

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	15
1. REPARTO PROPORCIONAL.	
APLICACIONES EN POLÍTICA E INDUSTRIA	17
1.1. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DEL REPARTO PROPORCIONAL	20
1.2. EJEMPLOS PROTOTIPO DEL PROBLEMA DEL REPARTO PROPORCIONAL EN EL ÁMBITO DE LA POLÍTICA.....	21
1.2.1. <i>Ejemplo 1. Reparto de escaños entre partidos políticos</i>	21
1.2.2. <i>Ejemplo 2. Reparto de escaños entre territorios</i>	22
1.3. REPARTO PROPORCIONAL EN POLÍTICA: MÉTODO DE HAMILTON O DE LOS RESTOS MAYORES	22
1.3.1. <i>Resolución del Ejemplo 1 por el método de los Restos mayores</i>	25
1.3.2. <i>Resolución del Ejemplo 2 por el método de los Restos mayores</i>	26
1.3.3. <i>El método de Hamilton y las paradojas de Alabama y de los Estados Nuevos</i>	27
1.3.4. <i>El método de Hamilton y la paradoja de los votos</i>	29
1.4. REPARTO PROPORCIONAL EN POLÍTICA: MÉTODOS DE LOS DIVISORES.....	32
1.4.1. <i>Casos particulares de los Métodos de los Divisores</i>	34
1.4.2. <i>Método de Jefferson o de los Divisores Mayores</i>	35
1.4.3. <i>Método de Adams o de los Divisores Pequeños</i>	37
1.4.4. <i>Método de Webster o de las Fracciones Principales</i>	39
1.4.5. <i>Método de Dean o de la Media Armónica</i>	42
1.4.6. <i>Método de Hill o de las Proporciones Iguales</i>	43
1.4.7. <i>Otros Métodos de los Divisores relevantes</i>	45
1.4.7.1. <i>Método de Sainte-Laguë o de los Números impares</i>	45
1.4.7.2. <i>Método de Sainte-Laguë modificado</i>	47
1.4.7.3. <i>Método Belga</i>	49
1.5. COMPENDIO DE RESULTADOS DE LOS EJEMPLOS PROTOTIPO 1 Y 2	50
1.5.1. <i>Resumen de resultados Ejemplo 1. Reparto de escaños entre partidos políticos</i>	51
1.5.2. <i>Resumen de resultados Ejemplo 2. Reparto de escaños entre territorios</i>	52

1.6. PROPIEDADES DESEABLES EN LOS MÉTODOS DE REPARTO PROPORCIONAL EN EL ÁMBITO DE LA POLÍTICA.....	56
1.7. REPARTO PROPORCIONAL EN EL ÁMBITO DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL	60
1.8. EJEMPLOS PROTOTIPO DEL PROBLEMA DEL REPARTO PROPORCIONAL EN EL ÁMBITO DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL	62
1.8.1. <i>Ejemplo 3. Planificación regular de la producción</i>	62
1.8.2. <i>Ejemplo 4. Secuenciación regular</i>	63
1.8.3. <i>Ejemplo 5. Secuenciación regular con mejora en proceso</i>	63
1.9. PLANIFICACIÓN REGULAR HEIJUNKA POR CUOTAS DE PRODUCCIÓN	63
1.9.1. <i>Método Heijunka de los Restos mayores</i>	64
1.9.2. <i>Resolución del Ejemplo 3 por el método de los Restos mayores</i>	67
1.10. SECUENCIACIÓN REGULAR HEIJUNKA POR CUOTAS DE PRODUCCIÓN.....	71
1.10.1. <i>Método Heijunka de los Restos mayores</i>	72
1.10.2. <i>Resolución del Ejemplo 4 por el método Heijunka de los Restos mayores</i>	74
1.10.3. <i>Resolución del Ejemplo 5 por el método Heijunka de los Restos mayores</i>	75
1.10.4. <i>Método Heijunka de los Restos mayores modificado</i>	77
1.10.5. <i>Resolución del Ejemplo 5 por el método Heijunka de los Restos mayores modificado</i>	78
1.11. SECUENCIACIÓN REGULAR HEIJUNKA POR FECHAS IDÓNEAS DE FABRICACIÓN.....	79
1.11.1. <i>Periodicidad ideal y fechas idóneas de fabricación</i>	80
1.11.1.1. Enfoque 1: Periodicidad por fechas con desplazamiento de unidades	80
1.11.1.2. Enfoque 2: Periodicidad por fechas con bloqueo de unidades.....	84
1.11.1.3. Enfoque 3: Periodicidad por ciclos completos con bloqueo de unidades.....	86
1.11.2. <i>Secuenciación con periodicidad ideal: Métricas y la Regla EDD</i>	88
1.11.3. <i>Método Heijunka de los multiplicadores</i>	93
1.11.4. <i>Método Heijunka de las frecuencias o demandas reducidas</i>	100
1.12. ALGUNAS PROPIEDADES DE LOS MÉTODOS DE SECUENCIACIÓN REGULAR.....	105
1.13. CONCLUSIONES.....	107
REFERENCIAS	107
PROBLEMAS	109
CASOS.....	123

