28	Ex51	1	1
LABORATORIO 28	MejPEX30	3	1
LABORATORIO 29	Ex83	1	1
LABORATORIO 29	MejPEX31	3	1
LABORATORIO 30	MejPEX32	1	1
PASILLO DEPARTAMENTOS	Ex16	1	1
PASILLO DEPARTAMENTOS	Ex18	1	1
PASILLO DEPARTAMENTOS	Ex19	1	1
PASILLO DEPARTAMENTOS	PEX2	1	1
PASILLO DEPARTAMENTOS	MejBEX05	2	1
PASILLO DEPARTAMENTOS	MejBEX07	2	1
PASILLO DEPARTAMENTOS	MejPEX06	3	1
PASILLO DEPARTAMENTOS	MejPEX08	3	1
PASILLO LABORATORIO ENTERO	Ex47	1	1
PASILLO LABORATORIO ENTERO	Ex49	1	1
PASILLO LABORATORIO ENTERO	Ex78	1	1
PASILLO LABORATORIO ENTERO	Ex80	1	1
PASILLO LABORATORIO ENTERO	MejPEX33	1	1
PASILLO LABORATORIO ENTERO	MejPEX34	1	1
PASILLO LABORATORIO ENTERO	MejPEX35	3	1

Figura 10: Captura de los datos exportados

- Situación: nombre de la zona donde se encuentra insertado cada elemento.
- Código: código del elemento. En principio será el código comercial.
- Tipo: código del tipo de señal: 1, plana; 2, banderola; 3, panorámica.
- Cantidad: número de señales con el mismo código que se encuentran en la zona.

Calcular área de cobertura

Fuera de los resultados del análisis, se estimó conveniente el desarrollo de una función que comparara la superficie total de las zonas con la suma de las superficies de las áreas de cobertura de las señales. Los datos exportados se corresponden con (ver figura 11):

Zona	%	Sup. Zona	Sup. Cobertura	Señales	Sup. Bruta	Sup. Islas	Islas
CLASE 001	99.94	1.5	1.5	1	1.5	0	0
CLASE 002	99.53	1.5	1.5	1	1.5	0	0
CLASE 003	97.35	1.5	1.4	1	1.5	0	0
CLASE 004	99.94	1.5	1.5	1	1.5	0	0
COMEDOR	83.25	6	5	4	6	0	5
LABORATORIO 25	88.6	1.6	1.4	2	1.6	0	0
LABORATORIO 26	85.96	1.7	1.4	2	1.7	0	0
LABORATORIO 27	85.95	1.7	1.4	2	1.7	0	0
LABORATORIO 28	85.94	1.7	1.4	2	1.7	0	0
LABORATORIO 29	85.96	1.7	1.4	2	1.7	0	0
LABORATORIO 30	99.25	1	1	1	1	0	0
PASILLO DEPARTAMENTOS	99.92	2.7	2.7	8	2.7	0	0
PASILLO LABORATORIO ENTERO	74.07	3.9	2.9	7	3.9	0	0
PASILLO PATIO	88.84	4	3.6	4	4	0	0
PASILLO PRINCIPAL ENTERO	0.00	17.2	0	0	17.3	0.1	8
SALA DE ESTUDIO	100.00	8.1	8.1	6	8.1	0	0
SALON DE ACTOS	87.35	21.2	18.5	14	21.2	0	0

Figura 11: Captura de datos exportados con los cálculos del área de cobertura

- Zona: nombre de la zona del plano.
- % (porcentaje): Porcentaje de la superficie de la zona cubierta por las áreas de cobertura de las señales.
- Sup. Zona: superficie de la zona, en metros cuadrados.
- Sup. Cobertura: superficie cubierta por las señales insertadas en las zonas. No es la suma algebraica, si no la suma booleana de las zonas, esto es, se descartan las superficies solapadas.
- Señales: número de señales insertadas en las zonas.
- Sup. Bruta: superficie de la zona sin restar la superficie de las islas existentes.
- Sup. Islas: suma de las superficies de las islas existentes en la zona.
- Islas: número de islas encontradas en la zona.

8.6. Relación con el análisis

Para finalizar el capítulo se presenta la relación entre los eventos descritos en los diagramas de secuencia tratados en el capítulo 6 con las órdenes y opciones implementadas en el prototipo.

Eventos relacionados con el plano

Operaciones de usuario

Operación	Prototipo
cambiaEscala(plano)	Configuración del plano (orden SC).
cambiaUnidad(plano)	
dameEscala(plano)	
dameUnidad(plano)	
fijaEscala()	
fijaUnidad()	

Operaciones internas

Operación	Prototipo
guardaEscala()	Configuración del plano (orden SC).
guardaUnidad()	
leeEscala()	
leeUnidad()	

Se ha añadido también la gestión del parámetro “Altura de texto”.

Ha sido necesario añadir este parámetro para poder adaptar las dimensiones de los atributos de los bloques a la escala del plano.

Eventos relacionados con las zonas

Operaciones de usuario

Operación	Prototipo
buscaLocal(local)	Edición de zonas; opción Buscar.
calculaSuperficie(zona)	No hay una orden específica accesible para el usuario. Está implementada y se emplea internamente al extraer datos.
calculaVolumen(zona)	No se ha implementado el atributo <i>altura</i> en las zonas, por lo que no es posible.
cambiaParametros(zona)	Edición de zonas.
dameOcupacion(zona)	No se ha implementado el atributo <i>ocupación</i> en las zonas.
dameParametros(zona)	Edición de zonas.
defineContorno(zona)	Edición de zonas y definición de zonas.
defineContorno(isla)	Edición de zonas; opción islas.
fijaParametros(zona)	Edición de zonas.
indicaRiesgo(local)	No se ha implementado el atributo <i>riesgo</i> en las zonas.
preguntaRiesgos()	No se ha implementado el atributo <i>riesgo</i> en las zonas.

Operaciones internas

Operación	Prototipo
guardaParametros(zona)	Edición de zonas y definición de zonas.
guardaRiesgo()	No se ha implementado el atributo <i>riesgo</i> en las zonas.
guardaZona()	Edición de zonas; opción islas.
leeAltura(zona)	No se ha implementado el atributo <i>altura</i> en las zonas.
leeGeometria(zona)	Edición de zonas y definición de zonas.
leeOcupacion(zona)	No se ha implementado el atributo <i>ocupación</i> en las zonas.
leeParametros(zona)	Edición de zonas y definición de zonas.
leeRiesgo()	No se ha implementado el atributo <i>riesgo</i> en las zonas.
situaPunto(zonas)	Era fundamental implementarlo. En caso contrario se habría perdido la mayor parte de las funcionalidades del sistema.

Eventos relacionados con la dotación contra incendios

Operaciones de usuario

Operación	Prototipo
insertaEquipo(punto)	No implementado.

Operaciones internas

Operación	Prototipo
guardaEquipo()	No implementado.

Eventos relacionados con las vías de evacuación

Operaciones de usuario

Operación	Prototipo
buscarSalida()	No implementado. Se debe realizar de forma visual.
compruebaAnchuraRecorrido (recorrido)	No implementado. Se puede realizar de forma manual con las órdenes de AutoCAD.
compruebaSalidasRecorrido (recorrido)	Se comprueba al definir cada recorrido de evacuación. Si no se encuentran, aparece un mensaje de error y no se convierte.
dameAnchura(punto, recorrido)	No implementado. Se puede realizar de forma manual con las órdenes de AutoCAD.
dameDistancia(punto, recorrido)	Las distancias no se pueden medir directamente sin usar las órdenes de AutoCAD. En todo caso, el sistema puede dibujar marcas en el plano indicando las distancias.
dameParametros(salida)	No implementado. Se puede realizar de forma manual con las órdenes de AutoCAD.
defineRecorrido()	Gestión de vías de evacuación; opción <i>Definir recorridos de evacuación</i> .
dibujaSalida (tipo, anchura)	Gestión de vías de evacuación; opción <i>Definir salidas de evacuación</i> .
modificaRecorrido()	Se puede realizar con las órdenes de AutoCAD.

Operaciones internas

Operación	Prototipo
guardaRecorrido()	Gestión de vías de evacuación; opción <i>Definir recorridos de evacuación</i> .
guardaSalida (tipo, anchura)	Gestión de vías de evacuación; opción <i>Definir salidas de evacuación</i> .
leeAnchuras(recorrido)	No implementado. Se puede realizar de forma manual con las órdenes de AutoCAD.
leeGeometria(recorrido)	Gestión de vías de evacuación.
leeParametros(salida)	No implementado.
leeSalidas(recorrido)	Gestión de vías de evacuación.

Eventos relacionados con las señales

Operaciones de usuario

Operación	Prototipo
dibujaAreaCobertura (punto, parametros)	Gestión de señales. Cada vez que se inserta o modifica una señal.
insertaSeñal (punto, parametros)	
insertaSeñalNoPared(punto)	
insertaSeñalPared(punto)	

Operaciones internas

Operación	Prototipo
decideDireccion (punto, salida)	Gestión de señales. Cada vez que se inserta o modifica una señal.
decideRecorridoCercano (punto, recorridos)	
decideSalidaCercana (punto, recorrido, salidas)	
guardaAreaCobertura()	
guardaSeñal(parametros)	
leePuntosCorte()	
leeRecorridos()	
leeSalidas(recorrido)	
leeTangente(punto, pared)	

Eventos relacionados con las franjas

Operaciones de usuario

Operación	Prototipo
indicaAltura()	No implementado.
indicaDistancia()	
marcaPuntos()	
terminaFranja()	

Operaciones internas

Operación	Prototipo
guardaFranja(parametros)	No implementado.
guardaSegmentos(puntos)	

Eventos relacionados con las luminarias**Operaciones de usuario**

Operación	Prototipo
dibujaCurvalsolux (punto, parametros)	No implementado.
insertaLuminaria (punto, parametros)	

Operaciones internas

Operación	Prototipo
guardaCurvalsolux()	No implementado.
guardaLuminaria(parametros)	
leePuntosCorte()	

Eventos relacionados con la extracción de datos

Operación	Prototipo
dameListado()	Implementado. Únicamente se exporta el formato en el que los elementos van agrupados por zonas y por código.

Operaciones internas

Operación	Prototipo
leeZonas()	Función básica del sistema.
leeElementos(zonas)	Función básica del sistema.

Eventos generales

Operaciones de usuario

Operación	Prototipo
calculaDistancia(puntos)	Las distancias no se pueden medir directamente sin usar las órdenes de AutoCAD. En todo caso, el sistema puede dibujar marcas en el plano indicando las distancias.
leeCatalogo()	No implementado. Los datos se introducen de forma manual.

Capítulo 9. Validación de los requisitos

9.1. Introducción

En este capítulo se presentará el resultado de aplicar el sistema prototipo al estudio de la señalización de evacuación y de la dotación contra incendios de la planta baja del edificio Agustín de Betancourt, que forma parte de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza, con el fin de analizar la señalización existente y comprobar el proceso de trabajo durante el estudio de posibles mejoras.

El proceso seguido se divide en dos partes:

1. Optimización de la instalación: sin entrar en el fondo de los criterios seguidos a la hora de la realización del diseño de la instalación de la señalización, se pretende realizar una optimización sencilla de la instalación actual, comprobando el grado de mejora alcanzado. Para ello se sustituirán las señales planas por señales panorámicas, ahí donde sea interesante realizar el cambio, para luego, en una tercera fase, insertar señales para evitar las zonas de sombra y desplazar las señales existentes reduciendo las superficies de cobertura solapadas y reduciendo las zonas de sombra.

