

CAPÍTULO 1: OBJETIVO DEL PROYECTO	12
CAPÍTULO 2: ANÁLISIS POR ENVOLTURA DE DATOS	14
1 DEFINICIONES.....	14
2 MODELOS BÁSICOS DEA	16
2.1 Modelos con retornos de escala constantes	16
2.1.1 Modelo RATIO	16
2.1.2 Modelo CCR-INPUT	18
2.1.3 Modelo CCR-OUTPUT	22
2.2 Modelos con retornos de escala variables.....	24
2.2.1 Modelo BCC-INPUT.....	24
2.2.2 Modelo BCC-OUTPUT	26
3 OTROS MODELOS DEA	26
3.1 Modelo Aditivo (Additive Model).....	27
3.2 Modelos con salidas y entradas no discrecionales	27
3.3 Modelos FDH (Free Disposal Hull)	29
CAPÍTULO 3: REASIGNACIÓN CENTRALIZADA DE RECURSOS. MODELOS DE RETORNOS DE ESCALA CONSTANTES Y VARIABLES.....	34
1 INTRODUCCIÓN	34
2 MODELOS CRS CENTRALIZADOS	35
2.1 Modelo CRS-INPUT Centralizado	35
2.2 Modelo CRS-OUTPUT Centralizado	38
3 MODELOS VRS CENTRALIZADOS	40
3.1 Modelo VRS-INPUT Centralizado	40
3.2 Modelo VRS-OUTPUT Centralizado	42
CAPÍTULO 4: REASIGNACIÓN CENTRALIZADA DE RECURSOS CON TECNOLOGÍA FDH	44
1 MODELOS FDH CENTRALIZADOS PUROS.....	44
1.1 Modelo FDH Centralizado Puro con orientación de entrada.....	44
1.2 Modelo FDH Centralizado Puro con orientación de salida	47

2	MODELOS FDH CENTRALIZADOS HÍBRIDOS	49
2.1	Modelo FDH Centralizado con entradas híbridas y orientación de entrada	49
2.2	Modelo FDH Centralizado con salidas híbridas y orientación de entrada	50
2.3	Modelo FDH Centralizado con entradas y salidas híbridas y orientación de entrada	51
2.4	Modelo FDH Centralizado con entradas híbridas y orientación de salida	52
2.5	Modelo FDH Centralizado con salidas híbridas y orientación de salida	53
2.6	Modelo FDH Centralizado con entradas y salidas híbridas y orientación de salida	54
	CAPÍTULO 5: MÉTODOS DE RESOLUCIÓN DE LOS MODELOS FDH CENTRALIZADOS.	55
1	RESOLUCIÓN DE LOS MODELOS PUROS	55
1.1	Orientación de entrada.....	56
1.2	Orientación de salida	58
2	RESOLUCIÓN DE MODELOS HÍBRIDOS	59
2.1	Método exacto	59
2.2	Método aproximado	60
2.2.1	Introducción al Algoritmo Genético	60
2.2.2	Caso particular de estudio: los modelos FDH Centralizados	63
2.2.3	Diagrama de flujo	65
	CAPÍTULO 6: PRUEBAS DEL SISTEMA.....	68
1	UNA ENTRADA Y UNA SALIDA	68
1.1	Orientación de entrada.....	68
1.1.1	Método aproximado	69
1.1.2	Método exacto.....	82
1.1.3	Comparativa de resultados.....	88
1.2	Orientación de salida	89
1.2.1	Método aproximado	89

1.2.2 Método exacto.....	96
1.2.3 Comparativa de resultados.....	102
2 TRES ENTRADAS Y DOS SALIDAS	103
2.1 Orientación de entrada.....	103
2.1.1 Método aproximado	103
2.1.1.1 Entradas tradicionales y centralizadas	103
2.1.1.2 Todas las entradas centralizadas puras.....	109
2.1.2 Método exacto.....	115
2.1.3 Comparativa de resultados.....	120
2.2 Orientación de salida	121
2.2.1 Método aproximado	121
2.2.1.1 Salidas tradicionales y centralizadas.....	121
2.2.1.2 Todas las salidas centralizadas puras	127
2.2.2 Método exacto.....	133
2.2.3 Comparativa de resultados.....	138
CAPÍTULO 7: APLICACIÓN DE LOS MODELOS FDH CENTRALIZADOS A LA REASIGNACIÓN DE CONTENEDORES DE VIDRIO EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS.....	140
CAPÍTULO 8: RESUMEN Y CONCLUSIONES	149
CAPÍTULO 9: REFERENCIAS	152
CAPÍTULO 10: ANEXOS	154
10.1 Aplicación de los modelos FDH Centalizados a la reasignación de contenedores de vidrio	154