2. ANÁLISIS DE DECISIONES 135

2.1. EL PROCESO DE DECISIÓN.....	139
2.2. EJEMPLOS PROTOTIPO DE ANÁLISIS DE DECISIONES.....	142
2.2.1. <i>Ejemplo 1. Localización de un puerto para superpetroleros</i>	142
2.2.2. <i>Ejemplo 2. Lanzamiento de VEH de nuevo modelo al mercado</i>	142
2.2.3. <i>Ejemplo 3. Lanzamiento de un lote de componentes de motores</i>	143
2.3. DECISIONES POR PONDERACIÓN DE MÚLTIPLES CRITERIOS.....	144
2.3.1. <i>Métodos del Decisor de la acción dominante</i>	145
2.3.2. <i>Método del criterio con máxima preferencia</i>	148
2.3.3. <i>Decisor de la acción más satisfactoria</i>	149
2.4. DECISIONES EN UNIVERSO DETERMINISTA.....	152

2.5. DECISIONES EN UNIVERSO INCIERTO. DECISORES CON ESTRATEGIAS PURAS.....	155
2.5.1. <i>Decisor de Wald. Modelo Maximin de la utilidad</i>	157
2.5.2. <i>Decisor de Savage. Modelo Minimax de la frustración</i>	159
2.5.3. <i>Decisor de Plunger. Modelo Maximax de la utilidad</i>	161
2.5.4. <i>Decisor de Hurwicz. Modelo Realista de la α-utilidad</i>	163
2.5.5. <i>Decisor de Laplace. Modelo Racionalista de la utilidad</i>	166
2.5.6. <i>Resultados del Ejemplo 2. Decisores clásicos y combinación de decisores</i>	169
2.6. DECISIONES EN UNIVERSO INCIERTO. DECISORES CON ESTRATEGIAS MIXTAS.....	173
2.6.1. <i>Decisor de Wald con acciones o estrategias mixtas</i>	174
2.6.2. <i>Decisor de Savage con acciones o estrategias mixtas</i>	177
2.7. DECISIONES EN UNIVERSO PROBABILISTA SIN EXPERIMENTACIÓN	179
2.7.1. <i>Método del estado de la naturaleza más probable</i>	181
2.7.2. <i>Decisor de Bayes. Criterio de la esperanza matemática</i>	182
2.7.3. <i>Análisis de sensibilidad con el decisor de Bayes</i>	185
2.8. DECISIONES EN UNIVERSO PROBABILISTA CON EXPERIMENTACIÓN	188
2.8.1. <i>Ejemplo 3. Decisión apriorística sin experimentación</i>	190
2.8.2. <i>Ejemplo 3. Experimentación y probabilidades a posteriori</i>	192
2.8.3. <i>Ejemplo 3. Decisión a posteriori de la experimentación</i>	194
2.8.4. <i>Ejemplo 3. Valoración económica de la experimentación</i>	196
2.8.4.1. <i>Método del Coste de la información perfecta</i>	196
2.8.4.2. <i>Método del Coste de la experimentación</i>	197
2.9. ÁRBOLES DE DECISIÓN	198
2.9.1. <i>Ejemplo 3. Árbol de decisión sin experimentación</i>	199
2.9.1.1. <i>Construcción del árbol de decisión</i>	199
2.9.1.2. <i>Valoración de vértices y análisis sobre el árbol de decisión</i>	201
2.9.2. <i>Ejemplo 3. Árbol de decisión con experimentación</i>	203
2.9.2.1. <i>Construcción del árbol de decisión</i>	203
2.9.2.2. <i>Valoración de vértices y análisis sobre el árbol de decisión</i>	205
2.10. CONCLUSIONES.....	207
REFERENCIAS	208
PROBLEMAS	209
CASOS.....	222