Se analizará la repercusión de estos cambios respecto al área de cobertura lograda y al coste que ello supone.

2. Comprobación de la respuesta de la señalización a efectos que reducen su visibilidad, como la presencia de humo o la posible discapacidad de los usuarios de la instalación: para ello se irá reduciendo la distancia de observación de las señales, comprobando en cada caso su repercusión en la superficie de cobertura total lograda.

En todo caso, el estudio realizado no trata de mejorar la instalación existente ni de buscar sus defectos.

Únicamente se trata como ejemplo de utilización del sistema prototipo con el fin de comprobar la utilidad de los datos tratados así como el tiempo dedicado a su desarrollo.

Definición de zonas

De todas las zonas existentes en la planta baja del edificio, el objeto del estudio únicamente se centrará en la señalización de las superficies que por su forma o por su extensión sean susceptibles de mejora. Así por ejemplo, la zona de reprografía (zona 3C en el plano 1.0) tiene pocas posibilidades de mejora, ya que, por su extensión, el tipo y la disposición de las señales no influye en su percepción.

Las zonas analizadas son las listadas a continuación. Se han agrupado según su forma, por una parte las salas y por otra los pasillos, y se indica su superficie en metros cuadrados, así como su posición por medio de las coordenadas en las que se encuentran:

- Cafetería: Situación: 3C – 4D, superficie: 584 m².
- Sala de estudio: Situación: 2C – 3D, superficie: 810 m².
- Salón de Actos: Situación: E6, superficie: 390 m².

- Pasillo Central: Situación: D3 – D7, superficie: 1.712 m².
- Pasillo Departamentos: Situación: 3B – 5B, superficie: 267 m².
- Pasillo Laboratorios: Situación: 5B – 8C, superficie: 810 m².
- Pasillo Patio: Situación: B5 – C5, superficie: 402 m².

En el estudio también se hace referencia a la zona de reprografía:

- Reprografía: C3, superficie: 105 m².

Método de trabajo

Puesto que el diseño de la instalación es independiente de la marca comercial de las señales utilizadas, a cada señal se le ha asignado un código genérico, que se corresponderá únicamente con el pictograma representado, sin especificar otras características como fabricante o precio.

Los códigos empleados en los planos son los siguientes:

Código	Descripción	Pictograma
SA	Salida de evacuación	
EL	Recorrido de evacuación. Flecha hacia la izquierda.	
ER	Recorrido de evacuación. Flecha hacia la derecha.	
NS	No utilizar en caso de incendio. Puesto que afectan a la evacuación, se han incluido en los planos de señalización de evacuación	
BI	Boca de incendio.	
EX	Señalización de un extintor.	
PU	Pulsador de alarma.	

Tabla 1: Códigos de señales empleados en los planos.

(fuente de los pictogramas: catálogo FIREX)

El tipo de la señal se puede ver sobre el plano según el símbolo utilizado, así como por la zona de cobertura que lleva asociada.

Se ha establecido un código a cada uno de los tipos de señal que aparecerá en los listados.

Los códigos definidos son:

1. Señales planas.
2. Señales de tipo banderola (no empleadas en el estudio).
3. Señales panorámicas.

Otro parámetro importante a tener en cuenta a la hora de realizar comparaciones entre los distintos escenarios de señalización estudiados, es el precio de cada señal.

Para realizar la comparativa, se han buscado tarifas de precios en los siguientes distribuidores que permiten la compra a través de internet:

- Manufacturas Medrano, S.A. (<http://www.manufacturasmedrano.com>).
- NAISA.es ® (<http://www.naisa.es>).
- Segureco ® (<http://www.segureco.com>)
- Senyals.com ® (<http://www.senyals.com>)

Para evitar la comparación, en competencia directa, entre los precios de las empresas consultadas, se presentarán las tarifas de forma anónima, ordenadas de menor a mayor precio, en contraposición al listado de las empresas, ordenadas de forma alfabética. Los precios se tomaron de las páginas web de las empresas el 30 de septiembre de 2011.

Las señales tenidas en cuenta son las empleadas en el estudio, esto es, las señales de evacuación y las señales de indicación de equipos de la dotación contra incendios, en formato plano (tipo 1), banderola (tipo 2) y panorámico (tipo 3). Todas las señales tienen las mismas dimensiones.

Los precios observados, a fecha de octubre de 2011, se pueden resumir en la tabla siguiente:

Tipo de señal	Tipo	Emp. 1	Emp. 2	Emp. 3	Emp. 4
Evacuación plana	1	2,94	3,05	3,85	5,15
Evacuación banderola	2	5,85	9,65	6,45	10,85
Evacuación panorámica	3	5,85	9,65	6,45	10,85
Incendios plana	1	2,94	3,05	3,85	5,15
Incendios banderola	2	5,85	9,65	6,45	10,85
Incendios panorámica	3	5,85	9,65	6,45	10,85

Tabla 2: Precios de las señales (fuente: páginas web indicadas)

De la tabla de precios, se puede deducir lo siguiente:

- El precio no depende de la información incluida en la señal.
- El precio de la señal en formato banderola es el mismo que en formato panorámico.

Esto es lógico ya que las señales son idénticas, únicamente cambia el modo de montaje.

- Excepto en la empresa 2, la relación de precios entre las señales planas y las señales de tipo banderola o panorámica es de un 50% aproximadamente. También parece lógico, ya que las de tipo banderola o panorámicas son equivalentes a dos señales planas unidas. La proporción del 50% en precio es la que se tomará como referencia en el estudio.

9.2. Optimización del diseño

Una vez dibujada la planta y definidas las distintas zonas (ver plano 1.0), el proceso seguido, tanto para la señalización de las vías de evacuación como para la señalización de la dotación contra incendios, es el siguiente:

1. Inserción de las señales sobre el plano, con su tipo y en su situación actual (ver planos 2.1, vías de evacuación y 3.1, dotación contra incendios).
2. Planteamiento de una primera mejora: sustitución de señales planas por señales panorámicas, donde se aprecie la mejora en su visibilidad (ver planos 2.2, vías de evacuación y 3.2, dotación contra incendios).
3. Planteamiento de la segunda mejora: redistribución de las señales e inserción de señales nuevas para reducir las zonas de sombra (ver plano 2.3.100). Esta mejora solo se ha aplicado a la señalización de las vías de evacuación, ya que no parecía oportuno modificar la situación de los equipos de la dotación contra incendios.
4. Análisis de los datos obtenidos, comparando la relación entre las superficies del área de cobertura de las señales en cada uno de los escenarios propuestos.
5. Análisis de los datos obtenidos, esta vez comparando la relación entre la superficie del área de cobertura y el coste de la señalización, tomando como coste unidad el de las señales planas.

Puesto que los resultados son similares, el estudio se centra en los datos de la señalización de las vías de evacuación.

La situación de las señales se puede ver en los planos 2.1, disposición actual; 2.2, situación actual con la señales panorámicas; 2.3.100, disposición optimizada, con las señales panorámicas.

En las dos instalaciones se puede notar la utilización de señales planas del tamaño indicado por la norma UNE 23034:1988, para las señales de las vías de evacuación, y de las dimensiones UNE A4, en el caso de las señales de la dotación contra incendios. En los dos casos, la distancia de observación es de 10 metros.

Las tablas están organizadas de la siguiente manera:

Por cada zona se especifica:

- Código: Código de las señales empleadas. Los códigos están explicados en la tabla 1.
- Tipo: Tipo de señal: 1 indica plana, 3 indica panorámica.
- Cantidad: número de señales idénticas existentes en la zona.
- Coste: coste de las señales, relativo al coste base de las señales planas. El coste asociado dependerá del tipo de señal, de forma que las señales del tipo 3 (panorámicas) tienen asociado el doble de coste que las de tipo 1 (planas).
- Superficie: superficie total de la zona indicada en metros cuadrados. No se tiene en cuenta la superficie de las islas contenidas en la zona.
- Sup. Cubierta: superficie total del área cubierta por las señales en metros cuadrados. No se tienen en cuenta las áreas de cobertura solapadas.
- % Cobertura: relación entre la superficie cubierta y la superficie total de la zona, en tanto por cien.
- m^2 Superficie / Señal: relación entre la superficie total de la zona, en metros cuadrados, y el número de señales instaladas. Representa la superficie media de cada zona asignada a una señal.
- m^2 Cobertura / Señal: relación entre la superficie cubierta por las señales y el número de señales instaladas. Representa la superficie media cubierta, atribuida a cada señal.

- % Cobertura / Señal: relación entre el porcentaje superficie cubierta y el número de señales instaladas. Representa el porcentaje de la superficie cubierta atribuido a cada señal.
- m2 Superficie / Coste: relación entre la superficie total de la zona, en metros cuadrados, y el coste de las señales instaladas. Representa la superficie media de cada zona asignada a una unidad de coste.
- m2 Cobertura / Coste: relación entre la superficie cubierta por las señales y el coste de las señales instaladas. Representa la superficie media cubierta, atribuida a cada unidad de coste. La inversa sería el coste por metro cuadrado de superficie cubierta.
- % Cobertura / Coste: relación entre el porcentaje superficie cubierta y el coste de las señales instaladas. Representa el porcentaje de la superficie cubierta atribuido a cada unidad de coste.

Estos datos se exportan de forma separada del sistema: por una parte sale el listado de señales por zona y por otra los datos de las superficies.

De esta forma, el dato del coste se calculará multiplicando el coste unitario por el factor de proporción asignado a cada tipo de señal (1 para las señales planas, 2 para las señales de tipo banderola o panorámico).

Instalación actual

La situación actual de las señales, así como las áreas de cobertura de cada una de ellas, se puede ver en el plano 2.1.

Los datos extraídos a partir del plano se pueden ver en la tabla 3.

Analizando en una primera fase, destaca el hecho de que los datos relativos a la señal y al coste son idénticos.

Esto es así debido a que todas las señales empleadas son señales planas, cuyo coste es el que se toma como referencia, por lo que el parámetro de número de señal coincidirá con el de coste.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

Situación	Código	Tipo	Cantidad	Coste	Superficie	Sup. Cubierta	% Cobertura	m2 Superficie / Señal	m2 Cobertura / Señal	% Cobertura / Señal	m2 Superficie / Coste	m2 Cobertura / Coste	% Cobertura / Coste
CAFETERIA	EVL	1	1	1									
CAFETERIA	EVR	1	1	1									
CAFETERIA	SA	1	2	2									
TOTAL:			4	4	584	207	35,4	146	52	8,8	146	52	8,8
SALA DE ESTUDIO	EVL	1	1	1									
SALA DE ESTUDIO	EVR	1	1	1									
SALA DE ESTUDIO	SA	1	2	2									
TOTAL:			4	4	810	234	28,9	203	58	7,2	203	58	7,2
PASILLO CENTRAL	EVL	1	4	4									
PASILLO CENTRAL	EVR	1	2	2									
PASILLO CENTRAL	SA	1	3	3									
TOTAL:			9	9	1.712	558	32,6	190	62	3,6	190	62	3,6
PASILLO DEPARTAMENTOS	EVL	1	2	2									
PASILLO DEPARTAMENTOS	EVR	1	1	1									
PASILLO DEPARTAMENTOS	SA	1	2	2									
TOTAL:			5	5	267	104	38,8	53	21	7,8	53	21	7,8
PASILLO LABORATORIOS	EVL	1	4	4									
PASILLO LABORATORIOS	EVR	1	2	2									
PASILLO LABORATORIOS	SA	1	2	2									
TOTAL:			8	8	393	140	35,5	49	17	4,4	49	17	4,4
PASILLO PATIO	EVR	1	2	2									
PASILLO PATIO	SA	1	2	2									
TOTAL:			4	4	403	176	43,7	101	44	10,9	101	44	10,9

Tabla 3: Datos de la situación actual (ver plano 2.1)

Instalación mejorada

Tal y como se ha comentado, la modificación consiste únicamente en la sustitución de algunas señales planas por señales panorámicas, sin desplazarlas o quitar las señales existentes, ni añadir señales nuevas.