Índice de figuras

Figura 1: Ejemplo CCR-Input con una entrada y una salida.....	20
Figura 2: Proyecciones CCR-Input con una entrada y una salida	21
Figura 3: Solución CCR-Input con dos entradas y una salida	21
Figura 4: Proyecciones CCR-Output con una entrada y una salida.....	22
Figura 5: Solución CCR-Output con una entrada y dos salidas.....	23
Figura 6: Proyecciones BCC-Input con una entrada y una salida	25
Figura 7: Proyecciones BCC-Output con una entrada y una salida.....	26
Figura 8: Conjunto de unidades dominantes FDH-Output con una entrada y una salida.....	30
Figura 9: Proyecciones FDH-Output con una entrada y una salida.....	31
Figura 10: Proyecciones FDH-Output con una entrada y dos salidas	31
Figura 11: Proyecciones FDH-Input con dos entradas y una salida	32

Ilustración 1: Representación del problema tradicional.....	14
Ilustración 2: Representación del problema centralizado	34
Ilustración 3: Esquema de la codificación del Algoritmo Genético.....	61
Ilustración 4: Diagrama de flujo del algoritmo implementado.....	66
1 Una entrada y una salida. Orientación de entrada. Método aproximado.....	68
Ilustración 5: Datos de entrada.....	69
Ilustración 6: Representación de la frontera eficiente	69
Ilustración 7: Pantalla de inserción del número de entradas, salidas y DMUs	70
Ilustración 8: Pantalla de inserción de datos	70
Ilustración 9: Pantalla de inserción de datos de entrada	71
Ilustración 10: Pantalla de inserción del tipo de entradas	71
Ilustración 11: Pantalla de inserción de datos de salida	72
Ilustración 12: Pantalla de inserción del tipo de salidas	72
Ilustración 13: Pantalla de inserción de datos	73
Ilustración 14: Pantalla de selección del modelo de orientación.....	73
Ilustración 15: Pantalla de selección del método de resolución	74
Ilustración 16: Pantalla de salvaguarda de resultados	74
Ilustración 17: Extracto 1 del fichero de resultados parciales.....	75
Ilustración 18: Extracto 2 del fichero de resultados parciales.....	75
Ilustración 19: Extracto 3 del fichero de resultados parciales.....	76
Ilustración 20: Extracto 4 del fichero de resultados parciales.....	76
Ilustración 21: Extracto 5 del fichero de resultados parciales.....	77
Ilustración 22: Extracto 6 del fichero de resultados parciales.....	77
Ilustración 23: Extracto 7 del fichero de resultados parciales.....	78
Ilustración 24: Extracto 8 del fichero de resultados parciales.....	78
Ilustración 25: Extracto 9 del fichero de resultados parciales.....	79
Ilustración 26: Extracto 10 del fichero de resultados parciales	80
Ilustración 27: Resultados obtenidos aplicando el método aproximado.....	80