3. TEORÍA DE JUEGOS 231

3.1. EL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES EN UN JUEGO	236
3.2. UNA TIPOLOGÍA DE LOS JUEGOS.....	237
3.3. JUEGOS DE DOS PERSONAS	241
3.3.1. <i>Nomenclatura y supuestos implícitos</i>	241
3.3.2. <i>Ejemplos prototipo</i>	242
3.3.2.1. <i>Ejemplo 1. Pares o Nones: un ejemplo clásico</i>	242
3.3.2.2. <i>Ejemplo 2. Reina versus Rey (Q vs R)</i>	243
3.3.3. <i>Formas de representación de un juego</i>	243
3.3.3.1. <i>Forma normal de un juego</i>	343
3.3.3.2. <i>Forma normal del juego Pares o Nones</i>	244

3.3.3.3. Árbol de un juego	245
3.3.3.4. Árbol del juego Reina versus Rey	247
3.4. JUEGOS MATRICIALES CON ESTRATEGIAS PURAS.....	248
3.4.1. <i>Definición y formalización</i>	248
3.4.2. <i>Ejemplos prototipo de juegos matriciales con estrategias puras</i> ...	249
3.4.2.1. Ejemplo 3. Campaña política estatal: 2 días y 3 provincias (2x3).....	249
3.4.2.2. Ejemplo 4. Campaña política autonómica: 1 día y 4 ciudades (1x4)	250
3.4.2.3. Ejemplo 5. Negociación convenio colectivo: Patronal versus Sindicatos.....	251
3.4.3. <i>Estrategias dominantes y estrategias dominadas</i>	251
3.4.3.1. Ejemplo 2: Reina versus Rey (Q vs R). Estrategias dominantes	252
3.4.3.2. Ejemplo 3: Campaña política estatal (2x3). Estrategias dominantes	255
3.4.4. <i>Estrategias de equilibrio puras: Principios maximin y minimax</i>	258
3.4.4.1. Ejemplo 4: Campaña política autonómica (1x4). Principios <i>maximin</i> y <i>minimax</i>	262
3.4.4.2. Ejemplo 5: Negociación convenio colectivo (P vs. S). Principios <i>maximin</i> y <i>minimax</i>	263
3.5. JUEGOS MATRICIALES CON ESTRATEGIAS MIXTAS.....	265
3.5.1. <i>Ejemplos prototipo de juegos matriciales con estrategias mixtas</i> .	265
3.5.1.1. Ejemplo 6. Campaña cosmética promoción perfume 2x2 .	265
3.5.1.2. Ejemplo 7. Campaña publicitaria-digital Fragancias Tres60-m multimedia	266
3.5.1.3. Ejemplo 8. Piedra – Papel – Tijera.....	266
3.5.2. <i>Concepto intuitivo de equilibrio con estrategias mixtas</i>	267
3.5.3. <i>Estrategias combinadas óptimas. Fundamentos y propiedades</i>	269
3.5.4. <i>Metodología para la construcción de soluciones de juegos matriciales</i>	278
3.5.5. <i>Juegos matriciales (2 × 2). Método de fórmulas</i>	279
3.5.5.1. Ejemplo 1: Pares o Nones. Aplicación del método de fórmulas	281
3.5.5.2. Ejemplo 6: Campaña cosmética (2x2). Aplicación del método de fórmulas.....	282
3.5.6. <i>Juegos matriciales (2 × n) y (m × 2). Método gráfico</i>	283
3.5.6.1. Método gráfico en juegos matriciales (2 × n)	283
3.5.6.2. Método gráfico en juegos matriciales (m × 2).....	285
3.5.6.3. Ejemplo 7: Campaña publicitaria Fragancias. Aplicación del método Gráfico.....	286
3.5.7. <i>Juegos matriciales (m × n). Uso de la programación lineal</i>	291
3.5.7.1. Adaptación de los problemas duales al método simplex.	291
3.5.7.2. Ejemplo 8. Piedra – Papel – Tijera. Aplicación de la Programación Lineal.....	293
3.6. JUEGOS BIMATRICIALES CON SUMA CONSTANTE.....	296
3.6.1. <i>Ejemplos prototipo de juegos bimatriciales con suma constante</i> ...	297

