

# CONTENIDO

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1.	Objetivos.....	3
1.1.1.	Generales.....	3
1.1.2.	Específicos.....	3
1.2.	Hipótesis.....	4
1.3.	Antecedentes y estado actual del tema.....	4
1.4.	Alcance de la Tesis Doctoral.....	5
1.5.	Eficacia Técnica y Científica.....	6
1.6.	Metodología de la Tesis Doctoral.....	7
1.7.	Contribución del Alumno de Doctorado.....	8
1.8.	Referencias.....	9

## CAPÍTULO 2. GESTIÓN DE LA CADENA/RED DE SUMINISTRO (GC/RS): EN CONTEXTO DE DETERMINISTA E INCERTIDUMBRE. (VISIONES DE RECURSOS, INFORMACIÓN, DECISIONES, ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES). ESTADO DEL ARTE

2.1.	Gestión de la Cadena/Red de Suministro.....	13
2.1.1.	Tipos de Cadena/Red de Suministro.....	18
2.1.1.1.	Cadena de Suministro Comunicativa.....	19
2.1.1.2.	Cadena de Suministro Coordinada.....	20
2.1.1.3.	Cadena de Suministro Colaborativa .....	21
2.1.1.4.	Cadena de Suministro Co-opetitive (Cooperación-Competitiva).....	22
2.1.2.	Literatura actual sobre Incertidumbre en la Cadena de Suministro.....	23
2.1.2.1.	Incertidumbre.....	24
2.1.2.1.1.	Definición actual del concepto de Incertidumbre.....	25
2.1.2.1.2.	Fuentes de Incertidumbre a lo Largo de la Cadena de Suministro.....	25
2.1.3.	Resumen.....	27
2.1.4.	Referencias.....	28

<b>2.2.</b>	<b>Modelado del Proceso Colaborativo de Planificación de la Cadena de Suministro.....</b>	<b>32</b>
2.2.1.	Marco de Planificación Colaborativa de la GC/RS.....	32
2.2.2.	Planificación Colaborativa en la Cadena/Red de Suministro.....	32
2.2.3.	Tipos de Colaboración.....	34
2.2.3.1.	Materiales y Servicios.....	34
2.2.3.2.	Colaboración en Demanda.....	34
2.2.3.3.	Colaboración en aprovisionamiento.....	34
2.2.3.4.	Colaboración en Inventario.....	35
2.2.3.5.	Colaboración en Capacidad.....	35
2.2.3.6.	Colaboración en Transporte.....	35
2.2.3.7.	Relaciones.....	35
2.2.4.	Proceso de Colaboración Genérico.....	36
2.2.5.	Software de Apoyo.....	38
2.2.6.	Otras Aportaciones en la Planificación Colaborativa en la C/RS.....	39
2.2.7.	Resumen.....	43
2.2.8.	Referencias.....	44
<b>2.3.</b>	<b>Visión Jerárquica en la Vista Decisional de la Planificación de la Cadena/Red de Suministro.....</b>	<b>46</b>
2.3.1.	Visión Decisional según Schneeweiss, (1995, 1998 y 2002).....	46
2.3.1.1.	Clasificación de sistemas de Toma de Decisiones (TD) para la CS.....	47
2.3.1.2.	Naturaleza de los Problemas de las TDD en La Red de Suministro.....	48
2.3.1.3.	Interdependencias entre los Niveles Jerárquicos.....	50
2.3.2.	Visión Decisional según Stadler, (2000, 2002, 2005 y 2008).....	53
2.3.3.	Visión Decisional según Burton, (1980, 1984, 1988, 1989 y 1995).....	54
2.3.4.	Resumen.....	56
2.3.5.	Referencias.....	57
<b>2.4.</b>	<b>Metodologías de Modelado en la Planificación de la Cadena de Suministro en el contexto de Incertidumbre.....</b>	<b>58</b>
2.4.1.	Clasificación de los Modelos para la Planificación Jerárquica en la Cadena/Red de Suministro bajo Incertidumbre.....	59

2.4.1.1.	Clasificación de los métodos de modelado de la Cadena de Suministro.....	60
2.4.2.	Tipos de Modelos en la Gestión de Cadena/Red de Suministro para Planificación de la Cadena de Suministro en Contexto de Incertidumbre.....	62
2.4.3.	Modelos seleccionados y sus aportes.....	69
2.4.4.	Resumen.....	70
2.4.5.	Referencias.....	71
2.5.	Metodologías de Inteligencia Artificial para la Cadena/Red de Suministro.....	74
2.5.1.	Introducción a la Inteligencia Artificial en la Cadena/Red de Suministro.....	74
2.5.2.	Metodologías de Inteligencia Artificial (IA).....	75
2.5.2.1.	Metodología del Simbolismo.....	76
2.5.2.1.1.	Nacimiento y desarrollo del Simbolismo.....	76
2.5.2.1.2.	Principio de Resolución y Cálculo de un Predicado.....	79
2.5.2.1.3.	Lenguajes de Programación Lógica.....	81
2.5.2.1.4.	Sistemas Expertos.....	84
2.5.2.2.	Metodología del Conexionismo.....	87
2.5.2.2.1.	Nacimiento y desarrollo del Conexionismo.....	87
2.5.2.2.2.	Características del Conexionismo: Estrategias y Técnicas.....	88
2.5.2.2.3.	Modelo de Red Neuronal de Hopfield.....	90
2.5.2.2.4.	Modelo de Red Neuronal Back-Propagation.....	92
2.5.2.2.5.	Algoritmos Genéticos.....	93
2.5.2.3.	Metodología del Conductismo (Behaviorism).....	95
2.5.2.3.1.	Nacimiento y Desarrollo del Conductismo.....	95
2.5.2.3.2.	Lógica Difusa.....	96
2.5.2.3.3.	Control de un Robot.....	98
2.5.2.3.4.	Control Inteligente.....	99
2.5.3.	Aplicación de Metodologías de IA para mejorar la Incertidumbre en la C/RS.....	101