	Ilustración 28: Reducciones obtenidas en los recursos de entrada para cada DMU	81
	Ilustración 29: Impacto producido en los niveles de salida para cada DMU ...	81
	Ilustración 30: Extracto del fichero de resultados parciales	82
2	Una entrada y una salida. Orientación de entrada. Método exacto	82
	Ilustración 31: Pantalla de inserción del número de entradas, salidas y DMUs	83
	Ilustración 32: Pantalla de inserción de datos	83
	Ilustración 33: Pantalla de inserción de datos de entrada	84
	Ilustración 34: Pantalla de inserción del tipo de entradas	84
	Ilustración 35: Pantalla de inserción de datos de salida	85
	Ilustración 36: Pantalla de inserción del tipo de salidas	85
	Ilustración 37: Pantalla de inserción de datos	86
	Ilustración 38: Pantalla de selección del modelo de orientación.....	86
	Ilustración 39: Pantalla de selección del método de resolución	87
	Ilustración 40: Pantalla de salvaguarda de resultados	87
	Ilustración 41: Resultados obtenidos aplicando el método exacto.....	88
	Ilustración 42: Número de unidades proyectadas sobre cada una de las unidades eficientes	88
3	Una entrada y una salida. Orientación de salida. Método aproximado	89
	Ilustración 43: Pantalla de inserción del número de entradas, salidas y DMUs	89
	Ilustración 44: Pantalla de inserción de datos	90
	Ilustración 45: Pantalla de inserción de datos de entrada	90
	Ilustración 46: Pantalla de inserción del tipo de entradas	91
	Ilustración 47: Pantalla de inserción de datos de salida	91
	Ilustración 48: Pantalla de inserción del tipo de salidas	92
	Ilustración 49: Pantalla de inserción de datos	92
	Ilustración 50: Pantalla de selección del modelo de orientación.....	93
	Ilustración 51: Pantalla de selección del método de resolución	93
	Ilustración 52: Pantalla de salvaguarda de resultados	94
	Ilustración 53: Resultados obtenidos aplicando el método aproximado.....	94

	Ilustración 54: Amplificaciones obtenidas en los niveles de salida para cada DMU	95
	Ilustración 55: Impacto producido en los recursos de entrada para cada DMU	95
	Ilustración 56: Extracto del fichero de resultados parciales	96
4	Una entrada y una salida. Orientación de salida. Método exacto	96
	Ilustración 57: Pantalla de inserción del número de entradas, salidas y DMUs	97
	Ilustración 58: Pantalla de inserción de datos	97
	Ilustración 59: Pantalla de inserción de datos de entrada	98
	Ilustración 60: Pantalla de inserción del tipo de entradas	98
	Ilustración 61: Pantalla de inserción de datos de salida	99
	Ilustración 62: Pantalla de inserción del tipo de salidas	99
	Ilustración 63: Pantalla de inserción de datos	100
	Ilustración 64: Pantalla de selección del modelo de orientación.....	100
	Ilustración 65: Pantalla de selección del método de resolución	101
	Ilustración 66: Pantalla de salvaguarda de resultados	101
	Ilustración 67: Resultados obtenidos aplicando el método exacto.....	102
	Ilustración 68: Número de unidades proyectadas sobre cada una de las unidades eficientes	102
5	Tres entradas y dos salidas. Orientación de entrada. Entradas tradicionales y centralizadas. Método aproximado.....	103
	Ilustración 69: Pantalla de inserción del número de entradas, salidas y DMUs	105
	Ilustración 70: Pantalla de inserción de datos	105
	Ilustración 71: Pantalla de inserción de datos de entrada	106
	Ilustración 72: Pantalla de inserción del tipo de entradas	106
	Ilustración 73: Pantalla de inserción de datos de salida	107
	Ilustración 74: Pantalla de inserción del tipo de salidas	107
	Ilustración 75: Resultados obtenidos aplicando el método aproximado.....	108
	Ilustración 76: Extracto del fichero de resultados parciales	109
6	Tres entradas y dos salidas. Orientación de entrada. Todas las entradas centralizadas puras. Método aproximado	109

	Ilustración 77: Pantalla de inserción del número de entradas, salidas y DMUs	111
	Ilustración 78: Pantalla de inserción de datos	111
	Ilustración 79: Pantalla de inserción de datos de entrada	112
	Ilustración 80: Pantalla de inserción del tipo de entradas	112
	Ilustración 81: Pantalla de inserción de datos de salida	113
	Ilustración 82: Pantalla de inserción del tipo de salidas	113
	Ilustración 83: Resultados obtenidos aplicando el método aproximado.....	114
	Ilustración 84: Extracto del fichero de resultados parciales	115
7	Tres entradas y dos salidas. Orientación de entrada. Método exacto.....	115
	Ilustración 85: Pantalla de inserción del número de entradas, salidas y DMUs	115
	Ilustración 86: Pantalla de inserción de datos	116
	Ilustración 87: Pantalla de inserción de datos de entrada	116
	Ilustración 88: Pantalla de inserción del tipo de entradas	117
	Ilustración 89: Pantalla de inserción de datos de salida	117
	Ilustración 90: Pantalla de inserción del tipo de salidas	118
	Ilustración 91: Resultados obtenidos aplicando el método exacto.....	119
	Ilustración 92: Número de unidades proyectadas sobre cada una de las unidades eficientes	120
	Ilustración 93: Número de unidades proyectadas sobre cada una de las unidades eficientes	120
8	Tres entradas y dos salidas. Orientación de salida. Salidas tradicionales y centralizadas. Método aproximado.....	121
	Ilustración 94: Pantalla de inserción del número de entradas, salidas y DMUs	123
	Ilustración 95: Pantalla de inserción de datos	123
	Ilustración 96: Pantalla de inserción de datos de entrada	124
	Ilustración 97: Pantalla de inserción del tipo de entradas	124
	Ilustración 98: Pantalla de inserción de datos de salida	125
	Ilustración 99: Pantalla de inserción del tipo de salidas	125
	Ilustración 100: Resultados obtenidos aplicando el método aproximado	126