3.6.1.1.	Ejemplo 9. Campaña ventas Vehículos eléctricos EV-2021	297
3.6.1.2.	Ejemplo 10. Piedra - Papel - Tijera con pagos repartidos....	297
3.6.2.	<i>Definición y formalización</i>	298
3.6.2.1.	Ejemplo 9. Campaña ventas Vehículos eléctricos EV-2021. Resolución	300
3.6.2.2.	Ejemplo 10. Piedra - Papel - Tijera con pagos repartidos. Resolución.....	305
3.7.	JUEGOS BIMATRICIALES DE SUMA GENERAL	307
3.8.	JUEGOS BIMATRICIALES EN ENTORNO COMPETITIVO.....	309
3.8.1.	<i>Nomenclatura, hipótesis y condicionantes</i>	309
3.8.2.	<i>Ejemplos prototipo de juegos bimatriaciales competitivos</i>	311
3.8.2.1.	Ejemplo 11. Dilema del Prisionero	311
3.8.2.2.	Ejemplo 12. Política armamentista de dos potencias	312
3.8.2.3.	Ejemplo 13. El caso del tenista de élite.....	312
3.8.2.4.	Ejemplo 14. El juego del gallina	313
3.8.2.5.	Ejemplo 15. Competencia política en dos zonas.....	313
3.9.	JUEGOS BIMATRICIALES COMPETITIVOS CON ESTRATEGIAS PURAS.....	314
3.9.1.	<i>Política prudencial: Actitud defensiva</i>	314
3.9.2.	<i>Política contraprudencial: Actitud ofensiva</i>	315
3.9.3.	<i>Estrategias de equilibrio puras: Principios maximin y minimax</i>	319
3.9.3.1.	Ejemplo 11. Dilema del Prisionero. Principios <i>maximin</i> y <i>minimax</i>	322
3.9.3.2.	Ejemplo 12. Política armamentista de dos potencias. Principios <i>maximin</i> y <i>minimax</i>	323
3.9.3.3.	Ejemplo 13. El caso del tenista de élite. Principios <i>maximin</i> y <i>minimax</i>	325
3.9.3.4.	Ejemplo 14. El juego del gallina. Principios <i>maximin</i> y <i>minimax</i>	326
3.9.3.5.	Ejemplo 15. Competencia política en dos zonas. Principios <i>maximin</i> y <i>minimax</i>	328
3.9.4.	<i>Estrategias de equilibrio puras: Equilibrio de Nash</i>	330
3.9.4.1.	Ejemplo 11. Dilema del Prisionero. Equilibrio de Nash ..	331
3.9.4.2.	Ejemplo 12. Política armamentista de dos potencias. Equilibrio de Nash	331
3.9.4.3.	Ejemplo 13. El caso del tenista de élite. Equilibrio de Nash	332
3.9.4.4.	Ejemplo 14. El juego del gallina. Equilibrio de Nash.....	332
3.9.4.5.	Ejemplo 15. Competencia política en dos zonas. Equilibrio de Nash	333
3.10.	JUEGOS BIMATRICIALES COMPETITIVOS CON ESTRATEGIAS MIXTAS	334
3.10.1.	<i>Política prudencial: Jugadores con información básica</i>	335
3.10.1.1.	Fundamentos	335
3.10.1.2.	Ejemplo 15. Competencia política en dos zonas. Estrategia mixta prudencial	336
3.10.2.	<i>Política contraprudencial: Jugadores con información completa</i> ...	344
3.10.2.1.	Fundamentos	344