2.5.3.1.	Aplicaciones de la Metodología del Simbolismo a la C/RS.....	101
2.5.3.2.	Aplicaciones de la Metodología del Conexionismo a la C/RS.....	102
2.5.3.3.	Aplicaciones de la Metodología del Conductismo a la R/CS.....	106
2.5.4.	Conclusiones de la aplicaciones para las metodologías.....	108
2.5.5.	Referencias.....	109
<b>CAPÍTULO 3. PROPUESTA DE MODELADO</b>		
3.1.	Introducción.....	117
3.2.	Metodología Propuesta.....	118
3.3.	Modelado del funcionamiento, operaciones y estructura física de una Cadena/Red de Suministro: Un enfoque Determinista y de Incertidumbre.....	119
3.4.	Modelo Decisional y Colaborativo de la Cadena/Red de Suministro.....	120
3.4.1.	Modelo Matemático de Determinista (MMD) de un Sistema de Producción en la Cadena/Red de Suministro.....	122
3.4.1.1.	Definición del Problema.....	122
3.4.1.1.1.	Parámetros o Datos del modelo.....	129
3.4.1.1.2.	Ouputs del Modelo.....	129
3.4.1.1.3.	Objetivo.....	130
3.4.1.2.	Nomenclatura.....	130
3.4.1.3.	Formulación del MMD de un Sistema de Planificación Colaborativa de la C/RS.....	134
3.4.1.3.1.	Función Objetivo.....	135
3.4.1.3.2.	Formulación de Costes e Ingresos.....	135
3.4.1.3.2.1.	Coste Total de Fabricación en cada planta del producto $i$ .....	135
3.4.1.3.2.2.	Coste Total de Subcontratación.....	136
3.4.1.3.2.3.	Coste Total de Manipulación.....	136
3.4.1.3.2.4.	Coste Total de Compras.....	136
3.4.1.3.2.5.	Coste Total de Inventario.....	137
3.4.1.3.2.6.	Coste Total de Transporte.....	137
3.4.1.3.2.7.	Coste total de Diferir Demanda.....	138

3.4.1.3.2.8.	Ingresos por Venta de Productos.....	138
3.4.1.3.3.	Restricciones de Fabricación.....	138
3.4.1.3.4.	Restricciones de Transporte.....	139
3.4.1.3.5.	Restricciones de Inventario.....	140
3.4.1.4.	Esquema de Formulación del Modelo Matemático Determinista.....	141
3.5.	Representación del Modelo Matemático con Incertidumbre (MMI).....	142
3.5.1.	Red feedforward (hacia adelante) con una capa oculta.....	143
3.6.	Arquitectura de la Plataforma Tecnológica SCANN.....	149
3.7.	Elección y Tratamiento de Datos.....	152
3.8.	Plataforma Supply Chain Artificial Neuronal Networks “SCANN” Software de una Cadena/Red de Suministro con parámetros Inciertos.....	153
3.8.1.	Funcionamiento de la Plataforma SCANN.....	155
3.9.	Conclusiones.....	162
3.9.	Referencias.....	163
<b>CAPÍTULO 4. IMPLANTACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA</b>		
4.1.	Introducción.....	167
4.2.	El Proceso de Planificación de Operaciones en la C/RS Concreta.....	168
4.2.1.	Descripción de la Empresa Cerámica objeto de la aplicación.....	168
4.2.1.1.	Descripción de los productos.....	168
4.3.	Descripción del Proceso de Fabricación.....	170
4.3.1.	Descripción General.....	170
4.3.2.	Recepción y Tratamiento de Materias Primas.....	171
4.3.3.	Molienda.....	172
4.3.4.	Atomización.....	173
4.3.5.	Prensado y Secado.....	174
4.3.6.	Esmaltado.....	175
4.3.7.	Preparación de Esmaltes y Tintas Serigráficas.....	177
4.3.8.	Cocción.....	178
4.3.9.	Clasificación y Embalado.....	179