	Ilustración 101: Extracto del fichero de resultados parciales.....	127
9	Tres entradas y dos salidas. Orientación de salida. Todas las salidas centralizadas puras. Método aproximado	127
	Ilustración 102: Pantalla de inserción del número de entradas, salidas y DMUs	129
	Ilustración 103: Pantalla de inserción de datos	129
	Ilustración 104: Pantalla de inserción de datos de entrada	130
	Ilustración 105: Pantalla de inserción del tipo de entradas	130
	Ilustración 106: Pantalla de inserción de datos de salida	131
	Ilustración 107: Pantalla de inserción del tipo de salidas	131
	Ilustración 108: Resultados obtenidos aplicando el método aproximado	132
	Ilustración 109: Extracto del fichero de resultados parciales.....	133
10	Tres entradas y dos salidas. Orientación de salida. Método exacto	133
	Ilustración 110: Pantalla de inserción del número de entradas, salidas y DMUs	133
	Ilustración 111: Pantalla de inserción de datos	134
	Ilustración 112: Pantalla de inserción de datos de entrada	134
	Ilustración 113: Pantalla de inserción del tipo de entradas	135
	Ilustración 114: Pantalla de inserción de datos de salida	135
	Ilustración 115: Pantalla de inserción del tipo de salidas	136
	Ilustración 116: Resultados obtenidos aplicando el método exacto	137
	Ilustración 117: Número de unidades proyectadas sobre cada una de las unidades eficientes	138
	Ilustración 118: Número de unidades proyectadas sobre cada una de las unidades eficientes	138
11	Aplicación de los modelos FDH Centralizados a la reasignación de contenedores de vidrio	140
	Ilustración 119: Representación del problema	140
	Ilustración 120: Resultados obtenidos aplicando el método aproximado	143
12	Anexos.....	154
	Ilustración 121: Pantalla de inserción del número de entradas, salidas y DMUs	154

Ilustración 122: Pantalla de inserción de datos	154
Ilustración 123: Pantalla de inserción de datos de entrada	155
Ilustración 124: Pantalla de inserción del tipo de entradas	155
Ilustración 125: Pantalla de inserción de datos de salida	156
Ilustración 126: Pantalla de inserción del tipo de salidas	156
Ilustración 127: Pantalla de inserción de datos	157
Ilustración 128: Pantalla de selección del modelo de orientación.....	157
Ilustración 129: Pantalla de selección del método de resolución.....	158
Ilustración 130: Pantalla de salvaguarda de resultados	158
Ilustración 131: Resultados obtenidos aplicando el método aproximado	159

Índice de tablas

Tabla 1: Ejemplo de una entrada y una salida. Datos de entrada	68
Tabla 2: Ejemplo de una entrada y una salida. Datos de entrada	89
Tabla 3: Ejemplo de tres entradas y dos salidas. Datos de entrada	103
Tabla 4: Ejemplo de tres entradas y dos salidas. Datos de entrada	109
Tabla 5: Ejemplo de tres entradas y dos salidas. Datos de entrada	121
Tabla 6: Ejemplo de tres entradas y dos salidas. Datos de entrada	127
Tabla 7: Aplicación de los modelos FDH Centralizados a la reasignación de contenedores de vidrio. Datos de entrada.....	141
Tabla 8: Solución ideal al problema de reasignación de contenedores de vidrio. No aplicable a la realidad.....	145
Tabla 9: Solución real al problema de reasignación de contenedores de vidrio.	147