3.10.2.2. Ejemplo 15. Competencia política en dos zonas. Estrategia mixta contrapрудencial.....	346
3.10.3. <i>Estrategias de equilibrio mixtas: Equilibrio de Nash</i>	353
3.10.3.1. Fundamentos y propiedades.....	353
3.10.3.2. Construcción de soluciones de equilibrio en juegos bimatriaciales.....	355
3.11. JUEGOS BIMATRICIALES EN ENTORNO DE COOPERACIÓN.....	358
3.11.1. <i>Nomenclatura, hipótesis y condicionantes</i>	359
3.11.2. <i>Ejemplos prototipo de juegos en entorno cooperativo</i>	361
3.11.2.1. Ejemplo 16. Un acuerdo en el 221B de Baker Street	361
3.11.2.2. Ejemplo 17. Campaña Alianza Vehículos eléctricos 360-EV	362
3.11.3. <i>Representación gráfica de juegos bimatriaciales en el plano (V_1, V_2)</i> ..	362
3.11.4. <i>Statu Quo maximin como punto de partida de la cooperación</i>	365
3.11.4.1. Ejemplo 16. Un acuerdo en el 221B de Baker Street. <i>Statu Quo maximin</i>	366
3.11.4.2. Ejemplo 17. Campaña Alianza Vehículos eléctricos 360-EV. <i>Statu Quo maximin</i>	370
3.11.5. <i>Criterios de reparto de ganancias entre jugadores en cooperación</i> .	374
3.11.6. <i>Reparto por compensación con pagos laterales</i>	376
3.11.6.1. Ejemplo 15. Competencia política en dos zonas. Pagos laterales.....	378
3.11.6.2. Ejemplo 16. Un acuerdo en el 221B de Baker Street. Pagos laterales.....	383
3.11.6.3. Ejemplo 17. Campaña Alianza Vehículos eléctricos 360-EV. Pagos laterales.....	386
3.11.7. <i>El problema de negociación (The bargaining problem)</i>	388
3.11.8. <i>El problema de negociación. Solución Statu Quo maximin</i>	391
3.11.8.1. Ejemplo 15. Competencia política en dos zonas. <i>Statu Quo maximin</i>	391
3.11.8.2. Ejemplo 16. Un acuerdo en el 221B de Baker Street. <i>Statu Quo maximin</i>	395
3.11.8.3. Ejemplo 17. Campaña Alianza Vehículos eléctricos 360-EV. <i>Statu Quo maximin</i>	398
3.11.9. <i>El problema de negociación. Solución de Nash</i>	399
3.11.9.1. Preliminares.....	399
3.11.9.2. Estrategias de amenaza en equilibrio.....	401
3.11.9.3. Ejemplo 15. Competencia política en dos zonas. Solución de Nash	405
3.11.9.4. Ejemplo 16. Un acuerdo en el 221B de Baker Street. Solución de Nash	407
3.11.9.5. Ejemplo 17. Campaña Alianza Vehículos eléctricos 360-EV. Solución de Nash	408
3.11.10. <i>El problema de negociación. Método del punto ideal eficiente</i>	410
3.11.10.1. Fundamentos.....	410
3.11.10.2. Ejemplo 15. Competencia política en dos zonas. Punto Utopía.....	412

3.11.10.3.	Ejemplo 16. Un acuerdo en el 221B de Baker Street. Punto Utopía.....	413
3.11.10.4.	Ejemplo 17. Campaña Alianza Vehículos eléctricos 360-EV. Punto Utopía.....	414
3.11.11.	<i>Determinación del segmento de arbitraje</i>	416
3.11.11.1.	Puntos de arbitraje óptimos interiores y extremos....	416
3.11.11.2.	Ejemplo 11. Dilema del Prisionero. Punto de arbitraje singular	419
3.11.11.3.	Ejemplo 12. Política armamentista de dos potencias. Punto de arbitraje singular	421
3.12.	EL VALOR DE SHAPLEY	422
3.12.1.	<i>Nomenclatura y definiciones previas</i>	422
3.12.2.	<i>Ejemplos prototipo</i>	424
3.12.2.1.	Ejemplo 18: El juego de los tres inversores	424
3.12.2.2.	Ejemplo 19: El juego de los tres comerciantes.....	424
3.12.2.3.	Ejemplo 20: El juego de las cuatro fuerzas políticas.....	424
3.12.3.	<i>Aproximación axiomática de Shapley</i>	425
3.12.3.1.	Ejemplo 18: El juego de los tres inversores. Valor de Shapley	427
3.12.3.2.	Ejemplo 19: El juego de los tres comerciantes. Valor de Shapley	428
3.12.3.3.	Ejemplo 20: El juego de las cuatro fuerzas políticas. Valor de Shapley	429
3.13.	CONCLUSIONES.....	435
	REFERENCIAS	436
	PROBLEMAS	437
	CASOS.....	453