4.3.10.	Paletizado.....	180
4.3.11.	El transporte.....	180
4.4.	Modelado de una Empresa Cerámica.....	181
4.4.1.	Cadena/Red de Suministro de una Compañía cerámica.....	181
4.4.2.	Entidades Mercantiles Internas.....	184
4.4.3.	Entidades Mercantiles Externas.....	185
4.4.4.	Etapa Proveedores.....	185
4.4.5.	Proveedor G4.....	186
4.4.6.	Proveedor G8.....	186
4.4.7.	Proveedor G1.....	186
4.4.8.	Proveedor G5: Tierra Atomizada (Pasta Blanca).....	187
4.4.9.	Proveedor G7: Proveedor de pavimento y revestimiento de Pasta Roja.....	187
4.4.10.	Proveedor G6: Proveedor de tierra Atomizada para Pasta Roja.....	187
4.4.11.	Etapa Fabricación/Montaje.....	187
4.4.12.	P1.1: Planta de Pavimentos.....	188
4.4.13.	Productos que se fabrican.....	190
4.4.14.	Políticas de distribución/subcontratación de la Producción entre Plantas.....	191
4.4.15.	Centros de Distribución.....	192
4.4.16.	Almacén central de P1.....	193
4.4.17.	Almacén Central de P2.....	193
4.4.18.	Centros Logísticos.....	193
4.4.19.	Distribuidores.....	194
4.4.20.	Tiendas.....	194
4.4.21.	Clientes.....	194
4.4.22.	Empresas constructoras.....	195
4.4.23.	Clientes Extranjeros o de Exportación.....	195
4.5.	Información para la Aplicación del Modelo y su Herramienta de Resolución: Caso Práctico.....	195

4.5.1.	Información para la Aplicación del Modelo.....	196
4.5.2.	Datos de partida del Modelo de Aplicación.....	199
4.5.2.1.	Determinación de los costes.....	204
4.5.2.1.1.	Costes de fabricación.....	204
4.5.2.1.2.	Costes de fabricación en tiempo extra.....	204
4.5.2.1.3.	Costes de materias primas.....	205
4.5.2.1.4.	Costes de transporte.....	206
4.5.2.1.5.	Costes de manejo de materiales.....	209
4.5.2.1.6.	Costes de inventario.....	211
4.5.2.1.7.	Costes de diferir demanda.....	213
4.5.2.1.8.	Costes fijos de cambio de partida.....	219
4.5.2.1.9.	Costes por unidad subcontratada.....	220
4.5.2.1.10.	Precio de venta.....	220
4.5.3.	Determinación de los parámetros.....	224
4.6.	Resumen.....	235
4.7.	Referencias.....	236
 <b>CAPÍTULO 5. ANÁLISIS Y RESULTADOS</b>		
5.1.	Introducción.....	239
5.2.	Resultados del modelo determinista y análisis.....	241
5.2.1.	Análisis de los resultados en función de los costes.....	243
5.3.	Resultados del Modelo Matemático con Incertidumbre.....	245
5.3.1.	Datos de partida para la ejecución del MMI.....	245
5.3.2.	Resultados del MMI a partir de los datos de partida introducidos en la Plataforma SCANN.....	268
5.3.2.1.	Resultados según la Tasa de Aprendizaje (TA) de la Red Neuronal.....	268
5.3.2.2.	Resultados teniendo en cuenta el Error Cuadrático Medio (MSE) de la Red Neuronal de la Plataforma SCANN.....	273
5.3.3.	Resultados teniendo en cuenta el número de neuronas de la capa oculta de la red neuronal de la Plataforma SCANN, para cada parámetro con incertidumbre.....	278

5.3.3.1.	Análisis Parámetro CDR.....	278
5.3.3.2.	Análisis de los Parámetros CUIFP y CUFEP.....	283
5.3.3.3.	Análisis de los Parámetros CUIG, CUIP, CUID y CUIR.....	290
5.3.3.4.	Análisis de los Parámetros MQFN y MQFE.....	296
5.3.3.5.	Análisis del Parámetro PDCR.....	298
5.3.4.	Análisis teniendo en cuenta todos los parámetros con incertidumbre para el MMI.....	303
5.4.	Conclusiones.....	307
5.5.	Referencias.....	309
<b>CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN</b>		
6.1.	Introducción.....	313
6.2.	Sobre la Planificación Centralizada y Colaborativa Usando Metodologías de Inteligencia Artificial en la Cadena de Suministro.....	314
6.3.	Utilización de las Redes Neuronales para la estimación de parámetros inciertos.....	316
6.4.	Sobre la viabilidad de la metodología para la gestión de la cadena/red de suministro en un contexto de incertidumbre.....	317
6.5.	Líneas Futuras de Investigación.....	317
6.6.	Referencias.....	319
<b>ANEXOS</b>		
ANEXO A.	Modelo Matemático Determinista en MPL.....	323
ANEXO B.	Código fuente de la Red neuronal.....	329
ANEXO C.	Código fuente en el que interactúa la Red neuronal y el MPL.....	334
ANEXO D.	Código fuente del funcionamiento detallado de la Plataforma SCANN...	337
ANEXO E.	Manual de uso de la Plataforma SCANN.....	349
ANEXO F.	Resultados y Análisis.....	358
SIGLAS Y ABREVIATURAS.....		407



