

Índice de capítulos

1 – Introducción

2 – La planta industrial, antecedentes y concepción actual. Tipos básicos de distribución en planta.

3 – S.LP. Métodos de generación de layouts. Definición de objetivos: Flujo de materiales, Tabla relacional de actividades, Sectorización.

4 - Técnicas de toma de decisión multicriterio. Definición de fronteras de Pareto. Métricas de selección.

5 – Tratamiento del espacio. Soporte de colocación ALDEP. Métricas de distancia. Control geométrico de la solución.

6 – Introducción y estado del arte de los algoritmos híbridos basados en colonias de hormigas. Variantes implementadas.

7 – Sectorización de incendios: Normativa. Propuesta de algoritmo de sectorización.

8 – Aplicación informática implementada.

9 – Plan experimental.

10 – Conclusiones y desarrollos futuros.

11 – Bibliografía.

Tabla de contenido

Introducción y objetivos.	28
1.1. Antecedentes.	28
1.2. El problema de la distribución en planta.	31
1.3. Objeto de la investigación.	33
1.4. Evolución histórica y tratamiento del problema.	34
1.5. Planteamiento y desarrollo del estudio.	39
La planta industrial, antecedentes y concepción actual. Tipos básicos de distribución en planta.	42
2.1. Introducción.	42
2.2. El problema de la distribución en planta: lugar que ocupa en relación al concepto de la “Construcción y Arquitectura Industrial”.	43
2.2.1. Concepto de Arquitectura.	43
2.2.2. Concepto de Industria.	47
2.3. Breves reseñas históricas sobre la evolución de la construcción y la protección contra incendios en la construcción.	48
2.4. Evolución histórica de la normativa de Protección contra incendios:.....	52
2.5. La distribución en planta. Definición del problema.	55
2.6. Las fases de Proyecto de la actividad industrial: Lugar de la distribución en planta.	56
2.7. Objetivos de la distribución en planta.	60
2.8. Principios básicos de la distribución en planta.	61
2.9. Medios de producción.	63
2.10. Tipos básicos de distribución en planta.	65
2.10.1. Distribución en posición fija.	66
2.10.2. Distribución en cadena, en línea o de desplazamiento rápido.	66
2.10.3. Distribución por proceso, por secciones o de desplazamiento lento.	68
2.10.4. Distribución por células de fabricación flexible.	69
S.L.P. Métodos de generación de layouts. Definición de objetivos.....	72
3.1. Introducción a la definición de objetivos.	72
3.2. Systematic Layout Planning (S.L.P.).	75
3.2.1. Introducción.	75

3.2.2.	Elementos base del SLP.	75
3.2.3.	Esquema general del SLP.	77
3.2.4.	Análisis P-Q.	78
3.2.5.	Recorrido de los productos.	79
3.2.6.	Relación (cualitativa) entre actividades.	80
3.2.7.	Determinación de los espacios.	82
3.2.8.	Integración de la información. Resolución y Generación de Alternativas.	83
3.2.9.	Métodos de generación de layouts.	84
3.2.10.	Evaluación y selección.	84
3.3.	Métodos de generación de layouts.	85
3.4.	Formulaciones de la función objetivo del problema de distribución en planta.	89
3.4.1.	La formulación de la F.O. cuantitativa.	89
3.4.1.1.	Caso particular. El problema cuadrático de asignación.	93
3.4.2.	La formulación de la F.O. cualitativa.	93
3.4.3.	La formulación de la F.O. geométrica.	94
3.4.3.1.	La valoración de la calidad formal de la solución.	94
3.4.3.2.	Indicador escogido.	95
3.4.4.	La formulación de la F.O. para la sectorización.	96
3.4.4.1.	Medidas de la Diafanidad.	96
3.4.4.2.	Función objetivo implementada.	97
3.5.	La formulación multicriterio.	100
Técnicas de toma de decisión multicriterio. Definición de las fronteras de Pareto.		102
4.1.	Introducción.	102
4.2.	Criterios de clasificación de técnicas multicriterio.	104
4.2.1.	Clasificación de (Waghodekar, Sahu 1986a) y (Santamarina 1995).	105
4.2.1.1.	Actuando en la generación de la alternativas.	106
4.2.1.2.	Actuando en la selección de alternativas.	106
4.2.1.3.	Actuando en la generación y selección de alternativas.	107
4.2.2.	Clasificación de (Malakooti, Tsurushima 1989).	107
4.2.3.	Clasificación propuesta por (Montalva et al. 2012).	108
4.3.	Evaluación de soluciones.	109