4. PROGRAMACIÓN DINÁMICA 459

4.1.	EL PROCESO POLIETÁPICO DE DECISIÓN.....	462
4.2.	PROGRAMACIÓN DINÁMICA. CARACTERÍSTICAS Y TIPOLOGÍA.....	465
4.2.1.	<i>Características de los problemas</i>	465
4.2.2.	<i>Una tipología de la Programación Dinámica</i>	467
4.3.	PROBLEMA DEL CAMINO ÓPTIMO.....	468
4.3.1.	<i>Ejemplos prototipo del problema del camino óptimo</i>	469
4.3.1.1.	Ejemplo 1. El despertar de la Fuerza: El encuentro	469
4.3.1.2.	Ejemplo 2. Proyecto Electra: Fábrica de automoción	469
4.3.1.3.	Ejemplo 3. Operación Decápolis: Despliegue logístico... ..	470
4.3.2.	<i>Formulación estándar del problema del camino óptimo</i>	471
4.3.3.	<i>Ejemplo 1. El despertar de la Fuerza: El encuentro. Resolución</i>	472
4.3.4.	<i>Ejemplo 2. Proyecto Electra: Fábrica de automoción. Resolución</i> ..	479
4.3.5.	<i>Ejemplo 3. Operación Decápolis: Despliegue logístico. Resolución</i> ...	485
4.4.	PROBLEMA DEL REPARTO DE RECURSOS.....	493
4.4.1.	<i>Ejemplos prototipo del problema del reparto de recursos</i>	493
4.4.1.1.	Ejemplo 4. Proyecto Asclepios: La vacuna	493
4.4.1.2.	Ejemplo 5. Operación Vesta: La primera misión	494

4.4.2. <i>Formulación estándar del problema del reparto de recursos</i>	494
4.4.3. <i>Ejemplo 4. Proyecto Asclepios: La vacuna. Resolución</i>	496
4.4.4. <i>Ejemplo 5. Operación Vesta: La primera misión. Resolución</i>	504
4.5. PROBLEMA DEL LOTE DINÁMICO.....	514
4.5.1. <i>Ejemplos prototipo del problema del Lote dinámico</i>	515
4.5.1.1. <i>Ejemplo 6. El componente de flota</i>	515
4.5.1.2. <i>Ejemplo 7. Los dos comerciantes</i>	516
4.5.2. <i>Formulación estándar del problema del Lote dinámico</i>	517
4.5.3. <i>Ejemplo 6. El componente de flota. Resolución</i>	520
4.5.4. <i>Ejemplo 7. Los dos comerciantes. Resolución</i>	526
4.6. PROCESOS POLIETÁPICOS DE DECISIÓN HOMOGÉNEOS EN EL TIEMPO.....	533
4.6.1. <i>Ejemplos prototipo del problema del camino óptimo</i>	533
4.6.1.1. <i>Ejemplo 8. El despertar de la Fuerza: Los comerciantes...</i>	533
4.6.1.2. <i>Ejemplo 9. El despertar de la Fuerza: La rutina comercial..</i>	533
4.6.1.3. <i>Ejemplo 10. La renovación de la máquina herramienta.</i>	534
4.6.2. <i>Formulación estándar del proceso de decisión homogéneo en el tiempo</i>	534
4.6.3. <i>Ejemplo 8. El despertar de la Fuerza: Los comerciantes. Resolución</i>	535
4.6.4. <i>Ejemplo 9. El despertar de la Fuerza: La rutina comercial. Resolución</i>	547
4.6.5. <i>Ejemplo 10. La renovación de la máquina herramienta. Resolución</i>	553
4.7. CONCLUSIONES.....	570
REFERENCIAS	571
PROBLEMAS	572
CASOS.....	586