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Integración Inter e Intra de la Configuración Comunicativa (Lejeune, 2005).....	19
Figura 2.2. Concepto de Planificación Colaborativa (Stadtler, 2002).....	33
Figura 2.3. Planificación Colaborativa Múltiple (Satdtler, 2008).....	36
Figura 2.4. Fases Proceso Planificación Colaborativa (Satdtler, 2008).....	37
Figura 2.5. Software de Apoyo Planificación Colaborativa (Satdtler, 2008).....	39
Figura 2.6. Sistemas de TDD (Schneeweiss, 1998 y 2002).....	47
Figura 2.7. Grados de relación dentro de la Cadena de Suministro (Schneeweiss, 1995, 1998 y 2002).....	49
Figura 2.8. Interdependencias entre los niveles jerárquicos (Schneeweiss, 1995 y 1998).....	51
Figura 2.9. Sistema jerárquico (Stadler, 2008).....	54
Figura 2.10. Sistema jerárquico (Burton, 1995).....	55
Figura 2.11. Actividades de Planificación en la Cadena de Suministro.....	58
Figura 2.12. Modelos de Cadena de Suministro (Min and Zhou; 2002).....	61
Figura 2.13. Tipos de integración en la Cadena de Suministro (Min & Zhou; 2002).....	61
Figura 2.14. Metodologías de Inteligencia Artificial para la C/RS.....	76
Figura 2.15. Descripción matemática de una Red Neuronal Artificial.....	89
Figura 2.16. Red Neuronal Back-propagation.....	93
Figura 2.17. Célula, cromosoma y gen.....	94
Figura 2.18. Influencia del alelo en los ojos de la mosca.....	94
Figura 2.19. Esquema del funcionamiento típico de un Sistema Difuso.....	97
Figura 2.20. Metodologías inteligentes híbridas (Modificado de: Leung, H. L., (1995)).....	104
Figura 3.1. Metodología Propuesta.....	118
Figura 3.2. Visión Decisional en esta Investigación (Lario, 2006).....	121
Figura 3.3. Recursos Físicos de una Cadena/Red de Suministro del Sector Cerámico para un MMD (Proyecto RdS-2V.RDSINC, 2004).....	125
Figura 3.4. Esquema para formular el Modelo Matemático Determinista.....	141

Figura 3.5. Función de transferencia sigmoide y sus modos de activación.....	143
Figura 3.6. Estructura de Red Neuronal Multilayer Feedforward.....	144
Figura 3.7. Modelo Determinista en MPL.....	150
Figura 3.8. Modelo Matemático con Incertidumbre y Redes Neuronales.....	150
Figura 3.9. Modelo con Incertidumbre, Parámetros inciertos y Redes Neuronales.....	152
Figura 3.10. Tratamiento de Datos del MMD y MMI.....	153
Figura 3.11. Pantalla del SCANN SOFTWARE.....	154
Figura 3.12. Proceso para realizar los primeros cálculos del modelo.....	156
Figura 3.13. Funcionamiento opción “Generar Solución” del menú MPL Determinista.	157
Figura 3.14. Funcionamiento de la opción del menú ANN “Generar”.....	158
Figura 3.15. Funcionamiento de la opción del menú MPL Incertidumbre “Generar Solución” .....	159
Figura 3.16. Funcionamiento de la opción del menú “Comparación de Resultados.....	159
Figura 3.17. Diagrama de Funcionamiento de Plataforma SCANN.....	160
Figura 3.18. Plataforma para una Cadena/Red de Suministro con Parámetros Inciertos.....	161
Figura 4.1. Proceso general de monococción porosa (Dalmau, y otros, 1993).....	171
Figura 4.2. Ciclo de cocción en el horno (ASCER, 2004).....	178
Figura 4.3. Visión general del proceso de fabricación de baldosas cerámicas (Proyecto RdS-2V.RDSINC, 2004).....	181
Figura 4.4. Estructura Física de las Etapas del R/CS (Proyecto RdS-2V.RDSINC, 2004)....	183
Figura 4.5. Uso - Pasta - Esmalte (Proyecto RdS-2V.RDSINC, 2004).....	191
Figura 4.6. Cadena de Distribución (Proyecto RdS-2V.RDSINC, 2004).....	192
Figura 4.7. Cadena de Suministro. Caso Práctico.....	197
Figura 4.8. Materias Primas para un Producto Final.....	198
Figura 5.1. Esquema de Resultados.....	239
Figura 5.2. Variación de la Cantidad de cada Producto en función del Periodo.....	241
Figura 5.3. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo.....	242
Figura 5.4. Variación de la Función Objetivo en función de la tasa de aprendizaje.....	269
Figura 5.5. Variación de la Cantidad de cada Producto en función del Periodo.....	270

<b>Figura 5.6. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo.....</b>	<b>271</b>
<b>Figura 5.7. Variación de la Función Objetivo en función del Error Cuadrático Medio.....</b>	<b>274</b>
<b>Figura 5.8. Variación de la Cantidad de cada Producto en función del Periodo para el resultado MSE.....</b>	<b>275</b>
<b>Figura 5.9. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para el resultado de MSE.....</b>	<b>276</b>
<b>Figura 5.10. Variación de la Función Objetivo en función de la variación de neuronas de la capa oculta del parámetro CDR.....</b>	<b>279</b>
<b>Figura 5.11. Variación de la Cantidad de cada Producto en función del Periodo para el parámetro CDR.....</b>	<b>279</b>
<b>Figura 5.12. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para el resultado con el parámetro CDR.....</b>	<b>280</b>
<b>Figura 5.13. Variación de la Función Objetivo en función de la variación de neuronas de la capa oculta de los parámetros CUPF y CUFEP.....</b>	<b>284</b>
<b>Figura 5.14. Variación de la Cantidad de cada Producto en función del Periodo para el parámetro CUPF.....</b>	<b>285</b>
<b>Figura 5.15. Variación de la Cantidad de cada Producto en función del Periodo para el parámetro CUFEP.....</b>	<b>285</b>
<b>Figura 5.16. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para el resultado con el parámetro CUPF.....</b>	<b>286</b>
<b>Figura 5.17. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para el resultado con el parámetro CUFEP.....</b>	<b>287</b>
<b>Figura 5.18. Variación de la Función Objetivo en función de la variación de neuronas de la capa oculta de los parámetros CUIG y CUIP.....</b>	<b>290</b>
<b>Figura 5.19. Variación de la Función Objetivo en función de la variación de neuronas de la capa oculta de los parámetros CUID.....</b>	<b>291</b>
<b>Figura 5.20. Variación de la Función Objetivo en función de la variación de neuronas de la capa oculta de los parámetros CUIR.....</b>	<b>292</b>
<b>Figura 5.21. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para los resultados con los parámetros CUIG, CUIP, CUID y CUIR.....</b>	<b>293</b>
<b>Figura 5.22. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para los resultados con los parámetros CUIG, CUIP, CUID y CUIR.....</b>	<b>294</b>
<b>Figura 5.23. Variación de la Función Objetivo en función de la variación de neuronas de la capa oculta de los parámetros MQFN y MQFE.....</b>	<b>296</b>