4.4.	Optimización de soluciones.....	110
4.4.1.	Técnicas basadas en agregación de criterios. Funciones aditivas.	112
4.4.1.1.	Formulación general de las técnicas de agregación.....	113
4.4.1.2.	Influencia de los coeficientes de ponderación en la F.O.....	115
4.4.1.2.1.	Planteamientos iniciales.....	115
4.4.1.2.2.	Procedimiento de ponderación.	116
4.4.1.2.3.	Análisis de sensibilidad de los coeficientes de ponderación. Concepto de eficiencia.	117
4.4.1.3.	Estimación de los costes relacionales parciales (C.R.P.).....	120
4.4.1.4.	Normalización de los costes relacionales parciales.....	124
4.4.1.5.	Últimas publicaciones de funciones aditivas.....	128
4.4.2.	Modelos de agregación no aditivos.....	130
4.4.3.	Métodos basados en frontera de Pareto.....	133
4.4.3.1.	Frontera de Pareto en otras aplicaciones de algoritmos ACO.....	140
4.4.3.2.	Métodos para elegir una solución eficiente de entre las obtenidas como frontera de Pareto.....	142
	Tratamiento del espacio. Métricas de distancia. Soporte de colocación ALDEP. Control geométrico de la solución.....	146
5.1.	Introducción.....	146
5.2.	Tipos de modelización geométrica.....	148
5.3.	Modelo discreto.....	150
5.4.	El modelo continuo.....	153
5.5.	El modelo de los árboles de corte.....	157
5.6.	El modelo semigeométrico.....	160
5.7.	El modelo topológico.....	161
5.8.	Métricas de distancia.....	163
5.8.1.	Distancia entre centroides.....	164
5.8.2.	Distancia Manhattan.....	165
5.8.3.	Distancia euclídea.....	166
5.8.4.	Distancia Tchebycheff.....	167
5.8.5.	Distancia por contorno lateral.....	167
5.8.6.	Distancia "shortest path".....	168
5.8.7.	Distancia rectilínea esperada (también llamada EDIST).....	169

5.8.8.	Distancia INTERSECTORIAL.....	170
5.8.9.	Otros estudios sobre distancias.....	174
5.9.	Modelo geométrico adoptado y Espacio de Soluciones.	174
5.10.	Construcción y Representación de una Solución en el algoritmo ACO implementado.....	177
	Algoritmos híbridos basados en colonias de hormigas.	179
6.1.	Introducción.	179
6.2.	Antecedentes sobre técnicas basadas en colonias de hormigas.	181
6.2.1.	Las hormigas en la naturaleza.....	183
6.2.2.	Analogía establecida.	184
6.2.3.	Características adicionales.....	186
6.3.	Primera formulación original: algoritmo AS (Ant System).....	186
6.3.1.	Introducción a Ant System.....	186
6.3.2.	Formulación de Ant System.....	187
6.3.3.	Algoritmos de Ant System.	189
6.3.4.	Conclusiones del funcionamiento de AS.	190
6.3.5.	Desarrollos posteriores.....	191
6.4.	Algoritmos metaheurísticos ACO: Variantes.....	192
6.4.1.	Introducción.	192
6.4.2.	Max-min Ant System (MMAS).	193
6.4.3.	Ant Colony System (ACS).	194
6.4.4.	Ranked based Ant System (AS _{rank}).....	195
6.4.5.	Comparativa entre las técnicas descritas.....	196
6.5.	Técnicas MOACO (multiobjetivo).....	197
6.5.1.	Introducción.	197
6.5.2.	Problemas multiobjetivo con ACO.	198
6.5.3.	Algoritmos MOACO: Bicriterion Ant.....	199
6.5.4.	Algoritmos con múltiples colonias de hormigas.....	200
6.5.5.	COMPETants.....	200
6.5.6.	Pareto Ant Colony Optimization (P-ACO).....	201
6.5.7.	Algoritmo m-ACO genérico para problemas multiobjetivo.....	201
6.5.7.1.	Construcción de soluciones.....	202

6.5.7.2.	Actualización de feromona.....	202
6.5.8.	Variantes del algoritmo m-ACO para problemas multiobjetivo.	204
6.5.8.1.	m-ACO1 ($m+1,m$) para problemas multiobjetivo.....	204
6.5.8.2.	m-ACO2 ($m+1,m$) para problemas multiobjetivo.....	205
6.5.8.3.	m-ACO3 (1,1) para problemas multiobjetivo.....	205
6.5.8.4.	m-ACO4 (1,m) para problemas multiobjetivo.....	205
6.5.8.5.	Comparativa de los métodos propuestos:.....	206
6.6.	Formulación del algoritmo para el caso del FLP.	207
6.7.	Estudio de los parámetros de gobierno de los algoritmos.....	212
	Sectorización de incendios. Normativa. Propuesta de algoritmo de sectorización.....	215
7.1.	Introducción.....	215
7.2.	Cálculo del riesgo de incendio como paso previo a las medidas de sectorización.....	217
7.2.1.	Modelos de análisis del riesgo.	219
7.2.2.	Método Gretener.	222
7.2.3.	Expresión del valor del riesgo.	223
7.3.	Normativa Española de protección contra incendios.	223
7.3.1.	Introducción.....	223
7.3.2.	Objetivos.	224
7.3.2.1.	CTE DB SI.....	224
7.3.2.2.	RD 2267/2004, “Seguridad contra incendios en establecimientos industriales”.....	225
7.3.2.2.1.	Aplicación.....	225
7.3.2.2.2.	Sectorización por usos.....	226
7.4.	Clasificación de las edificaciones.....	227
7.4.1.	Configuraciones en el CTE DB SI:.....	227
7.4.2.	Configuraciones en el RD 2264/2004.	228
7.5.	Niveles de riesgo y sectorización.	229
7.6.	Tipos de cálculo de los niveles de riesgo.....	230
7.6.1.	Método del riesgo intrínseco (GENERAL).	231
7.6.2.	Método del riesgo intrínseco simplificado RD 2267/2004.	235
7.6.2.1.	Simplificación para producción.	235