5. METAHEURÍSTICAS..... 495

5.1. PROBLEMAS EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN	598
5.2. HEURÍSTICAS Y PROBLEMAS COMBINATORIOS	600
5.2.1. <i>Complejidad de los problemas combinatorios</i>	600
5.2.2. <i>Uso de heurísticas</i>	604
5.2.3. <i>Practicidad de los métodos heurísticos</i>	608
5.2.4. <i>Características de las heurísticas</i>	612
5.2.4.1. <i>Módulo A. Construcción de una solución</i>	612
5.2.4.2. <i>Módulo B. Toma de decisiones determinista y probabilista</i>	616
5.2.4.3. <i>Módulo C. Espacio de exploración de componentes o de reglas heurísticas</i>	617
5.2.4.4. <i>Módulo D. Estrategias de exploración de intensificación y diversificación</i>	618
5.2.4.5. <i>Módulo E. Escape de óptimos locales</i>	621
5.2.4.6. <i>Módulo F. Incorporación de memoria algorítmica</i>	623
5.2.4.7. <i>Módulo G. Utilización de poblaciones: Tamaño de la población cambiante</i>	625
5.2.4.8. <i>Módulo H. Fuente de inspiración</i>	628

5.3. BÚSQUEDA LOCAL	629
5.3.1. Preliminares	629
5.3.2. Elementos de la Búsqueda Local	631
5.3.3. Búsqueda aleatoria pura (Pure Random Search)	633
5.3.4. Algoritmo exhaustivo de descenso (Best Improvement)	633
5.3.4.1. Condición de finalización del algoritmo.....	634
5.3.4.2. Hibridación: Asistencias mixtas con Búsqueda Local	635
5.3.4.3. Tamaño de los vecindarios	636
5.3.4.4. Otras variantes de Búsqueda Local.....	637
5.3.5. Algoritmo no exhaustivo de descenso (First Improvement)	637
5.4. GRASP: PROCEDIMIENTO DE BÚSQUEDA ADAPTATIVO ALEATORIZADO VORAZ	639
5.4.1. Elementos de GRASP	639
5.4.2. Extensiones de GRASP	641
5.4.2.1. Fundamentos	641
5.4.2.2. Procedimiento Heurístico voraz parametrizado: HVP.....	645
5.5. RECOCIDO SIMULADO (SIMULATED ANNEALING).....	647
5.5.1. Origen y formalización.....	647
5.5.2. Mecanismo de aceptación de soluciones tentativas	650
5.6. BÚSQUEDA TABÚ (TABOO SEARCH)	652
5.6.1. Origen y formalización.....	652
5.6.2. Características de Búsqueda Tabú	654
5.6.2.1. Solución inicial.....	654
5.6.2.2. La Lista Tabú	654
5.6.2.3. El Nivel de Aspiración.....	655
5.6.2.4. Sobre la exploración de vecindarios y el tiempo computacional.....	656
5.6.2.5. Sobre la memoria a medio y corto plazo.....	656
5.6.2.6. Sobre las estrategias de intensificación y diversificación....	657
5.6.2.7. Condición de fin del algoritmo.....	657
5.7. ALGORITMOS GENÉTICOS (GENETIC ALGORITHMS)	657
5.7.1. Introducción y formalización	657
5.7.2. Selección de soluciones	660
5.7.3. Cruzamiento de soluciones.....	660
5.7.3.1. Cruzamiento por un punto (One-point crossover)	660
5.7.3.2. Cruzamiento por dos puntos (Two-point crossover).....	661
5.7.3.3. Cruzamiento por orden de genes (OX: Order Crossover).	661
5.7.3.4. Cruzamiento por emparejado parcial (PMX: Partially-Matched Crossover)	663
5.7.4. Mutación de una solución	663
5.7.5. Regeneración de una población	664
5.7.6. Definición de parámetros	664
5.7.7. Algoritmos Meméticos	665
5.8. HIPERHEURÍSTICAS	667
5.8.1. Preliminares	667
5.8.2. Formalización	668
5.8.3. Generación de la población inicial.....	669
5.8.4. Cruzamiento de heurísticas.....	670
5.8.5. Mutación de una heurística	671

5.8.6. Selección y regeneración de heurísticas	673
5.8.7. Otras variantes de Hiperheurísticas.....	674
5.9. CONCLUSIONES.....	674
REFERENCIAS	675
PROBLEMAS	676
CASOS.....	686