<b>Figura 5.24. Variación de la Función Objetivo en función de la variación de neuronas de la capa oculta del parámetro PDCR.....</b>	<b>298</b>
<b>Figura 5.25. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para los resultados del parámetro PDCR.....</b>	<b>299</b>
<b>Figura 5.26. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para los resultados del parámetro PDCR.....</b>	<b>300</b>
<b>Figura 5.27. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para el resultados con los parámetros inciertos.....</b>	<b>304</b>
<b>Figura 5.28. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para el resultado con los parámetros inciertos.....</b>	<b>305</b>
<b>Figura 7.1. Introducción de los datos de la Red Neuronal.....</b>	<b>350</b>
<b>Figura 7.2. Introducción de los datos de la Red Neuronal.....</b>	<b>351</b>
<b>Figura 7.3. Introducción de los parámetros con Incertidumbre.....</b>	<b>352</b>
<b>Figura 7.4. Introducción de los Datos Esperado a la Salida de la Red Neuronal.....</b>	<b>352</b>
<b>Figura 7.5. Generación de valores de salida de la Red Neuronal.....</b>	<b>353</b>
<b>Figura 7.6. Iteración de valores de salida de la Red Neuronal.....</b>	<b>354</b>
<b>Figura 7.7. Resultado de salida de la Red Neuronal.....</b>	<b>354</b>
<b>Figura 7.8. Solución del Modelo Matemático Determinista.....</b>	<b>355</b>
<b>Figura 7.9. Resultados del Modelo Matemático Determinista.....</b>	<b>355</b>
<b>Figura 7.10. Solución del Modelo Matemático con Incertidumbre.....</b>	<b>356</b>
<b>Figura 7.11. Resultados del Modelo Matemático con Incertidumbre.....</b>	<b>356</b>
<b>Figura 7.12. Comparación de resultados del MMD y MMD.....</b>	<b>357</b>
<b>Figura 7.13. Ventana de cómo salir de la Plataforma SCANN.....</b>	<b>357</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Desarrollo Cronológico de la Gestión de la Cadena de Suministro (Modificado de: Steve New y Roy Westbrook, 2004).....	15
Tabla 2.2. Topología de las configuraciones de la Cadena de Suministro (Lejeune, 2005).....	18
Tabla 4.1. Entidades de la Compañía Cerámica (Proyecto RdS-2V.RDSINC, 2004).....	184
Tabla 4.2. Entidades Mercantiles Externas de la R/CS (Proyecto RdS-2V.RDSINC, 2004).....	185
Tabla 4.3. Actual configuración de Líneas y Hornos en la Compañía Cerámica (Proyecto RdS-2V.RDSINC, 2004).....	188
Tabla 4.4. Productos que se fabrican según tipo de pasta (Proyecto RdS-2V.RDSINC, 2004).....	190
Tabla 4.5.- Materias Primas para un Producto Final.....	198
Tabla 4.6. Previsiones de demanda empleadas.....	204
Tabla 4.7. Costes de fabricación en horas normales y extras.....	205
Tabla 4.8. Costes de materia prima.....	206
Tabla 4.9. Costes de fijo y unitario de transporte desde los proveedores a las plantas.	207
Tabla 4.10. Costes de fijo y unitario de transporte desde las plantas a los distribuidores.....	208
Tabla 4.11. Costes de fijo y unitario de transporte desde los distribuidores a los detallistas.....	208
Tabla 4.12. Costes unitarios de manejo de materiales de los proveedores.....	209
Tabla 4.13. Costes unitarios de manejo de materiales de las plantas.....	209
Tabla 4.14. Costes unitarios de manejo de materiales de los distribuidores.....	210
Tabla 4.15. Costes unitarios de manejo de materiales de los detallistas.....	210
Tabla 4.16. Costes fijos de manejo de materiales de las plantas.....	211
Tabla 4.17. Costes unitario de inventario de los proveedores.....	212
Tabla 4.18. Costes unitario de inventario de las plantas.....	212
Tabla 4.19. Costes unitario de inventario de los distribuidores.....	213
Tabla 4.20. Costes unitario de inventario de los detallistas.....	213
Tabla 4.21. Costes de diferir demanda.....	219