7.6.2.2.	Simplificación para almacenamiento.	236
7.6.2.3.	Aplicación general del método simplificado.	237
7.6.2.4.	Consideraciones sobre el método simplificado.	239
7.6.3.	Nivel de riesgo intrínseco.	240
7.7.	Condicionantes en la configuración de la planta. Compartimentación en sectores de incendio.	242
7.7.1.	Sectorización en el CTE DB SI.	242
7.7.2.	Sectorización en el RD 2267/2004.	243
7.7.2.1.	Ubicaciones no permitidas de sectores de incendio con actividad industrial: 244	
7.8.	Comentarios sobre los conceptos de protección contra incendios de la normativa española y su origen.	245
7.9.	Tablas de datos de partida necesarias en la aplicación para la modelización de la sectorización de incendios.	245
7.10.	Propuesta de algoritmo de sectorización: Antecedentes.	249
7.11.	Criterios para la implementación del algoritmo de sectorización.	251
7.12.	Algoritmo de presectorización: función Presectoriza().	254
7.13.	Algoritmo de sectorización: función ConstruyeSectores().	255
7.14.	Definición de particiones: Cerramientos entre sectores.	258
7.15.	Puntos de paso: Definición de puertas entre sectores.	259
7.16.	Consideraciones sobre el cálculo de distancias en la sectorización.	260
7.17.	Valoración de la calidad de la sectorización.	265
7.18.	Definición de la función objetivo de la sectorización.	265
	Aplicación informática implementada	268
8.1.	Presentación de la aplicación.	268
8.2.	Manual del usuario de la aplicación.	270
8.3.	Variantes de algoritmos ACO implementadas.	282
8.3.1.	P-ACO.	283
8.3.2.	mACO4.	285
8.3.3.	Método propio anterior:	287
8.3.4.	Método Propio nuevo 2015:	288
	Plan experimental.	291
9.1.	Introducción.	291

9.2.	Pruebas del algoritmo con problemas con un único objetivo.	293
9.2.1.	Funcionamiento del algoritmo. Experiencias previas monocriterio.	293
9.2.2.	Objetivo: relaciones TRA. Problema Tompkins&White de 7 actividades. 298	
9.2.3.	Objetivo: análisis de flujos. Problema (Armour, Buffa 1963) de 20 actividades. 301	
9.2.3.1.	Objetivo: análisis de flujos sin control geométrico y con distancia euclídea. 303	
9.2.3.2.	Objetivo: análisis de flujos sin control geométrico y con distancia Manhattan. 304	
9.2.3.3.	Objetivo: análisis de flujos con control geométrico.	305
9.3.	Pruebas del algoritmo en modo bicriterio con distintos parámetros de funcionamiento.	308
9.3.1.	Evolución de las fronteras de Pareto.	308
9.3.2.	Evolución de costes con los distintos métodos de resolución. Búsqueda guiada sólo con trazas.	311
9.3.3.	Evolución de las fronteras de Pareto con los distintos métodos de resolución. 312	
9.3.4.	Utilización de la herencia (trazas) en anchos de banda.	313
9.3.5.	Eficiencia de computación del número de individuos en tamaño de población o en iteraciones.	317
9.4.	Pruebas del algoritmo con problemas con varios objetivos.	320
9.4.1.	Problema biobjetivo de Armour&Buffa con control geométrico propuesto por Wang. 320	
9.4.2.	Problema triobjetivo de planta quirúrgica propuesto por (Santamarina 1995). 330	
9.4.2.1.	Fronteras de Pareto biobjetivo W-R del problema triobjetivo de una planta quirúrgica propuesto por (Santamarina 1995).	335
9.4.3.	Problema de (Tate, Smith 1995) de 20 actividades.	338
9.5.	Pruebas del algoritmo con problemas con 4 objetivos incluyendo la sectorización.	343
9.5.1.	Problema inspirado en (Tate, Smith 1995).	343
9.5.2.	Problema definido al azar.	353
	Conclusiones y desarrollos futuros.	367
10.1.	Conclusiones.	367
10.1.1.	Conclusiones sobre la elaboración.	367

10.1.2.	Conclusiones sobre los resultados.....	368
10.2.	Desarrollos futuros.....	368
10.2.1.	En el ámbito del FLP.	369
10.2.2.	En el ámbito de las técnicas ACO.	369
10.2.3.	En el ámbito de la toma de decisión multicriterio.	370
10.2.4.	En el ámbito de la protección contra incendios.	370
	Bibliografía.....	373