Se ha tomado la decisión de no sustituir todas las señales por sus correspondientes señales de tipo panorámico. La razón principal se basa en que la sustitución de las señales que se encuentran encajonadas entre elementos constructivos, aumenta el coste de la instalación pero no aumenta significativamente el área cubierta, ya que las líneas de visualización extra aportadas por el tipo de señal, quedan interrumpidas por la edificación. Tal y como se comprueba en la tabla, se han sustituido todas las señales de evacuación por su equivalente panorámica. Únicamente alguna señal de salida se mantiene como plana. Especialmente las señales dispuestas en las salidas de los extremos de los pasillos. Esto es debido a que la estrechez de los mismos reduce la posible visión perimetral de las señales.

Las señales que no se han sustituido por su correspondiente señal de tipo panorámico son, tal y como se puede ver en el plano 2.2:

- Cafetería (D4)
- Sala de estudio (C2),
- Pasillo central (D3),
- Pasillo departamentos (B5),
- Pasillo laboratorios (B6)
- Pasillo patio (D5).

Situación	Código	Tipo	Cantidad	Coste	Superficie	Sup. Cubierta	% Cobertura	m2 Superficie / Señal	m2 Cobertura / Señal	% Cobertura / Señal	m2 Superficie / Coste	m2 Cobertura / Coste	% Cobertura / Coste
CAFETERÍA	EVL	3	1	2	584	248	42,4	146	62	10,6	97	41	7,1
CAFETERÍA	EVR	3	1	2									
CAFETERÍA	SA	1	2	2									
TOTAL:			4	6									
SALA DE ESTUDIO	EVL	3	1	2	810	369	45,5	203	92	11,4	116	53	6,5
SALA DE ESTUDIO	EVR	3	1	2									
SALA DE ESTUDIO	SA	1	1	1									
SALA DE ESTUDIO	SA	3	1	2									
TOTAL:			4	7									
PASILLO CENTRAL	EVL	3	4	8	1.712	973	56,8	190	108	6,3	101	57	3,3
PASILLO CENTRAL	EVR	3	2	4									
PASILLO CENTRAL	SA	1	1	1									
PASILLO CENTRAL	SA	3	2	4									
TOTAL:			9	17									
PASILLO DEPARTAMENTOS	EVL	3	2	4	267	232	86,8	53	46	17,4	33	29	10,9
PASILLO DEPARTAMENTOS	EVR	3	1	2									
PASILLO DEPARTAMENTOS	SA	1	2	2									
TOTAL:			5	8									
PASILLO LABORATORIOS	EVL	3	4	8	393	311	79,1	49	39	9,9	26	21	5,3
PASILLO LABORATORIOS	EVR	3	2	4									
PASILLO LABORATORIOS	SA	1	1	1									
PASILLO LABORATORIOS	SA	3	1	2									
TOTAL:			8	15									
PASILLO PATIO	EVR	3	2	4	403	288	71,6	101	72	17,9	67	48	11,9
PASILLO PATIO	SA	1	2	2									
TOTAL:			4	6									

Tabla 4: Datos de la instalación mejorada (ver plano 2.2)

Instalación modificada

Se han realizado unas modificaciones en la disposición de las señales, tal y como se puede comprobar en el plano 2.3.100.

Estas modificaciones han consistido en:

- Añadir señales para reducir las zonas de sombra: en la sala de estudio (D2). También se ha eliminado una señal duplicada en el pasillo patio (B5).
- Distribuir mejor las señales para evitar solapamientos entre ellas. Esto se ha realizado en los pasillos.

Los datos se pueden ver en la tabla siguiente.

Situación	Código	Tipo	Cantidad	Coste	Superficie	Sup. Cubierta	% Cobertura	m2 Superficie / Señal	m2 Cobertura / Señal	% Cobertura / Señal	m2 Superficie / Coste	m2 Cobertura / Coste	% Cobertura / Coste
CAFETERIA	EVL	3	1	2									
CAFETERIA	EVR	3	1	2									
CAFETERIA	SA	1	2	2									
TOTAL:			4	6	584	248	42,4	146	62	10,6	97	41	7,1
SALA DE ESTUDIO	EVL	3	1	2									
SALA DE ESTUDIO	EVR	3	2	4									
SALA DE ESTUDIO	SA	1	1	1									
SALA DE ESTUDIO	SA	3	1	2									
TOTAL:			5	9	810	489	60,3	162	98	12,1	90	54	6,7
PASILLO CENTRAL	EVL	3	4	8									
PASILLO CENTRAL	EVR	3	2	4									
PASILLO CENTRAL	SA	1	1	1									
PASILLO CENTRAL	SA	3	2	4									
TOTAL:			9	17	1.712	1.045	61,0	190	116	6,8	101	61	3,6
PASILLO DEPARTAMENTOS	EVL	3	2	4									
PASILLO DEPARTAMENTOS	EVR	3	1	2									
PASILLO DEPARTAMENTOS	SA	1	2	2									
TOTAL:			5	8	267	234	87,6	53	47	17,5	33	29	10,9
PASILLO LABORATORIOS	EVL	3	2	4									
PASILLO LABORATORIOS	EVR	1	1	1									
PASILLO LABORATORIOS	EVR	3	3	6									
PASILLO LABORATORIOS	SA	1	1	1									
PASILLO LABORATORIOS	SA	3	1	2									
TOTAL:			8	14	393	357	90,8	49	45	11,4	28	26	6,5
PASILLO PATIO	EVL	3	1	2									
PASILLO PATIO	EVR	3	1	2									
PASILLO PATIO	SA	1	2	2									
TOTAL:			4	6	403	329	81,8	101	82	20,5	67	55	13,6

Tabla 5: Datos de la instalación modificada (ver plano 2.3.100)

Análisis de resultados. Comparativa entre escenarios y cobertura

En la tabla 6 se presentan los datos obtenidos de la siguiente forma:

- Superficie: se indica la superficie total de cada zona, eliminando las islas.
- ACTUAL (2.1): instalación actual, tal y como aparece en el plano 2.1. En las dos columnas se indica:
 - Superficie cubierta: superficie del área de cobertura de las señales.
 - % Cobertura: porcentaje de la superficie total cubierta por las señales.
- MODIFICADO (2.2): instalación modificada, en la que se han sustituido algunas señales planas por señales panorámicas, tal y como se ve en el plano 2.2. En las columnas se indica:
 - Superficie cubierta: superficie del área de cobertura de las señales.
 - % Cobertura: porcentaje de la superficie total cubierta por las señales.
 - m² Incremento sobre 2.1: incremento, en metros cuadrados, de la superficie del área de cobertura de las señales respecto a la instalación actual.
 - % Incremento sobre 2.1: incremento, en tanto por cien, de la superficie del área de cobertura de las señales respecto a la instalación actual.
- MEJORADO (2.3.100): instalación mejorada, en la que se han añadido señales nuevas y desplazado algunas existentes con el fin de reducir las zonas de sombra, tal y como se ve en el plano 2.3.100. En las columnas se indica:
 - Superficie cubierta: superficie del área de cobertura de las señales.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

- % Cobertura: porcentaje de la superficie total cubierta por las señales.
- m² Incremento sobre 2.1: incremento, en metros cuadrados, de la superficie del área de cobertura de las señales respecto a la instalación actual.
- % Incremento sobre 2.1: incremento, en tanto por cien, de la superficie del área de cobertura de las señales respecto a la instalación actual.
- m² Incremento sobre 2.2: incremento, en metros cuadrados, de la superficie del área de cobertura de las señales respecto a la instalación modificada.
- % Incremento sobre 2.2: incremento, en tanto por cien, de la superficie del área de cobertura de las señales respecto a la instalación modificada.

Situación	Superficie	ACTUAL (2.1)		MODIFICADO (2.2)				MEJORADO (2.3.100)					
		Superficie cubierta	% Cobertura	Superficie cubierta	% Cobertura	m2 Incremento sobre 2.1	% Incremento sobre 2.1	Superficie cubierta	% Cobertura	m2 Incremento sobre 2.1	% Incremento sobre 2.1	m2 Incremento sobre 2.2	% Incremento sobre 2.2
CAFETERÍA	584	207	35,4	248	42,4	41	7,0	248	42,4	41	7,0	0	0,0
SALA DE ESTUDIO	810	234	28,9	369	45,5	135	16,6	489	60,3	255	31,4	120	14,8
PASILLO CENTRAL	1712	558	32,6	973	56,8	415	24,2	1045	61,0	487	28,4	72	4,2
PASILLO DEPARTAMENTOS	267	104	38,8	232	86,8	128	48,0	234	87,6	130	48,8	2	0,8
PASILLO LABORATORIOS	393	140	35,5	311	79,1	171	43,6	357	90,8	217	55,3	46	11,7
PASILLO PATIO	403	176	43,7	288	71,6	112	27,9	329	81,8	153	38,1	41	10,2

Tabla 6: Comparativa de los resultados obtenidos (entre paréntesis se indica el número de plano)

De la tabla conviene destacar lo siguiente:

- En la instalación actual, el área de cobertura de las señales no llega, en ninguno de los casos estudiados, al 50%.

En los dos escenarios propuestos, su supera ampliamente este porcentaje, llegando incluso al 90%, excepto en la cafetería, que necesitaría un estudio más detallado.

- La geometría de la zona influye de forma determinante en la posibilidad de optimización del área de cobertura. El incremento de superficie real cubierta no se incrementa de forma lineal según el incremento de superficie cubierto por cada tipo de señal.

En los pasillos es donde se nota más el incremento del área de cobertura con la sustitución de las señales planas por la panorámicas, llegando en algunos casos a un incremento del 50%.

- Se puede comprobar que, sin una gran inversión de tiempo para la realización de las pruebas, ya que cada prueba consiste en modificar parámetros y esperar a que el programa recalculé el escenario, lo que no cuesta más de un par de minutos según el ordenador empleado, se consiguen altos niveles de mejora.

Análisis de resultados. Comparativa entre cobertura y costes.

Para realizar la comparativa se han unificado los valores en la tabla 7.

Las columnas son similares a las descritas en la tabla 6, solo que en este caso se compara el coste en vez de la superficie del área de cobertura, puesto que la comparación se establece entre el coste de cada escenario y el porcentaje de superficie cubierto.