Tabla 4.22. Costes de cambio de partida para cada planta.....	219
Tabla 4.23. Costes por unidad subcontratada.....	220
Tabla 4.24. Precio unitario del producto desde el proveedor a la planta.....	220
Tabla 4.25. Precio unitario del producto desde la planta al distribuidor.....	221
Tabla 4.26. Precio unitario del producto desde distribuidor al detallista.....	222
Tabla 4.27. Precio unitario del producto desde el detallista al cliente.....	223
Tabla 4.28. Nivel de capacidad de transporte desde el proveedor hasta la planta.....	224
Tabla 4.29. Nivel de capacidad de transporte desde la planta hasta el distribuidor.....	225
Tabla 4.30. Nivel de capacidad de transporte desde el distribuidor hasta el detallista..	226
Tabla 4.31. Máxima capacidad de de inventario del proveedor.....	226
Tabla 4.32. Máxima capacidad de de inventario de la planta.....	226
Tabla 4.33. Máxima capacidad de de inventario del distribuidor.....	226
Tabla 4.34. Máxima capacidad de de inventario del detallista.....	227
Tabla 4.35. Tiempo de transporte desde el proveedor a la planta.....	227
Tabla 4.36. Tiempo de transporte desde la planta al distribuidor.....	227
Tabla 4.37. Tiempo de transporte desde el distribuidor al detallista.....	227
Tabla 4.38. Capacidad máxima de entrada de transporte a las plantas.....	228
Tabla 4.39. Capacidad máxima de salida de transporte de las plantas.....	228
Tabla 4.40. Capacidad máxima de salida de transporte de los distribuidores.....	228
Tabla 4.41. Capacidad máxima de salida de transporte de los detallistas.....	228
Tabla 4.42. Porcentaje de subcontratación de productos.....	229
Tabla 4.43. Unidades de materia prima.....	229
Tabla 4.44. Máxima cantidad de fabricación en tiempo regular y extra.....	231
Tabla 4.45. Nivel de inventario inicial en las plantas.....	232
Tabla 4.46. Nivel de inventario inicial en los distribuidores.....	232
Tabla 4.47. Nivel de inventario inicial en los detallistas.....	233
Tabla 4.48. Stock de seguridad de las plantas.....	233
Tabla 4.49. Stock de seguridad de los distribuidores.....	234
Tabla 4.50. Stock de seguridad de los detallistas.....	234
Tabla 5.1. Variación de la Cantidad de cada Producto en función del Periodo.....	241

<b>Tabla 5.2. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo.....</b>	<b>242</b>
<b>Tabla 5.3. Costes y Beneficios del MMD.....</b>	<b>243</b>
<b>Tabla 5.4. Nivel de inventario de cada Planta.....</b>	<b>244</b>
<b>Tabla 5.5. Nivel de inventario de cada Distribuidor.....</b>	<b>244</b>
<b>Tabla 5.6. Nivel de inventario de cada Detallista.....</b>	<b>244</b>
<b>Tabla 5.7. Valores de entrada con incertidumbre del parámetro CDR.....</b>	<b>250</b>
<b>Tabla 5.8. Datos esperados para la salida de la ANN del parámetro CDR.....</b>	<b>253</b>
<b>Tabla 5.9. Valores de entrada con incertidumbre del parámetro CUFP.....</b>	<b>253</b>
<b>Tabla 5.10. Datos esperados para la salida de la ANN del parámetro CUFP.....</b>	<b>254</b>
<b>Tabla 5.11. Datos de entrada de la ANN para el parámetro CUFEP.....</b>	<b>254</b>
<b>Tabla 5.12. Datos esperados para la salida de la ANN del parámetro CUFEP.....</b>	<b>255</b>
<b>Tabla 5.13. Datos de entrada de la ANN para el parámetro CUIG.....</b>	<b>255</b>
<b>Tabla 5.14. Datos esperados para la salida de la ANN del parámetro CUIG.....</b>	<b>255</b>
<b>Tabla 5.15. Datos de entrada de la ANN para el parámetro CUIP.....</b>	<b>256</b>
<b>Tabla 5.16. Datos esperados para la salida de la ANN del parámetro CUIP.....</b>	<b>256</b>
<b>Tabla 5.17. Datos de entrada de la ANN para el parámetro CUID.....</b>	<b>256</b>
<b>Tabla 5.18. Datos esperados para la salida de la ANN del parámetro CUID.....</b>	<b>257</b>
<b>Tabla 5.19. Datos de entrada de la ANN para el parámetro CUIR.....</b>	<b>257</b>
<b>Tabla 5.20. Datos esperados para la salida de la ANN del parámetro CUIR.....</b>	<b>257</b>
<b>Tabla 5.21. Datos de entrada de la ANN para el parámetro MQFN.....</b>	<b>258</b>
<b>Tabla 5.22. Datos esperados para la salida de la ANN del parámetro MQFN.....</b>	<b>259</b>
<b>Tabla 5.23. Datos de entrada de la ANN para el parámetro MQFF.....</b>	<b>260</b>
<b>Tabla 5.24. Datos esperados para la salida de la ANN del parámetro MQFE.....</b>	<b>261</b>
<b>Tabla 5.25. Datos de entrada de la ANN para el parámetro PDCR.....</b>	<b>264</b>
<b>Tabla 5.26. Datos esperados para la salida de la ANN del parámetro PDCR.....</b>	<b>267</b>
<b>Tabla 5.27. Variación de la Función Objetivo en función de la tasa de aprendizaje.....</b>	<b>268</b>
<b>Tabla 5.28. Variación de la Cantidad de cada Producto en función del Periodo.....</b>	<b>269</b>
<b>Tabla 5.29. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo.....</b>	<b>270</b>
<b>Tabla 5.30. Cantidad de producción en tiempo extra.....</b>	<b>271</b>

<b>Tabla 5.31. Costes y Beneficios ejecutando el modelo variando la tasa de aprendizaje de la Plataforma SCAAN.....</b>	<b>271</b>
<b>Tabla 5.32. Nivel de inventario de cada Planta ejecutando la TA de SCANN.....</b>	<b>272</b>
<b>Tabla 5.33. Nivel de inventario de cada Detallista ejecutando la TA de SCANN.....</b>	<b>272</b>
<b>Tabla 5.34. Variación de la Función Objetivo en función del Error Cuadrático Medio....</b>	<b>273</b>
<b>Tabla 5.35. Variación de la Cantidad de cada Producto en función del Periodo para el resultado MSE.....</b>	<b>274</b>
<b>Tabla 5.36. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para el resultado de MSE.....</b>	<b>275</b>
<b>Tabla 5.37. Cantidad de producir en tiempo extra en la ejecución para el análisis MSE.....</b>	<b>276</b>
<b>Tabla 5.38. Costes y Beneficios ejecutando el modelo variando MSE de la Plataforma SCAAN.....</b>	<b>277</b>
<b>Tabla 5.39.- Nivel de inventario de cada Planta ejecutando la MSE de SCANN.....</b>	<b>277</b>
<b>Tabla 5.40. Variación de la Función Objetivo en función de la variación de neuronas de la capa oculta del parámetro CDR.....</b>	<b>278</b>
<b>Tabla 5.41. Variación de la Cantidad de cada Producto en función del Periodo para el parámetro CDR.....</b>	<b>279</b>
<b>Tabla 5.42. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para el resultado con el parámetro CDR.....</b>	<b>280</b>
<b>Tabla 5.43. Cantidad de producir en tiempo extra en la ejecución para el análisis con el parámetro CDR.....</b>	<b>281</b>
<b>Tabla 5.44. Costes y Beneficios ejecutando el modelo variando el parámetro CDR de la Plataforma SCAAN.....</b>	<b>281</b>
<b>Tabla 5.45. Nivel de inventario de cada Planta ejecutando la plataforma SCANN con el parámetro CDR.....</b>	<b>282</b>
<b>Tabla 5.46 Nivel de inventario de cada Detallista ejecutando la plataforma SCANN con el parámetro CDR.....</b>	<b>282</b>
<b>Tabla 5.47. Variación de la Función Objetivo en función de la variación de neuronas de la capa oculta del parámetro CUPF.....</b>	<b>283</b>
<b>Tabla 5.48. Variación de la Función Objetivo en función de la variación de neuronas de la capa oculta del parámetro CUFEP.....</b>	<b>283</b>



<b>Tabla 5.49. Variación de la Cantidad de cada Producto en función del Periodo para el parámetro CUPF.....</b>	<b>284</b>
<b>Tabla 5.50. Variación de la Cantidad de cada Producto en función del Periodo para el parámetro CUFEP.....</b>	<b>285</b>
<b>Tabla 5.51. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para el resultado con el parámetro CUPF.....</b>	<b>286</b>
<b>Tabla 5.52 Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para el resultado con el parámetro CUFEP.....</b>	<b>287</b>
<b>Tabla 5.53. Cantidad de producir en tiempo extra en la ejecución para el análisis con el parámetro CUFEP.....</b>	<b>287</b>
<b>Tabla 5.54. Costes y Beneficios ejecutando el modelo variando el parámetro CUPF de la Plataforma SCAAN.....</b>	<b>288</b>
<b>Tabla 5.55. Costes y Beneficios ejecutando el modelo variando el parámetro CUFEP de la Plataforma SCAAN.....</b>	<b>288</b>
<b>Tabla 5.56. Nivel de inventario de cada Planta ejecutando la plataforma SCANN con el parámetro CUPF.....</b>	<b>289</b>
<b>Tabla 5.57. Nivel de inventario de cada Distribuidor ejecutando la plataforma SCANN con el parámetro CUPF.....</b>	<b>289</b>
<b>Tabla 5.58. Nivel de inventario de cada Detallista ejecutando la plataforma SCANN con el parámetro CUPF.....</b>	<b>289</b>
<b>Tabla 5.59. Nivel de inventario de cada Planta ejecutando la plataforma SCANN con el parámetro.....</b>	<b>289</b>
<b>Tabla 5.60. Variación de la Función Objetivo en función de la variación de neuronas de la capa oculta de los parámetros CUIG y CUIP.....</b>	<b>291</b>
<b>Tabla 5.61. Variación de la Función Objetivo en función de la variación de neuronas de la capa oculta de los parámetros CUID.....</b>	<b>291</b>
<b>Tabla 5.62. Variación de la Función Objetivo en función de la variación de neuronas de la capa oculta de los parámetros CUIR.....</b>	<b>292</b>
<b>Tabla 5.63. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para los resultados con los parámetros CUIG, CUIP, CUID y CUIR.....</b>	<b>293</b>
<b>Tabla 5.64. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para los resultados con los parámetros CUIG, CUIO, CUID y CUIR.....</b>	<b>293</b>
<b>Tabla 5.65. Cantidad de producir en tiempo extra en la ejecución para el análisis con los parámetros CUIG, CUIP, CUID y CUIR.....</b>	<b>294</b>