Situación	ACTUAL (2.1)		MODIFICADO (2.2)				MEJORADO (2.3.100)					
	Coste	% Cobertura	Coste	% Cobertura	% Coste sobre 2.1	% Cobertura sobre 2.1	Coste	% Cobertura	% Coste sobre 2.1	% Cobertura sobre 2.1	% Coste sobre 2.2	% Cobertura sobre 2.2
CAFETERIA	4	35,4	6	42,4	150,0	119,8	6	42,4	150,0	119,8	100,0	100,0
SALA DE ESTUDIO	4	28,9	7	45,5	175,0	157,4	9	60,3	225,0	208,7	128,6	132,5
PASILLO CENTRAL	9	32,6	17	56,8	188,9	174,2	17	61,0	188,9	187,1	100,0	107,4
PASILLO DEPARTAMENTOS	5	38,8	8	86,8	160,0	223,7	8	87,6	160,0	225,8	100,0	100,9
PASILLO LABORATORIOS	8	35,5	15	79,1	187,5	222,8	14	90,8	175,0	255,8	93,3	114,8
PASILLO PATIO	4	43,7	6	71,6	150,0	163,8	6	81,8	150,0	187,2	100,0	114,2

Tabla 7: Comparativa de los resultados obtenidos (entre paréntesis se indica el número de plano)

Si entrar en consideraciones sobre la importancia de lograr la mayor área de cobertura posible aumentando así la seguridad de los usuarios de la edificación, sin importar el coste que ello implique, analizando únicamente los datos obtenidos se obtienen las conclusiones siguientes:

- El cambio de las señales planas por las señales panorámicas viene muy influenciado por la geometría de la superficie en la que se realiza. Nuevamente, el aumento de superficie del área de cobertura no es directamente proporcional al aumento del coste.

En el caso de las zonas más anchas, el aumento de coste de un 50, 75 y 89% se corresponde con un 19, 57 y 74% de aumento de área de cobertura. Aquí se nota la evolución de la relación entre ambos parámetros, a medida que aumenta la proporción entre la anchura y la longitud de la zona. A mayor longitud, mayor rentabilidad de la instalación.

En los pasillos, la proporción cambia drásticamente: un incremento del coste del 60, 87 y 50% se corresponde con un incremento del 124, 123 y del 63% en el área de cobertura, aumentando así la relación área de cobertura / coste asociado.

- Unos ligeros cambios en la disposición de las señales permite también aumentar la superficie del área de cobertura sin aumento del coste. Para ello, es fundamental la representación gráfica del área de cobertura de las señales, comprobando rápidamente de forma visual los solapamientos o zonas de sombra existentes.
- La inserción de señales en las zonas de sombra aumentan también, naturalmente, el coste y el área de cobertura. En el caso estudiado, la relación entre el coste y el porcentaje de superficie cubierta permanece aproximadamente igual, pero el aumento de metros cuadrados del área de cobertura es considerable.

9.3. Atenuación de la distancia de observación

En este apartado se va a realizar el estudio comparativo de las distintas soluciones, analizando los escenarios antes definidos pero cambiando los niveles de atenuación en las distancias de observación de las señales, simulando tanto el grado de percepción de usuarios de la instalación con discapacidad visual, o bien, la reducción de la visibilidad debida a la presencia de humo.

Para reducir el número de planos, puesto que son todos muy similares, únicamente se adjuntan los relacionados con la instalación modificada, con una distancia de observación del 100 %, en el plano 2.3.100, de un 70%, esto es, con una atenuación del 30%, en el plano 2.3.070, y con una distancia de observación del 50%, en el plano 2.3.050.

Visibilidad de un 100%

Los datos se resumen en la tabla siguiente:

Zona	ACTUAL	MEJORADA	MODIFICADA
CAFETERÍA	35,4	42,4	42,4
SALA DE ESTUDIO	28,9	45,5	60,3
PASILLO CENTRAL	32,6	56,8	61,0
PASILLO DEPTOS.	38,8	86,8	87,6
PASILLO LABORATORIOS	35,5	79,1	90,8
PASILLO PATIO	43,7	71,6	81,9

Tabla 8: Porcentaje de área de cobertura con una visibilidad de un 100%

Los datos ya se han comentado en el apartado anterior.

Para su interpretación se puede consultar el plano 2.3.100. Únicamente hacer notar la nula variación del porcentaje del área de cobertura de la cafetería en los escenarios de la instalación mejorada y modificada. Esto es debido al poco margen de mejora que proporciona la configuración de la zona.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

Para facilitar la comparativa, se adjunta también la tabla en forma de gráfico.

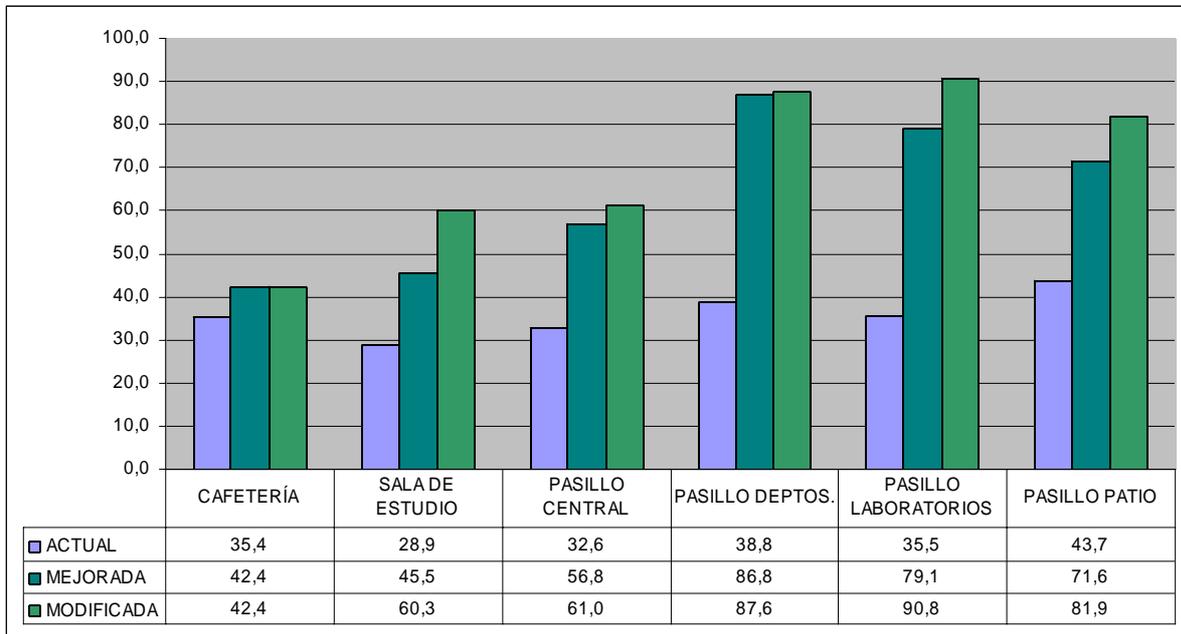


Tabla 9: Gráfica con el porcentaje de área de cobertura con una visibilidad de un 100%

Visibilidad de un 70%

Para simular una visibilidad de un 70% se aplica a todas las señales una atenuación de un 30%, tal y como se puede comprobar en el plano 2.3.070.

Los datos del porcentaje de área cubierta por las señales viene reflejado en la tabla siguiente:

Zona	ACTUAL	MEJORADA	MODIFICADA
CAFETERÍA	19,1	25,2	25,2
SALA DE ESTUDIO	16,4	26,5	35,4
PASILLO CENTRAL	17,5	31,3	33,8
PASILLO DEPTOS.	28,3	64,1	64,1
PASILLO LABORATORIOS	25,2	64,4	65,8
PASILLO PATIO	30,1	45,3	48,0

Tabla 10: Porcentaje de área de cobertura con una visibilidad de un 70%

La representación gráfica de los datos viene en la tabla siguiente:

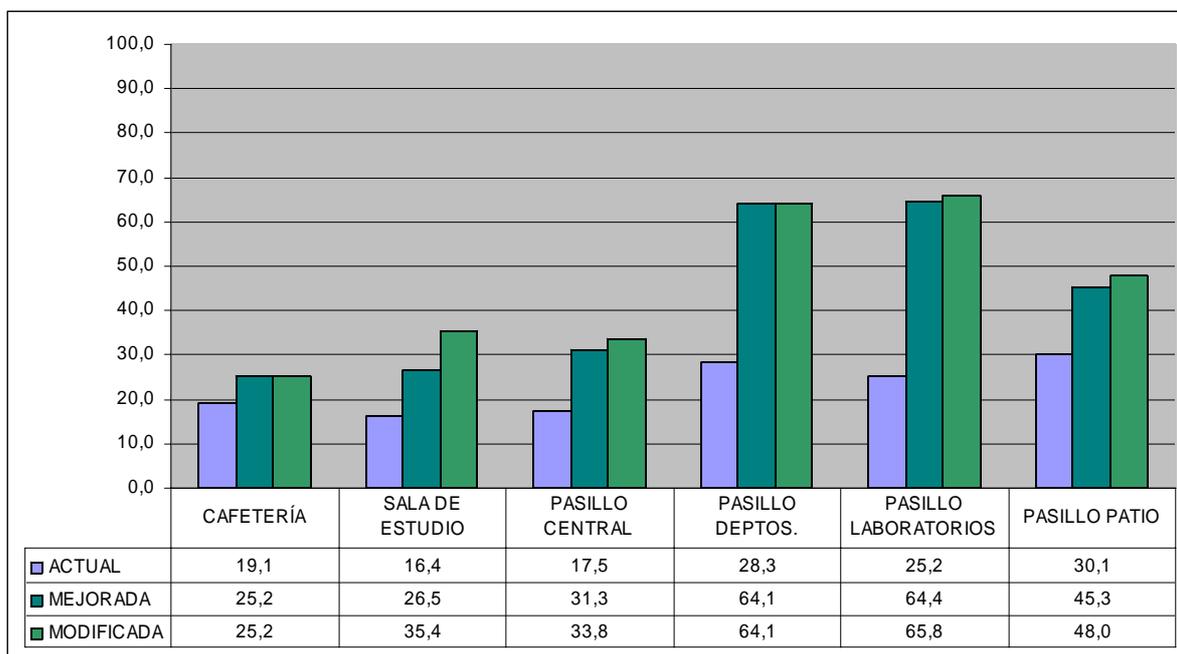


Tabla 11: Gráfica con el porcentaje de área de cobertura con una visibilidad de un 70%

Visibilidad de un 50%

La última comparativa realizada simula una visibilidad de un 50%, esto es, una atenuación de la distancia de observación de un 50%.