<b>Tabla 5.66. Costes y Beneficios ejecutando el modelo variando los parámetros CUIG, CUIP, CUID y CUIR de la Plataforma SCAAN.....</b>	<b>295</b>
<b>Tabla 5.67. Nivel de inventario de cada Planta ejecutando la plataforma SCANN con los parámetro CUIG, CUIP, CUID y CUIR.....</b>	<b>295</b>
<b>Tabla 5.68. Variación de la Función Objetivo en función de la variación de neuronas de la capa oculta de los parámetros MQFN y MQFE.....</b>	<b>296</b>
<b>Tabla 5.69 Variación de la Función Objetivo en función de la variación de neuronas de la capa oculta del parámetro PDCR.....</b>	<b>298</b>
<b>Tabla 5.70. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para los resultados del parámetro PDCR.....</b>	<b>299</b>
<b>Tabla 5.71. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para los resultados del parámetro PDCR.....</b>	<b>300</b>
<b>Tabla 5.72. Cantidad de producir en tiempo extra en la ejecución para el análisis del parámetro PDCR.....</b>	<b>300</b>
<b>Tabla 5.73. Costes y Beneficios ejecutando el modelo variando el parámetro PDCR de la Plataforma SCAAN.....</b>	<b>301</b>
<b>Tabla 5.74. Nivel de inventario de cada Planta ejecutando la plataforma SCANN con el parámetro CDR.....</b>	<b>302</b>
<b>Tabla 5.75. Nivel de inventario de cada Distribuidor ejecutando la plataforma SCANN con el parámetro CDR.....</b>	<b>302</b>
<b>Tabla 5.76. Nivel de inventario de cada Detallista ejecutando la plataforma SCANN con el parámetro CDR.....</b>	<b>302</b>
<b>Tabla 5.77. Número de neuronas para cada parámetro con incertidumbre.....</b>	<b>303</b>
<b>Tabla 5.78. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para el resultados con los parámetros inciertos.....</b>	<b>304</b>
<b>Tabla 5.79. Cantidad Producida por cada Planta en función del Periodo para el resultado con los parámetros inciertos.....</b>	<b>305</b>
<b>Tabla 5.80. Cantidad de producir en tiempo extra en la ejecución para el análisis de los parámetros con incertidumbre.....</b>	<b>305</b>
<b>Tabla 5.81. Costes y Beneficios ejecutando el modelo con los valores fijos de neuronas en la capa oculta de todos los parámetros con incertidumbre.....</b>	<b>306</b>
<b>Tabla 5.82. Nivel de inventario de cada Planta ejecutando la plataforma SCANN con todos los parámetros con incertidumbre.....</b>	<b>306</b>
<b>Tabla 7.1. Cantidades para transportar desde la Planta al Distribuidor (MD).....</b>	<b>358</b>

Tabla 7.2. Cantidades para transportar desde el Distribuidor al Detallista (MD).....	360
Tabla 7.3. Cantidades para transportar desde el Detallista al Cliente (MD).....	363
Tabla 7.4. Cantidades para transportar desde la Planta al Distribuidor (TA).....	364
Tabla 7.5. Cantidades para transportar desde el Distribuidor al Detallista (TA).....	365
Tabla 7.6. Cantidades para transportar desde el Detallista al Cliente (TA).....	368
Tabla 7.7. Cantidades para transportar desde la Planta al Distribuidor (MSE).....	369
Tabla 7.8. Cantidades para transportar desde el Distribuidor el Detallista (MSE).....	371
Tabla 7.9. Cantidades para transportar desde el Detallista al Cliente (MSE).....	374
Tabla 7.10. Cantidades para transportar desde la Planta al Distribuidor (CDR).....	374
Tabla 7.11. Cantidades para transportar desde el Distribuidor al Detallista (CDR).....	376
Tabla 7.12. Cantidades para transportar desde el Detallista al Cliente (CDR).....	379
Tabla 7.13. Cantidades para transportar desde la Planta al Distribuidor (CUFP).....	380
Tabla 7.14. Cantidades para transportar desde el Distribuidor al Detallista (CUFP).....	381
Tabla 7.15. Cantidades para transportar desde el Detallista al Cliente (CUFP).....	384
Tabla 7.16. Cantidades para transportar desde la Planta al Distribuidor (CUFEP).....	385
Tabla 7.17. Cantidades para transportar desde el Distribuidor al Detallista (CUFEP).....	387
Tabla 7.18. Cantidades para transportar desde el Detallista al Cliente (CUFEP).....	390
Tabla 7.19. Cantidades para transportar desde la Planta al Distribuidor (CUI).....	391
Tabla 7.20. Cantidades para transportar desde el Distribuidor al Detallista (CUI).....	393
Tabla 7.21. Cantidades para transportar desde el Detallista al Cliente (CUI).....	396
Tabla 7.22. Cantidades para transportar desde la Planta al Distribuidor (PDCR).....	396
Tabla 7.23. Cantidades para transportar desde el Distribuidor al Detallista (PDCR).....	398
Tabla 7.24. Cantidades para transportar desde el Detallista al Cliente (PDCR).....	401
Tabla 7.25. Cantidades para transportar desde la Planta al Distribuidor (TPI).....	402
Tabla 7.26. Cantidades para transportar desde el Distribuidor al Detallista (TPI).....	403
Tabla 7.27. Cantidades para transportar desde el Detallista al Cliente (TPI).....	406