El resultado se puede comprobar en el plano 2.3.050. Los datos extraídos se relacionan en la tabla siguiente:

Zona	ACTUAL	MEJORADA	MODIFICADA
CAFETERÍA	10,1	14,8	14,8
SALA DE ESTUDIO	8,8	15,3	20,0
PASILLO CENTRAL	9,3	16,7	18,2
PASILLO DEPTOS.	21,0	42,8	42,8
PASILLO LABORATORIOS	19,8	47,1	46,0
PASILLO PATIO	18,4	27,7	26,6

Tabla 12: Porcentaje de área de cobertura con una visibilidad de un 50%

La representación gráfica de los datos se puede ver en la tabla siguiente:

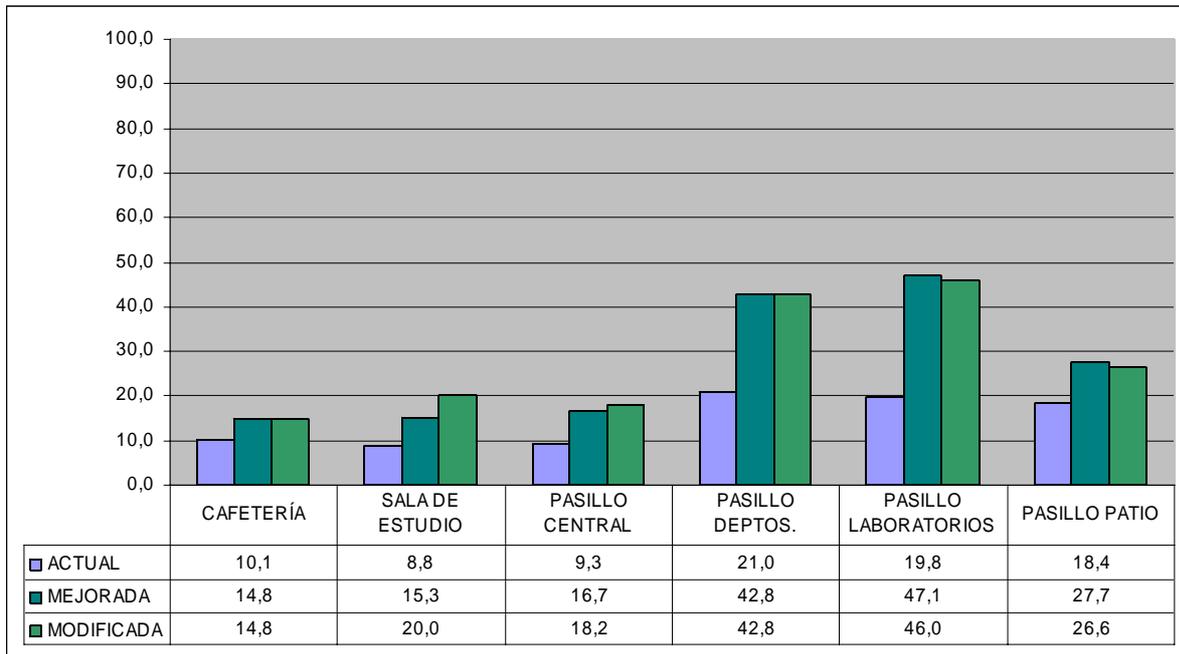


Tabla 13: Gráfica con el porcentaje de área de cobertura con una visibilidad de un 50%

Análisis de resultados

Analizando los resultados en su conjunto, tal y como aparece en la tabla 14, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La reducción de la distancia de observación de las señales no tiene una relación proporcional con la reducción de la superficie del área de cobertura.

Según los datos recogidos, la reducción del 50% de la distancia de observación puede implicar una reducción de entre un 28%, en la instalación actual de la cafetería y del pasillo central, a un 59%, en la instalación modificada del pasillo de los laboratorios, en la superficie del área de cobertura.

En este dato influye también el grado de solapamiento entre las áreas de cobertura de señales próximas.

ACTUAL			
Zona	100%	70%	50%
CAFETERÍA	35,4	19,1	10,1
SALA DE ESTUDIO	28,9	16,4	8,8
PASILLO CENTRAL	32,6	17,5	9,3
PASILLO DEPTOS.	38,8	28,3	21,0
PASILLO LABORATORIOS	35,5	25,2	19,8
PASILLO PATIO	43,7	30,1	18,4
MODIFICADA			
Zona	100%	70%	50%
CAFETERÍA	42,4	25,2	14,8
SALA DE ESTUDIO	45,5	26,5	15,3
PASILLO CENTRAL	56,8	31,3	16,7
PASILLO DEPTOS.	86,8	64,1	42,8
PASILLO LABORATORIOS	79,1	64,4	47,1
PASILLO PATIO	71,6	45,3	27,7
MEJORADA			
Zona	100%	70%	50%
CAFETERÍA	42,4	25,2	14,8
SALA DE ESTUDIO	60,3	35,4	20,0
PASILLO CENTRAL	61,0	33,8	18,2
PASILLO DEPTOS.	87,6	64,1	42,8
PASILLO LABORATORIOS	90,8	65,8	46,0
PASILLO PATIO	81,9	48,0	26,6

Tabla 14: Datos comparados de porcentaje área de cobertura según la atenuación de la distancia de visualización de las señales

- La forma de las zonas también influye en la proporción en la que influye el grado de atenuación de las distancias de observación y la superficie del área de cobertura. En principio, los pasillos se ven menos afectados que las salas de mayor anchura. La reducción en los pasillos está cercana al 50%, mientras que en las salas y el pasillo central, la reducción gira en torno al 30%.
- En todo caso, se puede comprobar sobre la gráfica de la tabla 15 que, aún con una reducción de la visibilidad de un 50%, la instalación modificada en los pasillos mejora el área de cobertura de la instalación actual.

Para facilitar la interpretación visual de los datos, en la tabla 15 se ha añadido la representación gráfica de los datos reflejados en la tabla 14.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

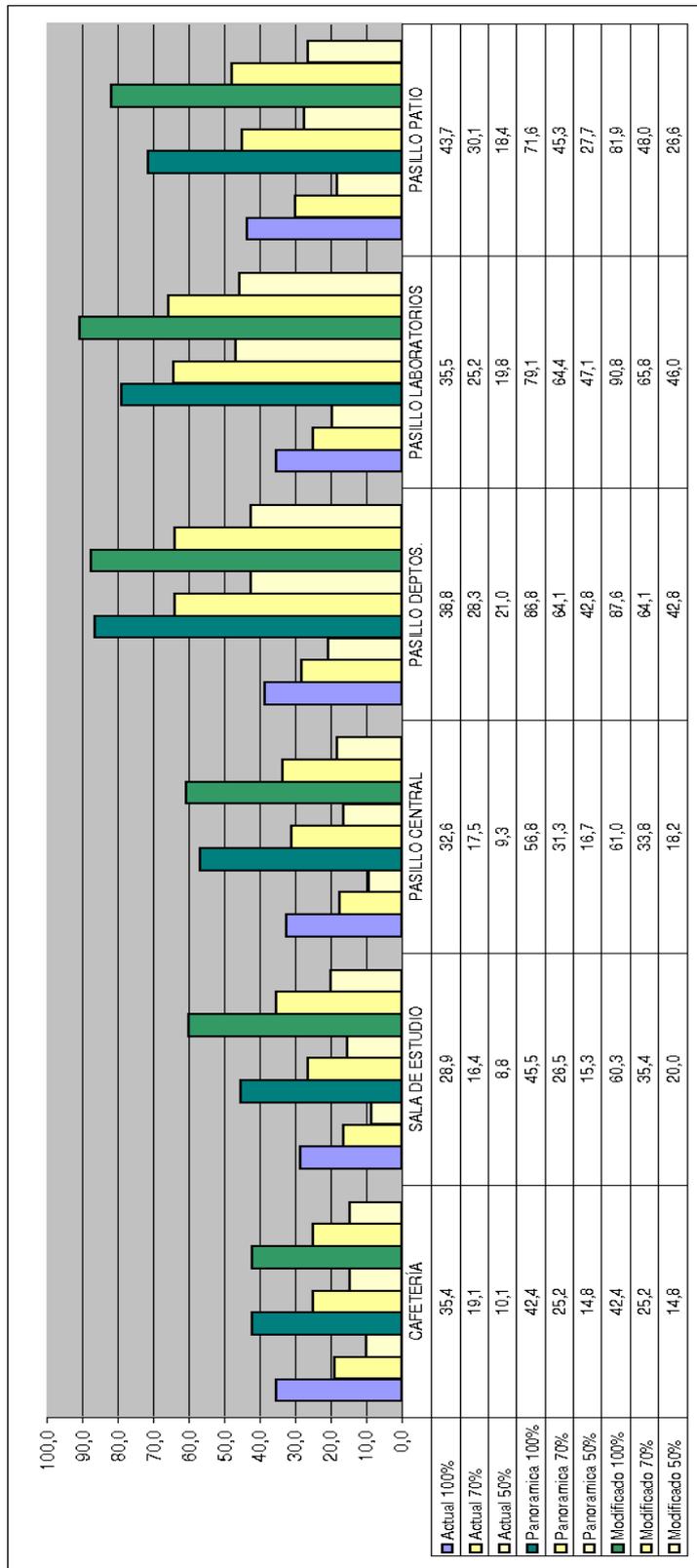


Tabla 15: Comparativa de áreas de cobertura según el grado de visibilidad

9.4. Resultados de la validación

Una vez realizadas las pruebas, el resultado del proceso de validación del prototipo se puede resumir en los siguientes puntos:

- El proceso de definición de las zonas es el que más tiempo consume, puesto que los planos de los que se parte no siempre están correctamente trazados.
- Una vez definidas las zonas, el proceso de realización de los diferentes escenarios, así como las pruebas de atenuación, no llegó a una hora de trabajo. Teniendo en cuenta que:
 - El sistema prototipo no dispone de todas las funcionalidades previstas ni su funcionamiento está totalmente optimizado.
 - Los planos realizados fueron: cinco un una visualización del 100%, más tres con la visualización al 70% y otros tres con la visualización al 50%, esto es, un total de 11 planos.

se puede afirmar que la herramienta permite realizar gran cantidad de pruebas al técnico sin una considerable pérdida de tiempo.

- La visualización de las áreas de cobertura es fundamental para la correcta disposición de las señales sobre el plano, ya que facilita la visión de las zonas de sombra y las de solapamiento.
- Los datos procesados por el sistema, así como los exportados a otras aplicaciones, permiten:
 - Comparar de forma cuantitativa el grado de cobertura de distintas instalaciones de la señalización, facilitando la elección de la mejor instalación según la superficie de cobertura.

- Estudiar la relación entre el coste y la superficie de las áreas de cobertura logradas, introduciendo el factor económico en los parámetros para la elección de la instalación a realizar.
- La posibilidad de aplicar factores de atenuación a las distancias de observación de las señales permite también realizar simulaciones para analizar los casos en los que la disminución de la visibilidad de las señales sea un factor importante a tener en cuenta.

Capítulo 10. Documento de Especificación de Requisitos del Software

10.0. Introducción al Documento de Especificación de Requisitos del Software

En este apartado se incluye el documento de especificaciones de requisitos de software, tal y como se recomienda en la norma IEEE 830:1998. La norma no obliga a utilizar ni la estructura ni los nombres de los apartados propuestos. Únicamente lo propone para que el documento incluya esa información.

Se ha cambiado también la numeración de los apartados de este capítulo, empezando por el cero, para que coincidan también con la numeración propuesta por la norma.

Características de la Especificación de Requerimientos

Tal y como recomienda la norma IEEE 830:1998, la Especificación de requisitos debe ser:

- Correcta: se considerará que un ERS es correcta si y solo si cada requisito incluido en ella es uno de los que el software debe cumplir.
- Precisa: se puede establecer que una ERS es precisa si y solo si todos los requisitos establecidos en ella sólo tienen una única interpretación posible. Como mínimo, esto implica que cada característica del producto final esté descrita por medio de un único término.
- Completa: se puede considerar una ERS completa cuando incluya los siguientes elementos:
 - En general, todos los requisitos importantes, ya sea en relación con la funcionalidad, rendimiento, restricciones de diseño, atributos o interfaces externas y, en particular, cualquier requisito externo impuesto por una especificación del sistema.

- Definición de las respuestas del programa a toda clase de entrada de datos, tanto válidos como no válidos, en toda clase de situaciones.
 - Etiquetado y referenciado de todas las figuras, tablas y diagramas así como la definición de los términos y unidades de medida empleados.
- Coherente: se considerará una ERS coherente si y solo si ningún requisito o subconjunto de requisitos entran en conflicto.
- Verificable: se considerará que una ERS es verificable si, y sólo si, cada requisito declarado es verificable. Se considerará que un requisito es verificable si y sólo si, existe algún proceso finito y rentable por el que una persona o máquina puede comprobar que el producto software cumple con el requisito. En general cualquier requisito ambiguo no es verificable.
- Modificable: se puede definir una ERS como modificable si, y sólo si, su estructura y estilo son tales que se puede hacer cualquier cambio fácilmente en los requisitos, sin que la estructura ni el estilo se vean afectados. Para asegurar la posibilidad de ser modificado, la ERS debe cumplir que:
1. Tenga una organización coherente y fácil de usar con un sumario, un índice, y unas referencias cruzadas.
 2. No sea redundante, esto es, que un mismo requisito no aparezca en más de un sitio a la vez. La redundancia no es un error por si misma, pero puede conducir fácilmente a un error. El problema viene cuando se modifica únicamente una de las apariciones del requisito repetido. En ese caso, la ERS pasaría a ser inconsistente.
 3. Exprese cada requisito de forma separada, de forma que no se encuentre mezclado con otros.
- Apta para la trazabilidad: una ERS es apta para la trazabilidad si el origen de cada uno de sus requisitos está claro y facilita la referencia de cada requisito en futuros desarrollos o en mejoras de la documentación. Es recomendable mantener los dos tipos de trazabilidad:

1. Trazabilidad ascendente: Depende de que cada requisito referencie de forma explícita un documento origen anterior.
2. Trazabilidad descendente: Depende de que cada requisito tenga un nombre o referencia únicos. Esta trazabilidad es especialmente importante cuando el producto entra en fase de operación y de mantenimiento. Puesto que se modifican documentos de código y de diseño, es esencial para poder determinar el conjunto de requisitos que pueden ser afectados por estas modificaciones.

10.1. Introducción

Propósito

En este capítulo se pretende condensar en un documento la especificación de requisitos del software definido a lo largo de este trabajo de investigación.

Estas especificaciones van orientadas al equipo de desarrollo que tenga como objetivo realizar la programación e implementación del sistema descrito.

Alcance

El sistema definido pretende optimizar el proceso de diseño de los planos de la señalización de seguridad en edificios y establecimientos de pública concurrencia, además de en los lugares de trabajo.

Los módulos principales son los siguientes:

- Gestión de las zonas de la edificación, con la posibilidad de crear, editar, borrar y añadir información.
- Definición y señalización de vías de evacuación.
- Definición y señalización de los equipos contra incendios.
- Alumbrado de emergencia de las señales y equipos contra incendios.
- Exportación de datos. Todos los datos incluidos en el plano se pueden exportar para su posterior tratamiento con otros programas y sistemas informáticos.

Aunque el sistema está orientado al diseño de la señalización, no está prevista su utilización como herramienta de cálculo ni de dimensionamiento de las instalaciones, aunque si que puede servir de ayuda al técnico que lo utilice, aportando la información introducida en el plano, con la posibilidad de su consulta parcialmente procesada.

Resumen

En este documento, tras la introducción, se pasará a describir de forma general el software objeto del estudio de investigación.

Se dará una perspectiva general del producto, con un resumen de las funciones que debe presentar.

También se presentará un listado de las opciones que deberá proporcionar al usuario la interfaz del sistema.

Como núcleo del documento, se listarán los requisitos específicos del sistema, basados en los casos de uso estudiados en el capítulo 6.

10.2. Descripción general

Perspectiva del producto

El producto objeto de este documento se considera autónomo, en cuanto a su función principal de optimización del diseño, aunque dependiente del programa anfitrión sobre el que se ejecute.

Funciones del producto

Las funciones principales del producto se pueden resumir en la siguiente lista:

- Adaptación de la geometría de la edificación al sistema, con la opción de añadir la información necesaria a cada zona.
- Definición y señalización de las vías de evacuación.
- Inserción sobre el plano del equipo de la dotación contra incendios y su posterior señalización.
- Inclusión de información de riesgos, peligros y prohibiciones de las zonas que lo precisen, con su posterior señalización.
- Definición de el alumbrado de emergencia.
- Extracción de la información del plano para su tratamiento con distintos programas.

El sistema está orientado al usuario que tenga una cierta experiencia en el campo de la señalización, ya que muchos de los criterios a seguir durante el proceso del diseño deben ser dictados por su experiencia.

Además, es recomendable también que el usuario tenga unos conocimientos básicos sobre el manejo del programa anfitrión sobre el que se ejecute el sistema.

La interfaz

La interfaz del sistema se puede organizar según los siguientes módulos:

Configuración del plano

Opción	Descripción
Factor de escala	Fijar la escala a la que se ha dibujado el plano sobre el que se va a trabajar.
Unidades de medida	Fijar las unidades en las que el programa indicará las medidas.
Altura de texto	Fijar la altura del texto de los atributos que forman parte de los bloques, en unidades de dibujo.

Definición de zonas

Opción	Descripción
Crear zona	Definir una zona del sistema a partir de una polilínea del plano. Además se podrá añadir información sobre nombre, tipo, altura, etc.
Crear zona automáticamente	Definir una zona marcando un punto en el interior de una zona cerrada.
Descomponer zona	Convertir una zona del sistema en una polilínea del plano.
Editar datos de zona	Modificar los parámetros asociados a la zona.
Editar contorno de zona	Editar el contorno de la zona.
Buscar zona	Buscar zona por su nombre en el plano.
Definir islas	Definir islas a partir de polilíneas dentro de las zonas
Descomponer islas	Convertir una isla del sistema en una polilínea del plano.
Borrar	La orden de borrado del programa anfitrión podrá borrar tanto superficies como islas.
Copiar	La orden de copia del programa anfitrión permitirá copiar tanto zonas como islas.
Editar contorno	Las órdenes de edición de polilíneas del programa anfitrión permitirán modificar los contornos de zonas e islas.

Vías de evacuación

Opción	Descripción
Definir salidas de evacuación	Situar los símbolos de las salidas de evacuación sobre el plano.
Definir recorridos de evacuación	Convertir polilíneas del plano en recorridos de evacuación, comprobando la coincidencia de al menos uno de sus extremos con una salida de evacuación.
Insertar marcadores de distancias	Insertar símbolos con la distancia desde el punto marcado hasta la salida de evacuación más cercana.
Borrar marcadores de distancias	Borrar los símbolos de distancias insertados con la opción anterior.
Regenerar marcadores de distancias	Recalcular la distancia y el sentido de los símbolos de distancias al estado actual de los recorridos de evacuación.
Borrar	La orden de borrado del programa anfitrión podrá borrar salidas, recorridos y marcas.
Copiar	La orden de copia del programa anfitrión permitirá copiar tanto salidas como recorridos. Las marcas se podrán copiar también, teniendo en cuenta la necesidad de regenerarlas posteriormente.
Editar contorno	Las órdenes de edición de polilíneas del programa anfitrión permitirán modificar el trazado de los recorridos.

Equipo de la dotación contra incendios

Opción	Descripción
Insertar equipo	Insertar equipo de la dotación contra incendios.
Editar equipo	Modificar los parámetros del equipo insertado.
Borrar equipo	Borrar equipos insertados. Puede ser válida la función de borrado del programa anfitrión.
Copiar	La orden de copia del programa anfitrión permitirá copiar equipos y situarlos sobre el plano.

Señales

Opción	Descripción
Insertar señal	Insertar señales en el dibujo, permitiendo modificar los parámetros de las mismas en cada inserción.
Editar señal	Modificar los parámetros de las señales designadas. Una vez modificadas, se deben recalcular las áreas de cobertura.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

Opción	Descripción
Borrar señal	Borrar equipos insertados. Puede ser válida la función de borrado del programa anfitrión.
Desplazar señal	Desplaza señales de forma individual. Una vez desplazadas se deben recalcular las intersecciones de sus líneas.
Girar señal	Girar señales de forma individual. Una vez giradas se deben recalcular las intersecciones de sus líneas.
Visibilidad de capas	Activar o desactivar las diversas partes de las que constan las señales.

Exportación de datos

Opción	Descripción
Exportar	Exportar un listado con las señales del dibujo a una hoja excel.
Calcula área de cobertura	Exportar datos a excel sobre la relación entre las superficies de la edificación y la superficie cubierta por las señales.

10.3. Requisitos específicos

Para la definición de los requisitos específicos, se tomarán como referencia los casos de uso analizados en los capítulos anteriores.

Definición de superficies

1. El técnico A abre el plano.
1a. El plano no está dibujado.
1. Se dibuja el plano utilizando las herramientas del programa de diseño asistido por ordenador.
2. El técnico A establece la escala a la que se encuentra el plano y las unidades que prefiere utilizar en la interfaz del sistema.
2a. La escala y las unidades ya están definidas en el plano.
1. El sistema las lee del plano.
2b. La escala y/o las unidades no son las correctas.
1. El técnico A las puede cambiar guardando el nuevo valor en el plano.
3. El técnico A define el contorno de los edificios y les asigna un nombre y el uso previsto.
3a-7a. No se define algún tipo de zona.
1. No es necesario definir ningún tipo de zona en concreto para las fases posteriores, incluso deberá ser posible utilizar el sistema sin zonas definidas, aunque parece que no tiene sentido utilizar el sistema en ese caso.
3a-8b. Hay que modificar algún parámetro de las zonas.
1. Se modificarán el contorno y las propiedades de las zonas.
4. El técnico A define el contorno de los establecimientos y les asigna un nombre y el uso previsto.
5. El técnico A define el contorno de los locales y/o lugares de trabajo y les asigna un nombre, su altura y el uso previsto.
5c. El técnico detecta islas que dificultan la visión de las señales.
1. El técnico define islas dentro de las superficies.
6. El técnico A decide el nivel de riesgo de los locales, a partir de su superficie, volumen, uso del local y uso del edificio o establecimiento en el que se encuentran. El sistema le proporciona la información necesaria.
6c. El técnico necesita establecer el nivel de riesgo del local.
1. El técnico consulta al sistema la superficie del local.
2. El técnico consulta al sistema el volumen del local .

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

3. El técnico consulta al sistema el uso del local y el uso del edificio o establecimiento en el que se encuentran.
4. El técnico decide el nivel de riesgo.
7. El técnico A define los sectores de incendio y les asigna un nombre. Para ello necesita conocer las superficies de las zonas y consultar el uso del edificio o establecimiento.
7c. El técnico necesita definir el contorno de los sectores de incendio.
1. El técnico consulta al sistema la superficie de las zonas.
2. El técnico consulta al sistema el uso del edificio o establecimiento en el que se encuentran.
3. El técnico decide el contorno de los sectores de incendios .
8. El técnico A establece la ocupación de cada zona, así como la ocupación prevista del edificio.
8a. No se calcula la ocupación de las zonas.
1. No se almacena el valor.
8c. El técnico necesita calcular la ocupación de los locales y del edificio o establecimiento.
1. El técnico consulta al sistema la superficie de las zonas.
2. El técnico consulta al sistema el uso del edificio o establecimiento en el que se encuentran.
3. El técnico decide la ocupación de cada zona, según la tabla 2.1 de CTE SI 3.
4. El técnico calcula la ocupación del edificio sumando la ocupación de cada zona con el factor de simultaneidad apropiado.

Definición de vías de evacuación

1. El técnico B define donde se encuentran las salidas sobre el plano, especificando el tipo de salida de que se trata. También debe especificar la anchura de la salida.
1a. El técnico B necesita calcular el número y la anchura de las salidas.
1. Consulta tabla 3.1 del CTE-SI 3.
2. Calcula superficie de las zonas.
3. Hace estimaciones de la longitud de los recorridos de evacuación posibles.
2. El técnico B define el recorrido de las vías de evacuación, uniendo todos los orígenes de evacuación posibles con las salidas, comprobando las distancias máximas a las salidas y las anchuras mínimas de los recorridos.
2a. El técnico B necesita establecer la anchura mínima y la distancia máxima de los recorridos.
1. El técnico consulta al sistema la superficie de las zonas.
2. El técnico consulta al sistema la ocupación de las zonas.
3. El técnico consulta la tabla 4.1 del CTE SI 3.
3. El técnico B comprueba las distancias a las salidas desde cualquier punto de evacuación.

3a. Las distancias de los recorridos son excesivas.
1. El técnico B modifica el trazado de las vías de evacuación.
3b. Las distancias de los recorridos son excesivas y es necesario definir nuevas salidas de evacuación.
1. El técnico B define otras salidas.
2. El técnico B reconfigura los recorridos de evacuación.
3c. El recorrido de evacuación no termina en una salida.
1. El sistema debe avisar y dar un mensaje de error.
4. El técnico B comprueba la anchura de las vías y las salidas de evacuación.
4a. Las anchuras de los recorridos son menores que las permitidas.
1. El sistema debe avisar y dar un mensaje de error.

Dotación contra incendios

1. El técnico B identifica el punto en el que colocar el equipo de la dotación contra incendios.
1a. El técnico B debe decidir la dotación de protección contra incendios.
1. El técnico B consulta al sistema las superficies de las zonas.
2. El técnico B consulta al sistema la distancia entre equipos.
3. El técnico B consulta al sistema el uso del edificio.
4. El técnico B consulta la tabla 1.1 del CTE SI 4.
5. El técnico B decide los equipos a colocar.
2. El técnico B accede al catálogo comercial de equipos contra incendios y elige el apropiado.
2a. El técnico B no encuentra un modelo concreto de equipo en el catálogo.
1. El técnico B elige un equipo genérico.
3. El técnico B indica en el plano la posición del equipo.
4. El técnico B comprueba la instalación.

Definición de riesgos

1. El técnico B identifica el local.
2. El técnico B indica el riesgo, peligro o prohibición relacionado con el local.
2a. El técnico B debe decidir sobre el riesgo, peligro o prohibición a indicar.
1. El sistema proporciona un listado de riesgos, peligros y prohibiciones.

Señalización de vías de evacuación

1. El técnico localiza las salidas, tanto de emergencia como las habituales.
2. El técnico C pregunta al sistema el tipo de puerta de que se trata.
3. El técnico C accede al catálogo comercial y elige la señal apropiada.
3a. No existe una señal comercial apropiada.
1. El sistema ofrece al técnico C señales genéricas.
4. El técnico C indica la situación de la señal en el plano.
4a. La señal se inserta sobre la pared.
1. El sistema calcula la orientación de la señal, paralela a la pared y orientada hacia el interior.
4b. La señal no se inserta sobre la pared.
1. El sistema pregunta al técnico B la orientación de la señal.
5. El sistema dibuja el símbolo de la señal designada y guarda los parámetros de la señal.
6. El sistema dibuja el área de cobertura de la señal, teniendo en cuenta el contorno de la zona y los parámetros de la señal, como dimensiones, distancia de observación, etc.
7. El técnico C comprueba si el área de cobertura de la señal es suficiente.
7a. La situación de la señal no es la óptima y se producen considerables zonas de sombra.
1. El técnico B desplaza la señal para minimizar las zonas de sombra.
2. El sistema recalcula el área de cobertura.
7b. La señalización no es suficiente.
1. El técnico B inserta más señales de orientación en la vía de evacuación.
8. El técnico C accede al catálogo para elegir una señal que indique la dirección y el sentido de evacuación.
9. El técnico C sitúa la señal sobre el plano.
9a. La señal se inserta sobre la pared.
1. El sistema calcula la orientación de la señal, paralela a la pared y orientada hacia el interior.
9b. La señal no se inserta sobre la pared.
1. El sistema pregunta al técnico B la orientación de la señal.
10. El sistema busca la ruta de evacuación donde se encuentra la señal y decide el sentido que debe indicar la señal de evacuación calculando la mínima distancia hacia la salida, cambiando la señal elegida, si es necesario.
10a. El sistema no encuentra una ruta de evacuación definida.
1. El sistema no cambia la señal elegida.
11. El sistema dibuja el símbolo de la señal designada y guarda los parámetros de la señal.
12. El sistema dibuja el área de cobertura de la señal, teniendo en cuenta el contorno de la zona y los parámetros de la señal, como dimensiones, distancia de observación, etc.
13. El técnico C comprueba el área de cobertura.
13a. La situación de la señal no es la óptima y se producen considerables zonas de sombra.

1. El técnico B desplaza la señal para minimizar las zonas de sombra.
2. El sistema recalcula el área de cobertura.
13b. La señalización no es suficiente.
1. El técnico B inserta más señales de orientación en la vía de evacuación.
14. El técnico C busca intersecciones en los que los ocupantes deben elegir entre varias alternativas para evitar las confusiones.
15. El técnico C accede al catálogo para elegir una señal que indique la dirección y el sentido de evacuación.
16. El técnico C sitúa la señal sobre el plano.
17. El sistema busca la ruta de evacuación donde se encuentra la señal y decide el sentido que debe indicar la señal de evacuación calculando la mínima distancia hacia la salida, cambiando la señal elegida, si es necesario.
17a. No hay ruta de evacuación definida.
1. El sistema no cambia el sentido de evacuación de la señal.
18. El sistema dibuja el símbolo de la señal designada y guarda los parámetros de la señal.
18a. La situación de la señal no es la óptima y se producen considerables zonas de sombra.
1. El técnico desplaza la señal para minimizar las zonas de sombra.
2. El sistema recalcula el área de cobertura.
19. El técnico C comprueba el área de cobertura.
20. El técnico C comprueba la existencia de puertas sin salida que deban ser señalizadas.
21. El técnico C accede al catálogo para elegir una señal que indique "puerta sin salida".
22. El técnico C sitúa la señal sobre el plano.
23. El técnico C comprueba el área de cobertura es suficiente o si encuentra zonas de sombra.
23a. La situación de la señal no es la óptima y se producen considerables zonas de sombra.
1. El técnico B desplaza la señal para minimizar las zonas de sombra.
2. El sistema recalcula el área de cobertura.

Señalización de dotación contra incendios

1. El técnico C localiza los equipos de la dotación contra incendios.
1a. No hay equipos en el plano porque no forman parte del proyecto.
1. Se insertan las señales sin tener en cuenta los equipos.
1b. Las áreas de cobertura de los equipos dificultan la visión.
1. Se ocultan las áreas de cobertura de los equipos.
2. El técnico C pregunta al sistema el tipo de equipo de que se trata.
2a. El sistema es capaz de contactar con el catálogo.
1. El sistema lee el tipo de equipo de que se trata y lo pasa al catálogo para filtrar las señales a presentar.
3. El técnico C accede al catálogo comercial y elige la señal apropiada.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

3a. No existe una señal comercial apropiada.
1. El sistema ofrece al técnico C señales genéricas.
4. El técnico C indica la situación de la señal en el plano.
4a. La señal se inserta sobre la pared.
1. El sistema calcula la orientación de la señal, paralela a la pared y orientada hacia el interior.
4b. La señal no se inserta sobre la pared.
1. El sistema pregunta al técnico C la orientación de la señal.
5. El sistema dibuja el símbolo de la señal designada y guarda los parámetros de la señal.
6. El sistema dibuja el área de cobertura de la señal, teniendo en cuenta el contorno de la zona y los parámetros de la señal, como dimensiones, distancia de observación, etc.
7. El técnico C comprueba si el área de cobertura de la señal es suficiente.
7a. La situación de la señal no es la óptima y se producen considerables zonas de sombra.
1. El técnico C desplaza la señal para minimizar las zonas de sombra.
2. El sistema recalcula el área de cobertura.

Señalización de riesgos, peligros y prohibiciones

1. El técnico C localiza los locales con riesgos, peligros o prohibiciones definidos.
1a. No hay locales con riesgos asociados en el plano.
1. Se insertan las señales sin tener en cuenta estos datos.
1b. Las áreas de cobertura de las señales existentes dificultan la visión.
1. Se ocultan las áreas de cobertura de las señales.
2. El técnico C pregunta al sistema el tipo de riesgo, peligro y/o prohibición a señalar.
2a. El sistema es capaz de contactar con el catálogo.
1. El sistema lee el tipo de riesgo, peligro y/o prohibición que se trata y lo pasa al catálogo para filtrar las señales a presentar.
3. El técnico C accede al catálogo comercial y elige la señal apropiada.
3a. No existe una señal comercial apropiada.
1. El sistema ofrece al técnico C señales genéricas.
3b. Hay varios riesgos, peligros y/o prohibiciones asociados a un único local o zona.
1. El sistema permite acceder varias veces al catálogo.
4. El técnico C indica la situación de la señal en el plano.
4a. La señal se inserta sobre la pared.
1. El sistema calcula la orientación de la señal, paralela a la pared y orientada hacia el interior.
4b. La señal no se inserta sobre la pared.
1. El sistema pregunta al técnico C la orientación de la señal.

5. El sistema dibuja el símbolo de la señal designada y guarda los parámetros de la señal.
6. El sistema dibuja el área de cobertura de la señal, teniendo en cuenta el contorno de la zona y los parámetros de la señal, como dimensiones, distancia de observación, etc.
7. El técnico C comprueba si el área de cobertura de la señal es suficiente.
7a. La situación de la señal no es la óptima y se producen considerables zonas de sombra.
1. El técnico C desplaza la señal para minimizar las zonas de sombra.
2. El sistema recalcula el área de cobertura.

Señalización de franjas

1. El técnico C accede al catálogo comercial y elige la franja apropiada.
1a. No existe una franja comercial apropiada.
1. El sistema ofrece al técnico C franjas genéricas.
2. El técnico C especifica la altura a la que va la franja.
2a. La franja se dibuja sobre el suelo.
1. La altura es cero.
3. El técnico C especifica la distancia a la que se dibujará la franja.
3a. La distancia es 0.
1. La franja se dibuja sobre los puntos marcados.
4. El sistema dibuja la franja adaptándola a los puntos marcados.

Alumbrado de emergencia

1. El técnico D localiza el recorrido de evacuación.
2. El técnico D consulta al sistema la anchura del recorrido de evacuación.
3. El técnico D accede al catálogo para elegir una luminaria de emergencia.
3a. No existe una luminaria comercial apropiada.
1. El sistema ofrece al técnico D luminarias genéricas.
4. El técnico D sitúa la luminaria sobre el plano, indicando su altura.
5. El sistema dibuja la curva isolux según las características de la luminaria.
6. El técnico D comprueba la curva isolux.
6a. La situación de la luminaria no es la óptima y se producen considerables zonas de sombra o no se alcanza el grado de iluminación deseado.
1. El técnico D desplaza la luminaria para minimizar las zonas de sombra.
2. El sistema recalcula la curva isolux.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

6b. La iluminación no es suficiente.
1. El técnico D inserta más luminarias en la vía de evacuación.
7. El técnico D localiza señales o equipos de la dotación contra incendios no iluminadas.
8. El técnico D accede al catálogo para elegir una luminaria de emergencia.
8a. No existe una luminaria comercial apropiada.
1. El sistema ofrece al técnico D luminarias genéricas.
9. El técnico D sitúa la luminaria sobre el plano, indicando su altura.
10. El sistema dibuja la curva isolux según las características de la luminaria.
11. El técnico D comprueba la curva isolux.
11a. La situación de la luminaria no es la óptima y se producen considerables zonas de sombra o no se alcanza el grado de iluminación deseado.
1. El técnico D desplaza la luminaria para minimizar las zonas de sombra.
11b. La iluminación no es suficiente.
1. El técnico D inserta más luminarias o una de mayor potencia.

Extracción de datos

1. El técnico E pide un listado de las señales, equipos, luminarias y franjas.
2. El sistema captura todas las zonas del plano, leyendo su identificador.
2a. Se encuentran elementos continuos, como franjas.
1. El sistema los convierte en unidades de medida.
3. El sistema captura todas las señales, equipos, luminarias y franjas.
3a. El técnico E no necesita agrupar los elementos.
1. El listado se exporta sin procesar.
3b. El técnico E especifica criterios de agrupación.
1. El listado se agrupa por zona y/o código.
2. Se presenta el número de elementos que forman parte de cada grupo.
4. El sistema agrupa señales, equipos, luminarias y franjas.
5. El sistema exporta los datos

Capítulo 11. Conclusiones

11.1. Conclusiones

El análisis del marco legislativo y normativo ha permitido ver de qué manera afecta al entorno de realización de los proyectos de señalización de seguridad. Puesto que no se ha centrado el desarrollo en los datos concretos, sino en los tipos y los rangos de los mismos, el sistema no ha quedado limitado, quedando abierta la posibilidad de adaptarlo a los futuros cambios que se puedan establecer.

La definición parametrizada de las señales y de su área de cobertura deja el sistema abierto a futuras aplicaciones. En principio, cambiando los valores de los parámetros permitiría desarrollar aplicaciones para la iluminación de la edificación, la disposición de cámaras de seguridad, etc.

Es muy importante implementar correctamente las funciones que permiten definir las zonas sobre el plano original, ya que es la parte del trabajo a la que se debe dedicar, inicialmente, la mayor cantidad de tiempo. La realización de mediciones sobre el plano, así como la consulta de las propiedades añadidas a las zonas, se ha confirmado como base para la toma de decisiones.

La definición gráfica de las rutas y salidas de evacuación, así como la relación entre ellas, facilita su optimización, puesto que permite ver la cobertura que producen las mismas a los distintos orígenes de evacuación posibles.

Los datos procesados y extraídos a otras aplicaciones:

- Permiten comparar de forma cuantitativa el grado de cobertura de distintas instalaciones de la señalización, facilitando la elección de la mejor instalación según la superficie de cobertura.
- Hacen posible estudiar la relación entre el coste y la superficie de las áreas de cobertura logradas, introduciendo el factor económico en los parámetros para la elección de la instalación a realizar.

- Proporcionan una herramienta versátil para la realización de investigaciones sobre el tema de la señalización de seguridad, permitiendo al investigador variar los parámetros que considere oportunos para la comprobación de sus teorías.

La posibilidad de añadir un factor de atenuación a la distancia de observación de las señales, permite realizar simulaciones para analizar las situaciones en las que la disminución de la visibilidad de las señales sea un factor importante a tener en cuenta.

Por último, se puede afirmar que se ha cumplido con el objetivo principal de esta tesis ya que, el sistema definido permite optimizar la realización de los planos de señalización de seguridad en los edificios o establecimientos de pública concurrencia, además de lugares de trabajo, reduciendo el proceso de adaptación a la geometría de la edificación y comprobando la adecuación del proyecto realizado a la legislación y normativa existente, aumentando así la seguridad de los usuarios de esas instalaciones.

11.2. Líneas de trabajo

Una vez completado este trabajo de investigación, quedan abiertas distintas líneas de trabajo por las que se puede continuar con su desarrollo:

- Inclusión de la tercera dimensión en la representación de la señalización. La normativa no lo tiene en cuenta, pero la altura a la que se instalan las señales también debe afectar a la distancia de observación de las mismas. Además, la existencia de elementos suspendidos del techo también pueden afectar por las zonas de sombra que producen.
- Desarrollo de sistemas expertos de señalización. Analizando las distintas configuraciones de las zonas de la edificación, debe ser posible sistematizar el proceso de señalización de forma que el sistema, si bien no en su totalidad, ayude al técnico en la disposición de las señales, de los equipos de protección contra incendios y del alumbrado de emergencia.
- Adaptación del sistema para el diseño de otras instalaciones en las que influya el área de cobertura de los elementos instalados. Por ejemplo, el caso de las cámaras de seguridad en los edificios. Incluyendo la tercera dimensión y enlazando los datos con la distancia útil de visualización de cada tipo de cámara, se podría facilitar la disposición de cámaras de seguridad en las edificaciones.

Capítulo 12. Bibliografía

- Abbot, 1983 ABBOT, R. Program design by informal English descriptions. Communications of the ACM. Noviembre 1983, Vol. 26, Núm. 11, p. 41 - 58.
- AENOR, 1981 AENOR. Seguridad contra incendios. Señalización. UNE 23033-1 . Madrid: AENOR, 1981.
- AENOR, 1985 AENOR. Colores y señales de seguridad. UNE 1115 . Madrid: AENOR, 1985.
- AENOR, 1988 AENOR. Seguridad contra incendios. Vías de evacuación. UNE 23034. Madrid: AENOR, 1988.
- AENOR, 2003a AENOR. Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 1: Medida y calificación. UNE 23035-1. Madrid: AENOR, 2003.
- AENOR, 2003b AENOR. Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 2: Medida de productos en el lugar de utilización . UNE 23035-2. Madrid: AENOR, 2003.
- AENOR, 2003c AENOR. Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 3: Señalizaciones y balizamientos luminiscentes. UNE 23035-3. Madrid: AENOR, 2003.
- AENOR, 2003d AENOR. Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 4: Condiciones generales. Mediciones y clasificación. UNE 23035-4. Madrid: AENOR, 2003.
- Beck y Fowler, 2001 BECK, K; FOWLER, M. Planning extreme programming. 1 ed. Boston: Addison-Wesley Professional, 2001. 0-201-71091-9.
- Booch et al., 2007 BOOCH, G.; et al. Object-Oriented Analysis and Design with Applications. 3 ed. Boston: Addison-Wesley Professional, 2007. 020189551X .
- Booch, Rumbaugh y Jacobson, 1998 BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. The Unified Modeling Language. 1 ed. Boston: Addison Wesley, 1998. 0201571684 .
- Coad y Yourdon, 1990 COAD, P.; YOURDON, E. Object Oriented Analysis. 2 ed. New York: Yourdon Press, 1990. 0136299814.
- Cockburn, 2000 COCKBURN, A. Writing Effective Use Cases. 1 ed. Boston: Addison Wesley, 2000. 0201702258.

- Demarco, 1978 DEMARCO, T. Structured Analysis and System Specification. 1 ed. New York: Yourdon Press, 1978. 0917072073.
- España, 1989 España. Real Decreto 556/1989, de 19 de mayo, por el que se arbitran medidas mínimas sobre accesibilidad en los edificios. Boletín Oficial del Estado, 23 de mayo de 1989, núm. 122, p. 15352.
- España, 1993 España. Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. Boletín Oficial del Estado, 14 de diciembre de 1993, núm. 298 , p. 35159 .
- España, 1995 España. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial del Estado, 10 de noviembre de 1995, núm. 269, p. 32590.
- España, 1996 España. Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación «NBE-CPI-96: Condiciones de protección contra incendios de los edificios». Boletín Oficial del Estado, 29 de octubre de 1996, núm. 261 , p. 32378 .
- España, 1997a España. Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Boletín Oficial del Estado, 23 de abril de 1997, núm. 97, p. 12911.
- España, 1997b España. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Boletín Oficial del Estado, 23 de abril de 1997, núm. 97, p. 12918.
- España, 1997c España. Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Boletín Oficial del Estado, 25 de octubre de 1997, núm. 256 , p. 30875.
- España, 2004 España. Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre. Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Boletín Oficial del Estado, 17 de diciembre de 2004, núm. 303, p. 41194.
- España, 2005 España. Ley 28/2005, de 26 de diciembre, de medidas sanitarias frente al tabaquismo y reguladora de la venta, el suministro, el consumo y la publicidad de los productos del tabaco. Boletín Oficial del Estado, 27 de diciembre de 2005, núm. 309, p. 42241.

- España, 2006a España. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Boletín Oficial del Estado, 28 de marzo de 2006, núm. 74, p. 11816.
- España, 2006b España. Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo.
- España, 2009a España. Guía técnica de aplicación: reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- España, 2009b España. Guía Técnica sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo.
- Fowler, 1996 FOWLER, M. Analysis Patterns: Reusable Object Models. 1 ed. Boston: Addison Wesley, 1996. 0201895420.
- Fowler, 2003 FOWLER, M. UML Distilled—A Brief Guide to the Standard Object Modeling. 3 ed. Boston: Addison Wesley, 2003. 0321193687.
- IEEE, 1998 IEEE. IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications. IEEE Std 830. New York: The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1998.
- Jacobson, 1992 JACOBSON, I. Object-oriented Software Engineering—A Use Case Driven Approach. 1 ed. Boston: Addison Wesley, 1992. 0201544350 .
- Jalote, 2005 JALOTE, P. An Integrated Approach to Software Engineering. 3 ed. New York: Springer Science+Business Media, 2005. 0-387-20881-X.
- Larman, 2001 LARMAN, C. Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and the Unified Process. 2 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2001. 0130925691 .
- Martin y Odell, 1997 MARTIN, J.; ODELL, J. Object-Oriented Methods: A Foundation, UML Edition. 2 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1997. 0139055975.
- Ross, 1997 ROSS, D. Structured Analysis (SA): A Language for Communicating Ideas. IEEE Transactions on Software Engineering. Enero 1977, Vol. SE-3, Núm. 1, p. 16 - 34 .
- Rumbaugh, J. et al. , 1990 RUMBAUGH, J. et al. Object-Oriented Modeling and Design. 1 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1990. 0136298419.

- Weller, 1993 WELLER, E. Lessons from three years of inspection data. IEEE Software. Septiembre 1993, Vol. 10, Núm. 5, p. 38 - 45.
- Weyuker, 1990 WEYUKER, E. The cost of data flow testing: an empirical study . IEEE Transactions on Software Engineering. Febrero 1990, Vol. 16, Núm 2, p. 121 - 128.
- Wieggers, 2003 WIEGERS, K. Software Requirements. 2 ed. Redmon: Microsoft Press. 2003. 0735618798 .
- Yourdon y Constantine, 1979 YOURDON, E.; CONSTANTINE, L. Structured Design: Fundamentals of a Discipline of Computer Program and Systems Design. 1 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1979. 0138544719.

Capítulo 13. Planos

